



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΑΘΛΟΠΑΙΔΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΙΣΧΥ ΑΘΛΗΤΩΝ ΜΑΧΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΑΘΛΗΜΑΤΩΝ.
ΑΝΑΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ»

ΚΑΦΦΕΣ ΙΩΑΝΝΗΣ – Α.Μ.: 201100087

Επιβλέπων Καθηγητής: κος ΤΣΟΛΑΚΗΣ Χ.

Φεβρουάριος, 2021

© Copyright

ΚΑΦΦΕΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η αναφορά στην επίδραση των διατάσεων και των πλειομετρικών ασκήσεων πάνω στις μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος στα άνω και κάτω άκρα στις πολεμικές τέχνες. Για την επίτευξη του στόχου της εργασίας πληροφορίες ανακτήθηκαν μέσω αρθρογραφίας σχετικής με το θέμα της εργασίας από ιστοσελίδες. Τα άρθρα αφορούσαν τη χρησιμότητα των διατάσεων και των πλειομετρικών ασκήσεων καθώς και τις μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος για αθλητές πολεμικών τεχνών. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν στην αγγλική γλώσσα. Μεταφράστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που εξυπηρετούσαν τους στόχους της εργασίας. Οι προπονητές θα πρέπει να κάνουν τις κατάλληλες προσαρμογές στην προπονητική στρατηγική τους, λαμβάνοντας υπόψη: την ένταση, τον όγκο και την περίοδο ανάρρωσης. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι οι πλειομετρικές ασκήσεις μπορούν να ενσωματωθούν στην προθέρμανση κατά την αγωνιστική περίοδο για την αύξηση των επιλεγμένων παραμέτρων της απόδοσης αλμάτων κορυφαίων αθλητών καράτε. Οι προπονητές θα πρέπει να λαμβάνουν ιδιαίτερα υπόψη τις ατομικές αντιδράσεις των αθλητών τους, επανεξετάζοντας και αναμορφώνοντας τα χαρακτηριστικά της πλειομετρικής παρέμβασης με στόχο την ανάπτυξη των κατάλληλων προπονητικών ερεθισμάτων για την αύξηση της αγωνιστικής απόδοσης των αθλητών πολεμικών τεχνών.

Λέξεις κλειδιά: διατάσεις, πλειομετρικές ασκήσεις, δύναμη, ισχύς, άνω και κάτω άκρα, πολεμικές τέχνες.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to report on the effect of stretching and plyometric exercises on the variables of strength and power in the upper and lower extremities in martial arts. To achieve the goal of the work information was retrieved through work-related articles from websites. The articles concerned the usefulness of stretching and plyometric exercises as well as the variables of strength and power for martial arts athletes. The articles used were in English. Data that served the objectives of the work were translated and used. Coaches should make appropriate adjustments to their training strategy, taking into account: intensity, volume and recovery period. In conclusion, the results of the work showed that plyometric exercises can be integrated into the warm-up during the competition to increase the selected parameters of the jump performance of top karate athletes. Coaches should pay particular attention to the individual reactions of their athletes, re-examining and reformulating the characteristics of plyometric intervention in order to develop appropriate training stimuli to increase the athletic performance of martial arts athletes.

Keywords: stretching, plyometric exercises, strength, power, upper and lower extremities, martial arts.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Σκοπός της έρευνας	9
1.2. Σημασία έρευνας	9
III. ΜΕΘΟΔΟΣ	10
II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	11
2. Διατάσεις και είδη διατάσεων	11
2.1 Επίδραση στατικών διατάσεων στη δύναμη και στη ισχύ	11
2.2 Παράγοντες που την επηρεάζουν	16
2.3 Επίδραση των διατάσεων στην ισχύ, δύναμη αθλημάτων ισχύος	17
2.4 Μηχανισμοί	17
2.5 Επίδραση διατάσεων στα μαχητικά δυναμικά αθλήματα	18
2.6 Επίδραση δυναμικών διατάσεων και PNF πάνω στη δύναμη και στη ισχύ	18
2.7 Διαφορές παθητικών – δυναμικών διατάσεων	25
2.8 Ορισμός PAP	26
2.8.1 Μυϊκή ενεργοποίηση	26
2.8.2. Κόπωση και Μετα-διεγερτική Διευκόλυνση	29
2.9 Μηχανισμοί PAP και παράγοντες που την επηρεάζουν	30
2.10 Επίδραση PAP πάνω στην απόδοση δύναμης και ισχύος	31
2.11 Επίδραση ύψους και απόστασης στην παραγωγή δύναμης και επιτάχυνσης κατά την διάρκεια των χτυπημάτων με τα άνω άκρα	35
2.12 Επίδραση δύναμης των κάτω άκρων - του κορμού και τον χρόνο αντίδρασης των αθλητών	41
IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	51
V. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	54

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον O'Donovan (2006), οι πολεμικές τέχνες είναι αρχαία μορφή αυτοάμυνας. Παρουσιάστηκαν στην Ανατολική Ασία και στη συνέχεια με πολυάριθμα και διαφορετικά στυλ σε όλο τον κόσμο όχι μόνο ως αυτοπροστασία αλλά και ως αγωνιστικά αθλήματα και μορφή άσκησης. Τα παραδοσιακά στυλ των πολεμικών τεχνών κατηγοριοποιούνται ως: μαλακά και σκληρά, με την κεντρική αρχή της κάθε πολεμικής τέχνης να προσδιορίζει τον μαλακό ή τον σκληρό της χαρακτήρα.

Οι βασικές θέσεις, τα δυνατά χτυπήματα και η ανάπτυξη επιθετικών τεχνικών σε συνδυασμό με την ταχύτητα και την δύναμη χαρακτηρίζουν και διαμορφώνουν ένα σκληρό στυλ. Αντίστοιχα συστήματα αργής πνευματικής φυσικής άσκησης που έχουν σχεδιαστεί για χαλάρωση, ισορροπία και ευζωία και είναι γνωστά για τις τεχνικές αναπτύσσοντας σωματικές δεξιότητες χωρίς να δίνουν έμφαση στην δύναμη (π.χ. Tai Chi).

Όσον αφορά το Tae Kwon Do οι Jakubiak & Saunders (2008) αναφέρουν ότι είναι ένα μαχητικό άθλημα όπου οι τεχνικές με το κάτω άκρο χρησιμοποιούνται κατά κόρον. Οι αθλητές πρέπει να προσαρμόζονται στην βέλτιστη απόσταση εκτέλεσης μιας (ειδικής) αθλητικής δραστηριότητας επειδή παίζει σημαντικό για την επίτευξη πόντων και γενικότερα επηρεάζει την αγωνιστική απόδοση (Kim et al., 2010).

Όπως αναφέρουν οι Kim et al. (2010), η απόσταση πρέπει να προσδιορίζεται ατομικά, λαμβάνοντας υπόψη τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του αθλητή (π.χ. το μήκος ποδιού θεωρείται από τους αθλητές ως αγωνιστική απόσταση).

Οι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι σε ένα άθλημα όπως το Tae Kwon Do οι αθλητές πρέπει να εκτελούν λακτίσματα από πιο κοντινές ή και μακρύτερες αποστάσεις σε σχέση με την αγωνιστική απόσταση γεγονός που επηρεάζει τις τεχνικές που χρησιμοποιούν σε αγώνες με αντιπάλους.

Σύμφωνα με τους Behm & Chaouachi (2011) απαιτείται από αθλητές που αγωνίζονται σε αθλήματα ταχύτητας/ισχύος να έχουν υψηλή μυϊκή δύναμη κάτω άκρων όσο και υψηλή ευκινησία με στόχο την εκτέλεση εκρηκτικών και ευρείας κλίμακας κινήσεων σε συνδυασμό με την αποφυγή τραυματισμών κατά την διάρκεια προπόνησης και αγώνα.

Πριν από την προπόνηση και τον αγώνα οι αθλητές πρέπει να ακολουθούν ένα τυπικό πρόγραμμα προθέρμανσης με στόχο να προετοιμάσουν τους μύες για την επίτευξη

της μέγιστης ισχύος και συντονισμού, καθώς και για την αύξηση της κλίμακας της κίνησης των αρθρώσεων. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με την αύξηση της μυϊκής θερμοκρασίας εκτελώντας συνήθως ήπιες ασκήσεις και αναπτύσσοντας κινητικά μοντέλα που προσομοιώνουν τις κινήσεις των αθλημάτων.

Οι Young & Behm (2002) αναφέρουν ότι μία τυπική προθέρμανση περιλαμβάνει ασκήσεις διατάσεων και μέγιστες μυϊκές δράσεις ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν οι εκρηκτικές κινήσεις κατά την προπόνηση ή τον αγώνα.

Όσον αφορά τις διατάσεις σε μία προπονητική διαδικασία ο Hoffman (2014) αναφέρει ότι ταξινομούνται ιεραρχικά στην φάση της προθέρμανσης που αποτελεί μέρος της προπόνησης. Τα οφέλη των διατάσεων πάνω στους μύες είναι πολλαπλά και τα πιο σημαντικά για την αθλητική απόδοση είναι:

η διατήρηση της μέγιστης θερμοκρασίας,

η παραγωγή μεγαλύτερης μυϊκής δύναμης,

η αποτροπή τραυματισμών και μυϊκού πόνου και

η αύξηση και ανάπτυξη της πλήρους κλίμακας της κίνησης (ROM), (Shrier, 2002).

Σύμφωνα με τους Bompa & Carrera (2005), η προπόνηση διατάσεων εφαρμόζεται μετά την προπονητική διαδικασία ως μέσο αύξησης της μυϊκής θερμοκρασίας και ως μέσο ανάρρωσης και αύξησης της ROM. Η ταξινόμηση των διατάσεων σύμφωνα με τους ερευνητές παρουσιάζει μια τυπική κατηγοριοποίηση:

στατική,

βαλλιστική,

δυναμική και

ιδιοδεκτική– νευρομυϊκή διευκόλυνση.

Η στατική διάταση προσδιορίζεται ως διατήρηση του μυ σε μια θέση διάτασης για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα. Τα πλεονεκτήματα της στατικής διάτασης είναι η γρήγορη αύξηση της ROM και η ελεγχόμενη ανάπτυξη των ικανοτήτων ευκινησίας, ενώ υπάρχουν και ερευνητικές προσπάθειες που δείχνουν ότι η στατική διάταση επηρεάζει αρνητικά τις ικανότητες παραγωγής δύναμης και ισχύος.

Οι Bompa & Carrera (2005), αναφέρουν ότι η δυναμική διάταση σχετίζεται με την εκτέλεση των λειτουργικών ασκήσεων που σχεδιάζονται ειδικά για την προθέρμανση, ενώ το κύριο πλεονέκτημά τους είναι η διατήρηση της ενεργητικότητας των μυών σε όλη την διάρκεια της κλίμακας της κίνησης. Αυτή η διαδικασία συμβαίνει στο πλαίσιο της διέγερσης της μυϊκής ατράκτου, η οποία πυροδοτεί την συστολή των

μυϊκών ινών με στόχο την αποτροπή πιθανού τραυματισμού εξαιτίας της υπερβολικής ανάπτυξης διατάσεων.

Αντίστοιχα η PNF είναι μία μέθοδος αποκατάστασης της οποίας η βασική αρχή, είναι η αναστολή της μυϊκής συστολής. Η PNF προσδιορίζεται από τη διαλλειματική εναλλαγή της μυϊκής συστολής και διάτασης με την συνδρομή παθητικού stretching. Η συστολή διεγείρει του τένοντες Golgi (GTO), προκαλώντας μυϊκή συστολή εξαιτίας της αυτογενούς αναστολής με αποτέλεσμα της αύξηση της μυϊκής έκτασης. Ωστόσο, δεν μπορεί να εκτιμηθεί (με βάση συγκεκριμένες μετρήσεις), η σημασία της παραγωγής της μυϊκής δύναμης ως προς την βέλτιστη αθλητική απόδοση.

Τέλος, η προθέρμανση είναι ο κύριος παράγοντας βάση του οποίου το σώμα πετυχαίνει την μέγιστη παραγωγή της μυϊκής δύναμης σε μεγαλύτερη κλίμακα ROM κίνησης χωρίς συνέπειες ή τραυματισμούς.

Σε πολλά αγωνίσματα μαχητικών και δυναμικών αθλημάτων όπως: taekwondo, karate, judo, boxing όπου απαιτείται παραγωγή μυϊκής δύναμης σε σύντομο χρονικό διάστημα, η ικανότητα μεγιστοποίησης της μυϊκής ισχύος αποτελεί βασικό παράγοντα απόδοσης (Mc Bride et al., 1999). Δεδομένου ότι το ιστορικό μυϊκής δραστηριότητας ακριβώς πριν την συμμετοχή σε τέτοιου είδους αγωνίσματα μπορεί να επηρεάσει την τελική απόδοση (Esformes et al., 2011; Chen et al., 2013), πολλοί αθλητές εφαρμόζουν πρακτικές μυϊκής προ-ενεργοποίησης ακριβώς πριν το αγώνισμα, με σκοπό να βελτιώσουν άμεσα την απόδοσή τους (Chiu et al., 2003). Βελτίωση που έρχεται μέσα από την αύξηση στην ικανότητα παραγωγής δύναμης (Kilduff et al., 2007). Το φαινόμενο κατά το οποίο η προηγηθείσα μυϊκή δραστηριότητα «διευκολύνει» ή συντελεί στη βελτίωση της παραγωγής ισχύος άρα και της απόδοσης κατά την κύρια επακόλουθη δοκιμασία, ονομάζεται μετα-διεγερτική διευκόλυνση ή ενεργοποίηση (ΜΔΕ) (Sale, 2004) και έχει παρατηρηθεί τόσο σε ζώα όσο και ανθρώπους (Moore & Stull, 1984; Hamada et al., 2000).

Οι περισσότεροι ερευνητές μελέτησαν την επίδραση της ΜΔΕ σε δοκιμασίες δύναμης και ισχύος χρησιμοποιώντας διαφορετικού είδους, όγκου και έντασης ερεθίσματα προ-ενεργοποίησης (Tillin & Bishop, 2009). Τα αποτελέσματα εμφανίζουν μια γενική τάση βελτίωσης της απόδοσης των αθλητών που χρησιμοποίησαν δραστηριότητες προ-ενεργοποίησης με αντιστάσεις ή δυναμικού τύπου (πλειομετρικές, μειομετρικές, ισομετρικές) (Young et al., 1998; Rixon et al., 2007; Bullock et al., 2011; Terzis et al., 2009, 2012; Fletcher et al., 2013; Chen 2013), χωρίς να λείπουν εργασίες που δεν εμφανίζουν καμία μεταβολή ή και μείωση στην

απόδοση (Gossen & Sale, 2000; Hilfiker et al., 2007; Esformes et al., 2010; Jo et al., 2010). Αυτή ή ανομοιογένεια στα αποτελέσματα μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις καθώς και στο γεγονός ότι στις έως σήμερα μελέτες δεν έχουν εξισωθεί οι παράμετροι που περιβάλλουν το φαινόμενο της ΜΔΕ. Έτσι, για παράδειγμα η διαφορετική δοσολογία του ερεθίσματος προ-ενεργοποίησης, το διαφορετικό παρεμβαλλόμενο χρονικό διάστημα αποκατάστασης, ή το διαφορετικό προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων μπορεί να επιφέρει αντικρουόμενα αποτελέσματα και να τα καταστήσει πολλές φορές μη συγκρίσιμα. Ωστόσο η εμφανιζόμενη τάση βελτίωσης της απόδοσης σε δοκιμασίες ισχύος, κυρίως μετά από δυναμική προ-ενεργοποίηση (πολύ συχνά με πλειομετρικά άλματα βάθους) εμφανίζει μεγάλο πρακτικό και ερευνητικό ενδιαφέρον και έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της αθλητικής κοινότητας.

Στα πλαίσια αναζήτησης απαντήσεων γύρω από την επίδραση της ΜΔΕ στους δρόμους ταχύτητας, η πλειοψηφία των μελετών εστίασε στη δρομική ταχύτητα σε αποστάσεις έως 40 μέτρα μετά από προ-ενεργοποίηση υψηλής έντασης 80-90% της 1ΜΕ. Σε ορισμένες μελέτες εμφανίστηκε σαφής βελτίωση της απόδοσης 0.9% - 3% (McBride et al., 2005; Chatzopoulos et al., 2007; Rahimi et al., 2007; Yetter & Moir, 2008; Bevan et al., 2010), ενώ σε άλλες δεν καταγράφηκε σημαντική μεταβολή (Till & Cooke, 2009). Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί πως στις μελέτες αυτές το συμμετέχον δείγμα ήταν αθλητές αθλοπαιδιών ή χαμηλού - ερασιτεχνικού προπονητικού επιπέδου και πάντως όχι αθλητές κλασικού αθλητισμού. Επίσης, από όσο γνωρίζουμε δεν έχει παρουσιαστεί μελέτη που να εξετάζει τη σχέση της ΜΔΕ μέσω υψηλής έντασης πλειομετρική προ-ενεργοποίηση, με το χρόνο αντίδρασης κατά την εκκίνηση από βατήρα.

1.1 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της εργασίας είναι η αναφορά στην επίδραση των διατάσεων και των πλειομετρικών ασκήσεων ως μέσων μυικής ενεργοποίησης πάνω στις μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος στα άνω και κάτω άκρα στις πολεμικές τέχνες.

1.2. Σημασία έρευνας

Η εργασία είναι σημαντική διότι αναλύει τη επίδραση ασκήσεων πάνω στα άνω και κάτω άκρα αθλητών πολεμικών τεχνών ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη αθλητική

απόδοση όσον αφορά τους αθλητές και να βοηθηθούν οι προπονητές όσον αφορά τις προπονητικές μεθόδους.

III. ΜΕΘΟΔΟΣ

Η μέθοδος που πραγματοποιείται στην έρευνα αυτή στηρίζεται στην βιβλιογραφική έρευνα. Η μέθοδος αφορούσε στη διεξοδική μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας με σκοπό να χρησιμοποιηθεί για θεωρητικά συμπεράσματα στα οποία οι προπονητές θα μπορούν να στηριχτούν για τη διαμόρφωση των προπονητικών τους σχεδιασμών.

Οι πληροφορίες που αφορούν το βιβλιογραφικό μέρος της εργασίας ανακτήθηκαν από την αναζήτηση αρθρογραφίας από ιστοσελίδες. Τα άρθρα αφορούσαν στην επίδραση των διατάσεων και των πλειομετρικών ασκήσεων σε μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος για αθλητές πολεμικών τεχνών. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν το θέμα της εργασίας και ήταν στην αγγλική γλώσσα. Μεταφράστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που εξυπηρετούσαν τους στόχους της εργασίας. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην αναζήτηση των άρθρων ήταν οι: διατάσεις, πλειομετρικές ασκήσεις, δύναμη, ισχύς, άνω και κάτω άκρα, πολεμικές τέχνες.

II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2. Διατάσεις και είδη διατάσεων

Οι διατάσεις είναι οι ασκήσεις εκείνες οι οποίες βοηθούν την αύξηση της ευκινησίας και οδηγούν: α) σε καλύτερες επιδόσεις και β) στην μείωση της συχνότητας εμφάνισης τραυματισμών.

Οι Bompa & Carrera (2005) αναφέρουν ότι η προπόνηση διατάσεων εφαρμόζεται μετά την προπονητική διαδικασία ως μέσο αύξησης της μυϊκής θερμοκρασίας και ως μέσο ανάρρωσης και αύξησης της ROM. Η ταξινόμηση των διατάσεων σύμφωνα με τους ερευνητές παρουσιάζει μια τυπική κατηγοριοποίηση:

- στατική,
- βαλλιστική,
- δυναμική και
- ιδιοδόχος – νευρομυϊκή.

2.1 Επίδραση στατικών διατάσεων στη δύναμη και στη ισχύ

Οι Bacuraeu et al. (2009) αναφέρουν ότι οι στατικές διατάσεις, τις οποίες συμπεριλαμβάνουν συχνά στο προπονητικό τους πρόγραμμα οι αθλητές ενδέχεται να:

- α) μειώνουν την μυϊκή ισχύ,
- β) την ταχύτητα σπριντ,
- γ) την ευκινησία και
- δ) την ισορροπία.

Σύμφωνα με τους Behm & Chaouachi (2011), η διάρκεια των στατικών διατάσεων παίζει κρίσιμο ρόλο στην μείωση της απόδοσης αυτών των μεταβλητών. Από την άλλη πλευρά, οι δυναμικές γενικές ή ειδικές εκρηκτικές κινήσεις που πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της προθέρμανσης έχουν ως αποτέλεσμα μία ισχυρή ενεργοποίηση (PAP), που αυξάνει την μυϊκή ισχύ μέσα σε ένα χρονικό διάστημα 3-20 min.

