



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η σημασία της ισοκινητικής ανάλυσης στην
πρόληψη εμφάνισης μυϊκών ασυμμετριών των
άνω και κάτω άκρων στον αθλητισμό**

Βιβλιογραφική ανασκόπηση



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΟΛΛΑΤΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Α.Μ.: 2504

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΞΕΡΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

ΑΙΓΙΟ- 2021

The value of isokinetics in prediction of muscle asymmetries of upper and low extremities in sports. Review

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υπεύθυνη καθηγήτρια-εισηγήτρια μου κα Σοφία Ξεργιά για την σημαντική καθοδήγησή της κατά το χρονικό διάστημα εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας μου.

Περίληψη

Οι τραυματισμοί αποτελούν σύνθητες φαινόμενο στο χώρο του αθλητισμού με επικρατέστερο είδος αυτό των μυϊκών .Οι συγκεκριμένοι προκαλούνται έπειτα από βίαια σύσπαση, μεγάλη διάταση ή λόγω πρόσκρουσης του μυ με εξωγενή παράγοντα. Η πρόληψη εμφάνισης παραγόντων που οδηγούν σε επιζήμιες καταστάσεις για τους αθλητές είναι αντικείμενο μελετών για πολλούς επιστήμονες προκειμένου να αποφεύγονται μη επιθυμητά γεγονότα απομάκρυνσής τους από τα αγωνιστικά καθήκοντα. Για το σκοπό αυτό, επιστρατεύονται μέθοδοι που συντελούν στην αποφυγή μυϊκών βλαβών δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη προκείμενη εργασία στην σημασία της ισοκινητικής αξιολόγησης. Το αντικείμενο που ερευνάται είναι οι μυϊκές ασυμμετρίες στο άνω και κάτω άκρο σε αθλητές μέσω της χρήσης ισοκινητικών μηχανημάτων .Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των επιστημονικών ερευνών αποσκοπούν στην ανάδειξη μυϊκών ανισοροπιών που εντοπίζονται μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων για κάθε εξεταζόμενη άρθρωση .Μέσω των ισοκινητικών τιμών ,επιτυγχάνεται η δημιουργία εξειδικευμένων προγραμμάτων-προσεγγίσεων του εκάστοτε αθλητή με απώτερο στόχο την ενδυνάμωση της μυϊκής ομάδας που υστερεί προς αποφυγήν ανισοροπιών που οδηγούν σε επιβλαβείς συνθήκες .

Λέξεις-κλειδιά: muscle injuries, isokinetics , muscle asymmetries, muscle strength imbalances, isokinetic analysis in athletes.

Περιεχόμενα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	vii
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	18
1.1 Μυϊκός τραυματισμός: ορισμός και διαχωρισμός σε άμεσο, έμμεσο	18
Επιδημιολογικά στοιχεία εμφάνισης αθλητικών τραυματισμών	19
1.2 Παράγοντες επικινδυνότητας για την εμφάνιση τραυματισμών στον αθλητισμό	19
1.2.1 Ενδογενείς –Εξωγενείς παράγοντες συσχέτισης με την παρουσία τραυματισμών.	20
1.3 Εμφάνιση μυϊκών ασυμμετριών στο αθλητισμό.	20
1.4 Σκοπός και επιμέρους στόχοι :	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	23
2.1 Ορισμός ισοκίνησης	23
2.1.1 Αρχική επιστημονική προσέγγιση της ισοκινητικής ανάλυσης	23
2.1.2 Σύγχρονη επιστημονική προσέγγιση ισοκινητικής ανάλυσης.....	25
2.3 Κόστος ισοκινητικών μηχανημάτων.....	26
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	27
3.1 ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	27
3.2 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ	27
3.3 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ.....	41
3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του ώμου.

Πίνακας 2: Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του αγκώνα

Πίνακας 3: Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του γόνατος

Πίνακας 4 : Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του ισχίου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο της βαρύτητας-διορθωμένης ροπής και της γωνιακής θέσης κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής επέκτασης-κάμψης γόνατος. Παρατηρήστε ότι στο τέλος των κινήσεων έκτασης μια ποσότητα ροπής περίπου 30 N· m καταγράφεται από το σύστημα, που αντιπροσωπεύει μυϊκή ροπή που απαιτείται για τη διατήρηση του συστήματος βραχίονα άκρου-μοχλού σε αυτή την όρθια θέση. Οι αρνητικές τιμές κατά την έναρξη της κίνησης κάμψης δείχνουν ότι η μυϊκή ροπή εφαρμόζεται στην αντίθετη κατεύθυνση. Συγκρίνετε επίσης με το σχήμα 2 όπου στη ροπή δεν περιλαμβάνεται η επίδραση της βαρύτητας (Sports Medicine 8 (2): 10 1-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101/\$08.00)

Εικόνα 2. Ισοκινητικό μηχάνημα τύπου 1 (Sports Medicine 8 (2): 10 1-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101/\$08.00)

Εικόνα 3. Ισοκινητικό μηχάνημα τύπου 2.(Sports Medicine 8 (2): 10 1-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101/\$08.00)

Εικόνα 4,5,6 .Ισοκινητική μελέτη της άρθρωσης του ώμου.(Int J Sports Med 2013; 34: 654–660 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0172-4622)

Εικόνα 7,8.Ισοκινητική αξιολόγηση μυών του αγκώνα(Int J Sports Med 2013; 34: 654–660 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0172-4622),(<http://www.sportphysio.gr/>)

Εικόνα 9,10.Ισοκινητική αξιολόγηση μυών του γόνατος.(<https://www.kypraios-therapy.gr/>)

Εικόνα 11,12.Ισοκινητική αξιολόγηση μυών ισχίου.(Paper submitted May 14, 2017; in revised form March 23,2018; accepted March 23, 2018. 1556-3707 © 2019 National University of Health Sciences.)

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Μυϊκός τραυματισμός: ορισμός και διαχωρισμός σε άμεσο, έμμεσο

Οι Jaqueline de Souza et al. 2013, ανέλυσαν ότι ο σκελετικός μυς αποτελεί έναν από τους πιο πολυάριθμους ιστούς στο ανθρώπινο σώμα που εκτίθεται συχνά σε διάφορους τύπους τραυματισμών. Στον αθλητισμό, οι τραυματισμοί των μυών συγκεντρώνουν το 10-55% όλων των τραυματισμών με συνηθέστερη αιτία το μηχανικό τραύμα που συχνά έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία του αθλητή και την αποχή του από τις αγωνιστικές υποχρεώσεις. Ως μυϊκός τραυματισμός ορίζεται η βλάβη που οδηγεί σε ρήξη των μυϊκών ινών είτε από υπερβολικά έντονη σύσπαση, είτε από υπερβολική διάταση ή από άμεση πλήξη του μυ από κάποιο εξωτερικό παράγοντα (πχ. λάκτισμα). Ο μυϊκός τραυματισμός διακρίνεται σε δύο κατηγορίες στον άμεσο και έμμεσο αναλόγως της αιτίας πρόκλησης αυτού. Στον άμεσο ο τραυματισμός προκαλείται λόγω της πρόσκρουσης του μυός με βαρύ μεταλλικό/αιχμηρό αντικείμενο οδηγώντας απευθείας στην πλήρη καταστροφή των μυϊκών ινών. Στον έμμεσο ο τραυματισμός προκαλείται ύστερα από υπερδιάταση, κατά την έκκεντρη σύσπαση με αδυναμία των ανταγωνιστικών μυών, και σε πολυαρθρικούς μύες ύστερα από υπέρχρηση. Ταξινομούνται σε τρία στάδια ανάλογα με το βαθμό της σχάσης/κάκωσης των μυϊκών ινών έχοντας αντίστοιχα κάκωση α, β και γ βαθμού.

Η βαθμονόμηση γίνεται βάσει της ζημιάς των μυϊκών ινών σε ελάχιστη, μερική και πλήρης καταστροφή του μυός. Ο σκελετικός μυϊκός ιστός αποτελείται από κύτταρα που παρουσιάζουν σταθερά ποιοτικά χαρακτηριστικά δηλαδή, ο θάνατος αυτών είναι σχετικά σπάνιο γεγονός και συνδέεται γενικά με μυϊκούς τραυματισμούς όπως εξωτερικά ερεθίσματα, εκφυλιστικές ασθένειες και / ή γενετικές, σωματική άσκηση άμεσος ή μηχανικός τραυματισμός. Αυτός ο ιστός λόγω της «πλαστικής» σύστασής του εμφανίζει μέτρια ικανότητα αναγέννησης και αναδιαμόρφωσης, η οποία μπορεί να αλλάξει φαινοτυπικά μορφολογικά μέσω επανένταξης στη σωματική άσκηση. Η αποκατάσταση των μηχανικών μυϊκών τραυματισμών συμβαίνει διαδοχικά βάσει ενός συνόλου κυτταρικών διαδικασιών και σταδιακής ενδυνάμωσης.

Επιδημιολογικά στοιχεία εμφάνισης αθλητικών τραυματισμών

Συχνότητα και είδη τραυματισμών στον αθλητισμό

Ο Mafulli N. Et al 2010, διατύπωσε ότι οι πιο συχνοί τραυματισμοί στον αθλητισμό εντοπίζονται συνήθως στις αρθρώσεις των άκρων (γόνατο, αστράγαλος, ισχίο, ώμος, αγκώνας, καρπός) ή τη σπονδυλική στήλη.

Τραυματισμοί άνω άκρων:

Σύνδρομα άνω άκρου που προκαλούνται ακαριαία ή λόγω επαναλαμβανόμενων μικροτραυματισμών συμβαίνουν σε μεγάλο βαθμό στην αθλητική κοινότητα . Η εναέρια ρίψη, η μεγάλη απόσταση κολύμβηση, το μπόουλινγκ, το γκολφ, η γυμναστική, το μπάσκετ, το βόλεϊ αποτελούν αθλήματα με έντονη τη χρήση του χεριού , καρπού , αγκώνα και ώμου. Τα τελευταία είναι κοινά στην εναέρια ρίψη , ενώ οι τραυματισμοί αγκώνα παραμένουν συχνά μη αναγνωρισμένοι σε ορισμένα αθλήματα. Οι τραυματισμοί χειρός και καρπού αντιπροσωπεύουν το 3-9% όλων των αθλητικών τραυματισμών. Το τραύμα του καρπού συνήθως επηρεάζει το τριγωνικό σύμπλεγμα μεταξύ των καρπιαίων και ωλένιων οστών , ή προκαλεί σκαφοειδή κατάγματα, ενώ τα σύνδρομα υπερβολικής χρήσης (π.χ. τενοντοελυτρίτιδα De Quervain) είναι εξίσου συχνό φαινόμενο .

Τραυματισμοί κάτω άκρων:

Οι τραυματισμοί στο γόνατο είναι μεταξύ άλλων οι πιο κοινοί και πιθανόν να οδηγήσουν σε μηνίσκους , χονδροειδείς αλλοιώσεις, ρήξη χιαστού συνδέσμου ,ή ακόμη συνύπαρξη όλων αυτών . Οι τραυματισμοί στον αστράγαλο αποτελούν το 21% όλων των αθλητικών τραυματισμών με συνηθέστερους αυτούς των συνδέσμων που διαγιγνώσκονται σε ποσοστό 83% ως διαστρέμματα και είναι γνώριμα σε αθλήματα όπως το μπάσκετ και βόλεϊ. Αυτοί συμβαίνουν συνήθως κατά τη διάρκεια ανταγωνιστικού επιπέδου και στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι αθλητές επιστρέφουν στις αθλητικές δραστηριότητες μέσα σε μία εβδομάδα. Στη συνέχεια , όσον αφορά το ισχίο , η μελέτη των παθολογικών καταστάσεων είναι ακόμη πιο έντονη τα τελευταία χρόνια με την έλευση της αρθροσκόπησης του ισχίου .

Τραυματισμοί σπονδυλικής στήλης:

Τα προβλήματα της σπονδυλικής στήλης κυμαίνονται από την κήλη μεσοσπονδύλιου δίσκου της οσφυϊκής μοίρας έως σπονδυλόλυση και σπονδυλολίση και αυτά της αυχενική μοίρας (κεφαλή, λαιμός).

1.2 Παράγοντες επικινδυνότητας για την εμφάνιση τραυματισμών στον αθλητισμό

Ο Hopkins W et al 2007, σημείωσε ότι πολλοί παράγοντες που σχετίζονται με την εμφάνιση τραυματισμού κατά τη διάρκεια προπόνησης ή αγώνα σε αθλητές, είναι γνωστοί στην επιστημονική κοινότητα και λειτουργούν ως ενδείξεις για την πρόληψη και αντιμετώπιση παθολογικών καταστάσεων. Αναλύθηκε ότι ο όρος κίνδυνος χρησιμοποιείται γενικά συχνά σε όλες τις στατιστικές μελέτες που σχετίζονται με τη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμού, αλλά είναι επίσης κι ένα συγκεκριμένο κριτήριο που αναφέρεται στην αναλογία μιας ομάδας έρευνας με τραυματισμό ή, αντίστοιχα στην πιθανότητα τραυματισμού λόγω ύπαρξης οποιοδήποτε παθολογικού δεδομένου.

Ο κίνδυνος μπορεί να εκφραστεί ως δεκαδικό κλάσμα ή ως ποσοστό ,των ατόμων που τραυματίστηκαν (πολλαπλασιάζοντας κατά 100). Για παράδειγμα, ο κίνδυνος μικρών τραυματισμών σε 1 εβδομάδα προπόνησης και αγωνιστικών υποχρεώσεων σε ένα συγκεκριμένο άθλημα μπορεί να είναι 0,15 ή 15% για τους αθλητές με εξαιρετική ευελιξία που είναι γνωστή κι ως υπερκινητικότητα , ενώ 0, 10 ή 10% για εκείνους με κανονική ευελιξία. Τέτοιες αποκλίσεις σε κίνδυνο συνοψίζονται σε ένα ενιαίο στατιστικό στοιχείο που αντιπροσωπεύει την επίδραση του παράγοντα κινδύνου στην εμφάνιση τραυματισμού. Στο παραπάνω παράδειγμα, η διαφορά είναι 0,05 ή 5% (=15-10) και ο λόγος κινδύνου 1, 50 (=0, 15/0, 10 ή 15/10).10). Ο όρος σχετικός κίνδυνος χρησιμοποιείται πιο συχνά έναντι του λόγου κινδύνου, καθώς ο πρώτος αναφέρεται και στη σύγκριση με άλλα μέτρα που ευθύνονται αντίστοιχα για τη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμού.

1.2.1 Ενδογενείς –Εξωγενείς παράγοντες συσχέτισης με την παρουσία τραυματισμών

Σύμφωνα με τον Hopkins W et al 2007, οι λεγόμενοι παράγοντες επικινδυνότητας συνήθως καθορίζονται και από χαρακτηριστικά , όπως η ηλικία, το φύλο, η ικανότητα , η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού, η ιδιομορφία του αθλήματος και οι στρατηγικές που ακολουθούνται σε αυτό .Επίσης στοιχεία όπως το επίπεδο ανταγωνισμού, η κατάσταση του αγωνιστικού χώρου και οι καιρικές συνθήκες φαίνεται να ευθύνονται εξίσου για την πρόκληση σοβαρών τραυματισμών. Οι Brady Green και Tania Pizzari 2017,αξιολόγησαν τους παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση τραυματισμών διακρίνοντας τους σε δύο κατηγορίες: (1) ενδογενείς ,(2) εξωγενείς. Η πρώτη περίπτωση αφορά κριτήρια που σχετίζονται με τον αθλητή και την ιδιομορφία του αθλήματος όπως η ηλικία, τα προσωπικά αγωνιστικά χαρακτηριστικά του αθλητή, η στρατηγική ,η συχνότητα , η ιδιαιτερότητα των αγώνων, η επανεμφάνιση προηγούμενου τραυματισμού αλλά και η παρουσία νέου διαφορετικής μορφολογίας. Η δεύτερη περίπτωση σχετίζεται με έμμεσα πιθανά αίτια για την πρόκληση τραυματισμών όπως η θερμοκρασία ,τα επίπεδα υγρασίας και οι καιρικές συνθήκες (π.χ. βροχοπτώσεις)τόσο την ημέρα του αγώνα όσο και των προηγούμενων εβδομάδων για την επίδραση στην υγεία των αθλητών.

