



**Σχολή επιστημών Υγείας  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»**

**“Master of Science in Advanced Physiotherapy”**

**«Διερεύνηση της μεταβολής του λόγου παραγόμενης ροπής  
έξω/έσω στροφών του ώμου ανά 10° εύρους κίνησης στροφής:  
μελέτη σύγκρισης αθλούμενου και μη αθλούμενου πληθυσμού»**

**Διπλωματική ερευνητική εργασία**

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας  
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση  
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Προηγμένη Φυσικοθεραπεία  
από την

**Σταματίνα Βασιλείου Ταβερνάρη**

**Μάιος 2022**

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Επιστημών Υγείας  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»

“Master of Science in Advanced Physiotherapy”

«Διερεύνηση της μεταβολής του λόγου παραγόμενης ροπής  
έξω/έσω στροφών του ώμου ανά 10° εύρους κίνησης στροφής:  
μελέτη σύγκρισης αθλούμενου και μη αθλούμενου πληθυσμού»

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση

Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Προηγμένη Φυσικοθεραπεία από την

**Σταματίνα Βασιλείου Ταβερνάρη**

**Δήλωση Αυθεντικότητας, ζητήματα Copyright**

«Η μεταπτυχιακή φοιτήτρια που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

**Μάιος 2022**

**ΣΕΛΙΔΑ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ. Ε. Σ. του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Προηγμένη Φυσικοθεραπεία».

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Ιωάννης Πουλής, Αναπληρωτής Καθηγητής (Επιβλέπων)
- ..... (Μέλος)
- ..... (Μέλος)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Στα “overhead” αθλήματα έχει καταγραφεί μεγάλο ποσοστό τραυματισμών και επώδυνων συνδρόμων της άρθρωσης του ώμου. Μια μεταβολή στον φυσιολογικό λόγο των στροφών, αναφέρεται ως ένας πιθανός και συνήθης παράγοντας μυοσκελετικής δυσλειτουργίας, κυρίως για τον αθλητικό πληθυσμό με συνεχή χρήση και καταπόνηση του άνω άκρου. Επομένως, μέσω της μελέτης των παραγόμενων ροπών των έξω και έσω στροφών του ώμου, αλλά και της καταγραφής στοιχείων για τον μεταξύ τους λόγο, είναι δυνατό να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της μεταβολής του λόγου παραγόμενης ροπής έξω/έσω στροφών του ώμου ανά  $10^\circ$  εύρους κίνησης της στροφής, μέσω της σύγκρισης αθλητικού και μη αθλητικού πληθυσμού. Η διαδικασία καταγραφής και μελέτης των χαρακτηριστικών της κίνησης αναλυτικά για κάθε διάστημα  $10^\circ$ , αποτελεί πρόκληση, καθώς και έναν νέο τρόπο μελέτης, με σκοπό την πρόληψη τραυματισμών και συνδρόμων, αλλά και με ερευνητικό ενδιαφέρον, καθώς δεν υπάρχουν αρκετές παρόμοιες έρευνες στη σύγχρονη αρθρογραφία.

**Μέθοδος:** Δείγμα 15 “overhead” αθλητών και 15 ατόμων χωρίς αθλητική δραστηριότητα που πληρούσε τα κριτήρια επιλογής της έρευνας, αξιολογήθηκε με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex® system 3 σε εύρος κίνησης  $90^\circ$ , με ταχύτητα  $120^\circ/s$ , πραγματοποιώντας συνολικά 10 επαναλήψεις. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

**Αποτελέσματα:** Μετά τις συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν, προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά στη ροπή έξω στροφών στις  $0^\circ - 10^\circ$  και στις  $40^\circ - 50^\circ$ . Στη ροπή των έσω στροφών παρατηρήθηκαν περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μοίρες  $40^\circ - 80^\circ$ , αλλά και στη συνολική ροπή μέτρησης, όμως ο λόγος έξω/έσω στροφών ανά  $10^\circ$  ισοκίνησης, δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές.

**Συμπεράσματα:** Η μεταβολή του λόγου έξω/έσω στροφών ανάμεσα στις δύο ομάδες, δε φαίνεται να παρουσιάζει διαφορές, ενώ παρατηρείται σε γενικές γραμμές κοινό μοτίβο μεταβολής κατά την κίνηση του άκρου. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερο αθλητικό πληθυσμό και αξιολόγηση σε διαφορετικές ταχύτητες, για να επαληθευτούν τα αποτελέσματα, αλλά και για να εξαχθούν νέα συμπεράσματα.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Λόγος έξω/έσω στροφών, ώμος, ισοκίνηση, μέγιστη ροπή, αθλήματα “overhead”

## ABSTRACT

**Background:** In overhead sports an important percentage of shoulder injuries and painful syndromes has been observed. A change of the normal rotators' ratio, is considered as a possible and usual myoskeletal dysfunction factor, mainly for athletes with constant use and strain of the shoulder. For that reason, research about external and internal rotators' torque and external/internal ratio is useful. The purpose of this study is to investigate the change of shoulder's external/internal ratio during every 10° of rotation, through the comparison of athletes and non athletes. The process of recording and research of all motion's characteristics, with detail for every 10° of range of motion is an interesting challenge, with the purpose to prevent injuries and syndromes, as there are not enough similar studies.

**Method:** In the study participated 15 healthy overhead athletes and 15 non athletes. All participants were evaluated with the isokinetic dynamometer Biodex® system 3 in a range of motion 90°, velocity 120°/s and 10 repetitions. After the evaluation, a statistical analysis was carried out.

**Results:** Through the comparisons, was noticed a statistical important difference in external rotator's torque in 0° – 10° and 40° – 50°. Also, in internal rotator's torque were noticed more statistical important differences in 40° – 80° and the general internal torque, but in the external/internal ratio every 10°, weren't noticed any important differences.

**Conclusions:** The alteration of the shoulder external/internal ratio, do not present differences, as generally there is seemed to exist a pattern of alteration, during the movement of the upper limb. However, further research is needed and probably in a bigger number of athletes, with evaluation in different velocities, to confirm the results of this study and also to lead to more and new conclusions.

**Key – Words:** External/Internal rotator's ratio, isokinetics, peak torque, overhead sports

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ιωάννη Πουλή, ο οποίος με βοήθησε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στη διεκπεραίωση της διπλωματικής μου εργασίας, ώστε να ολοκληρώσω επιτυχώς τον κύκλο των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ την οικογένεια μου και τους φίλους μου που – αν και πολύ μακριά – ήταν δίπλα μου σε όλο αυτό το διάστημα, βοηθώντας με να ανταπεξέλθω στις απαιτήσεις και σε όλες τις δυσκολίες του ΠΜΣ.

*Στους γονείς μου*

|  |     |
|--|-----|
| <b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b>  |     |
| <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....  | iii |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | iv  |
| <b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....   | v   |
| <b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ – ΑΓΓΛΙΚΑ</b> .....                            | ix  |
| <b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....   | x   |
| <b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....   | xii |
| <b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....   | 1   |
| 1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ .....   | 3   |
| 1.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ .....  | 4   |
| <b>2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b> .....   | 5   |
| 2.1 ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ & “OVERHEAD” ΑΘΛΗΤΕΣ .....                              | 5   |
| 2.2 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....   | 6   |
| 2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΡΟΠΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ & ΜΗ<br>ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥΣ .....     | 7   |
| 2.4 ΛΟΓΟΣ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΤΟΥ ΩΜΟΥ .....                                | 9   |
| 2.4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΛΟΓΟΥ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ & ΜΗ<br>ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥΣ ..... | 10  |
| 2.4.2 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΛΟΓΟΥ ΑΓΩΝΙΣΤΩΝ/ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΩΝ .....        | 11  |
| <b>3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....                                      | 12  |
| 3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....   | 12  |
| 3.2 ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ .....  | 12  |
| 3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ .....   | 12  |
| 3.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ & ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ<br>.....    | 13  |
| 3.4.1. ΔΕΙΓΜΑ .....  | 13  |
| 3.4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ & ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ .....                              | 14  |
| 3.4.3 ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....   | 15  |
| 3.4.4 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....  | 18  |
| 3.4.5 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....  | 18  |
| 3.4.6 ΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ ΣΤΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ .....                           | 19  |
| 3.4.7 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ & ΜΕΤΡΗΣΗ .....                              | 19  |



|  |           |
|--|-----------|
| 3.5 ΗΘΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....   | 20        |
| 3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....   | 21        |
| <b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>   | <b>25</b> |
| 4.1 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....   | 25        |
| 4.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....  | 25        |
| 4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΕΞΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ<br>ΜΕΤΑΞΥ ΑΘΛΗΤΩΝ (Α) ΚΑΙ ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (Β) ..... | 28        |
| 4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΕΞΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ<br>ΜΕΤΑΞΥ ΑΘΛΗΤΩΝ (Α) ΚΑΙ ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (Β) ..... | 43        |
| 4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΛΟΓΟΥ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ<br>ΑΘΛΗΤΩΝ (Α) ΚΑΙ ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (Β) .....      | 57        |
| <b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>  | <b>73</b> |
| 5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΕΞΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ: ΑΘΛΗΤΕΣ &<br>ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ.....                                     | 74        |
| 5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΡΟΠΗΣ ΕΞΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ: ΑΘΛΗΤΕΣ & ΟΜΑΔΑ<br>ΕΛΕΓΧΟΥ.....                                      | 76        |
| 5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΟΓΟΥ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ: ΑΘΛΗΤΕΣ & ΟΜΑΔΑ<br>ΕΛΕΓΧΟΥ.....  | 77        |
| 5.4 ΛΟΓΟΣ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ .....  | 78        |
| 5.5 ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....   | 80        |
| 5.6 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ .....  | 81        |
| <b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>  | <b>82</b> |
| <b>ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....</b>  | <b>83</b> |

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ – ΑΓΓΛΙΚΑ

| <b>ΟΡΟΣ</b>                                | <b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ</b> |
|--|----------------------|
| Newton – Meter                             | <b>Nm</b>            |
| Peak Torque                                | <b>PT</b>            |
| External/Internal                          | <b>Ex/In</b>         |
| Concentric                                 | <b>Con</b>           |
| Eccentric                                  | <b>Ecc</b>           |
| Kilogram                                   | <b>Kg</b>            |
| Meter                                      | <b>m</b>             |
| Degrees                                    | <b>Deg</b>           |
| Second                                     | <b>Sec</b>           |
| Millisecond                                | <b>mSec</b>          |
| Maximum Voluntary Isometric<br>Contraction | <b>MVIC</b>          |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 3.1 - Ερευνητικός σχεδιασμός .....                            | 12 |
| Εικόνα 3.2 - Ισοκινητικό δυναμόμετρο                                 |    |
| Εικόνα 3.3 - Ισοκινητικό δυναμόμετρο .....                           | 18 |
| Εικόνα 3.4 - Γράφημα ροπής/χρόνου/γωνιακής ταχύτητας σε αθλητή ..... | 22 |
| Εικόνα 3.5 - Γράφημα ροπής/θέσης σε αθλητή.....                      | 22 |

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 4.1 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών.....  | 29 |
| Εικόνα 4.2 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 0° - 10°.....   | 30 |
| Εικόνα 4.3 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 10° - 20°.....  | 31 |
| Εικόνα 4.4 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 20° - 30°.....  | 32 |
| Εικόνα 4.5 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 30° - 40°.....  | 33 |
| Εικόνα 4.6 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 40° - 50°.....  | 34 |
| Εικόνα 4.7 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 50° - 60°.....  | 35 |
| Εικόνα 4.8 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 60° - 70°.....  | 36 |
| Εικόνα 4.9 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 70° - 80°.....  | 37 |
| Εικόνα 4.10 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 80° - 90°.....   | 38 |
| Εικόνα 4.11 - Διάγραμμα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών ανά 10° ισοκίνησης με ταχύτητα μέτρησης 120°/sec (Στατιστικά σημαντικές διαφορές)..... | 39 |
| Εικόνα 4.12 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών .....  | 44 |
| Εικόνα 4.13 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 0° - 10° .....   | 45 |
| Εικόνα 4.14 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 10° - 20° .....  | 46 |
| Εικόνα 4.15 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 20° - 30° .....  | 47 |
| Εικόνα 4.16 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 30° - 40° .....  | 48 |
| Εικόνα 4.17 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 40° - 50° .....  | 49 |
| Εικόνα 4.18 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 50° - 60° .....  | 50 |
| Εικόνα 4.19 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 60° - 70° .....  | 51 |
| Εικόνα 4.20 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 70° - 80° .....  | 52 |
| Εικόνα 4.21 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 80° - 90° .....  | 53 |

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 4.22 - Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής μέγιστης ροπής έσω στροφών ανά 10°<br>ισοκίνησης με ταχύτητα μέτρησης 120°/s (Στατιστικά σημαντικές διαφορές).....   | 54 |
| Εικόνα 4.23 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών .....  | 58 |
| Εικόνα 4.24 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 0° - 10° .....   | 59 |
| Εικόνα 4.25 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 10° - 20° .....  | 60 |
| Εικόνα 4.26 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 20° - 30° .....  | 61 |
| Εικόνα 4.27 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 30° - 40° .....  | 62 |
| Εικόνα 4.28 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 40° - 50° .....  | 63 |
| Εικόνα 4.29 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 50° - 60° .....  | 64 |
| Εικόνα 4.30 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 60° - 70° .....  | 65 |
| Εικόνα 4.31 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 70° - 80° .....  | 66 |
| Εικόνα 4.32 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 80° - 90° .....  | 67 |
| Εικόνα 4.33 - Διάγραμμα σύγκρισης του λόγου έξω/έσω στροφών ανά 10°<br>ισοκίνησης με ταχύτητα μέτρησης 120°/s (Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές) (General ratio<br>αθλητών/general ratio μη αθλητών)..... | 70 |
| Εικόνα 4.34 - Συγκεντρωτικό διάγραμμα σύγκρισης του λόγου έξω/έσω στροφών και<br>μέγιστων ροπών ανά 10° εύρους κίνησης στροφής με ταχύτητα μέτρησης 120°/s - Ομάδα<br>αθλητών (A) .....                              | 71 |
| Εικόνα 4.35 - Συγκεντρωτικό διάγραμμα σύγκρισης του λόγου έξω/έσω στροφών και<br>μέγιστων ροπών ανά 10° εύρους κίνησης στροφής με ταχύτητα μέτρησης 120°/s - Ομάδα<br>μη αθλητών (B).....                            | 72 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

|   |    |
|---|----|
| Πίνακας 4.1 - Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δείγματος.....                                  | 25 |
| Πίνακας 4.2 - Τεστ κανονικότητας - Μέγιστη ροπή έξω στροφών.....                            | 26 |
| Πίνακας 4.3 - Τεστ κανονικότητας - Μέγιστη στροφή έσω στροφών.....                          | 26 |
| Πίνακας 4.4 - Τεστ κανονικότητας - Λόγος έξω/έσω στροφών.....                               | 27 |
| Πίνακας 4.5 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών.....                                  | 28 |
| Πίνακας 4.6 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 0° - 10°.....                         | 29 |
| Πίνακας 4.7 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 10° - 20°.....                        | 30 |
| Πίνακας 4.8 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 20° - 30°.....                        | 31 |
| Πίνακας 4.9 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 30° - 40°.....                        | 32 |
| Πίνακας 4.10 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 40° - 50°.....                       | 33 |
| Πίνακας 4.11 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 50° - 60°.....                       | 34 |
| Πίνακας 4.12 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 60° - 70°.....                       | 35 |
| Πίνακας 4.13 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 70° - 80°.....                       | 36 |
| Πίνακας 4.14 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 80° - 90°.....                       | 37 |
| Πίνακας 4.15 - Στατιστικά ομάδων - Σύγκριση ροπής έξω στροφών.....                          | 40 |
| Πίνακας 4.16 - Independent Samples Test - Μέγιστη ροπής έξω στροφών.....                    | 41 |
| Πίνακας 4.17 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών.....                                 | 43 |
| Πίνακας 4.18 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 0° - 10°.....                        | 44 |
| Πίνακας 4.19 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 10° - 20°.....                       | 45 |
| Πίνακας 4.20 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 20° - 30°.....                       | 46 |
| Πίνακας 4.21 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 30° - 40°.....                       | 47 |
| Πίνακας 4.22 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 40° - 50°.....                       | 48 |
| Πίνακας 4.23 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 50° - 60°.....                       | 49 |
| Πίνακας 4.24 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 60° - 70°.....                       | 50 |
| Πίνακας 4.25 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 70° - 80°.....                       | 51 |
| Πίνακας 4.26 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 80° - 90°.....                       | 52 |
| Πίνακας 4.27 - Independent Samples Test - Μέγιστη ροπή έσω στροφών.....                     | 55 |
| Πίνακας 4.28 - Independent Samples Mann - Whitney U Test - Μέγιστη ροπή έσω<br>στροφών..... | 56 |
| Πίνακας 4.29 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών.....                                      | 57 |
| Πίνακας 4.30 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 0° - 10°.....                             | 58 |

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 4.31 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 10° - 20°.....      | 59 |
| Πίνακας 4.32 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 20° - 30°.....      | 60 |
| Πίνακας 4.33 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 30° - 40°.....      | 61 |
| Πίνακας 4.34 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 40° - 50°.....      | 62 |
| Πίνακας 4.35 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 50° - 60°.....      | 63 |
| Πίνακας 4.36 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 60° - 70°.....      | 64 |
| Πίνακας 4.37 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 70° - 80°.....      | 65 |
| Πίνακας 4.38 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφέων 80° - 90°.....      | 66 |
| Πίνακας 4.39 - Independent Samples Test - Λόγος έξω/έσω στροφέων ..... | 67 |

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 5.1 – Σύγκριση ευρημάτων μελέτης με Lin et al<br>(2015)..... | 79 |
|--|----|

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κίνηση της ρίψης, αναφέρεται στην αρθρογραφία, ως η κίνηση με τη μεγαλύτερη ταχύτητα που πραγματοποιείται στις αθλητικές δραστηριότητες. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος τραυματισμού για έναν “overhead” αθλητή, υφίσταται κατά την αρχική φάση της επιτάχυνσης του άνω άκρου, τη στιγμή που σημειώνονται η μεγαλύτερη ροπή και η μεγαλύτερη γωνιακή ταχύτητα. Είναι σύνηθες, οι αθλητές, λόγω προσαρμογών στο μυϊκό τους σύστημα, αλλά και σε άλλα γλοιο-ελαστικά στοιχεία της άρθρωσης, να αυξάνουν το εύρος κίνησης της έξω στροφής του ώμου, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει – ακόμα πιο εύκολα – σε έναν τραυματισμό. Όπως αναφέρεται, οι περισσότεροι τραυματισμοί στον αθλητικό πληθυσμό, συμβαίνουν στη θέση της μέγιστης έξω στροφής και σε κινήσεις που υπερβαίνουν το τόξο  $\sim 80^\circ$  (Lin et al, 2018). Ωστόσο, δεν υπάρχουν δεδομένα σύμφωνα με τα οποία να πραγματοποιούνται παρόμοιου τύπου προσαρμογές στους μύες σε όλα τα “overhead” αθλήματα, καθώς είναι πιθανό να παρατηρηθούν τροποποιήσεις για κάθε άθλημα. Σύμφωνα με την αρθρογραφία, ως “overhead” άθλημα, ορίζεται το άθλημα στο οποίο ο αθλητής με το άνω άκρο προωθεί επαναλαμβανόμενα τη μπάλα ή κάποιον άλλον εξοπλισμό στο συμπαίκτη ή στον αντίπαλό του (Asker et al, 2018). Η κίνηση πάνω από το επίπεδο της ωμοπλάτης είναι το κοινό σημείο στα αθλήματα αυτά, όμως στο εκάστοτε άθλημα χρησιμοποιείται διαφορετικός εξοπλισμός, όπως για παράδειγμα διαφορετικού μεγέθους μπάλες, ρακέτες και άλλα (Vargas et al, 2021). Συνεπώς, μηχανισμοί που συνδέονται με τραυματισμούς που δεν οφείλονται σε άμεσο τραυματισμό δε διαφέρουν σημαντικά στα “overhead” αθλήματα, όμως μπορεί να παρατηρηθούν διαφορές όσον αφορά στο φύλο και στην ηλικία, όπως έχει παρατηρηθεί σε προηγούμενες έρευνες (Häggglund et al, 2009).

Οι τραυματισμοί της άρθρωσης του ώμου, κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό προκαλούνται λόγω υπέρχρησης, δηλαδή λόγω της συνεχούς χρήσης του άνω άκρου μέσω επαναλαμβανόμενων κινήσεων, οι οποίες προκαλούν μικροτραυματισμούς, εκρηκτικά και σε μεγάλες ταχύτητες στα αθλήματα που το απαιτούν (Lin et al, 2015). Κάποια παραδείγματα τέτοιων αθλημάτων αποτελούν η πετοσφαίριση, η αντισφαίριση, η χειροσφαίριση και η κολύμβηση, όπου η καταπόνηση του πετάλου των στροφών είναι αυξημένη, διότι λειτουργούν σε ένα εύρος ανύψωσης του άκρου που υπερβαίνει τις  $90^\circ$  (Berckmans et al, 2017).

Τα αθλήματα που απαιτούν επαναλαμβανόμενες κινήσεις του άνω άκρου πάνω από το επίπεδο του ώμου, της ωμοπλάτης και της κεφαλής, προϋποθέτουν, όπως προαναφέρθηκε,

πολύ καλά συντονισμένη μυϊκή ενεργοποίηση και σταθεροποίηση, με έμφαση το στροφικό πέταλο. Η ανισοροπία στους στροφείς της άρθρωσης είναι ένας πιθανός παράγοντας για μυϊκή δυσλειτουργία. Οι μεγάλες τροποποιήσεις του λόγου έξω/έσω στροφέων, είναι δυνατό να οδηγήσουν σε μυοσκελετική δυσλειτουργία, τόσο σε αθλητές, όσο όμως και σε άτομα χωρίς καθόλου αθλητικές ενασχολήσεις στην καθημερινή τους ζωή (Lin et al, 2015). Εξαιτίας του σημαντικού ρόλου του πετάλου των στροφέων στην αρθρική σταθεροποίηση, μια αντικειμενική αξιολόγηση της έσω και της έξω στροφής είναι σημαντική τόσο για την αποκατάσταση, όσο και για την πρόληψη των τραυματισμών. Μια αντικειμενική αξιολόγηση της κίνησης της στροφής θα ήταν χρήσιμη τόσο σε άτομα που δεν έχουν αθλητικές ενασχολήσεις με συνεχή χρήση του άνω άκρου, αλλά πολύ περισσότερο, σε άτομα που ασχολούνται, είτε ερασιτεχνικά είτε σε επαγγελματικό επίπεδο με τέτοιου είδους αθλήματα, με συνέπεια η συντονισμένη λειτουργία του πετάλου των στροφέων να είναι καθοριστικής σημασίας για την απόδοσή τους.

Ωστόσο, σε αντίθεση με τα παραπάνω στοιχεία, η κλινική πρακτική και οι περισσότερες μελέτες, είναι περισσότερο επικεντρωμένες τα τελευταία χρόνια στη μελέτη της ροπής των στροφέων, διερευνώντας της τιμές της μέγιστης ροπής (peak torque) των αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών της κίνησης, ενώ σε λιγότερο ποσοστό μελετάται ο λόγος της έξω/έσω στροφής. Το γεγονός αυτό, ίσως να οφείλεται στο ότι οι μετρήσεις του λόγου των στροφέων παρουσιάζουν συγκριτικά χαμηλότερη αξιοπιστία από τις μετρήσεις της μέγιστης ροπής (Cozette et al, 2019). Όμως, οι μετρήσεις της μέγιστης ροπής, έχουν περιορισμένη δυνατότητα να χαρακτηρίσουν επαρκώς τις μεταβολές της ροπής που παράγεται από την κίνηση, διότι ανταποκρίνονται αποκλειστικά σε ένα μόνο χρονικό σημείο, από ολόκληρο το εύρος κίνησης. Επιπλέον, η μέγιστη ροπή των αγωνιστών και ανταγωνιστών, δεν απαντάται απαραίτητα στην ίδια γωνία, δηλαδή στο ίδιο σημείο κίνησης. Ακόμα, δεν υπάρχει ολοκληρωμένη εικόνα για τις μεταβολές των τιμών της ροπής σε διαφορετικές μοίρες κίνησης, για να εξαχθούν περισσότερα στοιχεία και συμπεράσματα σε σχέση με τη στιγμή του τραυματισμού, όπου μπορεί να μη συμπίπτει με το σημείο που παράγεται η μέγιστη ροπή (Cozette et al, 2019).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία της πιο πρόσφατης αρθρογραφίας και βιβλιογραφίας όσον αφορά τη μελέτη των στροφέων του ώμου και πιο συγκεκριμένα τη μελέτη της μέγιστης ροπής και του λόγου έξω/έσω στροφέων, ως ένα δείκτη πρόληψης τραυματισμών, τίθεται ένας προβληματισμός. Όπως αναφέρθηκε, οι ερευνητές επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στη μελέτη της μέγιστης ροπής που παράγεται από τους



έσω και τους έξω στροφείς, εκφραζόμενη σε Nm (Newton – meters), χρησιμοποιώντας ισοκινητικό δυναμόμετρο. Με τον τρόπο αυτό μελετούν και συγκρίνουν το μέγεθος της ροπής που είναι σε θέση οι μύες να παράγουν, όμως αφορά συνολικά, ολόκληρη τη μέτρηση, ανεξαρτήτως τον αριθμό των προσπαθειών ενός ατόμου ή το εύρος κίνησης του άκρου. Από την άλλη πλευρά, η χρήση του λόγου έξω/έσω στροφών, η οποία βασίζεται στην παραγόμενη μέγιστη ροπή, μελετάται για την πρόληψη και αποκατάσταση τυχόν μυϊκών ανισορροπιών, αλλά και πάλι αφορά τη μέτρηση σε ένα γενικότερο πλαίσιο, χωρίς να λαμβάνονται περισσότερες πληροφορίες για συγκεκριμένες μοίρες εύρους κίνησης του άνω άκρου.

### 1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της μελέτης είναι να γίνει μια περισσότερο λεπτομερή παρατήρηση του λόγου των έξω/έσω στροφών, όχι στη συνολική μέτρηση ροπής, αλλά επιμέρους, σε ένα λειτουργικό εύρος κίνησης 90°. Με αυτόν τον τρόπο, προβλέπεται να μελετηθεί, εάν ακολουθείται κάποιο μοτίβο μεταβολής του λόγου, ποια είναι η σημασία της θέσης που βρίσκεται το άνω άκρο και πόσο αυτή επηρεάζει το λόγο των στροφών. Επιπλέον, εάν υπάρχουν διαφορές που οφείλονται στην αυξημένη δραστηριότητα των στροφών στους αθλητές, ή τελικά η δραστηριότητα είναι ένας παράγοντας που ουσιαστικά δεν επηρεάζει τη σχέση των στροφών. Επιπλέον, σχετικά με τον κίνδυνο και την πρόληψη τραυματισμών που είναι συχνό στα “overhead” αθλήματα, θα διερευνηθεί εάν στους αθλητές και στην ομάδα ελέγχου καταγράφονται τιμές λόγου έξω/έσω στροφών που βρίσκονται μέσα στις φυσιολογικές τιμές που ορίζει η πιο πρόσφατη αρθρογραφία.

Συνοψίζοντας, θα διερευνηθεί ο λόγος έξω/έσω στροφών στις δύο ομάδες αξιολόγησης, ανά 10° ισοκίνησης, σε ένα τόξο συνολικά 90° και πιο συγκεκριμένα, ποιες τιμές σημειώνονται και πως αυτές μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της κίνησης της έξω και έσω στροφής. Αυτός ο τρόπος παρατήρησης και καταγραφής αποτελεί έναν διαφορετικό τρόπο προσέγγισης για τη μελέτη του λόγου των στροφών του ώμου. Έτσι, είναι σημαντικό τόσο για το πεδίο της έρευνας, όσο και για την κλινική πρακτική, να μελετηθούν τα ευρήματα, ώστε στην αποκατάσταση των τραυματισμών και των επώδυνων συνδρόμων, ιδιαίτερα στους αθλητές “overhead” αθλημάτων, να λαμβάνεται υπόψη ο λόγος έξω/έσω στροφών και η μυϊκή ανισορροπία και όχι αποκλειστικά η ροπή που παράγουν.

## 1.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

- H0 (μηδενική): Οι υγιείς αθλητές/άτομα που έχουν αυξημένη φυσική δραστηριότητα, δεν παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές λόγου έξω/έσω στροφών ώμου και υψηλότερες ροπές ανά 10 μοίρες ισοκίνησης, σε σύγκριση με άτομα που δε συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες.
- H1 (εναλλακτική): Οι υγιείς αθλητές/άτομα που έχουν αυξημένη φυσική δραστηριότητα, παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές λόγου έξω/έσω στροφών ώμου και υψηλότερες ροπές ανά 10 μοίρες ισοκίνησης από τα άτομα που δε συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες.

Στην έρευνα που θα πραγματοποιηθεί ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος A (αθλητές) και B (μη αθλητές), αναμένεται αρχικά να σημειωθούν στους αθλητές μεγαλύτερες τιμές στις παραγόμενες ροπές των έσω και έξω στροφών λόγω της συχνής ενασχόλησής τους με “overhead” αθλήματα, καθώς και των συχνών προπονήσεων. Επίσης, γίνεται η υπόθεση ότι ανάμεσα στις τιμές του λόγου έξω/έσω στροφών ανά 10° ισοκίνησης των δύο ομάδων του δείγματος, θα σημειωθούν διαφορές και πιο συγκεκριμένα ότι οι τιμές λόγου των αθλητών αναμένεται να είναι πλησιέστερα στις φυσιολογικές τιμές, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, δηλαδή να παρουσιάσουν καλύτερη ισορροπία μεταξύ των αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών, εφόσον πραγματοποιούν εντατικές προπονήσεις και πρόγραμμα ολοκληρωμένης μυϊκής ενδυνάμωσης.

Πιο συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο της ανασκόπησης, γίνεται αναφορά στους τραυματισμούς των “overhead” αθλητών, στην ισοκινητική αξιολόγηση, αλλά και σε στοιχεία της αρθρογραφίας που αφορούν τις μετρήσεις που έχουν γίνει στις παραγόμενες ροπές των έσω και έξω στροφών, αλλά και σε στοιχεία ερευνών που αναφέρονται στο λόγο των στροφών. Στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας της έρευνας, επεξηγείται λεπτομερώς όλη η διαδικασία του σχεδιασμού, και κατόπιν της διεξαγωγής της έρευνας, αλλά και της μετέπειτα ανάλυσης των δεδομένων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, αρχικά της παραγόμενης ροπής των έσω στροφών και έπειτα της παραγόμενης ροπής των έξω στροφών και του μεταξύ τους λόγου. Τέλος, γίνεται συζήτηση και αναφέρονται τα επιμέρους και τα γενικά συμπεράσματα της μελέτης, αλλά και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η γληνοβραχιόνια άρθρωση, αποτελεί την άρθρωση με το μεγαλύτερο εύρος κίνησης στο ανθρώπινο σώμα. Προκειμένου να παραχθούν ροπές και δυνάμεις στην άρθρωση, απαιτείται ένας πολύ ικανοποιητικός μηχανισμός σταθεροποίησης. Η σταθεροποίηση αυτή, είναι δυνατό να εξασφαλιστεί τόσο από παθητικές δομές (π.χ. χόνδρος, σύνδεσμοι), όσο και από ενεργητικές δομές, όπως είναι το μυϊκό σύστημα. Οι μύες του πετάλου των στροφέων, θεωρούνται οι πιο σημαντικοί σταθεροποιοί της άρθρωσης (Berckmans et al, 2017) και είναι ο υπερακάνθιος, ο υπακάνθιος, ο ελάσσων στρογγύλος και ο υποπλάτιος.

Μια πιθανή αστάθεια της άρθρωσης του ώμου, καθώς και οι δυσλειτουργίες που μπορεί να προκαλέσει, αντιπροσωπεύουν μία από τις κυριότερες αιτίες των ενοχλήσεων και του πόνου στον ώμο. Ως αστάθεια, ορίζεται η μη φυσιολογική κίνηση της κεφαλής του βραχιονίου σε σχέση με την ωμογλήνη. Η γληνοβραχιόνια άρθρωση είναι μια εγγενώς ασταθής άρθρωση, λόγω των επιφανειών της κεφαλής του βραχιονίου και της ωμογλήνης. Έτσι, παρόλο που δεν παρατηρείται απόλυτη σταθερότητα στην άρθρωση λόγω της οστικής ανατομίας, παρατηρούνται πολλοί βαθμοί ελευθερίας και επομένως μεγάλη κινητικότητα (Oumoumi et al, 2011).

### 2.1 ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ & “OVERHEAD” ΑΘΛΗΤΕΣ

Στα “overhead” αθλήματα, δηλαδή στα αθλήματα που προϋποθέτουν κίνηση του άνω άκρου των αθλητών πάνω από το ύψος της άρθρωσης του ώμου και πάνω από την κεφαλή, ασκούνται πολλά φορτία στη γληνοβραχιόνια άρθρωση, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού (Cools et al, 2015), ο οποίος μάλιστα, δείχνει να αυξάνεται με την ηλικία (Kibler & Safran, 2000) (Pluim et al, 2006). Παρόλο που μέχρι στιγμής υπάρχει έλλειψη στοιχείων, οι τραυματισμοί φαίνεται να εξαρτώνται επιπλέον και από το επίπεδο και την ένταση του εκάστοτε αθλήματος (Pluim et al, 2006) (Baxter-Jones et al, 1993) (Jayanthi et al, 2009).