Σύμφωνα με τους Tsolakis & Bogdanis (2012), αν και τα αποτελέσματα των δυναμικών διατάσεων πάνω στις εκρηκτικές κινήσεις είναι αντίθετα (μείωση και

αύξηση της μυϊκής ισχύος αντίστοιχα) οι περισσότερες σχετικές έρευνες εξέτασαν τα αποτελέσματα ξεχωριστά:

1. Οι Thompson et al. (2007), ανέφεραν χαμηλότερη απόδοση των κατακόρυφων και μακρών αλμάτων μετά την ανάπτυξη στατικών διατάσεων, συγκριτικά με προπόνηση που χρησιμοποιήθηκαν δυναμικές διατάσεις με ή χωρίς βάρος.
2. Ο Gellen (2010) κατέγραψε αρνητικά αποτελέσματα των στατικών διατάσεων πάνω στην εκτέλεση αλμάτων και σπριντ, μετά από μία γενική προθέρμανση,
3. Οι Chaouachi et al. (2010) εξετάζοντας καλά προπονημένους σπρίντερ, ανέφεραν ότι οι στατικές διατάσεις που εφαρμόστηκαν για 5 min, μετά από μία γενική προθέρμανση, δεν επηρέασαν δυσμενώς την απόδοση στα άλματα και το σπριντ,
4. Οι Behm & Chaouachi (2011), ανέφεραν ότι οι δυναμικές διατάσεις μειώνουν ή και αντιστρέφουν τα δυσμενή αποτελέσματα των στατικών διατάσεων,

Ως το συγκεκριμένο χρονικό σημείο λίγες ήταν οι έρευνες που εξέτασαν τα έντονα αποτελέσματα διαφορετικών μεθόδων προθέρμανσης πάνω στην απόδοση της ισχύος και της αθλητικής απόδοσης.

Οι Tsolakis et al. (2010a), δεν κατέγραψαν σημαντικές διαφορές πάνω στην ευκινησία, στην ικανότητα εκτέλεσης αλμάτων και στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των κάτω άκρων, της απόδοσης αθλητών ξιφασκίας (κορυφαίου επιπέδου) έπειτα από στατική ή βαλλιστική διάταση των κάτω άκρων, διατυπώνοντας το συμπέρασμα ότι και οι δύο τύποι διατάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την διάρκεια της προαγωνιστικής προθέρμανσης ταχύτητας/δύναμης.

Σκοπός της έρευνας των Tsolakis & Bogdanis (2012), ήταν η εξέταση των αποτελεσμάτων μιας προαγωνιστικής προθέρμανσης σε πραγματικές συνθήκες, συμπεριλαμβάνοντας ασκήσεις διατάσεων και αύξησης μυϊκής ισχύος εστιάζοντας παράλληλα στην ευκινησία των κάτω άκρων. Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν τα αποτελέσματα των διατάσεων με διαφορετική διάρκεια (μακρά – σύντομη) σε συνδυασμό με εκτέλεση αλμάτων tuck που είχαν ειδικά σχεδιαστεί για την αύξηση της μυϊκής ισχύος. Διατυπώθηκε επίσης η υπόθεση ότι το πρωτόκολλο μακρύτερης στατικής διάτασης επηρεάζει δυσμενώς την απόδοση δύναμης, ωστόσο οι πλειομετρικές ασκήσεις αντισταθμίζουν τα δυσμενή αποτελέσματα των στατικών διατάσεων.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 20 αθλητές/τριες ξιφασκίας διεθνούς επιπέδου (10 αθλητές και 10 αθλήτριες). Πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα προθέρμανσης τα

οποία συμπεριλάμβαναν ήπιο τζόκινγκ 5min και ασκήσεις σύντομων (15sec) και μακρών (45 sec) στατικών διατάσεων για κάθε μία από τις κύριες μυϊκές ομάδες των κάτω άκρων (τετρακέφαλοι, ιγνυακοί και τρικέφαλοι), που ακολουθούνταν είτε από 3 σετ των τριών αλμάτων (short stretching), είτε από 3 σετ των 5 αλμάτων (tuck jumps–long stretching), στο πλαίσιο μιας τυχαίας διατμηματικής έρευνας με την μεσολάβηση μιας εβδομάδας μεταξύ των παρεμβάσεων.

Η κάμψη του ισχίου μετρήθηκε με γωνιόμετρο Lafayette πριν και μετά την προθέρμανση των 5min μετά το stretching και 8min μετά τα tuck jumps, ενώ η απόδοση αλμάτων (CMJ) εκτιμήθηκε από μία πλατφόρμα επαφής Ergojump, πριν και μετά την παρέμβαση stretching καθώς και αμέσως μετά και 8min μετά την εκτέλεση των αλμάτων.

Η three way ANOVA (κατάσταση, χρόνος, φύλο), κατέγραψε σημαντικά αποτελέσματα για τις μεταβλητές του χρόνου ($p < 0.001$) και του φύλου ($p < 0.001$) σε σχέση με την κάμψη της άρθρωσης του ισχίου, χωρίς καμία αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Ακόμη, αυξήθηκε η ευκινησία κατά $6.8 \pm 1.1\%$ ($p < 0.001$), μετά την προθέρμανση και κατά $5.8 \pm 1.6\%$ ($p < 0.001$), μετά το stretching, ενώ παρέμεινε αυξημένη για χρονικό διάστημα 8min μετά την εκτέλεση των tuck jumps.

Η έρευνα έδειξε ότι οι αθλήτριες είχαν μεγαλύτερο εύρος κίνησης ROM συγκριτικά με τους αθλητές για όλα τα χρονικά διαστήματα ($125 \pm 8^\circ$ έναντι $94 \pm 4^\circ$, $p < 0.01$), αλλά το μοντέλο της αλλαγής σε σχέση με την ευκινησία του ισχίου δεν διέφερε μεταξύ των δύο φύλων.

Η απόδοση CMJ ήταν μεγαλύτερη στους αθλητές συγκριτικά με τις αθλήτριες ($38.2 \pm 1.9\text{cm}$ έναντι $29.8 \pm 1.2\text{cm}$, $p < 0.01$), ωστόσο, το ποσοστό της αλλαγής της απόδοσης CMJ δεν διέφερε μεταξύ των δύο φύλων. Η απόδοση CMJ παρέμεινε αμετάβλητη καθ' όλη την διάρκεια του πρωτοκόλλου σύντομων διατάσεων, ενώ μειώθηκε κατά $5.5 \pm 0.9\%$ ($p < 0.01$) μετά την ολοκλήρωση των διατάσεων στο πλαίσιο εφαρμογής του πρωτοκόλλου των 45min διατάσεων.

Ωστόσο, 8min μετά τα tuck jumps η απόδοση CMJ δεν ήταν διαφορετική από την βασική τιμή ($p = 0.075$). Συμπερασματικά η ισχύς των κάτω άκρων μπορεί να μειώνεται μετά από μακρά περίοδο εκτέλεσης διατάσεων, ωστόσο η απόδοση των εκρηκτικών ασκήσεων μπορεί να αντιστρέψει το φαινόμενο.

Το σημαντικότερο εύρημα των Tsolakis & Bogdanis (2012) ήταν ότι ενώ και οι δύο χρονικές διάρκειες stretching (μακρά και σύντομη), είχαν ως αποτέλεσμα παρόμοια αύξηση της κάμψης του ισχίου ($\sim 12.6\%$), η απόδοση CMJ μειώθηκε σημαντικά

κατά 5.5% έπειτα από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων 45sec. Είναι χαρακτηριστικό ότι αυτή η μείωση διατηρήθηκε αμέσως μετά την εκτέλεση των tuck jumps, ωστόσο η απόδοση CMJ επαναπροσδιορίστηκε στις βασικές τιμές 8min μετά τον παραπάνω τύπο αλμάτων.

Το γεγονός επίσης ότι δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική μείωση στην απόδοση CMJ μετά το πρωτόκολλο των σύντομων διατάσεων (15sec), έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα των παραπάνω ερευνών που αναφέρθηκαν και οι οποίες είχαν καταγράψει σημαντικές μειώσεις του ύψους των αλμάτων μετά από στατικές διατάσεις παρόμοιας διάρκειας. Η ανάπτυξη διατάσεων σύντομης διάρκειας κατά την προθέρμανση μπορεί να αυξήσει την ευκινησία χωρίς κάποιο αρνητικό αποτέλεσμα πάνω στην εκρηκτική απόδοση.

Μία πιθανή αιτία για την μη μείωση της απόδοσης CMJ μετά από την ανάπτυξη διατάσεων σύντομης διάρκειας κατά την προθέρμανση είναι το προπονητικό επίπεδο των αθλητών/τριών που συμμετείχαν στην έρευνα που είχαν μακρά προπονητική εμπειρία και ικανότητα προσαρμοστικότητας. Στο ίδιο συμπέρασμα είχε καταλήξει και η έρευνα των Unick et al. (2005) οι οποίοι ανέφεραν ότι καλά προπονημένοι αθλητές είναι λιγότερο ευάλωτοι στη μείωση της εκρηκτικής απόδοσης εξαιτίας των διατάσεων συγκριτικά με τα μη προπονημένα άτομα. Ακόμη έρευνες που εξέτασαν αθλητές δεν ανέφεραν κανένα αποτέλεσμα των στατικών διατάσεων πάνω στην απόδοση καλά προπονημένων αθλητριών καλαθοσφαίρισης (Egan et al., 2006), πετοσφαίρισης (Dalrymple et al., 2010), κορυφαίων σπρίντερ (Little & Williams, 2006) και αθλητών ξιφασκίας (Tsolakis et al., 2010a).

Όπως αναφέρουν οι Behm & Chaouachi (2011), αν και είναι δύσκολη η σύγκριση των ερευνητικών ευρημάτων που κάνουν χρήση των ασκήσεων διατάσεων με διαφορετικό τρόπο: ένταση, συχνότητα και διάρκεια, ωστόσο, η βασική μεταβλητή είναι η ένταση των διατάσεων. Για παράδειγμα όταν η ένταση εφαρμόζεται σε υψηλό επίπεδο, η στατική διάταση μακρύτερης διάρκειας προκαλεί μεγαλύτερη μείωση της απόδοσης (Wong et al., 2011).

Στην έρευνα των Tsolakis & Bogdanis (2012) παρατηρήθηκε επίσης μιά μεγάλη αύξηση της κάμψης του ισχίου μετά το πρωτόκολλο των διατάσεων 45sec ενώ παρόμοια αύξηση της ROM παρατηρήθηκε κατά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου των 15sec διατάσεων χωρίς καμία αλλαγή στην εκρηκτική απόδοση. Επιπλέον, δεν υπήρξε συσχετισμός μεταξύ της αύξησης ROM και της μείωσης της απόδοσης αλμάτων CMJ σε κανένα χρονικό σημείο, διατυπώνοντας το συμπέρασμα ότι ο

μηχανισμός που προκαλεί την μείωση CMJ μετά την ανάπτυξη stretching μακράς διάρκειας ήταν νευρικός. Προκαλεί επίσης ενδιαφέρον το γεγονός ότι η μείωση της απόδοσης CMJ μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου των 45sec διατάσεων ανακτήθηκε σχετικά γρήγορα.

Οι Power et al. (2004) ανέφεραν μειώσεις της απόδοσης μετά από παρόμοια ή και μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα stretching. Οι ερευνητές ανέφεραν μία μέση μείωση της μέγιστης δύναμης των τετρακέφαλων σε ποσοστό 9.5% σε συνδυασμό με μείωση κατά 5.4% της μυϊκής ενεργοποίησης και την αύξηση κατά 7.4% της ROM με διάρκεια περίπου 2 ώρες μετά το stretching.

Ένας σημαντικός παράγοντας που προσδιορίζει το μέγεθος και πιθανόν την διάρκεια της μείωσης της απόδοσης μετά την ανάπτυξη της στατικής διάτασης είναι η διάρκεια του stretching. Στην έρευνα των Tsolakis & Bogdanis (2012), η διάρκεια της στατικής διάτασης κατά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου long stretching ήταν 3X 45 = 135 sec. Οι Behm & Chaouachi (2011), στην έρευνά τους ανέφεραν ότι όταν η διάρκεια του stretching υπερβαίνει τα 90sec, η μείωση της απόδοσης είναι εμφανής και μεγάλη.

Οι πλειομετρικές ασκήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα των Tsolakis & Bogdanis (2012) επιλέχθηκαν επειδή εφαρμόζονται συνήθως στην τελική φάση της προθέρμανσης πριν την προπόνηση ή τον αγώνα. Για το επίμαχο ζήτημα, διατυπώθηκε η υπόθεση ότι ο μεγαλύτερος όγκος των tuck jumps που αναπτύχθηκε μετά το stretching μακράς διάρκειας όχι μόνο μειώνει αλλά αντιστρέφει τα δυσμενή αποτελέσματα της στατικής διάτασης πάνω στην παραγωγή εκρηκτικής ισχύος.

Το γεγονός ότι στην παρούσα έρευνα, η απόδοση CMJ ανακτήθηκε στις βασικές τιμές σε γρήγορο χρονικό διάστημα των 8min πιθανόν να οφείλεται στα αποτελέσματα PAP των 3X5 tuck jumps τα οποία πιθανόν υπερτερούν των αρνητικών αποτελεσμάτων stretching. Από πρακτικής πλευράς, τα παραπάνω ευρήματα έδειξαν ότι τα αρνητικά αποτελέσματα του stretching μακράς διάρκειας μπορούν να αντιστραφούν, χρησιμοποιώντας αυτό τον τύπο πλειομετρικής άσκησης.

Επιπλέον, σε πρακτικό επίπεδο τόσο το ROM όσο και η μυϊκή ισχύ θα έπρεπε να αυξηθούν μετά από μία βέλτιστη προθέρμανση. Σύμφωνα με τους ερευνητές ενώ ο πρώτος στόχος επιτεύχθηκε μετά την εφαρμογή και των δύο πρωτοκόλλων προθέρμανσης, ο δεύτερος στόχος ωστόσο δηλ. η αύξηση της απόδοσης CMJ δεν επιτεύχθηκε. Η αύξηση της εκρηκτικής απόδοσης των κάτω άκρων δίνει την

δυνατότητα στους αθλητές να εκτελέσουν γρήγορες και ισχυρές ειδικές αθλητικής κινήσεις (Tsolakis et al., 2010b).

Επομένως, κανένας από αυτούς τους συνδυασμούς της διάρκειας stretching και των tuck jumps δεν θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται για τους αγώνες. Μία καινοτομία της παρούσας έρευνας ήταν τα αποτελέσματα του stretching και των δραστηριοτήτων PAP δεν εξετάστηκαν μεμονωμένα αλλά κάτω από πραγματικές προπονητικές – αγωνιστικές συνθήκες.

Ακόμη τα αποτελέσματα των Tsolakis & Bogdanis (2012) κατέγραψαν τον βέλτιστο συνδυασμό των δραστηριοτήτων stretching και PAP για μία επιτυχημένη προθέρμανση των αθλημάτων ταχύτητας/ισχύος. Είναι πιθανό στο πρωτόκολλο των διατάσεων σύντομης διάρκειας, ο αριθμός των tuck jumps να ήταν πολύ χαμηλός, συνεπώς δεν αυξήθηκε δυνητικά η απόδοση των αλμάτων.

Από την άλλη πλευρά, η διάρκεια του stretching ήταν μεγάλη κατά την εφαρμογή του άλλου πρωτοκόλλου stretching, ενώ μία πιθανή αύξηση του αριθμού των tuck jumps για μεγαλύτερα αποτελέσματα PAP θα είχε ως αποτέλεσμα την κόπωση και όχι την αύξηση της απόδοσης.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από μία προθέρμανση παρόμοια με εκείνη που χρησιμοποιούν οι κορυφαίοι αθλητές ταχύτητας/ισχύος στις προπονήσεις και τους αγώνες, αυξάνεται η ευκινησία των αρθρώσεων του ισχίου στον ίδιο βαθμό μετά την εκτέλεση stretching σύντομης και μακράς διάρκειας. Ωστόσο, η ισχύς των κάτω άκρων μειώνεται κατά την εκτέλεση του stretching μακρύτερης διάρκειας, αλλά αυτό αντιστρέφεται στα τρία σετ των ασκήσεων PAP μετά το stretching.

Τέλος, η αποτυχία και των δύο πρωτοκόλλων προθέρμανσης για την αύξηση της CMJ πάνω από τις βασικές τιμές έδειξε: α) ότι θα πρέπει να αποφευχθεί το stretching μακράς διάρκειας, β) πιθανά να απαιτείται ένας μεγαλύτερος όγκος ασκήσεων PAP για την βελτίωση της προθέρμανσης των αθλητών ταχύτητας/ισχύος.

2.2 Παράγοντες που την επηρεάζουν

Οι Behm & Chaouachi (2011), όσον αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν τις διατάσεις αναφέρουν τους εξής: α) ένταση, β) συχνότητα και γ) διάρκεια, ωστόσο, η βασική μεταβλητή είναι η ένταση των διατάσεων. Για παράδειγμα όταν η ένταση εφαρμόζεται σε υψηλό επίπεδο, η στατική διάταση μακρύτερης διάρκειας προκαλεί μεγαλύτερη μείωση της απόδοσης.

2.3 Επίδραση των διατάσεων στην ισχύ, δύναμη αθλημάτων ισχύος

Οι Behm & Chaouachi (2011) αναφέρουν ότι η στατική διάταση έχει αποδειχθεί ως αποτελεσματικό μέσο για την αύξηση της κλίμακας κίνησης (ROM) σε σχέση με τις αρθρώσεις. Η αύξηση της ROM που επιτυγχάνεται στο πλαίσιο σύντομων και έντονων διατάσεων οφείλεται στις αλλαγές στο μήκος και στην ακαμψία των άκρων και κατηγοριοποιούνται ως ελαστικές αλλαγές.

Σύμφωνα με τους ίδιους (ερευνητές), η βελτίωση της απόδοσης οφείλεται στην αυξημένη ικανότητα του τεντώματος, καθώς επίσης και στην μείωση της αντίστασης ενός περισσότερου ή λιγότερου δύσκαμπτου μυ προς την κίνηση που πρόκειται να εκτελέσει ο αθλητής.

Οι Behm και Chaouachi (2011), στην έρευνά τους διερεύνησαν τις αρνητικές, ουδέτερες και θετικές αντιδράσεις καλαθοσφαιριστών σε σχέση με διατάσεις, δίνοντας πολύτιμες πληροφορίες για το συγκεκριμένο ζήτημα. Τα αποτελέσματα της διάρκειας των διατάσεων, ανέφεραν ότι ο μέσος χρόνος διάρκειας αναλογούσε στον χρόνο των 14,5 s για τους καλαθοσφαιριστές.

Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν σχετικά μέτριες διάρκειες του στατικού τεντώματος της τάξης των 90sec έως 2min για κάθε μυϊκή ομάδα. Τα πρωτόκολλα με βάση τα οποία εφαρμόστηκαν οι διάρκειες των στατικών διατάσεων, ανέφεραν μείωση της επακόλουθης αντίδρασης και του χρόνου κίνησης, καθώς και της ισορροπίας.

Η έρευνα δείχνει ότι όταν η συνολική διάρκεια των στατικών διατάσεων μιας μυϊκής ομάδας καταγράφεται σε μεγαλύτερο χρόνο των 90sec (3 X 30sec το καθένα), πιθανότατα μειώνεται η απόδοση των αθλητών της καλαθοσφαίρισης. Ωστόσο, εάν η συνολική διάρκεια των στατικών διατάσεων είναι μικρότερη από 90sec, παρουσιάζεται μία μεγαλύτερη μεταβλητότητα στην μείωση της απόδοσης των αθλητών.

2.4 Μηχανισμοί

Οι αυξήσεις που αφορούν τις στατικές διατάσεις αποδίδονται στον μηχανισμό που προκαλεί τις χρόνιες αυξήσεις της ROM (ευκινησία), ωστόσο, οι αυξήσεις αποδίδονται κυρίως στην μειωμένη ακαμψία των μυοτενοντωδών μονάδων (MTV), και στην αυξημένη ανοχή στις διατάσεις. Επιπρόσθετα με την αύξηση της ROM τα προτεινόμενα οφέλη των στατικών διατάσεων ήταν η μείωση ή η αποτροπή

τραυματισμών, η μείωση του μυϊκού πόνου και η βελτίωση της αθλητικής απόδοσης (Behm & Chaouachi, 2011).

2.5 Επίδραση διατάσεων στα μαχητικά δυναμικά αθλήματα

Οι Behm & Chaouachi, (2011) ανέφεραν ότι έρευνες κατέγραψαν πιθανή μείωση της αθλητικής απόδοσης εξαιτίας των συνεχών στατικών διατάσεων με τις μετρήσεις απόδοσης να περιλαμβάνουν εργαστηριακές μετρήσεις δύναμης όπως μέγιστη εκούσια συστολή (MVC), της ισομετρικής δύναμης και η ισοκινητική ροπή στρέψεως, μετρήσεις της προπόνησης της δύναμης, μετρήσεις της απόδοσης ισχύος όπως κατακόρυφα άλματα, σπριντ, δρομική οικονομία και ευκινησία καθώς και μετρήσεις ισορροπίας που αποτελούν πιο λειτουργικές μετρήσεις της αθλητικής απόδοσης. Οι Behm & Chaouachi, (2011) ανέφεραν αύξηση της έκκεντρης και ομόκεντρης ροπής στρέψεως των ιγνυακών τενόντων μετά από 4 διατάσεις των 15-20sec. Άλλα σχετικά ευρήματα κατέγραψαν μείωση κατά 7-8% της κάμψης του γονάτου και της δύναμης της μυϊκής έκτασης έπειτα από έξι επαναληπτικές συνεδρίες πέντε διαφορετικών διατάσεων των κάτω άκρων με χρονική διάρκεια 15sec η καθεμία.