1.3 Εμφάνιση μυϊκών ασυμμετριών στο αθλητισμό.

Ο Sean J. Maloney 2018, ανέφερε ότι πολλοί τύποι μυϊκών ασυμμετριών εντοπίζονται στο χώρο του αθλητισμού .Οι αθλητές του άλματος εις μήκος ,οι ξιφομάχοι ,οι ποδοσφαιριστές ,οι σπρίντερ ,οι δρομείς αντοχής και οι αθλητές της άρσης βαρών αποτελούν έντονα παραδείγματα εμφάνισης αθλητικών ασυμμετριών .Το μέγεθος μιας αθλητικής ασυμμετρίας που αναπτύσσεται σε ένα αθλητή είναι πιθανό να εξαρτάται από το είδος του αθλήματος στο οποίο συμμετέχει. Η ιδιομορφία της δραστηριότητας, μαζί με το ποσοστό έκθεσής τους στο άθλημα, είναι πιθανό να επηρεάσει τη σοβαρότητα της ασυμμετρίας.)Kalata M. Et al, 2020, σε μία άλλη ανασκόπηση, δήλωσε ότι οι μορφολογικές ανατομικές ασυμμετρίες είναι μια προσαρμοστική συνέπεια, που ενισχύεται από μακροχρόνιες και εντατικές δραστηριότητες σε επιλεγμένα αθλήματα έντονης ιδιομορφίας με ετήσια αγωνιστικά .καθήκοντα. Τα χρόνια εστιασμένα και μη αντισταθμισμένα φορτία στην μία πλευρά του σώματος πιθανόν να έχουν ως αποτέλεσμα την μυϊκή ασυμμετρία μεταξύ των μελών του σώματος.

Maly et al 2019, διατύπωσαν ότι οι περισσότεροι άνθρωποι συνήθως εκτελούν τις καθημερινές δραστηριότητες τους με το κυρίαρχο χέρι ή πόδι. Πιστεύεται ότι η δια βίου προτίμηση αυτού του άκρου, π. χ. το αριστερό χέρι ή το αριστερό πόδι, καθώς και η προτίμηση για μια συγκεκριμένη κατεύθυνση όταν κινείται ή περιστρέφεται γύρω από τον διαμήκη άξονα ,πιθανόν να οδηγήσει σε ασυμμετρία. Αυτή εκδηλώνεται στη μορφολογία των μυϊκών χαρακτηριστικών κυρίως σε αθλητές ανταγωνιστικών επιπέδων. Ειδικά όταν το φορτίο εστιάζεται σε διαφορετικά σημεία ανάλογα με τη κατεύθυνση της κίνησης τότε

εντοπίζονται ασυμμετρίες σε όλες τις εμπλεκόμενες μυϊκές ομάδες. Ακόμη τόνισε ότι η φυσική δύναμη βασίζεται στην αντοχή, τη γρήγορη αντίδραση, την ευκινησία, και την ευελιξία των μυών και ορίζεται από σύνθετα δεδομένα όπως η σχέση μεταξύ της αντοχής του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων κατά την αναερόβια ισχύ. Όπως επισημαίνει, για να διατηρηθεί η μυϊκή ισορροπία και να επιτραπεί η άμεση αντίδραση και η ευκινησία κατά τη διάρκεια του ποδοσφαίρου, πρέπει να υπάρχει συνεχής αλληλεπίδραση μεταξύ των αρθρώσεων του κάτω άκρου, η οποία έχει σημαντική επίδραση στην αθλητική απόδοση των παικτών. Ειδικότερα, οι αρθρώσεις του κάτω άκρου και του αστραγάλου φέρουν τα υψηλότερα ποσοστά τραυματισμού και η λειτουργική εξασθένηση απόδοσης της κίνησης μπορεί να είναι μια αιτία μυϊκής αστάθειας λόγω ανεπαρκούς δύναμης και έλλειψης ιδιοδεκτικής ικανότητας. Ακόμη και όταν αποκλείεται η δομική αστάθεια, η λειτουργική αστάθεια μπορεί να προκαλέσει την αποδυνάμωση της άρθρωσης του αστραγάλου όταν τα μοτίβα κίνησης είναι επαναλαμβανόμενα, η κατεύθυνση αλλάζει απότομα, ή η ενεργητική κίνηση πραγματοποιείται με εντατική συχνότητα. Σε ανταγωνιστικά ελίτ αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, αυτά τα προβλήματα μπορούν να εκδηλωθούν ως χρόνια ζητήματα για υψηλό κίνδυνο τραυματισμού ή λειτουργικές ανωμαλίες. Η συντονισμένη δραστηριότητα των αρθρώσεων και μυών που εμπλέκονται στις κινήσεις της άρθρωσης του αστραγάλου ενισχύει περαιτέρω τη λειτουργική σταθερότητα βελτιώνοντας την υποστήριξη βάρους καθώς και τη λειτουργία ελέγχου της κίνησης. Μέσω της μέτρησης των ισοκινητικών μεταβλητών, σκοπός είναι η αξιολόγηση των επιπτώσεων των λειτουργικών και χρόνιων ζητημάτων ασυμμετρίας στη μυϊκή δύναμη των αριστερών και δεξιών αρθρώσεων γονάτου και αστραγάλου σε ποδοσφαιριστές με μια σειρά αθλητικών επιδόσεων σε ανταγωνιστικά επίπεδα, και η δημιουργία ωφέλιμων δεδομένων για την επίτευξη αποτελεσματικών λειτουργικών προγραμμάτων άσκησης για συμμετρική μυϊκή δύναμη.

1.4 Σκοπός και επιμέρους στόχοι :

Ο σκοπός συγγραφής της συγκεκριμένης εργασίας σχετίζεται με την ανάδειξη της ισοκινητικής αξιολόγησης στην πρόληψη εμφάνισης μυϊκών ασυμμετριών των άνω και κάτω άκρων στο χώρο του αθλητισμού. Ακόμη γίνεται αναφορά στην παθοφυσιολογία των τραυματισμών και στους παράγοντες επικινδυνότητας εμφάνισης. Η προκείμενη λοιπόν στόχευση επιβεβαιώνεται μέσω της παράθεσης και ανάλυσης ερευνητικών επιστημονικών άρθρων όπως δημοσιεύτηκαν στον έγκυρο ιστότοπο PubMed. Για την εύρεση του κατάλληλου υλικού χρησιμοποιήθηκαν φίλτρα αναζήτησης που αφορούν στο είδος του άρθρου (στη συγκεκριμένη περίπτωση : ανασκόπηση review) καθώς και στην χρονολογία δημοσίευσης (τελευταία δεκαετία). Αρχικά παρουσιάζονται εισαγωγικά στοιχεία της ισοκίνησης (ορισμός, αρχική και σύγχρονη προσέγγιση, είδη ισοκινητικών μηχανημάτων, κόστος ισοκίνησης) και εν συνεχεία δίνεται έμφαση στην παράθεση ισοκινητικών μελετών που πραγματοποιήθηκαν σε αθλητές για τις αρθρώσεις των άνω και κάτω άκρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Ορισμός ισοκίνησης

Σύμφωνα με τους V. Baltzopoulos και D.A. Brodie 1989, η "ισοκίνηση" ορίζεται ως η δυναμική μυϊκή συστολή, όπου η ταχύτητα της κίνησης ελέγχεται και διατηρείται σταθερή από ειδικό δυναμόμετρο (Thistle et al. 1967). Οι ισοκινητικές κινήσεις απαιτούν χρήση ηλεκτρομηχανικής συσκευής ικανής στο να διατηρεί σταθερή την ταχύτητα της κίνησης. Η μυϊκή δύναμη διαφέρει ανάλογα με τη θέση (π.χ. διαφορετικές γωνίες) της άρθρωσης λόγω του εμβιομηχανικού προτύπου του μυοσκελετικού συστήματος. Δηλαδή με την ισοκινητική μέθοδο, εάν εφαρμόζεται μέγιστη δύναμη στο δυναμόμετρο εκτός του εύρους της κίνησης, η αντίσταση του δυναμόμετρου είναι ανάλογη της μυϊκής ικανότητας σε διαφορετικές γωνίες της άρθρωσης προσφέροντας βέλτιστη φόρτιση των μυών σε δυναμική συνθήκη.

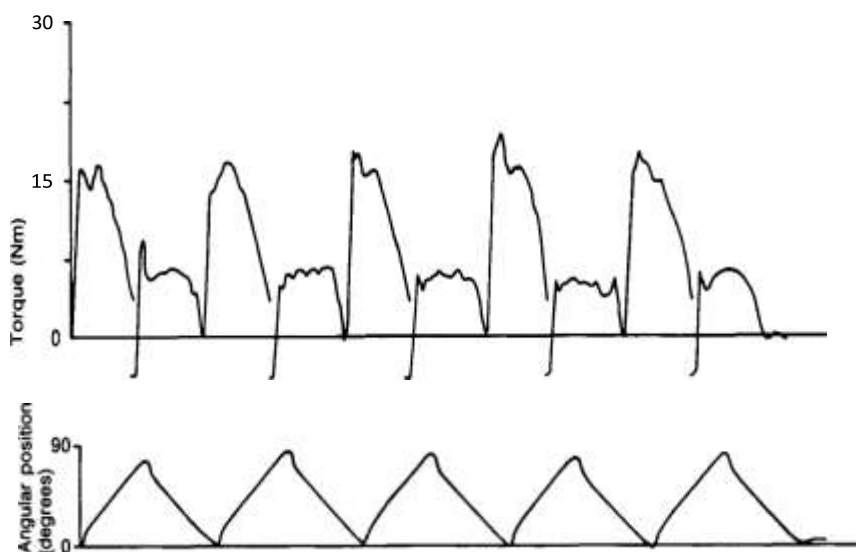
2.1.1 Αρχική επιστημονική προσέγγιση της ισοκινητικής ανάλυσης

Thistle et al. (1967) παρουσίασε την ισοκινητική συστολή ως βελτίωση της ελεγχόμενης κίνησης κατά την οποία η ταχύτητα της κίνησης δεν είναι πλέον μια ανεξέλεγκτη μεταβλητή αλλά μπορεί να ρυθμιστεί σύμφωνα με τη λειτουργική δραστηριότητα των εμπλεκόμενων μυϊκών ομάδων. Ο έλεγχος ταχύτητας του δυναμόμετρου είναι συνήθως ένας ηλεκτρονικός σερβοκινητήρας ή μία υδραυλική βαλβίδα. Η ταχύτητα της κίνησης είναι προκαθορισμένη και ο μηχανισμός ελέγχου ενεργοποιείται μόνο όταν επιταχύνεται πέραν του επιτρεπτού το κινούμενο άκρο. Οποιαδήποτε αύξηση της μυϊκής ροπής πάνω αυτό το επίπεδο έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη δύναμης αντίστασης ίσου μεγέθους από τον μηχανισμό ελέγχου του δυναμόμετρου (Moffroid et al. 1969). Hislop και Perrine (1967) σύγκριναν την αντίδραση των μυών κατά τη διάρκεια ισοκινητικής και ισοτονικής δοκιμασίας (μεταβλητή ταχύτητα). Το φορτίο που εφαρμόζεται στο μυ κατά τη διάρκεια ισοτονικής κίνησης είναι μέγιστο στα σημεία όπου το μηχανικό πλεονέκτημα των μυών είναι ελάχιστο (π.χ. στα όρια του εύρους κίνησης κάμψης-έκτασης του γόνατος). Από την άλλη πλευρά, κατά τη διάρκεια της ισοκινητικής κίνησης η αντίσταση είναι ίση με τη μυϊκή ικανότητα και επομένως η φόρτιση των μυών είναι μέγιστη σε σημεία όπου το μηχανικό πλεονέκτημα είναι μέγιστο. Με την ισοκινητική μέθοδο η μυϊκή δύναμη που εφαρμόζεται στη πορεία μιας κίνησης μπορεί να μετρηθεί σε δυναμικές συνθήκες, υπό την προϋπόθεση ότι έχει προκαθοριστεί η ταχύτητα του κινούμενου άκρου.

Η ανάλυση των ισοκινητικών δεδομένων περιλαμβάνει τον υπολογισμό των παραμέτρων από το γράφημα ροπής που εκτυπώνεται σε καταγραφέα. Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει βασικές τεχνικές μέτρησης και μπορεί να είναι χρονοβόρα και ανακριβής. Επιπλέον η εφαρμογή κατάλληλων φίλτρων για τα βαρυτικά και αδρανειακά αντικείμενα περιορίζεται λόγω της ποσότητας και της πολυπλοκότητας των μαθηματικών υπολογισμών που εμπλέκονται (Watkins et al. 1984). Η ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικής συνδεδεμένα με ισοκινητικά δυναμόμετρα παρέχει λύση στα παραπάνω προβλήματα και ενισχύει την αποτελεσματικότητα και ακρίβεια της ισοκινητικής δυναμομέτρησης στην άσκηση και αποκατάσταση. Οι Richards και Cooper (1982) περιέγραψαν τη διεπαφή ενός μικροϋπολογιστή της Apple III σε ένα Cybex II ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι ισοκινητικές παράμετροι που υπολογίστηκαν από τα ισοκινητικά δεδομένα περιλαμβάνουν μέγιστη ροπή, έργο δύναμης, αμοιβαίος αναλογία μυϊκών ομάδων και εύρος κίνησης. Προκειμένου να αποφεύγεται η ερμηνεία της υπέρβασης της ροπής ως μυϊκή ροπή, στοιχεία που εξετάζονται στα πρώτα 0,01 δευτερόλεπτα του κινήματος δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση. Ο χρόνος ανάλυσης δεδομένων είναι περίπου 10 δευτερόλεπτα. (βλ. εικόνα 1). Ο V. Baltzopoulos και D.A. Brodie 1989, ανέφεραν ότι η αξιοπιστία του συστήματος καθορίστηκε

από το συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των τιμών της ροπής, του έργου και της δύναμης. Οι συντελεστές ήταν μεγαλύτεροι από 0,99 ($p < 0,001$), υποδεικνύοντας αξιόπιστη τη μέτρηση της ισοκινητικής μελέτης. Osternig et al 1982, ανέπτυξε ένα σύστημα πληροφορικής για την απόκτηση δεδομένων και την ανάλυση από ένα τροποποιημένο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Η γωνιακή ταχύτητα κίνησης υπολογίζεται από τα δεδομένα γωνιακής θέσης. Με αυτή τη μέθοδο μπορούν να προσδιοριστούν, οι φάσεις επιτάχυνσης και βράχυνσης της κίνησης επιτρέποντας την αξιολόγηση της μέγιστης ροπής από τα δεδομένα της σταθερής ταχύτητας. (V. Baltzopoulos and D.A. Brodie Sports Medicine 8 (2): 101-116, 1989) Ένα άλλο σύστημα υπολογιστή για το δυναμόμετρο Cybex αναπτύχθηκε από τους Potash et al 1983. Ο μικροϋπολογιστής της Apple II συνδέθηκε με το δυναμόμετρο. Δύο πρωτόκολλα δοκιμών για την αξιολόγηση των ισοκινητικών παραμέτρων σε 30 μοίρες ανά δευτερόλεπτο από 6 επαναλήψεις ή σε 180 μοίρες ανά δευτερόλεπτο ανά 20 δευτερόλεπτα συνεχών επαναλήψεων εφαρμόστηκαν στο πρόγραμμα. Μετά την εισαγωγή δεδομένων το πρόγραμμα ολοκλήρωσε την αξιολόγηση της μέγιστης ροπής, αναλογίας δύναμης μυϊκών ομάδων καθώς και αρκετές παραμέτρους χρόνισμού.