Το μεγαλύτερο μέρος των τραυματισμών που έχουν καταγραφεί είναι λόγω καταπόνησης, λόγω δηλαδή επαναλαμβανόμενων φορτίων (Kibler & Safran, 2000). Ο χρόνιος πόνος στον ώμο για έναν “overhead” αθλητή, οφείλεται κατά κύριο λόγο στις προσαρμογές που γίνονται, διαφορετικές για το κάθε άθλημα, και έτσι προκαλούνται αλλαγές στη δύναμη, στην ευκαμψία και στη στάση, όχι μόνο της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, αλλά ολόκληρης της κινητικής αλυσίδας (Borsa et al, 2008). Το πέταλο των στροφέων γίνεται περισσότερο επιρρεπές σε τραυματισμούς σε νεότερους αθλητές που υφίστανται επαναλαμβανόμενους

μικροτραυματισμούς στην άρθρωση του ώμου, είτε κατά τη διάρκεια των κινήσεων της ρίψης, είτε κατά τις συγκρούσεις στα αθλήματα επαφής (Gombera et al, 2014).

Σύμφωνα με την έρευνα της Cools et al (2015), με σκοπό την πρόληψη τραυματισμών σε “overhead” αθλητές, αλλά και την πρόληψη επανατραυματισμού, είναι αναγκαίο να προσδιοριστούν με όσο το δυνατόν περισσότερη ακρίβεια οι παράγοντες κινδύνου για τους τραυματισμούς αυτούς, να δοθεί προσοχή στα κριτήρια ένταξης στο άθλημα μετά από έναν τραυματισμό, αλλά και να πραγματοποιούν οι αθλητές ένα κατάλληλο πρόγραμμα προπόνησης, βασισμένο στην πρόληψη τραυματισμών (Cools et al, 2015). Έχει αναφερθεί ότι είναι πάρα πολύ σημαντικό, στα προγράμματα πρόληψης να συμπεριλαμβάνονται ασκήσεις οι οποίες θα έχουν ως στόχο την αύξηση του εύρους της κίνησης της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, την αύξηση της δύναμης των έξω στροφών, αλλά και τον καλύτερο έλεγχο της ωμοπλάτης (Clarsen et al, 2014).

Οι παράγοντες κινδύνου για τους τραυματισμούς στον ώμο μπορεί να διαφέρουν ανάλογα το είδος του “overhead” αθλήματος, καθώς οι αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα με άμεση επαφή των αθλητών, έχουν υψηλότερο κίνδυνο για άμεσο τραυματισμό της άρθρωσης (Engebretsen et al, 2013). Ακόμα, έχουν καταγραφεί στοιχεία που υποδηλώνουν ότι άντρες αθλητές “lacrosse” παρουσίασαν μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών στον ώμο από ότι αντίστοιχα οι γυναίκες αθλήτριες, τόσο κατά τη διαδικασία της προπόνησης, όσο και κατά τη διάρκεια του αγώνα (Hinton et al, 2005). Εμβιομηχανικοί παράγοντες όπως η κινητικότητα της άρθρωσης του ώμου, ο συντονισμός, αλλά και η λανθασμένη τεχνική ρίψης, μπορούν επίσης να αποτελούν παράγοντες κινδύνου για τραυματισμούς στην άρθρωση του ώμου σε “overhead” αθλήματα (Asker et al, 2018). Ακόμα, κάποιιοι από τους παράγοντες που αναφέρεται ότι αυξάνουν τον κίνδυνο για χρόνια πόνο και τραυματισμούς στην άρθρωση είναι το μειωμένο εύρος κίνησης συγκεκριμένα της έσω στροφής, το μειωμένο εύρος κίνησης γενικότερα της άρθρωσης, το έλλειμα δύναμης/ροπής στους έξω στροφείς και η λανθασμένη θέση της ωμοπλάτης κατά την κλινική εξέταση (Cools et al, 2015).

## 2.2 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Έχουν ερευνηθεί πάρα πολλά κλινικά πρωτόκολλα για να εξεταστεί ισοκινητικά και ισομετρικά το πέταλο των στροφών (Ellenbecker & Davies, 2000). Ωστόσο, το “golden standard” για τη μέτρηση της ροπής, είναι η χρήση ισοκινητικών μηχανημάτων, τα οποία

όμως δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν στην έρευνα (Cools et al, 2015), λόγω υψηλού κόστους και λόγω της προαπαιτούμενης γνώσης για τη σωστή χρήση του μηχανήματος.

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης (Feiring et al, 1990), το οποίο χρησιμοποιείται τόσο στην ερευνητική διαδικασία, όσο και στην κλινική πρακτική (Bagordo et al, 2020). Λόγω του μεγάλου κόστους του μηχανήματος, υπάρχει σε μεγάλα κέντρα αποκατάστασης, σε κλινικά εργαστήρια ως μέσο έρευνας και αντικείμενο διδασκαλίας, αλλά και σε αθλητικές ομάδες, κυρίως όταν αυτές αγωνίζονται σε επαγγελματικό επίπεδο.

Μέσω του ισοκινητικού δυναμόμετρου, είναι δυνατό να αξιολογηθεί η μυϊκή ροπή με το πρωτόκολλο μειομετρικής (con) και πλειομετρικής (ecc) αξιολόγησης, σε ένα μεγάλο εύρος ταχυτήτων και θέσεων των αρθρώσεων. Το μηχανήμα δίνει στον εξεταζόμενο αντίσταση ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς από αυτήν που του ασκείται, διατηρώντας ταυτόχρονα σταθερή τη γωνιακή ταχύτητα κατά την κίνηση σε ένα συγκεκριμένο εύρος τροχιάς, αξιολογώντας με αυτόν τον τρόπο τη δυναμική μυϊκή λειτουργία (Drouin et al, 2004). Επιπροσθέτως, είναι δυνατό να αξιολογηθούν πολλές αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος, ως προς την παραγόμενη ροπή των μυϊκών ομάδων, την αντοχή και την ισχύ, αγωνιστών και ανταγωνιστών, αλλά και να γίνει έλεγχος ιδιοδεκτικότητας, δίνοντας πάντα ακριβή και λεπτομερή δεδομένα (Drouin et al, 2004). Ωστόσο, όπως κάθε μέθοδος αξιολόγησης, η ισοκινητική μέτρηση πρέπει να είναι έγκυρη και αξιόπιστη, ώστε μετέπειτα να ερμηνευθούν σωστά τα δεδομένα που έχουν προκύψει (Edouard et al, 2013) και έτσι η εκάστοτε έρευνα να οδηγηθεί σε ασφαλή συμπεράσματα.

Στην παρούσα μελέτη θα γίνει λόγος για τη χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου ως ένα μέσο αξιολόγησης και καταγραφής της ροπής των έξω και έσω στροφών της άρθρωσης του ώμου, χρησιμοποιώντας τον ειδικό πρόσθετο εξοπλισμό του κατασκευαστή για τη συγκεκριμένη άρθρωση και το λογισμικό που υπάρχει στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

### 2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΡΟΠΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ & ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥΣ

Οι αθλητές “overhead” αθλημάτων παρουσιάζουν προσαρμογές όσον αφορά στην παραγόμενη μυϊκή ροπή, οι οποίες εξαρτώνται από τον τύπο του εκάστοτε αθλήματος. Λόγω των προσαρμογών αυτών, έχει παρατηρηθεί ότι σημειώνεται μειωμένη ροπή στους έξω στροφείς και κατά συνέπεια, παρατηρείται και μυϊκή ανισορροπία στο στροφικό πέταλο (Cools et al, 2015).

Οι έσω στροφείς, σύμφωνα με τις μελέτες, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ροπή από αυτή που σημειώνεται στους έξω στροφείς, τόσο σε αθλητές, όσο και σε μη αθλητές. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι υπάρχει διαφορά στο μέγεθος των μυών ανάμεσα στις δύο μυϊκές ομάδες. Οι μύες με μεγαλύτερη επιφάνεια διατομής, είναι δυνατό να παράγουν περισσότερη ροπή. Έχει αναφερθεί ότι σε αθλητές “baseball”, υπάρχουν χαμηλότερες τιμές λόγου έξω/έσω στροφέων σε σύγκριση με μη αθλητές, διότι παρουσίασαν περισσότερη ροπή στους έσω στροφείς, χωρίς όμως ταυτόχρονη αύξηση δύναμης στους έξω στροφείς. Επίσης, έχει καταγραφεί ότι ανάμεσα σε αθλητές και μη αθλητές, στους πρώτους παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές ροπής στους έσω στροφείς, ενώ στις ροπές των έξω στροφέων, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά. Μια πιθανή εξήγηση για τη διαφορά ροπής στους έσω στροφείς, είναι ότι οι αθλητές πραγματοποιούν συχνά προπονήσεις αντίστασης με επίκεντρο τις μεγαλύτερες μυϊκές ομάδες, όπως τον πλατύ ραχιαίο και τον μείζονα θωρακικό που συμβάλλουν στην κίνηση της έσω στροφής, αγνοώντας τους μικρότερους έξω στροφείς (Lin et al, 2015).

Επίσης, μελέτες πάνω στην ισοκινητική αξιολόγηση της ροπής που έχουν πραγματοποιηθεί σε υγιείς και τραυματισμένους αθλητές, είναι σε συμφωνία με τα προηγούμενα στοιχεία, δείχνοντας ένα έλλειμα στην απόδοση των έξω στροφέων. Στις συγκεκριμένες μελέτες, διαπιστώθηκαν τόσο διαφορές ανάμεσα στο επικρατές και μη άκρο, όσο και στο “balance ratio” ανάμεσα στους έσω και έξω στροφείς (Ellenbecker & Roetert, 2003).

Η αρθρογραφία υποστηρίζει ότι οι αθλητές που ασχολούνται με “overhead” αθλήματα και γενικότερα αθλήματα ρίψης, αναπτύσσουν προσαρμογές στο επικρατές άκρο, οι οποίες επηρεάζουν το παθητικό εύρος τροχιάς της άρθρωσης. Ακόμα, πολλές μελέτες αναφέρουν ότι όταν συγκριθεί η άρθρωση του ώμου στο επικρατές άκρο ενός αθλητή, με το μη επικρατές, τότε παρατηρείται μειωμένη έσω στροφή, γνωστό και ως φαινόμενο GIRD (glenohumeral internal rotation deficit) (Keller et al, 2018).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε ανάμεσα σε υγιείς αθλήτριες πετοσφαίρισης και σε γυναίκες χωρίς δραστηριότητα, παρατηρήθηκε ότι οι αθλήτριες πετοσφαίρισης, παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη ροπή (αξιολόγηση μέσω μειομετρικής και πλειομετρικής συστολής) στο επικρατές, σε σύγκριση με το μη επικρατές άνω άκρο σε ταχύτητες αξιολόγησης 60°/s και 180°/s. Επίσης, καταγράφηκε και σημαντικά υψηλότερη ροπή των έξω και έσω στροφέων του ώμου (αξιολόγηση μέσω μειομετρικής και πλειομετρικής συστολής), ανάμεσα στην ομάδα των αθλητριών της πετοσφαίρισης και στην

ομάδα ελέγχου, όσον αφορά και το επικρατές, αλλά και το μη επικρατές άνω άκρο (Alfredson et al, 1998). Ακόμα, ο μέσος όρος των τιμών της ροπής που καταγράφηκαν στους έσω και έξω στροφείς του ώμου σε “elite” αθλητές κολύμβησης, είναι παρόμοιος με το μέσο όρο των τιμών της ροπής που έχει καταγραφεί σε υγιή άτομα παρόμοιου ηλικιακού εύρους που αξιολογήθηκαν (Boettcher et al, 2020). Η ροπή των έσω στροφών σε αθλητές “baseball”, ήταν υψηλότερη από την ομάδα ελέγχου σε 3 διαφορετικές θέσεις εξέτασης του άνω άκρου, αλλά και σε 3 διαφορετικές ταχύτητες που εξετάστηκαν. Τέλος, σημειώθηκε μεγαλύτερη ροπή των έσω στροφών σε σύγκριση με τους έξω στροφείς και σε 3 θέσεις απαγωγής του άκρου, αλλά και σε 3 διαφορετικές ταχύτητες αξιολόγησης και στις δύο ομάδες της έρευνας (Lin et al, 2015).

#### 2.4 ΛΟΓΟΣ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΤΟΥ ΩΜΟΥ

Ο λόγος έξω/έσω στροφών του ώμου, προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά της ροπής των μυών που περιβάλλουν την άρθρωση. Χρησιμοποιείται από τους κλινικούς φυσικοθεραπευτές ως οδηγός για διάγνωση, θεραπεία και αποκατάσταση, καθώς μελετάται και για τον εντοπισμό και προσδιορισμό των μυϊκών ανισοροπιών. Ο λόγος έξω/έσω στροφών κυμαίνεται από 0,60 – 0,80 σε υγιή πληθυσμό και όπως αναφέρεται από πολλούς συγγραφείς, μεταβολές στο λόγο των στροφών, είναι δυνατό να οδηγήσουν σε μυοσκελετική δυσλειτουργία (Edouard et al, 2011). Ακόμα, έχει σημειωθεί ότι διακρίνεται ένας υγιής ώμος, από έναν ώμο με κίνδυνο τραυματισμού, όταν ο ισοκινητικός λόγος έξω/έσω στροφών είναι 66%, ή εάν ο ισομετρικός λόγος των έξω/έσω στροφών είναι 75% (Ellenbecker & Roetert, 2003), με τη ροπή που σημειώνεται στο επικρατές άκρο (το άκρο που πραγματοποιεί τη ρίψη ή το άκρο που χρησιμοποιείται συχνότερα) να είναι κατά 10% πιο αυξημένη από ότι τη ροπή που παράγεται από τους μύες του μη επικρατούς άκρου (Byram et al, 2010). Η παρουσία μεγαλύτερης αντοχής στην κόπωση των έσω στροφών, χωρίς ταυτόχρονη αύξηση της αντοχής των έξω στροφών, μεταβάλλει σημαντικά το λόγο τους και γι’ αυτό θεωρείται παράγοντας προδιάθεσης τραυματισμού των αθλητών (Berckmans et al, 2017). Τόσο η μυϊκή ισορροπία, όσο και ο κίνδυνος τραυματισμού εξαρτώνται από την απόδοση δύο αντίθετων μυϊκών ομάδων, που λειτουργούν ανταγωνιστικά. Είναι αρκετά σύνηθες λοιπόν, στην κλινική πρακτική, να αξιολογείται η σχετική ισορροπία των αντίθετων μυϊκών ομάδων που περιβάλλουν την άρθρωση, συγκρίνοντας το λόγο ροπής των αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών της κίνησης (Cozette et al, 2019). Ένας ισορροπημένος λόγος παραγόμενων ροπών μεταξύ των έξω και έσω στροφών της άρθρωσης θεωρείται απαραίτητος, προκειμένου να εξασφαλιστεί μια μόνιμη και πιο ασφαλής σταθεροποίηση της

κεφαλής του βραχιονίου στο κέντρο της άρθρωσης (Hurd et al, 2011) (Berckmans et al, 2017), καθώς είναι θεμελιώδους σημασίας, ανεξαρτήτως του φύλου του αθλητή (Vargas et al, 2021).

Ο λόγος έξω/έσω στροφών ερευνάται μέσω του ισοκινητικού δυναμόμετρου, τόσο στην κλινική πρακτική, όσο και στο πεδίο της έρευνας. Τα ισοκινητικά δυναμόμετρα παρέχουν αντίσταση ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς από τη ροπή που τους ασκείται, επιτρέποντας στο δοκιμαζόμενο να αλλάζει θέσεις στο άκρο που δοκιμάζεται κάθε φορά (Drouin et al, 2004), όπως έχει ήδη αναφερθεί. Κατά τη μέτρηση, λαμβάνεται υπόψη η ροπή που παράγεται από τις εξεταζόμενες μυϊκές ομάδες, καθώς η γωνιακή ταχύτητα παραμένει σταθερή (Cozette et al, 2019). Συνεπώς, η ισοκινητική αξιολόγηση χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν οι πιθανές δυσλειτουργίες και ανισοροπίες στο λόγο έξω/έσω στροφών και να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα (Andrade et al, 2010).

Ο λόγος των αγωνιστών/ανταγωνιστών μυών ερευνάται επιπροσθέτως, με διαφορετικούς τρόπους, οι οποίοι διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της μυϊκής συστολής. Ο λόγος ο οποίος αντιπροσωπεύει τη σχέση ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών μέσω μειομετρικών συστολών (con ER/con IN) και που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, αναφέρεται ως “conventional ratio” (Evangelidis et al, 2015), καθώς και ως “balance ratio” (BR) από άλλους συγγραφείς (Berckmans et al, 2017) (Cozette et al, 2019). Ακόμα, ως “angle – specific functional ratio” αναφέρεται ο λόγος ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών που προκύπτει από πλειομετρικές (ecc)/μειομετρικές (con) συστολές στην ίδια γωνία της άρθρωσης που αξιολογείται (Evangelidis et al, 2015).

#### *2.4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΛΟΓΟΥ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ & ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥΣ*

Οι τιμές του “conventional ratio” για τους αθλητές χειροσφαίρισης, πετοσφαίρισης και κολύμβησης (αθλήματα στα οποία συμμετέχουν και οι αθλητές που έλαβαν μέρος στην παρούσα έρευνα και μελετήθηκαν), λαμβάνουν τιμές ~67,4 – 76,6 για τη χειροσφαίριση, ~74,9 – 80,9 για την πετοσφαίριση και ~70,3 - 70,5 για την κολύμβηση τόσο σε άντρες, όσο και σε γυναίκες. Αντίθετα, για την ομάδα ελέγχου της έρευνας, οι τιμές που καταγράφηκαν είναι ~78,4 – 80,4 (Vargas et al, 2021). Επιπροσθέτως, σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε “elite” αθλητές κολύμβησης, καταγράφηκε ότι ο λόγος έξω/έσω στροφών για την άρθρωση του ώμου είχε τιμές που κυμαίνονταν στο 0,68 – 0,70 στους άνδρες δοκιμαζόμενους και αντίστοιχα 0,73 – 0,76 στις γυναίκες που αξιολογήθηκαν, τόσο στο επικρατές, όσο και στο μη επικρατές άκρο. Παρόλο τα υψηλά φορτία για τους έσω



στροφείς του ώμου, η καλή τεχνική του αθλήματος, σε συνδυασμό με την αποτελεσματική προπόνηση των αθλητών, δεν επηρέασαν την τιμή του λόγου έξω/έσω στροφέων (Boettcher et al, 2020). Αξιολογήθηκε ακόμα από άλλους ερευνητές, η ροπή των έσω και έξω στροφέων σε αθλητές “baseball” σε διαφορετικές θέσεις του άνω άκρου και σε διαφορετικές ταχύτητες, ώστε να γίνει σύγκριση με μη αθλητικό πληθυσμό. Μέσω ισοκινητικού δυναμόμετρου αξιολογήθηκε το άνω άκρο στις θέσεις απαγωγής 45°, 70° και 90° και σε ταχύτητες 60°/s, 120°/s και 210°/s. Σημειώθηκε μεταβολή στο λόγο έξω/έσω στροφέων καθώς μεταβάλλονταν η θέση εξέτασης του άνω άκρου και η ταχύτητα και στις δύο ομάδες της έρευνας. Οι αθλητές σημείωσαν χαμηλότερες τιμές λόγου σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Lin et al, 2015). Τέλος, σύμφωνα με πολλά στοιχεία της αρθρογραφίας και από έρευνας στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά πρωτόκολλα γωνιακής ταχύτητας, προκύπτει ότι ο λόγος έξω/έσω στροφέων λαμβάνει υψηλότερες τιμές όταν αξιολογείται σε μεγαλύτερες ταχύτητες (Andrade et al, 2010) (Alfredson et al, 1998).

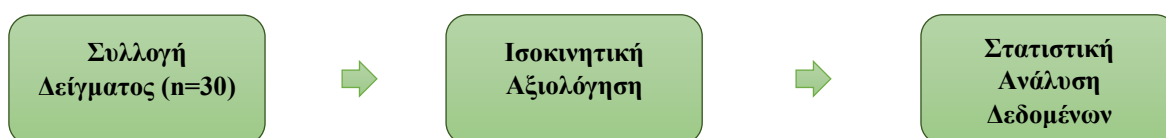
#### *2.4.2 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΛΟΓΟΥ ΑΓΩΝΙΣΤΩΝ/ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΩΝ*

Ο λόγος που προκύπτει από τις μέγιστες ροπές (peak torques), αναφέρεται να είναι εξαιρετικά μεταβλητός και με χαμηλή αξιοπιστία, ειδικότερα όσον αφορά τους στροφείς του ώμου (Edouard et al, 2011). Γι’ αυτούς τους λόγους, έχουν δημιουργηθεί και άλλες μέθοδοι για την καταγραφή του λόγου ανάμεσα στους αγωνιστές και τους ανταγωνιστές μύες μιας άρθρωσης. Μία από αυτές είναι η μέθοδος που στην αρθρογραφία αναφέρεται ως “angle specific torque” (AST), δηλαδή η μέθοδος σύμφωνα με την οποία υπολογίζεται η ροπή σε κάθε διάστημα 10° του εύρους κίνησης μέσα στο οποίο κινείται το εκάστοτε εξεταζόμενο άκρο (Evangelidis et al, 2015). Προηγούμενες μελέτες αναφέρουν ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους αγωνιστές και στους ανταγωνιστές μύες και ότι οι «ροπές συγκεκριμένης γωνίας» (AST) δεν ήταν σταθερές σε όλο το εύρος κίνησης (Coombs & Garbutt, 2002) (El-Ashker et al, 2017) (Cozette et al, 2019). Μια ακόμα μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του λόγου αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών, είναι η μέθοδος “angular range” (AR), η οποία ξεκίνησε με την εξερεύνηση της σχέσης καμπτηρών/εκτεινόντων μυών του γόνατος (Kellis & Katis, 2007), ενώ σύμφωνα με αυτήν, υπολογίζεται ο λόγος της μέσης ροπής από διαστήματα 10° του συνολικού εύρους κίνησης (Cozette et al, 2019).

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Για τη διεξαγωγή της έρευνας, συλλέχθηκε δείγμα αθλητικού πληθυσμού ( $n = 15$ ) και δείγμα μη αθλούμενου πληθυσμού ( $n = 15$ ). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η ισοκινητική αξιολόγηση μέσω του ισοκινητικού δυναμόμετρου στο εργαστήριο του τμήματος Φυσικοθεραπείας. Οι μετρήσεις έγιναν σε διάστημα τριών μηνών, από τον Οκτώβριο 2021 – Δεκέμβριο 2021, καθώς πριν την επίσημη έναρξη των μετρήσεων, πραγματοποιήθηκαν κάποιες πιλοτικές μετρήσεις με αθλητές και μη αθλούμενους για την τελική μορφοποίηση του πρωτοκόλλου αξιολόγησης. Μετά την αξιολόγηση, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, καθώς και η διεξαγωγή συμπερασμάτων της έρευνας.



Εικόνα 3.1 - Ερευνητικός σχεδιασμός

#### 3.2 ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Πριν την επίσημη έναρξη των μετρήσεων της παρούσας έρευνας, πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα με την αξιολόγηση σε τυχαίο δείγμα 3 αθλητών και 10 ατόμων χωρίς αθλητική δραστηριότητα από το χώρο του πανεπιστημίου. Μέσω της εκτέλεσης της ισοκινητικής αξιολόγησης, εντοπίστηκαν λάθη και αστοχίες, τα οποία στη συνέχεια τροποποιήθηκαν, αλλά ακόμα έγινε εξοικείωση του αξιολογητή με το εργαλείο αξιολόγησης και τη σωστή χρήση του εξοπλισμού. Επιπλέον, μετά από μετρήσεις σε πολλές ταχύτητες και πολλά τόξα εύρους τροχιάς, έγινε η τελική επιλογή για τη δημιουργία του τελικού πρωτοκόλλου αξιολόγησης της έρευνας, το οποίο θεωρήθηκε ως το καταλληλότερο.

#### 3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

**Ροπή:** Ροπή ονομάζεται η ικανότητα μιας δύναμης να παράγει περιστροφή γύρω από έναν άξονα και ισούται με το ποσό της δύναμης, όταν αυτό πολλαπλασιάζεται με το μήκος του μοχλοβραχίονα δύναμης. Το μέτρο της ροπής είναι τα Newton meters (Nm).

**Μέγιστη Ροπή (Peak Torque):** Η μέγιστη παραγόμενη ροπή μιας μυϊκής ομάδας, είναι δυνατό να παραχθεί οποιαδήποτε στιγμή, κατά τη διάρκεια μιας επανάληψης. Τόσο για τους αγωνιστές, όσο και για τους ανταγωνιστές μύες της εκάστοτε κίνησης, η μέγιστη ροπή εντοπίζεται στο υψηλότερο σημείο της καμπύλης που δημιουργείται, ενώ μπορεί να

εντοπιστεί με ακρίβεια το χρονικό σημείο που αυτή σημειώνεται, μέσω εφαρμογών όπως για παράδειγμα το Excel, όπως χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα έρευνα, ως μέσο ανάλυσης και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων.

**Λόγος έξω/έσω στροφών:** Ως λόγος έξω/έσω στροφών (της άρθρωσης του ώμου), ορίζεται ο αριθμός εκείνος (ποσοστό% ή δεκαδικός αριθμός), ο οποίος προκύπτει από τη διαίρεση της μέγιστης ροπής των έξω στροφών, με τη μέγιστη ροπή των έσω στροφών. Συνήθως, αναφέρεται στη μέγιστη ροπή της συνολικής αξιολόγησης με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, τη μέγιστη από όλες τις επαναλήψεις.

**Λόγος έξω/έσω στροφών / 10° :** Ο λόγος για τον οποίο γίνεται συζήτηση στην παρούσα εργασία, είναι ο λόγος έξω/έσω στροφών / 10° εύρους τροχιάς κίνησης. Καθώς υπολογίζονται οι μέγιστες τιμές ροπής έξω και έσω στροφής κάθε διαστημάτων 10°, προκύπτει ο λόγος έξω/έσω στροφών. Για το τόξο των 90° που αξιολογούνται, έχουν σημειωθεί 9 αριθμοί που εκφράζουν τη σχέση των στροφών σε κάθε διάστημα 10° της κίνησης. Τα διαστήματα των 10° που αναλύονται έχουν επιλεγεί από την καμπύλη ροπής της καλύτερης επανάληψης της έξω και της έσω στροφής αντίστοιχα.

**Conventional Ratio:** Ως “conventional ratio” αναφέρεται ο λόγος ο οποίος αντιπροσωπεύει τη σχέση ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών μέσω μειομετρικών συστολών (con ER/con IN) (Evangelidis et al, 2015).

**Balance Ratio:** Ως “balance ratio” αναφέρεται επίσης λόγος ο οποίος αντιπροσωπεύει τη σχέση ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών μέσω μειομετρικών συστολών (con ER/con IN) (Berckmans et al, 2017) (Cozette et al, 2019).

**Angle – Specific Functional Ratio:** Ως “angle – specific functional ratio” αναφέρεται ο λόγος ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών που προκύπτει από πλειομετρικές (ecc)/μειομετρικές (con) συστολές στην ίδια γωνία της άρθρωσης που αξιολογείται (Evangelidis et al, 2015).

### 3.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ & ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

#### 3.4.1. ΔΕΙΓΜΑ

Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας, επιστρατεύτηκαν 15 ερασιτέχνες αθλητές “overhead” αθλημάτων και συγκεκριμένα μπάσκετ, πετοσφαίρισης, χειροσφαίρισης και κολύμβησης (11 άντρες και 4 γυναίκες) τοπικών ομάδων της πόλης της Λαμίας (Α.Ο.Λ, Έσπερος και άλλες), αλλά και 15 υγιή άτομα (11 άντρες και 4 γυναίκες) που δεν έχουν καμία τέτοια αθλητική ενασχόληση, ή εργασία που να επιβαρύνει το άνω άκρο στην

καθημερινότητά τους. Το δείγμα διαχωρίστηκε σε δύο ομάδες, την ομάδα Α (n = 15) των αθλητών και την ομάδα Β (n = 15), ως ομάδα ελέγχου.

### 3.4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ & ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Κριτήρια επιλογής για την ομάδα των αθλητών (Α):

- Γυναίκες & άντρες ηλικίας 18 – 35 ετών
- Ερασιτεχνική ενασχόληση με τον αθλητισμό σε “overhead” αθλήματα όπως πετοσφαίριση, χειροσφαίριση, αντισφαίριση και κολύμβηση
- Άτομα με αυξημένη μυϊκή δύναμη στα άνω άκρα λόγω έντονης φυσικής δραστηριότητας ανεξαρτήτως συμμετοχής σε κάποιο άθλημα

Κριτήρια επιλογής για την ομάδα του μη αθλούμενου πληθυσμού (ελέγχου – Β):

- Γυναίκες & άντρες ηλικίας 18 – 35 ετών

Κριτήρια αποκλεισμού:

- Κάταγμα, εξάρθρωμα ή άλλος τραυματισμός άνω άκρου
- Έντονος πόνος στην περιοχή της άρθρωσης του ώμου
- Γυναίκες σε περίοδο εγκυμοσύνης
- Συστηματικές ή νευρολογικές παθήσεις
- Ιστορικό χειρουργείου στην άρθρωση του ώμου ή στον αυχένα
- Εμπλοκή σε αθλητικές δραστηριότητες ή σε φυσική δραστηριότητα που περιλαμβάνει την εκγύμναση του άνω άκρου ή εργασία που απαιτεί τη χρήση του άνω άκρου πάνω από τις 90 μοίρες απαγωγής *\*(Αυτό το κριτήριο, αποτελεί κριτήριο αποκλεισμού από τη δεύτερη ομάδα)*

Όσον αφορά στα κριτήρια επιλογής της ομάδας των αθλητών, έχουν ληφθεί υπόψιν και οι αμερικανικές συστάσεις για τη σωματική δραστηριότητα. Σύμφωνα με τις συστάσεις αυτές, μπορεί να θεωρηθούν σωματικά δραστήριοι οι ενήλικες που εφαρμόζουν δραστηριότητες μυϊκής ενδυνάμωσης μέτριας ή υψηλής έντασης, στις οποίες συμμετέχουν όλες οι κύριες μυϊκές ομάδες, 2 ή περισσότερες ημέρες της εβδομάδας. Επιπλέον, μέτρια ή έντονη σωματική δραστηριότητα σημειώνεται και στους ενήλικες οι οποίοι πραγματοποιούν 300 λεπτά/εβδομάδα αερόβια σωματική δραστηριότητα μέτριας έντασης, είτε 150 λεπτά/εβδομάδα δραστηριότητα αυξημένης έντασης (Physical Activity Guidelines for Americans). Όλοι οι αθλητές που τελικώς συμμετείχαν στην έρευνα πραγματοποιούσαν

καθημερινές προπονήσεις με διάρκεια 2 ώρες, ενώ 1 ημέρα/εβδομάδα έπαιζαν αγώνα με αντίπαλες ομάδες, για την πρόκρισή τους.

### 3.4.3 ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Με σκοπό τη διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων, αλλά και τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, είναι αναγκαία η χρήση ενός έγκυρου και αξιόπιστου εργαλείου αξιολόγησης κατά την ερευνητική διαδικασία. Η μέτρηση μέσω του ισοκινητικού δυναμόμετρου, είναι μια τόσο ασφαλής, όσο και αξιόπιστη μέθοδος, η οποία θεωρείται ως το “gold standard” στην αξιολόγηση της ροπής των μυών σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα (Zapparoli & Riberto, 2017). Το ισοκινητικό δυναμόμετρο χρησιμοποιείται από τους ερευνητές με σκοπό να αξιολογηθεί η παραγόμενη ροπή των μυών σε διαφορετικές μοίρες του εύρους κίνησης με ακρίβεια, τόσο των αγωνιστών, όσο και των ανταγωνιστών της εκάστοτε κίνησης. Επιπρόσθετα, τα τελευταία χρόνια, αξιολογείται και ο λόγος της ροπής των αγωνιστών – ανταγωνιστών μυών κατά την κίνηση, ώστε να προσδιοριστούν πιθανοί παράγοντες κινδύνου σε παθολογίες του ώμου, να πραγματοποιείται καλύτερη και έγκαιρη πρόγνωση τραυματισμών, αλλά και με σκοπό τον εντοπισμό τυχόν ανισορροπιών και της δημιουργίας ενός πιο εύστοχου και αποτελεσματικού πλάνου θεραπευτικής παρέμβασης (Codine et al, 2005).

