



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΜΕΡΟΥΣ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΝΕΑΡΕΣ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ
ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ»**

Σάμπαλη Καλλιόπη Αγγελική

Κούβαρη Μαρία Σμαράγδα

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δόντη Ολύβια

Φεβρουάριος 2016

© Copyright
Σάμπαλη Καλλιόπη Αγγελική & Κούβαρη Μαρία Σμαράγδα
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

**ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΜΕΡΟΥΣ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΝΕΑΡΕΣ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ
ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ**

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εξετασθεί η σχέση μεταξύ διμερούς ελλείμματος και επιλεγμένων φυσικών παραμέτρων όπως η ισχύς των κάτω άκρων, η ταχύτητα, η ευκινησία και η ισορροπία σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής. Ως διμερές έλλειμμα ορίζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το άθροισμα του ύψους του άλματός του δεξιού και αριστερού σκέλους είναι μεγαλύτερο από ότι και των δύο σκελών μαζί. Στην έρευνα που διεξήχθη, έλαβαν μέρος δώδεκα αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής ηλικίας 6-8 ετών και προπονητικής εμπειρίας δύο ετών. Για τις μετρήσεις των δοκιμασιών χρησιμοποιήθηκε ένας τάπητας chronojump. Οι αθλήτριες εκτέλεσαν τρία κατακόρυφα άλματα προδιάτασης (CMJ) με τα δύο πόδια ταυτόχρονα, καθώς και τρία άλματα προδιάτασης (CMJ) με το δεξί και το αριστερό σκέλος. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων λήφθηκε το καλύτερο άλμα από κάθε αθλήτρια. Επόμενη δοκιμασία ήταν ένα τεστ ταχύτητας όπου τα κορίτσια έτρεξαν μια απόσταση των δέκα μέτρων. Επίσης έλαβαν μέρος σε ένα τεστ ευκινησίας, (-20 yards-agility test) και τέλος μία δοκιμασία ισορροπίας φλαμίνγκο, στο οποίο μετρήθηκε ο αριθμός των πτώσεων σε ένα λεπτό. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως δεν υπήρχε διμερές έλλειμμα, αλλά διμερής διευκόλυνση. Επίσης, δεν φάνηκε να υπάρχει κανένας συσχετισμός μεταξύ διμερούς διευκόλυνσεως και των επιμέρους επιλεγμένων φυσικών παραμέτρων που μετρήθηκαν ($p > 0.05$). Τέλος δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά κατα τη μέτρηση του ύψους άλματος προδιάτασης (CMJ) σε αριστερό και δεξί σκέλος ($p > 0.05$) ούτε κατα τη διάρκεια του τεστ ισορροπίας φλαμίνγκο μεταξύ πτώσεων δεξιού και αριστερού σκέλους ($p > 0.05$). Στην παρούσα έρευνα που αφορά αθλήτριες πολύ νεαρής ηλικίας οι οποίες είχαν προπονητική εμπειρία σε ασκήσεις στατικής ισορροπίας στο ένα σκέλος ο δείκτης διμερούς διευκόλυνσης δεν βρέθηκε να συσχετίζεται ούτε με την ικανότητα ισορροπίας στο ένα σκέλος, ούτε με την ευκινησία, ούτε την ισχύ αλλά ούτε και με την ταχύτητα.

Λέξεις κλειδιά: διμερής διευκόλυνση, ισχύς, ισορροπία, γυμναστική

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	3
Πίνακας Περιεχομένων	4
Κατάλογος Πινάκων	5
Κατάλογος Εικόνων.....	5
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	5
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.6
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	σελ.6
1.2. Σημασία της έρευνας	σελ.6
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις	σελ.7
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	σελ.8
2.1 Προγενέστερες έρευνες.....	σελ: 8
2.2 Προγενέστερες έρευνες σε διαφορετικού τύπου αλμάτων.....	σελ:11
2.3 Προγενέστερες έρευνες σε διάφορους πληθυσμούς.....	σελ: 14
2.4 Προγενέστερες έρευνες σε παιδιά.....	σελ: 18
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	σελ.21
3.1 Συμμετέχουσες.....	σελ: 21
3.2 Διαδικασία.....	σελ: 22
3.3. Δοκιμασίες μέτρησης.....	σελ: 22
3.3.1.Ισχύς κάτω άκρων.....	σελ: 22
3.3.2 Ταχύτητα.....	σελ: 23
3.3.3 Ευκινησία.....	σελ: 23
3.3.4 Ισορροπία.....	σελ: 24
3.3.5 Διμερέ έλλειμμα	σελ: 25
3.4 Στατιστική ανάλυση.....	σελ: 25
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.26
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	σελ.27
VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	σελ.29
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.31

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1 Περιγραφικά στατιστικά αλμάτων.

Πίνακας 4.2 Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των υπό εξέταση μεταβλητών... σελ.28

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Άλμα με προδιάταση και άλμα από ημικάθισμα..... σελ.11

Εικόνα 2. Εικόνα 2. Άλμα βάθους σελ.13

Εικόνα 3. Άλματα προδιάτασης..... σελ.22

Εικόνα 4. Τέστ ευκινησίας, 20 yards agility..... σελ.24

Εικόνα 5. Τέστ ισορροπίας φλαμίνγκο..... σελ.25

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

CMJ: άλμα προδιάτασης..... σελ.7

SJ: άλμα από ημικάθισμα.....σελ.7

IMP: ισομετρική έλξη του μηρού..... σελ.11

PF: μέγιστη ισχύ σελ.11

DJ: άλμα βάθους..... σελ.12

GRF: δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους σελ.14

N: κυρίαρχου σελ.16

ND: μη κυρίαρχου σελ.16

LSI: κατώτερο δείκτης συμμετρίας του σκέλους σελ.16

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως διμερές έλλειμμα ορίζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το άθροισμα του ύψους του άλματος δεξιού και αριστερού σκέλους είναι μεγαλύτερο από ότι και των δύο σκελών μαζί. Μπορεί να έχει τρία είδη τιμών: μηδενική τιμή όταν το άθροισμα δεξιού και αριστερού σκέλους ισούται με το άθροισμα στο άλμα και των δύο σκελών, θετική τιμή όταν το άλμα από δύο σκέλη καλύτερο από άλμα δεξιού και αριστερού σκέλους και αρνητική τιμή όταν το άλμα από δεξί και αριστερό σκέλος είναι καλύτερο από το άλμα με τα δύο σκέλη (Veligeas & Bogdanis, 2013). Μέχρι στιγμής στη βιβλιογραφία έχει βρεθεί ότι το διμερές έλλειμμα σχετίζεται με τις παρακάτω φυσικές παραμέτρους, όπως η ηλικία, το φύλο, η προπονητική εμπειρία, ο νευρομυϊκός συντονισμός, η ισορροπία και η ισχύς.