Τα ευρήματα έδειξαν επίσης ότι η στατική διάταση έως το σημείο εκδήλωσης ελαφρού πόνου (POD), είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της δύναμης, του ύψους αλμάτων, του χρόνου επαφής με το έδαφος των drop jumps, της μυϊκής ενεργοποίησης, του χρόνου αντίδρασης και κίνησης και της ισορροπίας, ωστόσο με βάση ορισμένα άλλα σχετικά ευρήματα, ένα μικρότερο ποσό της μέγιστης έντασης των διατάσεων πιθανόν να μην έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της δύναμης καθώς και των παραμέτρων απόδοσης.

Επίσης εκτός των νευρομυϊκών αποτελεσμάτων, η υψηλότερη έντασης διάταση προκαλεί σοβαρά προβλήματα στη ροή αίματος, συνεπώς η απόδοση των αθλητών όπως στα μαχητικά αθλήματα επηρεάζεται από τις αλλαγές της κυκλοφορίας αίματος στους μύες.

2.6 Επίδραση δυναμικών διατάσεων και PNF πάνω στη δύναμη και στη ισχύ

Οι Karo et al. (2016) είχαν ως σκοπό στην έρευνα τους την μελέτη, διερεύνηση και σύγκριση των έντονων αποτελεσμάτων των δυναμικών διατάσεων και της PNF, πάνω στις παραμέτρους της ισχύος και της ισοκινητικής δύναμης του γονάτου, αθλητών που προέρχονταν από πέντε διαφορετικά αθλήματα. Η υπόθεση που διατύπωσαν είναι ότι η αυξημένη ευκινησία των ανταγωνιστών που προκαλείται από το πρωτόκολλο

PNF οδηγεί στην αύξηση των παραμέτρων της δύναμης και ισχύος ή την διατήρηση του επιπέδου της απόδοσης με πιθανή αύξηση της κλίμακας ROM.

Στην έρευνα πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές μετρήσεις χωρίς επιπρόσθετες διαδικασίες με στόχο την επίτευξη μιας πιο ακριβής εκτίμησης. Στην έρευνα πήραν μέρος πενήντα αθλητές ($n=50$) οι οποίοι κατηγοριοποιήθηκαν σε υπο-ομάδες των 10 ατόμων, οι οποίοι δραστηριοποιούνταν στο καράτε, στο ταε κβο ντο, στο μποξ, στο ποδόσφαιρο και στα άλματα.

Για κάθε μία από τις υπο-ομάδες, προσδιορίστηκαν οι διαφορές στις παραμέτρους της ισοκινητικής δύναμης και ισχύος μετά από κάθε πρωτόκολλο διατάσεων. Όλα τα άτομα ήταν υγιή χωρίς τραυματισμούς στο γόνατο ή στους μύες και χωρίς καμία νευρομυϊκή ασθένεια ή άλλου είδους παθολογική κατάσταση, που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα.

Για την μέτρηση των παραμέτρων της μυϊκής δύναμης και ισχύος χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3, ενώ οι παράμετροι της δύναμης και της ισχύος προσδιορίστηκαν σε γωνιαίες ταχύτητες των $60^\circ/s$ και $180^\circ/s$ για τους καμπτήρες και εκτείνοντες και των δύο γονάτων. Η εξέταση πραγματοποιήθηκε την περίοδο μεταξύ 10-11 π.μ. με την ανάπτυξη της ικανότητας μιας μεγαλύτερης κλίμακας κίνησης ROM, ενώ μετά από κάθε πρωτόκολλο προθέρμανσης, κάθε αθλητής εκτελούσε πέντε μέγιστες εκούσιες συστολές, κάνοντας χρήση του κυρίαρχου και μη κάτω άκρου.

Οι βασικές μεταβλητές που μετρήθηκαν ήταν η ροπή στρέψεως (PT), ο χρόνος προς την ροπή στρέψεως (tPT), η συνολική προπονητική δραστηριότητα (TW), η μέση ισχύ (AP) και η κλίμακα κίνησης ROM. Σύμφωνα με τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις των κάτω άκρων προσαρμόστηκε το Biodex κατά την διάρκεια της κάθε μέτρησης με στόχο την μέτρηση των ισοκινητικών παραμέτρων.

Με βάση τα αποτελέσματα του T-test για δύο εξαρτώμενες ομάδες παρατηρήθηκε μία στατιστικά σημαντική διαφορά σε τουλάχιστον μία από τις βασικές μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος. Επίσης, κατά την ανάλυση των παραμέτρων της δύναμης και της ισχύος σε ταχύτητα $60^\circ/s$, προσδιορίστηκαν σημαντικές διαφορές για τις παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος για κάθε άθλημα ατομικά.

Στους αθλητές καράτε για τις μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος, η ροπή στρέψεως (PT), ο χρόνος προς την ροπή στρέψεως (tPT), η συνολική προπονητική δραστηριότητα (TW), η μέση ισχύ (AP) και η κλίμακα κίνησης ROM δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πρωτοκόλλων. Επίσης,

εξετάζοντας τους αθλητές ταε κβο ντο στην ταχύτητα των 60°/s δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος.

Αντιθέτως στα άτομα της ομάδας του μποξ στο πλαίσιο της ταχύτητας των 60°/s παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος. Συγκεκριμένα, η μεταβλητή της μέγιστης ροπής στρέψεως (PT) στις απόλυτες τιμές παρουσίασε διαφορές τόσο στις σχετιζόμενες μυϊκές εκτάσεις των ποδιών ($t=2.79$, $p=0.021$), και στις μη σχετιζόμενες ($t=4.12$, $p=0.008$), καθώς και στην μη σχετιζόμενη κάμψη ($t=3.71$, $p=0.005$), υπέρ του πρωτοκόλλου των δυναμικών διατάσεων.

Η μεταβλητή tPT σχετικά με την κάμψη παρουσίασε μία στατιστικά σημαντική διαφορά ($t=2.53$, $p=0.032$), υπέρ των δυναμικών πρωτοκόλλων προθέρμανσης – αντίστροφα αποτελέσματα (η υψηλότερη τιμή δείχνει επιδείνωση του αποτελέσματος). Η μεταβλητή TW ως προς την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση κατέγραψε μία στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ του δυναμικού πρωτοκόλλου προθέρμανσης ($t=2.48$, $p=0.035$) και η μεταβλητή AP κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ των δυναμικών πρωτοκόλλων ως προς την σχετική μυϊκή έκταση ($t=3.29$, $p=0.009$), την σχετική κάμψη ($t=2.59$, $p=0.009$) και την μη σχετική κάμψη ($t=3.6$, $p=0.006$).

Η ομάδα των ποδοσφαιριστών κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος σε βασικές μεταβλητές: η ροπή στρέψεως σε σχέση με την μη σχετιζόμενη κάμψη, κατέγραψε μία στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ ενός δυναμικού πρωτοκόλλου προθέρμανσης ($t=2.93$, $p=0.017$), χρόνος ροπής στρέψεως σε σχέση με την σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t= - 2.51$, $p=0.033$), η συνολική προπονητική δραστηριότητα ως προς την σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t=3.11$, $p=0.011$), η μέση ισχύ ως προς την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t=4.60$, $p=0.001$) και την σχετιζόμενη κάμψη ($t=2.86$, $p=0.019$), καταγράφοντας καλύτερα αποτελέσματα για το πρωτόκολλο της δυναμικής προθέρμανσης.

Οι αθλητές των σπριντ παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος, στο πλαίσιο της ταχύτητας των 60°/s, αναπτύσσοντας διαφορετικά πρωτόκολλα διατάσεων. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις βασικές παραμέτρους της ισχύος όσον αφορά την μεταβλητή PT σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t=5.06$, $p=0.001$), την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t=2.56$, $p=0.031$) και την κάμψη ($t=2.83$, $p=0.02$), καταγράφοντας καλύτερα αποτελέσματα μετά το δυναμικό πρωτόκολλο της προθέρμανσης.

Η παράμετρος tPT σε σχέση με την κάμψη ($t = -2.92$, $p = 0.017$), κατέγραψε καλύτερα αποτελέσματα υπέρ ενός δυναμικού πρωτοκόλλου διατάσεων (αντίστροφο αποτέλεσμα), ενώ τα αποτελέσματα των μεταβλητών TW, μη σχετιζόμενης μυϊκής έκτασης ($t = 2.83$, $p = 0.02$) και μη σχετιζόμενης κάμψης ($t = 2.48$, $p = 0.035$), δίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ των αποτελεσμάτων της δύναμης και της ισχύος μετά την εκτέλεση του δυναμικού πρωτοκόλλου προθέρμανσης. Αντίστοιχα, η μέση ισχύ AP σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t = 4.35$, $p = 0.002$), την κάμψη ($t = 3.34$, $p = 0.009$) και την μη σχετιζόμενη κάμψη ($t = 2.89$, $p = 0.018$), κατέγραψαν σημαντικές διαφορές στο επίπεδο της δύναμης και της ισχύος οι οποίες ήταν υψηλότερες μετά την ανάπτυξη της δυναμικής προθέρμανσης.

Σύμφωνα με τους Karo et al. (2016), οι παράμετροι της ισχύος και της δύναμης στο πλαίσιο ταχύτητας των $180^\circ/s$ έχουν παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά τα υποδείγματα με τις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος να καταγράφουν διαφορές εκτός της ομάδας των αθλητών καράτε και ταε κβο ντο οι οποίοι δεν κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος στο πλαίσιο ανάπτυξης διαφορετικών πρωτοκόλλων των δυναμικών διατάσεων και των PNF.

Η ομάδα των μποξέρ κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος. Συγκεκριμένα, η μεταβλητή PT σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t = 4.04$, $p = 0.003$), την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t = 2.26$, $p = 0.005$), την κάμψη ($t = 2.3$, $p = 0.047$), και την μη σχετιζόμενη κάμψη ($t = 3.19$, $p = 0.011$), κατέγραψαν υψηλότερες τιμές μετά από ένα δυναμικό πρωτόκολλο προθέρμανσης, ενώ η μεταβλητή tPT δεν κατέγραψε σημαντικές αλλαγές ή διαφορές που να είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών πρωτοκόλλων διατάσεων.

Αντίστοιχα, η TW σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t = 3.31$, $p = 0.009$), και την μη σχετιζόμενη κάμψη ($t = 5.38$, $p = 0.000$), κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ ενός δυναμικού πρωτοκόλλου προθέρμανσης. Η μεταβλητή της μέσης ισχύος AP σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t = 2.84$, $p = 0.019$), την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t = 2.38$, $p = 0.041$) και την μη σχετιζόμενη κάμψη ($t = 4.76$, $p = 0.001$), κατέγραψε σημαντικές διαφορές και καλύτερα αποτελέσματα μετά από ένα δυναμικό πρωτόκολλο προθέρμανσης.

Είναι ενδιαφέρον επίσης το γεγονός ότι η μεταβλητή της κλίμακας της κίνησης ROM όσον αφορά τη μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t = 2.5$, $p = 0.034$) και μη σχετική κάμψη

($t=2.5$, $p=0.034$), κατέγραψαν στατιστικά καλύτερα αποτελέσματα μετά από ένα δυναμικό πρωτόκολλο προθέρμανσης.

Η ομάδα των ποδοσφαιριστών κατέγραψε σημαντικές διαφορές στις βασικές παραμέτρους και στην tPT όσον αφορά την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t= -3.34$, $p=0.009$), την TW σε σχέση με την κάμψη ($t=2.52$, $p=0.032$), και την μεταβλητή της AP σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t=2.27$, $p=0.049$) και την κάμψη ($t=3.16$, $p=0.012$), καταγράφοντας καλύτερα αποτελέσματα μετά από ένα πρωτόκολλο δυναμικής προθέρμανσης.

Αντίστοιχα η ομάδα των σπριντ στο πλαίσιο της ταχύτητας των $180^\circ/s$, κατέγραψε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος: η μεταβλητή PT σε σχέση με την μυϊκή έκταση ($t=3.56$, $p=0.006$), την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t=2.56$, $p=0.005$) και την μη σχετιζόμενη κάμψη ($t=3.69$, $p=0.005$), η tPT όσον αφορά την μυϊκή έκταση ($t= -2.58$, $p=0.03$), η TW σε σχέση με την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t= 2.53$, $p=0.032$) και AP σε σχέση με την έκταση ($t=3.74$, $p=0.005$) και την μη σχετιζόμενη μυϊκή έκταση ($t=2.32$, $p=0.046$) ήταν θετικές στα αποτελέσματα που μετρήθηκαν μετά την εφαρμογή πρωτοκόλλου δυναμικών διατάσεων.

Εξετάζοντας τις βασικές διαφορές σε σχέση με την παράμετρο της μέγιστης ροπής στρέψεως (PT) στο πλαίσιο της ταχύτητας των $60^\circ/s$, κυμαίνεται από 2.7% έως 9.6% με καλύτερα αποτελέσματα μετά τις δυναμικές διατάσεις. Επίσης στην λειτουργική ταχύτητα των $180^\circ/s$, η μέγιστη ροπή στρέψεως του γονάτου παράγει μεγαλύτερες τιμές μετά τις δυναμικές διατάσεις οι οποίες κυμαίνονται από 4.5% έως 10.5%, ενώ η μεταβλητή tPT στην ταχύτητα των $60^\circ/s$, έδειξε ότι μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου των δυναμικών διατάσεων σε σχέση με την PNF οι αθλητές είχαν μεγαλύτερη ισχύ σε μεγαλύτερες τιμές ροπής στρέψεως σε ποσοστά που κυμαίνονταν μεταξύ 23 έως 26.6%. Οι διαφορές των τιμών, καταγράφοντας καλύτερα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή πρωτοκόλλου δυναμικών διατάσεων σε σχέση με την μεταβλητή TW στο πλαίσιο της ταχύτητας των $60^\circ/s$, κυμαίνονταν από 7% έως 9.1% και στην ταχύτητα των $180^\circ/s$, από 5.9% έως 13.8%.

Τέλος, οι τιμές της AP στην ταχύτητα των $60^\circ/s$ και μετά από ένα πρωτόκολλο δυναμικών διατάσεων ήταν υψηλότερες από το πρωτόκολλο διατάσεων PNF με μέσο ποσοστό των 4.1 έως 10% και με λειτουργική ταχύτητα των $180^\circ/s$, αυξημένη κατά 4% έως 13.7%. Η κλίμακα ROM έδειξε ότι επιτυγχάνεται μία μεγαλύτερη κλίμακα

κίνησης μετά την εφαρμογή πρωτόκολλου δυναμικών διατάσεων (προθέρμανση) στους μοξέρ στο πλαίσιο της ταχύτητας 180°/s κατά 0.4% έως 4.9%.

Σύμφωνα με τους Karo et al. (2016), οι δυναμικές διατάσεις βελτιώνουν την παραγωγή ισχύος. Τα αποτελέσματα στην έρευνα κατέγραψαν διαφορές μεταξύ των παραμέτρων δύναμης και της ισχύος από τα διαφορετικά πρωτόκολλα διατάσεων. Εξετάζοντας συνολικά τα αποτελέσματα της έρευνας διατυπώνεται το συμπέρασμα ότι η δυναμικές διατάσεις συμβάλλουν στην καλύτερη παραγωγή δύναμης για τους αθλητές μοξ, ποδοσφαίρου, δρόμων και αλμάτων. Στους αθλητές ταε κβο ντο και καράτε δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις βασικές παραμέτρους της δύναμης και της ισχύος μεταξύ δυναμικών και PNF διατάσεων. Επίσης, συγκριτικά με την PNF (ιδιοδόχος – νευρομυϊκή), η δυναμική διάταση παράγει καλύτερα αποτελέσματα για τις παραμέτρους δύναμης και ισχύος, ενώ η PNF σχετίζεται με χαμηλότερες τομές των μεταβλητών δύναμης και ισχύος και της μυϊκής ενεργοποίησης στο πλαίσιο της ταχύτητας των 60°/s (Marek et al., 2005).

Τα αποτελέσματα του τεστ αλμάτων μετά την εκτέλεση διατάσεων PNF είναι σημαντικά χαμηλότερα με την δύναμη να παρουσιάζει δραστική μείωση. Η μείωση των παραμέτρων της ροπής στρέψεως και των μεταβλητών δύναμης και ισχύος μετά τις διατάσεις PNF είναι πιθανά αποτέλεσμα της μυϊκής κοπώσεως στην ενεργή φάση κράτημα – χαλάρωση.

Οι Amiri-Khorasani et al. (2011) αναφέρουν στα αποτελέσματα της έρευνάς τους ότι οι δυναμικές διατάσεις είναι πιθανόν πιο αποτελεσματικές ως προς την αύξηση της μυϊκής δραστηριότητας των τετρακέφαλων και της γωνιαίας ταχύτητας της μυϊκής έκτασης του γονάτου. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δυναμικές διατάσεις είναι ιδανικές για την προθέρμανση με στόχο την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης της δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του γονάτου.

Ορισμένα επιχειρήματα που ευνοούν την δυναμική διάταση, με στόχο την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης είναι:

αφενός η ανάπτυξη μιας υψηλότερης μυϊκής θερμοκρασίας που έχει ως αποτέλεσμα ένα μεγαλύτερο ποσό ενέργειας εξαιτίας της αυξημένης αγγειοδιαστολής, αφετέρου μία πιθανή αντίδραση και ανάπτυξη μιας δυναμικής ενεργοποίησης που προκαλείται από τις εκούσιες μυϊκές συστολές.

Οι Cramer et al. (2004) εστίασαν στα αποτελέσματα του παθητικού stretching πάνω στην μέγιστη ροπή στρέψεως (PT) και ανέφεραν ένα χαμηλότερο επίπεδο τιμών σε χαμηλές ταχύτητες απόδοσης της κίνησης, ενώ τα αποτελέσματα πάνω σε αθλητές

δεν κατέγραψαν διαφορές στις παραμέτρους της δύναμης και ισχύος σε διαφορετικές ταχύτητες προπονητικής – αγωνιστικής δραστηριότητας.

Σύμφωνα με τους Karo et al. (2016), οι διαφορές μεταξύ παραγωγής ισχύος και δύναμης όσον αφορά την ανάπτυξη χαμηλών – υψηλών γωνιαίων ταχυτήτων προπονητικής – αγωνιστικής δραστηριότητας είναι παρόμοιες και στα δύο πρωτόκολλα των δυναμικών διατάσεων και των PNF, ενώ διατύπωσαν το συμπέρασμα ότι οι PNF έχουν αρνητική επίδραση πάνω στις παραμέτρους της δύναμης και της αντοχής.

Στο πλαίσιο εξέτασης της απόδοσης των μυών του μηρού σε δείγμα αθλητών καράτε και τae kβο ντο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους της δύναμης και ισχύος που είναι αποτέλεσμα διαφορετικών πρωτοκόλλων διατάσεων. Αναλύοντας την κίνηση και την διάρθρωση των χτυπημάτων σε αυτά τα αθλήματα και τις τεχνικές των κάτω άκρων, όπου παίζει σημαντικό ρόλο η ικανότητα της μείωσης της απόστασης πάνω στην ισχύ του χτυπήματος διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι η κλίμακα της κίνησης είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους αθλητές κατά την διάρκεια των αγώνων.

Οι Karo et al. (2016), δεν κατέγραψαν διαφορές στην κλίμακα κίνησης ROM μεταξύ δυναμικών και PNF διατάσεων, ενώ με βάση το γεγονός ότι η μέτρηση της ROM πραγματοποιήθηκε πάνω σε ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex, διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι η κλίμακα κίνησης των αρθρώσεων του γονάτου αποτελεί απλά μέρος της μέγιστης κλίμακας κίνησης κατά την εκτέλεση αθλητικών κινήσεων.

Ενώ σύμφωνα με τους Marek et al. (2005), οι μέθοδοι PNF με μειωμένη εκδήλωση πόνου κατά την εκτέλεση των διατάσεων βελτιώνουν την ROM. Άρα διατυπώνεται το συμπέρασμα ότι το PNF κατά την διάρκεια της φάσης προθέρμανσης δεν επηρεάζει την δύναμη και την ισχύ των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του γονάτου των αθλητών του καράτε και του τae kβο ντο και από την άλλη η PNF αυξάνει την κλίμακα της κίνησης.

Οι Negrete & Brophy (2010) αναφέρουν ότι το ποσό της μυϊκής δύναμης είναι εκείνος ο παράγοντας που συμβάλει στην αποτελεσματική εκτέλεση των κινήσεων χωρίς κόπωση, ενώ οι Karo et al. (2016) αναφέρουν ότι οι δυναμικές διατάσεις παρέχουν σημαντικά καλύτερη δύναμη στους μύες του μηρού σε σχέση με τις διατάσεις PNF σε συνδυασμό με μέθοδο μασάζ και την αναστολή των μυϊκών ατράκτων. Οι τιμές των ποσοστών είναι σημαντικά υψηλότερες ιδιαίτερα στην μυϊκή έκταση του κάτω μέρους του κάτω άκρου, ενώ προσδιορίστηκαν σημαντικές

διαφορές στην κάμψη και στην μυϊκή έκταση στο άνω μέρος των κάτω άκρων της μεταβλητής ροπής στρέψεως στους μοξέρ.