Η αξιολόγηση της μυϊκής ροπής όσον αφορά στη μέγιστη ροπή (peak torque) και στο λόγο έξω/έσω στροφών (Ex/In ratio) της άρθρωσης του ώμου στην έρευνα, πραγματοποιήθηκε με ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex® system 3 και τα δεδομένα προέκυψαν μέσω της χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή με το λογισμικό της Biodex®. Για την πρακτική διαδικασία της τοποθέτησης, σταθεροποίησης του εξεταζόμενου και στη συνέχεια της αξιολόγησης, χρησιμοποιήθηκε ο ειδικός επιπρόσθετος εξοπλισμός για τις στροφές της άρθρωσης του ώμου, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο εξοπλισμός αυτός αποτελείται από μια μεταλλική βάση, όπου τοποθετείται το άνω άκρο με στήριξη στον αγκώνα και το αντιβράχιο του εξεταζόμενου. Στη συνέχεια, υπάρχουν ιμάντες ασφαλείας, με τις οποίες σταθεροποιείται το άνω άκρο πάνω στο πρόσθετο εργαλείο, ώστε να πραγματοποιηθεί η κίνηση ομαλά και με ασφάλεια για το δοκιμαζόμενο.

Η αξιοπιστία του εργαλείου αξιολόγησης έχει χαρακτηριστεί ως «καλή – εξαιρετική» παρουσιάζοντας τιμές 0,82 – 0,97 σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την αξιολόγηση της μέγιστης ροπής στις 45° απαγωγής του ώμου στο επίπεδο της ωμοπλάτης (Plotnikoff & MacIntyre, 2002), η οποία είναι η πιο κατάλληλη θέση σύμφωνα με τη πιο

σύγχρονη αρθρογραφία, για να διερευνηθούν οι ερευνητικές υποθέσεις που εξετάζονται στη συγκεκριμένη εργασία.

Όσον αφορά την αξιοπιστία των μετρήσεων για τη διερεύνηση της μυϊκής ανισορροπίας, οι τιμές ICC για την αξιοπιστία ελέγχου – επανελέγχου του λόγου έξω/έσω στροφέων κατά τη μειομετρική συστολή στις 60°/s είναι 0,79, ενώ για τις 120°/s είναι 0,81, βρίσκονται δηλαδή πάνω από την προτεινόμενη τιμή που είναι το 0,75, είναι άξιες αναφοράς, όμως θεωρούνται μέτριες. Επίσης, η συστηματική ανασκόπηση του Edouard et al (2011) αναφέρει τιμές αξιοπιστίας ελέγχου – επανελέγχου για το λόγο έξω/έσω στροφέων 0,24 – 0,84 (Edouard et al, 2011). Οι πλειοψηφία των μετρήσεων δείχνουν υψηλή σχετική αξιοπιστία (relative reliability) (ICC = 0.85) και απόλυτη αξιοπιστία (absolute reliability) μέτρια προς υψηλή (Edouard et al, 2013), με τυπικό σφάλμα (SEM) να κυμαίνεται από 7,7 – 11,7% για τη μέγιστη ροπή στους έσω στροφείς και από 9,8 – 14,5% για τους έξω στροφείς (Edouard et al, 2013).

Αντίθετα, για τις μετρήσεις που αφορούν την ισοκινητική αξιολόγηση της μέγιστης ροπής των έσω και έξω στροφέων του ώμου με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, οι τιμές ICC για την αξιοπιστία ελέγχου – επανελέγχου κυμαίνονται για τη μειομετρική συστολή στις 60°/s και στις 120°/s από 0,79 – 0,98. Για τη μέγιστη ροπή στη μειομετρική συστολή των έξω στροφέων στις ίδιες ταχύτητες, οι ίδιοι δείκτες κυμαίνονται από 0,62 – 0,97 (Edouard et al, 2011).

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα των παραπάνω ερευνών παρουσιάζουν χαμηλή σχετικά αξιοπιστία και μέτρια απόλυτη αξιοπιστία για την αξιολόγηση των μετρήσεων που εντοπίζουν μυϊκή ανισορροπία, μέσω του λόγου έξω/έσω στροφέων του ώμου. Αντιθέτως, υψηλή σχετική αξιοπιστία και μέτρια απόλυτη αξιοπιστία παρουσιάζονται στις μετρήσεις των μέγιστων ροπών σε έξω και έσω στροφείς του ώμου, τόσο σε μειομετρικές, όσο και σε πλειομετρικές συστολές. Επομένως, σύμφωνα με αυτά τα αποτελέσματα, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μετρήσεις για την αξιολόγηση των ροπών των μυών του ώμου, είναι περισσότερο αξιόπιστες όταν βασίζονται στις μετρήσεις των μέγιστων ροπών (Nm), παρά στις μετρήσεις του λόγου έξω/έσω στροφέων (%). Αυτό είναι πολύ πιθανό να οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι ο λόγος έξω/έσω στροφέων αποτελείται από το συνδυασμό δύο μετρήσεων, η κάθε μια από τις οποίες είναι προς αντίθετη κατεύθυνση και δεν είναι δυνατό να διαπιστωθεί εάν πραγματοποιήθηκαν με τον ίδιο τρόπο. Επιπλέον, η χαμηλή αξιοπιστία που έχει καταγραφεί για το λόγο έξω/έσω στροφέων, μπορεί να οφείλεται στα τυχόν λάθη

που γίνονται κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης, όπως για παράδειγμα τη λανθασμένη τοποθέτηση του εξεταζόμενου και την παράλειψη της διόρθωσης της βαρύτητας από των εξεταστή (Edouard et al, 2013).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο όπως προαναφέρθηκε, χαρακτηρίζεται ως το “gold standard” εργαλείο μέτρησης, το οποίο μπορεί να μετρήσει και να καταγράψει την παραγόμενη ροπή των μυών που εξετάζονται, ανάλογα με τη συστολή και τη γωνιακή ταχύτητα που καθορίζεται από το πρωτόκολλο που επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί κάθε φορά (Drouin et al, 2004). Η εγκυρότητα του ισοκινητικού δυναμόμετρου, έχει ελεγχθεί μεταξύ άλλων και ανάμεσα σε δύο ισοκινητικά δυναμόμετρα, με μια τεχνική βαθμονόμησης, όπου χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της ροπής με το συντονισμό της θέσης του άκρου από το δυναμόμετρο, υπό σταθερές συνθήκες. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις έδειξαν ότι οι ενδείξεις του δυναμόμετρου Biodex System 3, βρίσκονται εντός του εύρους σφάλματος που καθορίζεται από τον κατασκευαστή και επομένως, τα αποτελέσματα μπορεί να θεωρηθούν έγκυρα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με δυναμικές συνθήκες επίσης επαληθεύτηκαν μέσω της σύγκρισης με αριθμητικές τιμές των δοκιμασιών που παρέχονται από το Biodex, αλλά και των μη επεξεργασμένων δεδομένων που συλλέχθηκαν κατευθείαν από τις μετρήσεις του ίδιου εργαλείου. Επιπλέον, σύμφωνα με τις ισοκινητικές δοκιμές, οι τιμές της γωνιακής ταχύτητας ήταν επίσης έγκυρες. Ωστόσο, οι ενδείξεις της ροπής και της ισχύος ήταν σχετικά λιγότερο ακριβείς (Zawadzki et al, 2010).

Συμπερασματικά, για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας, χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο το οποίο δεν παρουσιάζει εξαιρετικές τιμές εγκυρότητας, όμως έχει πολύ υψηλή αξιοπιστία και ιδιαίτερα στις μετρήσεις της ροπής των μυϊκών ομάδων που αξιολογούνται. Ο τρόπος χρήσης του ισοκινητικού από τον εξεταστή, είναι δυνατό να επηρεάσει την αξιοπιστία τους ως εργαλείο μέτρησης, συνεπώς έχει γίνει προσπάθεια όσο το δυνατόν ορθότερης χρήσης, δηλαδή τοποθέτησης του εξεταζόμενου, καθορισμού παραμέτρων, ερευνητικού πρωτοκόλλου, οδηγιών, αλλά και παρακίνησης του εξεταζόμενου, πράγμα που θεωρείται καθοριστικός παράγοντας για την απόδοσή του.



Εικόνα 3.2 - Ισοκινητικό δυναμόμετρο



Εικόνα 3.3 - Ισοκινητικό δυναμόμετρο

#### 3.4.4 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Οι μετρήσεις του δείγματος και η ισοκινητική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας από τη μεταπτυχιακή φοιτήτρια, με την επίβλεψη του υπεύθυνου καθηγητή.

#### 3.4.5 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η διαδικασία της ισοκινητικής αξιολόγησης του κάθε συμμετέχοντα στην έρευνα διήρκεσε περίπου 20 λεπτά. Αρχικά, ο εξεταζόμενος αφού συμπλήρωσε το Έντυπο Συναίνεσης μετά από Πληροφόρηση, κλήθηκε να δώσει όλα απαραίτητα προσωπικά στοιχεία που πρέπει να συμπληρωθούν στο λογισμικό του ισοκινητικού δυναμόμετρου, όπως το ονοματεπώνυμο, την ηλικία και το βάρος σώματος. Δόθηκαν και επιπλέον τα ανθρωπομετρικά στοιχεία, τα οποία είναι χρήσιμα για τη μετέπειτα στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια, ο δοκιμαζόμενος τοποθετήθηκε στο κάθισμα του ισοκινητικού δυναμόμετρου με τη βοήθεια και την καθοδήγηση της εξετάστριας, εφόσον από πριν του έχει επεξηγηθεί με ακρίβεια η διαδικασία, ενώ σταθεροποιήθηκε με τις ειδικές ενσωματωμένες ζώνες ασφαλείας που διαθέτει το μηχάνημα στον κορμό και στο αντιβράχιο. Προϋπόθεση για τη σταθεροποίηση του εξεταζόμενου ήταν να είναι όλα του τα στοιχεία περασμένα στο σύστημα, να έχει επιλεγεί το πρωτόκολλο αξιολόγησης που θα πραγματοποιήσει και η διαδικασία να αναμένεται να αρχίσει. Η διαδικασία ήταν η ίδια, τόσο για τους αθλητές (ομάδα Α), όσο και για τους μη αθλούμενους (ομάδα Β – ελέγχου).



### 3.4.6 ΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ ΣΤΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ

Σύμφωνα με τη συστηματική ανασκόπηση των Edouard et al, η θέση του εξεταζόμενου φαίνεται να είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την αξιοπιστία της ισοκινητικής αξιολόγησης των έσω – έξω στροφών. Όπως υποστηρίζεται από τις περισσότερες έρευνες υψηλής ποιότητας που συμπεριλαμβάνονται στην ανασκόπηση, η καθιστή θέση με 45° απαγωγής ώμου στο επίπεδο της ωμοπλάτης, παρουσιάζει τα περισσότερα πλεονεκτήματα από τις υπόλοιπες θέσεις και η αξιοπιστία της ICC κυμαίνεται από 0,44 – 0,98 (μέτρια προς υψηλή) στην εξέταση της μέγιστης ροπής. Ακόμα, όπως αναφέρεται, η συγκεκριμένη θέση έχει πολλά εμβιομηχανικά πλεονεκτήματα, διευκολύνει υψηλότερες αποδόσεις στις λειτουργικές κινήσεις και παρέχει στον εξεταζόμενο άνεση και ασφάλεια κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Τέλος, οι κινήσεις της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης που πραγματοποιούνται στο επίπεδο της ωμοπλάτης, παρέχουν περισσότερη σταθερότητα, εξαιτίας της καλύτερης επαφής/συμφωνίας των αρθρικών επιφανειών (Edouard et al, 2011).

Συνεπώς, η μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε καθιστή θέση, διότι εκτός από την καλύτερη αξιοπιστία που παρουσιάζει, αναφέρεται και ως η πιο λειτουργική θέση. Αξιολογώντας στο επίπεδο της ωμοπλάτης, το οποίο ευνοεί την ανεμπόδιστη κίνηση των αρθρώσεων, υπάρχει καλύτερη επαφή ανάμεσα στην κεφαλή του βραχιονίου και την ωμογλήνη, αλλά και περισσότερη άνεση κατά τη διάρκεια της εξέτασης (Land & Gordon, 2011). Επομένως οι εξεταζόμενοι αξιολογήθηκαν σε καθιστή θέση με 45° απαγωγής στον ώμο και 45° κάμψης αγκώνα. Το άνω άκρο σταθεροποιήθηκε σε 3 διαφορετικά σημεία με τους μάντες ασφαλείας, ενώ οι εξεταζόμενοι μπορούσαν να κρατήσουν την ειδική λαβή του εξαρτήματος για την πραγματοποίηση της κίνησης. Ο κορμός ήταν επίσης σταθεροποιημένος με 2 μάντες σταυρωτά, αλλά σταθεροποιήθηκαν και τα δύο κάτω άκρα. Με τον τρόπο αυτό, οι εξεταζόμενοι ήταν απόλυτα σταθεροποιημένοι, ώστε να μην υπάρχει κίνηση στο υπόλοιπο σώμα και έτσι να μπορούν να πραγματοποιήσουν ορθά τις στροφές στο εξεταζόμενο άνω άκρο.

### 3.4.7 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ & ΜΕΤΡΗΣΗ

Χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο μειομετρικής αξιολόγησης (concentric), τόσο για τους έσω, όσο και για τους έξω στροφούς του ώμου, καθώς έχει παρουσιάσει καλύτερη αξιοπιστία από το πλειομετρικό πρωτόκολλο (eccentric), ενώ το συνδυαστικό πρωτόκολλο μειομετρικής – πλειομετρικής μέτρησης, προκαλεί περισσότερο άγχος στους ασθενείς/δοκιμαζόμενους και περισσότερες τεχνικές δυσκολίες (Edouard et al, 2011). Η ταχύτητα που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση ήταν 120°/sec, ενώ το συνολικό εύρος

τροχιάς της κίνησης της έσω – έξω στροφής των δοκιμαζομένων ορίστηκε στις 90°. Η ταχύτητα των 120°/sec επιλέχθηκε μεταξύ άλλων ταχυτήτων, διότι στις πιλοτικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν πριν την έναρξη της έρευνας, οι δοκιμαζόμενοι ανταποκρίνονταν καλύτερα και μπορούσαν να εκτελέσουν και τις 10 επαναλήψεις σε όλο το εύρος τροχιάς. Αντίθετα, στην ταχύτητα των 60°/sec που αρχικά χρησιμοποιήθηκε, προέκυψαν πολλές δυσκολίες, τόσο για τους αθλητές, όσο και για τα άτομα χωρίς αθλητική δραστηριότητα, με αποτέλεσμα, όχι μόνο να μην πραγματοποιούνται οι απαιτούμενες επαναλήψεις, αλλά να μην υπάρχει η ικανότητα το άνω άκρο να κινηθεί και στις 90° του εύρους τροχιάς.

Όλοι οι δοκιμαζόμενοι πριν από τη μέτρηση πραγματοποίησαν κινήσεις του επικρατούς άνω άκρου, το οποίο θα αξιολογούνταν στη συνέχεια, με σκοπό τη προθέρμανση των στοιχείων της άρθρωσης. Με σκοπό την ελάχιστη εξοικείωση του εξεταζόμενου με τη διαδικασία και με τις ζητούμενες κινήσεις, πραγματοποιήθηκαν δοκιμαστικά 3 επαναλήψεις, ακριβώς πριν την έναρξη της ισοκινητικής αξιολόγησης. Από τον εξεταζόμενο ζητήθηκε η μέγιστη προσπάθεια έσω και έξω στροφής και δινόταν συνεχής ανατροφοδότηση με ακριβώς την ίδια λεκτική ενθάρρυνση από την εξετάστρια, με σκοπό τη μέγιστη απόδοση και την ορθή εκτέλεση της κίνησης. Το άνω άκρο τοποθετήθηκε σε θέση έσω στροφής με αλφάδι, θέση που ορίστηκε ως αρχή της κίνησης και στη συνέχεια ορίστηκε το εύρος εξέτασης στις 90° από αυτή τη θέση, με τελική θέση, την έξω στροφή του άκρου. Πραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις, ώστε να υπάρχει το περιθώριο εάν συμβεί κάποιο λάθος στην αρχή ή στο τέλος της μέτρησης, να υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες μετρήσεις οι οποίες θα αναλυθούν, για ασφαλή συμπεράσματα.

Μετά το πέρας της ισοκινητικής αξιολόγησης, τα δεδομένα από τη μέτρηση αποθηκεύτηκαν στο σύστημα και διατηρήθηκε το προσωπικό απόρρητο του δοκιμαζόμενου. Έπειτα τα στοιχεία των μετρήσεων επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS Statistics 26, όπως θα εξηγηθεί στη συνέχεια, ώστε να προκύψουν τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των δύο ομάδων της έρευνας.

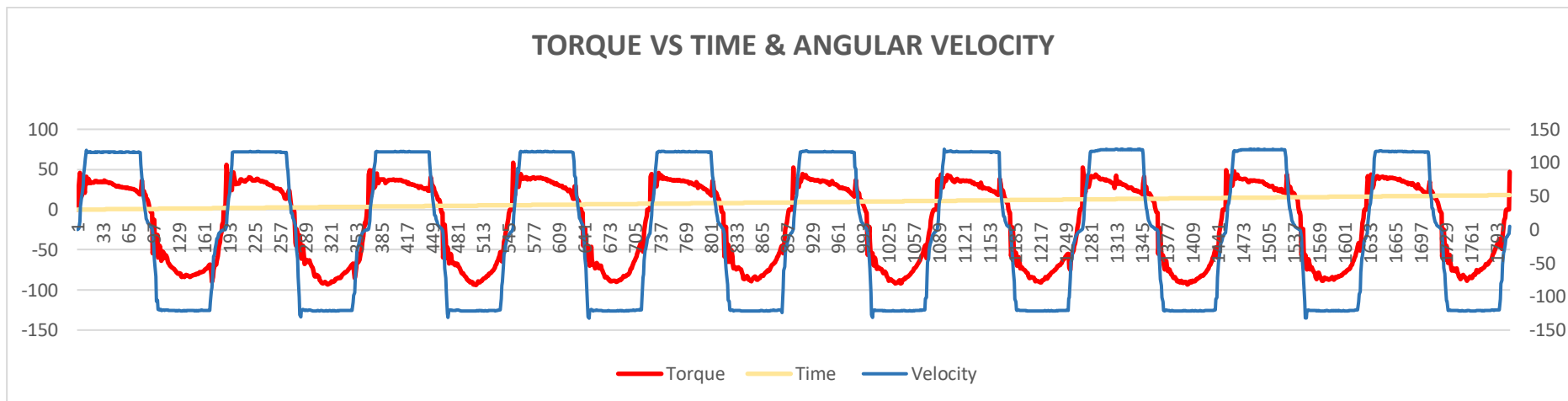
### 3.5 ΗΘΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Όλοι οι εθελοντές που συμμετείχαν στην έρευνα, ενημερώθηκαν για το σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας από το Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή και υπέγραψαν το Έντυπο Συναίνεσης μετά από Πληροφόρηση. Επιπλέον, όλα τα προσωπικά δεδομένα των συμμετεχόντων, προστατεύτηκαν και διατηρήθηκε η ανωνυμία τους, ενώ υπάρχει συμφωνία για διατήρηση της εχεμύθειας, τόσο κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, όσο και

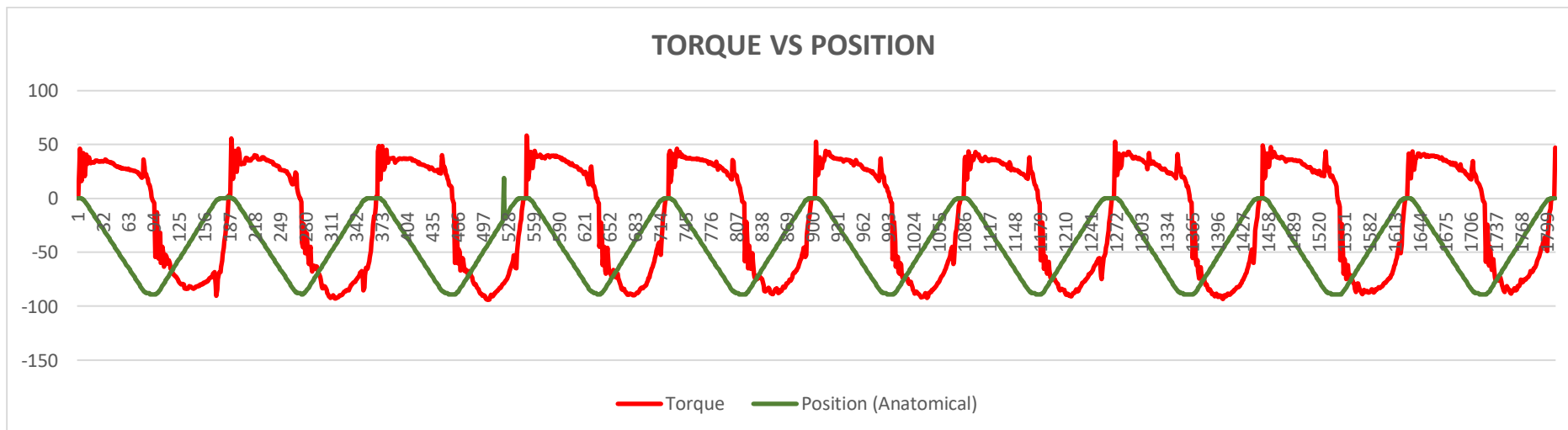
μετέπειτα. Η συγκεκριμένη μελέτη έχει εγκριθεί από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του τμήματος Φυσικοθεραπείας, τη Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τέλος, απέναντι σε όλους τους συμμετέχοντες της έρευνας υπήρχε σεβασμός και δίκαιη αντιμετώπιση.

### 3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για τη στατιστική ανάλυση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε αρχικά το Microsoft Excel και στη συνέχεια το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 26. Στην πρώτη φάση της διαδικασίας της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων που μεταφέρθηκαν από τον υπολογιστή του ισοκινητικού δυναμόμετρου, δημιουργήθηκε ένα ξεχωριστό φύλλο εργασίας του Excel για τον κάθε δοκιμαζόμενο και για τις δύο ομάδες της έρευνας. Στο φύλλο αυτό μεταφέρθηκαν όλα τα δεδομένα της ισοκινητικής αξιολόγησης που περιείχαν τα στοιχεία του χρόνου (mSec), της παραγόμενης ροπής (N – M), της ανατομικής θέσης του άκρου που εξετάζεται (degrees) και τέλος της ταχύτητας της μέτρησης (DEG/SEC). Με σκοπό τον υπολογισμό της μέγιστης ροπής της έξω και της έσω στροφής που έχει σημειωθεί από το δοκιμαζόμενο, σημειώθηκαν πάνω στο υπολογιστικό φύλλο τα διαστήματα κατά τα οποία η γωνιακή ταχύτητα παρέμενε σταθερή και δημιουργούνταν ένα πλατώ. Εφόσον πραγματοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις συνολικά, υπήρχαν καταγεγραμμένα 20 πλατώ, 10 διαστήματα για την έξω στροφή και 10 διαστήματα για την έσω στροφή. Στη συνέχεια, επισημάνθηκαν οι τιμές της ροπής που αντιστοιχούσαν στα διαστήματα αυτά και υπολογίστηκε για το καθένα η υψηλότερη τιμή. Με τον τρόπο αυτό προέκυψε 1 τιμή μέγιστης ροπής για καθεμιά από τις επαναλήψεις. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των τιμών αυτών και έτσι προέκυψε η μέγιστη τιμή για την έξω στροφή (με θετικό πρόσημο), αλλά και η μέγιστη τιμή της έσω στροφής (με αρνητικό πρόσημο). Συνεπώς, έχοντας τις τιμές της μέγιστης ροπής και για τις 2 κινήσεις, είναι δυνατό να υπολογιστεί ο λόγος των έξω/έσω στροφέων για τον κάθε εξεταζόμενο. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά τα διαγράμματα ενός αθλητή, τα οποία δημιουργήθηκαν μέσω του Excel, για να γίνει απεικόνιση της μέτρησης και καλύτερη ανάλυση όλων των δεδομένων στοιχείων:



Εικόνα 3.4 - Γράφημα ροπής/χρόνου/γωνιακής ταχύτητας σε αθλητή



Εικόνα 3.5 - Γράφημα ροπής/θέσης σε αθλητή

Αφού έγινε η καταγραφή της μέγιστης ροπής της έξω και της έσω στροφής, υπολογίστηκε ο λόγος των στροφέων της συνολικής μέτρησης, με τη διαίρεση: μέγιστη έξω ροπή/μέγιστη έσω ροπή. Έπειτα, με στόχο τον υπολογισμό του λόγου ανά  $10^\circ$  ισοκίνησης, επιλέχθηκαν για ανάλυση, η καμπύλη της καλύτερης προσπάθειας της έξω στροφής και η καμπύλη της καλύτερης προσπάθειας της έσω στροφής. Το διάστημα που σημειώθηκε η μέγιστη ροπή της έξω στροφής και ενώ η ταχύτητα παρέμενε σταθερή, χωρίστηκε σε 9 μέρη τα οποία ήταν:  $0^\circ - 10^\circ$ ,  $10^\circ - 20^\circ$ ,  $20^\circ - 30^\circ$ ,  $30^\circ - 40^\circ$ ,  $40^\circ - 50^\circ$ ,  $50^\circ - 60^\circ$ ,  $60^\circ - 70^\circ$ ,  $70^\circ - 80^\circ$ ,  $80^\circ - 90^\circ$  ισοκίνησης. Για κάθε ένα από αυτά τα διαστήματα των  $10^\circ$ , υπολογίστηκε εκ νέου η μέγιστη τιμή και καταγράφηκε. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για την καμπύλη και τα διαστήματα της έσω στροφής. Εφόσον λοιπόν καταγράφηκαν όλες οι μέγιστες τιμές για κάθε  $10^\circ$  του εύρους της κίνησης, υπολογίστηκε και ο λόγος έξω/έσω στροφέων που αντιστοιχεί σε αυτά τα διαστήματα. Συνεπώς, μετά από την επεξεργασία όλου αυτού του όγκου των δεδομένων ξεχωριστά για τον κάθε δοκιμαζόμενο, οι αριθμοί που προέκυψαν για επεξεργασία ήταν – για τη συνολική μέτρηση –, η μέγιστη ροπή της έξω στροφής, η μέγιστη ροπή της έσω στροφής και ο λόγος έξω/έσω στροφής. Ακόμα, για κάθε επιμέρους διάστημα  $10^\circ$  της αξιολογούμενης κίνησης, προέκυψαν η μέγιστη ροπή έξω και έσω στροφής και ο λόγος έξω/έσω στροφής.

Εφόσον προέκυψαν όλοι οι αριθμοί προς σύγκριση από το Microsoft Excel, καταγράφηκαν στο SPSS τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος, δηλαδή το φύλο, η ηλικία, το ύψος, το βάρος και το επικρατές άκρο. Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν τα τεστ κανονικότητας (normality tests) και συγκεκριμένα το τεστ Shapiro – Wilk, για να διερευνηθεί αν οι δύο ομάδες ακολουθούν την κανονική κατανομή, και στη συνέχεια μέσω του “Independent Samples T Test” (παραμετρική μέθοδος) και του “Independent Samples Mann – Whitney U Test” (μη παραμετρική μέθοδος) πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω συγκρίσεις ανάμεσα στην ομάδα Α (αθλητές) και στην ομάδα Β (μη αθλούμενος πληθυσμός):

- Σύγκριση μέγιστων ροπών έξω στροφής της μέτρησης
- Σύγκριση μέγιστων ροπών έξω στροφής ανά  $10^\circ$  κίνησης
- Σύγκριση μέγιστων ροπών έσω στροφής της μέτρησης
- Σύγκριση μέγιστων ροπών έσω στροφής ανά  $10^\circ$  κίνησης
- Σύγκριση λόγου έξω/έσω στροφέων της μέτρησης
- Σύγκριση λόγου έξω/έσω στροφέων ανά  $10^\circ$  κίνησης

Από τις παραπάνω συγκρίσεις, είναι δυνατό να οδηγηθούμε σε ορισμένα συμπεράσματα, όσον αφορά την απάντηση στο ερώτημα αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ανεξάρτητες ομάδες, στις παραπάνω μεταβλητές σύγκρισης, το οποίο θα αναλυθεί στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων. Για τον έλεγχο των υποθέσεων, ο συντελεστής σημαντικότητας καθορίστηκε στο 5% ( $\alpha = 0,05$ ), ώστε να συγκριθεί με το επίπεδο σημαντικότητας  $p$  – value και να διαπιστωθεί στη συνέχεια αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες που συμμετείχαν στην ερευνητική διαδικασία.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από συνολικά 30 άτομα ( $n = 30$ ), μεικτά άντρες και γυναίκες και στις δύο ομάδες. Η ομάδα Α (αθλητές) [ $n = 15$ ], αποτελούνταν από 11 άντρες και 4 γυναίκες, και αντίστοιχα η ομάδα Β (μη αθλητές) [ $n = 15$ ] αποτελούνταν επίσης από 11 άντρες και 4 γυναίκες.