Σε έρευνα που έγινε σε απροπόνητους και σε ποδηλάτες που εκτέλεσαν στο μέγιστο ισομετρικές ασκήσεις με ένα σκέλος και δύο σκέλη βρέθηκε ότι οι απροπόνητοι είχαν διμερές έλλειμμα, ενώ οι ποδηλάτες που είχαν προπονητική εμπειρία παρουσίασαν διμερή διευκόλυνση. Έχει αναφερθεί επίσης ότι η μηχανική παραγωγή ανά σκέλος είναι μικρότερη σε άλματα που εκτελούνται με τα δυο σκέλη απ' ότι σε άλματα που εκτελούνται με ένα σκέλος (Sale 1992). Το διμερές έλλειμμα έχει αποδοθεί σε μειωμένη νευρομυϊκή ικανότητα στα άλματα με τα δυο σκέλη. Επίσης, αποδεδειγμένο είναι ότι τα άτομα που είναι σε θέση να πηδήξουν αποτελεσματικά σε άλμα προδιάτασης (CMJ) πηδούν υψηλότερα σε σχέση με το άλμα από ημικάθισμα (SJ) και αυτό συμβαίνει λόγω της προ διάτασης του μυός που δημιουργεί στους μύες μεγαλύτερη ικανότητα ενεργοποίησης (Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996).

Έρευνες έχουν διεξαχθεί σε αγόρια ηλικίας 11-16 ετών και 19-23 ετών. Αυτή η μελέτη σύγκρινε τα ηλεκτρικά δυναμικά και τα χαρακτηριστικά συστολής και σύσπασης των πελματιαίων καμπτηρών μυών όπως διαμορφώνονται με την ηλικιακή περίοδο (Paasuke, Ereline & Gapeyeva, 2000). Στην έρευνα αυτή βρέθηκε βρέθηκε πως οι άνδρες είχαν μεγαλύτερη δύναμη μέγιστης εθελοντικής συστολής από ότι τα αγόρια και τα μετεφηβικά αγόρια είχαν υψηλότερη (δύναμη μέγιστης εθελοντικής συστολής) από τα προεφηβικά αγόρια. Το κυριότερο και σημαντικότερο στοιχείο αυτής της μελέτη ήταν ότι η εφηβεία χαρακτηρίζεται από αυξανόμενη μυϊκή δύναμη, αυξημένη ικανότητα μυών, χωρίς καμία αλλαγή στα χαρακτηριστικά ενδυνάμωσης, την χρονική

πορεία σύσπασης, και την δύναμη ικανότητας σύσπασης που αναπτύσσεται από έναν ενήλικα μετά την εφηβεία. (Paasuke, Erelina & Gareyeva, 2000).

Έρευνα του 2002 πραγματοποιήθηκε και σε απροπόνητα παιδιά προεφηβικής ηλικίας για το διμερές έλλειμμα, σε μέτρηση καμπτήρων του χεριού με ισομετρική δράση. Σε αυτήν την έρευνα η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ μέσου όρου διμερών δυνάμεων και μέσου όρου μονομερών δυνάμεων ήταν σημαντική, ενώ οι τιμές του δείκτη διμερούς ελλείμματος ήταν αρνητικές ανεξάρτητα των υποκειμένων (Germain, Germain, Taoutaou, Mimouni, Halin & Buttelli, 2002).

Σκοπός μίας άλλης έρευνας ήταν να διερευνηθεί εάν υπάρχει διμερές έλλειμμα σε πιο πολύπλοκες, εναλλασσόμενες κινήσεις με την χρήση ποδηλατοεργόμετρου σε ποδηλασία υψηλής έντασης, ώστε να αξιολογηθούν οι πιθανές επιδράσεις του φύλου και της ωριμότητας. Στην έρευνα έλαβαν μέρος κορίτσια και αγόρια 6-10 ετών, 11-15 και 17-21 ετών (Dunstheimer, Hebestreit, Staschen, Straußburg & Jeschke, 2001). Πιο πρόσφατη έρευνα του 2013 που πραγματοποιήθηκε σε αγόρια και κορίτσια ηλικίας 10-12 ετών, τα οποία εκτέλεσαν άλματα προ διάτασης (cmj) με ένα πόδι και μετά με δύο μαζί χωρίς τη βοήθεια των χεριών διαπιστώθηκε πως στα αγόρια η τιμή ήταν θετική δηλαδή το άλμα από τα δύο σκέλη μαζί ήταν καλύτερο από ότι από το ένα και ένα ξεχωριστά βρέθηκε δηλαδή ότι υπήρχε διμερή διευκόλυνση, ενώ στα κορίτσια η τιμή ήταν μηδενική δηλαδή το άλμα από τα δύο σκέλη είχε την ίδια τιμή με το άθροισμα του άλματος με ένα και ένα σκέλος (Veligkas & Bogdanis, 2013).

Έρευνα που έγινε σε κατακόρυφα άλματα και άλματα προ διάτασης σε απροπόνητα αγόρια και κορίτσια προεφηβικής ηλικίας έδειξε ότι η μέγιστη δύναμη ήταν μεγαλύτερη στα κορίτσια, ενώ τα αγόρια είχαν αύξηση στα αποτελέσματα της μέγιστης δύναμης (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012).