Συμπερασματικά, οι δυναμικές διατάσεις παρέχουν υψηλότερα αποτελέσματα δύναμης και ισχύος στους μύες του μηρού συγκριτικά με την ιδιοδόχο νευρομυϊκή προπονητική μέθοδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την συνολική καλύτερη απόδοση του αθλητή. Τέλος, σύμφωνα με τους Karo et al. (2016) οι προπονητικές μέθοδοι της PNF και των δυναμικών διατάσεων δεν είναι κατάλληλες για την αύξηση της ROM.

2.7 Διαφορές παθητικών – δυναμικών διατάσεων

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά αποτελέσματα πάνω στην απόδοση σπριντ, ευκινησίας και εκτέλεσης αλμάτων. Οι ερευνητές ανέφεραν χαρακτηριστικά ότι εάν ο στόχος είναι η επίτευξη χρόνιας βελτίωσης της ROM, η στατική διάταση θα πρέπει να αποτελέσει ξεχωριστό μέρος του προπονητικού προγράμματος, καθώς η συμπερίληψή της στην προθέρμανση δεν βελτιώνει την αθλητική απόδοση.

Αντίθετα, εάν ο στόχος είναι η έντονη βελτίωση της ROM, οι προπονητικές δραστηριότητες δυναμικών διατάσεων αποτελούν την κατάλληλη εναλλακτική στις στατικές διατάσεις κατά την προθέρμανση. Οι δυναμικές διατάσεις είτε συμβάλουν θετικά στην απόδοση ισχύος είτε στην απόδοση σπριντ και αλμάτων, ενώ η μικρότερη διάρκεια δυναμικού stretching δεν επηρεάζει δυσμενώς την αθλητική απόδοση. Η μακρύτερη δε διάρκεια δυναμικού stretching διευκολύνει την αθλητική απόδοση.

Σε γενικές γραμμές οι δυναμικές διατάσεις συγκριτικά με τις στατικές προετοιμάζουν καλύτερα τους αθλητές για την εκτέλεση φυσικών δραστηριοτήτων χάρη στην ομοιότητα με τις κινήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια των επακόλουθων ασκήσεων. Τέλος η πλειονότητα των ερευνών που εξέτασαν οι ερευνητές στην παρούσα έρευνα καταγράφουν βελτίωση της απόδοσης του διακοπτόμενου τρεξίματος, του ύψους των αλμάτων, του κατακόρυφου ύψους αλμάτων και της ισχύος του εκτεινόντος μυ του γονάτου. Οι δυναμικές διατάσεις αυξάνουν την δύναμη και ισχύ των αθλητών χάρη στους μηχανισμούς όπως η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος, η αύξηση της ενεργοποίησης του μυ σε κατάσταση διάτασης που προκαλείται από την εκούσια συστολή των ανταγωνιστών μυών, η διέγερση του νευρικού συστήματος και η μειωμένη αναστολή των ανταγωνιστών μυών.

2.8 Ορισμός PAP

Οι Tillin & Bishop (2009) αναφέρουν ότι η PAP είναι αποτέλεσμα μιας εκούσιας συστολής που πραγματοποιείται τυπικά στην μέγιστη ή σχεδόν στην μέγιστη ένταση, ενώ εάν χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως προπονητική εφαρμογή αύξησης της ισχύος μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της προπονητικής διέγερσης των πλειομετρικών ασκήσεων. Η πραγματοποίηση PAP πριν τους αγώνες συμβάλει πιο αποτελεσματικά συγκριτικά με την ανάπτυξη συμβατικών τεχνικών προθέρμανσης στην αύξηση της απόδοσης εκρηκτικών δραστηριοτήτων όπως π.χ. η εκτέλεση αλμάτων, σπριντ και ρίψεις.

2.8.1 Μυϊκή ενεργοποίηση

Η απόδοση του σκελετικού μύος μπορεί να επηρεαστεί από την προηγηθείσα δραστηριότητα του (Tillin & Bishop, 2009; Lorenz, 2011). Μπορεί συνεπώς, εφαρμόζοντας καθορισμένο σε είδος, ένταση, ή διάρκεια χειρισμό μυϊκής προ-διέγερσης ή προ-ενεργοποίησης όπως καλείται, να οδηγηθούμε σε μεταβολή ή μη στην επακόλουθη μυϊκή απόδοση (Paasuke et al., 2007).

Στη σχετική βιβλιογραφία, αυτός ο χειρισμός καλείται Μετα-Διεγερτική Ενεργοποίηση (Post Activation Potentiation) (ΜΔΕ) ή σε κάποιες άλλες περιπτώσεις Μετα-Τετανική Ενεργοποίηση (Post Tetanic Activation) (ΜΤΕ). Η διαφορά έγκειται στο ότι στην πρώτη περίπτωση το ερέθισμα πρόκλησης του φαινομένου είναι εκούσιο με εθελούσια μυϊκή ενεργοποίηση μέγιστης ή υπο-μέγιστης έντασης, ενώ στη δεύτερη ακούσιο προκαλούμενο από εξωτερικό παράγοντα (Sale, 2002; 2004). Με τον όρο περιγράφεται το φαινόμενο κατά το οποίο τα χαρακτηριστικά της μυϊκής απόδοσης βελτιώνονται άμεσα, ως αποτέλεσμα της προηγηθείσας δραστηριότητας (Robbins, 2005). Είναι δηλαδή ένα θεωρητικό μοντέλο που υποστηρίζει ότι το ιστορικό της μυϊκής ενεργοποίησης επηρεάζει άμεσα την επακόλουθη μυϊκή απόδοση (Hodgson et al., 2005; Robbins, 2005). Ένα παράδειγμα του μοντέλου αποτελεί εκείνο που παραστατικά παρουσιάζει ο Sale στην ανασκόπησή του το 2002: την αρχική μυϊκή συστολή διάρκειας 200ms ακολουθεί η παρέμβαση της μέγιστης εκούσιας ή ηλεκτρικής εξωτερικά προκαλούμενης τετανικής συστολής διάρκειας 10 δευτερολέπτων που ονομάζεται προ-ενεργοποίηση. Η επακόλουθη μυϊκή συστολή εμφανίζεται αυξημένη συγκριτικά με την αρχική, τόσο στο πεδίο της δύναμης όσο

και σε εκείνο του χρόνου σύσπασης, βελτιώνοντας τις παραμέτρους που συνθέτουν την ισχύ, συνεπεία της μετα-διεγερτικής διευκόλυνσης (σχήμα 1).

Η ΜΔΕ μπορεί να έχει άμεση πρακτική εφαρμογή κατά την προθέρμανση ή και λίγο πριν το κύριο αθλητικό γεγονός τόσο κατά την προπόνηση όσο και κατά τον αγώνα, για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης σε αθλήματα ή αγωνίσματα ισχύος όπως τα άλματα, οι ρίψεις ή οι δρόμοι ταχύτητας (Gullich & Schmidtbleicher, 1996; Lorenz, 2011; Turki et al., 2011). Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και για χρόνιες προπονητικές προσαρμογές (Gullich & Schmidtbleicher, 1996; Young et al., 1998; Gullich & Duthie et al., 2002), ιδιαίτερα μέσω της συνδυαστικής προπόνησης όπου συνδυάζεται η κλασική προπόνηση δύναμης με αντιστάσεις με την πλειομετρική προπόνηση, με στόχο την βελτίωση της ικανότητας παραγωγής ισχύος μέσα από την αύξηση της δύναμης (Ebben & Watts, 1998). Σχετική μελέτη του 2010 των Comyns και συνεργατών αναφέρει βελτίωση στη δρομική ταχύτητα αθλητών του ράγκμπι, μετά από παρατεταμένη εφαρμογή συνδυαστικής προπόνησης. Αποτελέσματα που βρίσκονται σε συμφωνία τόσο με εκείνα των Matthews και συνεργατών το 2009, όσο και των Santos & Janiera το 2008, που κατέγραψαν βελτίωση σε δοκιμασίες ισχύος στα κάτω και στα άνω άκρα σε αθλητές της καλαθοσφαίρισης, μετά από συνδυαστική προπόνηση.

Η ΜΔΕ παρουσιάζει μέτρια ισχυρή συσχέτιση τόσο με την ικανότητα παραγωγής μέγιστης δύναμης ($r=0.66-0.77$) όσο και με το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης ($r=0.65-0.75$) (Vandenboom et al., 1993; Haff et al., 1997; Blazevich et al., 2002; Chiu et al., 2003). Όπως φαίνεται και στο *σχήμα 2*, η προ-ενεργοποίηση επιφέρει βελτίωση στα κεντρικά τμήματα της ταχο-δυναμικής καμπύλης, με αποτέλεσμα να έχουμε υψηλότερη ταχύτητα για συγκεκριμένη τιμή δύναμης και το αντίστροφο. Γι αυτό το λόγο η μετα-διεγερτική διευκόλυνση έχει εφαρμογή κυρίως σε δραστηριότητες ισχύος που απαιτούν μέγιστη παραγωγή δύναμης και ταχύτητας, όπως οι δρόμοι ταχύτητας τα άλματα και οι ρίψεις (Sale, 2002; Docherty et al., 2007). Συνήθως οι απαιτήσεις απόδοσης για αυτού του είδους τους αθλητές βρίσκεται κάπου στη μέση της ταχο-δυναμικής καμπύλης καθώς η δραστηριότητα δε μπορεί να παραχθεί - σε απόλυτες τιμές - ούτε με μέγιστη δύναμη αφού η μάζα που καλούνται να μετακινήσουν είναι συγκεκριμένη και περιορισμένη (πχ. σωματικό βάρος), αλλά ούτε και με μέγιστη ταχύτητα αφού δεν εκτελούν ελεύθερη χωρίς αντίσταση κίνηση, αλλά καλούνται να υπερνικήσουν αυτή την περιορισμένη έστω μάζα (Newton &

Kraemer, 1994). Συνεπώς σε αγωνίσματα ισχύος, ο μηχανισμός της ΜΔΕ μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της. Η ευαισθησία στην αλληλεπίδραση των νηματίων ακτίνης με τη μυοσίνη στα ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) είναι μεγαλύτερη όταν τα επίπεδα συγκέντρωσης ασβεστίου είναι χαμηλά, όπως συμβαίνει σε χαμηλής συχνότητας τετανικές συστολές. Αντίθετα σε συστολές υψηλής συχνότητας (>20Hz για τετανική ή 200Hz για εκούσια) όπου έχουμε υψηλή συγκέντρωση ιόντων ασβεστίου ή κορεσμό, δεν έχουμε αύξηση ευαισθησίας στην αλληλεπίδραση ακτίνης και μυοσίνης (Vandenboom et al., 1993; Abbate et al., 2000).

Με τη μυϊκή προ-ενεργοποίηση, εκτός από το φαινόμενο της μετα-διεγερτικής διευκόλυνσης εμφανίζεται επίσης και η κόπωση, μηχανισμοί που μπορούν να συνυπάρξουν. Η επικράτηση του ενός ή του άλλου θα καθορίσει την επακόλουθη κύρια αθλητική απόδοση (Tillin & Bishop, 2009) και σε αυτή τη διαδικασία εμπλέκονται πολλοί παράγοντες:

- Τα χαρακτηριστικά της προ-ενεργοποίησης όπως ο όγκος της, η ένταση και το είδος της μυϊκής συστολής (Rixon et al., 2007; Khamoui et al., 2009; Comyns et al., 2010; Bullock et al., 2011; Esformes et al. 2011; Stieg et al., 2011; Chen et al., 2013).
- Ο μεσολαβών χρόνος αποκατάστασης από την προ-ενεργοποίηση έως την κύρια δραστηριότητα (Kilduff et al., 2007; Kilduff et al., 2008; Jo et al., 2010; Chen et al., 2013).
- Το είδος της επακόλουθης κύριας δραστηριότητας (Till & Cooke, 2009).
- Τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων όπως το προπονητικό επίπεδο, η ηλικία, το φίλο, η κατανομή του είδους των μυϊκών ινών, η απόλυτη ή σχετική δύναμη (Hamada et al., 2000; Gourgoulis et al., 2003; Rixon et al., 2007; Terzis et al., 2009; Tillin & Bishop, 2009).

Το φαινόμενο της ΜΔΕ έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον όσων εμπλέκονται με την αθλητική επιστήμη και πράξη και τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα μελετών γύρω από το θέμα. Σήμερα φαίνεται πως παρότι υπάρχει ομοφωνία σε ορισμένους τομείς, παρόλα αυτά σε κάποιους άλλους τα συμπεράσματα είναι συγκεχυμένα ή ακόμα και αντιφατικά, λόγω του μεγάλου όγκου των παραμέτρων που εμπλέκεται και τις διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις των μελετητών με αποτέλεσμα ορισμένα ερωτήματα να παραμένουν ακόμα αναπάντητα.

2.8.2. Κόπωση και Μετα-διεγερτική Διευκόλυνση

Η κόπωση που αποτελεί προϊόν κάθε φυσικής δραστηριότητας, στη βιοφυσιολογική της παράμετρο αναφέρεται στη μείωση της ικανότητας απόδοσης λόγω της μειωμένης ευαισθησίας ή της ελάττωσης στη μέγιστη συγκέντρωση ασβεστίου στο μυοπλασματικό περιβάλλον και ειδικότερα στις συσταλτές πρωτεΐνες ακτίνης – μυοσΐνης (Enoka & Stuart, 1992). Προκαλείται έτσι δυσχέρεια στη μυϊκή συσταλτικότητα και ειδικότερα το ρυθμό ανάπτυξης δύναμης ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια (Gullich & Schmidtbleicher, 1996; Chiu et al., 2004). Διακρίνεται σε χαμηλής και υψηλής συχνότητας κόπωση, που προκαλείται από υψηλού όγκου ή έντασης επιβάρυνση αντίστοιχα (Chiu & Barnes, 2003).

Η ΜΔΕ προκαλείται από εκούσια μυϊκή ενεργοποίηση σε μέγιστη ή υπομέγιστη συνήθως ένταση, που καλείται προ-ενεργοποίηση, και οδηγεί σε αύξηση της ικανότητας παραγωγής ισχύος. Αμέσως μετά την προ-ενεργοποίηση όμως, εκτός από το φαινόμενο της ΜΔΕ παρουσιάζεται και εκείνο της κόπωσης που συνυπάρχει και αλληλεπιδρά. Η ισορροπία ανάμεσα στις δυο αυτές καταστάσεις καθορίζει την απόδοση στην επερχόμενη κύρια κινητική δραστηριότητα οδηγώντας τη σε μείωση, αύξηση ή αφήνοντας τη αμετάβλητη (MacIntosh & Rassier 2002; Brandenburg, 2005; Kilduff et al., 2008; Tillin & Bishop, 2009). Με δεδομένο ότι το ζητούμενο είναι η βελτίωση της απόδοσης και προκειμένου να επωφεληθεί ο αθλητής από την παρέμβαση, θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αναζητείται το χρονικό πλαίσιο όπου η μετα-διεγερτική διευκόλυνση κυριαρχεί έναντι της κόπωσης, το αποκαλούμενο «παράθυρο ή ευκαιρία απόδοσης» (Tillin & Bishop, 2009).

Όπως παρουσιάζεται και στο *σχήμα 3*, ανάλογα με τα κατά περίπτωση προαναφερόμενα χαρακτηριστικά της προ-ενεργοποίησης όπως για παράδειγμα ο όγκος της, η έντασή της, ή ο χρόνος αποκατάστασης που μεσολαβεί, αυτό το ευνοϊκό για βελτίωση της απόδοσης «παράθυρο απόδοσης» μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να παρουσιαστεί αμέσως μετά το ερέθισμα προ-ενεργοποίησης, δίχως να απαιτείται ιδιαίτερος χρόνος αποκατάστασης, εξαιτίας του ότι τα επίπεδα της κόπωσης δεν φτάνουν σε υψηλά επίπεδα, με αποτέλεσμα η μετα-διεγερτική διευκόλυνση να κυριαρχεί έναντι της κόπωσης. Σε αυτή την κατεύθυνση ο French και συνεργάτες το 2003, κατέγραψε σημαντική βελτίωση στην επίδοση τόσο στο άλμα βάθους, όσο και στην ισοκινητική δύναμη στην άρθρωση του γόνατος (+5% και +6.1% αντίστοιχα,

$p < .05$) μετά από 9 δευτερόλεπτα ισομετρικής συστολής, χωρίς να απαιτείται περίοδος αποκατάστασης. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και η μελέτη των Τερζή και συνεργατών το 2009, όπου σημειώθηκε σημαντική βελτίωση στη ριπτική ικανότητα μέτρια προπονημένων συμμετεχόντων, αμέσως μετά από το ερέθισμα προ-ενεργοποίησης πέντε αλμάτων βάθους.

Αντίθετα, σε άλλες περιπτώσεις όπου το ερέθισμα προ-ενεργοποίησης είναι πιο έντονο, η κόπωση κυριαρχεί επιδρώντας αρνητικά στην απόδοση αμέσως μετά. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου η επίδραση της κόπωσης μειώνεται σε γρηγορότερο ρυθμό από ότι εκείνη της ΜΔΕ, με αποτέλεσμα η ευεργετική επίδραση της δεύτερης να κυριαρχεί αρκετά λεπτά της ώρας μετά, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης («παράθυρο απόδοσης 2»).

Μελέτη των Bullock και συνεργατών (2011) αναφέρει βελτίωση περίπου 6% σε δοκιμασία μέγιστης δύναμης των κάτω άκρων μετά από προ-διέγερση με άλματα βάθους αφού μεσολάβησε αποκατάσταση τεσσάρων λεπτών. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μελετητές αναφέρουν ότι δεδομένης της διαφοροποίησης που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές παράμετροι όπως ο συνολικός όγκος προ-ενεργοποίησης σε συνδυασμό με το χρόνο αποκατάστασης, το ακριβές χρονικό πλαίσιο που εμφανίζεται η ΜΔΕ παραμένει ακόμα αδιευκρίνιστο. Απάντηση στο θέμα της βέλτιστης δοσολογίας όγκου προ-ενεργοποίησης και χρόνου αποκατάστασης αναζήτησαν και οι Chen και συνεργάτες σε πρόσφατη μελέτη του 2013. Αφού προκάλεσαν προ-ενεργοποίηση με άλματα βάθους με 1 ή 2 σετ των 5 επαναλήψεων και ακολούθησαν αποκατάσταση 2, 6 ή 12 λεπτών της ώρας, ανέφεραν σημαντική βελτίωση σε δοκιμασία κάθετου άλματος (CMJs) στα 2 λεπτά, ανεξάρτητα από τον όγκο της προ-ενεργοποίησης.

Παρότι ο όγκος της προ-ενεργοποίησης και ο χρόνος αποκατάστασης που μεσολαβεί αποτελούν βασικούς παράγοντες, πρέπει να τονιστεί ότι δεν είναι οι μόνοι που καθορίζουν το αποτέλεσμα αλλά σε συνέργεια και αλληλεπίδραση με άλλους, καθορίζουν αν θα επικρατήσει η ευεργετική επίδραση της ΜΔΕ, ή της κόπωσης (Tillin & Bishop, 2009). Απαιτείται λοιπόν μια αναλυτικότερη προσέγγιση στο μηχανισμό και τους παράγοντες που σχετίζονται με το φαινόμενο.

2.9 Μηχανισμοί PAP και παράγοντες που την επηρεάζουν

Σύμφωνα με τους Tillin & Bishop (2009) δύο κύριοι μηχανισμοί ευθύνονται για την PAP. Ο ένας είναι η φωσφορυλίωση της μυοσίνης (πρωτεΐνη την οποία προσδιορίζουμε στα παχιά νημάτια των σαρκομεριδίων του μύος) ρυθμιστικών ελαφριών αλυσίδων RLC. Ο δεύτερος μηχανισμός είναι η αύξηση της ενεργοποίησης της υψηλότερης τάξης των κινητικών ομάδων. Η φωσφορυλίωση RLC αυξάνει την συστολή μεταβάλλοντας την διάρθρωση της κεφαλής της μυοσίνης και απομακρύνοντας την από το νημάτιο. Έχει αποδειχτεί ότι η RLC έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη μεγαλύτερης ευαισθησίας της αλληλεπίδρασης ακτίνης – μυοσίνης προς το μυοπλασματικό Ca^{2+} , συνεπώς η RLC παράγει μεγαλύτερα αποτελέσματα σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις της Ca^{2+} .

Οι Tillin & Bishop (2009) έδειξαν ότι η ισομετρική συστολή που προκαλείται από την διέγερση των κεντρομόλων ή αισθητικών νευρικών ινών, οι οποίες με τη σειρά τους ενεργοποιούν τους κινητικούς νευρώνες συμβάλει δυνητικά στην αύξηση της διέγερσης των διακλαδώσεων του νωτιαίου μυελού.