Ο μέσος όρος (Μ.Ο.) ηλικίας ολόκληρου του δείγματος είναι τα 22,5 έτη με τυπική απόκλιση τα 3 έτη. Η μικρότερη ηλικία που καταγράφηκε είναι τα 18 έτη, ενώ η μεγαλύτερη, τα 29 έτη. Ο μέσος όρος (Μ.Ο.) βάρους του δείγματος είναι τα 79,67 κιλά (kg) με τυπική απόκλιση 13,96 κιλά (kg). Το μικρότερο βάρος που καταγράφηκε ήταν 50 κιλά (kg) και το μεγαλύτερο 110 κιλά (kg). Στη συνέχεια, ο μέσος όρος του ύψους του δείγματος είναι 1,79 μέτρα (m) με τυπική απόκλιση τα 0,088 μέτρα (m). Το μικρότερο ύψος ήταν 1,58 μέτρα (m), ενώ το μεγαλύτερο ήταν 1,95 μέτρα (m). Τέλος, ο μέσος όρος του δείκτη μάζας σώματος του δείγματος ήταν 24,58% με τυπική απόκλιση 3,380%. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος:

Πίνακας 4.1 - Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δείγματος

| Descriptive Statistics |    |         |         |        |                |
|------------------------|----|---------|---------|--------|----------------|
|                        | N  | Minimum | Maximum | Mean   | Std. Deviation |
| Age                    | 30 | 18      | 29      | 22.53  | 3.048          |
| Weight                 | 30 | 50      | 110     | 79.67  | 13.969         |
| Height                 | 30 | 1.58    | 1.95    | 1.7963 | .08880         |
| BMI                    | 30 | 19.5    | 32.1    | 24.587 | 3.3806         |
| Valid N (listwise)     | 30 |         |         |        |                |

### 4.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Προτού πραγματοποιηθούν οι συγκρίσεις ανάμεσα στις δύο ανεξάρτητες ομάδες του δείγματος, πραγματοποιήθηκαν Τεστ Κανονικότητας (Normality Tests), λαμβάνοντας υπόψη το τεστ Shapiro – Wilk, με σκοπό να διερευνηθεί αν τα άτομα των ομάδων του δείγματος ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στην περίπτωση που οι ομάδες ακολουθούσαν την κανονική κατανομή (Sig. > 0,05), για τη σύγκριση χρησιμοποιήθηκε παραμετρική μέθοδος, δηλαδή το Independent Samples T Test. Αντίθετα, στις 4 μόνο περιπτώσεις σύγκρισης που δεν ακολουθούσαν η κανονική κατανομή (Sig. < 0,05), χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική μέθοδος και το Independent Samples Mann – Whitney U Test. Στους παρακάτω πίνακες, φαίνονται οι έλεγχοι κανονικότητας για όλες τις μεταβλητές

για τις οποίες έγιναν συγκρίσεις ανάμεσα στους αθλητές (A) και στους μη αθλούμενους (B). Η πρώτη κατηγορία των ελέγχων είναι η μέγιστη ροπή έξω στροφών, η δεύτερη η μέγιστη ροπή των έσω στροφών και η Τρίτη και τελευταία κατηγορία, το λόγο έξω/έσω στροφών της άρθρωσης του ώμου:

Πίνακας 4.2 - Τεστ κανονικότητας - Μέγιστη ροπή έξω στροφών

| <b>Tests of Normality – Peak Torque External Rotation</b> |                                 |      |      |              |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|------|
| Group   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |      | Shapiro-Wilk |      |      |      |
|   | Statistic                       | df   | Sig. | Statistic    | df   | Sig. |      |
| PT_External_Rotation                                      | Athl                            | .168 | 15   | .200*        | .934 | 15   | .314 |
|   | Non athl                        | .135 | 15   | .200*        | .954 | 15   | .593 |
| PT_Ex_Rot_0_10  | Athl                            | .114 | 15   | .200*        | .962 | 15   | .733 |
|   | Non athl                        | .120 | 15   | .200*        | .962 | 15   | .735 |
| PT_Ex_Rot_10_20   | Athl                            | .171 | 15   | .200*        | .930 | 15   | .276 |
|   | Non athl                        | .130 | 15   | .200*        | .954 | 15   | .597 |
| PT_Ex_Rot_20_30   | Athl                            | .186 | 15   | .172         | .922 | 15   | .205 |
|   | Non athl                        | .135 | 15   | .200*        | .930 | 15   | .269 |
| PT_Ex_Rot_30_40   | Athl                            | .129 | 15   | .200*        | .978 | 15   | .950 |
|   | Non athl                        | .142 | 15   | .200*        | .937 | 15   | .344 |
| PT_Ex_Rot_40_50   | Athl                            | .158 | 15   | .200*        | .960 | 15   | .696 |
|   | Non athl                        | .165 | 15   | .200*        | .945 | 15   | .450 |
| PT_Ex_Rot_50_60   | Athl                            | .126 | 15   | .200*        | .967 | 15   | .807 |
|   | Non athl                        | .121 | 15   | .200*        | .958 | 15   | .659 |
| PT_Ex_Rot_60_70   | Athl                            | .114 | 15   | .200*        | .980 | 15   | .971 |
|   | Non athl                        | .125 | 15   | .200*        | .955 | 15   | .608 |
| PT_Ex_Rot_70_80   | Athl                            | .110 | 15   | .200*        | .951 | 15   | .536 |
|   | Non athl                        | .124 | 15   | .200*        | .950 | 15   | .520 |
| PT_Ex_Rot_80_90   | Athl                            | .127 | 15   | .200*        | .978 | 15   | .955 |
|   | Non athl                        | .126 | 15   | .200*        | .968 | 15   | .833 |

Πίνακας 4.3 - Τεστ κανονικότητας - Μέγιστη στροφή έσω στροφών

| <b>Tests of Normality – Peak Torque Internal Rotation</b> |                                 |      |      |              |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|------|
| Group   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |      | Shapiro-Wilk |      |      |      |
|   | Statistic                       | df   | Sig. | Statistic    | df   | Sig. |      |
| PT_Internal_Rotation                                      | Athl                            | .132 | 15   | .200*        | .946 | 15   | .466 |
|   | Non athl                        | .240 | 15   | .020         | .854 | 15   | .020 |
| PT_In_Rot_0_10  | Athl                            | .156 | 15   | .200*        | .924 | 15   | .222 |
|   | Non athl                        | .182 | 15   | .195         | .951 | 15   | .535 |
| PT_In_Rot_10_20   | Athl                            | .120 | 15   | .200*        | .951 | 15   | .534 |
|   | Non athl                        | .185 | 15   | .175         | .907 | 15   | .124 |
| PT_In_Rot_20_30   | Athl                            | .109 | 15   | .200*        | .949 | 15   | .501 |



|                 |          |      |    |       |      |    |      |
|-----------------|----------|------|----|-------|------|----|------|
|                 | Non athl | .210 | 15 | .075  | .888 | 15 | .063 |
| PT_In_Rot_30_40 | Athl     | .127 | 15 | .200* | .941 | 15 | .399 |
|                 | Non athl | .238 | 15 | .022  | .855 | 15 | .020 |
| PT_In_Rot_40_50 | Athl     | .111 | 15 | .200* | .940 | 15 | .388 |
|                 | Non athl | .210 | 15 | .074  | .894 | 15 | .078 |
| PT_In_Rot_50_60 | Athl     | .116 | 15 | .200* | .939 | 15 | .364 |
|                 | Non athl | .227 | 15 | .036  | .886 | 15 | .058 |
| PT_In_Rot_60_70 | Athl     | .111 | 15 | .200* | .952 | 15 | .550 |
|                 | Non athl | .198 | 15 | .116  | .858 | 15 | .023 |
| PT_In_Rot_70_80 | Athl     | .134 | 15 | .200* | .958 | 15 | .660 |
|                 | Non athl | .184 | 15 | .183  | .917 | 15 | .174 |
| PT_In_Rot_80_90 | Athl     | .229 | 15 | .033  | .838 | 15 | .012 |
|                 | Non athl | .212 | 15 | .068  | .931 | 15 | .282 |

Πίνακας 4.4 - Τεστ κανονικότητας - Λόγος έξω/έσω στροφών

| Tests of Normality – Ex/Int Ratio |           |                                 |      |           |              |      |      |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|------|-----------|--------------|------|------|
| Group                             | Statistic | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |           | Shapiro-Wilk |      |      |
|                                   |           | df                              | Sig. | Statistic | df           | Sig. |      |
| Ratio_External_Inter              | Athl      | .130                            | 15   | .200*     | .928         | 15   | .258 |
|                                   | Non athl  | .169                            | 15   | .200*     | .956         | 15   | .628 |
| Ratio_0_10                        | Athl      | .168                            | 15   | .200*     | .893         | 15   | .073 |
|                                   | Non athl  | .175                            | 15   | .200*     | .960         | 15   | .699 |
| Ratio_10_20                       | Athl      | .126                            | 15   | .200*     | .935         | 15   | .328 |
|                                   | Non athl  | .147                            | 15   | .200*     | .976         | 15   | .935 |
| Ratio_20_30                       | Athl      | .133                            | 15   | .200*     | .952         | 15   | .564 |
|                                   | Non athl  | .160                            | 15   | .200*     | .963         | 15   | .746 |
| Ratio_30_40                       | Athl      | .122                            | 15   | .200*     | .976         | 15   | .938 |
|                                   | Non athl  | .151                            | 15   | .200*     | .973         | 15   | .901 |
| Ratio_40_50                       | Athl      | .112                            | 15   | .200*     | .979         | 15   | .963 |
|                                   | Non athl  | .161                            | 15   | .200*     | .937         | 15   | .348 |
| Ratio_50_60                       | Athl      | .153                            | 15   | .200*     | .933         | 15   | .298 |
|                                   | Non athl  | .211                            | 15   | .071      | .912         | 15   | .146 |
| Ratio_60_70                       | Athl      | .165                            | 15   | .200*     | .923         | 15   | .213 |
|                                   | Non athl  | .152                            | 15   | .200*     | .944         | 15   | .434 |
| Ratio_70_80                       | Athl      | .182                            | 15   | .194      | .931         | 15   | .287 |
|                                   | Non athl  | .156                            | 15   | .200*     | .947         | 15   | .484 |
| Ratio_80_90                       | Athl      | .244                            | 15   | .017      | .915         | 15   | .160 |
|                                   | Non athl  | .151                            | 15   | .200*     | .971         | 15   | .874 |

### 4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΕΞΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΑΘΛΗΤΩΝ (Α) ΚΑΙ ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (Β)

Στο πρώτο μέρος της μελέτης, οι δύο ομάδες, συγκρίθηκαν ως προς τη μέγιστη παραγόμενη ροπή των έξω στροφών (external peak torque), κατά τη διαδικασία της ισοκινητικής αξιολόγησης. Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν τα τεστ κανονικότητας όπως προαναφέρθηκε. Και οι δύο ομάδες ακολουθούσαν την κανονική κατανομή και έτσι επιλέχθηκε η παραμετρική μέθοδος, το Independent Samples T Test. Στόχος ήταν να διαπιστωθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τιμές της μέγιστης ροπής έξω στροφών που παρουσιάζουν οι δύο συγκρινόμενες ομάδες ανά 10° κίνησης του άνω άκρου, ώστε να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Για όλες τις συγκρίσεις της μέγιστης ροπής έξω στροφών που θα ακολουθήσουν και αφορούν τη μέγιστη ροπή ολόκληρης της μέτρησης, αλλά και τη μέγιστη ροπή ανά 10° κίνησης, έχουν οριστεί οι υποθέσεις:

**H0** = Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο μέγιστης ροπής έξω στροφής ανάμεσα στις δύο ομάδες

**H1 (εναλλακτική)** = Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο μέγιστης ροπής έξω στροφής ανάμεσα στις δύο ομάδες

#### Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών (External Rotators Peak Torque)

Μέσω του Independent Samples T Test, πραγματοποιήθηκε σύγκριση της μέγιστης ροπής της έξω στροφής της ισοκινητικής μέτρησης, ανάμεσα στην ομάδα των αθλητών (Α) και στην ομάδα του μη αθλούμενου πληθυσμού (Β).

Πίνακας 4.5 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 41,82 Nm       | 34,12 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 11,884         | 10,466            |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,07 ( $p > 0,05$ ). Επομένως, γίνεται δεκτή η υπόθεση H0 ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στη συνολική μέγιστη ροπή έξω στροφών των δύο ομάδων.



Εικόνα 4.1 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών

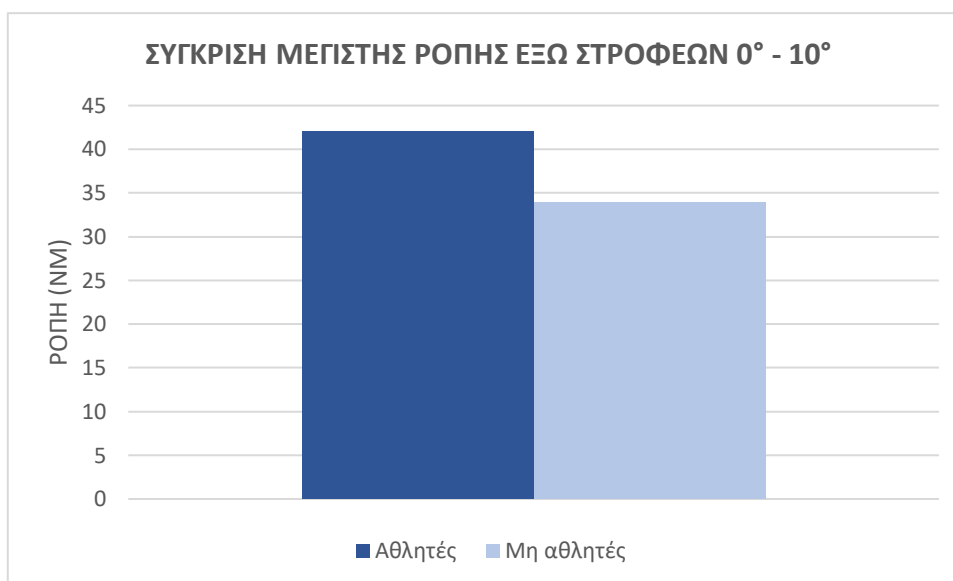
Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις  $0^\circ - 10^\circ$  κίνησης

Οι πρώτες μοίρες που αξιολογήθηκαν στις επιμέρους συγκρίσεις, είναι οι πρώτες μοίρες της κίνησης, κατά τις οποίες το άνω άκρο από θέση έσω στροφής ξεκινάει να κατευθύνεται προς τη θέση της έξω στροφής, επιστρατεύοντας έτσι όλους τους μύες που συμμετέχουν στην κίνηση της έξω στροφής. Στις  $0^\circ - 10^\circ$  κίνησης:

Πίνακας 4.6 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών  $0^\circ - 10^\circ$

|                  | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|------------------|----------|------------|
| Μ.Ο. Έξω Στροφής | 42,02 Nm | 33,9 Nm    |
| Τυπική Απόκλιση  | 9,827    | 9,654      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,03 ( $p < 0,05$ ) και επομένως, απορρίπτεται η υπόθεση  $H_0$  και γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_1$  ότι **υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές μέγιστης ροπής έξω στροφής των δύο ομάδων στις συγκεκριμένες μοίρες της κίνησης. Η σύγκριση αυτή, είναι η πρώτη σύγκριση στην οποία έχει εντοπιστεί στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες του δείγματος.



Εικόνα 4.2 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 0° - 10°

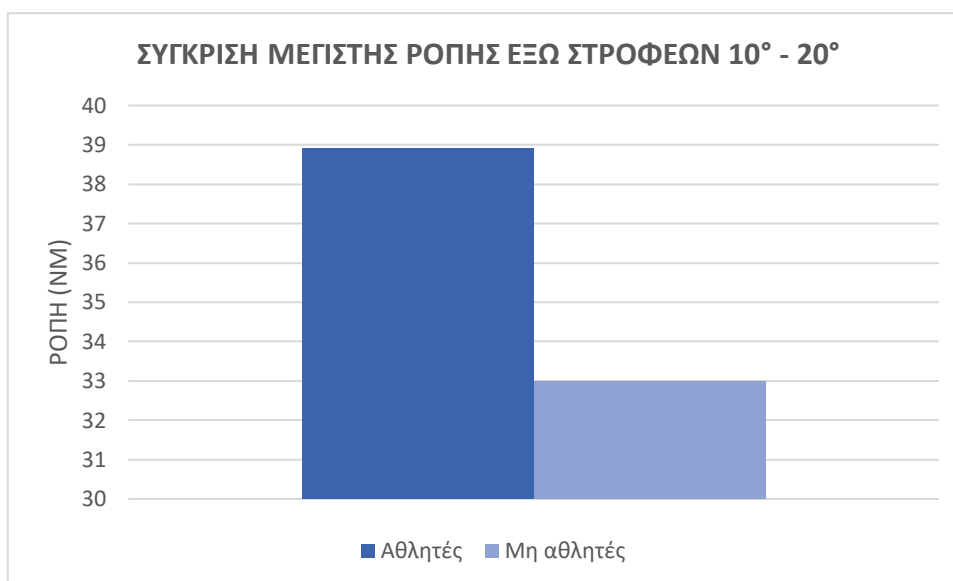
Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 10° – 20° κίνησης

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε σύγκριση ανάμεσα στις τιμές της μέγιστης ροπής της έξω στροφής που σημείωσε η ομάδα των αθλητών (Α) και η ομάδα ελέγχου (Β).

Πίνακας 4.7 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 10° - 20°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 38,90 Nm       | 33 Nm             |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 9,518          | 9,663             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,103 ( $p > 0,05$ ) και επομένως δεχόμαστε την υπόθεση  $H_0$  ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στους αθλητές και στον μη αθλούμενο πληθυσμό.



Εικόνα 4.3 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 10° - 20°

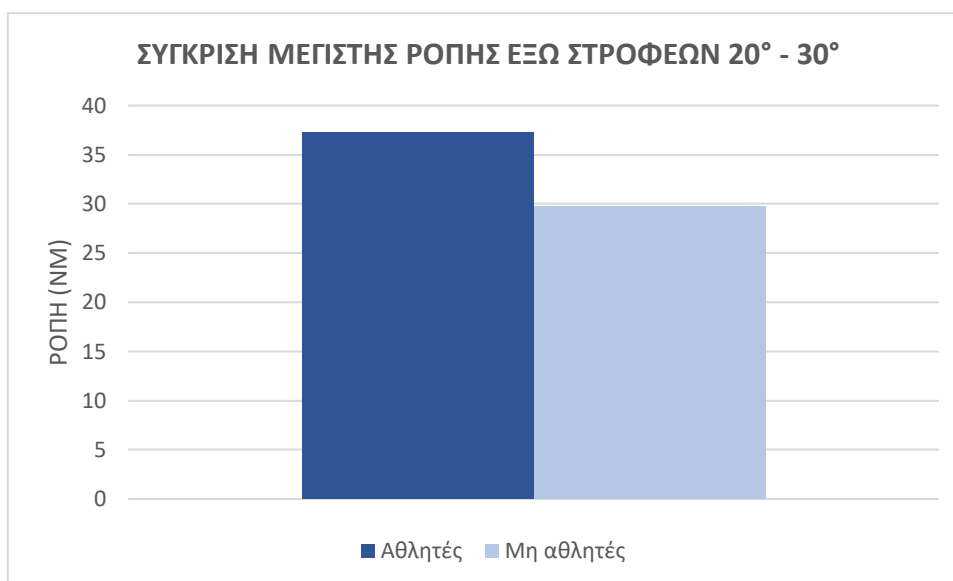
#### Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 20° – 30° κίνησης

Η επόμενη σύγκριση που πραγματοποιήθηκε ανάμεσα στην ομάδα Α των αθλητών και στην ομάδα Β των μη αθλητών, ήταν ανάμεσα στο μέσο όρο της μέγιστης ροπής έξω στροφής στις 20° – 30° του τόξου της κίνησης.

Πίνακας 4.8 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 20° - 30°

|                         | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|-------------------------|----------|------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 37,23 Nm | 29,71 Nm   |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 11,497   | 9,139      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,057 ( $p > 0,05$ ), που σημαίνει ότι δεχόμαστε την  $H_0$  ότι **δε σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά** στη μέγιστη ροπή των έξω στροφών της ομάδας των αθλητών (Α) σε σχέση με την ομάδα των μη αθλητών (Β).



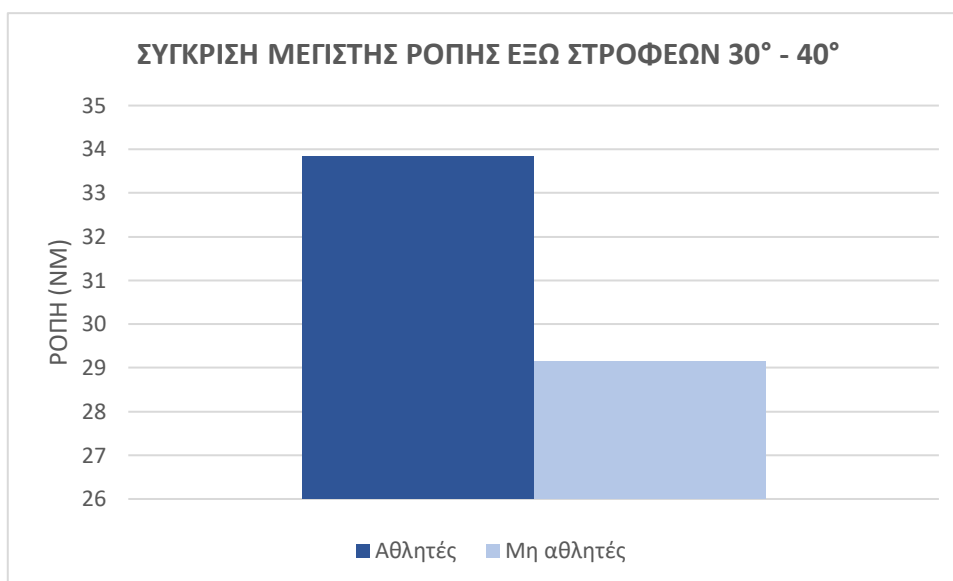
Εικόνα 4.4 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 20° - 30°

Μέγιστη Ροπής έξω Στροφών στις 30° – 40° κίνησης

Πίνακας 4.9 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 30° - 40°

|                         | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|-------------------------|----------|------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 33,82 Nm | 29,16 Nm   |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 8,961    | 9,357      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,175 ( $p > 0,05$ ). Έτσι, πρέπει να γίνει δεκτή η υπόθεση  $H_0$  και οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** στη μέγιστη ροπή έξω στροφής ανάμεσα στις δύο ομάδες τις έρευνας, στο εύρος των 30° – 40° της κίνησης που αξιολογήθηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο.



Εικόνα 4.5 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 30° - 40°

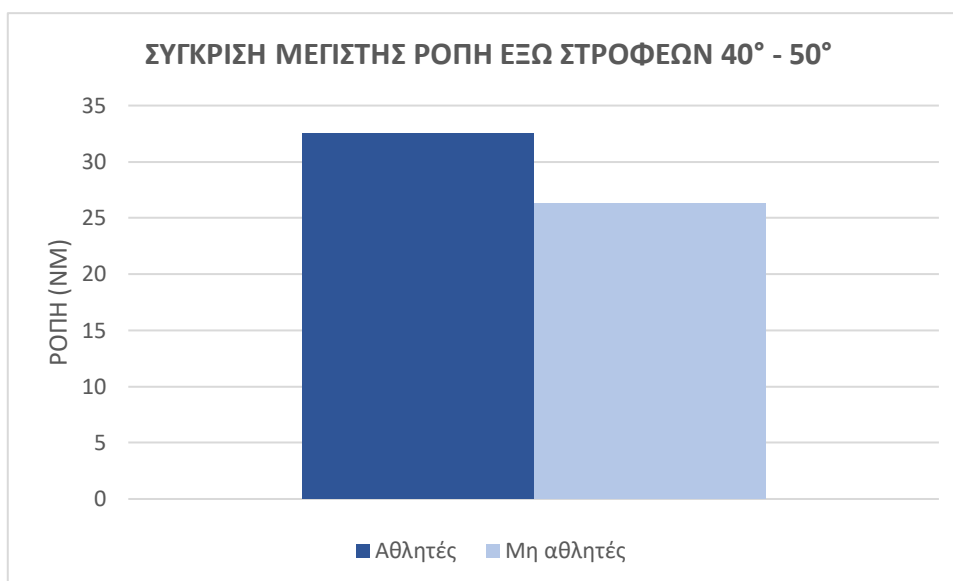
Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 40° – 50° κίνησης

Η επόμενη επιμέρους σύγκριση που έγινε ανάμεσα στις δύο ομάδες της μελέτης, των αθλητών (Α) και των μη αθλητών (Β), είναι αυτή της μέγιστης ροπής των έξω στροφών που καταγράφηκε κατά την κίνηση του άνω άκρου στις 40° – 50° κίνησης κατά την αξιολόγηση.

Πίνακας 4.10 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 40° - 50°

|                         | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|-------------------------|----------|------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 32,48 Nm | 26,27 Nm   |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 7,594    | 8,484      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,044 ( $p < 0,05$ ). Επομένως, εφόσον το  $p$  – value που προκύπτει είναι μικρότερο από το επίπεδο σημαντικότητας που έχει οριστεί για τη στατιστική ανάλυση δεδομένων, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_1$  ότι **υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** στις τιμές της μέγιστης έξω στροφής στις μοίρες αυτές για τις δύο ανεξάρτητες ομάδες.



Εικόνα 4.6 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 40° - 50°

Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 50° – 60° κίνησης

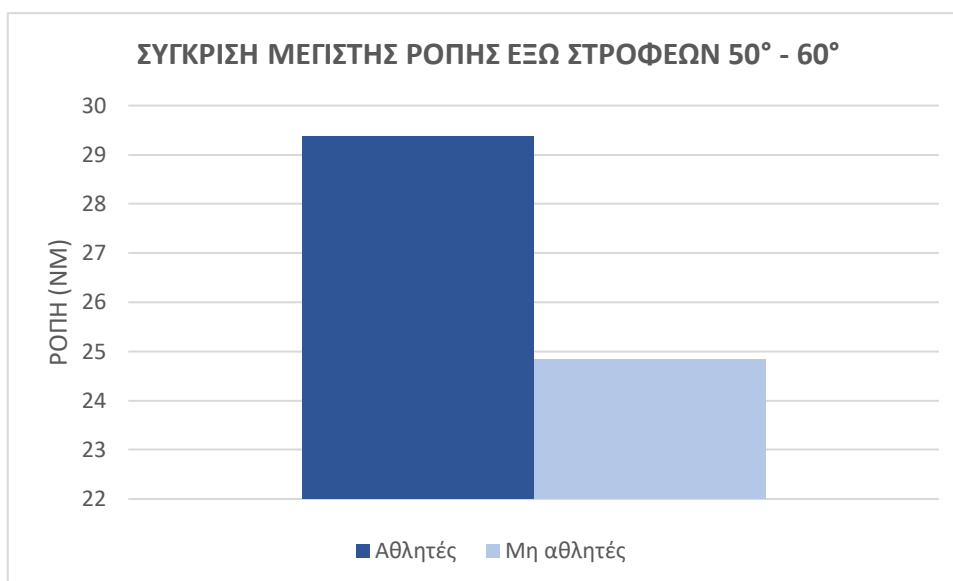
Στις μοίρες αυτές, το άνω άκρο του δοκιμαζόμενου βρίσκεται μετά το μισό του τόξου της κίνησης των 90° που αξιολογείται.

Πίνακας 4.11 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 50° - 60°

|                  | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|------------------|----------|------------|
| Μ.Ο. Έξω Στροφής | 29,37 Nm | 24,84 Nm   |
| Τυπική Απόκλιση  | 7,771    | 8,334      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,135 ( $p > 0,05$ ). Έτσι, γίνεται δεκτή η  $H_0$  υπόθεση, σύμφωνα με την οποία **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στη μέγιστη ροπή έξω στροφών στις συγκεκριμένες μοίρες.





Εικόνα 4.7 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 50° - 60°

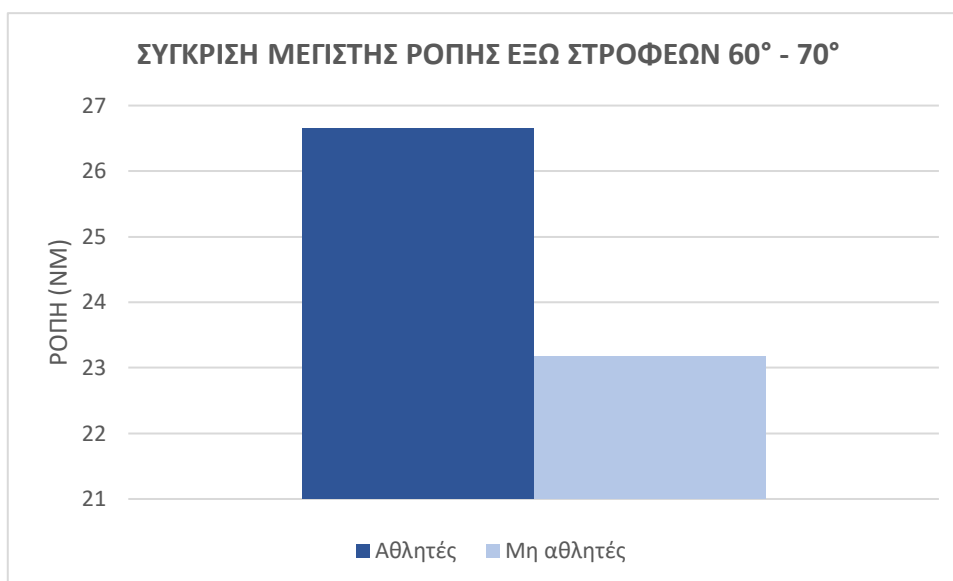
Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 60° – 70° κίνησης

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε σύγκριση στις επόμενες μοίρες της κίνησης, καθώς το άνω άκρο πλησιάζει προς το τέλος της τροχιάς των 90 μοιρών.

Πίνακας 4.12 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 60° - 70°

|                  | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|------------------|----------|------------|
| Μ.Ο. Έξω Στροφής | 26,65 Nm | 23,18 Nm   |
| Τυπική Απόκλιση  | 7,163    | 8,058      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης μέσω του Independent Samples T Test ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,222 ( $p > 0,05$ ). Συνεπώς, δεδομένου ότι το  $p$  – value είναι μεγαλύτερο από το επίπεδο σημαντικότητας που έχει οριστεί, εξάγεται το συμπέρασμα ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στη μέγιστη ροπή έξω στροφής των δύο ομάδων, ενώ οι διακυμάνσεις είναι παρόμοιες.



Εικόνα 4.8 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 60° - 70°

#### Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 70° – 80° κίνησης

Πλησιάζοντας στις τελευταίες μοίρες από το τόξο των 90° που αξιολογήθηκαν κατά τη μέτρηση στο δυναμόμετρο, συγκρίθηκε η μέγιστη ροπή έξω στροφών στις 70° – 80° της κίνησης, κοντά στη τελική θέση του άνω άκρου, και μέσα σε τόξο που πραγματοποιούνται οι τραυματισμοί.

Πίνακας 4.13 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 70° - 80°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 22,68 Nm       | 20,92 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 6,669          | 7,940             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης μέσω του Independent Samples T Test ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,516 ( $p > 0,05$ ). Επομένως, εφόσον το επίπεδο σημαντικότητας υπερβαίνει το 0,05, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$  ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές** στο μέσο όρο των τιμών της μέγιστης ροπής έξω στροφών που σημειώθηκαν στις 70° – 80° μοίρες κίνησης, ανάμεσα στην ομάδα των αθλητών και των μη αθλούμενων.



Εικόνα 4.9 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 70° - 80°

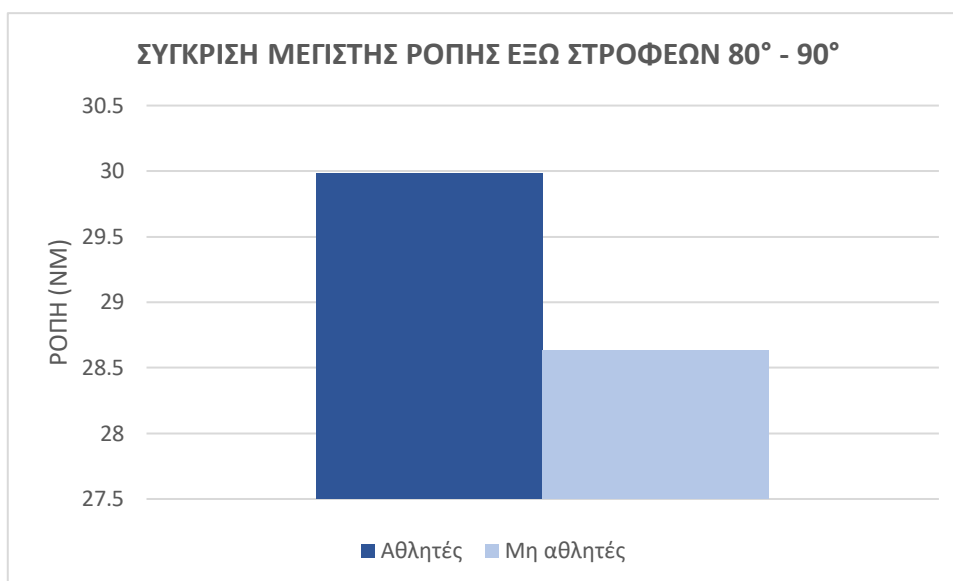
#### Μέγιστη Ροπή Έξω Στροφών στις 80° – 90° κίνησης

Στις τελικές 10° της κίνησης που αξιολογήθηκε στις δύο ομάδες του δείγματος καταγράφηκε η μέγιστη ροπή των έξω στροφών που σημείωσαν οι ομάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι και το τόξο των 80° – 90°, ανήκει στις μοίρες κατά τις οποίες πραγματοποιούνται συχνά τραυματισμοί για τους “overhead” αθλητές και γι’ αυτό δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα συγκεκριμένα αποτελέσματα.

Πίνακας 4.14 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έξω στροφών 80° - 90°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έξω Στροφής</i> | 29,98 Nm       | 28,63 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 9,639          | 11,349            |

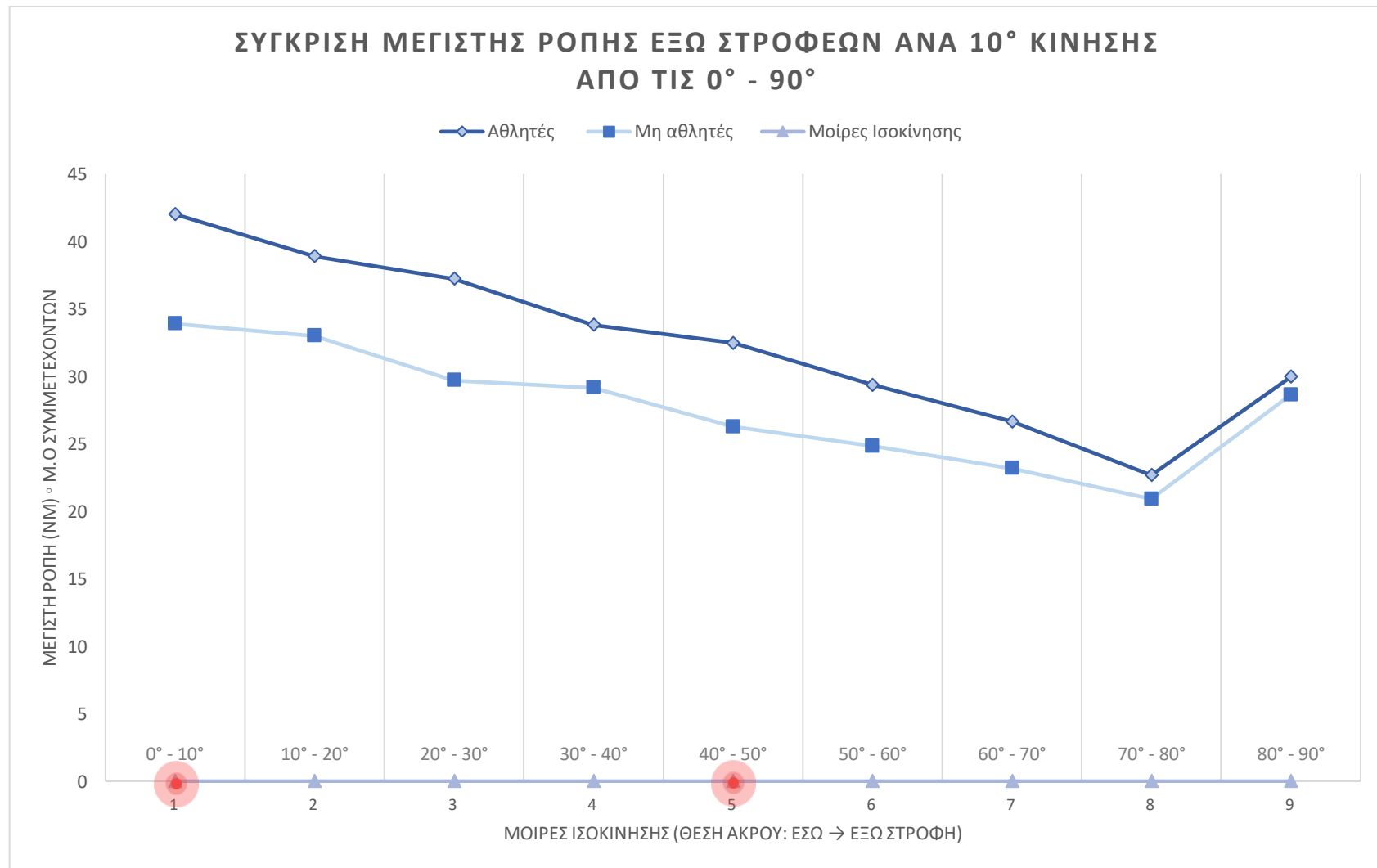
Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης μέσω του Independent Samples T Test ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,729 ( $p > 0,05$ ). Συνεπώς, εφόσον το επίπεδο σημαντικότητας είναι μεγαλύτερο από την τιμή 0,05 και για τη συγκεκριμένη σύγκριση, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$ , ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στο μέσο όρο των τιμών της μέγιστης έξω στροφής, ανάμεσα στους αθλητές και στους μη αθλητές.