Παρόλα αυτά όμως οι έρευνες που έχουν γίνει σε αθλητές παιδικής ηλικίας είναι αρκετά περιορισμένες και αυτό αποτέλεσε έναν από τους σκοπούς της παρούσας μελέτης καθώς και η προσπάθεια βελτίωσης των προπονητικών μεθόδων που ήδη χρησιμοποιούνται σε αθλητές παιδικής ηλικίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί αν υπάρχει διμερές έλλειμμα σε αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής ηλικίας 6-8 ετών και ποια είναι η σχέση του διμερούς ελλείμματος με άλλες φυσικές παραμέτρους που μετρήθηκαν όπως η ισχύς κάτω άκρων, η ευκινησία και η ισορροπία των αθλητριών.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Προγενέστερες έρευνες

Το φαινόμενο διμερούς ελλείμματος, το οποίο χαρακτηρίζεται από μείωση της δύναμης από ένα μόνο σκέλος κατά τη διάρκεια των μέγιστων διμερών δράσεων, έχει αποδειχθεί σε διάφορες εργασίες κίνησης, τύπους συστολών και διάφορους πληθυσμούς (Škarabot, Cronin, Strojnik, & Avela, 2016). Ωστόσο, το διμερές έλλειμμα φαίνεται να είναι ένα φαινόμενο με μεγάλη μεταβλητότητα μεγέθους και ύπαρξης και φαίνεται να είναι ευμετάβλητο, καθώς έχει αποδειχθεί επίσης ότι υπάρχει διμερής διευκόλυνση. Επιπλέον, πολλοί μηχανισμοί που αποτελούν το αντικείμενο αυτού του φαινομένου έχουν προταθεί κατά τη διάρκεια των ετών, αλλά παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι (Škarabot, Neil Cronin, Strojnik, & Avela, 2016). Σκοπός της ανασκόπησης των Škarabot, Cronin, Strojnik, και Avela, (2016) ήταν η αποσαφήνιση και η κριτική εξέταση ορισμένων σημαντικών θεμάτων που σχετίζονται με το διμερές έλλειμμα. Τα κύρια συμπεράσματα της ανασκόπησης ήταν τα εξής: (1) το διμερές έλλειμμα δεν φαίνεται να εξαρτάται από τον τύπο συστολής. Ωστόσο, είναι πιο συνεπής σε δυναμική σε σύγκριση με ισομετρικές συστολές. (2) οι απαιτήσεις σταθεροποίησης της στάσης του σώματος ή / και η ικανότητα χρήσης αντιστάθμισης κατά τη διάρκεια μονομερών ενεργειών φαίνεται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την έκφραση του διμερούς ελλείμματος (Škarabot, Cronin, Strojnik, & Avela, 2016). Έχουν τεθεί ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία για νευρική αναστολή ανώτερης τάξης ως πιθανό μηχανισμό, αλλά απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση χρησιμοποιώντας μοντέλο κάτω άκρου. Οι βιο-μηχανικοί μηχανισμοί, όπως οι διαφορές στη ταχύτητα βραχυκύκλωσης μεταξύ των τρόπων συστολής και η μετατόπιση της καμπύλης δύναμης-ταχύτητας, φαίνεται να υποκρύπτουν το διμερές έλλειμμα σε βαλλιστικές και εκρηκτικές συστολές. (3) η εξοικείωση με την εργασία έχει μεγάλη επίδραση στο διμερές έλλειμμα και ως εκ τούτου δικαιολογείται επαρκής εξειδίκευση των δοκιμών σε πειράματα κατάρτισης / εγκάρσιας διατομής. (4) η βιβλιογραφία που διερευνά τη σχέση μεταξύ διμερούς ελλείμματος και αθλητικών επιδόσεων και τραυματισμών παραμένει σπάνια. Συνεπώς, απαιτείται περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό (Škarabot, Cronin, Strojnik & Avela, 2016).

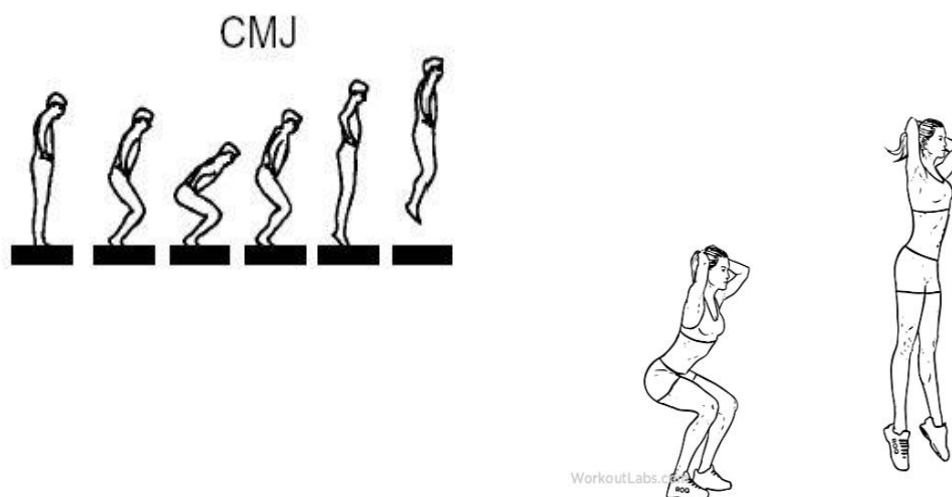
Σε προγενέστερη έρευνα του Howard και Enoka (1991) είχε ερευνηθεί κατά πόσο οι μέγιστες διμερείς συσπάσεις είχαν τροποποιηθεί από την επίδραση νευρωνικού μεσολαβητή (Howard & Enoka 1991). Παρατηρήθηκε ότι η δύναμη που ασκείται από το ένα άκρο στη διάρκεια της μεγιστης διμερούς συστολής ήταν μικρότερη σε σχέση με τη δύναμη που συνδέεται με τη μέγιστη μονομερή συστολή (Howard & Enoka 1991). Ακολούθησε ένα πείραμα με την χρήση ηλεκτρομυογραφήματος σε τρεις ομάδες συμμετεχόντων : ανεκπαίδευτους, ποδηλάτες και αρσιβαρίστες, οι οποίοι εκτελούσαν στο μέγιστο ισομετρικές ασκήσεις από το ένα και από τα δύο σκέλη , ενώ οι συνδυασμοί για τα δύο σκέλη ήταν είτε και τα δύο σκέλη είτε το άριστερό χέρι και το δεξιό σκέλος. Παρατηρήθηκε ότι οι ανεκπαίδευτοι είχαν διμερές έλλειμμα, σε αντίθεση με τους ποδηλάτες ενώ οι αρσιβαρίστες παρήγαγαν διμερή διευκόλυνση. Παρόλο που οι αλλαγές στον ηλεκτομυογράφο δεν ήταν εντελώς ανάλογες με τις αλλαγές στην ισχύ , η μεταβλητότητα των δεδομένων παρείχε βάση για αξιόπιστη ερμηνεία. Επίσης, παρόλο που οι αλλαγές στον ηλεκτομυογράφο δεν ήταν εντελώς παράλληλες με τις αλλαγές στην ισχύ, η μεταβλητότητα στον φιλτραρισμένο ηλεκτρομυογράφο που σχετίζεται με την μέγιστη συρρίκνωση ήταν πολύ μεγάλη για αξιόπιστη ερμηνεία (Howard & Enoka 1991) .