Σύμφωνα με τους ερευνητές η συστολή μειώνει μία πιθανή αποτυχία του νευροδιαβιβαστή κατά την διάρκεια δραστηριότητας μέσω μιας αντίδρασης ή ενός συνδυασμού αρκετών πιθανών αντιδράσεων, οι οποίες περιλαμβάνουν την αύξηση της ποσότητας των νευροδιαβιβαστών που απελευθερώνονται καθώς και την αύξηση της αποτελεσματικότητας του νευροδιαβιβαστή.

2.10 Επίδραση PAP πάνω στην απόδοση δύναμης και ισχύος μαχητικών και δυναμικών αθλημάτων

Σύμφωνα με τους Loturco et al. (2014) η υψηλή απόδοση στο καράτε εξαρτάται από την τεχνική καθώς και από τις ικανότητες δύναμης και ισχύος. Απαιτούνται δράσεις υψηλής έντασης αναφορικά με την ανάπτυξη τεχνικών (γροθιάς και λακτίσματος) πριν ο αντίπαλος μπορέσει να αντιδράσει. Οι Roschel et al. (2009) αναφέρουν ότι σε έναν αγώνα καράτε λαμβάνουν χώρα επαναλαμβανόμενα δυναμικά αμυντικά και επιθετικά μοντέλα. Σε κάθε αγώνα αποτελεί επιτακτικό αίτημα η επίτευξη της μέγιστης απόδοσης ενώ η παραγωγή της μέγιστης μυϊκής ισχύος έχει ιδιαίτερη αξία για τους αθλητές που έχουν ως στόχο την βελτίωση της αποτελεσματικότητας των κινητικών μοντέλων που απαιτούνται για την επιτυχία.

Έχει αποδειχτεί ότι η ενεργοποίηση της μέγιστης ισχύος PAP, αυξάνει την παραγωγή της δύναμης και της ισχύος σε διαφορετικές δραστηριότητες καθώς η PAP προσδιορίζεται ως παράγοντας αύξησης της απόδοσης μετά από μία υψηλής έντασης

μυϊκή συστολή και στην αυξημένη κινητικότητα των κινητικών ομάδων (Feros et al., 2014).

Ωστόσο, η κατάσταση της μυϊκής συστολής μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την κόπωση συνεπώς η ισορροπία μεταξύ PAP και κόπωσης είναι ο καθοριστικός παράγοντας που καθορίζει το τελικό αποτέλεσμα της εκρηκτικής δραστηριότητας πάνω στην απόδοση.

Οι Margaritopoulos et al. (2015) αναφέρθηκαν στις πλειομετρικές ασκήσεις ως μέρος της προπόνησης και οι οποίες είναι πολύ δημοφιλείς τις τελευταίες δεκαετίες χάρη στις ομοιότητες της τεχνικής τους διάρθρωσης με τις ειδικές αθλητικές ικανότητες και την άμεση εφαρμογή τους σε αγώνες. Οι διαφορετικές μορφές των πλειομετρικών συστολών όπως τα drop jumps, τα tuck jumps και το τρέξιμο με μικρά άλματα, χαμηλού ή υψηλού όγκου με επαναλήψεις εφαρμόζονται ως προπονητικές ασκήσεις για την αύξηση της ισχύος, όμως παρουσιάζοντας αντικρουόμενα αποτελέσματα.

Οι ερευνητές εξέτασαν την υπόθεση αν οι πλειομετρικές ασκήσεις αυξάνουν τις επιλεγμένες μεταβλητές της απόδοσης των αλμάτων, των κάτω άκρων και τη δύναμη του περιστροφικού λακτίσματος σε κορυφαίους αθλητές του καράτε. Είχαν ως στόχο α) την διερεύνηση των έντονων αποτελεσμάτων ενός πλειομετρικού πρωτοκόλλου που αποτελούνταν από 3 σετ των 5 tuck jumps πάνω στην δύναμη του περιστροφικού λακτίσματος και της απόδοσης των αλμάτων και β) την εξέταση της αποτελεσματικότητας αυτού του πρωτοκόλλου στο πλαίσιο 3 επαναλαμβανόμενων δοκιμών με 10min χαλάρωσης.

Το κύριο εύρημα των Margaritopoulos et al. (2015), ήταν ότι η εκτέλεση 3 X 5 tuckjumps αύξησε το ύψος αλμάτων CMJ, μετά την Τρίτη δοκιμή, ωστόσο δεν παρατηρήθηκε αύξηση της απόδοσης μετά την εφαρμογή του πλειομετρικού πρωτοκόλλου στο πλαίσιο των τριών διαδοχικών δοκιμών για την δύναμη του περιστροφικού λακτίσματος και την απόδοση CMJ.

Παρατηρήθηκαν σημαντικοί συσχετισμοί μεταξύ του περιστροφικού λακτίσματος και της απόδοσης αλμάτων διατυπώνοντας το συμπέρασμα ότι η καλή φυσική κατάσταση και η τεχνική συνδέονται άμεσα με την απόδοση στο καράτε. Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση CMJ αμέσως μετά την τρίτη πλειομετρική δοκιμή, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση του Round Kick Force (RKF), του ύψους CMJ, της δύναμης και της σχετικής δύναμης μετά την πρώτη παρέμβαση διατυπώνοντας το συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο πλειομετρικό πρόγραμμα μπορεί να είναι αποτελεσματικό ως ανταγωνιστική στρατηγική προθέρμανσης στα

αγωνιστικά αθλήματα. Ακόμη καταγράφηκε αύξηση της δύναμης CMJ αν και όχι σημαντική, μετά την πρώτη παρέμβαση.

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα διατυπώνεται η άποψη ότι οι πλειομετρικές ασκήσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της νευρικής διέγερσης μόνο όταν απαιτείται υψηλή παραγωγή δύναμης. Το χρονικό διάστημα των 5min ήταν επαρκές χρόνος ξεκούρασης για την αύξηση της απόδοσης των καλά προπονημένων αθλητών καράτε.

Η δύναμη του περιστροφικού λακτίσματος συσχετίστηκε σημαντικά και θετικά με την απόδοση των κάτω άκρων (ύψος CMJ, ισχύς, και δύναμη) δίνοντας έμφαση στην σημασία των ικανοτήτων της καλής φυσικής κατάστασης σε σχέση με την βελτίωση της τεχνικής απόδοσης. Το παραπάνω αποτέλεσμα έχει πρακτική σημασία καθώς οι στρατηγικές της απόδοσης που έχουν ως στόχο την αύξηση της μυϊκής δύναμης και ισχύος είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τους αθλητές του καράτε.

Ένα εύρημα που παρουσιάζει ενδιαφέρον ήταν η καταγραφή του ύψους CMJ μετά την ολοκλήρωση της τρίτης παρέμβασης. επιπρόσθετα η απόδοση των παραγόντων Round Kick Force, του ύψους CMJ, της ισχύος και της σχετικής ισχύος αυξήθηκε μετά την πρώτη παρέμβαση. Είναι πιθανό τα τρία σετ των tuck jumps να αποτελούν εναλλακτική στις παραδοσιακές πρακτικές της προθέρμανσης αυτών των αθλητών, ενώ η περίληψή τους (tuck jumps) στην αθλητική προετοιμασία διασφαλίζει την συνεχή παραγωγή της δύναμης στο πλαίσιο των επαναλαμβανόμενων δοκιμών. Ωστόσο, ως εκείνο το χρονικό σημείο δεν είχαν διατυπωθεί ασφαλή συμπεράσματα ως προς την καλύτερη στρατηγική προετοιμασίας των κορυφαίων αθλητών καράτε.

Θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη στην έρευνα η προπονητική κατάσταση των αθλητών για την ορθή αποτίμηση των αποτελεσμάτων, καθώς οι αθλητές ήταν ενεργά μέλη της ελληνικής εθνικής ομάδας και αγωνίζονταν σε διεθνές επίπεδο με σημαντική προπονητική και αγωνιστική εμπειρία. Οι αθλητές αυτού του επιπέδου είναι πιθανόν να πέτυχαν την καλύτερη δυνατή απόδοση χωρίς να καταγραφεί σημαντική αλλαγή, ενώ και ο αριθμός των αθλητών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν περιορισμένος (5 αθλητές και 5 αθλήτριες καράτε διεθνούς επιπέδου).

Σύμφωνα με τους Margaritopoulos et al. (2015), η διαφορά μεταξύ PAP και προθέρμανσης είναι ελάχιστη, συνεπώς απαιτείται η ανάπτυξη μιας ειδικής προθέρμανσης με κύρια χαρακτηριστικά την σχετική αποτελεσματικότητα και την ευκολία εφαρμογής. Αναφορικά με την PAP θα πρέπει να γίνουν από τους

προπονητές οι κατάλληλες προσαρμογές της προπονητικής στρατηγικής, λαμβάνοντας υπόψη:

- την ένταση,
- τον όγκο και
- την περίοδο ανάρρωσης.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι πλειομετρικές ασκήσεις μπορούν να ενσωματωθούν στην προθέρμανση κατά την αγωνιστική περίοδο για την αύξηση των επιλεγμένων παραμέτρων της απόδοσης αλμάτων των κορυφαίων αθλητών καράτε, ωστόσο, τα δυνητικά αποτελέσματα του πλειομετρικού προγράμματος δεν ήταν εμφανή στην παραγωγή δύναμης των τεχνικών ικανοτήτων στο πλαίσιο των επαναλαμβανόμενων δοκιμών.

Οι προπονητές θα πρέπει να λάβουν ιδιαίτερα υπόψη τις ατομικές αντιδράσεις των αθλητών τους, επανεξετάζοντας και αναμορφώνοντας τα χαρακτηριστικά της πλειομετρικής παρέμβασης με στόχο την ανάπτυξη των κατάλληλων προπονητικών ερεθισμάτων για την αύξηση της αγωνιστικής απόδοσης των αθλητών καράτε.

Στην παρόμοια έρευνα των Miarka et al. (2011), στόχος ήταν η σύγκριση των έντονων βραχυπρόθεσμων αποτελεσμάτων των πλειομετρικών ασκήσεων, των συνδυαστικών ασκήσεων δύναμης και πλειομετρικής και της μέγιστης απόδοσης της δύναμης στο πλαίσιο πραγματοποίησης τεστ καλής φυσικής κατάστασης στο άθλημα του τζούντο.

Συνολικά, 8 αθλητές τζούντο (ηλικίας 19 ± 1 ετών, μάζα σώματος $60.4 \pm 5\text{kg}$, ύψος $168.3 \pm 5.4\text{cm}$), συμμετείχαν στην έρευνα. Στο πλαίσιο της έρευνας πραγματοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικές συνεδρίες, ενώ κάθε συνεδρία είχε ένα τύπο παρέμβασης: α) έλεγχος Special Judo Fitness Test, β) πλειομετρικές ασκήσεις και Special Judo Fitness Test, γ) μέγιστη δύναμη και Special Judo Fitness Test και δ) σύγκριση και καταγραφή διαφορών – αντιπαραβολή τύπων ασκήσεων και Special Judo Fitness Test.

Ποσοτικοποιήθηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές: λαβές που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της σειράς A, B και C, συνολικός αριθμός λαβών, ρυθμός καρδιάς άμεσα και 1min μετά την ολοκλήρωση του τεστ και δείκτης τεστ. Η έρευνα κατέγραψε σημαντικές διαφορές στον αριθμό των λαβών κατά την διάρκεια της σειράς A: οι πλειομετρικές ασκήσεις (6.4 ± 0.5 λαβές) ήταν ανώτερες ($p < 0.05$) από την κατάσταση ελέγχου (5.6 ± 0.5 λαβές).

Ο ρυθμός καρδιάς, 1 λεπτό μετά το Special Judo Fitness Test ήταν υψηλότερος ($p < 0.01$), κατά την διάρκεια των πλειομετρικών ασκήσεων ($192 \pm 8 \text{ bpm}$) συγκριτικά με την εκτέλεση διαφορετικού τύπου ασκήσεων ($184 \pm 9 \text{ bpm}$). Οι διαφορετικές και εναλλασσόμενες ασκήσεις (contrast exercise), (13.58 ± 0.72) είχαν ως αποτέλεσμα καλύτερο δείκτη τιμών συγκριτικά με τις ασκήσεις ελέγχου (14.67 ± 1.30) και τις πλειομετρικές ασκήσεις (14.51 ± 0.54).

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι οι διαφορετικές και εναλλασσόμενες ασκήσεις, καθώς και οι πλειομετρικές ασκήσεις που πραγματοποιούνται πριν το Special Judo Fitness Test έχουν ως αποτέλεσμα την βελτίωση του δείκτη τεστ και της αναερόβιας δύναμης των αθλητών τζούντο.

2.11 Τεχνικές λεπτομέρειες για την καλύτερη εφαρμογή δυνάμεων μετά από ασκήσεις μυϊκής ενεργοποίησης. Επίδραση ύψους και απόστασης στην παραγωγή δύναμης και επιτάχυνσης κατά την διάρκεια των χτυπημάτων με τα άνω άκρα

Ένας νέος αθλητής όταν αρχίζει και μαθαίνει τις τεχνικές του κουνγκ φου εστιάζει καταρχάς στην στάση που σχετίζεται με την αντιστροφή των ποδιών και των γονάτων ενώ δίνεται έμφαση στο χαμηλό κέντρο βάρους. Από αυτή την στάση ο αθλητής μπορεί να αναπτύξει μια σειρά χτυπημάτων σε σύντομη χρονική περίοδο.

Οι Bolander et al. (2009) αναφέρουν ότι η ισχύς του κάθε χτυπήματος είναι μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη στο μποξ, ωστόσο ένας καλά προετοιμασμένος αθλητής κουνγκ φου μπορεί να επικρατήσει έναντι του αντιπάλου με την εκτέλεση επαναληπτικών χτυπημάτων που χαρακτηρίζονται από ακρίβεια. Κάθε χτύπημα θα πρέπει να παράγει σημαντικά αποτελέσματα άρα, είναι απαραίτητη η διερεύνηση της επίδρασης των χτυπημάτων σε σχέση με την τεχνική και τους διαφορετικούς τύπους χτυπημάτων.

Κρίσιμο ρόλο για την παραγωγή της δύναμης σε όλη την περιοχή του σώματος παίζει η ανάπτυξη της κατάλληλης τεχνικής. Σύμφωνα με τους Neto & Magini (2008) η σωστή ανατομική ευθυγράμμιση είναι σημαντική για την ανάπτυξη της βέλτιστης δύναμης, ενώ είναι αποδεδειγμένο ότι όταν ένας αθλητής χτυπά ένα στόχο και ο καρπός του δεν υποστηρίζεται από το αντίστοιχο μυϊκό τμήμα ή δεν υπάρχει η κατάλληλη ευθυγράμμιση, η αλυσίδα μεταφοράς του ποσού της δύναμης που παράγεται σε όλο το σώμα σπάει.

Στην πραγματικότητα ένα μεγάλο ποσό ενέργειας θα απορροφηθεί από την κίνηση μεταξύ χεριού και καρπού. Οι Bolander et al. (2009) θεωρούν ότι αρκετοί παράγοντες επιδρούν πάνω στην δύναμη που παράγεται κατά την διάρκεια ενός χτυπήματος, όπως:

- η απόσταση προς τον στόχο,
- το ύψος του στόχου σε σχέση με τον ώμο και
- ο τύπος της γροθιάς/χτυπήματος.

Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται ότι καθώς η απόσταση προς τον στόχο αυξάνεται, η ίδια αύξηση παρατηρείται στο ποσό της δύναμης που αναπτύσσεται. Αυτό ωστόσο αφορά μία καθορισμένη απόσταση. Με βάση αυτά οι ερευνητές διερεύνησαν τρεις διαφορετικές αποστάσεις για να αποδειχθεί η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ενός χτυπήματος μέσης κλίμακας στην παραγωγή δύναμης. Επίσης προσδιορίστηκε ότι τόσο το ύψος του στόχου όσο και ο τύπος του χτυπήματος (γροθιά) μπορεί να επηρεάσουν την δύναμη που παράγεται από την εκτέλεση ενός δυνατού χτυπήματος.

Οι Bolander et al. (2009) είχαν ως στόχο την εξέταση της σχέσης μεταξύ της επιτάχυνσης και της δύναμης που παράγεται κάτω από διαφορετικές συνθήκες εκτέλεσης χτυπήματος στον αντίπαλο. Η απόσταση, ο τύπος χτυπήματος και το ύψος του στόχου συμπεριλήφθηκαν σε ένα πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε ειδικά για την διερεύνηση της σχέσης που υπάρχει ανάμεσα σε αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 13 αθλητές και αθλήτριες του κουνγκ φου (Moy Tung Ving Tsung). Τα άτομα επιλέχθηκαν για να συμμετέχουν στην έρευνα επειδή εξασκούνταν τόσο στα χτυπήματα με την παλάμη όσο και με τις γροθιές. Έγινε καταγραφή ύψους και βάρους των συμμετεχόντων, ενώ χρησιμοποιήθηκε πρωτόκολλο για την πραγματοποίηση ανθρωπομετρικών μετρήσεων και μετρήσεις του όγκου του άνω και κάτω μέρους των άνω άκρων.

Ακόμη, αναπτύχθηκε ένα πρωτόκολλο για κάθε άτομο με 12 τυχαία διαφορετικά χτυπήματα, τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν στην εκτέλεση χτυπημάτων με παλάμη και με γροθιές. Τα άτομα έπρεπε να εκτελέσουν κάθε ένα από αυτά τα χτυπήματα από τρεις διαφορετικές αποστάσεις προς τον στόχο.

Η μικρότερη απόσταση προσδιορίστηκε ως το μήκος των χεριών των αθλητών, με την μακρύτερη απόσταση να προσδιορίζεται ως την απόσταση από το στήθος του αθλητή προς τον στόχο. Η τρίτη απόσταση προσδιορίστηκε ως η μέση των άλλων δύο αποστάσεων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η μέση τιμή δύναμης για την εκτέλεση χτυπημάτων με παλάμη για όλους τους συμμετέχοντες ήταν 0.735 ± 0.156 . Αυτή η τιμή ήταν σημαντικά υψηλότερη ($p < 0.05$) από την μέση δύναμη των χτυπημάτων με γροθιά η οποία προσδιορίστηκε στην τιμή των 0.668 ± 0.178 . Αναφορικά με την επιτάχυνση του μπράτσου, η μέση ομαλοποιημένη τιμή ήταν 0.542 ± 0.28 για χτυπήματα με γροθιά και 0.594 ± 0.244 για χτυπήματα με την παλάμη.

Ακόμη, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μέσες επιταχύνσεις του μπράτσου μεταξύ χτυπημάτων παλάμης και γροθιάς. Η γροθιά είχε ($p < 0.01$) μέση εκκρεμοειδή επιτάχυνση 0.521 ± 0.199 , ενώ το χτύπημα με παλάμη 0.629 ± 0.249 . Επίσης, υπήρξε μια σημαντική διαφορά στις μέσες τιμές δυνάμεων που ευνόησαν την εκτέλεση χτυπημάτων στο επίπεδο του στήθους, ωστόσο δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιταχύνσεων του μπράτσου για την εκτέλεση χτυπημάτων στο κεφάλι και στο στήθος.

Τέλος, αναφέρθηκε σημαντική διαφορά για την εκκρεμοειδή επιτάχυνση υπέρ των χτυπημάτων στο επίπεδο του στήθους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας των Bolander et al. (2009), οι επιταχύνσεις της δύναμης ($p < 0.001$) και του μπράτσου ($p < 0.001$) αυξάνονταν όσο αυξανόταν η απόσταση με τις μεγαλύτερες επιταχύνσεις να συνδέονται με τα χτυπήματα με παλάμη στο επίπεδο του στήθους σε μία μέση απόσταση ($p < 0.001$).

Σε σχέση με την δύναμη, το χτύπημα με παλάμη είχε το μεγαλύτερο μέσο μέγεθος εξαιτίας του χαρακτήρα του στόχου, ο οποίος μπορεί να προσδιορισθεί ως «άκαμπος», η δύναμη ανέπτυξε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα μέσω του αντιβράχιου συγκριτικά με το μετακάρπιο. Στην έρευνα διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι παρόλο που η μέση δύναμη ήταν υψηλότερη για την παλάμη, δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην επιτάχυνση του μπράτσου την στιγμή της εκτέλεσης του έντονου χτυπήματος μεταξύ των χτυπημάτων με γροθιά και με παλάμη.

Κατά την σύγκριση των εκκρεμοειδών επιταχύνσεων η παλάμη είχε σημαντικά μεγαλύτερη αντίδραση. Με βάση τα παραπάνω διατυπώνεται το συμπέρασμα ότι το χτύπημα με παλάμη είναι περισσότερο αποτελεσματικό προς τον στόχο. Η διαφορά στην αποτελεσματικότητα μεταξύ χτυπήματος με παλάμη και χτυπήματος με γροθιά είναι ακόμα μεγαλύτερη για τους αρχάριους των οποίων οι καρποί του χεριού δεν είναι τόσο σφιχτοί και όχι τόσο καλά ευθυγραμμισμένοι όπως των έμπειρων αθλητών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ακόμη ότι το ποσό της δύναμης που παράγεται κατά την διάρκεια του έντονου χτυπήματος μειώθηκε κατά την εκτέλεση των χτυπημάτων στο ύψος του στήθους. Μία πιθανή αιτία μπορεί να είναι η έλλειψη ικανότητας του σώματος να παράγει όσο το δυνατόν αποτελεσματική μάζα κατά την εκτέλεση των χτυπημάτων στο ύψος του κεφαλιού. Παρά τον μη υπολογισμό των τιμών της αποτελεσματικής μάζας, δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις επιταχύνσεις του μπράτσου μεταξύ των χτυπημάτων στο ύψος του κεφαλιού και των χτυπημάτων στο ύψος του στήθους, ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε μία σημαντική διαφορά μεταξύ των εκκρεμοειδών επιταχύνσεων.