Εικόνα 4.10 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών 80° - 90°

Συνοψίζοντας, στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η διερεύνηση της μεταβολής του λόγου της παραγόμενης ροπής έξω/έσω στροφών ανά 10° κίνησης σε ένα τόξο 90°. Ο λόγος αυτός προκύπτει από τη μέγιστη ροπή της έξω στροφής προς τη μέγιστη ροπή της έσω στροφής κατά την ισοκίνηση (external peak torque/internal peak torque). Όμως, εκτός από τη μελέτη των μέγιστων ροπών έξω και έσω στροφής, που αντιπροσωπεύουν δύο μόνο σημεία από ολόκληρο το εύρος της κίνησης, είναι εξίσου σημαντικό, να μελετηθεί ο τρόπος που μεταβάλλεται και η μέγιστη ροπή σε κάθε τόξο 10° ξεχωριστά, για να εξαχθούν επιμέρους συμπεράσματα, καθώς δεν είναι κάτι που έχει απασχολήσει εκτενώς την αρθρογραφία μέχρι σήμερα.

Συνεπώς, είναι χρήσιμο να παρουσιαστεί με ποιον τρόπο μεταβάλλεται η μέγιστη ροπή ανά 10° της κίνησης στην ομάδα των αθλητών (Α), σε σύγκριση με την ομάδα του μη αθλούμενου πληθυσμού (Β). Στο παρακάτω διάγραμμα, απεικονίζεται συγκεντρωτικά αυτή η μεταβολή, καθώς είναι δυνατό να παρατηρηθεί σε ποια σημεία της κίνησης (μοίρες), οι δύο ομάδες τείνουν προς τις ίδιες τιμές ροπής:



Εικόνα 4.11 - Διάγραμμα σύγκρισης μέγιστης ροπής έξω στροφών ανά 10° ισοκίνησης με ταχύτητα μέτρησης 120°/sec (Στατιστικά σημαντικές διαφορές)

Επιπροσθέτως, στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, τα στοιχεία που προέκυψαν από το στατιστικό πρόγραμμα και επεξηγήθηκαν λεπτομερώς παραπάνω, όσον αφορά τη μέγιστη ροπή των έξω στροφένων που προέκυψε από την ισοκινητική αξιολόγηση των δύο ομάδων, καθώς και τη μέγιστη ροπή έξω στροφένων, όπως αυτή μεταβάλλεται ανά 10° κίνησης του άνω άκρου σε τόξο 90°. Παρουσιάζονται της και της οι επιμέρους συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν μέσω του Independent Samples T Test ανάμεσα της δύο ομάδες Α και Β της μελέτης.

Πίνακας 4.15 - Στατιστικά ομάδων - Σύγκριση ροπής έξω στροφένων

| Group Statistics     |          |    |        |                |                 |
|----------------------|----------|----|--------|----------------|-----------------|
|                      | Group    | N  | Mean   | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| PT_External_Rotation | Athl     | 15 | 41.827 | 11.8841        | 3.0684          |
|                      | Non athl | 15 | 34.120 | 10.4666        | 2.7025          |
| PT_Ex_Rot_0_10       | Athl     | 15 | 42.027 | 9.8271         | 2.5373          |
|                      | Non athl | 15 | 33.907 | 9.6540         | 2.4927          |
| PT_Ex_Rot_10_20      | Athl     | 15 | 38.907 | 9.5187         | 2.4577          |
|                      | Non athl | 15 | 33.000 | 9.6637         | 2.4952          |
| PT_Ex_Rot_20_30      | Athl     | 15 | 37.233 | 11.4979        | 2.9687          |
|                      | Non athl | 15 | 29.713 | 9.1398         | 2.3599          |
| PT_Ex_Rot_30_40      | Athl     | 15 | 33.820 | 8.9617         | 2.3139          |
|                      | Non athl | 15 | 29.167 | 9.3574         | 2.4161          |
| PT_Ex_Rot_40_50      | Athl     | 15 | 32.487 | 7.5944         | 1.9609          |
|                      | Non athl | 15 | 26.273 | 8.4841         | 2.1906          |
| PT_Ex_Rot_50_60      | Athl     | 15 | 29.373 | 7.7713         | 2.0065          |
|                      | Non athl | 15 | 24.847 | 8.3349         | 2.1521          |
| PT_Ex_Rot_60_70      | Athl     | 15 | 26.653 | 7.1635         | 1.8496          |
|                      | Non athl | 15 | 23.180 | 8.0582         | 2.0806          |
| PT_Ex_Rot_70_80      | Athl     | 15 | 22.680 | 6.6698         | 1.7221          |
|                      | Non athl | 15 | 20.920 | 7.9404         | 2.0502          |
| PT_Ex_Rot_80_90      | Athl     | 15 | 29.980 | 9.6395         | 2.4889          |
|                      | Non athl | 15 | 28.633 | 11.3494        | 2.9304          |

Πίνακας 4.16 - Independent Samples Test - Μέγιστη ροπής έξω στροφών

|                      |                             | Independent Samples Test                      |      |      |      |                              |                    |                             |   |         |
|----------------------|-----------------------------|---|------|------|------|------------------------------|--------------------|-----------------------------|---|---------|
|                      |                             | Levene's Test<br>for Equality of<br>Variances |      |      |      | t-test for Equality of Means |                    |                             |   |         |
|                      |                             | F   | Sig. | t    | df   | Sig. (2-<br>tailed)          | Mean<br>Difference | Std.<br>Error<br>Difference | 95% Confidence<br>Interval of the<br>Difference |         |
|                      |                             |   |      |      |      |                              |                    |                             | Lower   | Upper   |
| PT_External_Rotation | Equal variances assumed     | .083  | .776 | 1.88 | 28   | .070                         | 7.7067             | 4.0888                      | -.6689  | 16.0823 |
|                      | Equal variances not assumed |   |      | 1.88 | 27.5 | .070                         | 7.7067             | 4.0888                      | -.6750  | 16.0883 |
| PT_Ex_Rot_0_10       | Equal variances assumed     | .033  | .856 | 2.28 | 28   | .030                         | 8.1200             | 3.5569                      | .8340   | 15.4060 |
|                      | Equal variances not assumed |   |      | 2.28 | 27.9 | .030                         | 8.1200             | 3.5569                      | .8339   | 15.4061 |
| PT_Ex_Rot_10_20      | Equal variances assumed     | .135  | .716 | 1.68 | 28   | .103                         | 5.9067             | 3.5023                      | -1.2675   | 13.0808 |
|                      | Equal variances not assumed |   |      | 1.68 | 27.9 | .103                         | 5.9067             | 3.5023                      | -1.2676   | 13.0809 |
| PT_Ex_Rot_20_30      | Equal variances assumed     | .286  | .597 | 1.98 | 28   | .057                         | 7.5200             | 3.7924                      | -.2484  | 15.2884 |
|                      | Equal variances not assumed |   |      | 1.98 | 26.6 | .058                         | 7.5200             | 3.7924                      | -.2663  | 15.3063 |
| PT_Ex_Rot_30_40      | Equal variances assumed     | .098  | .757 | 1.39 | 28   | .175                         | 4.6533             | 3.3454                      | -2.1993   | 11.5060 |
|                      | Equal variances not assumed |   |      | 1.39 | 27.9 | .175                         | 4.6533             | 3.3454                      | -2.1999   | 11.5066 |
| PT_Ex_Rot_40_50      | Equal variances assumed     | .040  | .843 | 2.11 | 28   | .044                         | 6.2133             | 2.9400                      | .1910   | 12.2357 |

|           |                       |      |      |      |      |      |        |        |         |        |
|-----------|-----------------------|------|------|------|------|------|--------|--------|---------|--------|
|           | Equal                 |      |      | 2.11 | 27.6 | .044 | 6.2133 | 2.9400 | .1877   | 12.239 |
|           | variances not assumed |      |      | 3    | 63   |      |        |        |         | 0      |
| PT_Ex_Rot | Equal                 | .037 | .849 | 1.53 | 28   | .135 | 4.5267 | 2.9424 | -1.5005 | 10.553 |
| _50_60    | variances assumed     |      |      | 8    |      |      |        |        |         | 9      |
|           | Equal                 |      |      | 1.53 | 27.8 | .135 | 4.5267 | 2.9424 | -1.5019 | 10.555 |
|           | variances not assumed |      |      | 8    | 64   |      |        |        |         | 2      |
| PT_Ex_Rot | Equal                 | .428 | .518 | 1.24 | 28   | .222 | 3.4733 | 2.7839 | -2.2292 | 9.1759 |
| _60_70    | variances assumed     |      |      | 8    |      |      |        |        |         |        |
|           | Equal                 |      |      | 1.24 | 27.6 | .223 | 3.4733 | 2.7839 | -2.2327 | 9.1794 |
|           | variances not assumed |      |      | 8    | 21   |      |        |        |         |        |
| PT_Ex_Rot | Equal                 | .502 | .485 | .657 | 28   | .516 | 1.7600 | 2.6775 | -3.7246 | 7.2446 |
| _70_80    | variances assumed     |      |      |      |      |      |        |        |         |        |
|           | Equal                 |      |      | .657 | 27.1 | .516 | 1.7600 | 2.6775 | -3.7320 | 7.2520 |
|           | variances not assumed |      |      |      | 90   |      |        |        |         |        |
| PT_Ex_Rot | Equal                 | .067 | .798 | .350 | 28   | .729 | 1.3467 | 3.8447 | -6.5289 | 9.2222 |
| _80_90    | variances assumed     |      |      |      |      |      |        |        |         |        |
|           | Equal                 |      |      | .350 | 27.2 | .729 | 1.3467 | 3.8447 | -6.5382 | 9.2315 |
|           | variances not assumed |      |      |      | 85   |      |        |        |         |        |



#### 4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΑΘΛΗΤΩΝ (Α) ΚΑΙ ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (Β)

Στο δεύτερο μέρος των αποτελεσμάτων της μελέτης, βρίσκονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της μέγιστης ροπής των έσω στροφών μεταξύ της ομάδας των αθλητών και της ομάδας του μη αθλούμενου πληθυσμού. Αντίστοιχα με το πρώτο μέρος των αποτελεσμάτων, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ισοκινητική αξιολόγηση, όσον αφορά όμως τους έσω στροφείς και τη μέγιστη ροπή που αυτοί παρήγαγαν κατά τη μέτρηση των συμμετεχόντων. Οι συγκρίσεις ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκαν μέσω του Independent Samples T Test για όσες μεταβλητές ακολουθούσαν την κανονική κατανομή και μέσω του Independent Samples Mann – Whitney U Test για όσες μεταβλητές δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή, μετά τους ελέγχους κανονικότητας που είχαν πραγματοποιηθεί στο αρχικό στάδιο της στατιστικής ανάλυσης. Στόχος ήταν να διαπιστωθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τιμές της μέγιστης ροπής έσω στροφών που παρουσιάζουν οι δύο συγκρινόμενες ομάδες ανά 10° κίνησης του άνω άκρου, ώστε να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Για όλες τις συγκρίσεις της μέγιστης ροπής έσω στροφών που θα ακολουθήσουν και αφορούν τη μέγιστη ροπή ολόκληρης της μέτρησης, αλλά και τη μέγιστη ροπή ανά 10° κίνησης, έχουν οριστεί οι υποθέσεις:

**H0** = Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο μέγιστης ροπής έσω στροφής ανάμεσα στις δύο ομάδες

**H1 (εναλλακτική)** = Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο μέγιστης ροπής έσω στροφής ανάμεσα στις δύο ομάδες

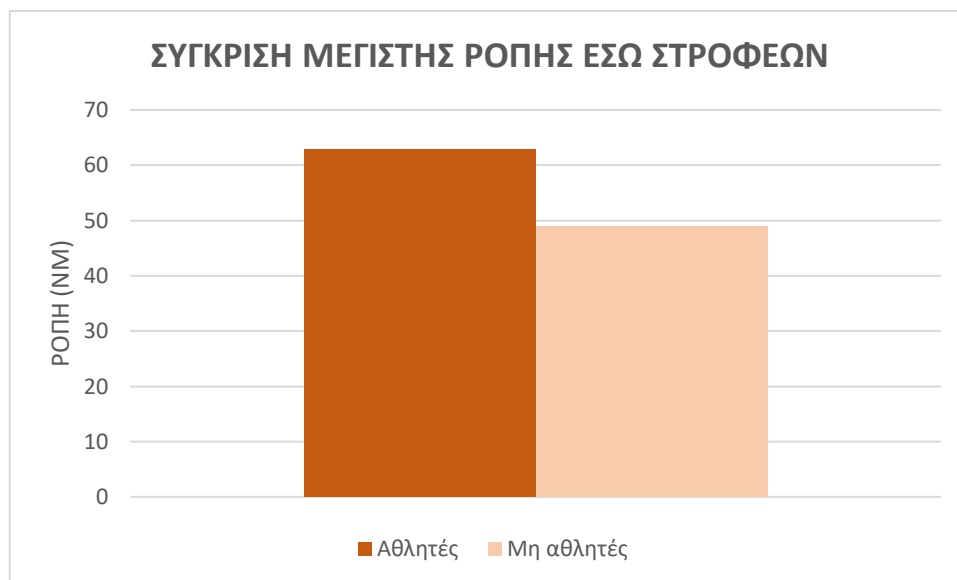
#### Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών (Internal Peak Torque)

Αντίστοιχα με τις προηγούμενες συγκρίσεις, προτού παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για τις μέγιστες ροπές που καταγράφηκαν για τις δύο ομάδες ανά 10°, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των μέγιστων ροπών που σημειώθηκαν και αφορούν συνολικά, ολόκληρο το τόξο των 90° που αξιολογήθηκε κατά την ισοκινητική μέτρηση. Μέσω του Independent Samples Mann – Whitney U Test, πραγματοποιήθηκε σύγκριση με μη παραμετρική μέθοδο, διότι οι ομάδες δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή για τη συγκεκριμένη σύγκριση.

Πίνακας 4.17 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>M.O. Έσω Στροφής</i> | 62,8 Nm        | 48,9 Nm           |

Το επίπεδο σημαντικότητας Sig. ήταν 0,045 ( $p < 0,05$ ), επομένως η υπόθεση  $H_0$  απορρίπτεται. Συνεπώς, βρέθηκε να **υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στην τιμή της μέγιστης ροπής της έσω στροφής, ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος.



Εικόνα 4.12 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών

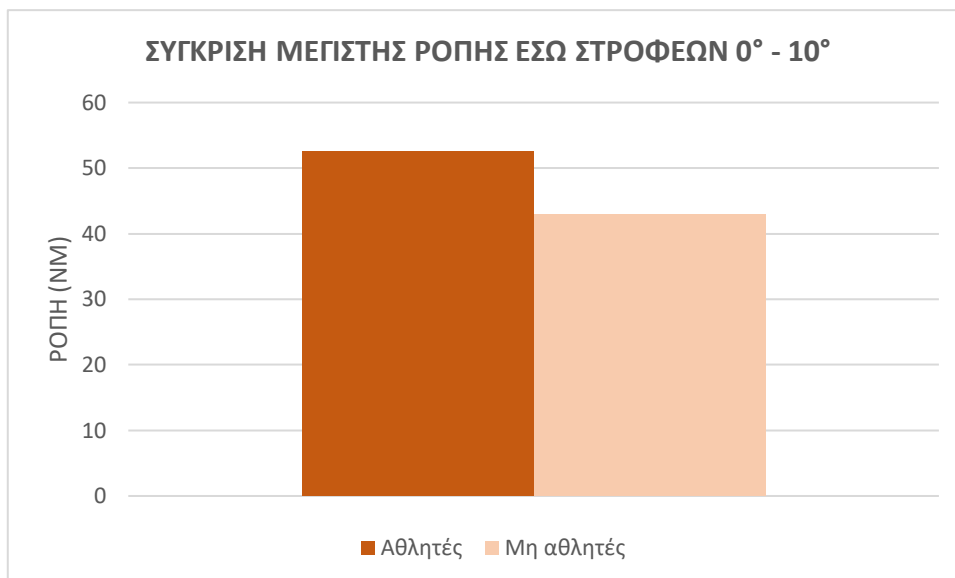
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών στις  $0^\circ - 10^\circ$  κίνησης

Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκε μέσω του Independent Samples T Test.

Πίνακας 4.18 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών  $0^\circ - 10^\circ$

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 52,59 Nm       | 42,87 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 17,395         | 11,737            |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,084 ( $p > 0,05$ ). Επομένως, φαίνεται ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος για τη μέγιστη ροπή έσω στροφών στις πρώτες μοίρες της κίνησης.



Εικόνα 4.13 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 0° - 10°

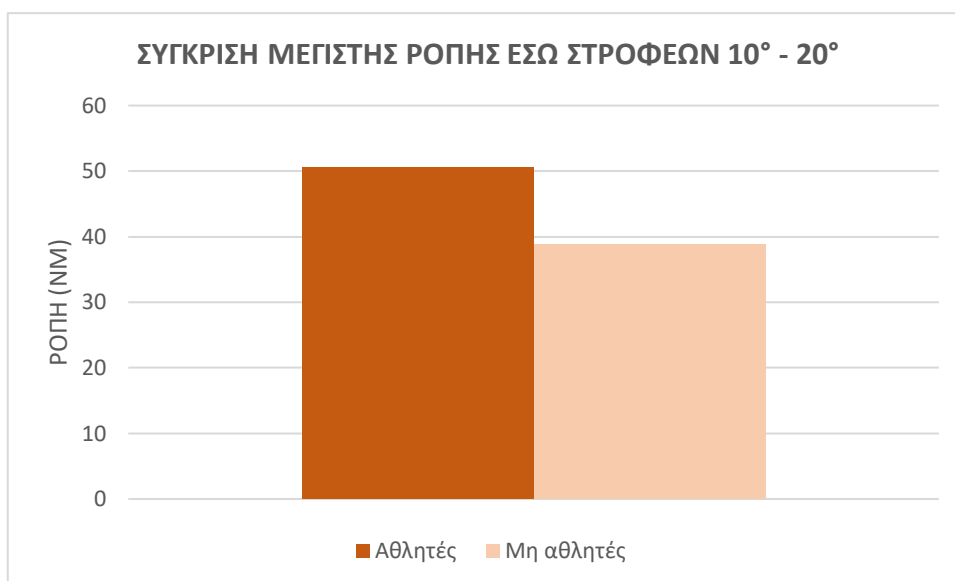
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 10° – 20° κίνησης

Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκε μέσω του Independent Samples T Test.

Πίνακας 4.19 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 10° - 20°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 50,62 Nm       | 38,82 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 19,071         | 14,443            |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,066 ( $p > 0,05$ ). Συνεπώς, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$ , ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες για τις συγκεκριμένες μοίρες τις κίνησης.



Εικόνα 4.14 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 10° - 20°

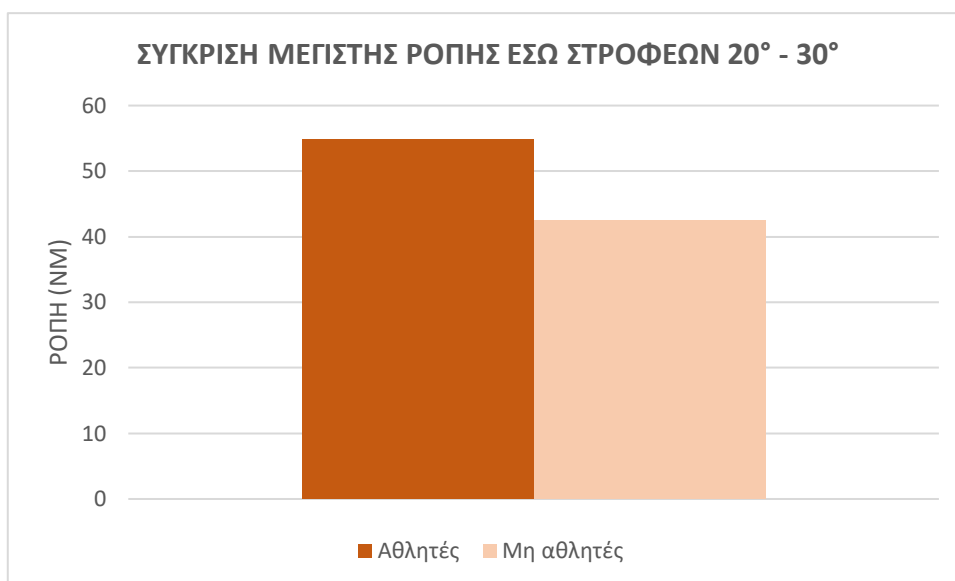
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 20° – 30° κίνησης

Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκε μέσω του Independent Samples T Test, διότι ακολουθούσαν την κανονική κατανομή.

Πίνακας 4.20 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 20° - 30°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 54,90 Nm       | 42,40 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 20,335         | 15,638            |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,070 ( $p > 0,05$ ). Συνεπώς, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$ , ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες για τις συγκεκριμένες μοίρες τις κίνησης.



Εικόνα 4.15 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 20° - 30°

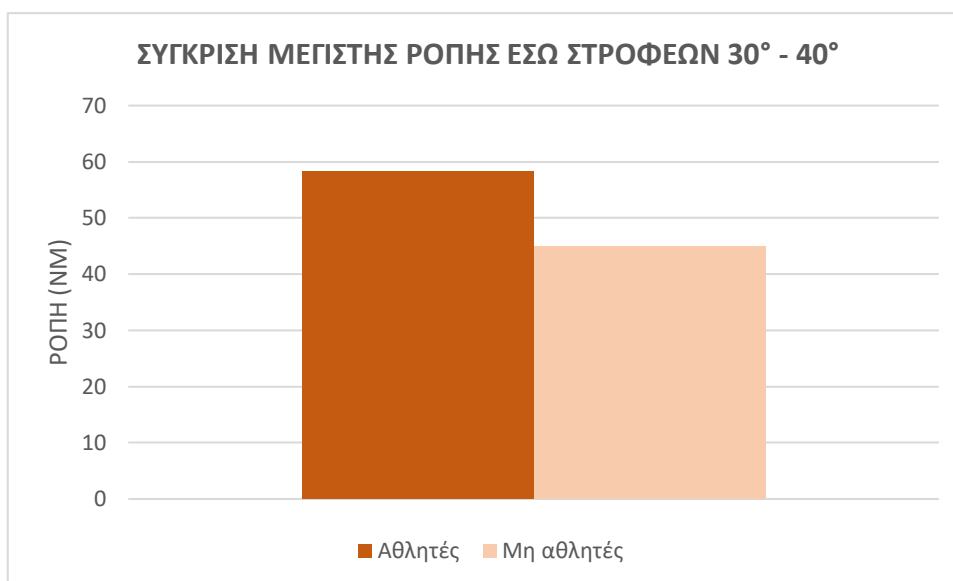
#### Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 30° – 40° κίνησης

Μέσω του Independent Samples Mann – Whitney U Test, πραγματοποιήθηκε σύγκριση με μη παραμετρική μέθοδο, διότι οι ομάδες δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή για τη συγκεκριμένη σύγκριση.

Πίνακας 4.21 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 30° - 40°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 58,4 Nm        | 44,86 Nm          |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,067 ( $p > 0,05$ ). Επομένως, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$ , ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος στις τιμές μέγιστης ροπής έσω στροφών για τις 30° - 40° κίνησης.



Εικόνα 4.16 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 30° - 40°

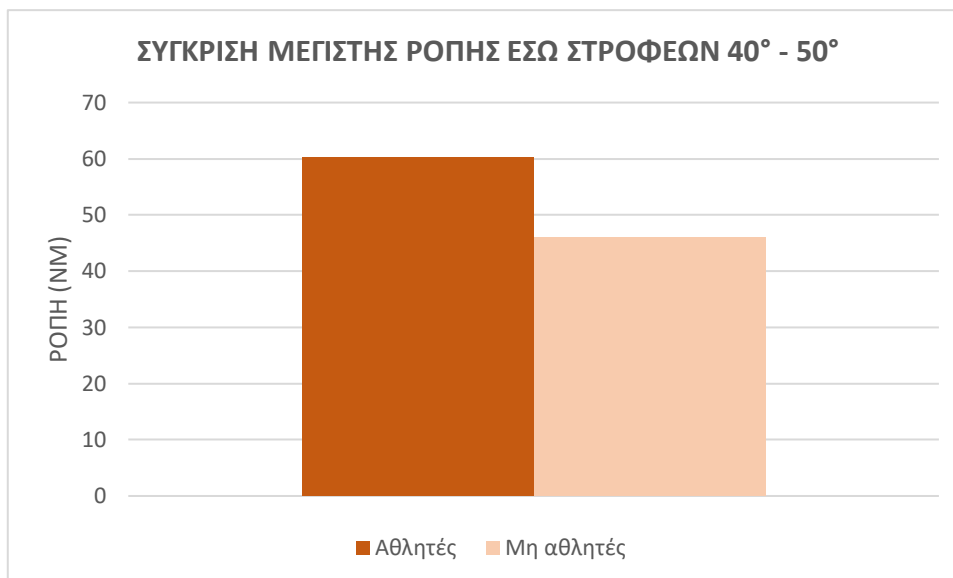
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 40° – 50° κίνησης

Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκε μέσω του Independent Samples T Test.

Πίνακας 4.22 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 40° - 50°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 60,34 Nm       | 45,91 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 20,158         | 15,724            |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,038 ( $p < 0,05$ ). Συνεπώς, εφόσον το  $p$  – value είναι μικρότερο του επιπέδου σημαντικότητας, απορρίπτουμε την υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$  (εναλλακτική) ότι **υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος, όσον αφορά τις τιμές μέγιστης ροπής που σημειώθηκαν στις 40° – 50° κίνησης του άνω άκρου.



Εικόνα 4.17 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 40° - 50°

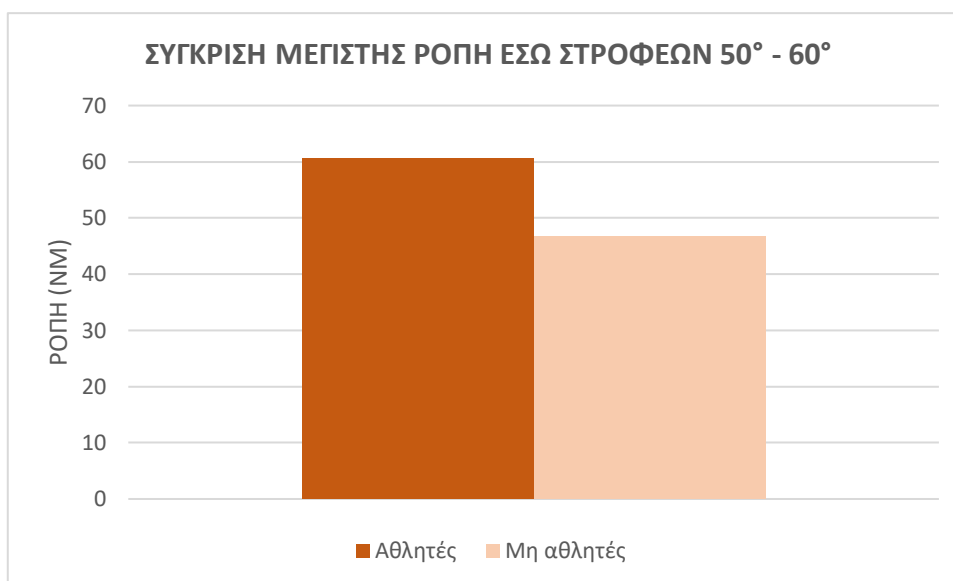
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 50° – 60° κίνησης

Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκε μέσω του Independent Samples T Test.

Πίνακας 4.23 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 50° - 60°

|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 60,58 Nm       | 46,58 Nm          |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>  | 18,510         | 15,458            |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,033 ( $p < 0,05$ ). Συνεπώς, δεχόμαστε την υπόθεση H1 (εναλλακτική), ότι ανάμεσα στις τιμές μέγιστης έσω στροφής της ομάδας των αθλητών (Α) και της ομάδας των μη αθλητών (Β), **υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.**



Εικόνα 4.18 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 50° - 60°

#### Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 60° – 70° κίνησης

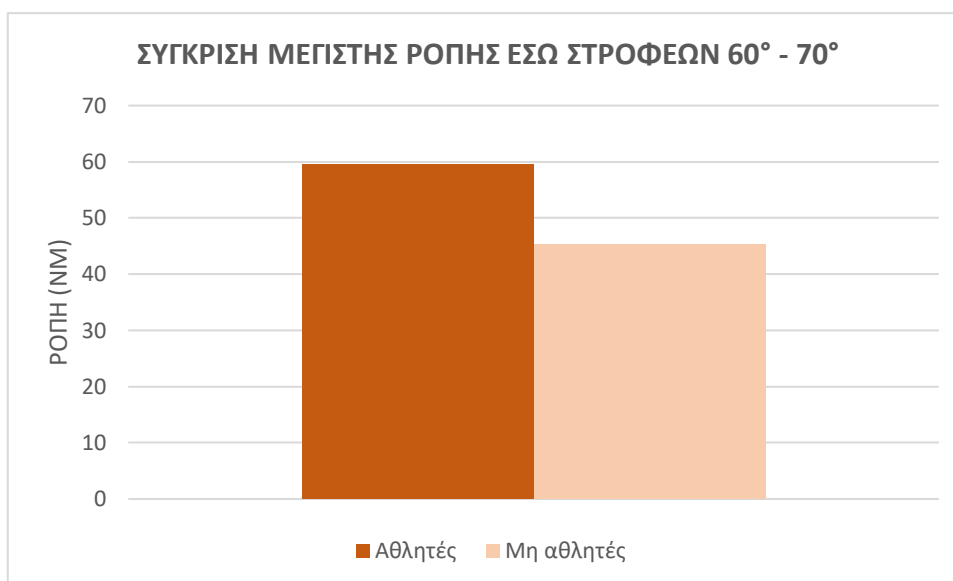
Μέσω του Independent Samples Mann – Whitney U Test, πραγματοποιήθηκε σύγκριση με μη παραμετρική μέθοδο, διότι οι ομάδες δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή για τη συγκεκριμένη σύγκριση.

Πίνακας 4.24 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 60° - 70°

|                  | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|------------------|----------|------------|
| Μ.Ο. Έσω Στροφής | 59,54 Nm | 45,36 Nm   |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,029 ( $p < 0,05$ ). Συνεπώς, λόγω του ότι το  $p$  – value είναι μικρότερο του επιπέδου σημαντικότητας, δεχόμαστε την υπόθεση  $H_1$  (εναλλακτική), δηλαδή ότι **υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές της μέγιστης ροπής έσω στροφής στις 60° – 70° κίνησης του άνω άκρου.





Εικόνα 4.19 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 60° - 70°

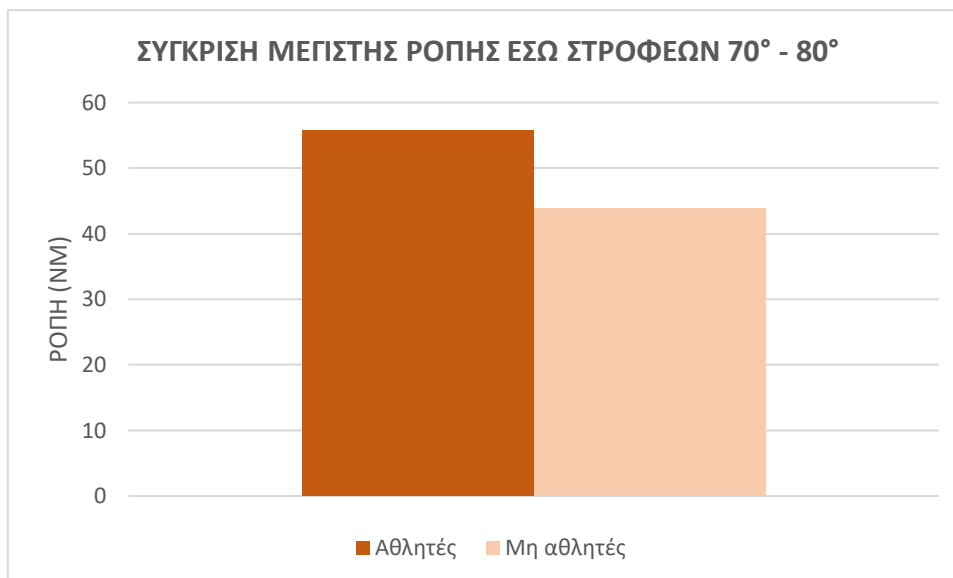
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 70° – 80° Κίνησης

Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκε μέσω του Independent Samples T Test.