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2006 σκοπός ήταν να καθοριστεί μέσω κινηματικής και κινητικής ανάλυσης και ηλεκτρομυογράφισης, εάν το διμερές έλλειμμα παρουσιάζονταν ή όχι κατά την διάρκεια μιας πολυαρθρικής κίνησης σε συνθήκες όπου το εξωτερικό φορτίο ήταν σχετικά ίδιο τόσο στις μονομερείς , όσο και στις διμερείς προσπάθειες (Hay, Aguiar de Souza & Fukashiro, 2006). Σε εκείνη την έρευνα πήραν μέρος 5 άνδρες σε επαναλαμβανόμενες μονομερείς και διμερείς μετρήσεις κατακόρυφου άλματος και πιέσεις πάγκου σε ύπτια κατάκλιση στο 100 % και (unilateral & bilateral body weight) και 200% (unilateral and bilateral body weight) συσχετιζόμενα με τα φορτία του σωματικού τους βάρους. Βρέθηκε διμερές έλλειμμα και στις δύο περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά την διάρκεια δυναμικής πίεσης σκελών , υπήρχε διμερές έλλειμμα σε όλους τους μύες του σκέλους , έκτος του ορθού μηριαίου , κάτι το οποίο ήταν εμφανές στον ηλεκτρομυογράφο ,αλλά τα επιμέρους επίπεδα μύων και αρθρώσεων δεν επηρεάστηκαν εξίσου (Hay, Aguiar de Souza & Fukashiro, 2006).

Σε μελέτη του Škarabot (2016) συγκρίθηκαν με ομάδες ελέγχου συγκεκριμένες ομάδες αθλητών που είχαν περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάσουν διμερές έλλειμμα (BLD) ή διμερή διευκόλυνση (BLF). Εάν η ενδοημισφαιρική αναστολή (IHI) είναι πραγματικά η υποκείμενη αιτία του BLD, είναι ενδιαφέρον το αν η φύση της (IHI) αντικατοπτρίζεται στο μέγεθος της BLD (Škarabot, 2016). Στην έρευνα συμμετείχαν 20 άνδρες (ALL) , οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τη φύση της δραστηριότητάς τους: διμερής, μονομερής και έλεγχος. Επιπλέον, χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, είτε παρουσίαζαν BLD είτε BLF. Οι μέγιστες μονόπλευρες (UL) και αμφοτερόπλευρες (BL) ισομετρικές επεκτάσεις γόνατος πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ηλεκτρικής διέγερσης του μηριαίου νεύρου και αμφοτέρων των ετερόπλευρων και πλευρών διακρανιακής μαγνητικής διέγερσης (Jakob Škarabot, 2016). Οι κύριες μεταβλητές ενδιαφέροντος περιλάμβαναν διμερή δείκτη σε ισχύ και δραστηριότητα ΗΜΓ, επίπεδο εθελοντικής ενεργοποίησης, κινητήρια προκλητά δυναμικά στόχων και ομόπλευρων μυών (MEPs), και φλοιώδεις και ομόπλευρες σιωπηλές περιόδους (Jakob Škarabot, 2016). Σημαντικό BLD παρατηρήθηκε για ALL (BI = -8,76 ± 13,43, p = 0,009), αλλά για καμία από τις ξεχωριστές ομάδες. Δεν σημειώθηκε BLD στη δραστηριότητα EMG και δεν βρέθηκαν παραλληλισμοί μεταξύ δύναμης και EMG. Το επίπεδο εθελοντικής ενεργοποίησης ήταν σημαντικά υψηλότερο κατά τη διάρκεια της μελέτης σε σύγκριση με τις συστολές UL (~ 97% έναντι 93%, p = 0,045), χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων. Τα MEPs κατά τη διάρκεια του BL ήταν σημαντικά μεγαλύτερα (p = 0,042 και p = 0,005 αντίστοιχα) από ότι κατά τη διάρκεια των συστολών UL χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές σε σιωπηλές περιόδους ανεξάρτητα από την ομαδοποίηση. Η μεταβλητότητα της BLD που παρατηρήθηκε πιθανότατα οφείλεται στην κακή εξειδίκευση της δοκιμής. Με βάση αμετάβλητες σιωπηλές περιόδους, το BLD μπορεί να μην σχετίζεται με αναστολή στο επίπεδο του φλοιού. Αντίθετα, υψηλότερες τιμές εθελοντικής στάθμης ενεργοποίησης και κινητήρια δυναμικά που προκλήθηκαν κατά τη διάρκεια του BL σε σύγκριση με συστολές UL μπορεί να υποδεικνύουν εμπλοκή της ενδοκολπικής διευκόλυνσης (Škarabot, 2016)