Ακόμη τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα χτυπήματα στο ύψος του στήθους ανέπτυξαν μεγαλύτερη επιτάχυνση συγκριτικά με το ύψος του κεφαλιού. Παρουσιάζουν επίσης εξαιρετικό ενδιαφέρον τα αποτελέσματα που εστιάζουν στην απόσταση και στον τρόπο επίδρασης της στην συνολική δύναμη του στόχου. Σε κάθε περίπτωση το χτύπημα σε μεγάλη απόσταση ήταν σημαντικά μεγαλύτερο συγκριτικά με το χτύπημα σε βραχεία απόσταση όσον αφορά τον παράγοντα της δύναμης. Αυτό αποδείχτηκε επίσης τόσο για τις επιταχύνσεις του μπράτσου όσο και για τις εκκρεμοειδείς επιταχύνσεις.

Παρόμοια αποτελέσματα με αυτά ήταν τα αποτελέσματα των ερευνών των Gulledge & Dorena (2007) και Neto et al. (2007) σχετικά με την αύξηση της δύναμης και την αύξηση της απόστασης. Ωστόσο τα χτυπήματα μεσαίας απόστασης ήταν μεγαλύτερα από τα χτυπήματα μεγάλης απόστασης για τα χτυπήματα με παλάμη στο ύψος του στήθους σε σχέση με την εκκρεμοειδή επιτάχυνση.

Οι Bolander et al. (2009) αναφέρουν ότι αυτό δεν έχει αποδειχθεί εάν οφείλεται στην επιτάχυνση ή στον παράγοντα της αποτελεσματικής μάζας. Οι ερευνητές σημειώνουν ότι σε περίπτωση που εφαρμοσθεί η μέγιστη δύναμη, θα αναπτυχθεί ταυτόχρονα η μέγιστη επιτάχυνση. Συνεπώς το σημείο της μέγιστης επιτάχυνσης θα είναι ένα ορισμένο ποσοστό της μέγιστης μυϊκής έκτασης. Αυτός είναι και ο λόγος που οι αθλητές πολεμικών τεχνών διδάσκονται να εστιάζουν πάντα πίσω από τον στόχο ώστε να αναπτύσσεται μεγαλύτερη επιτάχυνση την στιγμή της εκτέλεσης του έντονου χτυπήματος.

Τα αποτελέσματα έχουν πολλές εφαρμογές για όσους ενδιαφέρονται για τις πολεμικές τέχνες και την προπόνηση αυτοάμυνας. Για τους προπονητές, τα αποτελέσματα κατέγραψαν την ανάγκη εκμάθησης της κατάλληλης τεχνικής σε συνδυασμό με την κατάλληλη προπόνησης της δύναμης και της καλής φυσικής

κατάστασης. Ακόμη οι προπονητές θα πρέπει να διδάσκουν την κατάλληλη θέση του σώματος σε έναν αθλητή ώστε να αναπτυχθεί η μέγιστη επιτάχυνση κατά την εκτέλεση του έντονου χτυπήματος. Οι ίδιοι θα πρέπει να εστιάσουν στην διδασκαλία του χτυπήματος με παλάμη των αρχάριων αθλητών στην πρώιμη φάση της προπόνησης ώστε να έχουν καλύτερη ευκαιρία στο μέλλον να υπερασπιστούν του εαυτούς τους σε έντονες προπονητικές και αγωνιστικές συνθήκες.

Χάρη στην ικανότητα παραγωγής μεγαλύτερης δύναμης, το χτύπημα με παλάμη στο ύψος του στήθους είναι ιδανικό για την μεγιστοποίηση της δύναμης κατά την εκτέλεση του έντονου χτυπήματος και την «διατάραξη» ισορροπίας του αντίπαλου και την επίθεση σε σκληρότερες επιφάνειες που δεν είναι κατάλληλες για άλλα χτυπήματα.

Όσον αφορά την γροθιά σύμφωνα με τους Lenetsky et al. (2013) χρησιμοποιείται για την πρόκληση φυσικής ζημιάς, την επίτευξη πλεονεκτήματος όσον αφορά την τακτική και την επίτευξη πόντων κατά του αντιπάλου. Η γροθιά είναι μία πολύπλοκη κίνηση όπου εκτελούνται κινήσεις του άνω άκρου, του κορμού και των κάτω άκρων, ωστόσο, το κάτω μέρος του σώματος συμβάλει πρωταρχικώς στην αποτελεσματική γροθιά.

Αν και απαιτούνται οι παράμετροι της ταχύτητας και της ακρίβειας για μία αποτελεσματική γροθιά, έρευνες όπως του Smith (2006) έδειξαν ότι η δύναμη της εκτέλεσης της γροθιάς αποτελεί προαπαιτούμενο για την νίκη. Επίσης οι Turner et al. (2011) εστίασαν κυρίως στις δυνάμεις που συμβάλλουν στην επίτευξη μιας αποτελεσματικής γροθιάς και στις προπονητικές στρατηγικές για την βελτίωση της δύναμης της γροθιάς.

Οι Lenetsky et al. (2013) εστίασαν στην αξιολόγηση των δυνάμεων για την εκτέλεση της γροθιάς, διερευνώντας περαιτέρω τις στρατηγικές της δύναμης και της καλής φυσικής κατάστασης για την βελτίωση της δύναμης της γροθιάς. Σύμφωνα με τους ερευνητές η γροθιά από το οπίσθιο μέρος του χεριού συμβάλει με τρεις κύριους τρόπους στην ανάπτυξη της δύναμης της γροθιάς: α) από το μυϊκό τμήμα του χεριού προς τον στόχο, β) με την περιστροφή του κορμού και γ) με την δύναμη που αναπτύσσεται στο έδαφος από τα κάτω άκρα.

Ακόμη με την βιομηχανική παρατήρηση και την δυναμομετρία, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι σε έμπειρους μποξέρ τα κάτω άκρα συνέβαλαν κατά 38.6% στην ανάπτυξη της συνολικής δύναμης της γροθιάς συγκριτικά με λιγότερο έμπειρους μποξέρ κατά 32.2% και αρχάριους μποξέρ κατά 16.5%. Οι Smith et al. (2000),

διατύπωσαν το συμπέρασμα ότι οι έμπειροι μποξέρ ανέπτυσαν μεγαλύτερη δύναμη κατά την εκτέλεση της γροθιάς.

Οι κορυφαίοι μποξέρ παρήγαγαν $4.800 \pm 227\text{N}$ της μέγιστης δύναμης κατά την εκτέλεση της γροθιάς ενώ οι λιγότερο έμπειροι παρήγαγαν $3.722 \pm 133\text{N}$ και οι αρχάριοι $2.381 \pm 116\text{N}$ αντίστοιχα. Τα ευρήματα έδειξαν ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συμβολή των κάτω άκρων προς την εκτέλεση της γροθιάς τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη.

Στην έρευνα των Mack et al. (2010), καταγράφηκαν αντίθετα αποτελέσματα με μεγαλύτερη σχέση των δυνάμεων για την εκτέλεση γροθιάς (42 ερασιτεχνών μποξέρ) με την ταχύτητα του χεριού ($R^2=0.39$ και 0.38), παρά με τις δυνάμεις από τα κάτω άκρα των αθλητών ($R^2=0.10$ και 0.10).

Στο πλαίσιο της διερεύνησης άλλων αθλημάτων που ακολουθούν παρόμοια μοντέλα κίνησης, προσδιορίστηκε η σημασία της συμβολής του κάτω μέρους του σώματος. Οι Terzis et al. (2003), ανέφεραν ότι η απόδοση κατά το ήμισυ της ρίψης γροθιάς των κορυφαίων αθλητών ήταν αποτέλεσμα της συμβολής του κάτω μέρους του σώματος.

Κατά την εξέταση ακοντιστών εθνικού επιπέδου οι Bouhlel et al. (2007) ανέφεραν έντονο συσχετισμό της απόδοσής τους με την μέγιστη αναερόβια δύναμη ανάkg ($R=0.76$, $p<0.01$) και παραγωγή μέγιστης ταχύτητας ($R=0.83$, $p<0.001$) από τα κάτω άκρα κατά την διάρκεια τεστ δύναμης/ταχύτητας.

Για την ανάπτυξη της αύξησης της λειτουργίας και της δύναμης του κάτω άκρου προς μία ορισμένη κατεύθυνση κατά την εκτέλεση της γροθιάς οι Turner et al. (2011) πρότειναν ασκήσεις squat, διάφορες παραλλαγές της άρσης βαρών (snatch, clean, jerk) και κατακόρυφα άλματα. Σύμφωνα με τους Turner et al. (2011), το legdrive κατά την εκτέλεση της γροθιάς απαιτεί την ανάπτυξη δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους (GRF) σε κατακόρυφες και οριζόντιες κατευθύνσεις.

Οι Cesari & Bertucco (2008) υποστηρίζοντας την οριζόντια GRF ως πρωταρχικό παράγοντα της δύναμης εκτέλεσης της γροθιάς, παρατήρησαν μεγάλες αλλαγές στο κέντρο πίεσης (COP) πρόσθια/οπίσθια κατά την διάρκεια εκτέλεσης της γροθιάς προς τον στόχο.

Παρόμοια, οι Gullledge & Darpena (2008) κατέγραψαν υψηλό επίπεδο οριζόντιας δύναμης κατά την εκτέλεση της γροθιάς ωστόσο δεν εξέτασαν τις κατακόρυφες δυνάμεις. Τέλος, εξετάζεται η πιθανότητα να μην υπάρχει μόνο μία κατεύθυνση GRF για την βελτίωση της παραγωγής της δύναμης, εφόσον με βάση την συμπερίληψη

κατά την ανάπτυξη της κίνησης της περιστροφής της πυέλου, του κορμού και του ώμου, τόσο οι οριζόντιες όσο και οι κατακόρυφες δυνάμεις συμβάλουν σχεδόν εξίσου στην εκτέλεση της γροθιάς σε μία περιστροφική κίνηση.

Η αύξηση του γνωστικού πεδίου πάνω σε αυτούς τους δύο τομείς (αύξηση της απόδοσης της γροθιάς και GRF) θα βελτιώσει σημαντικά τις προπονητικές μεθόδους της δύναμης και της διατήρησης της καλής φυσικής κατάστασης, συμβάλλοντας στην υψηλή απόδοση εκτέλεσης της γροθιάς. Με την βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας διευρύνεται η σχετική έρευνα για τους παράγοντες που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα της εκτέλεσης και του GRF.

2.12 Επίδραση δύναμης των κάτω άκρων - του κορμού και τον χρόνο αντίδρασης των αθλητών

Όπως αναφέρουν οι O'Donovan et al. (2006), η προπόνηση των πολεμικών τεχνών παράγει πολλά φυσιολογικά οφέλη περιλαμβάνοντας:

- την βελτιωμένη αερόβια απόδοση,
- την αναερόβια απόδοση,
- την πίεση του αίματος,
- το λίπος σώματος,
- την ισορροπία,
- την κιναισθησία,
- την ευκινησία και
- την μυϊκή αντοχή.

Πολλοί ερευνητές αναφέρουν ακόμη μεταβολές στην μυϊκή δύναμη (Christou et al., 2003, Douris et al., 2004). Η πολύπλοκη φύση των πολεμικών τεχνών απαιτεί την ανάπτυξη συντονισμού και δύναμης.

Σύμφωνα με τους O'Donovan et al. (2006), πολλοί μύες εμπλέκονται στην εκτέλεση λακτίσματος, περιλαμβάνοντας τους μύες του κορμού και του υπογάστριου που περιστρέφουν το σώμα, όπως επίσης τους εκτείνοντες και καμπτήρες μύες του γονάτου.

Οι ερευνητές αναφέρουν ότι υπάρχουν δύο τύποι αντιληπτικής ικανότητας που σχετίζονται με την απόδοση των αθλητών των πολεμικών τεχνών. Ο πρώτος εστιάζει στις βασικές αισθητήριες λειτουργίες που δεν σχετίζονται με το εμπειρικό πεδίο του αθλητή και περιλαμβάνουν παράγοντες όπως την οπτική οξύνοια και το οπτικό πεδίο.

Οι Mori et al. (2002) αναφέρουν την άποψη ότι η προπόνηση αυτών των ικανοτήτων δεν βελτιώνει την αθλητική ικανότητα.

Ο δεύτερος τύπος εστιάζει στις ειδικές αθλητικές αισθητήριες ικανότητες που αναπτύσσονται μέσα από τις προπονήσεις. Ο απλός χρόνος αντίδρασης είναι ο συντομότερος διαλλειματικός χρόνος που απαιτείται για να ανταποκριθεί ο αθλητής σε ένα ερέθισμα. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι Mori et al. (2002) δεν βρήκαν διαφορά στον απλό χρόνο αντίδρασης μεταξύ αθλητών και μη αθλητών και διατύπωσαν το συμπέρασμα ότι δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο προπόνησης. Αντίστοιχα η επιλογή του χρόνου αντίδρασης είναι το συντομότερο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αντίδραση σε ένα ερέθισμα και παρουσιάζεται ως εναλλακτική σε έναν αριθμό άλλων ερεθισμάτων.

Σύμφωνα με τους Johnson et al. (1991), η επιλογή του χρόνου αντίδρασης μπορεί να γίνει αντικείμενο προπόνησης, συνδέοντας το συγκεκριμένο ποιοτικό χαρακτηριστικό με την δεύτερη ομάδα των αντιληπτικών ικανοτήτων. Τα άτομα που συμμετέχουν σε γενικές φυσικές δραστηριότητες αναπτύσσουν σημαντικά συντομότερους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με τα άτομα που δεν αναπτύσσουν αυτές τις δραστηριότητες. Οι Lee et al. (1999) συμπέραναν ότι τα παραπάνω ισχύουν για ορισμένες δραστηριότητες περιλαμβάνοντας τις πολεμικές τέχνες.

Οι O'Donovan et al. (2006), είχαν ως στόχο την μέτρηση των χαρακτηριστικών της δύναμης σε σχέση με τους μύες των κάτω άκρων και του κορμού και η μέτρηση τόσο του απλού όσο και του επιλεκτικού χρόνου αντίδρασης σε συνδυασμό με τους χρόνους κίνησης των αθλητών που προπονούνται στις πολεμικές τέχνες κάνοντας σύγκριση με τα άτομα που ακολουθούν καθιστικό τρόπο ζωής.

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 13 άτομα που προπονούνται στις πολεμικές τέχνες (9 άντρες, 4 γυναίκες με μέση ηλικία 23.7 ± 3.1 ετών) και 12 άτομα της ομάδας ελέγχου (8 άντρες, 4 γυναίκες με μέση ηλικία 22.2 ± 0.6 ετών). Η ομάδα των πολεμικών τεχνών αποτελούνταν από 8 αθλητές που εξασκούσαν στο Taek won Do, 3 άτομα που προπονούνταν στο Shaolin Nam Pai Chauan Kung Fu και 2 στο Wu Shu Kwan Kung Fu.

Τα άτομα της ομάδας των πολεμικών τεχνών έκαναν τακτικές προπονήσεις, ενώ μετρήθηκαν τόσο το ύψος όσο και το βάρος τους με το δυναμόμετρο να ομαλοποιεί τις μετρήσεις ροπής στρέψεως του σώματος των συμμετεχόντων. Αναφορικά με την δύναμη του κάτω άκρου (κάμψη – μυϊκή έκταση) μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού και για τις δύο ομάδες δεν υπήρχαν διαφορές είτε στο πλαίσιο της

ισομετρικής εξέτασης είτε σε καμία από τις ταχύτητες στο πλαίσιο της ισοκινητικής εξέτασης. Τα δεδομένα κατέγραψαν και τις δύο περιοχές των κάτω άκρων.

Ακόμη, οι αθλητές των πολεμικών τεχνών είχαν ένα υψηλότερο μέσο βάρος σώματος που προσαρμόστηκε στην μέγιστη ισομετρική ροπή στρέψεως συγκριτικά με τα άτομα της ομάδας ελέγχου μόνο στην παράμετρο της μυϊκής έκτασης. Επιπλέον στο πλαίσιο της ισοκινητικής εξέτασης, οι αθλητές είχαν υψηλότερη ροπή στρέψεως συγκριτικά με τα άτομα της ομάδας ελέγχου στις παραμέτρους της κάμψης και της μυϊκής έκτασης σε όλες τις ταχύτητες.

Οι αναλογίες ροπής στρέψεως των ιγνυακών – τετρακέφαλων δεν διέφεραν επίσης σημαντικά μεταξύ των αθλητών και της ομάδας ελέγχου σε καμία αναλογία ισοκινητικής ταχύτητας (μέσο [\pm SEM]) στο πλαίσιο ανάπτυξης όλων των ταχυτήτων (αθλητές $72.67 \pm 2.19\%$) – (ομάδα ελέγχου $73.33 \pm 1.86\%$).

Εστιάζοντας στη δύναμη του κορμού δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας των αθλητών και της ομάδας ελέγχου στο πλαίσιο της ισομετρικής εξέτασης ή σε καμία ταχύτητα με βάση την ισοκινητική εξέταση είτε για την κάμψη είτε για την μυϊκή έκταση. Ωστόσο, η ομάδα των αθλητών είχε σε σταθερή βάση ελαφρά υψηλότερη (μη σημαντική) ροπή στρέψεως σε όλες τις συνθήκες εξέτασης.

Επίσης, οι αναλογίες ροπής στρέψεως των καμπτήρων/εκτεινόντων μυών δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ της ομάδας των αθλητών και της ομάδας ελέγχου σε καμία ισοκινητική ταχύτητα (μέση [\pm SEM]) αναλογία σε όλες τις ταχύτητες (αθλητές $89.93 \pm 6.61\%$) – (ομάδα ελέγχου $95.84 \pm 3.76\%$).

Αντίστοιχα με τα προηγούμενα αποτελέσματα πάνω στην ισοκινητική εξέταση διατυπώνεται το συμπέρασμα ότι καθώς η ταχύτητα της κίνησης αυξάνεται, η μέγιστη ροπή στρέψεως μειώνεται (O'Donovan et al., 2006). Όσον αφορά τους χρόνους αντίδρασης δεν υπήρχαν διαφορές στον χρόνο αντίδρασης (RT) ή στον χρόνο κίνησης (MT) στα απλά ή επιλεκτικά τεστ μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου χεριού και στις δύο ομάδες.

Συγκεκριμένα, ο χρόνος αντίδρασης για τα απλά και επιλεκτικά τεστ δεν διέφερε μεταξύ της ομάδας αθλητών και της ομάδας ελέγχου (απλά τεστ RT για την ομάδα αθλητών 210.91 ± 3.75 ms, ομάδα ελέγχου 222.18 ± 6.61 ms), (επιλεκτικά τεστ RT για την ομάδα αθλητών 312.33 ± 8.77 ms, ομάδα ελέγχου 343.10 ± 15.69 ms).

Ωστόσο ο χρόνος κίνησης ήταν σημαντικά γρηγορότερος για την ομάδα των αθλητών και για τα δύο τεστ, παράγοντας ως αποτέλεσμα ένα συνολικά γρηγορότερο χρόνο αντίδρασης, για τους αθλητές (απλός ΜΤγια την ομάδα αθλητών $128.07 \pm 3.90\text{ms}$, ομάδα ελέγχου $165.79 \pm 4.58\text{ms}$), (επιλεκτικός ΜΤγια την ομάδα αθλητών $174.29 \pm 8.54\text{ms}$, ομάδα ελέγχου $197.82 \pm 5.23\text{ms}$).

Στην έρευνα των O'Donovan et al. (2006), η ομάδα των αθλητών πολεμικών τεχνών κατέγραψε μία μεγαλύτερη ροπή στρέψεως κατά την ισοκινητική και ισομετρική εξέταση των κάτω άκρων όπως επίσης και μία ελαφριά (αλλά όχι σημαντική) υψηλότερη ροπή στρέψεως του κορμού. Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν και διευρύνουν αντίστοιχα συμπεράσματα προηγούμενων ερευνών πάνω στην δύναμη των τετρακέφαλων των αθλητών που συμμετέχουν σε αθλήματα πολεμικών τεχνών (Lan et al. 1988, 2000). Όμως οι προηγούμενες έρευνες δεν διερεύνησαν τα αποτελέσματα της προπόνησης πάνω στην δύναμη του καμπτήρα του γονάτου.