Πιο πρόσφατα ο Μπαλτζόπουλος (1988) έχει αναπτύξει ένα υπολογιστικό σύστημα για το ισοκινητικό δυναμόμετρο Akron που εμφανίζει τη ροπή λόγω επίδρασης της βαρύτητας και τη γωνιακή θέση σε πραγματικό χρόνο (εικ. 6) και διορθώνει τα δεδομένα για αδρανειακά σφάλματα των ισοκινητικών παραμέτρων που περιγράφονται στα προηγούμενα. Η αντικατάσταση της χειρωνακτικής απόκτησης δεδομένων και η ανάλυση χρησιμοποιώντας συστήματα υπολογιστών, έχει μειώσει το χρόνο και υπολογιστικό σφάλμα αξιολόγησης. Με αυτό το τρόπο επιτρέπει την εφαρμογή μεθόδων διόρθωσης για οποιαδήποτε βαρυτικά ή αδρανειακά σφάλματα και επομένως ενισχύει την ακρίβεια των ισοκινητικών μετρήσεων.



Εικόνα 1. Απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο της βαρύτητας-διορθωμένης ροπής και της γωνιακής θέσης κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής επέκτασης-κάμψης γόνατος. Παρατηρήστε ότι στο τέλος των κινήσεων έκτασης μια ποσότητα ροπής περίπου 30 N·m καταγράφεται από το σύστημα, που αντιπροσωπεύει μυϊκή ροπή που απαιτείται για τη διατήρηση του συστήματος βραχίονα άκρου-μοχλού σε αυτή την όρθια θέση. Οι αρνητικές τιμές κατά την έναρξη της κίνησης κάμψης δείχνουν ότι η μυϊκή ροπή εφαρμόζεται στην αντίθετη κατεύθυνση. Συγκρίνετε επίσης με το σχήμα 2 όπου στη ροπή δεν περιλαμβάνεται η επίδραση της βαρύτητας (Sports Medicine 8 (2): 101-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101/\$08.00

2.1.2 Σύγχρονη επιστημονική προσέγγιση ισοκινητικής ανάλυσης

Ισοκινητικό δυναμόμετρο

Ο Bagordo A .et al 2020, υποστήριξε ότι η ισοκινητική δυναμομέτρηση έχει γίνει ένα όλο και πιο δημοφιλές εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται στην επιστήμη της άσκησης και αθλητική ιατρική. Ένα ισοκινητικό δυναμόμετρο μετρά την εφαρμοζόμενη δύναμη σε όλο το καθορισμένο εύρος κίνησης και παρέχει πληροφορίες σχετικά με αυτή κατά τη σύγκεντρη /έκκεντρη συστολή των μυών που συμμετέχουν στη κίνηση με καθορισμένη ταχύτητα. Η ισοκινητική μελέτη αναγνωρίζεται ευρέως ως το χρυσό πρότυπο για τη μέτρηση της μυϊκής δύναμης σε ένα καθορισμένου εύρος κίνησης. Η τρέχουσα βιβλιογραφία έχει εντοπίσει ότι η ισοκινητική δυναμομέτρηση έχει χρησιμοποιηθεί στην πρόβλεψη , έρευνα και αποκατάσταση τραυματισμών Ο Stark T. et al 2011, είπε ότι τα ισοκινητικά δυναμόμετρα είναι μηχανήματα ικανά να παρέχουν πολλαπλά στοιχεία μέτρησης της μυϊκής δύναμης, συμπεριλαμβανομένης της μέγιστης δύναμης, της ισχύος, της γωνίας της άρθρωσης κατά τη μεγαλύτερη φόρτιση και να παράγουν καμπύλες αντοχής [5]. Αυτή η μορφή εξέτασης έχει χρησιμοποιηθεί στην κλινική πράξη με σκοπό τη μέτρηση της ακεραιότητας του μυ τα τελευταία 35 έτη [3]. Ο ισοκινητικός μυϊκός έλεγχος θεωρείται αξιόπιστο και έγκυρο όργανο για τη αξιολόγηση της δύναμης των μυών [6-10] και χρησιμοποιείται συχνά ως σημείο αναφοράς για τη σύγκριση με άλλα μέσα ιδίου αντικειμένου μελέτης. (Stark T, Walker B, Phillips J et al.) PM and R, (2011), 472-479, 3(5)

Ο Nakano L. Et al 2006, κατέγραψε πως υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μηχανημάτων που είναι διαθέσιμοι για να προσφέρουν ισοκινητική αξιολόγηση.

- Τύπος 1: ενεργό δυναμόμετρο
Σε αυτόν τον τύπο άσκησης, η ταχύτητα ελέγχεται ενώ η αντίσταση είναι μεταβλητή ανάλογα με τη δύναμης που αναπτύσσεται σε όλο το εύρος της κίνησης. (βλ. εικόνα 2).



Εικόνα 2. Ισοκινητικό μηχανήμα τύπου 1 (Sports Medicine 8 (2): 10 1-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101/\$08.00)

- Τύπος 2: χρησιμοποιεί μια αλλαγή στον εξωτερικό βραχίονα τη στιγμή της εφαρμοζόμενης αντίστασης για να αποτρέψει τη μεταβολή της έντασης των μύων λόγω αλλαγής του μήκους αυτών .(βλ. .εικόνα 3)



Εικόνα 3. Ισοκινητικό μηχάνημα τύπου 2.(Sports Medicine 8 (2): 10 1-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101/\$08.00)

Τα μηχανήματα ισοκινητικής άσκησης ή τα ισοκινητικά δυναμόμετρα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μέτρηση της μυϊκής δύναμης στην μυοσκελετική αποκατάσταση, η οποία στοχεύει στην επαναφορά της βέλτιστης μορφής λειτουργίας μετά από τραυματισμό ή χειρουργική επέμβαση. Το τελικό στάδιο της αποκατάστασης στοχεύει στην επιστροφή ενός ατόμου σε κανονικές δραστηριότητες μέσω ασκήσεων αντίστασης που συνήθως επικεντρώνονται στην ανάκτηση της μυϊκής δύναμης.

Οι περισσότερες μηχανές ισοκινητικής άσκησης είναι εξοπλισμένες με αυτά τα εξαρτήματα:

- Σύστημα υπολογιστών/κλινικά συστήματα δεδομένων
- Δυναμόμετρα
- Συστήματα στα μέρη του σώματος, όπως η σύνδεση με τον αστράγαλο, το γόνατο, τον ώμο, τον αγκώνα, τον καρπό, το ισχίο και το κορμό. (2006 Health Technology Assessment Section, Medical Development Division Ministry of Health Malaysia)

2.3 Κόστος ισοκινητικών μηχανημάτων

Ο Stark T. Et al 2011, έγραψε ότι τα Ισοκινητικά μηχανήματα τύπου Biodex μπορεί να κοστίζουν 40,000\$ USD ή και παραπάνω. Stark T, Walker B, Phillips J et al.) PM and R, (2011), 472-479, 3(5)

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Εφαρμογές της ισοκίνησης στον αθλητισμό

Στη παρακάτω κύρια ειδική ενότητα παρατίθενται επιστημονικές έρευνες που βασίστηκαν σε ισοκινητική αξιολόγηση με σκοπό την ανάδειξη της σημασίας πρόληψης μυϊκών ασυμμετριών προς αποφυγήν τραυματισμών στο χώρο του αθλητισμού. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την έγκυρη ιστοσελίδα PubMed και έχουν δημοσιευτεί τα τελευταία δέκα χρόνια. Ο Bagordo A et al 2020, κατέγραψε ότι στον αθλητικό πληθυσμό, η ισοκινητική ανάλυση έχει πολλές εφαρμογές : (1) ως μέσο προσδιορισμού των βασικών κριτηρίων κατά τη περίοδο της προετοιμασίας μέσω της αξιολόγησης των μυϊκών ασυμμετριών για την πρόβλεψη τραυματισμών στο άνω και κάτω άκρο , (2) ως εργαλείο διαμόρφωσης του προφίλ του αθλητή σε σχέση με το φύλο, την ηλικία ή τη σωματική μάζα , (3) ως εργαλείο σύγκρισης με σκοπό τη διαφοροποίηση μεταξύ των αθλητικών επιπέδων , ενδείξεις για τη θέση του αθλητή (ομαδικό άθλημα), και μετρήσεις μυϊκής ικανότητας πριν και μετά την αγωνιστική περίοδο , (4) ως παράμετρος αξιολόγησης της επιστροφής στις αθλητικές υποχρεώσεις μετά την ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ή άλλων σοβαρών τραυματισμών και (5) για τον προσδιορισμό των ανισοροπιών δύναμης μεταξύ των ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων για την βελτίωση της αγωνιστικής απόδοσης .

3.2 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ

Αξιολόγηση περιστροφικών μυών ώμου Στη παρακάτω κύρια ειδική ενότητα παρατίθενται επιστημονικές έρευνες που βασίστηκαν σε ισοκινητική αξιολόγηση με σκοπό την ανάδειξη της σημασίας πρόληψης μυϊκών ασυμμετριών των περιστροφικών μυών του ώμου προς αποφυγήν τραυματισμών στο χώρο του αθλητισμού. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την έγκυρη ιστοσελίδα PubMed και έχουν δημοσιευτεί τα τελευταία δέκα χρόνια. (βλ. Πίνακα 1)

Η πρώτη μελέτη που παρατίθεται αφορά την ισοκινητική ανάλυση των έσω-έξω περιστροφικών μυών του ώμου σε αθλητές χάντμπολ για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών. Σύμφωνα με τους P. Endouard et al 2013, η συγκεκριμένη έρευνα διεξήχθη για να αναλυθεί εάν η ύπαρξη μυϊκής αδυναμίας ή/και ανισοροπίας στους έσω-έξω περιστροφικούς μύες του ώμου επιφέρει κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμού. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια προετοιμασίας –προ αγωνιστική περίοδος σε 16 επαγγελματίες παίκτριες χάντμπολ και 14 μη. (Επαγγελματίες παίκτριες φυσικά χαρακτηριστικά : Ηλικία 18 ± 1 έτος, Ύψος 174 ± 6 cm, Μάζα σώματος 70 ± 9 kg, Δείκτης μάζας σώματος (BMI) 23 ± 2 kg.m⁻². Μη επαγγελματίες παίκτριες : φυσικά χαρακτηριστικά Ηλικία 20 ± 2 έτη , Ύψος 168 ± 7 cm, Μάζα σώματος 59 ± 7 kg, Δείκτης μάζας σώματος 21 ± 2 kg.m⁻²). Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε ισοκινητική αξιολόγηση των έσω –έξω περιστροφικών μυών του ώμου με τη χρήση του δυναμόμετρου Con-Trex® σε καθιστή θέση με απαγωγή ώμου 45 °και

γωνιακή ταχύτητα 60, 120 και 240 ° / s για τις σύγκεντρες συσπάσεις και σε 60 ° / s για τις έκκεντρες ,αντίστοιχα και για τα δύο άνω άκρα (Εικόνα 4,5,6). Το εύρος κίνησης ήταν 15 ° για την έσω στροφή και 55° για την έξω στροφή με το αντιβράχιο οριζόντια στις 0 °.(ουδέτερη θέση πρηνισμού-υππιασμού).

Το ισοκινητικό προφίλ των αθλητών χάντμπολ (16 επαγγελματίες και 14 μη) όσον αφορά τους περιστροφικούς μύες του ώμου περιγράφεται ως εξής : οι μέσες τιμές (πρότυπες \pm απόκλιση) της μέγιστης ροπής αντίστοιχα και στις δύο πλευρές συμπεριλαμβανομένων όλων των γωνιακών ταχυτήτων, ήταν σημαντικά υψηλότερες για τους επαγγελματίες αθλητές έναντι των μη για τους έσω στροφείς PT BW(16, 7 \pm 14, 0% έναντι 10, 1 \pm 15, 6 %, αντίστοιχα), και για τους έξω στροφείς PT BW(7, 5 \pm 10, 5% έναντι 6, 8 \pm 14, 0 %, αντίστοιχα). Ο σχετικός κίνδυνος εμφάνισης τραυματισμών του ώμου διαφαίνεται μέσω των κριτηρίων μυϊκής ανισορροπίας που παρατηρούνται στο κυρίαρχο άκρο με αναλογία δυνάμεων ίσης ή ανώτερης του - 10 % σε σύγκεντρες συσπάσεις (στους 60, 120 ή 240 ° / s) και έκκεντρες συσπάσεις (σε 60 °/s). Η αναλογία έξω στροφέων μυών/έσω στροφέων κάτω από 0,63 σε 60 ° / s , κάτω από 0,64 σε 120 ° / s , κάτω από 0,69 σε 240 ° / s για τις σύγκεντρες συσπάσεις και κάτω 0,67 σε 60 °/s για τις έκκεντρες συσπάσεις ενώ για την αναλογία έσω στροφέων μυών/έξω στροφέων μυών πάνω από 1,61. Τα αποτελέσματα ανέφεραν υψηλότερες αποκλίσεις των έσω και έξω στροφέων για την κυρίαρχη πλευρά από ό, τι για τη μη κυρίαρχη πλευρά. Η διαφορά αναλογίας έσω/έξω στροφέων κυρίαρχου ώμου για τους επαγγελματίες υπολογίστηκε 16.7 \pm 14.0 % ενώ στους μη επαγγελματίες 10, 1 \pm 15, 6%. Όπως σημειώθηκε από τους P. Endouard et al 2013, το κύριο εύρημα αυτής της αξιολόγησης ήταν ότι ο υψηλότερος κίνδυνος εμφάνισης τραυματισμού στον ώμο σχετίζεται με μυϊκή ασυμμετρία –ανισορροπία των ανταγωνιστικών ομάδων(έσω στροφείς ,έξω στροφείς) . Οι αθλητές που παρουσιάζουν μυϊκή ασυμμετρία είναι δύομισι φορές πιο πιθανό να τραυματιστούν από ότι οι αθλητές με φυσιολογικό μυϊκό ισοκινητικό προφίλ .

Οι Inese Pontaga και Janis Zidens 2014 , σε μία άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση των περιστροφικών μυών του ώμου μέσω της μεθόδου της ισοκίνησης κατέληξαν επίσης σε παρόμοια συμπεράσματα για την σημασία της στην πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών . Αναλυτικότερα, όπως ανέφεραν οι Inese Pontaga και Janis Zidens 2014 , δεκατέσσερις ελίτ έφηβοι αθλητές χάντμπολ με επταετή εκπαιδευτική εμπειρία ενημερώθηκαν για το στόχο και τους πιθανούς κινδύνους κατά τη διαδικασία της μελέτης. Η έρευνα διεξήχθη σύμφωνα με τα πρότυπα της ηθικής Επιτροπής του Συμβουλίου Επιστημών της Λετονίας. Όλες οι αρθρώσεις των ώμων των αθλητών ήταν απαλλαγμένες από τραυματισμούς και η διαδικασία της έρευνας ανώδυνη. Η ηλικία, το ύψος σώματος, η μάζα σώματος και ο δείκτης μάζας σώματος από τους συμμετέχοντες αθλητές ήταν αντίστοιχα: 14.6 \pm 0.8 ετών, 176 \pm 7 cm, 63 \pm 9 kg, 20.3 \pm 2.5kg / m².

Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν μέσω του δυναμόμετρου REV-9000 (Technogym, Γκαμπετόλα, Ιταλία). Η κίνηση της εσωτερικής στροφής του ώμου, εκτελέστηκε από τον μείζονα θωρακικό, τον πλατύ ραχιαίο , τον μείζον στρογγύλο, τον δελτοειδή (πρόσθιες ίνες) και τον υπακάνθιο, ενώ η κίνηση της εξωτερικής στροφής εκτελέστηκε από το υπερακάνθιο , τον ελλάσωνα στρογγύλο και την μέση και οπίσθια μοίρα του δελτοειδούς. (Loudon et al., 1998). Λίγο πριν την έρευνα και μεταξύ των δοκιμών των ομόκεντρων–ομόκεντρων συσπάσεων των μυών και έκκεντρων-ομόκεντρων , οι κινήσεις έσω και έξω περιστροφής της άρθρωσης του ώμου πραγματοποιήθηκαν με παθητική κίνηση για 90 s σε μια γωνιακή ταχύτητα 120°. Σύμφωνα με τους Inese Pontaga, Janis Zidens 2014 , οι διαφορές μεταξύ των μέγιστων ροπών έσω-έξω περιστροφικών μυών του ώμου των κυρίαρχων και μη βραχιόνων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές σε 60° / s, 90° / s ή 240° / s στις ομόκεντρες συσπάσεις των μυών, αλλά ούτε και στις έκκεντρες συσπάσεις αυτών σε γωνιακή ταχύτητα 90° / s . Αυτό αποδεικνύει ότι η ασυμμετρία των περιστροφικών μυών του ώμου στο κυρίαρχο και μη άκρο δεν ήταν σημαντική σε εφήβους παίκτες χάντμπολ. . Η αναλογία των τιμών της μέγιστης ροπής εξωτερικών /εσωτερικών στροφέων μυών δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ του κυρίαρχου και του μη βραχίονα ενώ φάνηκε πως δεν εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης περιστροφής .

Η μέγιστη ροπή των εξωτερικών/εσωτερικών περιστροφικών μυών του και η μέση δύναμη σε διαφορετικές ισοκινητικές γωνιακές ταχύτητες κίνησης με μυϊκές συσπάσεις(ομόκεντρες

συστολές των δύο περιστροφικών μυϊκών ομάδων (CC/CC) και έκκεντρη εξωτερική/ομόκεντρος εσωτερική (EC/CC) σε έφηβους αθλητές χάντμπολ.

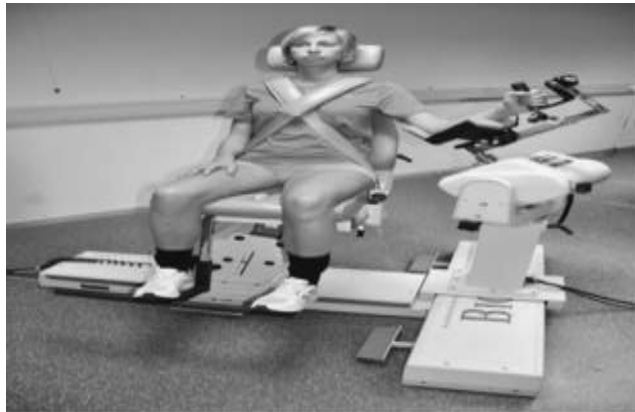
Στο κυρίαρχο άκρο, ο λόγος αυτός κυμαινόταν από 0, 66 έως 0, 70, αλλά στον μη κυρίαρχο κυμαινόταν από 0, 64 έως 0.72. Ο εξωτερικός / εσωτερικός περιστροφικός μυς στις μέσες τιμές αναλογίας ισχύος ήταν επίσης παρόμοιος . . (Journal of Human Kinetics vol. 42/2014 on September 2014)Αυτή η αναλογία στον κυρίαρχο βραχίονα που κυμαίνεται από 0, 68 έως 0, 74 και στον μη κυρίαρχο από 0,69 έως 0,71 στις ομόκεντρες συστολές των μυών του ώμου δεν εξαρτώνται από την ταχύτητα της κίνησης. Ο μέσος λόγος ισχύος εξωτερικών/εσωτερικών περιστροφικών μυών ήταν 0, 94 για τις έκκεντρες συσπάσεις εξωτερικών στροφένων και τις ομόκεντρες συσπάσεις των εσωτερικών στροφένων μυών . Αυτή η αναλογία ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από τις ομόκεντρες συσπάσεις και των δύο ομάδων μυών του ώμου. Τέλος, η έκκεντρη δράση των εξωτερικών στροφένων στην ωμική ζώνη είναι ιδιαίτερα ουσιαστική για τη κοινή σταθερότητα και για την παραγωγή της υψηλότερης ταχύτητας ρίψης σφαιρών σε παίκτες χάντμπολ

Μία διαφορετική προσέγγιση στο ζήτημα των μυϊκών ασυμμετριών των περιστροφικών μυών του ώμου αναπτύχθηκε από τους Andrew McDonough , Lennard Funk. 2014.Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε με την οικειοθελή συμμετοχή 20 επαγγελματιών/ημιεπαγγελματιών παικτών ράγκμπι (από τους 20 αθλητές οι 12 ήταν υγιείς ενώ οι 8 είχαν προηγούμενο τραυματισμό) .Ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 19 ετών ,το σωματικό βάρος 90 kg και το ύψος 180cm.Η ισοκινητική αξιολόγηση έγινε με τη χρήση δυναμόμετρου Biodex-System III (Biodex Medical, Shirley, NewYόρκη)όπου οι συμμετέχοντες είχαν το άκρο δοκιμής στις 90 μοίρες απαγωγή στο μετωπιαίο επίπεδο . Κατά τον καθορισμό της διαδικασίας της αξιολόγησης της έσω και έξω στροφής το μέγιστο εύρος κίνησης ορίστηκε σε θέση που δεν υπήρχε πόνος. Το εξεταζόμενο ROM ήταν 125.3 και 122.3 για αριστερό και δεξιό ώμο αντίστοιχα ενώ οι τιμές για τις σύγκεντρες και έκκεντρες συσπάσεις ελήφθησαν σε γωνιακή ταχύτητα 180 / s μετά από πέντε επαναλήψεις .Σε όλες τις αξιολογήσεις προσμετράται η επίδραση της βαρύτητας Όπως διατύπωσαν οι Andrew McDonough και Lennard Funk. 2014,δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ασυμμετρίες ανταγωνιστικών δυνάμεων μεταξύ των συμμετεχόντων με προηγούμενο τραυματισμό και μη ($p < 0, 05$). Μόνο κατά τη έκκεντρη συστολή των έσω στροφένων του δεξιού ώμου(κυρίαρχο άκρο) όλων των αθλητών σημειώθηκε απόκλιση ίση με $P = 0.081$. Επίσης σχετικά μέτριες διαφορές εντοπίστηκαν στους έσω στροφείς του ώμου κατά την έκκεντρη σύσπαση ομότιμα και για τα δύο άκρα καθώς και κατά τη σύγκεντρη συστολή των έσω στροφένων του αριστερού ώμου Τα ευρήματα των αποκλίσεων μεταξύ των τραυματισμένων και μη συμμετεχόντων κατά την έκκεντρη συστολή των έσω αποδίδεται στη θεωρία του περιοριστικού μηχανισμού των περιστροφικών μυών σε υπερβολική πλευρική περιστροφή για πιθανή πρόληψη τραυματισμών. Οι Andrew McDonough και Lennard Funk. 2014,συμπέραναν ότι οι συμμετέχοντες αθλητές Ράγκμπι Λιγκ με μειωμένο εύρος κίνησης κατά την έσω στροφή του ώμου είχαν σημαντικά πιο πολλές πιθανότητες εμφάνισης τραυματισμού στο διάστημα της επόμενης σεζόν. Η περιορισμένη κίνηση κατά την έκκεντρη σύσπαση των έσω στροφένων είναι σύνθητες χαρακτηριστικό των αθλητών ράγκμπι λόγω της ιδιομορφίας αυτού. Τέλος η ισοκινητική εξέταση για τις μέγιστες ροπές ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων και οι αναλογίες αυτών ανέδειξε ότι δεν είχαν μεγάλες αποκλίσεις για ενδεχόμενο πρόκλησης τραυματισμού.

Εν κατακλείδι των μελετών ισοκινητικής αξιολόγησης των περιστροφικών μυών του ώμου παρατίθεται έρευνα του Forthomme et al 2018 με απώτερο σκοπό την ανάδειξη της σημασίας πρόληψης μυϊκών ασυμμετριών ανταγωνιστικών ομάδων στο χώρο του αθλητισμού. Όπως σημειώθηκε ,κατά την αξιολόγηση συμμετείχαν 108 αθλητές χάντμπολ

παίκτες με μέσο όρο ηλικίας 24 έτη, ύψος 189 cm, και μάζα σώματος 87 kg. Από αυτούς τους συμμετέχοντες, το 56% ήταν αμυντικοί, ενώ το 81% είχε κυρίαρχο το δεξί άκρο. Ακόμη το 66% ασχολούνταν με το χάντμπολ για περισσότερα από 13 χρόνια. Ως κυρίαρχο άκρο ορίστηκε αυτό που χρησιμοποιήθηκε για τη ρίψη της μπάλας. Οι περισσότεροι παίκτες 47%, συμμετείχαν σε προπονήσεις και αγωνιστικές υποχρεώσεις για 9 έως 12 ώρες την εβδομάδα. Το 83% των αθλητών συμμετείχαν σε περαιτέρω εντατική προπόνηση, και το 64% ακολουθούσε συχνά ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα για την ενδυνάμωση της ωμικής ζώνης. Ο κυρίαρχος και μη κυρίαρχος ώμος IRs και ERs αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας δυναμόμετρο (μοντέλο Cybex Humac NORM; Computer Sports Medicine, Inc, Stoughton,)

Οι παίκτες τοποθετήθηκαν σε ύπτια θέση με το άνω άκρο σε απαγωγή 90 μοιρών στο μετωπιαίο επίπεδο. Επιλέχθηκε η θέση αξιολόγησης των συμμετεχόντων με βάση τα απαραίτητα εργονομικά κριτήρια για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Σύμφωνα με τον Forthomme et al 2018, το εύρος της κίνησης καθορίστηκε στις 50 μοίρες της εσωτερικής περιστροφής και 70 μοίρες της εξωτερικής περιστροφής ενώ οι ισοκινητικές ταχύτητες ήταν 60 μοίρες / s (3 επαναλήψεις) και 240 μοίρες / s (5 επαναλήψεις) για τη σύγκεντρη σύσπαση και 60 μοίρες / s (4 επαναλήψεις) για την έκκεντρη σύσπαση. Πριν τις επίσημες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σύγκεντρες συσπάσεις στις 120 μοίρες / s και 3 υπομέγιστες δοκιμές εξοικείωσης στην επιλεγμένη ταχύτητα αξιολόγησης. Μεταξύ των διαδοχικών επαναλήψεων υπήρχε 1,5 λεπτό διαλείμματος. Κατά την ισοκινητική μελέτη δεν αναφέρθηκε πόνος προερχόμενος από την αντίσταση του ισοκινητικού μηχανήματος. Σύμφωνα με τον Forthomme et al 2018, παρατηρήθηκε απόκλιση μεταξύ των δύο πλευρών (κυρίαρχο και μη) για την εσωτερική στροφή ($P=0.01$), η οποία ήταν εντονότερη στο κυρίαρχο άκρο για όλα τα ισοκινητικά δεδομένα. Οι εξωτερικοί περιστροφείς ήταν ισχυρότεροι στον κυρίαρχο ώμο κατά την ομόκεντρη σύσπαση ($P=0.02$ στα 60 μοίρες / s και $P=0.002$ στο 240 μοίρες / s) αλλά δεν εντοπίστηκαν διαφορές στην έκκεντρη σύσπαση ($P=0.07$). Για την έξω στροφή του ώμου οι ομόκεντρες αναλογίες και για την έσω στροφή οι μικτές αναλογίες ήταν διαφορετικές μεταξύ του κυρίαρχου και μη ώμου (για τον ομόκεντρο λόγο έξω/έσω περιστροφείς στις 60 μοίρες / s, $P=0.009$ και για τον ομόκεντρο λόγο έξω/έσω περιστροφείς στις 240 μοίρες / s $P=0.001$ για τη μικτή αναλογία), με τις χαμηλότερες αναλογίες για το κυρίαρχο άκρο. Τα ισοκινητικά προφίλ των παικτών με προηγούμενο τραυματισμό και αυτών χωρίς ιστορικό τραυματισμού στον ώμο εμφανίζονται στον αναφέρουν μη αξιοσημείωτη διαφορά στα ισοκινητικά αποτελέσματα (PT / kg μάζα σώματος και αναλογίες ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων).



Εικόνα 4,5,6 .Ισοκινητική μελέτη της άρθρωσης του ώμου.(Int J Sports Med 2013; 34: 654–660 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0172-4622)

Αξιολόγηση καμπτήρων-εκτεινόντων μυών του αγκώνα

Ο πρωταρχικός σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να προσδιοριστεί κατά πόσον υπάρχουν διαφορές-ασυμμετρίες μυϊκών δυνάμεων κατά την ομόκεντρη κάμψη και έκταση του αγκώνα σε μέγιστη ροπή, μεταξύ του κυρίαρχου και μη άκρου σε υγιείς επαγγελματίες αθλητές (βλ. Πίνακα 2). Σύμφωνα με τους Todd S. Ellenbecker, E. Paul Roetert 2013, οι μελέτες για τους τραυματισμούς του αγκώνα σε παίκτες τένις έχουν αναφέρει τους παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση αυτών σε ποσοστό που κυμαίνεται αναλόγως από 8% έως 24%. Συγκριμένα όπως τονίζουν, οι επαναλαμβανόμενες τάσεις στο άνω άκρο, οι αλλαγές στον εξοπλισμό, η ακατάλληλη εμβιομηχανική τεχνική καθώς και η σκελετική ανωριμότητα αποτελούν συνήθη αίτια για την πρόκληση και επιδείνωση τραυματισμών. Η αποκατάσταση αυτών λόγω υπερβολικής χρήσης στο άνω άκρο αλλά και η ενίσχυση της δυναμικής σταθεροποίησης των δομών γύρω από την άρθρωση του αγκώνα επιτυγχάνεται μέσω της ενδυνάμωσης των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών ενώ συνήθως ενσωματώνονται και σε προγράμματα άσκησης αντίστασης λόγω των σημαντικών λειτουργιών στην αερόβια δραστηριότητα.

Τριάντα οκτώ ελίτ έφηβοι παίκτες τένις (19 άνδρες, 19 θηλυκά) με μέση ηλικία 15 ετών (εύρος 13-17 ετών) που συμμετείχαν στη μελέτη αυτή είχαν μέση μάζα σώματος (\pm SD) $69, 2 \pm 9, 3$ kg για τα αγόρια και $55, 8 \pm 7, 9$ kg για τα κορίτσια. Οι συμμετέχοντες ήταν απαλλαγμένοι από τυχόν τραυματισμό του άνω άκρου κατά το τελευταίο έτος και δεν είχαν κανένα ιστορικό χειρουργείου σε αυτό. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με ένα βαθμονομημένο ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex 6000 (Cybex, Inc., Ronkonkoma, NY) που χρησιμοποιήθηκε με ένα πίνακα δοκιμών ανώτερου επιπέδου (UBXT) ενώ ένα εξελιγμένο εργόμετρο (UBE) χρειάστηκε για την προθέρμανση των παικτών. Όπως αναφέρουν οι Todd S. Ellenbecker και E. Paul Roetert 2013, οι συμμετέχοντες εκπαιδεύτηκαν αρχικά σχετικά με την ισοκινητική αντίσταση και τις συνολικές διαδικασίες. Η γληνοβραχιόνια άρθρωση απήχθη σε 45° και ο άνω βραχίονας τοποθετήθηκε σε ένα μαξιλάρι. Το εύρος κίνησης μεταξύ 10° και 125° επιλέχθηκε επειδή οι συσπάσεις κάμψης στον κυρίαρχο αγκώνα στους ελίτ παίκτες τένις έχει αποδειχθεί από επιστημονικές περιγραφικές μελέτες ως μείζον εύρος αξιολόγησης.