2.2 Προγενέστερες έρευνες σε διαφορετικού τύπους αλμάτων

Χρήση ηλεκτρομυογράφου έγινε επίσης σε πείραμα των Bobbert, Gerritsen, Litjens και Van Soest, (1996) , όπου σκοπός ήταν να εκτιμηθεί η συμβολή του διαθέσιμου χρόνου στην ανάπτυξη δύναμης και την αποθήκευση και επαναχρησιμοποίηση της ελαστικής ενέργειας για τη βελτίωση της απόδοσης στο άλμα προδιάτασης (CMJ) σε σύγκριση με το άλμα από ημικάθισμα (SJ). Το πείραμα που έγινε σε έξι άνδρες βολεϊμπολίστες έδειξε πως όταν η θέση του σώματος ήταν ίδια τόσο στο άλμα προδιάτασης (CMJ) όσο και στο άλμα από ημικάθισμα (SJ), το ύψος άλματος ήταν μεγαλύτερο στο άλμα προδιάτασης (CMJ) κατά 3,4cm . Αυτό δεν αποδόθηκε στην έλλειψη καλού συντονισμού στο άλμα από ημικάθισμα (SJ) αλλά στην προ διάταξη που δημιούργησε στους μύες αυξημένη ενεργοποίηση (Bobbert 1996) (Εικόνα 1). Μετρήθηκε επίσης η κινηματική και ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα και χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη για ένα μοντέλο μυοσκελετικού συστήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προσομοίωσης, η αποθήκευση και επαναχρησιμοποίηση ελαστικής ενέργειας θα μπορούσε να αποδοθεί ως εξήγηση της βελτίωσης της απόδοσης στο άλμα προδιάτασης (CMJ) και σε άλμα από ημικάθισμα (SJ). (Bobbert, Gerritsen, Litjens & Van Soest, 1996)



Εικόνα 1. Άλμα με προδιάταξη και άλμα από ημικάθισμα.

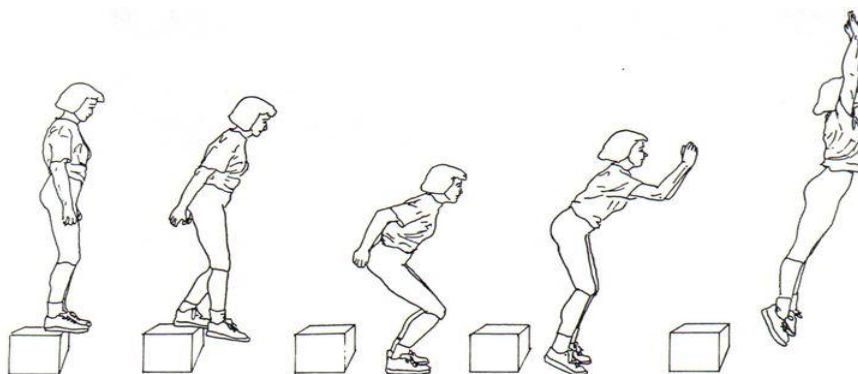
Πρόσφατη έρευνα έχει διεξαχθεί όσο αναφορά τα κατακόρυφα άλματα, που αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την ταχύτητα και την ευκινησία (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013). Είναι γνωστό πως η μυϊκή δύναμη και ισχύς αποτελούν δύο από τους πιο βασικούς παράγοντες αθλητικής επιτυχίας . Σαν δύναμη

ορίζεται η ροπή που μπορούν να παράξουν ένας μυς ή μια ομάδα μυων (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013). Σαν ισχύς ορίζεται ο ρυθμός της εκτέλεσης του έργου ή το προϊόν της δύναμης και ταχύτητας (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013). Η ισομετρική έλξη και το κατακόρυφο άλμα είναι δύο από τις πιο πολυχρησιμοποιημένες μεθόδους αξιολόγησης (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013). Το IMPT (ισομετρική έλξη του μηρού) μετρά την μέγιστη ισομετρική δύναμη (PF) όπως και τον ρυθμό ανάπτυξης δύναμης. Το κατακόρυφο άλμα μετρά την μέγιστη ισχύ (PF) και την ταχύτητα και δύναμη απογείωσης. Σκοπός της έρευνας των Conlon, Haff, Nimphius, Tran, και Newton, (2013) ήταν να εξετασθεί η σχέση ισομετρικής έλξης μηρού (IMPT) και άλματος σε ύψος (VJ) με κοινά σταθμά απόδοσης την ειδική ταχύτητα και ευκινησία σε αθλητές διαφόρων αθλημάτων. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 139 αθλητές εκ των οποίων οι 84 ήταν άνδρες και οι 55 γυναίκες, διαφόρων ηλικιών και αθλημάτων, ενώ διαγωνίστηκαν σε διαφόρου τύπου αθλήματα. Παρευρέθηκαν στη τοποθεσία της δοκιμής σε δύο διαφορετικές μη συνεχόμενες ημερομηνίες. Την πρώτη ημέρα πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω σωματομετρήσεις: ύψους και μάζας σώματος και μέτρησης μέγιστης δύναμης και ισχύος, μέγιστης ισομετρικής έλξης μηρού (IMPT) και άλματος βάθους (VJ). Τη δεύτερη μέρα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ταχύτητας και ευκινησίας με 30m σπριντ και 505 τεστ ευκινησίας αντίστοιχα. Χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r για το καθορισμό της σχέσης ισομετρικής έλξης μηρού (IMPT) και άλματος βάθους (VJ). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ταχύτητα απογείωσης κατακόρυφου άλματος (VJ) έδειξε ισχυρότερη σχέση με την επίδοση ταχύτητας και ευκινησίας. Επιπλέον, οι μεταβλητές ισομετρικής έλξης μηρού (IMPT) και κατακόρυφου άλματος (VJ) έδειξαν ισχυρότερη σχέση με την επίδοση ταχύτητας από ότι με την επίδοση ευκινησίας και ευκινησίας (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013)