Η σημαντικά υψηλότερη δύναμη των καμπτήρων του γονάτου που αναφέρθηκε στην έρευνα των O'Donovan et al. (2006), συσχέτισε τα αποτελέσματα με την προπόνηση πολεμικών τεχνών. Σύμφωνα με τους ερευνητές η προπόνηση με ηπιότερα στυλ πολεμικών τεχνών αυξάνει την δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του γονάτου, ωστόσο τα ηπιότερα στυλ πολεμικών τεχνών δίνουν έμφαση σε διαφορετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά συγκριτικά με την πιο σκληρή προπόνηση που εξετάζουν οι ερευνητές.

Η αύξηση της δύναμης που κατέγραψε η έρευνα των Lan et al. (1988), μετά την προπόνηση, ήταν μικρότερη σε σύγκριση μεταξύ της ομάδας των αθλητών και της ομάδας ελέγχου που κατέγραψε η έρευνα των O'Donovan et al. (2006). Αυτό μπορεί να οφείλεται στις ηλικιακές διαφορές μεταξύ των ατόμων που συμμετείχαν και στις δύο έρευνες ή η πιο έντονη προπόνηση πολεμικών τεχνών παράγει πιο σημαντικά αποτελέσματα πάνω στην δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του γονάτου.

Επίσης, τα αποτελέσματα της ισομετρικής εξέτασης των κάτω άκρων υποστηρίζουν προηγούμενα ερευνητικά ευρήματα (Douris et al., 2004), τα οποία κατέγραψαν μία πιο ισχυρή μυϊκή έκταση από πλευράς των αθλητών των πολεμικών τεχνών που ακολουθούσαν μικτά στυλ προπόνησης (ήπιο και σκληρό).

Ο τύπος προπόνησης στην έρευνα των O'Donovan et al. (2006) που ακολουθεί η ομάδα των αθλητών απαιτεί από τους αθλητές μία χαμηλή στάση με τα κάτω άκρα να

αναπτύσσουν κάμψη για μικρές χρονικές περιόδους (χρησιμοποιώντας κυρίως τους τετρακέφαλους), αυτή είναι και η αιτία για τη αυξημένη δύναμη.

Σύμφωνα με τους StClair et al. (2000), η αναλογία ιγνυακών/τετρακέφαλων χρησιμοποιείται συχνά ως δείκτης ισορροπίας των αγωνιστών/ανταγωνιστών μυών, ενώ είναι και παράγοντας πρόβλεψης τραυματισμού. Χαρακτηριστικό είναι ότι παρά την υψηλότερη ροπή στρέψεως της ομάδας των αθλητών ωστόσο αυτή η αναλογία δεν διέφερε από εκείνη της ομάδας ελέγχου, επομένως παρόλο που η συμμετοχή σε αθλήματα πολεμικών τεχνών συνδέεται με υψηλότερο κίνδυνο τραυματισμού η μυϊκή ανισορροπία μπορεί να μην είναι παράγοντας κλειδί (Zetaruk et al., 2005).

Η δύναμη των μυών του κορμού αυξάνεται χάρη στη φυσική προπόνηση και ειδικά στα αθλήματα των πολεμικών τεχνών αυτοί οι μύες είναι απαραίτητοι για την σταθεροποίηση του σώματος κατά την διάρκεια της εκτέλεσης λακτίσματος και γροθιάς, μεγιστοποιώντας με αυτό τον τρόπο την αποτελεσματικότητα της ανάπτυξης της δύναμης προς τον στόχο.

Ωστόσο στην έρευνα των O'Donovan et al. (2006) αν και οι καμπήρες – εκτείνοντες του κορμού είχαν μεγαλύτερες τιμές ροπής στρέψεως στο πλαίσιο τόσο της ισοκινητικής όσο και της ισομετρικής εξέτασης, αυτές οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Αναλύοντας περαιτέρω την ισοκινητική μέγιστη ροπή στρέψεως αναπτύχθηκε μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την μυϊκή έκταση του κορμού συγκριτικά με την κάμψη.

Συνεπώς, είναι απαραίτητες οι κινήσεις της μυϊκής έκτασης του κορμού, για την αποφυγή λακτισμάτων ή γροθιάς σε επίπεδο προσώπου, με ορισμένες τεχνικές λακτισμάτων να απαιτούν την ανάπτυξη μυϊκής έκτασης του κορμού. Ακόμη, δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά στην κάμψη του κορμού σε σχέση με την αναλογία της μυϊκής έκτασης, ωστόσο η ομάδα των αθλητών είχε χαμηλότερη αναλογία και στις δύο ταχύτητες που οφείλονταν πιθανόν στους ισχυρότερους εκτείνοντες μύες του κορμού.

Τέλος κανένας αθλητής δεν ανέφερε εκδήλωση πόνου στην πλάτη. Διαχρονικά αναφέρθηκε ότι τα άτομα που είναι σε καλή φυσική κατάσταση αναπτύσσουν γρηγορότερους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με τα άτομα που έχουν λιγότερη καλή φυσική κατάσταση, ενώ οι αθλητές έχουν ανώτερες ειδικές αθλητικές αντιληπτικές ικανότητες συγκριτικά με τους αρχάριους.

Στην έρευνα των O'Donovan et al. (2006) διαχωρίστηκε ο συνολικός χρόνος αντίδρασης σε: χρόνο αντίδρασης (RT) και σε χρόνο κίνησης (MT) με τα

αποτελέσματα να δείχνουν ότι τα αποτελέσματα του χρόνου κίνησης εξηγούν ευρέως τους γρηγορότερους χρόνους αντίδρασης για την ομάδα των αθλητών.

Άρα, διατυπώνεται το συμπέρασμα ότι η διαφορά του συνολικού χρόνου αντίδρασης οφείλεται κυρίως στην ομάδα των αθλητών, η οποία αναπτύσσει μία γρηγορότερη ικανότητα κίνησης των άκρων συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου και δεν οφείλεται στην ανωτερότητα του απλού ή επιλεκτικού χρόνου αντίδρασης ή στον ίδιο τον προκινητικό χρόνο.

Συμπερασματικά, η έρευνα έδειξε ότι η ομάδα των αθλητών που προπονείται σκληρά παράγει υψηλότερες ροπές στρέψεως στους καμπήρες/εκτείνοντες μύες του γονάτου στο πλαίσιο της ισοκινητικής εξέτασης και μόνο στους εκτείνοντες κατά την ισομετρική εξέταση. Επιπλέον η ομάδα των αθλητών παράγει ελαφρά (αλλά όχι σημαντικά) υψηλότερες ροπές στρέψεως στους μύες του κορμού. Τέλος, οι αθλητές έχουν γρηγορότερους χρόνους αντίδρασης αν και αυτό το αποτέλεσμα εξηγείται από το γρηγορότερο χρόνο κίνησης.

Οι Estevan et al. (2011), αναφέρουν ότι οι αλλαγές στην απόσταση εκτέλεσης χτυπημάτων επηρεάζουν τις μηχανικές παραμέτρους του λακτίσματος. Μεταξύ των κύριων μηχανικών παραμέτρων που σχετίζονται με την επίτευξη πόντων, είναι η επίδραση της δύναμης και ο χρόνος. Συγκεκριμένα ο χρόνος εκτέλεσης λακτισμάτων θεωρείται βασικός παράγοντας από πλευράς του αθλητή που κάνει την επίθεση με στόχο την επίτευξη πόντων. Τα λακτίσματα που κατευθύνονται προς το κεφάλι καταγράφουν χρονικό διάστημα εκτέλεσης που κυμαίνεται από 0.27 έως 0.40 sec και εξαρτάται (χρονικό διάστημα εκτέλεσης) από το επίπεδο των αθλητών καθώς και από την εκτέλεση του λακτίσματος.

Όσον αφορά το περιστροφικό λάκτισμα στο κεφάλι προϋποθέτει σύντομη χρονική εκτέλεση καθώς και μία υψηλή πιθανότητα επίτευξης πόντου. Όπως αναφέρουν οι Estevan et al. (2011), όταν ο αθλητής πετυχαίνει ένα πόντο, δεν σταματά ο αγώνας, άρα είναι σημαντικό για τον αθλητή μετά την εκτέλεση μιας κίνησης να πάρει την κατάλληλη θέση για την ανάπτυξη μιας νέας τεχνικής. Μία μεταβλητή για την ανάλυση της σωστής θέσης με στόχο τον συντονισμό διαφορετικών δράσεων είναι ο χρόνος επίδρασης των λακτισμάτων ή άλλων συνδυαστικών χτυπημάτων κατά την διάρκεια ενός αγώνα ταε κβο ντο.

Σύμφωνα με τους ερευνητές ο συγκεκριμένος παράγοντας συμβάλει στον συντονισμό 2 ή περισσότερων λακτισμάτων. Για την επίτευξη πόντων θα πρέπει οι αθλητές να εκτελέσουν δυνατά χτυπήματα ωστόσο σε σχέση με την επίδραση της δύναμης των

λακτισμάτων που προϋποθέτει σύγκριση και τυποποίηση των αποτελεσμάτων παρατηρούνται διαφορές στις μετρήσεις.

Όπου απαιτείται αύξηση της δύναμης του χτυπήματος οι αθλητές χρησιμοποιούν συνήθως το υψηλότερο επίπεδο τεχνικής ή την μάζα τους. Οι Pedzich et al. (2006) κατέγραψαν έναν θετικό συσχετισμό μεταξύ του βάρους και της εκτέλεσης χτυπήματος όπου το βάρος ήταν παράγοντας πρόβλεψης της μεταβολής σε ποσοστό 32.6% της μέγιστης επίδρασης δύναμης μιας μη αγωνιστικής ομάδας. Οι Kim et al. (2010), έρευνά τους για την ανάλυση της απόδοσης του χτυπήματος αναφέρουν ότι παρουσιάστηκαν μηχανικές διαφορές ως χαμηλότερος χρόνος εκτέλεσης και ως υψηλότερη μέγιστη επίδραση δύναμης για τις ομάδες που αγωνίζονταν συγκριτικά με ομάδες που δεν συμμετείχαν σε αγώνες.

Οι Estevan et al. (2011), στην έρευνά τους διατύπωσαν τις εξής υποθέσεις: α) το επίπεδο επηρεάζει τη μηχανική απόδοση ενός περιστροφικού λακτίσματος στο κεφάλι σε κάθε απόσταση εκτέλεσης του χτυπήματος, β) το βάρος προβλέπει την μέγιστη επίδραση δύναμης των αθλητών χαμηλότερου επιπέδου για όλες τις αποστάσεις εκτέλεσης των χτυπημάτων και γ) η απόσταση εκτέλεσης ενός χτυπήματος επηρεάζει τις μηχανικές παραμέτρους κάθε ομάδας.

Σκοπός της έρευνας ήταν η καλύτερη πληροφόρηση και γνώση του παράγοντα απόστασης εκτέλεσης λακτισμάτων και άλλων συνδυαστικών χτυπημάτων, η σύγκριση της μέγιστης επίδρασης της δύναμης του χρόνου εκτέλεσης και του χρόνου επίδρασης ενός περιστροφικού λακτίσματος στο κεφάλι σε σχέση με την απόσταση εκτέλεσης σύμφωνα με το αγωνιστικό επίπεδο των αθλητών και η εξέταση της σχέσης μεταξύ της μέγιστης επίδρασης της δύναμης και του βάρους κάθε ομάδας. Τέλος η εξέταση της πιθανής επίδρασης της απόστασης εκτέλεσης πάνω στην μέγιστη επίδραση της δύναμης, στον χρόνο εκτέλεσης και στην χρονική επίδραση σε κάθε μία από τις ομάδες διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα πάνω στην μέγιστη επίδραση δύναμης, στην εκτέλεση και στον χρόνο επίδρασης σύμφωνα με το αγωνιστικό επίπεδο δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στον χρόνο επίδρασης ενός λακτίσματος ή άλλου χτυπήματος σε καμία από τις αποστάσεις εκτέλεσής τους μεταξύ των δύο ομάδων (κορυφαίων και μη κορυφαίων αθλητών). Τόσο οι κορυφαίοι όσο και οι μη κορυφαίοι αθλητές είχαν παρόμοιο χρόνο όσον αφορά την επίδραση της αγωνιστικής τους επίδοσης, γεγονός που είναι σημαντικό για τον συντονισμό 2 ή περισσότερων λακτισμάτων.

Οι Falco et al. (2009) διατύπωσαν το συμπέρασμα ότι οι αθλητές υψηλότερου επιπέδου εκτέλεσαν λάκτισμα με μεγαλύτερη μέγιστη επίδραση δύναμης και σε συντομότερο χρόνο εκτέλεσης από όλες τις αποστάσεις συγκριτικά με αθλητές χαμηλότερου επιπέδου. Στην έρευνα των Estevan et al. (2011), ενώ τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια όσον αφορά τις σύντομες και μακρές αποστάσεις ωστόσο διέφεραν σε σχέση με την αγωνιστική απόσταση.

Οι Estevan et al. (2011), διατύπωσαν το συμπέρασμα ότι οι κορυφαίοι αθλητές μπορούν να προχωρήσουν στην εκτέλεση χτυπήματος από διαφορετικές αποστάσεις ξοδεύοντας λιγότερο χρόνο για την εκτέλεση του χτυπήματος και αναπτύσσοντας μεγαλύτερη μέγιστη δύναμη συγκριτικά με τους αθλητές κατώτερου επιπέδου.

Σύμφωνα με το Cohen's d score αυτές οι διαφορές εκτιμώνται ως «μεγάλες διαφορές», συνεπώς αν και δεν επηρεάζονται όλες οι μηχανικές μεταβλητές από το επίπεδο σε κάθε απόσταση εκτέλεσης χτυπήματος, ωστόσο το αγωνιστικό επίπεδο είναι ένας σημαντικός παράγοντας επίδρασης της μηχανικής απόδοσης κατά την εκτέλεση ενός περιστροφικού λακτίσματος στο κεφάλι. Συμπερασματικά θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη ο παράγοντας του αγωνιστικού επιπέδου κατά την ανάλυση της απόδοσης του αθλητή.

Επίσης καταγράφηκε ένας θετικός συσχετισμός μεταξύ του βάρους και της επίδρασης της δύναμης. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι οι χαμηλότερου επιπέδου αθλητές στηρίζουν ευρέως την δύναμη που αναπτύσσουν στο βάρος αντίθετα με τους αθλητές κορυφαίου επιπέδου. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή οι αθλητές κορυφαίου επιπέδου αναπτύσσουν μεγαλύτερη δύναμη με βάση την αρχή της κινητικής αλυσίδας ή με βάση μία καλύτερη τεχνική εκτέλεσης.

Οι χαμηλότερου επιπέδου αθλητές χρησιμοποιούν το βάρος τους για να παράγουν αυτή τη δύναμη ώστε να αντισταθμίσουν τις τεχνικές τους ελλείψεις, γεγονός που δικαιολογεί τις διαφορές που παρατηρήθηκαν στον παράγοντα του χρόνου εκτέλεσης του χτυπήματος.

Αναφορικά με την απόσταση εκτέλεσης χτυπήματος και με βάση κάθε ομάδα ατομικά, στην ομάδα των κορυφαίων αθλητών η μέγιστη επίδραση της δύναμης δεν κατέγραψε σημαντικές διαφορές γεγονός που σημαίνει ότι η ομάδα των κορυφαίων αθλητών διαθέτει ικανότητα λακτίσματος με παρόμοια επίδραση δύναμης για την επίτευξη πόντων από όλες τις αποστάσεις εκτέλεσης λακτισμάτων.

Αυτό σημαίνει ότι η μέγιστη επίδραση της δύναμης δεν εξαρτάται από την απόσταση εκτέλεσης κατά τη εκτέλεση λακτισμάτων από κορυφαίους αθλητές. Αντίθετα, με

βάση τις μεταβλητές του χρόνου (εκτέλεση χτυπημάτων – λακτισμάτων και επίδραση δύναμης) η ομάδα των κορυφαίων αθλητών εκτελεί λακτίσματα σε σύντομη απόσταση. Επιπλέον οι Estevan et al. (2011), παρατήρησαν ότι η ομάδα των κορυφαίων αθλητών μπορεί να εκτελέσει χτύπημα με παρόμοια επίδραση δύναμης και χρόνο εκτέλεσης από μεσαίες και μακριές αποστάσεις διατυπώνοντας το συμπέρασμα ότι όσον αφορά την συγκεκριμένη ομάδα αθλητών η απόσταση δεν παίζει αρνητικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της δράσης.

Επομένως κρίνεται αναγκαία η προπόνηση του κορυφαίου επιπέδου αθλητών για την ανάπτυξη επιθετικών ενεργειών από μακρινές αποστάσεις με τους Matsushigue et al. (2009), να προσδιορίζουν αυτή την απόσταση στα 2m. Λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση της απόστασης εκτέλεσης χτυπημάτων ή λακτισμάτων όσον αφορά την ομάδα των μη κορυφαίων αθλητών ο χρόνος επίδρασης στην βραχεία απόσταση ήταν μικρότερος συγκριτικά με την μακρύτερη απόσταση.

Αυτό συμβαίνει επειδή καθώς η απόσταση εκτέλεσης αυξάνεται σε μεγαλύτερο βαθμό, η ομάδα των μη κορυφαίων αθλητών πρέπει να αναπτύσσει κλίση προς τα εμπρός, εστιάζοντας στον στόχο, ώστε να μη χάσει την κατάλληλη θέση η στάση σώματος. Επίσης, κατά τον χρόνο εκτέλεσης, η ομάδα των μη κορυφαίων αθλητών εκτελεί λακτίσματα σε βραχείες και μεσαίες αποστάσεις χαμηλότερα σε σύγκριση με τις μακρύτερες αποστάσεις. Είναι επίσης γεγονός ότι αυτή η ομάδα δεν μπορεί να εκτελέσει λάκτισμα την ίδια στιγμή που αυξάνεται η απόσταση με αποτέλεσμα την παραγωγή μιας λιγότερο αποτελεσματικής εκτέλεσης.

Σύμφωνα με τους Kim et al. (2010), η δύναμη επίδρασης χτυπημάτων – λακτισμάτων επηρεάζεται λιγότερο από την απόσταση συγκριτικά με τις χρονικές μεταβλητές, γεγονός που παίζει βασικό ρόλο στην επίτευξη πόντων, άρα η προπόνηση στο άθλημα του τσε κβο ντο θα πρέπει να κατευθύνεται στην βελτίωση του χρόνου απόδοσης (χρόνος εκτέλεσης και επίδρασης) σε σχέση με την δύναμη επίδρασης, επειδή η επίδραση της δύναμης των αθλητών τόσο του χαμηλού όσο και του υψηλότερου επιπέδου δεν επηρεάζεται δυσμενώς από την απόσταση εκτέλεσης χτυπημάτων – λακτισμάτων.

Στην έρευνα των Estevan et al. (2011) αποδείχθηκε ότι οι αθλητές κορυφαίου επιπέδου (υψηλότερη επίδραση δύναμης και μικρότερος χρόνος εκτέλεσης), είχαν καλύτερη απόδοση σε αποστάσεις που δεν είχαν συνηθίσει να εκτελούν λακτίσματα, συγκριτικά με την ομάδα των μη κορυφαίων αθλητών. Επιπλέον, οι κορυφαίοι αθλητές μπορούν να εκτελέσουν λάκτισμα με παρόμοια επίδραση δύναμης και

χρόνου από τρεις αποστάσεις εκτέλεσης ενώ δεν μπορούν να κάνουν το ίδιο οι μη κορυφαίοι αθλητές, ξοδεύοντας περισσότερο χρόνο όταν αυξάνεται η απόσταση.

Συμπερασματικά το υψηλότερο αγωνιστικό επίπεδο συνεπάγεται καλύτερη εκτέλεση χτυπημάτων και αποτελεσματικότητα του περιστροφικού λακτίσματος στο κεφάλι. Η ομάδα των κορυφαίων αθλητών εκτελεί το λάκτισμα με μεγαλύτερη δύναμη και σε βραχύτερο χρόνο συγκριτικά με τους μη κορυφαίους αθλητές, με την πρώτη ομάδα να επιτυγχάνει καλύτερα μηχανικά και αθλητικά αποτελέσματα.

Οι Loturco et al. (2014) εξέτασαν την σχέση μεταξύ επιτάχυνσης λακτίσματος και των επιλεγμένων μεταβλητών της δύναμης και της ισχύος 16 επαγγελματιών αθλητών καράτε της εθνικής ομάδας της Βραζιλίας (9 αθλητές και 10 αθλήτριες, ηλικίας 23 ± 3 ετών, ύψος 1.71 ± 0.09 m και μάζα σώματος 67.34 ± 13.44 kg).

Επίσης αξιολογήθηκε η επιτάχυνση λακτίσματος κάτω από τέσσερις διαφορετικές συνθήκες με τυχαία σειρά: 1) καθορισμένη απόσταση με στόχο την επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας (FS), 2) καθορισμένη απόσταση με στόχο την επίτευξη της μέγιστης επίδρασης (FI), 3) επιλεγμένη απόσταση με στόχο την επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας (SSS) και 4) επιλεγμένη απόσταση με στόχο την επίτευξη της μέγιστης επίδρασης (SSI).