Πίνακας 4.25 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 70° - 80°

|                  | ΑΘΛΗΤΕΣ  | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|------------------|----------|------------|
| Μ.Ο. Έσω Στροφής | 55,80 Nm | 43,82 Nm   |
| Τυπική Απόκλιση  | 14,229   | 12,310     |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,020 ( $p < 0,05$ ). Επομένως, γίνεται δεκτή η υπόθεση H1 (εναλλακτική) και συμπεραίνεται ότι **υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές μέγιστης έσω ροπής που σημειώνονται από τους δοκιμαζόμενους των δύο ομάδων στις 70° – 80° ισοκίνησης.



Εικόνα 4.20 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 70° - 80°

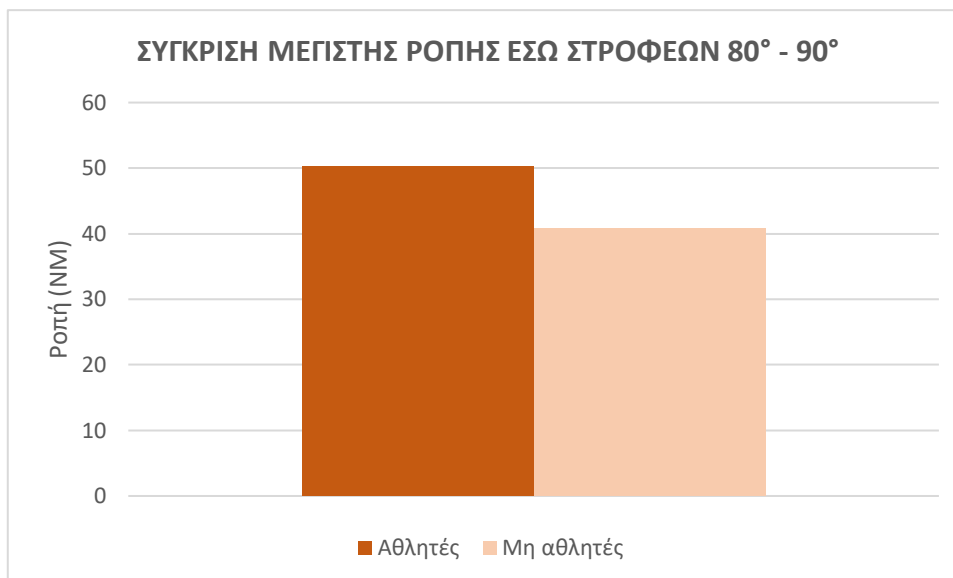
Μέγιστη Ροπή Έσω Στροφών 80° – 90° κίνησης

Μέσω του Independent Samples Mann – Whitney U Test, πραγματοποιήθηκε σύγκριση με μη παραμετρική μέθοδο, ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος.

Πίνακας 4.26 - Αποτελέσματα μέγιστης ροπής έσω στροφών 80° - 90°

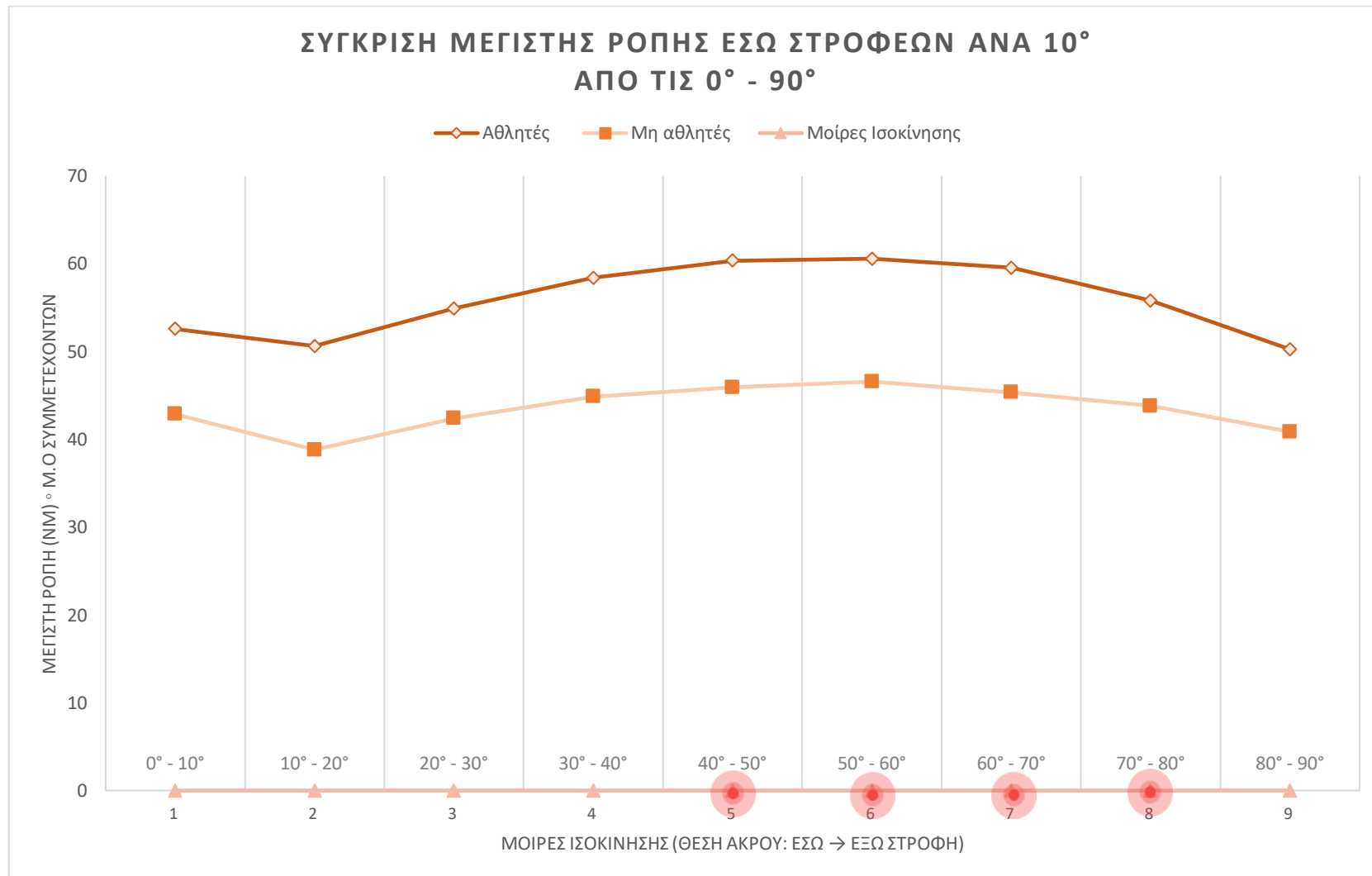
|                         | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Έσω Στροφής</i> | 50,26 Nm       | 40,86 Nm          |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,067 ( $p > 0,05$ ). Συνεπώς, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$  ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές μέγιστης έσω στροφές της ομάδας των αθλητών (Α) και της ομάδας των μη αθλητών (Β).



Εικόνα 4.21 - Γράφημα σύγκρισης μέγιστης ροπής έσω στροφών 80° - 90°

Συνοψίζοντας, στο 2<sup>ο</sup> μέρος των συγκρίσεων καταγράφηκαν οι τιμές μέγιστης έσω στροφής σε διαστήματα 10° της κίνησης του άνω άκρου στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, τόσο για την ομάδα των αθλητών (Α), όσο για την ομάδα του μη αθλούμενου πληθυσμού (Β). Στο διάγραμμα της επόμενης σελίδας απεικονίζεται συγκεντρωτικά ο τρόπος που πραγματοποιείται αυτή η μεταβολή. Οι διαφορές που παρουσιάζονται ανάμεσα στις δύο ομάδες της έρευνας, απεικονίζονται να είναι όμοιες σε ολόκληρο το εύρος των 90° της κίνησης του άνω άκρου, η οποία αξιολογείται, σε αντίθεση με την αξιολογούμενη κίνηση της έξω στροφής. Επίσης, στο διάγραμμα με τις μέγιστες ροπές της έσω στροφής, παρουσιάζονται και περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην ομάδα Α και στην ομάδα Β της έρευνας.



Εικόνα 4.22 - Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής μέγιστης ροπής έσω στροφών ανά 10° ισοκίνησης με ταχύτητα μέτρησης 120°/s (Στατιστικά σημαντικές διαφορές)

Επιπροσθέτως, στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, τα στατιστικά στοιχεία που επεξηγήθηκαν παραπάνω, όσον αφορά τη μέγιστη ροπή των έσω στροφών που προέκυψε από την ισοκινητική αξιολόγηση των δύο ομάδων, καθώς και τη μέγιστη ροπή έσω στροφών, όπως αυτή μεταβάλλεται ανά 10° κίνησης του άνω άκρου σε τόξο 90°. Παρουσιάζονται επίσης και όλες οι επιμέρους συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν μέσω του Independent Samples T Test και του Independent Samples Mann – Whitney U Test ανάμεσα στις δύο ομάδες A και B της μελέτης.

Πίνακας 4.27 - Independent Samples Test - Μέγιστη ροπή έσω στροφών

|                 |                             | Levene's Test for Equality of Variances |      | t-test for Equality of Means |       |                 |                 |                       |   |         |
|-----------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
|                 |                             | F                                       | Sig. | t                            | df    | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference |         |
|                 |                             |   |      |                              |       |                 |                 |                       | Lower                                     | Upper   |
| PT_In_Rot_0_10  | Equal variances assumed     | 3.106                                   | .089 | 1.79                         | 28    | .084            | 9.7200          | 5.4182                | -1.3787                                   | 20.8187 |
|                 | Equal variances not assumed |   |      | 1.79                         | 24.54 | .085            | 9.7200          | 5.4182                | -1.4491                                   | 20.8891 |
| PT_In_Rot_10_20 | Equal variances assumed     | .910                                    | .348 | 1.91                         | 28    | .066            | 11.8000         | 6.1769                | -.8528                                    | 24.4528 |
|                 | Equal variances not assumed |   |      | 1.91                         | 26.00 | .067            | 11.8000         | 6.1769                | -.8948                                    | 24.4948 |
| PT_In_Rot_20_30 | Equal variances assumed     | .651                                    | .427 | 1.88                         | 28    | .070            | 12.4933         | 6.6238                | -1.0748                                   | 26.0615 |
|                 | Equal variances not assumed |   |      | 1.88                         | 26.20 | .070            | 12.4933         | 6.6238                | -1.1153                                   | 26.1019 |
| PT_In_Rot_40_50 | Equal variances assumed     | .630                                    | .434 | 2.18                         | 28    | .038            | 14.4267         | 6.6066                | .8938                                     | 27.9596 |

|                 |                             |      |      |       |        |      |         |        |        |         |
|-----------------|-----------------------------|------|------|-------|--------|------|---------|--------|--------|---------|
|                 | Equal variances not assumed |      |      | 2.184 | 26.419 | .038 | 14.4267 | 6.6066 | .8572  | 27.9962 |
| PT_In_Rot_50_60 | Equal variances assumed     | .373 | .546 | 2.249 | 28     | .033 | 14.0067 | 6.2268 | 1.2517 | 26.7616 |
|                 | Equal variances not assumed |      |      | 2.249 | 27.138 | .033 | 14.0067 | 6.2268 | 1.2335 | 26.7799 |
| PT_In_Rot_70_80 | Equal variances assumed     | .180 | .674 | 2.466 | 28     | .020 | 11.9800 | 4.8581 | 2.0287 | 21.9313 |
|                 | Equal variances not assumed |      |      | 2.466 | 27.432 | .020 | 11.9800 | 4.8581 | 2.0194 | 21.9406 |

Πίνακας 4.28 - Independent Samples Mann - Whitney U Test - Μέγιστη ροπή έσω στροφών

### Hypothesis Test Summary

|   | Null Hypothesis  | Test                                    | Sig.              | Decision                    |
|---|--|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 | The distribution of PT_Internal_Rotation is the same across categories of Group. | Independent-Samples Mann-Whitney U Test | .045 <sup>a</sup> | Reject the null hypothesis. |
| 2 | The distribution of PT_In_Rot_30_40 is the same across categories of Group.      | Independent-Samples Mann-Whitney U Test | .067 <sup>a</sup> | Retain the null hypothesis. |
| 3 | The distribution of PT_In_Rot_60_70 is the same across categories of Group.      | Independent-Samples Mann-Whitney U Test | .029 <sup>a</sup> | Reject the null hypothesis. |
| 4 | The distribution of PT_In_Rot_80_90 is the same across categories of Group.      | Independent-Samples Mann-Whitney U Test | .067 <sup>a</sup> | Retain the null hypothesis. |

#### 4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΛΟΓΟΥ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΑΘΛΗΤΩΝ (Α) ΚΑΙ ΜΗ ΑΘΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (Β)

Όσον αφορά το λόγο έξω/έσω στροφών της άρθρωσης του ώμου, τόσο συνολικά της μέτρησης, όσο και ανά 10° κίνησης του άνω άκρου, πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις με παραμετρική μέθοδο και το Independent Samples Test, διότι το δείγμα ακολουθούσε την κανονική κατανομή. Στόχος ήταν να διαπιστωθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τιμές που παρουσιάζουν οι δύο συγκρινόμενες ομάδες, ώστε να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Για όλες τις συγκρίσεις του λόγου έξω/έσω στροφών που θα ακολουθήσουν και αφορούν το λόγο της συνολικής μέτρησης, αλλά και το λόγο των στροφών ανά 10° κίνησης, έχουν οριστεί οι υποθέσεις:

**H0** = Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο ανάμεσα στις δύο ομάδες

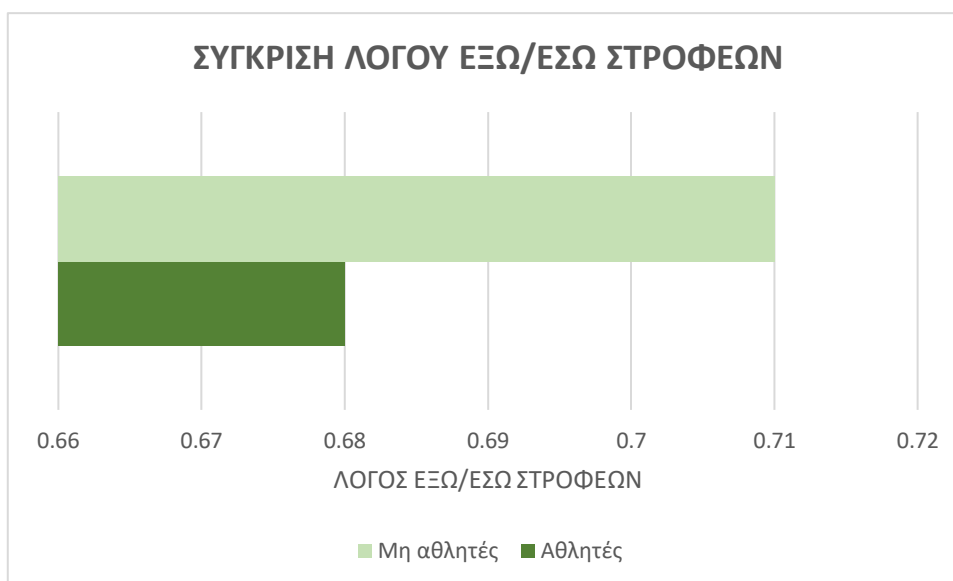
**H1 (εναλλακτική)** = Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο ανάμεσα στις δύο ομάδες

Λόγος Έξω/Εσω Στροφών Ωμου (External/Internal Rotator's Shoulder Ratio)

Πίνακας 4.29 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών

|             |                        |                | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>           | <i>Έξω/Εσω</i> | 0,68           | 0,71              |
|             | <i>Στροφών</i>         |                |                |                   |
|             | <i>Τυπική Απόκλιση</i> |                | 0,136          | 0,11              |

Για τη σύγκριση αυτή, το επίπεδο σημαντικότητας ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,504 ( $p > 0,05$ ), επομένως θα γίνει δεκτή η υπόθεση H0 ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στο μέσο όρο των τιμών του λόγου έξω/έσω στροφών που προκύπτει από την ισοκινητική μέτρηση των ομάδων.



Εικόνα 4.23 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών

Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις  $0^{\circ} - 10^{\circ}$  κίνησης

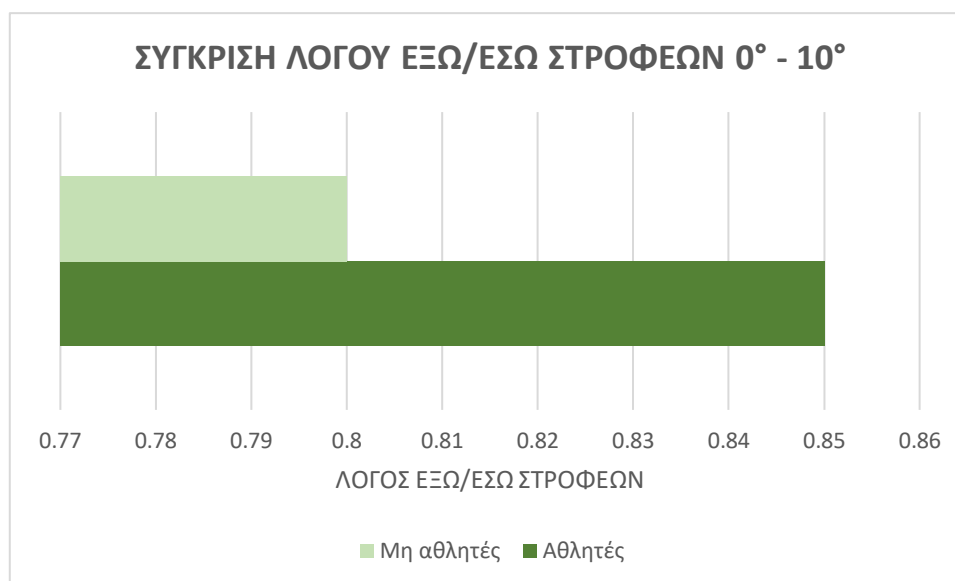
Η πρώτη επιμέρους σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες όσον αφορά το λόγο έξω/έσω στροφών ήταν στις  $0^{\circ} - 10^{\circ}$  της κίνησης του άνω άκρου στο ισοκινητικό δυναμόμετρο.

Πίνακας 4.30 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών  $0^{\circ} - 10^{\circ}$

|                                   | ΑΘΛΗΤΕΣ | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|-----------------------------------|---------|------------|
| <i>Μ.Ο. Λόγου Έξω/Εσω Στροφών</i> | 0,85    | 0,80       |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>            | 0,221   | 0,183      |

Το επίπεδο σημαντικότητας ήταν  $\text{Sig. (2-tailed)} = 0,523$  ( $p > 0,05$ ), επομένως γίνεται δεκτή η  $H_0$  ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος.





Εικόνα 4.24 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 0° - 10°

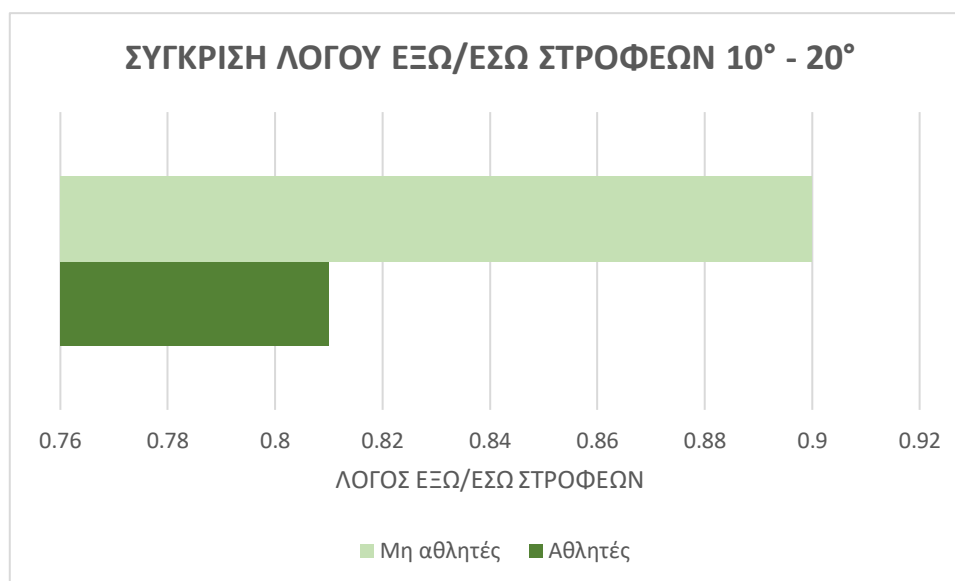
Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 10° – 20° κίνησης

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των τιμών λόγου έξω/έσω στροφών που προκύπτει από την κίνηση που πραγματοποιείται στις 10° – 20° κίνησης.

Πίνακας 4.31 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 10° - 20°

|                                   | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο. Λόγου Έξω/Εσω Στροφών</i> | 0,81           | 0,90              |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>            | 0,165          | 0,196             |

Το επίπεδο σημαντικότητας ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,192 ( $p > 0,05$ ), επομένως γίνεται δεκτή η  $H_0$  και **δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες.



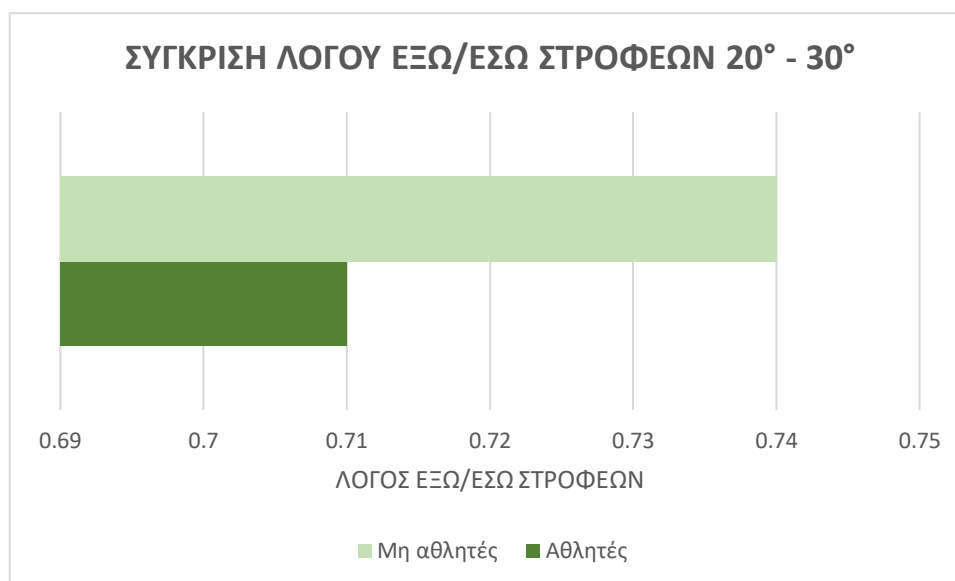
Εικόνα 4.25 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 10° - 20°

Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 20° – 30° κίνησης

Πίνακας 4.32 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 20° - 30°

|             |                |                 | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>   | <i>Έξω/Εσω</i>  | 0,71           | 0,74              |
|             | <i>Στροφών</i> |                 |                |                   |
|             | <i>Τυπική</i>  | <i>Απόκλιση</i> | 0,176          | 0,11              |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,630 ( $p > 0,05$ ) και έτσι γίνεται δεκτή η  $H_0$ , ότι **δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις δύο ομάδες που αξιολογήθηκαν.



Εικόνα 4.26 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 20° - 30°

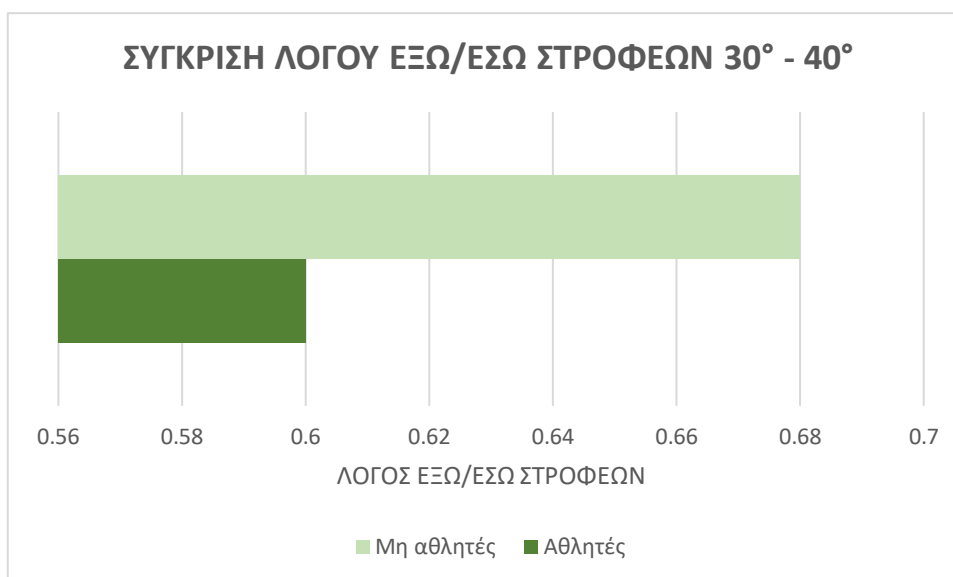
Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 30° – 40° κίνησης

Η επόμενη μεταβλητή σύγκρισης που εξετάστηκε ανάμεσα στους αθλητές (ομάδα Α) και στους μη αθλητές (ομάδα Β) ήταν ο λόγος έξω/έσω στροφής που εμφανίζεται στις 30° – 40° ισοκίνησης.

Πίνακας 4.33 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 30° - 40°

|             |                        |                | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>           | <i>Έξω/Εσω</i> | 0,60           | 0,68              |
|             | <i>Στροφών</i>         |                |                |                   |
|             | <i>Τυπική Απόκλιση</i> |                | 0,115          | 0,152             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,135 ( $p > 0,05$ ), επομένως, πρέπει να δεχτούμε την υπόθεση  $H_0$ , ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές σύγκρισης των δύο ομάδων της έρευνας.



Εικόνα 4.27 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 30° - 40°

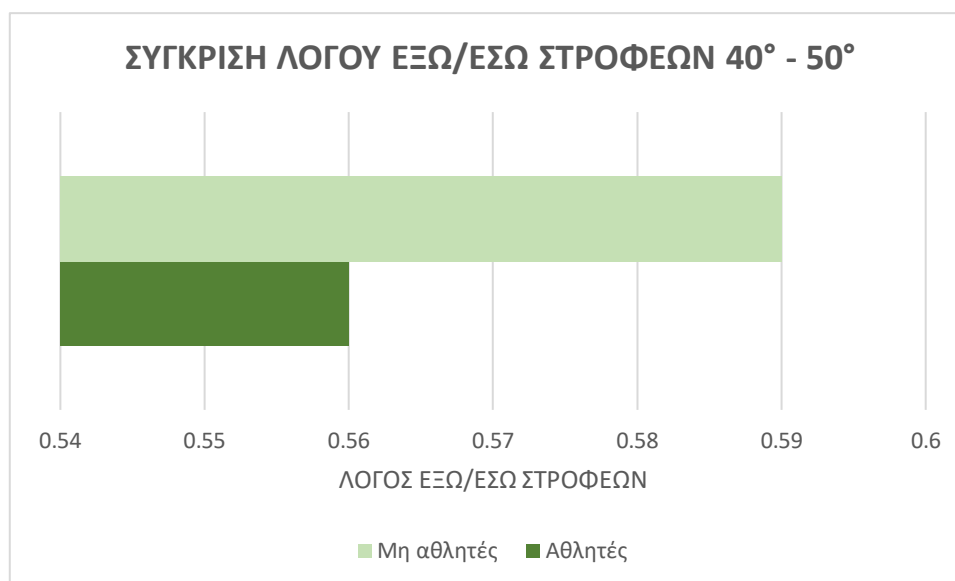
Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 40° – 50° κίνησης

Η επόμενη σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες, βρίσκεται στο μέσο του εύρους τροχιάς της κίνησης που αξιολογήθηκε με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, δηλαδή στις 40° – 50° κίνησης.

Πίνακας 4.34 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 40° - 50°

|             |                |                 | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>   | <i>Έξω/Εσω</i>  | 0,56           | 0,59              |
|             | <i>Στροφών</i> |                 |                |                   |
|             | <i>Τυπική</i>  | <i>Απόκλιση</i> | 0,112          | 0,136             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,480 ( $p > 0,05$ ). Έτσι, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$  ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές** ανάμεσα στις ομάδες του δείγματος.



Εικόνα 4.28 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 40° - 50°

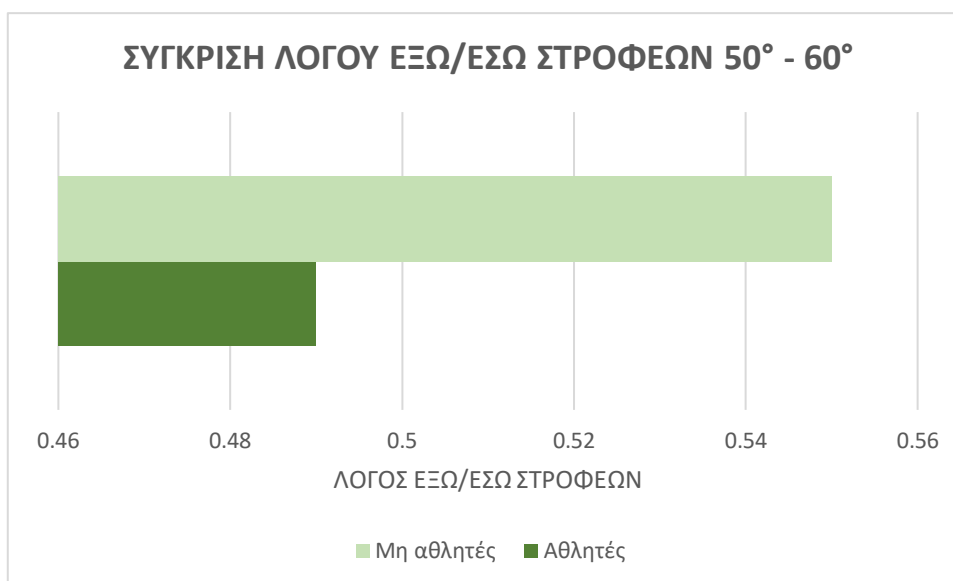
Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 50° – 60° κίνησης

Μετά το μέσο του εύρους κίνησης που αξιολογείται στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, μελετάται ο λόγος έξω/έσω στροφών των δοκιμαζόμενων στις 50° – 60° ισοκίνησης.

Πίνακας 4.35 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 50° - 60°

|             |                        |                | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>           | <i>Έξω/Εσω</i> | 0,49           | 0,55              |
|             | <i>Στροφών</i>         |                |                |                   |
|             | <i>Τυπική Απόκλιση</i> |                | 0,07           | 0,130             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,171 ( $p > 0,05$ ) και έτσι απορρίπτεται η  $H_1$  και γίνεται δεκτή η  $H_0$ , σύμφωνα με την οποία **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές των δύο ομάδων που συγκρίνονται ως προς τη συγκεκριμένη μεταβλητή του λόγου των στροφών του ώμου.



Εικόνα 4.29 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 50° - 60°

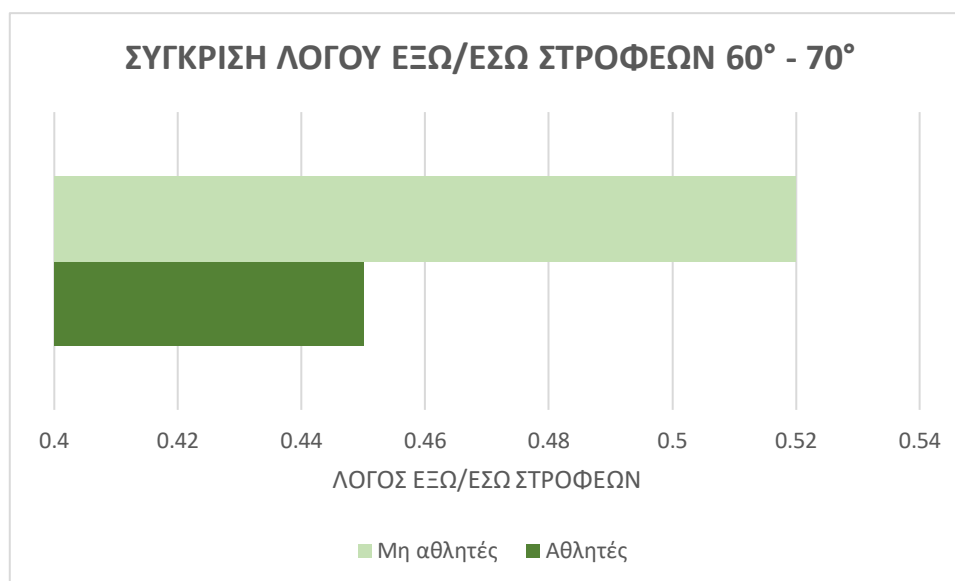
Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 60° – 70° κίνησης

Συνεχίζοντας τις συγκρίσεις με το Independent Samples T Test, όπως όλες τις επιμέρους μετρήσεις που αφορούν το λόγο έξω/έσω στροφών για τις δύο ομάδες, πραγματοποιήθηκε σύγκριση του λόγου στις 60° – 70° κίνησης.