Σε μια άλλη προγενέστερη μελέτη έγινε σύγκριση της νευρομυϊκής λειτουργίας των μυών των κάτω άκρων σε συνδυασμό με κάποιες κινηματικές παραμέτρους πριν και κατά τη διάρκεια επαφής στο έδαφος στο άλμα βάθους από δύο ύψη : άλμα βάθους (drop jump) από 40 cm και άλμα βάθους από 80 cm. Η μέτρηση έγινε σε επτά (7) προπονημένους αθλητές τριπλούν και σε έντεκα (11) μη αθλητές (Viitasalo, Salo & Lahtinen, 1998). Οι αθλητές είχαν μικρότερο φρενάρισμα και χρόνο επαφής και μεγαλύτερο μέσο όρο και μέγιστη κάθετη δύναμη αντίδρασης από τους μη αθλητές, ενώ πήδηξαν 32% υψηλότερα στο άλμα βάθους (drop jump) από 40 cm και 34%

υψηλότερα στο άλμα βάθους από 80 cm από τους μη αθλητές. Η μέτρηση έγινε με ηλεκτρομυογράφο και παρατηρήθηκε πως η προ διάταξη των μηριαίων και των γαστροκνημίων άρχισε νωρίτερα στους άλτες και στα δύο άλματα, ενώ σε ορθό μηριαίο και δικέφαλο μηριαίο παρατηρήθηκε παρόμοια δραστηριότητα και για τις δύο ομάδες. Για την ομάδα ελέγχου η αύξηση στο ύψος συνδέθηκε με την μείωση της δύναμης προώθησης. Επιπλέον οι γωνιακές μετατοπίσεις ήταν μεγαλύτερες στο άλμα βάθους (drop jump) 80 cm από άλμα βάθους 40 cm πάλι στους αθλητές. Αυτού του είδους οι διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες αποδόθηκαν στους παρακάτω πιθανούς παράγοντες πρώτον στο υπόβαθρο προπονητικής κατάρτισης που βρίσκονται και έπειτα σε κληρονομικούς παράγοντες (Viitasalo, Salo & Lahtinen, 1998).

Σε άλλη έρευνα του 2010 για τις αντιδράσεις δύναμης του εδάφους στο διμερές έλλειμμα εξετάστηκε το άλμα βάθους (DJ) από ένα προκαθορισμένο ύψος, με προσγείωση και ακολουθία άλλου άλματος (Ball, Stock & Scurr, 2010). Σύμφωνα με εκείνο το άρθρο οι πλειομετρικές χρησιμοποιούνται σε προγράμματα προετοιμασίας για την ανάπτυξη ισχύος, ενώ αυξάνουν την δύναμη όπως και την προενεργοποίηση δηλαδή την προδιάταξη του μυός, απελευθερώνουν ελαστική ενέργεια και συμβάλλουν γενικά στην βελτίωση της απόδοσης του μυοτενόντιου συνόλου. Στα αποτελέσματα βρέθηκε πως αν αυξηθεί το ύψος πτώσης οδηγεί αυτόματα και στην αύξηση όλων των άλλων μεταβλητών (Εικόνα 2). Στο αμφίπλευρο έλλειμμα οι διαφορές στη μέγιστη δύναμη είναι όταν η ώθηση στο άλμα βάθους (DJ) 20 και 40cm και όχι όταν γίνεται από 60 cm (Ball, Stock & Scurr, 2010)



Εικόνα 2. Άλμα βάθους (drop jump).

2.3 Προγενέστερες έρευνες σε διάφορους πληθυσμούς

Έρευνες σχετικά με το διμερές έλλειμμα, έχουν γίνει κατά διαστήματα σε διάφορους πληθυσμούς. Το διμερές έλλειμμα έχει μελετηθεί και ερευνηθεί σε άνδρες και γυναίκες (Benjanuvattra, Lay, Alderson & Blanksby, 2013) όπου εξετάστηκε κατά πόσον οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους επιρεάζουν την συμμετρία του άλματος με τα δύο σκέλη και του αντίστοιχου άλματος με ένα σκέλος. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους προτείνεται ως μια δοκιμασία για την ασυμμετρία στα άλματα προδιάτασης (CMJ) σε ένα και δύο σκέλη και έχει διεθνής αναγνώριση. Είκοσι οχτώ (28) άνδρες και τριάντα γυναίκες (30) εκτέλεσαν πέντε επαναλήψεις ο καθένας σε άλμα προδιάτασης (CMJ) με το δεξί και το αριστερό σκέλος και ένα άλμα προδιάτασης (CMJ) με τα δύο σκέλη ταυτόχρονα. Για τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν δύο πλατφόρμες δύναμης για κάθε σκέλος. Παρά το γεγονός ότι αρκετές μεταβλητές των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους (GRF) ήταν υπολογισμες, η κάθετη ώθηση συσχετίστηκε με τα υψηλότερα άλματα σε όλες τις συνθήκες ($P < 0,05$), και χρησιμοποιήθηκε σε μεταγενέστερες αναλύσεις. Οι συσχετισμοί Pearson έδειξαν ότι η κάθετη ώθηση συσχετίστηκε εντονότερα με το ύψος άλματος σε όλους τους συμμετέχοντες, άνδρες και γυναίκες. Μόνο οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους, η ισχύς και το ύψος άλματος προδιατάσεις του αριστερού σκέλους συσχετίστηκε σημαντικά μεταξύ τους για τους άνδρες και τις γυναίκες. Ενώ στατιστικά σημαντικές ήταν οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και του ύψους άλματος όταν συγκρίθηκαν με την κάθετη ώθηση. Συσχετισμοί μεταξύ των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους, της ισχύς και του ύψους άλματος δεν ήταν στατιστικά σημαντικοί για το άλμα προδιάτασης (CMJ) με το δεξί σκέλος και με τα δύο σκέλη μαζί, για άνδρες και γυναίκες. Επομένως, μόνο τα στοιχεία ώθησης χρησιμοποιήθηκαν στις επόμενες αναλύσεις. Καθώς το άλμα προδιάτασης με δύο σκέλη (CMJ) βασίζεται στην επέκταση δυνάμεων που παράγονται εξ ολοκλήρου από ένα σκέλος, οι διακυμάνσεις στο ύψος άλματος και οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους από το αριστερό και δεξί σκέλος ξεχωριστά ήταν πιο ενδεικτικές των λειτουργικών διαφορών αντοχής μεταξύ των πλευρών. Ως εκ τούτου, συνιστάται ότι το άλμα προδιάτασης (CMJ) με το ένα σκέλος χρησιμοποιείται κατά την εξέταση της λειτουργικής ασυμμετρίας στην δύναμη των κάτω άκρων. (Benjanuvattra, Lay, Alderson & Blanksby, 2013)