Οι επιλεγμένες μεταβλητές της δύναμης και της ισχύος ήταν οι εξής: μέγιστη δύναμη σε benchpress και ύψος άλματος, μέση προωθητική δύναμη με bench και άλμα squat, καθώς και μέση προωθητική ταχύτητα με εκτέλεση άλματος squat και με το 40% της μάζας του σώματος.

Σύμφωνα με τα ευρήματα η δύναμη του άνω και κάτω μέρους του σώματος καθώς και η μέγιστη δύναμη συσχετίστηκαν θετικά με την επιτάχυνση λακτίσματος σε όλες τις συνθήκες. Η έρευνα κατέγραψε τις μεταβλητές πρόβλεψης: την μέση σχετική προωθητική ισχύ με άλμα squat (W/kg) και την μέγιστη δύναμη (1RM) στο πλαίσιο εκτέλεσης benchpress και squat-machine. Είναι χαρακτηριστικό ότι η επιλεγμένη απόσταση για το ξεκίνημα της κίνησης και οι προπονητικές οδηγίες που προσανατολίζονται στην επίδραση είναι κρίσιμες παράμετροι για την επίτευξη της υψηλότερης επιτάχυνσης κατά την διάρκεια της εκτέλεσης του λακτίσματος. Η έρευνα παρέχει σημαντική πληροφόρηση στους προπονητές, ιδιαίτερα για τον σχεδιασμό των καλύτερων προπονητικών στρατηγικών με στόχο την βελτίωση της ταχύτητας λακτίσματος.

IV.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μία αρχική ερμηνεία που βασίστηκε στα συνολικά αποτελέσματα, πιθανόν να μην προτείνει διατάσεις SS ή PNF κατά την εκτέλεση των ασκήσεων προθέρμανσης πριν από αγώνα, όταν είναι απαραίτητο το τεστ απόδοσης αμέσως μετά την ανάπτυξη διατάσεων.

Ωστόσο, ο μέσος χρόνος μέτρησης μετά τις διατάσεις ήταν 3-5min, γεγονός που δεν συμπίπτει με την τυπική διαδικασία των >10 min διατάσεων για την επίτευξη υψηλής απόδοσης που εκτελούνται π.χ. στους αθλητικούς αγώνες.

Είναι χαρακτηριστικό ότι σε σχετικές έρευνες όπου πραγματοποιήθηκαν τεστ >10 min μετά τις διατάσεις, οι αλλαγές της απόδοσης ήταν τυπικά στατιστικά ασήμαντες, εκτός εάν χρησιμοποιήθηκαν πρωτόκολλα υπερβολικών διατάσεων (Fowles et al., 2000, Power et al., 2004).

Η εξασθένηση SS ήταν πιο σημαντική με τα $\geq 60s$ (-4.6%) κατά των 2min και την γρηγορότερη συχνότητα των DS να παρέχουν μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης. Συνεπώς, οι SS και PNF μακρύτερης διάρκειας μπορούν να πραγματοποιηθούν πριν (π.χ. >10 min) να είναι απαραίτητη η απόδοση της αθλητικής δραστηριότητας ώστε να υπάρξει αποτέλεσμα, ωστόσο, οι DS μπορεί να πραγματοποιηθούν σε πιο κοντινό χρόνο της αθλητικής απόδοσης.

Επίσης είναι πιθανή η αποτελεσματική χρήση της PAP για την αύξηση της μηχανικής ισχύος και επομένως της απόδοσης ή της προπονητικής διέγερσης μιας εκρηκτικής αθλητικής δραστηριότητας. Ωστόσο, δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις για την πρακτική εφαρμογή της PAP στην ανάπτυξη των εκρηκτικών αθλητικών δραστηριοτήτων.

Η έλλειψη σταθερών αποτελεσμάτων σε προηγούμενες σχετικές έρευνες οφείλεται στην πολύπλοκη αλληλεπίδραση αρκετών παραγόντων που προσδιορίζουν τον βαθμό βάση του οποίου επηρεάζονται οι διαφορετικοί μηχανισμοί της PAP και της κόπωσης. Ωστόσο, ανεξαρτήτως των παραπάνω παραγόντων, μία ατομική προπόνηση υψηλότερου επιπέδου, με μία μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη, μία μεγαλύτερη κατανομή ινών γρήγορων και απότομων περιστροφικών κινήσεων και χαμηλότερης

αναλογίας, ισχύος δύναμης μπορεί να ωφεληθεί από την PAP συγκριτικά με μία αντίστοιχη ατομική που δεν συγκεντρώνει τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων θα πρέπει να δοθεί επίσης προσοχή στην ειδική εφαρμογή της PAP στα αθλήματα. Εάν ο σκοπός είναι η χρήση της PAP στους αγώνες, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη μόνο τα συμπεράσματα των σχετικών ερευνών που αναφέρουν τα αποτελέσματα της CC πάνω στην απόδοση των εκρηκτικών αθλητικών δραστηριοτήτων.

Τέλος, παρόλο που ο καθορισμός των παραπάνω ποικίλων παραγόντων απαιτεί την ανάπτυξη έντονης ερευνητικής δραστηριότητας, τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών που κατέγραψαν 2-10% αύξηση της απόδοσης υποδεικνύουν επιπρόσθετη διερεύνηση της PAP, ωστόσο, πριν την εφαρμογή της PAP στις αθλητικές δραστηριότητες, θα πρέπει να διατυπωθούν ασφαλή συμπεράσματα ως προς τον τρόπο και την λειτουργία της αλληλεπίδρασης των μηχανισμών PAP και του παράγοντα της κόπωσης κάτω από διαφορετικές συνθήκες.

V. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Χρειάζονται επιπρόσθετες έρευνες πάνω στην εφαρμογή τόσο των διατάσεων (στατικές, δυναμικές, PNF) όσο και των πλειομετρικών ασκήσεων ως μέρος μιας ειδικής προθέρμανσης κατά την διάρκεια των αγωνιστικών υποχρεώσεων των αθλητών.

Οι προπονητές θα πρέπει να λαμβάνουν ιδιαίτερα υπόψη τις ατομικές αντιδράσεις των αθλητών τους, επανεξετάζοντας και αναμορφώνοντας τα χαρακτηριστικά της πλειομετρικής παρέμβασης με στόχο την ανάπτυξη των κατάλληλων προπονητικών ερεθισμάτων για την αύξηση της αγωνιστικής απόδοσης των αθλητών πολεμικών τεχνών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amiri-Khorasani, M., Osman, N.A.A., Yusof, A. (2011) Acute effect of static and dynamic stretching on hip dynamic range of motion during instep kicking in professional soccer players. // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 25,6, pp. 1647-1652.
- Bacurau, R.F.P., Monteiro, G. de A., Ugrinowitsch, C., Tricoli V., Cabral, L.F. and Aoki, M.S. (2009) Acute effects of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 304-308.
- Behm, D.G. and Chaouachi, A. (2011) A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance *European Journal of Applied Physiology* 111: 2633-2651.
- Bolander, PR, Neto, OP. & Bir, CA. (2009). The effects of height and distance on the force production and acceleration in martial arts strikes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(CSSI 3), 47-52.
- Bompa, T. O., Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports (Vol. 3) / Human Kinetics Champaign (IL)*.
- Cesari, P. and Bertucco, M. (2008). Coupling between punch efficacy and body stability for elite karate. *J Sci Med Sport* 11: 353- 356.
- Chaouachi, A., Castagna, C., Chlara, M., Brughelli, M., Turki, O., Gaily, O., Chamari, K. and Behm, D.G. (2010) Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 2001-2011.
- Christou, E.A., Yang, Y. and Rosengren, K.S. (2003). Taiji training improves knee extensor strength and force control in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 58, 763-766.
- Cramer, J.T., Housh, T.J., Johnson, G.O., Miller, J.M., Cobum, J. W., Beck, T.W, (2004) Acute effects of static stretching on peak torque in women. // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 18, 2, pp. 236- 241.
- Dalrymple, K.J., Davis, S.E., Dwyer, G.B. and Moir, G.L. (2010) Effect of static and

- dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 149-155.
- Douris, P., Chinan, A., Gomez, M., Aw, A., Steffens, D. and Weiss, S. (2004). Fitness levels of middle aged martial art practitioners. *British Journal of Sports Medicine* 38, 143-147.
- Egan, A.D., Cramer, J.T., Massey, L.L. and Marelc, S. H. (2006) Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association division I womens' basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20, 778-782.
- Estevan, I., Alvarez, O., Falco, C., Molina-Garcia, J., & Castillo, I. (2011). Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in taekwondo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2851-2856.
- Falco, C, Alvarez, O, Castillo, I, Estevan, I, Martos, J, Mugarra, F, and Iradi, A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *JBiomech* 42: 242-248.
- Feros, S.A., Young, W.B., Rice, A.J., and Talpey, S.W. (2012). The effects of including a series of isometric contractions to the rowing warm-up in 1000 m rowing ergometer time trial performance *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (12), 3326-3334.
- Gelen, E. (2010) Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom (dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 950- 956.
- Gulledge, K.J. and Dapena, J. (2007). A comparison of the reverse and power punches in oriental martial arts. *Journal of Sports Sciences* 26, 189-196.
- Hoffman, J. (2014). Physiological aspects of sport training and performance: Human Kinetics.
- Jakubiak, N and Saunders, DH. (2008). The feasibility and efficacy of elastic resistance training for improving the velocity of the Olympic taekwondo turning kick. *J Strength Cond Res* 22: 1194-1197.
- Johnson, B.F., Hoch, K. and Johnson, J. (1991). Variability in psychometric test scores: the importance of the practice effect in patient study design. *Progress in Neuro Psychopharmacology and Biological Psychiatry* 15, 625-635.
- Kapo, S, Smajlovic, N, Kajmovic, H, Covic, N, Ciric, A, Cutuk, M, Bejdic, A. (2016)

- Effects of different stretching protocols on knee muscles strength and power parameters measured by biodex dynamometer. *Tehnicki Vjesnik*, 23,1,273-278.
- Kim, JW, Kwon, MS, Yenuga, SS, and Kwon, YH. (2010). The effects of target distance on pivot hip, trunk, pelvis, and kicking leg kinematics in Taekwondo round house kick. *Sports Biomech* 9: 98-114.
- Lan, C., Lai, J.S., Chen, S.Y. and Wong, M.K. (1998). 12- month Tai Chi training in the elderly: its effect on health fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30, 345-351.
- Lan, C., Lai, J.S., Chen, S.Y. and Wong, M.K. (2000). Tai Chi Chuan to improve muscular strength and endurance in elderly individuals: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 81, 604-607.
- Lee, J.B., Matsumoto, T., Othman, T., Yamauchi, M., Taimura, A., Kaneda, E., Ohwatari, N. and Kosaka, M. (1999). Coactivation of the flexor muscles as a synergist with the extensors during ballistic finger extension movement in trained kendo and karate athletes. *International Journal of Sports Medicine* 20, 7-11.
- Lenetsky, S, Harris N, & Brugelli, M. (2013). Assessment and contributors of punching forces in combat sports athletes: Implications for strength and conditioning. National Strength and Conditioning Association. *Strength and Conditioning Journal*, 1-7.
- Little, T. and Williams, A.G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20, 203-207.
- Loturco I, Artiolo G, Kobal R, Gil S, and Franchini E (2014). Predicting punching acceleration from selected strength and power variables in elite karate athletes. A multiple regression analysis *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (7), 1826-132.
- Mack, J, Stojasih, S, Sherman, D, Dau, N. and Bir, C. (2010). Amateur boxer biomechanics and punch force. Presented at 28th International Conference on Biomechanics in Sports; July 19-23,Marquette, MI.
- Marek, S.M., Cramer, J.T., Fincher, A.L., Massey, L.L., Dangelmaier, S.M., Purkayastha, S. . . . Culbertson, JY. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. // *Journal of Athletic Training*. 40, 2, p. 94.

- Margaritopoulos, S, Theodorou, A, Methenitis, S, Zaras, N, Donti, O, Tsolakis, C. (2015). The effect of plyometric on repeated strength and power performance in elite karate athletes. *Journal of Physical Education and Sports*, 15(2), 310-318.
- Matsushigue, KA, Hartmann, K, and Franchini, E. (2009). Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *J Strength Cond Res* 23: 1112-1117.
- Miarca, B., Del Vecchio, F.B., & Franchini, E. (2011). Acute effects and postactivation potentiation in the special judo fitness test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 427-431.
- Mori, S., Ohtani, Y. and Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science* 21, 213-230.
- Negrete, R., Brophy, J. (2010) The relationship between isokinetic open and closed chain lower extremity strength and functional performance. // *JSR*. 9, 1.
- Neto, O.P. and Magini, M. (2008). Electromyographic and kinematic characteristics of Kung Fu Yau-Man palm strike. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18 1047-1052.
- O'Donovan, O, Cheung, J, Catley, M, McGregor, A, & Strutton, P. (2006). An investigation of leg and trunk strength and reaction times of hard-style martial arts practitioners. *Journal of Sports and Medicine, CSSI*, 5-12.
- Pedzich, W, Mastalerz, A, and Urbanik, C. (2006). The comparison of the dynamics of selected leg strokes in taekwondo WTF. *Acta Bioeng Biomech* 8: 1-9.
- Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M. and Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: Effects on force and jumping performance. *Medicine Science in Sports and Exercise* 36, 1389-1396.
- Roschel, H., Batista, M., Monteiro, R., Bertuzzi, R.C., Barosso, R., Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., and Franchini, E (2009). Association between neuromuscular tests and kumite performance on the Brazilian Karate National Team *Journal of Sports Science and Medicine* 8, 20-24.
- Shrier, I. (2002). Does stretching help prevent injuries. // *Evidence-based sports medicine*. 9, pp. 43-47.
- Smith, MS, Dyson, RJ, Hale, T. and Janaway, L. (2000). Development of a boxing dynamometer and its punch force discrimination efficacy. *J Sport Sci* 18: 445-450.
- Smith, MS. (2006). Physiological profile of senior and junior England international amateur boxers. *J Sport Sci Med* 5: 74-89.

- St Clair, G.A., Lambert, M.I., Durandt, J.J., Scales, N. and Noakes, T.D. (2000). Quadriceps and hamstrings peak torque ratio changes in persons with chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Tim Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 30, 418-427.
- Terzis, G, Georgiadis, G, Vassiliadou, E. and Manta, P. (2003). Relationship between shotput performance and triceps brachii fiber type composition and power production. *Eur J Appl Physiol* 90: 10-15.
- Thompsen, A.G., Kackley, T., Palumbo, M.A. and Faigenbaum, A.D. (2007) Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women *Journal of Strength and Conditioning Research* 21, 52- 56.
- Tillin, N.A, & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med*, 39(2), 147-166.
- Tsolakis, C. & Bogdanis, G. (2012). Acute effects of two different warm-up protocols on flexibility and lower limb explosive performance in male and female high level athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* 11, 00-00.
- Tsolakis, C., Douvis, A., Tsigganos, G., Zaharogiannis, E. and Smirniotou A. (2010a) Acute effects of stretching on flexibility, power and sport specific performance in fencers. *Journal of Human Kinetics* 26, 105-114,
- Tsolakis, C., Kostaki, E. and Vagenas G. (2010b) Anthropometric, flexibility, strength - power and sport specific correlates in elite fencing. *Perceptual and Motor Skills* 110, 1-14.
- Turner, A. Baker, E. and Miller, S. (2011). Increasing the impact force of the rear hand punch. *Strength Cond J* 33: 2-9.
- Unick, J., Kieffer, H.S., Cheesman, W. and Feeney, A. (2005). The Acute Effects of Static and ballistic stretching of vertical jump performance in trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19, 206-212.
- Wong, D.P., Chaouachi, A., Lau, P.W.C. and Behm, D. (2011) Short duration of static stretching when combined with dynamic stretching do not impair repeated sprints and agility. *Journal of Sports Science and Medicine* 10, 408-416.
- Young, W.B. and Behm, D.G. (2002) Should static stretching be used during warm-up for strength and power activities? *Strength and Conditioning Journal* 24, 33-37.

- Zetaruk, M.N., Violan, M.A., Zurakowski, D. and Micheli, L.J. (2005). Injuries in martial arts: a comparison of five styles. *British Journal of Sports Medicine* 39,29-33.
- Abbate, F.A., Sargeant, A. J, Verdijk, P.W., & De Haan. A. (2000). Effects of high-frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 88, 35–40.
- Bevan, H. R., Cunningham, D. J., Tooley, E. P., Owen, N. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 701–705.
- Blazevich, A.J., Gill, N., & Newton, R.U., (2002). Reliability and validity of two isometric squat tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 298–304.
- Brandenburg, J. P. (2005). The acute effects of prior dynamic resistance exercise using different loads on subsequent upper body explosive performance in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 427-432.
- Bullock, N. & Comfort, P. (2011). An Investigation into the Acute Effects of Depth Jumps on Maximal Strength Performance *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25 (11), 3137-3141.
- Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M., (2007). Post-activation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1278-1281.
- Chen, Z. R., Wang, Y. H., Peng, H. T., Yu, C. F., & Wang, M. H., (2013). The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 154–158.
- Chiu, L. Z. F., Barnes, J. L. (2003). The fitness-fatigue model revisited—implications for planning short- and long-term training. *Strength Cond J*, 25, 42–51.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 671–677.

- Comyns, T.M., Harrison, A.J., & Hennessy, L.K., (2010). Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in mail rugby players.
- Docherty D., & Hodgson, M. J. (2007). The application of postactivation potentiation to elite sport. *Int J Sports Physiol Perform*, 2, 439-444.
- Ebben, W. P., & Watts, P. B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, pp. 18–27.
- Enoka, R.M., & Stuart, D.G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 72, 1631-48.
- Esformes, J. I., Cameron, N., & Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1911–1916.
- Esformes, J. I., Keenan, M., Moody, J., & Bampouras, T. M. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 143–148.
- Fletcher, I.M., (2013). An Investigation into the Effect of a Pre-performance Strategy on Jump Performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27 (1), pp. 107-115.
- French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 678–685.
- Gossen, E. R., & Sale, D. G. (2000). Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 524–530.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 342–344.
- Gullich, A & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11, 67–81.
- Haff, G.G., Stone, M., O'Bryant, H.S., Harman, E.,; Dinan, C., Johnson, R., & Han, K.H. (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11 (4), pp. 269–272.

- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88, 2131–2137.
- Hilfiker, R., Hubner, K., Lorenz, T., & Marti, B., (2007). Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, pp. 550-555.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35, 585–595.
- Jo, E., Judelson, D. A., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Dabbs, N. C. (2010). Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 343–347.
- Khamoui, A. V., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A., Uribe, B. P., Nguyen, D., Tran, T., Eurich, A. D., & Noffal, G. J. (2009). Effect of potentiating exercise volume on vertical jump parameters in recreationally trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1465–1469.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I. C., Owen, N. J., Bennett, M. A., Hore, A. M., Maw, J. R., & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1134–1138.
- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I. C., & Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *J Sports Sci* 26, 795–802.
- Lorenz, D. (2011). Postactivation potentiation: an introduction. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 6, 234-241.
- Matthews, M.J., O’Conchur, C., & Comfort, P. (2009). The acute effects of heavy and light resistances on the flight time of a basketball push-pass during upper body complex training. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23, pp. 1988–1995.
- McBride, J. M., Nimphius, S., & Erickson, T. M. (2005). The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 893–897.

- McBride, J.M., Triplett-McBride, N.T., & Davie, A. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *13*, 58-66.
- Moore, R., & Stull, J. T. (1984) Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *Am J Physiol*, *247*, 462–471.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed method training strategy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *16*, 20-29.
- Paasuke, M., Saapar, L., Ereline, J., Gapeyeva, H., Requena, B., & Oopik, V. (2007). Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power- and endurance-trained, and untrained women. *Eur J Appl Physiol*, *101*, pp. 577–585.
- Rahimi, R. (2007). The acute effect of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Physical Education and Sport*, *5*, 163-169.
- Rixon, K. P., Lamont, H. S., & Bembem, M. G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*, 500–505.
- Robbins, D.W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *19*, 453–458.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise Sport Science Reviews*, *30*, 138–143.
- Sale D. G., (2004). Postactivation potentiation: role in performance. *Br J Sports Med*, *38*, 386-387.
- Santos EJAM & Janiera MAAS (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* *22* 903-909.
- Stieg, J. L., Faulkinbury, K. J., Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A. (2011). Acute effects of drop jump volume on vertical jump performance in collegiate women soccer players. *Kinesiology*, *43*, 25-30.
- Terzis, G., Karampatsos, G., Kyriazis, T., Kavouras, S. A., & Georgiadis, G. (2012). Acute effect of countermovement jumping and sprinting shot put performance. *Journal Strength and Conditioning Research*, *26*, 684–690.
- Terzis, G., Spengos, K., Karampatsos, G., Manta, P., & Georgiadis, G. (2009). Acute effect of drop jumping on throwing performance. *Journal Strength and Conditioning Research*, *23*, 2592–2597.

- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23, 1960–1967.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effects on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147–166.
- Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E. J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M., & Behm, D. G. (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal Strength and Conditioning Research*, 25 (9), pp 2453-2463.
- Young, W.B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 82–84.
- Vandenboom, R., Grange, R.W., & Houston, M.E. (1993). Threshold for force potentiation associated with skeletal myosin phosphorylation. *American Journal of Physiology*, 265, 1456-1462.