Πέντε επαναλήψεις αμοιβαίων ομόκεντρων συστολών μέγιστης ροπής για κάμψη και έκταση του αγκώνα χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα για τη συλλογή πορισμάτων.

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις προθέρμανσης με κλίση πριν από τη δοκιμή της μέγιστης προσπάθειας στις $90^\circ / s$, $210^\circ / s$ και $300^\circ / s$. Αυτές οι ταχύτητες επιλέχθηκαν λόγω της χρήσης τους σε προηγούμενη περιγραφική έρευνα, καθώς και για την παροχή δοκιμών σε διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες. Η δοκιμή ξεκίνησε από μια θέση κάμψης του αγκώνα για την κίνηση της έκτασης ως έναρξη συλλογής δεδομένων..

Αυτές οι μεταβλητές δημιουργήθηκαν από το λογισμικό Cybex 6000. Η μέγιστη ροπή ορίστηκε ως η υψηλότερη τιμή από την καμπύλη ροπής για την καλύτερη επανάληψη σε κάθε ταχύτητα. Το έργο κάθε επανάληψης ορίστηκε ως η περιοχή κάτω από την καμπύλη ροπής για τις καλύτερες από τις 5 επαναλήψεις που λαμβάνονται σε κάθε επιλεγμένη γωνιακή ταχύτητα. Ακόμη ένας παράγοντας 3 επαναλαμβανόμενων μέτρων ANOVA χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση. Οι 3 παράγοντες ήταν η κυριαρχία των άκρων (κυρίαρχο, μη κυρίαρχο άκρο), η κίνηση σε 2 επίπεδα (κάμψη, επέκταση) και η ταχύτητα σε 3 επίπεδα ($90^\circ / s$, $210^\circ / s$, και $300^\circ / s$). Η ANOVA που υπολογίστηκε για τα αγόρια και τα κορίτσια διέφερε τόσο στη μέγιστη ροπή όσο και στο έργο μόνης επανάληψης.

Σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στο κυρίαρχο άκρο κατά τη διάρκεια της μέγιστης ροπής ταχύτητας και έργου μίας επανάληψης στα αγόρια και κορίτσια που συμμετείχαν. Οι πίνακες 3 και 4 συνοψίζουν τα αποτελέσματα της συνεχούς κίνησης κάμψης/έκτασης με μονομερείς

αναλογίες αντοχής. Αξιοσημείωτες αποκλίσεις στο κυρίαρχο άκρο κατά τις δύο μέγιστες ροπές εντοπίστηκαν κυρίως στα αγόρια της μελέτης .

Τα μέσα και τα τυπικά σφάλματα της μέγιστης ροπής και έργου μιας επανάληψης παρατίθενται στον πίνακα 5 και εκφράζονται σε σχέση με τη σωματική μάζα. Σημαντικά μεγαλύτερη ($P < 0.002$) τιμή ροπής στο κυρίαρχο άκρο κατά την έκταση αγκώνα μετρήθηκε στα αγόρια και στις 3 διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες αλλά κυρίως σε $90^\circ/s$ και $210^\circ/s$. Μη ουσιαστική απόκλιση μεταξύ των άκρων στην μέγιστη ροπή κάμψης του αγκώνα ή στις τιμές μέγιστου έργου μονής επανάληψης σε οποιαδήποτε ταχύτητας εντοπίστηκε στα αγόρια . Επιπλέον, δεν μετρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των άκρων για την μέγιστη κάμψη ή έκταση του αγκώνα ή το μεταβλητό έργο κάθε επανάληψης σε οποιαδήποτε ταχύτητα της μελέτης στα κορίτσια.

Περιγραφικά, οι μονομερείς αναλογίες αντοχής για τα αγόρια ήταν περίπου 90% με 95% για τον κυρίαρχο βραχίονα, υποδεικνύοντας ότι οι εκτείνοντες μύες ήταν ισχυρότεροι από τους καμπτήρες (λιγότερο από 100%), και οι αναλογίες κυμαίνονταν από 100% έως 105% στο μη κυρίαρχο άκρο, υποδεικνύοντας μεγαλύτερη τη δύναμη κάμψης από αυτήν της έκτασης. Οι αναλογίες μυών για τα κορίτσια της έρευνας αποδείχθηκαν σχετικά παρόμοιες με αυτές των αγοριών , αλλά με μεγαλύτερη μεταβολή στις διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες. Στατιστικά ,δεν μετρήθηκε σημαντική απόκλιση μεταξύ των άκρων στις μονομερείς αναλογίες αντοχής για τα κορίτσια σε οποιαδήποτε τιμή μέγιστης ροπής εξετάστηκαν.(Εικόνα 7,8)



Εικόνα 7,8.Ισοκινητική αξιολόγηση μυών του αγκώνα(Int J Sports Med 2013; 34: 654–660 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0172-4622),(<http://www.sportphysio.gr/>)

Η αξιολόγηση του αγκώνα μέσω ισοκίνησης απασχόλησε και τους Bruno Follmera et al 2016. Στη συγκεκριμένη έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά είκοσι οκτώ άνδρες αθλητές BJJ(ζιού ζίτσου), με μέσο χρόνο εμπειρίας 7,5 έτη που κυμαίνονταν σε ικανότητα από μπλε σε μαύρη ζώνη (15 Μπλε Ζώνη, 6 μωβ ζώνη, 4 καφέ ζώνη, και 3 μαύρη ζώνη). Η ηλικία, η σωματική μάζα, το ύψος και το ποσοστό σωματικού λίπους ήταν αντίστοιχα: 26, 8 ± 4 , 8 ετών, $80, 8 \pm 11, 4$ kg, $174, 0 \pm 6, 5$ cm, και $14, 1 \pm 6, 7\%$. Η μέγιστη δύναμη μετρήθηκε χρησιμοποιώντας το δυναμόμετρο (SAEHAN TM Corporation, Masan, Νότια Κορέα), προσαρμοσμένο αναλόγως στο μέγεθος του χεριού. Τρεις μη διαδοχικές δοκιμές διάρκειας των 5 s, με διάστημα 1 min διαλείμματος μεταξύ των προσπαθειών, έγιναν για κάθε εξεταζόμενο άκρο, με την υψηλότερη τιμή να καταχωρείται ως η μέγιστη δύναμη. Μετά την ισομετρική δοκιμή, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν μέγιστες σύγκεντρες και έκκεντρες συσπάσεις σε γωνιακή ταχύτητα $1,04 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. Όπως ανέφεραν οι Bruno Follmera et al 2016, κατά τη διάρκεια των σύγκεντρων συσπάσεων οι εκτείνοντες μύες παράγαγαν μεγαλύτερες τιμές ροπής από τους καμπτήρες ($t = 3.01$; $df = 26$, 95% CI: 1, 77-9, 33 N * m, $P = 0, 006$, ES = 0, 54), ενώ δεν εντοπίστηκε διαφορά κατά τις έκκεντρες συσπάσεις ($t = 0.80$; $df = 26$, 95% CI - - 3.19-7.31 N * m, $P = 0.43$, ES = 0.16). Οι τιμές PT ήταν υψηλότερες για τις έκκεντρες σε σύγκριση με τις σύγκεντρες συσπάσεις και για τις δύο ομάδες μυών του αγκώνα που δοκιμάστηκαν (flexor: $t = 14.49$; $df = 27$; 95% CI: 19.70-26.20 N * m; $P < 0.001$;

ES = 2.82; extensor: $t = 10, 52, df = 27, 95\% CI: 15, 70-23, 33 N * m, P < 0, 001; ES = 1, 88$).

Συμπερασματικά, η αναλογία κατά τη σύγκεντρη σύσπαση των εκτεινόντων μυών ήταν μεγαλύτερη έναντι της αντίστοιχης των καμπτήρων μυών του αγκώνα ενώ δεν υπήρχε απόκλιση μεταξύ των ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων κατά τη διάρκεια των έκκεντρων συσπάσεων

Η περαιτέρω ανάλυση του ζητήματος της πρόληψης των μυϊκών ασυμμετριών του αγκώνα μέσω της ισοκινητικής μελέτης επετεύχθη μέσω της αξιολόγησης των Dorien Borms et al 2016. Σύμφωνα με την επιστημονική τους προσέγγιση, στην έρευνα παρευρέθηκαν συνολικά 29 υγιείς αθλητές (14 άνδρες, 15 γυναίκες * ηλικία $\frac{1}{4}$ 21,6 6 2,5 ετών [εύρος $\frac{1}{4}$ 18-28 ετών], ύψος 1177.7 6 9.7 cm, μάζα 170.3 6 11.5 kg) από διάφορα εναέρια αθλήματα ρίψης. (βόλεϊ (16), μπάσκετ (n18), μπάντμιντον (n 13), χάντμπολ (n $\frac{1}{4}$ 1), και βόλεϊ και τένις (n $\frac{1}{4}$ 1). Συλλέχθηκαν όλα τα ισοκινητικά δεδομένα διμερώς χρησιμοποιώντας το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex Medical Systems Inc, Shirley, NY). Για την κάμψη και την έκταση του αγκώνα, οι συμμετέχοντες ήταν καθισμένοι με το βραχίονα να στηρίζεται σε μαξιλάρι άκρων 'έχοντας το βραχίονα πλήρως υποστηριζόμενο χωρίς περιορισμό στην έκταση του αγκώνα. Η διαδικασία της ισοκινητικής αξιολόγησης περιλάμβανε ένα πρωτόκολλο σύγκεντρων συσπάσεων των ανταγωνιστικών ομάδων στις 60 μοίρες / s (5 επαναλήψεις) και 180 μοίρες / s (10 επαναλήψεις) με ανάπαυση 60 δευτερολέπτων μεταξύ των διαφορετικών ταχυτήτων. Στη συνέχεια εκτελέστηκε το πρωτόκολλο έκκεντρων συσπάσεων των καμπτήρων/σύγκεντρων συσπάσεων των εκτεινόντων, σε γωνιακή ταχύτητα 60 μοίρες / s (3 επαναλήψεις).

Για την μυϊκή ισχύ του αγκώνα, οι συντελεστές συσχέτισης ήταν αντίστοιχα για τη σύγκεντρη αντοχή των εκτεινόντων (εύρος R $\frac{1}{4}$ 0.834 ,0.855) και για τη σύγκεντρη σύσπαση των καμπτήρων για τις δύο πλευρές (εύρος R $\frac{1}{4}$ 0.802 0.827). Μία άλλη παράμετρος μελέτης αφορούσε την αξιολόγηση των εκτεινόντων μυών του αγκώνα όταν η κίνηση επιτυγχάνεται με γρήγορο ρυθμό. Η έκταση του αγκώνα κατά τη διάρκεια αυτής της εκρηκτικής φάσης προκαλείται με ισχυρή σύγκεντρη συστολή των τρικέφαλων μαζί με την σταθεροποιητική λειτουργία του δικέφαλου μυός του αγκώνα και ώμου. Η ερμηνεία για την έκκεντρη δύναμη του δικέφαλου (εύρος R $\frac{1}{4}$ 0.765 0.803) θα μπορούσε να εξηγηθεί από την ανάγκη για μεγάλη έκκεντρη ροπή κάμψης του αγκώνα για να επιβραδύνει την έκταση κατά την επιτάχυνση.

Συνεπώς, οι έκκεντρες συσπάσεις δημιούργησαν υψηλότερες τιμές από τις σύγκεντρες συσπάσεις για τους καμπτήρες και εκτεινόντες μύες του αγκώνα με απόκλιση σύμφωνα με την ισοκινητική ανάλυση (καμπ: ES = 2.82 εκτει: ES = 1, 88). Αυτό το αποτέλεσμα προέκυψε με βάση τη δύναμη μυός-ταχύτητα κίνησης (Hill, 1938) και τη θεωρία cross-bridge (Huxley, 1957), που αποδεικνύουν ότι η δύναμη είναι γενικά υψηλότερος στις έκκεντρες από τις σύγκεντρες συστολές. Δεδομένου ότι οι παίκτες BJJ χρειάζονται σε υψηλά επίπεδα τη μυϊκή ισχύ όλων των ομάδων του αγκώνα, με βάση την παρούσα μελέτη γίνεται σαφές ότι οι εκτεινόντες μύες υπερτερούν έναντι των καμπτήρων μυών, άρα προς αποφυγήν ασυμμετριών και εν συνεχεία τραυματισμών κρίνεται αναγκαία η ομότιμη ενδυνάμωση των συμμετεχόντων μυϊκών ομάδων.

Στην τελευταία ισοκινητική μελέτη που παρουσιάζεται για τον αγκώνα οι Ji-Woong Noh et al 2015, επισήμαναν την αναγκαιότητα της αξιολόγησης των μυϊκών δυνάμεων της

παραπάνω άρθρωσης για τη πρόληψη ανισοροπιών και εν συνεχεία εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων στους αθλητές .Συγκεκριμένα συμμετείχαν 25 άντρες επαγγελματίες αθλητές της Κορεάτικης πάλης με μέσο όρο ηλικίας τα 20 έτη ,ύψος 180 cm και δείκτη μάζας σώματος 98 kg .Η ισοκινητική μελέτη πραγματοποιήθηκε μέσω του δυναμόμετρου Isomed 2000 Isomed, Germany όπου εξετάστηκαν οι κινήσεις τις κάμψης και έκτασης του αγκώνα και των δύο άκρων. Αναλυτικότερα ,οι συμμετέχοντες τοποθετήθηκαν στην καρέκλα του δυναμόμετρου και σταθεροποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ιμάντες στο στήθος και τη λεκάνη. Η άρθρωση του ώμου τοποθετήθηκε σε απαγωγή 45° με κάμψη 30° του αντιβράχιου ύπτια. Ο μηχανικός άξονας περιστροφής του το δυναμόμετρο ευθυγραμμίστηκε με το πλευρικό επικόνδυλο του βραχίονα και το καθορισμένο εύρος κίνησης ήταν από 20° έως 110°.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη παραπάνω προσέγγιση των Ji-Woong Noh et al 2015, έδειξαν ότι η μυϊκή μάζα των άνω άκρων ήταν υψηλότερη στην αριστερή πλευρά από ό, τι στην δεξιά και ειδικότερα ότι η μυϊκή ισχύς των καμπτήρων υπερτερούσαν των εκτεινόντων για τον αριστερό αγκώνα. Επομένως , κρίνεται αναγκαία η εφισταμένη ενδυνάμωση των εκτεινόντων του αριστερού άκρου και ομότιμα των εκτεινόντων και καμπτήρων του δεξιού προς αποφυγή ανισοροπιών που οδηγούν σε παθολογικές καταστάσεις .

Πίνακας 1: Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του ώμου.

Συγγραφείς Έτος	Τίτλος	Σκοπός	Συμμετέχοντες (Αριθμός , φύλο)	Ηλικία-Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	Κίνηση αξιολόγησης -ROM	Εργαλεία-Μεθοδολογία	Αποτελέσματα	Συμπεράσματα
1. P. Endouard et al, 2013	Shoulder Strength Imbalances as Injury Risk in Handball	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των περιστροφικών μυών του ώμου	30 Γυναίκες 16 επαγγελματίες υγιείς παίκτριες χάντμπολ , 14 μη επαγγελματίες-υγιείς.	M.O ηλικίας 18 ετών	Έσω-Έξω στροφή ώμου	ισοκινητική αξιολόγηση των έσω – έξω περιστροφικών μυών του ώμου με τη χρήση του δυναμόμετρου Con-Trex (Con-Trex MJ;CMVAG, Dübendorf, Switzerland)	μυϊκής ανισοροπίας που παρατηρούνται στο κυρίαρχο άκρο των επαγγελματιών αθλητών με αναλογία δύναμης ίσης ή ανώτερης του – 10 % Η διαφορά αναλογίας έσω/έξω στροφών κυρίαρχ	μυϊκή ασυμμετρία – ανισοροπία οπίσθια ανταγωνιστικών ομάδων 2,5 φορές πιο πιθανή εμφάνιση τραυματισμών για τους επαγγελματίες αθλητές στο κυρίαρχο άκρο .