Σε άλλη έρευνα είχε διεξαχθεί μελέτη σε δεκαέξι άνδρες (16) (Ball & Scurr, 2009) όπου έγινε σύγκριση μεταξύ του διμερούς νευρομυϊκού ελλείμματος και της συμβολής δύναμης στην πλειομετρική άσκηση καθώς και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μή ταυτόχρονης τοποθέτησης σκέλων. Οι συμμετέχοντες αυτής της έρευνας ήταν δεκαέξι άνδρες (16), όπου εκτέλεσαν αναπήδηση και πτώση από ύψος 0,4m και καταγράφηκαν α) η αντίδραση του εδάφους, β) ο χρόνο επαφής με το έδαφος και γ) η διάρκεια πτώσης απ' το άλμα. Ύστερα από ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκαν σχέσεις μεταξύ ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας με τον χρόνο. Σημαντικές διαφορές φάνηκαν μεταξύ αριστερού και δεξιού σκέλους και πιο συγκεκριμένα στον τρικέφαλο μηριαίο κατά το ηλεκτρομυογραφήμα. Δεν παρατηρήθηκε μεγάλη διαφορά στην φάση επαφής. Σημαντικές αλλαγές βρέθηκαν στο ηλεκτρομυογράφημα και στα δύο σκέλη στον γαστροκνήμιο. Τέλος, ασθενείς σχέσεις βρέθηκαν μεταξύ ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας και μη ταυτόχρονης επαφής σκέλους. Αυτή η μελέτη έδειξε διαφορές μεταξύ δεξιάς και αριστερής ικανότητας τρικέφαλου μυός στη νευρομυϊκή σύναψη που σχετίζονται με την απόδοση στα πρώτα στάδια ενός άλματος βάθους (Ball & Scurr, 2009).

Έρευνα έχει διεξαχθεί και σε γυναίκες (Makaruk, Winchester, Sadowski, Czaplicki & Sacewicz, 2011). Ο σκοπός εκείνης της μελέτης ήταν να εξετάσει τις επιπτώσεις της μονομερούς και διμερούς πλειομετρικής άσκηση για την μέγιστη δύναμη και την απόδοση άλματος κατά τα διάφορα στάδια προπόνησης δώδεκα (12) εβδομάδων και αποκατάστασης του σε γυναίκες. Σαράνταεννέα (49) ανεκπαιδευτες, αλλά σωματικά δραστήριες γυναικες φοιτήτριες χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: α) ομάδα μονομερούς πλειομετρικής άσκησης (n= 16), β) ομάδα διμερούς πλειομετρικής άσκησης (n= 18) και γ) ομάδα ελέγχου (n= 15). Η μέγιστη ισχύς και η ικανότητα άλματος αξιολογήθηκαν με τη βοήθεια σύγκρισης με το άλλο σκέλος (10- δευτερόλεπτα δοκιμή Wingate και 5 εναλλασομενες αναπηδήσεις με το ένα πόδι), την διμερή δοκιμή ποδιού (άλμα προδιάτασης [CMJ]) και την μονομερή δοκιμή σκέλους (μονομερές άλμα προδιάτασης CMJ). Οι δείκτες απόδοσης μετρήθηκαν πριν, μετά και κατά την διάρκεια των σωματικών δραστηριοτήτων. Οι διαφορές μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών εκτιμήθηκαν με 3x4 (ομάδα x χρόνος) επαναλαμβανόμενη ανάλυση διακύμανσης με δοκιμή post hoc. Το μέγεθος της επίδρασης υπολογίστηκε για να προσδιοριστεί το μέγεθος των σημαντικών διαφορών μεταξύ των ερευνηθέντων παραμέτρων (Makaruk, Winchester, Sadowski, Czaplicki & Sacewicz, 2011). Μόνο η

μονομερής πλειομετρική προπόνηση προκάλεσε σημαντική βελτίωση σε όλες τις δοκιμές πριν και μετά την προπόνηση, αλλά δεν υπήρξε σημαντική αύξηση στην διάρκεια των σωματικών δραστηριοτήτων. Η μια ομάδα εκ των τριών βελτιώθηκε σημαντικά σε όλες τις δοκιμές πριν και κατά την διάρκεια των προπονήσεων και δεν σημείωσε σημαντική μείωση στη δύναμη και την αλτικότητα σε όλες τις δοκιμές κατά τη διάρκεια των ερευνών. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μονομερής πλειομετρική άσκηση παράγει δύναμη και άλμα απόδοσης κατά τη διάρκεια μικρότερης περιόδου σε σύγκριση με τις διμερείς πλειομετρικές ασκήσεις, αλλά επιτυγχάνεται βελτίωση των επιδόσεων που διαρκούν περισσότερο μετά από διμερής πλειομετρική άσκηση. (Makaruk, Winchester, Sadowski, Czaplicki & Sacewicz, 2011).