Πίνακας 4.36 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 60° - 70°

|             |                        |                | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>           | <i>Έξω/Εσω</i> | 0,45           | 0,52              |
|             | <i>Στροφών</i>         |                |                |                   |
|             | <i>Τυπική Απόκλιση</i> |                | 0,68           | 0,127             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,067 ( $p > 0,05$ ) και επομένως, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$  ότι **δεν εντοπίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές** ανάμεσα στους λόγους των δύο ομάδων σε αυτές τις μοίρες της κίνησης του άνω άκρου.



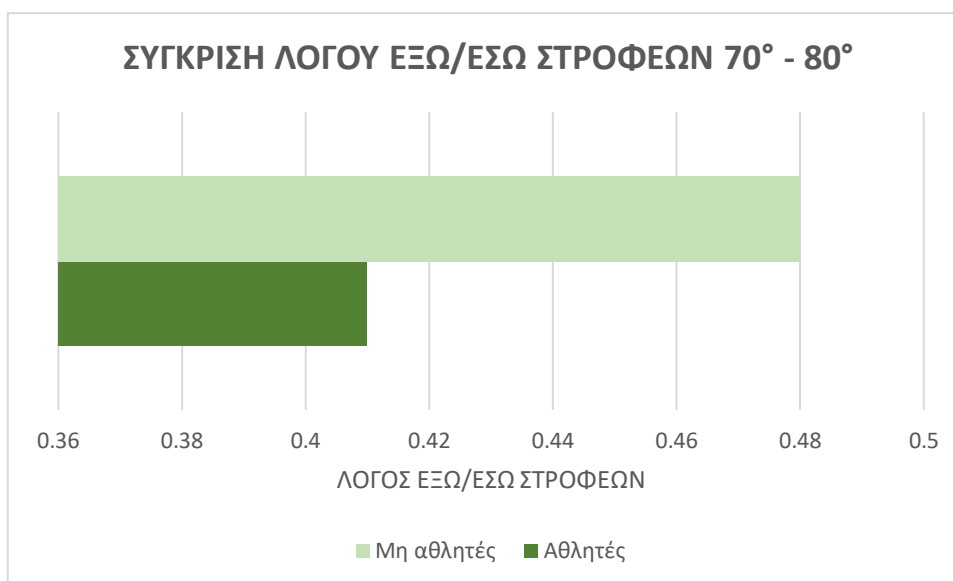
Εικόνα 4.30 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 60° - 70°

Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 70° – 80° κίνησης

Πίνακας 4.37 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 70° - 80°

|             |                |                 | <b>ΑΘΛΗΤΕΣ</b> | <b>ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ</b> |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| <i>Μ.Ο.</i> | <i>Λόγου</i>   | <i>Έξω/Εσω</i>  | 0,41           | 0,48              |
|             | <i>Στροφών</i> |                 |                |                   |
|             | <i>Τυπική</i>  | <i>Απόκλιση</i> | 0,084          | 0,127             |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,082 ( $p > 0,05$ ) και έτσι γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$  ότι **δεν παρατηρείται κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά** ανάμεσα στις τιμές λόγου έξω/έσω στροφών των δύο ομάδων.



Εικόνα 4.31 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 70° - 80°

Λόγος Έξω/Εσω Στροφών στις 80° – 90° κίνησης

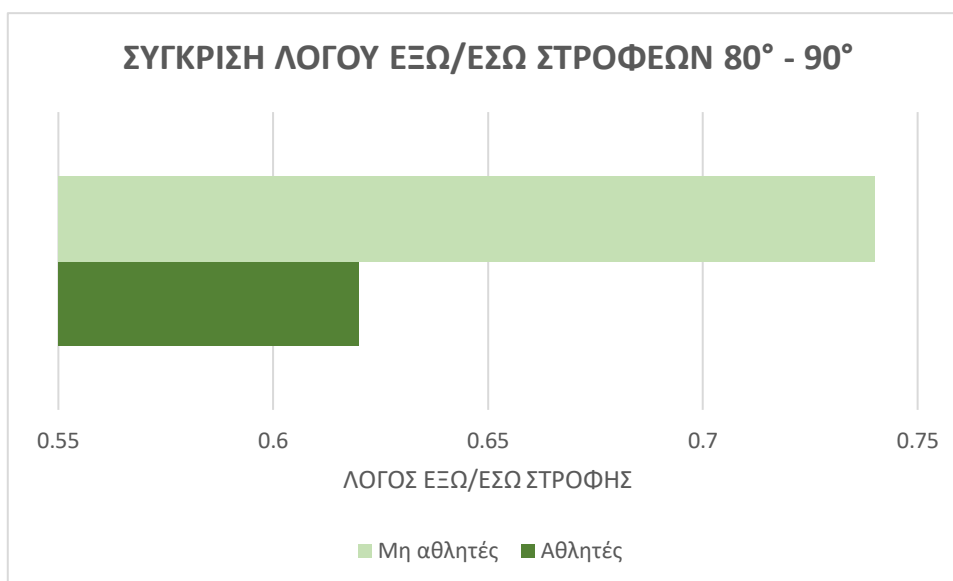
Το τόξο των 80° – 90° της κίνησης, είναι οι τελευταίες 10° που αξιολογήθηκαν μέσα από τη συγκεκριμένη ισοκινητική αξιολόγηση στα πλαίσια της έρευνας.

Πίνακας 4.38 - Αποτελέσματα λόγου έξω/έσω στροφών 80° - 90°

|                                   | ΑΘΛΗΤΕΣ | ΜΗ ΑΘΛΗΤΕΣ |
|-----------------------------------|---------|------------|
| <i>Μ.Ο. Λόγου Έξω/Εσω Στροφών</i> | 0,62    | 0,74       |
| <i>Τυπική Απόκλιση</i>            | 0,205   | 0,302      |

Το επίπεδο σημαντικότητας της σύγκρισης ήταν Sig. (2 – tailed) = 0,207 ( $p > 0,05$ ). Επομένως, γίνεται δεκτή η υπόθεση  $H_0$  ότι δεν εντοπίζεται στη σύγκριση μεταξύ του λόγου των ομάδων **καμιά διαφορά που να είναι στατιστικά σημαντική.**





Εικόνα 4.32 - Γράφημα σύγκρισης λόγου έξω/έσω στροφών 80° - 90°

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της στατιστικής ανάλυσης, ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος, μέσω του Independent Samples T Test:

Πίνακας 4.39 - Independent Samples Test - Λόγος έξω/έσω στροφών

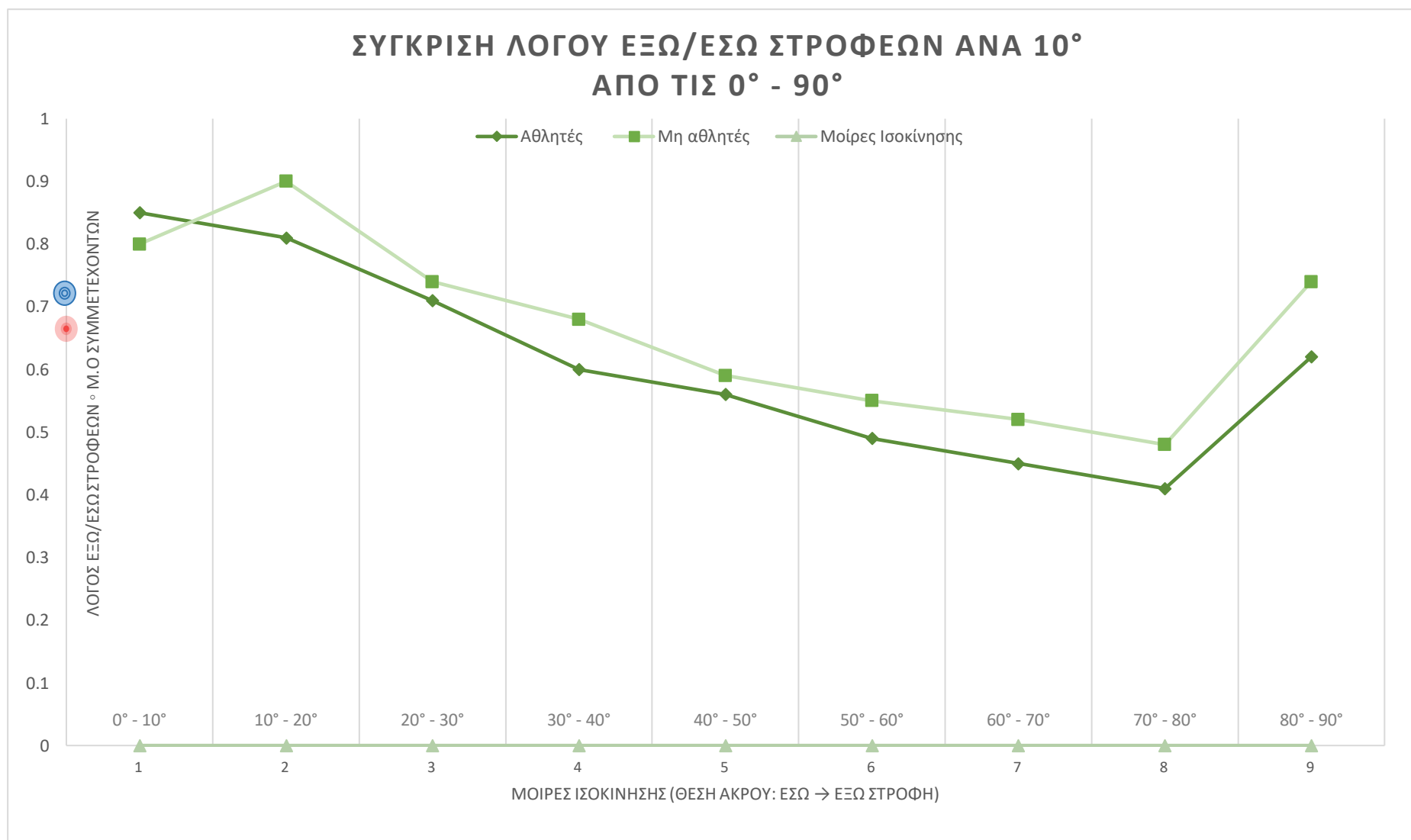
|                                  |                             | Levene's Test for Equality of Variances |      | t-test for Equality of Means |        |                 |                 |                       |   |        |
|----------------------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
|                                  |                             | F                                       | Sig. | t                            | df     | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference |        |
|                                  |                             |   |      |                              |        |                 |                 |                       | Lower                                     | Upper  |
| Ratio_External_Internal_Rotation | Equal variances assumed     | .498                                    | .486 | -.676                        | 28     | .504            | -.03067         | .04535                | -.12356                                   | .06223 |
|                                  | Equal variances not assumed |   |      | -.676                        | 26.862 | .505            | -.03067         | .04535                | -.12374                                   | .06241 |
| Ratio_0_10                       | Equal variances assumed     | .317                                    | .578 | .647                         | 28     | .523            | .04800          | .07424                | -.10408                                   | .20008 |
|                                  | Equal variances not assumed |   |      | .647                         | 27.075 | .523            | .04800          | .07424                | -.10431                                   | .20031 |
| Ratio_10_20                      | Equal variances assumed     | .107                                    | .746 | -                            | 28     | .192            | -.08867         | .06637                | -.22463                                   | .04730 |
|                                  |                             |   |      | 1.336                        |        |                 |                 |                       |   |        |

|             |                             |       |       |         |       |         |         |         |         |        |
|-------------|-----------------------------|-------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|--------|
|             | Equal variances not assumed |       |       | - 27.24 | .193  | -.08867 | .06637  | -.22480 | .04747  |        |
|             |                             |       | 1.336 | 2       |       |         |         |         |         |        |
| Ratio_20_30 | Equal variances assumed     | .044  | .835  | -.487   | 28    | .630    | -.03067 | .06293  | -.15957 | .09823 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -.487   | 27.93 | .630    | -.03067 | .06293  | -.15958 | .09825 |
|             |                             |       |       |         | 1     |         |         |         |         |        |
| Ratio_30_40 | Equal variances assumed     | 1.330 | .259  | -       | 28    | .135    | -.07600 | .04938  | -.17715 | .02515 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -       | 26.02 | .136    | -.07600 | .04938  | -.17749 | .02549 |
|             |                             |       |       |         | 1.539 |         |         |         |         |        |
| Ratio_40_50 | Equal variances assumed     | .301  | .588  | -.716   | 28    | .480    | -.03267 | .04564  | -.12615 | .06082 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -.716   | 26.98 | .480    | -.03267 | .04564  | -.12631 | .06098 |
|             |                             |       |       |         | 0     |         |         |         |         |        |
| Ratio_50_60 | Equal variances assumed     | 2.145 | .154  | -       | 28    | .171    | -.05533 | .03936  | -.13597 | .02530 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -       | 22.98 | .173    | -.05533 | .03936  | -.13677 | .02610 |
|             |                             |       |       |         | 1.406 |         |         |         |         |        |
| Ratio_60_70 | Equal variances assumed     | 2.637 | .116  | -       | 28    | .067    | -.07133 | .03739  | -.14792 | .00525 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -       | 21.51 | .070    | -.07133 | .03739  | -.14897 | .00630 |
|             |                             |       |       |         | 1.908 |         |         |         |         |        |
| Ratio_70_80 | Equal variances assumed     | 2.325 | .139  | -       | 28    | .082    | -.07133 | .03950  | -.15226 | .00959 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -       | 24.33 | .083    | -.07133 | .03950  | -.15281 | .01014 |
|             |                             |       |       |         | 1.806 |         |         |         |         |        |
| Ratio_80_90 | Equal variances assumed     | 1.363 | .253  | -       | 28    | .207    | -.12200 | .09449  | -.31556 | .07156 |
|             | Equal variances not assumed |       |       | -       | 24.65 | .209    | -.12200 | .09449  | -.31675 | .07275 |
|             |                             |       |       |         | 1.291 |         |         |         |         |        |
|             |                             |       |       |         | 2     |         |         |         |         |        |

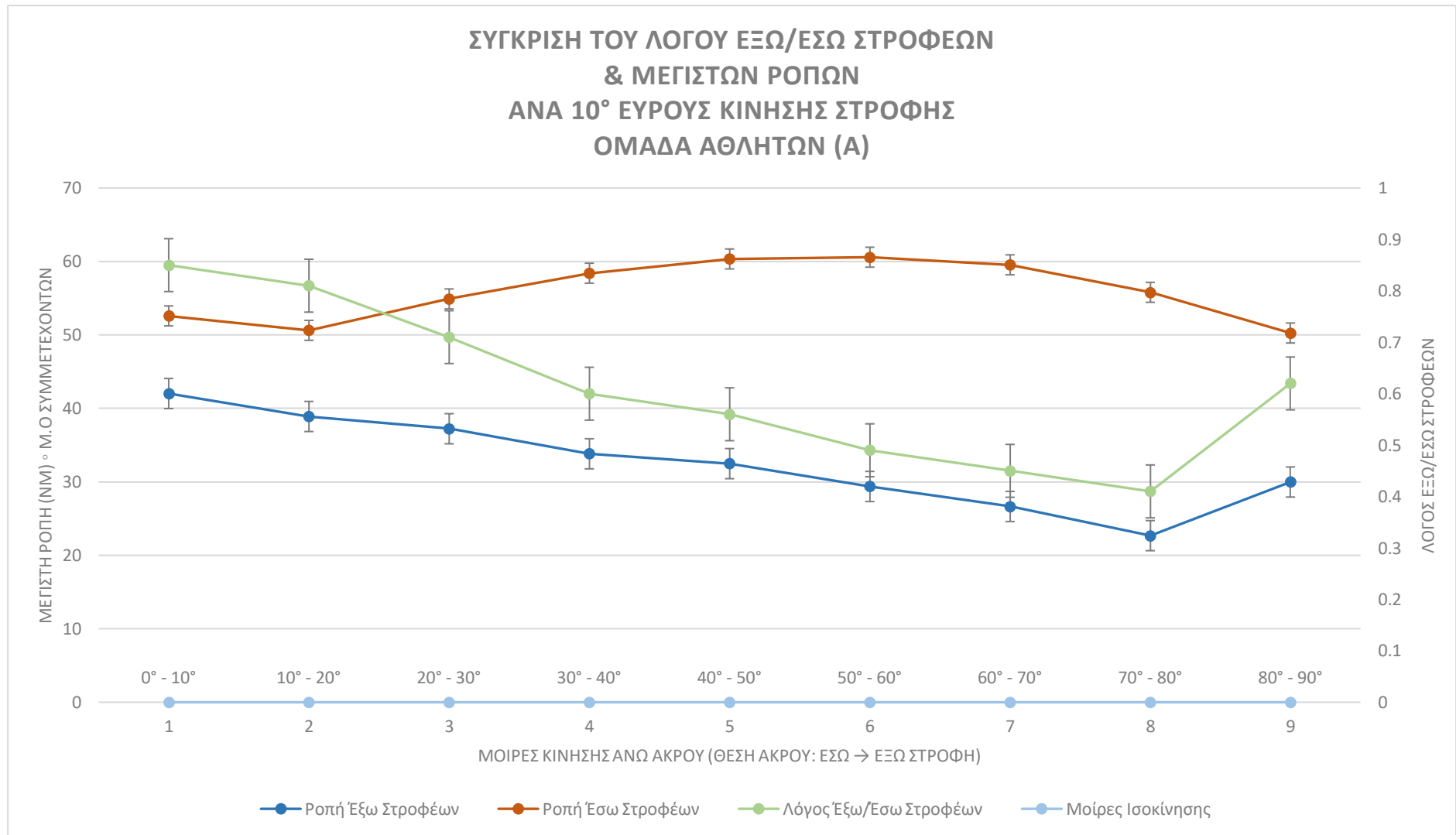
Στην κίνηση του άνω άκρου από τις 0° έως τις 90°, μεταβάλλονται οι παραγόμενες ροπές, τόσο των μυών που συμμετέχουν στην έσω, όσο και των μυών που συμμετέχουν στην έξω στροφή του άνω άκρου, καθώς αλλάζει το μήκος τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μεταβάλλεται και ο η σχέση των στροφέων. Στο γράφημα της επόμενης σελίδας απεικονίζεται συγκεντρωτικά, με ποιον ακριβώς τρόπο φαίνεται να συμβαίνει αυτή η μεταβολή, όπως προκύπτει από τη μέτρηση του δείγματος των δύο ανεξάρτητων ομάδων της μελέτης.

Επιπροσθέτως, στα διαγράμματα που ακολουθούν, γίνεται απεικόνιση της μεταβολής του λόγου των έξω/έσω στροφέων του ώμου ανά 10° κίνησης του άνω άκρου, σε συνδυασμό με

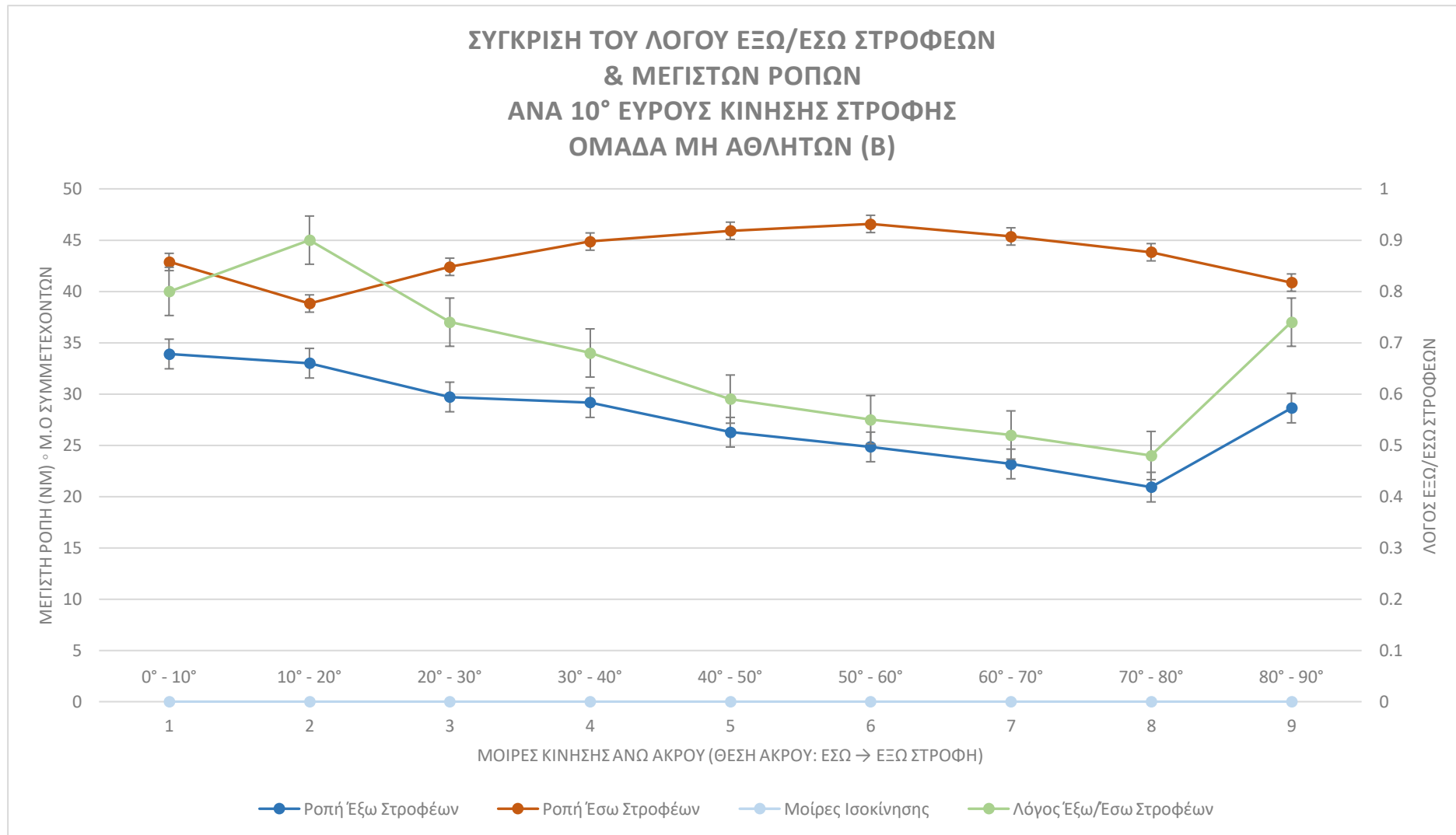
τις μέγιστες ροπές που σημειώνονται σε κάθε ένα από τα επιμέρους τόξα των  $10^\circ$  της κίνησης του άνω άκρου. Στις  $0^\circ$  το άνω άκρο ξεκινάει την κίνηση από θέση έσω στροφής, και καθώς κινείται προς τις  $90^\circ$ , τείνει να τερματίσει την κίνηση σε θέση έξω στροφής, συμπληρώνοντας όλο το εξεταζόμενο εύρος τροχιάς.



Εικόνα 4.33 - Διάγραμμα σύγκρισης του λόγου έξω/έσω στροφών ανά 10° ισοκίνησης με ταχύτητα μέτρησης 120°/s (Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές) (General ratio αθλητών/general ratio μη αθλητών)



Εικόνα 4.34 - Συγκεντρωτικό διάγραμμα σύγκρισης του λόγου έξω/έσω στροφῶν και μέγιστων ροπῶν ανά 10° εύρους κίνησης στροφῆς με ταχύτητα μέτρησης 120°/s - Ομάδα αθλητῶν (Α)



Εικόνα 4.35 - Συγκεντρωτικό διάγραμμα σύγκρισης του λόγου έξω/έσω στροφένων και μέγιστων ροπών ανά 10° εύρους κίνησης στροφής με ταχύτητα μέτρησης 120°/s - Ομάδα μη αθλητών (B)

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν άτομα που ασχολούνται ερασιτεχνικά με αθλήματα “overhead”, με μεγάλη εβδομαδιαία συχνότητα. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της ομάδας του δείγματος είναι η συνεχής χρήση του άνω άκρου, πάνω από το επίπεδο του ώμου, όπως έχει προαναφερθεί. Γι’ αυτό τον σκοπό, επιλέχθηκε να συγκριθούν τα άτομα αυτά, με τη δεύτερη ομάδα του δείγματος, την ομάδα ελέγχου, η οποία απαρτίζεται από άτομα που δεν έχουν καμία τέτοια δραστηριότητα, αλλά ούτε και εργασία που να απαιτεί συνεχή χρήση ή καταπόνηση του άνω άκρου με μέτρια ή μεγάλη συχνότητα.

Στόχος της έρευνας, μετά τη σύγκριση των δύο αυτών ομάδων, είναι να μελετηθούν τα επιμέρους ευρήματα και να απαντηθεί το ερώτημα εάν οι αθλητές φαίνεται να είναι τελικά πιο επιρρεπείς σε τραυματισμούς από ότι η ομάδα ελέγχου, μέσω της διερεύνησης του λόγου των έξω/έσω στροφών του ώμου. Οι αθλητές με “overhead” δραστηριότητα, ακολουθούν ένα πολύ συχνό και απαιτητικό πρόγραμμα προπονήσεων, καθώς ανήκουν σε ενεργές ομάδες. Έτσι, τέθηκαν και ερωτήματα σχετικά με το αν συμβάλλει η προπόνηση, αν πραγματοποιείται σωστά και αποτελεσματικά, ώστε να προλαμβάνονται οι τραυματισμοί, ή αν τελικά αποτελεί έναν επιβαρυντικό παράγοντα σε ορισμένες περιπτώσεις, προκαλώντας σύνδρομα υπέρχρησης, περισσότερους και συχνότερους τραυματισμούς. Από την άλλη πλευρά, τέθηκε το ερώτημα ποιες διαφορές υπάρχουν στα ευρήματα που παρουσιάζουν τα μη δραστήρια άτομα σε σύγκριση με τους αθλητές και αν μπορούν στην πραγματικότητα να θεωρηθούν αυτά τα άτομα πιο επιρρεπή σε τραυματισμούς, λόγω των πιθανά χαμηλότερων ροπών που είναι σε θέση να παράγουν, σύμφωνα με τις ερευνητικές υποθέσεις. Έχοντας λοιπόν όλα αυτά τα στοιχεία και τα δεδομένα μετά το πέρας της έρευνας, μπορεί να γίνει διερεύνηση της μεταβολής του λόγου παραγόμενης ροπής των έξω/έσω στροφών της άρθρωσης του ώμου και η σύγκριση ανάμεσα σε αθλούμενο και μη αθλούμενο πληθυσμό. Επομένως, έγινε μια προσπάθεια να διερευνηθεί η μεταβολή αυτή, αναζητώντας την επίδραση που έχει η διαρκώς μεταβαλλόμενη θέση του άνω άκρου, κατά τη διαδικασία της ισοκινητικής αξιολόγησης. Επίσης, έγινε καταγραφή του μοτίβου που ακολουθεί η μεταβολή και για τις δύο ομάδες, για να παρατηρηθούν και να σχολιαστούν οι διαφορές. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα, ως το πιο έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης. Παρόλο που η μέτρηση και η ισοκινητική αξιολόγηση μοιάζει απλή και σύντομη διαδικασία, αξίζει να σημειωθεί ότι ο όγκος των δεδομένων που συλλέχθηκαν, και στη συνέχεια επεξεργάστηκαν, ήταν πολύ μεγάλος. Αυτό συνέβη, διότι για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας, δεν καταγράφηκαν απλώς η μέγιστες παραγόμενες ροπές των έσω και έξω στροφών των ατόμων του δείγματος, αλλά υπολογίστηκαν όλες οι μέγιστες

ροπές ανά  $10^\circ$  του εύρους κίνησης και για την έσω και για την έξω στροφή και έπειτα υπολογίστηκε ο λόγος των δύο.

Οι ερευνητικές υποθέσεις της έρευνας παρουσιάζονται παρακάτω:

- H0 (μηδενική): Οι υγιείς αθλητές/άτομα που έχουν αυξημένη φυσική δραστηριότητα, δεν παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές λόγου έξω/έσω στροφών ώμου και υψηλότερες ροπές ανά 10 μοίρες ισοκίνησης, σε σύγκριση με άτομα που δε συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες.
- H1 (εναλλακτική): Οι υγιείς αθλητές/άτομα που έχουν αυξημένη φυσική δραστηριότητα, παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές λόγου έξω/έσω στροφών ώμου και υψηλότερες ροπές ανά 10 μοίρες ισοκίνησης από τα άτομα που δε συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες.

Έπειτα λοιπόν από τη διαδικασία της ισοκινητικής αξιολόγησης της ομάδας των “overhead” αθλητών (A) και της ομάδας των μη αθλητών (B), αλλά και μετά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και των συγκρίσεων του δείγματος στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι δυνατό να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα.

#### 5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΕΞΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ: ΑΘΛΗΤΕΣ & ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η μέγιστη ροπή έξω στροφής, σημείωσε μικρότερες τιμές από τη μέγιστη ροπή της έσω στροφής και στις δύο ομάδες. Αυτό παρατηρήθηκε σε όλες τις μοίρες του εύρους κίνησης του άνω άκρου και συμφωνεί με τα ευρήματα – σχετιζόμενα με τη ροπή – που απαντώνται σε παλαιότερες μελέτες (Ivey et al, 1985) (Brown et al, 1988) (Alderink & Kuck, 1986) (Hinton, 1988). Επίσης, μπορεί να αιτιολογηθεί από τη διαφορά του μεγέθους των μυών, καθώς μύες μεγαλύτερης επιφάνειας διατομής, όπως είναι οι έσω στροφείς, είναι δυνατό να παράγουν μεγαλύτερη ροπή (Lin et al, 2015).

Πιο συγκεκριμένα, από τα συγκεντρωτικά διαγράμματα μεταβολής του λόγου έξω/έσω στροφών και ροπών ανά  $10^\circ$  κίνησης στροφής της ομάδας των αθλητών (A), παρατηρείται ότι οι μέγιστες τιμές των ροπών έξω στροφών από τις  $0^\circ$  κίνησης (μπλε χρώμα) (Εικόνα 4.11, 4.34 & 4.35), ακολουθούν μια σταδιακά πτωτική τάση, μέχρι τις  $80^\circ$ , όπου τελικά, μέχρι το τέλος της κίνησης, αυξάνεται μερικώς, χωρίς να ξεπερνάει τις τιμές που καταγράφηκαν στις πρώτες μοίρες της κίνησης. Αντίστοιχα, στην ομάδα B, ακολουθείται η ίδια πτωτική τάση, καθώς το άνω άκρο κινείται προς τη θέση της έξω στροφής, όπου και πάλι στο σημείο που το άνω άκρο βρίσκεται στις  $80^\circ$ , γίνεται μια μικρή αύξηση της ροπής μέχρι τις  $90^\circ$  που τελικά τερματίζεται η κίνηση.



Οι αθλητές, σημείωσαν υψηλότερες ροπές έξω στροφών από την ομάδα ελέγχου, ανά  $10^\circ$  κίνησης για όλο το εύρος της κίνησης, όπως αναμενόταν, και έχει αναφερθεί στις ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας εργασίας. Όμως, πρέπει να σημειωθεί, ότι παρόλο που οι ροπές έξω στροφών ήταν αριθμητικά μεγαλύτερες για όλο το τόξο της κίνησης, υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη σύγκριση των δύο ομάδων, μόνο σε 2 τόξα της τροχιάς, στις  $0^\circ - 10^\circ$  και στις  $40^\circ - 50^\circ$  θέσης του άνω άκρου. Για όλες τις υπόλοιπες μοίρες του εύρους κίνησης της στροφής του άκρου, αλλά και για τη μέγιστη ροπή της έξω στροφής της συνολικής μέτρησης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες της μελέτης. Το σημείο του εύρους τροχιάς που παράγονται οι μεγαλύτερες ροπές έξω στροφής είναι στην αρχή της κίνησης, δηλαδή όταν το άκρο βρίσκεται στις  $0^\circ - 10^\circ$ , όπως αντίστοιχα το σημείο που οι έξω στροφείς παράγουν λιγότερη ροπή είναι οι  $70^\circ - 80^\circ$  και στις δύο ομάδες.