							ου ώμου για τους επαγγελματίες υπολογίστηκε $16.7 \pm 14.0\%$ ενώ στους μη επαγγελματίες $10, 1 \pm 15, 6\%$	
2. Inese Ponta ga1, Janis Ziden s 2014	Shoulder Rotator Muscle Dynamometry Characteristics: Side Asymmetry and Correlations with Ball-Throwing Speed in Adolescent Handball Players	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των περιστροφικών μυών του ώμου	14 ελίτ έφηβοι αθλητές χάντμπολ	Η ηλικία, το ύψος σώματος, η μάζα σώματος και ο δείκτης μάζας σώματος από τους συμμετέχοντες αθλητές ήταν αντίστοιχα: 14.6 ± 0.8 ετών, 176 ± 7 cm, 63 ± 9 kg, 20.3 ± 2.5 kg / m ² .	Έσω-Έξω στροφή ώμου	Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν μέσω του δυναμόμετρου REV-9000 (Technogym, Γκαμπετόλα, Ιταλία	Η αναλογία στον κυρίαρχο βραχίονα που κυμαίνεται από 0, 68 έως 0, 74 και στον μη κυρίαρχο από 0,69 έως 0,71	Η ασυμμετρία των περιστροφικών μυών του ώμου στο κυρίαρχο και μη άκρο δεν ήταν σημαντική σε εφήβους επαγγελματίες παίκτες χάντμπολ.
3. Andrew McDough, Lennard Funk 2014	Canglenohumeral joint isokinetic strength and range of movement predict injury in professional rugby league	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-	20 επαγγελματίες /ημιεπαγγελματίες παίκτες ράγκμπι.	M.O 19 ετών	Έσω-Έξω στροφή ώμου	Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν μέσω του δυναμόμετρου Biodex-System III Dynamometer (Biodex Medical, Shirley, New	Μυϊκές ασυμμετρίες ανταγωνιστικών ομάδων ($p < 0, 05$). Μόνο κατά τη έκκεντρη συστολή των έσω στροφών του δεξιού ώμου(κυρίαρχο	Οι αθλητές με μειωμένο το εύρος κίνησης κατά την έσω στροφή του ώμου είχαν σημαντικά πιο πολλές πιθανότητες εμφάνισ

							άκρο) όλων των αθλητώ ν σημειώθ ηκε απόκλιση P =0.081	ης τραυματι σμού στο διάστημ α της επόμενη ς σεζόν.
4. Be'ne dicte Fortho mme, et al,201 8	Preseas on Strengt h Assess ment of the Rotator Muscles and Shoulde r Injury in Handbal l Players	Πρόληψη εμφάνισ ης τραυματι σμού λόγω αδυναμί ας- ασυμμε τρίας των περιστρ οφικών μυών του ώμου	108 επαγγελμ ατίες παίκτες χάντμπολ	M.O 24 ετών	Έσω- Έξω στροφ ή ώμου	Οι δοκιμές πραγματοπο ιήθηκαν μέσω του δυναμόμετρο υ r (model Cybex HUMAC NORM; Computer Sports Medicine, Inc, Stoughton, MA.	Ο ομόκεντρο ς λόγος έξω/έσω περιστρο φείς στις 60 μοίρες / s, P ¹ / ₄ . =00 9 . τον ομόκεντρο λο λόγο έξω/έσω περιστρο φείς στις 240 μοίρες / s P =.001	Μη αξιοσημ είωτη διαφορά στα ισοκινητι κά αποτελέ σματα

Πίνακας 2: Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του αγκώνα

Συγγραφείς Έτος	Τίτλος	Σκοπός	Συμμετέχοντες (Αριθμός, φύλο)	Ηλικία-Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	Κίνηση αξιολόγησης -ROM	Εργαλεία - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα	Συμπεράσματα
1. Todd S. Ellenbecker E. Paul Roeter 2013	Isokinetic Profile of Elbow Flexion and Extension Strength in Elite Junior Tennis Players	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των εκτεινόντων/καμπτήρων μυών του αγκώνα	Τριάντα οκτώ ελίτ έφηβοι παίκτες τένις (19 άνδρες, 19 γυναίκες)	M.O 15 ετών	Κάμψη - έκταση αγκώνων	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με ένα βαθμονομημένο ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex 6000 (Cybex, Inc.,	Σημαντικά μεγαλύτερη (P 0.002) τιμή ροπής στο κυρίαρχο άκρο κατά την έκταση αγκώνα μετρήθη	Υπεροχή εκτεινόντων μυών έναντι καμπτήρων σε 90°/s και 210°/s άρα αύξηση ενδυνάμωσης

						Ronkonko ma, NY.	κε στα αγόρια στις διαφορε τικές γωνιακέ ς ταχύτη τες αλλά κυρίως σε 90°/s και 210°/s.	καμπτήρ ων μυών .
2. Bruno Follm er et al, 2016	Analysi s of elbow muscle strengt h param eters in Brazilia n jiu- jitsu practiti oners	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμο ύ λόγω αδυναμίας- ασυμμετρίας των εκτεινόντων/ καμπτήρων μυών του αγκώνα	είκοσι οκτώ άνδρες αθλητές BJJ(ζίο υ ζίτσου)	M.O 26 έτη	Κάμψη - έκταση αγκών α	Η μελέτη πραγματο ποιήθηκε με το δυναμόμε τρο (SAEHAN TM Corporati on, Masan, Νότια Κορέα).	Κατά τη διάρκεια των σύγκεντ ρων συσπάζ σεων οι εκτείνον τες μύες παρήγα γαν μεγαλύτ ερες τιμές ροπήs από τους καμπτή ρες σε γωνιακή ταχύτητ α 1,04 rad * s-1	Η αναλογί α κατά τη σύγκεντ ρη σύσπασ η των εκτεινόν των μυών ήταν μεγαλύτ ερη έναντι της αντίστοι χης των καμπτήρ ων μυών του αγκώνα 1,04 rad * s-1.
3. Dorien Borms et al , 2016	Upper Quadra nt Field Tests and Isokine tic Upper Limb Strengt h in Overhe ad Athlete s	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμο ύ λόγω αδυναμίας- ασυμμετρίας των εκτεινόντων/ καμπτήρων μυών του αγκώνα	29 υγιείς αθλητές (14 άνδρες, 15 γυναίκε ς	M.O 24 έτη	Κάμψη - έκταση αγκών α	Η μελέτη πραγματο ποιήθηκε με το ισοκινητικ ό δυναμόμε τρο (Biodex Medical Systems Inc, Shirley, NY).	Υπεροχ ή εκτεινόν των μυών έναντι των καμπτή ρων , σε γωνιακή ταχύτητ α 60 μοίρες / s (3 επαναλ ήψεις).	Ανάγκη αύξησηs ισχύος των καμπτήρ ων προς αποφυγ ήν ασυμμετ ριών- ανισορρ οπιών του αγκώνα.
4. JiWoo ng Noh, et al	Analysi s of isokine tic muscle	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμο ύ λόγω αδυναμίας-	25 υγιείς Κορεάτε ς αθλητές	M.O 20 έτη	Κάμψη - έκταση αγκών α	Η μελέτη πραγματο ποιήθηκε με το ισοκινητικ	Η μυϊκή ισχύs των καμπτή ρων	Ένδυνά μωση των εκτεινόν των του

2015	strengt h for sports physiot herapy researc h in Korean ssireu m athlete s	ασυμμετρίας των	Ssireum (πάλης			ό δυναμόμε τρο (Isomed 2000; Isomed, Germany	υπερτερ ούσαν των εκτεινόν των για τον αριστερ ό αγκώνα	αριστερ ού άκρου.
------	---	--------------------	--------------------	--	--	--	---	-------------------------

3.3 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ

Αξιολόγηση καμπτήρων-εκτεινόντων μυών του γόνατος

Το γόνατο αποτελεί μια άρθρωση που δέχεται υψηλές φορτίσεις κυρίως κατά τη διάρκεια έντονης δραστηριότητας στο χώρο του αθλητισμού. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη η ενδεδειγμένη αξιολόγησή του με σκοπό την αποτροπή παθολογικών επιπλοκών στην επικείμενη περιοχή. Η ισοκινητική μελέτη ως ακριβής μέθοδος για την μέτρηση μυϊκών ασυμμετριών-ανισοροπιών ανήκει στα έμπιστα εργαλεία αξιολόγησης για την πρόληψη μη επιθυμητών καταστάσεων. Για αυτό το λόγο στη παρακάτω ενότητα παρουσιάζονται ισοκινητικές μελέτες για την άρθρωση του γόνατος που πραγματοποιήθηκαν σε αθλητές την τελευταία δεκαετία και έχουν δημοσιευτεί στην επίσημη επιστημονική ιστοσελίδα PubMed.(βλ. Πίνακα 3)

Στην πρώτη έρευνα που παρατίθεται από τους G. C. Bogdanis, V. I. Kalapotharakos 2016, συμμετείχαν 18 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές του ελληνικού πρωταθλήματος με μέσο όρο ηλικίας τα 24 έτη, ύψος 180 cm και δείκτη μάζας σώματος 75 kg.(βλ. πίνακα 3 ισοκινητικών αναλύσεων). Οι μετρήσεις ισοκινητικής αντοχής εκτελέστηκαν και για τα δύο άκρα ενώ η μέγιστη ροπή των εκτεινόντων και καμπτήρων του γόνατος προσδιορίστηκε σε 3 διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες ($60^\circ \cdot s^{-1}$, $180^\circ \cdot s^{-1}$, και $300^\circ \cdot s^{-1}$).

Το πρωτόκολλο δοκιμασιών περιλάμβανε ένα σύνολο 3 διαδοχικών μέγιστων σύγκεντρων συσπάσεων κάμψης και έκτασης ενώ καθ' όλη τη διάρκεια ελέγχθηκε το εύρος κίνησης των 100° σε κάθε γωνιακή ταχύτητα. Μια περίοδος ανάπαυσης 180 s ήταν επιτρεπτή μεταξύ των επαναλήψεων που εκτελούνται στις 3 γωνιακές ταχύτητες.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι μυϊκές ανισοροπίες δύναμης στην άρθρωση του γόνατος προκύπτουν από την αναλογία H:Q καμπτήρων –εκτεινόντων βάσει της γωνιακής ταχύτητας εξέτασης που λειτουργεί ως παράγοντας προδιάθεσης για τραυματισμούς που σχετίζονται με τη σταθερότητα της άρθρωσης. Το κύριο εύρημα στην εν λόγω έρευνα ήταν ότι η μυϊκή δύναμη των εκτεινόντων (που προσδιορίζεται από τη μέγιστη ροπή έκτασης γονάτων) συσχετίζεται αρνητικά με την αναλογία H: Q σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες που εξετάστηκαν. Αυτό συνεπάγεται στο πόρισμα ότι συγκεκριμένοι παίκτες με ισχυρότερο τετρακέφαλο είναι πιο πιθανό να έχουν χαμηλότερες αναλογίες H: Q κυρίως στις $60^\circ \cdot s^{-1}$ του κυρίαρχου άκρου. Συνεπώς λόγω της απόκλισης μυϊκής δύναμης μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων γονάτων που προέκυψε βάσει της αναλογίας της μέγιστης ροπής στην προαναφερθείσα γωνιακή ταχύτητα κρίνεται αναγκαία η στοχευμένη ενδυνάμωση των καμπτήρων ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση μυϊκών ασυμμετριών και εν συνεχεία τραυματισμών.(Εικόνα 9,10)

Οι μυϊκές ανισορροπίες στην άρθρωση του γόνατος απασχόλησαν και τους Christopher Thomas et al 2017. (πίνακας 3 ισοκινητικών αξιολογήσεων γόνατος) Η επιστημονική προσέγγιση τους βασίστηκε επίσης στην ισοκινητική αξιολόγηση των εμπλεκόμενων μυών με σκοπό την πρόληψη ύπαρξης επιζήμιων τραυματισμών για τους αθλητές .Ειδικότερα στην έρευνα έλαβαν μέρος 17 άντρες παίκτες του μπάσκετ με μέσο όρο ηλικίας τα 17 έτη , ύψος 187 cm και δείκτη μάζας σώματος 81 kg . Η δύναμη των εκτεινόντων κι καμπτήρων του γόνατος μετρήθηκε στην γωνιακή ταχύτητα στις $60^\circ \cdot s^{-1}$ τόσο για τις σύγκεντρες όσο και για τις έκκεντρες συστολές χρησιμοποιώντας το ισοκινητικό δυναμόμετρο Kin Com (Chattanooga, Tennessee). Τα αποτελέσματα κρίθηκαν βάσει 4 ισοκινητικών δοκιμασιών με την εξής σειρά : αξιολόγηση σύγκεντρης έκτασης , έκκεντρης έκτασης , έκκεντρης κάμψης, σύγκεντρης κάμψης αντίστοιχα. Οι ανισορροπίες δυνάμεων κυμαίνονταν από 7-13 % με κυριότερη απόκλιση των εκτεινόντων έναντι των καμπτήρων κατά την σύγκεντρη συστολή στις $60^\circ \cdot s^{-1}$. Η απόκλιση που παρατηρήθηκε δεν κρίνεται ανησυχητική ωστόσο η ενδυνάμωση των καμπτήρων καθίσταται σημαντική για την ομαλότερη λειτουργία της άρθρωσης και την αποφυγή παθολογικών καταστάσεων .

Σε άλλη επιστημονική προσέγγιση για την ισοκινητική αξιολόγηση του γόνατος ο Dauty M. et al. 2016, επισήμανε ότι η πρόληψη των μυϊκών τραυματισμών φαίνεται να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες . Η διατροφή , η ενυδάτωση , οι κλιματολογικές συνθήκες καθώς και τα πρωτόκολλα ενίσχυσης της αποκατάστασης των μυϊκών ασυμμετριών των άκρων φαίνεται να καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό την προστασία της σωματικής ακεραιότητας των αθλητών. Από συστηματικές ισοκινητικές αξιολογήσεις στους αθλητές υψηλού επιπέδου, έγινε σαφές ότι η εμφάνιση τραυματισμών στο μηρό έχει άμεση συνάφεια με την ανισορροπία μεταξύ των εμπλεκόμενων μυϊκών ομάδων.

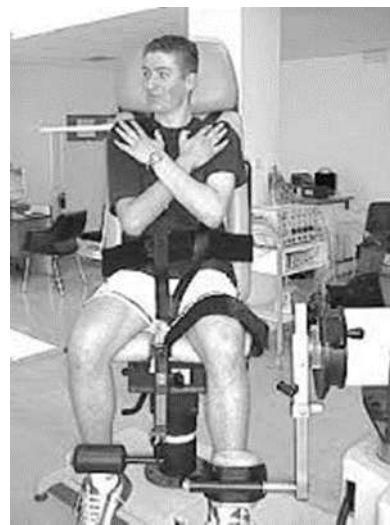
Στην ισοκινητική έρευνα που πραγματοποιήθηκε συμμετείχαν 79 παίκτες ποδοσφαίρου με μέσο όρο ηλικίας 22 έτη , ύψος 180 cm και σωματικό βάρος 75 kg . Ο Dauty M. et al .2016, σημείωσε ότι οι δοκιμασίες ισοκινητικής ανάλυσης πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα Cybex Δυναμόμετρο Norm ® (Lumex Inc. Ronkoma , Νέα Υόρκη , ΗΠΑ) στην αρχή της σεζόν (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος).. Το εύρος της κίνησης ήταν 100 μοίρες (από 0 μοίρες έκτασης σε 100 μοίρες κάμψης). Η ροπή λόγω επίδρασης της βαρύτητας συνυπολογίστηκε καθώς και η βαθμονόμηση του δυναμόμετρου όπου εκτελέστηκε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Τα επαρκή δεδομένα για την ανάλυση συλλέχθηκαν μέσω 3 υπομέγιστων και εν συνεχεία 2 μέγιστων σύγκεντρων συστολών στις 60 μοίρες. Τα ισοκινητικά πρωτόκολλα αποτελούνταν από μία σειρά 4 μυϊκών συστολών , μεταξύ των οποίων 2 ήταν σύγκεντρες και 2 έκκεντρες με διάστημα 30 δευτερολέπτων παύσης .

Η πρόβλεψη εμφάνισης τραυματισμού εκφράστηκε με διαφορετικές αναλογίες σύμφωνα με τα αποτελεσμάτων των αναλύσεων. Όπως επισημαίνει ο Dauty M. et al 2016, τρεις ενδείξεις αναλογιών κρίθηκαν χρήσιμες λόγω της σημαντικής διαγνωστικής τους αξίας στους συμμετέχοντες αθλητές. Το ποσοστό /αναλογία της σύγκεντρης συστολής τετρακέφαλου (H / Q) σε 180 μοίρες/s που ήταν χαμηλότερο από 0,47 έδειξε ευαισθησία 7%, ειδικότητα 97% και πιθανότητα πρόβλεψης τραυματισμού 36,9%. Το μικτό ποσοστό /αναλογία 30 έκκεντρη / 240 σύγκεντρη συστολή μικρότερο από 0,8 έδειξε ευαισθησία 2,5%, ειδικότητα 99% και πιθανότητα πρόβλεψης 40,1%. Το ποσοστό της αμφίπλευρης σύγκεντρης συστολής του τετρακέφαλου (H/H) σε 60 μοίρες / s χαμηλότερο από 0.85 παρουσίασε ευαισθησία 32%, ειδικότητα 82% και πιθανότητα πρόβλεψης 34%. Συνεπώς , για την αποφυγή παθολογικών καταστάσεων στο γόνατο είναι αναγκαία η συμμετρική ενδυνάμωση των εκτεινόντων και καμπτήρων.

Εν κατακλείδι των ισοκινητικών μελετών του γόνατος παρατίθεται έρευνα των Scott R. Brown et al 2016. Στη παρούσα διαδικασία συμμετείχαν 30 αθλητές ράγκμπι με μέσο όρο ηλικίας 22 έτη, ύψος 190 cm και σωματικό βάρος 97 kg. Η ισοκινητική αξιολόγηση στην οποία υποβλήθηκαν οι αθλητές περιλάμβανε την μέτρηση των σύγκεντρων και έκκεντρων συσπάσεων καμπτήρων και εκτεινόντων του κυρίαρχου /και μη γόνατος στη γωνιακή

ταχύτητα 60°/s. Το εξεταζόμενο εύρος που καθορίστηκε ήταν (0–90°) ενώ τα αποτελέσματα προέκυψαν ύστερα από 5 επαναλήψεις και για τις δύο κινήσεις κάμψης –έκτασης.

Συγκεκριμένα, η αξιολόγηση του γόνατος έδειξε ότι κατά τη διάρκεια της έκκεντρης σύσπασης των μυϊκών ομάδων (καμπτήρες, εκτεινόντες) το μη κυρίαρχο άκρο παρήγαγε χαμηλότερες μέγιστες τιμές ροπής κατά τη διάρκεια των συσπάσεων της κάμψης ($ES = -0.37$) συγκριτικά με το κυρίαρχο άκρο (Ο όρος ES αναφέρεται στην απόκλιση που παρατηρήθηκε μεταξύ των ανταγωνιστικών ομάδων κατά την εκάστοτε ισοκινητική δοκιμασία). Οι καμπτήρες του μη κυρίαρχου άκρου παρήγαγαν παρόμοιες μέγιστες τιμές ροπής κατά τη διάρκεια της κάμψης ($ES = -0.15$) και οι εκτεινόντες κατά τη διάρκεια των μέγιστων ροπών έκτασης ($ES = -0.26$) από ότι το κυρίαρχο άκρο. Συνεπώς για την ομαλή λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος όσον αφορά τους παραπάνω αθλητές γίνεται σαφές ότι είναι απαραίτητη η ενδυνάμωση των εκτεινόντων του κυρίαρχου άκρου ώστε να αποφευχθεί η ασυμμετρία μεταξύ των ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων και οι επερχόμενοι τραυματισμοί



Εικόνα 9,10.Ισοκινητική αξιολόγηση μυών του γόνατος.(<https://www.kypraios-therapy.gr/>)

Αξιολόγηση καμπτήρων-εκτεινόντων ,απαγωγών-προσαγωγών μυών του ισχίου.

Η άρθρωση του ισχίου επιδέχεται μεγάλες φορτίσεις καθημερινά λόγω του ερειστικού ρόλου που παρέχει στη βάρδια κατά τη διάρκεια της κίνησης. Οι υψηλές δυνάμεις είναι ακόμη πιο έντονες όταν το άτομο ασκείται ή εκτελεί κινήσεις βίαια και δυναμικά. Για την αποφυγή αυτών απαιτείται η ισότιμη ισχύς των μυϊκών ομάδων της πυελικής ζώνης ώστε να συγκρατείται σταθερή η άρθρωση και να είναι υγιείς οι ανατομικές δομές που την περιβάλλουν (μύες, τένοντες, σύνδεσμοι, περιτονίες) .Έτσι γίνεται σαφές ότι στο χώρο του αθλητισμού η ισοκινητική αξιολόγηση ακεραιότητας της άρθρωσης του ισχίου αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την πρόληψη εμφάνισης τραυματισμών που οφείλονται σε μυϊκές ανισοροπίες.(βλ. Πίνακα 4)

Η πρώτη επιστημονική προσέγγιση για το ζήτημα που ακολουθεί ,αναλύθηκε από τους Dai Sugimoto et al 2014. Στη μελέτη που επιμελήθηκαν έλαβαν μέρος 36 νέοι αθλητές κολλεγίου (20 γυναίκες, 16 άντρες).Άντρες: μέσος όρος ηλικίας 20 έτη ,ύψος 190 cm ,σωματικό βάρος 85 kg και γυναίκες : μέσος όρος ηλικίας 19 έτη, ύψος 180 cm ,σωματικό βάρος 70 kg.

Οι ισοκινητικές σύγκεντρες δυνάμεις των προσαγωγών και απαγωγών του ισχίου αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας το Biodex Ισοκινητικό δυναμόμετρο συστήματος 3 (Biodex Medical System, Shirley, Νέα Υόρκη).. Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 2 σετ από 5 επαναλήψεις σύγκεντρης απαγωγής και προσαγωγής ισχίου σε γωνιακή ταχύτητα 60 μοίρες ανά δευτερόλεπτο επειδή έχει αναφερθεί ότι οι βραδύτερες ταχύτητες μπορούν να αναπαράγουν μεγαλύτερες δυνάμεις κατά τις ισοκινητικές δοκιμασίες.Το εξεταζόμενο εύρος κίνησης ήταν περίπου 45 μοίρες απαγωγής ισχίου έχοντας σε 0 μοίρες κίνησης την προσαγωγή του ισχίου. Τα αποτελέσματα που ανέκυψαν από τις μετρήσεις αφορούσαν σημαντική διαφορά 0.16 N m/kg υ στις μέγιστες ροπές απαγωγών του ισχίου μεταξύ των αντρών (1, 29 ± 0, 24 Nm / kg) και γυναικών (1,13 ± 0,20 N m/kg) αθλητών (P = 0, 03). Οι μέγιστες τιμές της αναλογίας απαγωγών/προσαγωγών ήταν 0.64 ± 0.21 για τους άντρες και 0.57 ± 0.18 για τις γυναίκες .Αυτές οι τιμές κρίνουν ωφέλιμη την ενδυνάμωση των προσαγωγών του ισχίου προς αποφυγή μυϊκών ανισοροπιών της άρθρωσης και των δύο φύλων (Εικόνα 11,12).



Εικόνα 11,12.Ισοκινητική αξιολόγηση μυών ισχίου.(Paper submitted May 14, 2017; in revised form March 23, 2018; accepted March 23, 2018. 1556-3707 © 2019 National University of Health Sciences.)

Η επόμενη ισοκινητική μελέτη του ισχίου που παρατίθεται πραγματοποιήθηκε από τους Scott R. Brown et al 2016. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 30 άντρες αθλητές (15 επιθετικοί, 15 αμυντικοί)ράγκμπι με μέσο όρο ηλικίας τα 22 έτη, ύψος 190 cm και σωματικό βάρος 97 kg. Η ισοκινητική αξιολόγηση στην οποία υποβλήθηκαν οι αθλητές περιλάμβανε την μέτρηση των σύγκεντρων και έκκεντρων συσπάσεων καμπτήρων και εκτεινόντων του

κυρίαρχου /και μη ισχίου στη γωνιακή ταχύτητα 60°/s. Το εξεταζόμενο εύρος που καθορίστηκε ήταν (0–90°) ενώ τα αποτελέσματα προέκυψαν ύστερα από 5 επαναλήψεις και για τις δύο κινήσεις κάμψης –έκτασης. Εκτενέστερα ,όσον αφορά τους αμυντικούς αθλητές κατά τη διάρκεια της σύγκεντρης δοκιμασίας, το μη κυρίαρχο άκρο παρήγαγε παρόμοιες τιμές μέγιστες ροπής έκτασης (ES = -0.099) και κάμψης (ES = -0.12) συγκριτικά με το κυρίαρχο μέλος (ο όρος ES συγχέεται με τις αποκλίσεις μεταξύ των συγκρινόμενων ισχίων) . Ακόμη παρήγαγαν μικρότερες τιμές μέγιστης ροπής κάμψης στο μη κυρίαρχο άκρο (ES = -0.45) από ότι οι επιθετικοί παίκτες. Όσον αφορά τη γωνία με την οποία πραγματοποιούνταν η μέγιστη ροπή σύγκεντρης σύσπασης των κινήσεων στο ισχίο, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη γωνία στο μη κυρίαρχο άκρο από ότι στο κυρίαρχο (γωνία έκτασης (ES = 0.31) και κάμψη (ES = 0.40). Τέλος ,στους αθλητές της άμυνας εντοπίστηκαν μεγαλύτερες αποκλίσεις μυϊκής ασυμμετρίας κατά τη διάρκεια της κάμψης μεταξύ των δύο μελών.(ES = -0.69)για αυτό και κρίνεται ωφέλιμη η εντατική ενδυνάμωση των καμπτήρων του μη κυρίαρχου άκρου με απώτερο στόχο τη μείωση πιθανότητας εμφάνισης μυϊκής ανισοροπίας των ισχίων

O Azza M. Abdelmohsen 2019 ,ακολούθησε μία πιο ολιστική έρευνα για την μυϊκή ασυμμετρία της άρθρωσης του ισχίου εξετάζοντας και συγκρίνοντας τις μυϊκές ομάδες όλων των καίριων κινήσεων .(απαγωγή/προσαγωγή, κάμψη/έκταση).Στην μελέτη έλαβαν μέρος 36 αθλητές κολλεγίου διαφόρων αθλημάτων (15 άντρες,17 γυναίκες)Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων είναι παρόμοια για τους άντρες και γυναίκες : μέσος όρος ηλικίας 20 έτη ,ύψος 170 cm και σωματικό βάρος 65 kg. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex system 3 (Biodex Medical Systems, Shirley, Νέα Υόρκη) χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση μέγιστης τιμής ροπής (PT) των καμπτήρων ,εκτεινόντων,απαγωγών,προσαγωγών του ισχίου,τόσο για τα κυρίαρχα όσο και για τα μη κυρίαρχα άκρα .Τα περιγραφικά στατιστικά αποτελέσματα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) για τις ισοκινητικές τιμές PT των καμπτήρων ,εκτεινόντων, απαγωγών και προσαγωγών του ισχίου για το κυρίαρχο άκρο 91.22 ± 32.34, 71.96 ± 40.41, 87.35 ± 29.75, και 69, 92 ± 34, 91 Nm, αντίστοιχα ενώ για το μη κυρίαρχο άκρο ήταν 95.23 ± 29.20, 73.28 ± 36.31, 85.99 ± 26.42 και 67.74 ± 31.63. Συνεπώς, μεγαλύτερες αποκλίσεις παρατηρήθηκαν στην ομάδα των εκτεινόντων για το κυρίαρχο και μη ισχίο στοιχείο που κρίνει αναγκαία την εντατική ενδυνάμωση αυτών προς αποφυγήν μυϊκών ανισοροπιών της επικείμενης άρθρωσης (Πίνακας 4)

Η τελευταία ανάλυση που παρατίθεται για την αξιολόγηση του ισχίου ,πραγματοποιήθηκε από τον Addie Lucci 2017 . Σύμφωνα με αυτόν , η ισοκινητική δοκιμασία αποτελεί μια αξιόπιστη πηγή αξιολόγησης μυϊκής αντοχής στους αθλητές. Έχει αποδειχθεί ότι είναι έγκυρη και αξιόπιστη μέθοδος καθώς δίνει μια ενισχυμένη αναπαράσταση της δυναμικής μυϊκής δράσης και επιτρέπει την ένωση των κινήσεων που εκτελούνται σε ομόκεντρη ή έκκεντρη μυϊκή συστολή σε σταθερή γωνιακή ταχύτητα.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διαπιστωθεί εάν υπήρχε σημαντική διαφορά στην αναλογία δύναμης προσαγωγών /απαγωγών μυών του ισχίου μεταξύ των αντρών και γυναικών παικτών του Αμερικανικού ποδοσφαίρου.. Συνολικά 19 εθελοντές αθλητές (8 άνδρες και 11 γυναίκες) συμμετείχαν στη συγκεκριμένη μελέτη. Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων ήταν για τους άντρες :μέσος όρος ηλικίας 20 έτη ,ύψος 175 cm και σωματικό βάρος 80 kg για τις γυναίκες :μέσος όρος ηλικίας 20 έτη, ύψος 165 cm και σωματικό βάρος 60 kg . Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δυναμόμετρου Biodex (Biodex Medical Συστήματα, Shirley, NY) για τη μέτρηση της ισοκινητικής αντοχής της προσαγωγής ισχίου και της απαγωγής σε ομόκεντρο συστολή. Όπως επισημαίνει ο Addie Lucci 2017, το πρωτόκολλο της αξιολόγησης αποτελούνταν από ένα σύνολο πέντε συνεχών επαναλήψεων σε γωνιακή ταχύτητα 60o/ s .Τα αποτελέσματα που προέκυψαν επισήμαναν ότι οι άντρες είχαν σημαντικά μεγαλύτερη απόλυτη ροπή απαγωγής ισχίου στο κυρίαρχο (p<0, 001) και μη κυρίαρχο (p=0, 01) άκρο σε σύγκριση με τις γυναίκες της έρευνας. Η μέγιστη ροπή προσαγωγής ισχίου δεν ήταν σημαντικά διαφορετική μεταξύ των φύλων (κυρίαρχη, p=0, 08, μη κυρίαρχη, p=0, 33). Επιπλέον, όπως αναφέρει ο Addie Lucci 2017 , οι απόλυτες αναλογίες προσαγωγής/απαγωγής ισχίου δεν ήταν ουσιαστικά διαφορετικές μεταξύ των φύλων στο κυρίαρχο (p=0.52) και μη κυρίαρχο (p=0.59) άκρο. Βάσει λοιπόν των

παραπάνω στοιχείων, διαφαίνεται σημαντική η ενδυνάμωση των απαγωγών μυών των αντρών ώστε να μην υπάρξει μυϊκή ασυμμετρία μεταξύ των ανταγωνιστικών ομάδων της άρθρωσης.