Τα ευρήματα της μελέτης είναι σύμφωνα με την αρθρογραφία, καθώς σε ηλεκτρομυογραφική μελέτη της παραγόμενης ροπής των στροφών του ώμου, καταγράφηκε η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των μυών του πετάλου των στροφών. Οι δοκιμαζόμενοι κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν ασκήσεις με τη χρήση λάστιχου. Κατά τον πλειομετρικό έλεγχο από τους έξω στροφείς, παρατηρήθηκε ότι η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του υπερακανθίου ήταν  $64 \pm 33$ , του υπακανθίου  $45 \pm 21$ , του ελάσσονος στρογγύλου  $90 \pm 50$  και τέλος του υποπλατίου  $69 \pm 48$  (% MVIC/Μέγιστης Εθελούσιας Ισομετρικής Σύσπασης). Αντίστοιχα, στη φάση όπου το άνω άκρο πραγματοποιούσε την κίνηση της έσω στροφής (από θέση έξω στροφής), παρατηρήθηκε ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα στον υπερακάνθιο  $36 \pm 32$ , στον υπακάνθιο  $33 \pm 22$ , στον ελάσσονα στρογγύλο  $89 \pm 57$  και τέλος στον υποπλάτιο  $94 \pm 51$  (% MVIC) (Escamilla et al, 2009). Συνεπώς, εάν παρατηρηθεί η μέγιστη ενεργοποίηση των έξω στροφών (Μ.Ο. από τους 4 έξω στροφείς που έχουν αξιολογηθεί =  $66,3\%$  MVIC) και συγκριθεί με τη μέγιστη ενεργοποίηση των έσω στροφών (υποπλάτιος μυς  $94\%$  MVIC), παρατηρείται ότι οι συνολικές παραγόμενες ροπές των έξω στροφών στον πλειομετρικό έλεγχο, είναι σαφώς μικρότερες από την παραγόμενη ροπή του υποπλατίου κατά την έσω στροφή του άκρου. Έχει αναφερθεί επιπροσθέτως στην αρθρογραφία, μέσω ηλεκτρομυογραφίας, ότι η μεγαλύτερη ροπή έξω στροφής σε ισομετρική μέτρηση, είναι δυνατό να παραχθεί στο επίπεδο της ωμοπλάτης με  $45^\circ$  ανύψωσης – δηλαδή στη θέση που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις της έρευνας – σε μέση θέση ή σε θέση έσω στροφής του άνω άκρου. Ακόμα, ότι σε θέση έξω στροφής του άκρου καταγράφηκαν οι μικρότερες ροπές έξω στροφών (Jenp et al, 1996), είτε έτειναν στο να παραμείνουν σταθερές χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις

(Yasojima et al, 2008). Επομένως, μπορεί να αιτιολογηθεί η αυξημένη ροπή έξω στροφής που παρατηρείται από τις 0° της θέσης του άκρου (αρχή της κίνησης), όπου αυτό βρίσκεται σε θέση έσω στροφής, ενώ σταδιακά η ροπή τείνει να μειωθεί, εύρημα που παρατηρήθηκε και στις δύο ομάδες της έρευνας. Παρόμοια, στη μελέτη των Stodart et al, όπου ερευνάται η επιφανειακή ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του υπακανθίου και η παραγόμενη ροπή σε ασκήσεις έξω στροφής του ώμου, παρατηρείται ότι το μέγιστο των ροπών έξω στροφής (external torque maximum) παράγεται όταν το άκρο τείνει να κατευθύνεται προς τη θέση έσω στροφής (Stodart et al, 2020), το οποίο επίσης συμφωνεί με τα ευρήματα της ροπής έξω στροφών που παρουσιάστηκαν παραπάνω (Εικόνα 4.34 & Εικόνα 4.35). Τέλος, σε μια ακόμα έρευνα στην οποία έχουν καταγραφεί η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα και οι διαφορές που αυτή παρουσιάζει σε διάφορες ανατομικές θέσεις του άκρου, αναφέρεται ότι η ροπή των έξω στροφών είναι αυξημένη στη θέση της δοκιμασίας “empty can”, δηλαδή στη θέση έσω στροφής του άκρου (Yasojima et al, 2008) (Escamilla et al, 2009). Έτσι, παρόλο που η μέτρηση των ροπών με το ισοκινητικό δυναμόμετρο παρέχει έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα, η διακύμανση στις καμπύλες του διαγράμματος, (Εικόνα 4.34 & Εικόνα 4.35) είναι δυνατό να επεξηγηθεί και μέσω του παραγόμενου ηλεκτρομυογραφικού σήματος που έχει καταγραφεί σε έρευνες παρόμοιου περιεχομένου. Ωστόσο, κάθε έρευνα πραγματοποιείται με διαφορετικές παραμέτρους και με διαφορετική μεθοδολογία και πάντα πρέπει να δίνεται προσοχή στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

## 5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΡΟΠΗΣ ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ: ΑΘΛΗΤΕΣ & ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Όσον αφορά στις μέγιστες ροπές των έσω στροφών (πορτοκαλί χρώμα) (Εικόνα 4.22 & 4.34) για την ομάδα των αθλητών (Α), ξεκινούν με μια ελαφρώς πτωτική τάση από τις 0° – 20° και στη συνέχεια σταδιακά αυξάνεται η παραγωγή ροπής, με κορύφωση στη θέση του άνω άκρου στις 50° – 60° κίνησης, δηλαδή λίγο μετά τη μέση του εξεταζόμενου εύρους τροχιάς. Μετά τη θέση των 50° – 60°, οι έσω στροφείς φαίνεται να παράγουν λιγότερη ροπή, και να μειώνεται σταδιακά μέχρι το τέλος της κίνησης. Η καμπύλη της παραγόμενης ροπής φαίνεται να ακολουθεί παρόμοια πορεία και για την ομάδα του μη αθλούμενου πληθυσμού (Εικόνα 4.35). Με έναρξη στις 0°, μειώνεται η παραγωγή ροπής, ενώ στη συνέχεια αυξάνεται σταδιακά μέχρι το σημείο των 50°– 60°, όπου και πάλι θα μειωθεί μέχρι το τέλος του εύρους τροχιάς της κίνησης. Η ομάδα των αθλητών σημείωσε μεγαλύτερες τιμές έσω στροφής από την ομάδα ελέγχου, επιβεβαιώνοντας την H1 υπόθεση (εναλλακτική) της έρευνας. Παρόμοια με τις ροπές της έξω στροφής που αναφέρθηκαν προηγουμένως, και οι τιμές της έσω στροφής των αθλητών είναι αριθμητικά μεγαλύτερες από αυτές της ομάδας

ελέγχου. Ωστόσο, παρουσιάζουν περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιμέρους συγκρίσεις ανά  $10^\circ$  εύρους κίνησης της στροφής. Οι τιμές μέγιστης ροπής έσω στροφής ανά  $10^\circ$  εύρους κίνησης που έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες, είναι οι μέγιστες τιμές που σημειώνονται στις θέσεις  $40^\circ - 50^\circ$ ,  $50^\circ - 60^\circ$ ,  $60^\circ - 70^\circ$  και  $70^\circ - 80^\circ$ , αλλά και η συνολική μέγιστη ροπή έσω στροφής ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος. Το σημείο του εύρους τροχιάς, που σύμφωνα με την ισοκινητική αξιολόγηση παράγονται οι μεγαλύτερες ροπές έσω στροφής, είναι οι  $40^\circ - 60^\circ$  και για τις δύο ομάδες ενώ το σημείο με τις μικρότερες τιμές ροπής έσω στροφών είναι τα σημεία  $10^\circ - 20^\circ$  και  $80^\circ - 90^\circ$  και για τις δύο ομάδες της μελέτης.

Όπως και προηγουμένως, η καμπύλη της διακύμανσης της παραγόμενης ροπής των έσω στροφών του ώμου, επεξηγείται από στοιχεία μελετών με μετρήσεις ηλεκτρομυογραφικού σήματος. Έτσι, αναφέρεται ότι στο επίπεδο της ωμοπλάτης, στις  $45^\circ$ , αλλά και σε θέση του άνω άκρου, είτε έξω στροφής, είτε στο μέσο του τόξου της έσω και της έξω στροφής, παράγονται οι μεγαλύτερες ροπές έσω στροφών (Jenp et al, 1996). Πράγματι, αυτό αποτυπώνεται επίσης και στο διάγραμμα της ροπής και των δύο ομάδων αξιολόγησης της παρούσας έρευνας (Εικόνα 4.34 & Εικόνα 4.35).

### 5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΟΓΟΥ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΩΜΟΥ: ΑΘΛΗΤΕΣ & ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Τέλος, ο λόγος των έξω/έσω στροφών του ώμου (πράσινο χρώμα) (Εικόνα 4.33), όπως έχει υπολογιστεί για κάθε  $10^\circ$  κίνησης, σημειώνει μεγαλύτερες τιμές στην έναρξη της κίνησης για την ομάδα των αθλητών (Α). Καθώς το άνω άκρο μετακινείται από την αρχική θέση προς τη θέση της έξω στροφής, ο λόγος των στροφών τείνει να μειωθεί, λαμβάνοντας μικρότερες τιμές. Όταν το άνω άκρο βρίσκεται στη θέση των  $70^\circ - 80^\circ$ , ο λόγος των έξω/έσω στροφών σημειώνει μια άνοδο μέχρι το τέλος του εύρους τροχιάς. Όσον αφορά την ομάδα των μη αθλητών (Β), ο λόγος των στροφών, σε αντίθεση με την ομάδα Α, από τις πρώτες μοίρες ( $0^\circ - 10^\circ$ ) της κίνησης, έως τις  $20^\circ$ , αυξάνεται. Στη συνέχεια, ακολουθεί μια πτώση, καθώς το άνω άκρο οδηγείται από τις  $20^\circ$  στις  $70^\circ - 80^\circ$ , όπου για τις τελευταίες  $10^\circ$  έξω στροφής του εύρους τροχιάς, σημειώνει απότομη αύξηση όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων. Η ομάδα ελέγχου, παρουσίασε υψηλότερες τιμές λόγου των στροφών, σε κάποια σημεία του εύρους τροχιάς, όμως, σε κανένα σημείο από τις  $0^\circ$  έως τις  $90^\circ$  της κίνησης, δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις τιμές του λόγου. Το σημείο του εύρους τροχιάς που σημειώνονται οι μεγαλύτερες τιμές του λόγου των στροφών είναι οι  $0^\circ - 10^\circ$  για την ομάδα των αθλητών, ενώ για την ομάδα ελέγχου, οι μεγαλύτερες τιμές εντοπίζονται στις  $10^\circ - 20^\circ$ . Αντίθετα, το

σημείο που σημειώνονται οι μικρότερες τιμές λόγου στροφών είναι οι  $70^\circ - 80^\circ$  και για τις δύο ομάδες.

Σε γενικότερο πλαίσιο, παρατηρώντας τα δύο διαγράμματα μεταβολής του λόγου της παραγόμενης ροπής των στροφών του ώμου ανά  $10^\circ$  (Εικόνα 4.34 & Εικόνα 4.35), παρατηρείται ότι τόσο η διακύμανση των ροπών, όσο και η διακύμανση του λόγου, ακολουθούν το ίδιο μοτίβο και στις δύο ομάδες του δείγματος. Όπως έχει ήδη αναφερθεί και με βάση τα κριτήρια εισόδου στην έρευνα, οι δύο ομάδες έχουν παρόμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Συνεπώς, η συνεχής χρήση του άκρου κατά την “overhead” δραστηριότητα της ομάδας των αθλητών που συμμετείχαν στην έρευνα, δε φαίνεται να διαφοροποιεί την πορεία, τις καμπύλες και τις διακυμάνσεις των προς εξέταση μεταβλητών. Το γεγονός αυτό, είναι πιθανό να δικαιολογείται από τη φυσιολογία των μυών, την επιφάνεια διατομής, τις ιδιότητες τους, αλλά και την ικανότητα παραγωγής ροπής που εξαρτάται άμεσα από την ταχύτητα της κίνησης και τη σχέση μήκους – τάσης, καθώς το άνω άκρο κινείται προς έσω και έξω στροφή (Lin et al, 2018). Επίσης, κατά τη διάρκεια της κίνησης του άκρου, πραγματοποιούνται αλλαγές εκτός από το πέταλο των στροφών και σε παθητικά στοιχεία της άρθρωσης, όπως είναι οι πιέσεις στον αρθρικό θύλακο, στον αρθρικό χόνδρο αλλά και στους τένοντες και τους συνδέσμους που περιβάλλουν την άρθρωση (Lin et al, 2015). Τέλος, ο λόγος στροφών της ομάδας ελέγχου (0,71), ο οποίος δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτόν της ομάδας των αθλητών (0,68), δε φαίνεται να τοποθετεί καμία από τις δύο ομάδες σε κίνδυνο τραυματισμού λόγω μυϊκής ανισορροπίας. Επομένως, φαίνεται ότι δεν παρατηρήθηκε ανισορροπία στην ομάδα ελέγχου, παρά την έλλειψη συστηματικής άσκησης και ενδυνάμωσης.

#### 5.4 ΛΟΓΟΣ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

Ακόμα ένα συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί σχετικά με τα ευρήματα της ομάδας των αθλητών (Α) σε σύγκριση με τα ευρήματα της ομάδας ελέγχου (Β), είναι σε ποιο βαθμό οι τιμές του λόγου έξω/έσω στροφών βρίσκονται μέσα στα φυσιολογικά όρια, όπως αυτά έχουν εξηγηθεί από τη συστηματική ανασκόπηση του Edouard et al (2011), και σύμφωνα με την οποία κυμαίνονται από 0,60 - 0,80 σε υγιή άτομα (Edouard et al, 2011) (Codine et al, 2005) (Edouard et al, 2009). Ο λόγος έξω/έσω στροφών που προκύπτει συνολικά από την ισοκινητική αξιολόγηση του δείγματος, είναι 0,68 για την ομάδα των αθλητών (Α) και 0,71 για την ομάδα μη αθλούμενου πληθυσμού (Β). Συνεπώς, και οι δύο αυτές τιμές βρίσκονται μέσα στα όρια που ορίζονται ως φυσιολογικά, ώστε να αποφευχθεί κάποια μυοσκελετική δυσλειτουργία. Από την άλλη πλευρά, προηγουμένως, έγινε αναφορά στις διακυμάνσεις και αυξομειώσεις του λόγου έξω/έσω στροφών ανά  $10^\circ$ . Θα διαπιστωθεί λοιπόν, κατά πόσο

αυτές οι αυξομειώσεις βρίσκονται μέσα στα φυσιολογικά όρια για τα υγιή άτομα, αλλά και σε ποιες μοίρες συμβαίνει αυτό. Έτσι, για την ομάδα των αθλητών (Α), ο λόγος των στροφέων βρίσκεται μέσα στα φυσιολογικά πλαίσια στα τόξα των μοιρών  $20^{\circ} - 40^{\circ}$ , και  $80^{\circ} - 90^{\circ}$  της κίνησης. Αντίστοιχα, για την ομάδα του μη αθλούμενου πληθυσμού ο λόγος έξω/έσω στροφέων βρίσκεται εντός των φυσιολογικών ορίων στις μοίρες εύρους κίνησης  $0^{\circ} - 10^{\circ}$ ,  $20^{\circ} - 40^{\circ}$  και  $80^{\circ} - 90^{\circ}$ . Όπως προαναφέρθηκε, η μεταβολή του λόγου έξω/έσω στροφέων για τις δύο ομάδες του δείγματος ακολουθεί παρόμοιο μοτίβο και διακυμάνσεις. Είναι λοιπόν φανερό ότι οι μοίρες στις οποίες ο λόγος βρίσκεται μέσα στις φυσιολογικές τιμές για την ομάδα των αθλητών, ταυτίζονται με τις αντίστοιχες μοίρες και για την ομάδα ελέγχου, οπότε και σε αυτό, παρατηρείται μια συμφωνία.

Οι τιμές του λόγου των στροφέων που έχουν προκύψει από παρόμοια έρευνα του Lin et al (2015), που συμμετέχουν αθλητές “baseball” και ομάδα μη αθλούμενου πληθυσμού, μεταβάλλονται, ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται το άνω άκρο. Στη συγκεκριμένη έρευνα, συγκρίθηκαν αθλητές “baseball” με μια ομάδα μη αθλούμενου πληθυσμού, με διαφορετικές ταχύτητες εξέτασης στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Με σκοπό τη σύγκριση με τις τιμές που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα, θα χρησιμοποιηθούν ενδεικτικά μόνο τα στοιχεία από τη μέτρηση στις  $120^{\circ}/\text{sec}$ , στις θέσεις  $45^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$  και  $90^{\circ}$  (Lin et al, 2015).

Πίνακας 5.1 - Σύγκριση ευρημάτων μελέτης με Lin et al (2015)

|                       | <i>LIN ET AL</i><br><i>2015</i> | <i>ΕΥΡΗΜΑΤΑ</i><br><i>ΜΕΛΕΤΗΣ</i> |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Αθλητές 45°</i>    | 0,61 ± 0,11                     | 0,56 ± 0,11                       |
| <i>Αθλητές 70°</i>    | 0,71 ± 0,10                     | 0,45 ± 0,68                       |
| <i>Αθλητές 90°</i>    | 0,65 ± 0,10                     | 0,62 ± 0,20                       |
| <i>Μη αθλητές 45°</i> | 0,77 ± 0,13                     | 0,59 ± 0,13                       |
| <i>Μη αθλητές 70°</i> | 0,88 ± 0,15                     | 0,52 ± 0,12                       |
| <i>Μη αθλητές 90°</i> | 0,82 ± 0,11                     | 0,74 ± 0,30                       |

Συγκρίνοντας λοιπόν, κάποια από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης με τα ευρήματα της μελέτης των Lin et al (2015), η οποία μελετά επίσης το λόγο έξω/έσω στροφέων και τις ροπές σε διάφορες θέσεις και με διάφορες ταχύτητες, δεν παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στις τιμές των λόγων. Ωστόσο, όπως είναι φυσικό, κάθε έρευνα δεν είναι δυνατό να συγκριθεί απόλυτα με μια άλλη, διότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες όπως το δείγμα, οι

συνθήκες και ο τρόπος της αξιολόγησης, οι αξιολογητές, οι ταχύτητες μέτρησης και άλλα επιμέρους χαρακτηριστικά, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα που τελικώς θα προκύψουν.

### 5.5 ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως έχει αναφερθεί και στην εισαγωγή της εργασίας, το ερευνητικό και κλινικό ενδιαφέρον του κλάδου της φυσικοθεραπείας, εστιάζεται περισσότερο γύρω από τη μελέτη και την κλινική χρήση κυρίως των παραγόμενων ροπών των μυών και με την αξιολόγηση τους πολλές φορές μέσω μυϊκών τεστ και άλλων διαδικασιών. Ένας από τους σκοπούς λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι να προτείνει τη χρήση του λόγου των στροφών, ώστε να δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στις μυϊκές ανισοροπίες. Με αυτόν τον τρόπο έγινε προσπάθεια η μελέτη να συμβάλει στην πρόληψη τραυματισμών και των επώδυνων συνδρόμων, αλλά και στην αποκατάσταση, επιστροφή των αθλητών στον αγωνιστικό χώρο, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος επανατραυματισμού.

Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η παρούσα έρευνα εστιάζει στη μελέτη των ροπών των στροφών, αλλά και του λόγου έξω/έσω στροφών σε συγκεκριμένες μοίρες της κίνησης, μέσα στο πιο λειτουργικό εύρος του άνω άκρου, ειδικά για τα άτομα που έχουν αθλητικές “overhead” δραστηριότητες. Στην Εικόνα 4.33, μπορεί να παρατηρηθεί ότι ο γενικός λόγος των στροφών τόσο στην ομάδα των αθλητών, όσο και στην ομάδα ελέγχου, λαμβάνει διαφορετικές τιμές, σε σχέση με αυτόν που προκύπτει από την καταγραφή του σε κάθε 10° της εξεταζόμενης κίνησης. Επομένως, στην περίπτωση που πρέπει να εξαχθούν συμπεράσματα για τη σχέση των στροφών, για παράδειγμα στον αθλητικό πληθυσμό, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο τύπος του αθλήματος και οι απαιτήσεις που έχει το κάθε άθλημα, διότι όπως είναι φυσικό υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αθλημάτων στις μοίρες που κινείται το άνω άκρο, παρόλο που όλα τα αθλήματα θεωρούνται “overhead”. Επίσης, η χρήση και μελέτη του λόγου σε επιμέρους τόξα εύρους κίνησης είναι χρήσιμη, διότι πραγματοποιούνται τραυματισμοί στο άνω άκρο, παρόλο που ο γενικός λόγος (general ratio) δείχνει να βρίσκεται μέσα στις φυσιολογικές τιμές και ακόμα διότι οι τραυματισμοί πραγματοποιούνται στις μοίρες που δεν απαντώνται οι μέγιστες ροπές. Για τον σκοπό αυτό, η μελέτη έχει μεγάλη κλινική σημασία για την αποκατάσταση. Τέλος, η χρήση των λόγων έναντι των μεμονωμένων τιμών των μέγιστων ροπών έξω και έσω στροφών θα μπορούσε να αναφερθεί ως πιο στοχευμένη για την αξιολόγηση της ύπαρξης προδιαθεσικών παραγόντων εμφάνισης ή επανεμφάνισης τραυματισμών.

## 5.6 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Στη συγκεκριμένη μελέτη έγινε προσπάθεια για αποφυγή όσο δυνατόν περισσότερων λαθών στο σχεδιασμό και στη μεθοδολογία της έρευνας. Γι' αυτούς τους λόγους έγινε επιλογή του δείγματος με βάση τα κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού στην έρευνα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση του δείγματος, ενώ δημιουργήθηκε πρωτόκολλο αξιολόγησης σύμφωνα με τους σκοπούς της έρευνας, αλλά και την ορθότερη διεξαγωγή της. Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω του Covid – 19, αλλά και του αυστηρά οριοθετημένου χρόνου της έρευνας, ήταν δύσκολο να βρεθεί και να εξεταστεί ένα μεγαλύτερο δείγμα, τόσο για την ομάδα των αθλητών, όσο και για την ομάδα ελέγχου, καθώς και ο όγκος των δεδομένων προς στατιστική ανάλυση ήταν ήδη αρκετά μεγάλος.

Παρόλο που στα αποτελέσματα της έρευνας, φάνηκε να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κάποια ζητούμενα, όπως για παράδειγμα τις μέγιστες τιμές έσω στροφής/ $10^{\circ}$  κίνησης, θεωρείται αναγκαία η αξιολόγηση ενός πιο διευρυμένου σε αριθμό, δείγματος. Επιπλέον, θα είχε μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον η ταυτόχρονη μελέτη και αξιολόγηση πολλών ατόμων από το ίδιο άθλημα. Για παράδειγμα, να μελετηθούν στην ίδια έρευνα 10 παίκτες πετοσφαίρισης, 10 παίκτες αντισφαίρισης, 10 παίκτες χειροσφαίρισης, 10 κολυμβητές και να συγκριθούν με μια ομάδα ελέγχου ατόμων χωρίς αθλητική δραστηριότητα. Αυτό θα βοηθήσει στη γενίκευση της έρευνας στον αθλητικό “overhead” πληθυσμό. Μια ακόμη πρόταση θα ήταν η μελέτη ενός μεγάλου δείγματος “overhead” αθλητών του ίδιου αθλήματος, αλλά από διαφορετικές θέσεις, με σκοπό να διερευνηθεί εάν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στους παίκτες της επίθεσης, της άμυνας ή των άλλων θέσεων. Για την έρευνα στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, χρησιμοποιήθηκε η ταχύτητα  $120^{\circ}/s$ . Μια πρόταση για μελλοντική έρευνα αποτελεί η αξιολόγηση της μεταβολής του λόγου των στροφέων και σε άλλες ταχύτητες όπως των  $60^{\circ}/s$  ή των  $240^{\circ}/s$ , ώστε να συγκριθούν τα ευρήματα και να εντοπιστούν οι τυχόν μεταβολές. Τέλος, λόγω του ότι στην έρευνα συμμετείχε μεικτό, αλλά ίσα κατανεμημένο δείγμα ανδρών και γυναικών, θα είχε ενδιαφέρον η σύγκριση αθλητικής ομάδας ανδρών με ομάδα γυναικών για να μελετηθούν και οι ποσοτικές διαφορές της παραγόμενης ροπής, αλλά και ο λόγος έξω/έσω στροφέων.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά τις συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν ανάμεσα στους “overhead” αθλητές και στον μη αθλούμενο πληθυσμό, παρατηρήθηκαν ελάχιστες στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά στην παραγόμενη ροπή έξω στροφών και αρκετές διαφορές στην παραγόμενη ροπή έσω στροφών. Η μεταβολή του λόγου έξω/έσω στροφών ανάμεσα στις δύο ομάδες, δε φαίνεται να παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ παρατηρείται ένα κοινό μοτίβο μεταβολής του λόγου κατά την κίνηση του άκρου στο εξεταζόμενο εύρος τροχιάς κίνησης. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερο αθλητικό πληθυσμό και αξιολόγηση σε διαφορετικές ταχύτητες, για να επαληθευτούν τα αποτελέσματα, αλλά για να εξαχθούν, πιθανώς, νέα συμπεράσματα.



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Alderink, G. J. & Kuck, D. J. (1986) Isokinetic Shoulder Strength of High School and College-Aged Pitchers\*. *J Orthop Sports Phys Ther*, 7(4), 163-72.
2. Alfredson, H., Pietilä, T. & Lorentzon, R. (1998) Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scand J Med Sci Sports*, 8(5 Pt 1), 265-70.
3. Andrade, M. o. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A., Dubas, J. P. & da Silva, A. C. (2010) Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *J Sports Sci*, 28(7), 743-9.
4. Asker, M., Brooke, H. L., Waldén, M., Tranaeus, U., Johansson, F., Skillgate, E. & Holm, L. W. (2018) Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: a systematic review with best-evidence synthesis. *Br J Sports Med*, 52(20), 1312-1319.
5. Bagordo, A., Ciletti, K., Kemp-Smith, K., Simas, V., Climstein, M. & Furness, J. (2020) Isokinetic Dynamometry as a Tool to Predict Shoulder Injury in an Overhead Athlete Population: A Systematic Review. *Sports (Basel)*, 8(9).
6. Baxter-Jones, A., Maffulli, N. & Helms, P. (1993) Low injury rates in elite athletes. *Arch Dis Child*, 68(1), 130-2.
7. Berckmans, K., Maenhout, A. G., Matthijs, L., Pieters, L., Castelein, B. & Cools, A. M. (2017) The isokinetic rotator cuff strength ratios in overhead athletes: Assessment and exercise effect. *Phys Ther Sport*, 27, 65-75.
8. Boettcher, C., Halaki, M., Holt, K. & Ginn, K. A. (2020) Is the Normal Shoulder Rotation Strength Ratio Altered in Elite Swimmers? *Med Sci Sports Exerc*, 52(3), 680-684.
9. Borsa, P. A., Laudner, K. G. & Sauer, E. L. (2008) Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete: a theoretical and evidence-based perspective. *Sports Med*, 38(1), 17-36.
10. Brown, L. P., Niehues, S. L., Harrah, A., Yavorsky, P. & Hirshman, H. P. (1988) Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *Am J Sports Med*, 16(6), 577-85.
11. Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F. E. & Noonan, T. J. (2010) Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *Am J Sports Med*, 38(7), 1375-82.
12. Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S. H., Munk, R. & Myklebust, G. (2014) Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med*, 48(17), 1327-33.
13. Codine, P., Bernard, P. L., Pocholle, M. & Herisson, C. (2005) [Isokinetic strength measurement and training of the shoulder: methodology and results]. *Ann Readapt Med Phys*, 48(2), 80-92.
14. Cools, A. M., Johansson, F. R., Borms, D. & Maenhout, A. (2015) Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther*, 19(5), 331-9.
15. Coombs, R. & Garbutt, G. (2002) Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *J Sports Sci Med*, 1(3), 56-62.
16. Cozette, M., Leprêtre, P. M., Doyle, C. & Weissland, T. (2019) Isokinetic Strength Ratios: Conventional Methods, Current Limits and Perspectives. *Front Physiol*, 10, 567.

17. Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M. & Perrin, D. H. (2004) Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol*, 91(1), 22-9.
18. Edouard, P., Codine, P., Samozino, P., Bernard, P. L., Hérisson, C. & Gremeaux, V. (2013) Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *J Sci Med Sport*, 16(2), 162-5.
19. Edouard, P., Frize, N., Calmels, P., Samozino, P., Garet, M. & Degache, F. (2009) Influence of rugby practice on shoulder internal and external rotators strength. *Int J Sports Med*, 30(12), 863-7.
20. Edouard, P., Samozino, P., Julia, M., Gleizes Cervera, S., Vanbiervliet, W., Calmels, P. & Gremeaux, V. (2011) Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: a systematic review of the effect of position. *J Sport Rehabil*, 20(3), 367-83.
21. El-Ashker, S., Carson, B. P., Ayala, F. & De Ste Croix, M. (2017) Sex-related differences in joint-angle-specific functional hamstring-to-quadriceps strength ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 25(3), 949-957.
22. Ellenbecker, T. & Roetert, E. P. (2003) Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport*, 6(1), 63-70.
23. Ellenbecker, T. S. & Davies, G. J. (2000) The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *J Athl Train*, 35(3), 338-50.
24. Engebretsen, L., Soligard, T., Steffen, K., Alonso, J. M., Aubry, M., Budgett, R., Dvorak, J., Jegathesan, M., Meeuwisse, W. H., Mountjoy, M., Palmer-Green, D., Vanhegan, I. & Renström, P. A. (2013) Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med*, 47(7), 407-14.
25. Escamilla, R. F., Yamashiro, K., Paulos, L. & Andrews, J. R. (2009) Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med*, 39(8), 663-85.
26. Evangelidis, P. E., Pain, M. T. & Folland, J. (2015) Angle-specific hamstring-to-quadriceps ratio: a comparison of football players and recreationally active males. *J Sports Sci*, 33(3), 309-19.
27. Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S. & Derscheid, G. L. (1990) Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*, 11(7), 298-300.
28. Gombera, M. M., Gomberawalla, M. M. & Sekiya, J. K. (2014) Rotator cuff tear and glenohumeral instability : a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*, 472(8), 2448-56.
29. Hinton, R. Y. (1988) Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength in high school baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 16(3), 274-9.
30. Hinton, R. Y., Lincoln, A. E., Almquist, J. L., Douougih, W. A. & Sharma, K. M. (2005) Epidemiology of lacrosse injuries in high school-aged girls and boys: a 3-year prospective study. *Am J Sports Med*, 33(9), 1305-14.
31. Hurd, W. J., Kaplan, K. M., ElAttrache, N. S., Jobe, F. W., Morrey, B. F. & Kaufman, K. R. (2011) A profile of glenohumeral internal and external rotation motion in the uninjured high school baseball pitcher, part II: strength. *J Athl Train*, 46(3), 289-95.
32. Hägglund, M., Waldén, M. & Ekstrand, J. (2009) Injuries among male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports*, 19(6), 819-27.
33. Ivey, F. M., Calhoun, J. H., Rusche, K. & Bierschenk, J. (1985) Isokinetic testing of shoulder strength: normal values. *Arch Phys Med Rehabil*, 66(6), 384-6.

34. Jayanthi, N. A., O'Boyle, J. & Durazo-Arvizu, R. A. (2009) Risk factors for medical withdrawals in United States tennis association junior national tennis tournaments: a descriptive epidemiologic study. *Sports Health*, 1(3), 231-5.
35. Jenp, Y. N., Malanga, G. A., Growney, E. S. & An, K. N. (1996) Activation of the rotator cuff in generating isometric shoulder rotation torque. *Am J Sports Med*, 24(4), 477-85.
36. Keller, R. A., De Giacomo, A. F., Neumann, J. A., Limpisvasti, O. & Tibone, J. E. (2018) Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Sports Health*, 10(2), 125-132.
37. Kellis, E. & Katis, A. (2007) Quantification of functional knee flexor to extensor moment ratio using isokinetics and electromyography. *J Athl Train*, 42(4), 477-85.
38. Kibler, W. B. & Safran, M. R. (2000) Musculoskeletal injuries in the young tennis player. *Clin Sports Med*, 19(4), 781-92.
39. Land, H. & Gordon, S. (2011) What is normal isokinetic shoulder strength or strength ratio? A systematic review. *Isokinetics and Exercise Science*, 19, 231-241.
40. Lin, D. J., Wong, T. T. & Kazam, J. K. (2018) Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*, 286(2), 370-387.
41. Lin, H. T., Ko, H. T., Lee, K. C., Chen, Y. C. & Wang, D. C. (2015) The changes in shoulder rotation strength ratio for various shoulder positions and speeds in the scapular plane between baseball players and non-players. *J Phys Ther Sci*, 27(5), 1559-63.
42. Omoumi, P., Teixeira, P., Lecouvet, F. & Chung, C. B. (2011) Glenohumeral joint instability. *J Magn Reson Imaging*, 33(1), 2-16.
43. Plotnikoff, N. A. & MacIntyre, D. L. (2002) Test-retest reliability of glenohumeral internal and external rotator strength. *Clin J Sport Med*, 12(6), 367-72.
44. Pluim, B. M., Staal, J. B., Windler, G. E. & Jayanthi, N. (2006) Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med*, 40(5), 415-23.
45. Stodart, B., Cup, M. & Kindel, C. (2020) The Relationship Between Surface Electromyographic Activity and Torque Production of the Infraspinatus Muscle in Shoulder Rehabilitation Exercises. *J Appl Biomech*, 1-7.
46. Vargas, V. Z., Motta, C., Vancini, R. L., Barbosa de Lira, C. A. & Andrade, M. S. (2021) Shoulder Isokinetic Strength Balance Ratio in Overhead Athletes: A Cross-Sectional Study. *Int J Sports Phys Ther*, 16(3), 827-834.
47. Yasojima, T., Kizuka, T., Noguchi, H., Shiraki, H., Mukai, N. & Miyanaga, Y. (2008) Differences in EMG activity in scapular plane abduction under variable arm positions and loading conditions. *Med Sci Sports Exerc*, 40(4), 716-21.
48. Zapparoli, F. Y. & Riberto, M. (2017) Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *J Sport Rehabil*, 26(6), 556-566.
49. Zawadzki, J., Bober, T. & Siemiński, A. (2010) Validity analysis of the Biodex System 3 dynamometer under static and isokinetic conditions. *Acta Bioeng Biomech*, 12(4), 25-32.

#### ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

50. U.S Department of Health and Human Services (2008). 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.health.gov/PAGuidelines/pdf/paguide.pdf>