Πίνακας 3: Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του γόνατος

Συγγραφείς Έτος	Τίτλος	Σκοπός	Συμμετέχοντες (Αριθμός, φύλο)	Ηλικία-Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	Κίνηση αξιολόγησης -ROM	Εργαλεία-Μεθοδολογία	Αποτελέσματα	Συμπεράσματα
1 G. C. Bogdanis ¹ , V. I. Kalapotharakos 2015	Knee Extension Strength and Hamstrings-to-Quadriceps Imbalances in Elite Soccer Players	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των εκτεινόντων/καμπτήρων μυών του γόνατος.	18 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές	M.O 24 έτη ύψος 180 cm και δείκτη μάζας σώματος 75 kg.	Κάμψη - έκταση γόνατος	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο Biodex, Biodex Corporation, Shirley NY, USA	Η μυϊκή δύναμη των εκτεινόντων (που προσδιορίζεται από τη μέγιστη ροπή έκτασης γονάτων) συσχετίζεται αρνητικά με την αναλογία H: Q των καμπτήρων σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες που εξετάστηκαν.	Ενδυνάμωση των καμπτήρων μυών του γόνατος για την αποτροπή μυϊκών ασυμμετριών.
2 Christopher Thomas et al 2017	Determining Bilateral Strength Imbalances in Youth Basketball Athletes	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των εκτεινόντων/καμπτήρων μυών του γόνατος	17 έφηβοι αθλητές μπάσκετ	M.O 17 έτη	Κάμψη - έκταση γόνατος	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο Kin Com (Chattanooga Group, Tennessee) i	Οι ανισοροπίες δυνάμεων κυμαίνονταν από 7-13 % με κυριότερη απόκλιση των εκτεινόντων	Ενδυνάμωση των καμπτήρων καθίσταται σημαντική για την ομαλότερη λειτουργία της

							των έναντι των καμπτήρων κατά την σύγκεντρη συστολή στις 60 °* s-1	άρθρωσης και την αποφυγή ή παθολογικών καταστάσεων
3 Dauty M et al 2016	Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των εκτεινόντων /καμπτήρων μυών του γόνατος	79 παίκτες ποδοσφαίρου	M.O 22 έτη	Κάμψη - έκταση γόνατος	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το Cybex Δυναμόμετρο Norm® (Lumex Inc. Ronkoma, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ	Υπεροχή ή εκτεινόντων μυών σε όλες τις εξεταζόμενες αναλογίες	Ενδυνάμωση καμπτήρων μυών για την αποφυγή ή μυϊκής ασυμμετρίας
4 Scott R. Brown, et al 2016	Profiling Isokinetic Strength by Leg Preference and Position in Rugby Union Athletes	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των εκτεινόντων /καμπτήρων μυών του γόνατος	30 αθλητές ράγκμπι	M.O 22 έτη	Κάμψη - έκταση γόνατος	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο Humac Norm dynamometer (Lumex, Ronkonkoma, NY, USA)	Η μυϊκή ισχύς των εκτεινόντων μυών υπερτερούσε έναντι των καμπτήρων στις εξεταζόμενες γωνιακές ταχύτητες.	Ενδυνάμωση των καμπτήρων μυών προς αποφυγή ήν μυϊκών ασυμμετριών .

Πίνακας 4 : Ισοκινητικές μελέτες για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών στην άρθρωση του ισχίου

Συγγραφείς Έτος	Τίτλος	Σκοπός	Συμμετέχοντες (Αριθμός, φύλο)	Ηλικία-Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	Κίνηση αξιολόγησης -ROM	Εργαλεία-Μεθοδολογία	Αποτελέσματα	Συμπεράσματα
-----------------	--------	--------	-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	----------------------	--------------	--------------

Dai Sugimoto et al 2014	Comparison of Isokinetic Hip Abduction and Adduction Peak Torques and Ratio Between Sexes	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των απαγωγών/προσαγωγών μυών του ισχίου.	36 αθλητές κολλεγίου (16 άντρες, 20 γυναίκες)	M.O 20 έτη	Απαγωγή/προσαγωγή του ισχίου	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο the Biodex System 3 Isokinetic dynamometer (Biodex Medical System, Shirley, New York).	Οι μέγιστες τιμές της αναλογίας απαγωγών/προσαγωγών ήταν 0.64 ± 0.21 για τους άντρες και 0.57 ± 0.18 για τις γυναίκες στη γωνιακή ταχύτητα $60^\circ/s$.	Ενδυνάμωση των προσαγωγών του ισχίου προς αποφυγήν μυϊκών ανισοροπιών της άρθρωσης και των δύο φύλων.
Scott R. Brown et al 2016	Profiling Isokinetic Strength by Leg Preference and Position in Rugby Union Athletes	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των εκτεινόντων/καμπτήρων του ισχίου.	30 άντρες αθλητές ράγκμπι	M.O 22 έτη	Κάμψη-έκταση ισχίου	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο Humac Norm dynamometer (Lumex, Ronkonkoma, NY, USA)	Αμυντικοί παίκτες Απόκλιση κατά τη σύγκληση των καμπτήρων του μη κυρίαρχου άκρου έναντι των εκτεινόντων. (ES = -0.69) Επιθετικοί παίκτες: μη αξιοσημείωτες διαφορές.	Εντατική ενδυνάμωση των καμπτήρων του ισχίου των αμυντικών αθλητών.
Azza M. Abdelmohsen 2019	Leg Dominance Effect on Isokinetic Muscle Strength of Hip Joint	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των απαγωγών/προσαγωγών εκτεινόντων/καμπτήρων μυών του ισχίου.	32 αθλητές κολλεγίου (15 άντρες, 17 γυναίκες)	M.O 20 έτη	Απαγωγή/ Προσαγωγή, Κάμψη/Έκταση ισχίου.	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο The Biodex system 3 isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems, Shirley, New York)	Μεγαλύτερες αποκλίσεις παρατηρήθηκαν στην ομάδα των εκτεινόντων για το κυρίαρχο και μη ισχίο	Εντατική ενδυνάμωση αυτών προς αποφυγήν μυϊκών ανισοροπιών της επικείμενης άρθρωσης.

Addie Lucci 2017	Hip Adduction: Abduction Ratio Difference Between Collegiate Male and Female Soccer Players	Πρόληψη εμφάνισης τραυματισμού λόγω αδυναμίας-ασυμμετρίας των απαγωγών /προσαγωγών του ισχίου	19 αθλητές (8 άντρες ,11 γυναίκες)	M.O 20 έτη	Απαγωγή/ Προσαγωγή ισχίου	Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο Biodex (Biodex Medical Συστήματα, Shirley, NY)	Οι άντρες είχαν σημαντικά μεγαλύτερη απόλυτη ροπή απαγωγής ισχίου στο κυρίαρχο (p<0, 001) και μη κυρίαρχο (p=0, 01) άκρο σε σύγκριση με τις γυναίκες της έρευνας	Ενδυνάμωση των απαγωγών μυών των αντρών ώστε να μην υπάρξει μυϊκή ασυμμετρία μεταξύ των ανταγωνιστικών ομάδων της άρθρωσης.
---------------------	---	---	-------------------------------------	------------	---------------------------	--	--	---

3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα αποτελέσματα που ανακύπτουν από τις παραπάνω έρευνες καθιστούν σαφές ότι η ισοκινητική μέθοδος στους αθλητές αποτελεί ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την πρόληψη μυϊκών ασυμμετριών-ανισοροπιών στα άνω και κάτω άκρα προς αποφυγήν παθολογικών καταστάσεων. Έτσι, για την καλύτερη αξιολόγηση αυτών κρίνεται αναγκαία η ένταξη της κατά τη διάρκεια της προ αγωνιστικής και στα μέσα της κανονικής περιόδου των αγωνιστικών υποχρεώσεων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. Jaqueline de Souza, Carmem Gottfried Muscle injury: Review of experimental models Journal of Electromyography and Kinesiology xxx (2013) xxx–xxx
2. Maffulli N., Longo U., Gougoulas N., Dennis Caine, and Vincenzo Denaro Sport injuries: a review of outcomes British Medical Bulletin, (2011), 47-80, 97(1)
3. Hopkins W. , Marshall S. , Quarrie K. et al. Risk Factors and Risk Statistics for Sports Injuries Clin J Sport Med 2007;17:208–210)
4. Green B., Pizzari T. Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis British Journal of Sports Medicine, (2017), 1189-1194, 51(16)
5. Nicola Maffulli†*, Umile Giuseppe Longo‡, Nikolaos Gougoulas§, Dennis Caine}, and Vincenzo Denaro‡ Sport injuries: a review of outcomes Sport injuries: a review of outcomes
6. Will G. Hopkins, PhD,* Stephen W. Marshall, PhD,† Kenneth L. Quarrie,*‡ and Patria A. Hume, PhD Risk Factors and Risk Statistics for Sports Injuries Clin J Sport Med 2007;17:208–210)
7. SEAN J. MALONEY Department of Sports Science and Physical Activity, University of Bedfordshire, Bedford, United Kingdom THE RELATIONSHIP BETWEEN ASYMMETRY AND ATHLETIC PERFORMANCE: A CRITICAL REVIEW Journal of Strength and Conditioning Research Ó2018 National Strength and Conditioning Associatio
8. Maros Kalata, Tomas Maly *, Mikulas Hank, Jakub Michalek, David Bujnovsky, Egon Kunzmann and Frantisek Zahalka Unilateral and Bilateral Strength Asymmetry among Young Elite Athletes of Various Sports Medicina 2020, 56, 683; doi:10.3390/medicina56120683 www.mdpi.com/journal/medicina
9. Tomas Maly*, Lucia Mala, David Bujnovsky, Mikulas Hank, Frantisek Zahalka Morphological and isokinetic strength differences: bilateral and ipsilateral variation by different sport activity Open Med. 2019; 14: 207-216
10. Kyoungkyu Jeon, PhD1), Sungyung Chun, PhD2)*, Byoungdo Seo, MS, PT3 Effects of muscle strength asymmetry between left and right on isokinetic strength of the knee and ankle joints depending on athletic performance level . Phys. Ther. Sci. 28: 1289–1293, 2016 *Corresponding author.
11. V. Baltzopoulos and D.A. Brodie School of Movement Science, Physical Education and Recreation, University of Liverpool, Liverpool, England. Sports Medicine 8 (2): 101-116, 1989 0112-1642/89/0008-0101.
12. Andrea Bagordo1, Kimberly Ciletti1, Kevin Kemp-Smith1, Vini Simas1, Mike Climstein1,2,3 and James Furness1,* Sports 2020, 8, 124 doi:10.3390/sports8090124 www.mdpi.com/journal/sports
13. Timothy Stark, BS, DC, Bruce Walker, DC, MPH, DrPH, Jacqueline K. Phillips, PhD, BVSc(Hons), René Fejer, BSc, MSc, PhD, Randy Beck, BSc, DC, PhD Hand-held Dynamometry Correlation With the Gold Standard Isokinetic Dynamometry: A Systematic Review 2011 by the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation
14. Health Technology Assessment Section, Medical Development Division Ministry of Health Malaysia. Keskula DR, Dowling JS, Davis VL, et al. Interrater Reliability of Isokinetic Measures of Knee Flexion and Extension. Journal of Athletic Training 1995;30(2):167-170.
15. P. Edouard , F. Degache , R. Oullion , J.-Y. Plessis , S. Gleizes-Cervera , P. Calmels 2013 Shoulder Strength Imbalances as Injury Risk in Handball Int J Sports Med 2013; 34: 654–660
16. Inese Pontaga1, Janis Zidens Shoulder Rotator Muscle Dynamometry Characteristics: Side Asymmetry and Correlations with Ball-Throwing Speed in

- Adolescent Handball Players *Journal of Human Kinetics* volume 42/2014, 41-50 DOI: 10.2478/hukin-2014-0059 41Section I – Kinesiology.
17. Andrew McDonough , Lennard Funk. Can glenohumeral joint isokinetic strength and range of movement predict injury in professional rugby league *Physical Therapy in Sport* 15 (2014) 91e96
 18. Be´ne´dicte Forthomme, PhD, PT*; Jean-Louis Croisier, PhD, PT*; Francis Delvaux, PT*; Jean-Francois Kaux, MD, PhD*; Jean-Michel Crielaard, MD, PhD*; Sophie Gleizes-Cervera, MD†. Preseason Strength Assessment of the Rotator Muscles and Shoulder Injury in Handball Players. *Journal of Athletic Training* 2018;53(1):000–000.
 19. Todd S. Ellenbecker, PT, MS, SCS, OCS, CSCS1E. Paul Roetert, PhD, FACSM2 (Isokinetic Profile of Elbow Flexion and Extension Strength in Elite Junior Tennis Players *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2013
 20. Analysis of elbow muscle strength parameters in Brazilian jiu-jitsu practitioners Bruno Follmer, Rodolfo André Dellagrana, Luis Antonio Pereira de Lima, Walter Herzog & Fernando Diefenthaler *JOURNAL OF SPORTS SCIENCES*, 2016
 21. Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes *Journal of Athletic Training* Dorien Borms, PT; Annelies Maenhout, PhD, PT; Ann M. Cools, PhD, PT 2016;51(12):000–000 doi: 10.4085/1062-6050-51.12.06 by the National Athletic Trainers' Association, Inc www.natajournals.org
 22. Analysis of isokinetic muscle strength for sports physiotherapy research in Korean ssireum athletes Ji-Woong Noh, PT, MS1)a, Byoung-Sun Park, PT, MS1)a, Mee-Young Kim, PT, PhD1), Lim-Kyu Lee, PT, MS1, 2), Seung-Min Yang, PT, MS1), Won-Deok Lee, PT, MS1), Yong-Sub Shin, PT, MS1), Ju-Hyun Kim, PT, PhD3), Jeong-Uk Lee, PT, PhD4), Taek-Yong Kwak, PhD5), Tae-Hyun Lee, PhD6), Ju-Young Kim, PhD6), Jaehong Park, PhD7), Junghwan Kim, PT, PhD J. Phys. Ther. Sci. 27: 3223–3226, 2015
 23. G. C. Bogdanis1, V. I. Kalapotharakos2 Knee Extension Strength and Hamstrings-to-Quadriceps Imbalances in Elite Soccer Players *Int J Sports Med* 2016; 37: 119–124
 24. Determining Bilateral Strength Imbalances in Youth Basketball Athletes Christopher Thomas, Paul Comfort, Thomas Dos'Santos, Paul A. Jones DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-112340> *Int J Sports Med* 2017; 38: 683–690 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0172-4622
 25. Christopher Thomas, Paul Comfort, Thomas Dos'Santos, Paul A. Jones Determining Bilateral Strength Imbalances in Youth Basketball Athletes *Int J Sports Med* 2017; 38: 683–690 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0172-4622 DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-112340>
 26. Marc Dauty 1,2 Pierre Menu 1 Alban Fouasson-Chailloux 1 Sophie Ferréol 1 Charles Dubois Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements Original article *MLTJ* 1-2016 4b_. 06/05/16 15:32 Pagina 116 *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 2016;6 (1):116-123
 27. Scott R. Brown, Matt Brughelli, and Lee A. Bridgeman Profiling Isokinetic Strength by Leg Preference and Position in Rugby Union Athletes *International Journal Sports Physiology and Performance*, 2016, 11, 500 -50
 28. Sugimoto, Dai; Mattacola, Carl G.; Mullineaux, David R.; Palmer, Thomas Gerard; and Hewett, Timothy E., "Comparison of Isokinetic Hip Abduction and Adduction Peak Torques and Ratio Between Sexes" (2014). *Rehabilitation Sciences Faculty Publications* 43.
 29. Profiling Isokinetic Strength by Leg Preference and Position in Rugby Union Athletes Scott R. Brown, Matt Brughelli, and Lee A. Bridgeman *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2016, 11, 500 -507 © 2016 Human Kinetics, Inc.
 30. Azza M. Abdelmohsen, MD, PhD Leg Dominance Effect on Isokinetic Muscle Strength of Hip Joint © 2019 National University of Health Sciences.
 31. Lucci, Addie, "Hip Adduction: Abduction Ratio Differences Between Collegiate Male and Female Soccer Players" (2017). *UNLV Theses, Dissertations, Professional Papers, and Capstones*. 3088. <http://dx.doi.org/10.34917/11156748>