Έρευνες σχετικά με το διμερές έλλειμμα, έχουν γίνει και σε αθλητές. Πιο συγκεκριμένα σε αθλητές δύναμης και σε αθλητες αλμάτων (Luk, Winter, O'Neill & Thompson, 2014). Η μελέτη αυτή είχε σκοπό να εξετάσει τη διμερή και μονομερή διαφορά στην παραγωγή ισχύος σε αθλητές δύναμης και σε αθλητες αλμάτων για να διαπιστώσει την ύπαρξη δεσπόζουσας θέσης σκέλους. Πέντε διαφορετικά άλματα προδιάτασης επιλεχθηκαν τυχαία για τη δοκιμή χωρίς την χρήση χεριων : α)άλμα με δυο σκέλη , β) άλμα με τα δυο σκέλη που καθορίζει το κυρίαρχο σκέλος , γ) άλμα με τα δυο σκέλη που προσδιορίζει το μη κυρίαρχο σκέλος , δ) άλμα του ενός σκέλους που διευκρινίζει το κυρίαρχο σκέλος και ε) άλμα του ενός σκέλους που καθορίζει το μη κυρίαρχο σκέλος. Η ταχύτητα παραγωγής της δύναμης και η δυναμη μετρήθηκαν μέσω ενός δυναμοδάπεδου. Ο δείκτης συμμετρίας του σκέλους υπολογίστηκε με τον εξής τύπο $LSI\%$ για την ανισοροπία δύναμης μεταξύ του κυρίαρχου (N) και μη κυρίαρχου (ND) σκέλους μεταξύ αθλητών δύναμης και αθλητών άλματος. Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων οι αθλητές δύναμης (μέσος όρος = 2,7562,45%) είχαν κατώτερο δείκτης συμμετρίας του σκέλους (LSI) ($P,0.05$) από τους άλλτες (μέση τιμή = 6,8165,16%) (Luk, Winter, O'Neill & Thompson, 2014). Τα άλματα με ένα ποδι δείχνουν μια ($P,0.05$) σημαντικά μεγαλύτερη δύναμη από ό, τι τα άλματα με τα δύο σκέλη που παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερη δυναμη ταχύτητας τόσο για το κυρίαρχο όσο και για το μη κυρίαρχο σκέλος . Τέλος, η αναλογία μεταξύ των διμερών και μονομερων ασκήσεων για τους αθλητές δύναμης και τους αθλητές άλματος είναι 2.36:1.36 και 2.38:1 αντίστοιχα. Εν ολίγοις, ο αθλητισμός συγκεκριμένων απαιτήσεων μεταξύ αθλητών δύναμης και αλτών μπορεί να συμβάλει στην εμφάνιση της άνισης παραγωγής δύναμης μεταξύ των άκρων. Το φαινόμενο αυτό είναι σημαντικό για την

προπονηση δύναμης ώστε να αναγνωρισθεί και να εκτελεσθεί ένα κατάλληλο τεστ ισόρροπης ανάπτυξης δύναμης εκτός αγωνιστικής περιόδου , και να εφαρμοσθεί ένα πρόγραμμα προπόνησης για τη μείωση της ανισότητας ισχύος μεταξύ των άκρων . Η παραμέληση της ανάπτυξης ισόρροπης δύναμης μεταξύ των κάτω άκρων μπορεί να προδιαθέτει τραυματισμό στους υγιείς παίκτες. (Luk, Winter, O'Neill & Thompson, 2014).

Άλλη έρευνα εξέτασε δεκαοκτώ (18) αθλητές άλματος σε μήκος (Kobayashi, Kubo, Matsuo, Matsubayashi, Kobayashi & Ishii, 2010) Στην μελέτη αυτή συμμετείχαν δεκαοκτώ άνδρες φοιτητές πανεπιστημίου, όπου είχαν εκπαιδευτεί στο άλμα σε μήκος. Στόχος της έρευνας ήταν να εξετάσει τις διμερείς διαφορές στην κίνηση και ροπή κατά την διάρκεια της άσκηση squat με τη χρήση κινηματικής και κινητικής ανάλυσης. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν με μέγιστη επανάληψη την άσκηση ημικάθισμα (squat) τρεις φορές με φορτία των 50, 70, και 90%. Οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους μετρήθηκαν με δύο πλατφόρμες δύναμης, μια κάτω από κάθε σκέλος. Κατά τη διάρκεια της άσκηση, η κίνησή των δοκιμαζομένων σημειώθηκε χρησιμοποιώντας το σύστημα καταγραφής Vicon. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη γωνία κάμψης και η μέγιστη ροπή στο ισχίο παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των κάτω άκρων σε οποιαδήποτε κατάσταση φόρτωσης. Ωστόσο, η μέγιστη γωνίας κάμψης και μέγιστη ροπή στο ισχίο έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κάτω άκρων σε όλες τις συνθήκες φόρτισης. Επιπλέον, η μέγιστη ροπή στην ποδοκνημική κατά την απογείωση ήταν μεγαλύτερη από εκείνη στην διάρκεια της μη-απογείωσης κάτω από ένα φορτίο 90% των τριών επαναλήψεων. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι κοινές ροπές μπορούν να είναι διμερώς ασύμμετρες όταν οι άλτες μήκους εκτελούν την άσκηση ημικάθισμα (squat), η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν προσπαθείτε να μειώσετε τον κίνδυνο τραυματισμού (Kobayashi, Kubo, Matsuo, Matsubayashi, Kobayashi & Ishii, 2010)

2.4 Προγενέστερες έρευνες σε παιδιά

Έρευνες σχετικά με το διμερές έλλειμμα, έχουν γίνει και σε παιδιά, όπως αγόρια και κορίτσια (172 παιδιά) ηλικίας 10-12 ετών (Veligekas & Bogdanis, 2013), τα οποία εκτέλεσαν άλματα προδιάτασης (CMJ) με ένα σκέλος και μετά με δύο μαζί χωρίς τη βοήθεια των χεριών. Στα αγόρια η τιμή ήταν θετική δηλαδή το άλμα απο τα δύο σκέλη μαζί ήταν καλύτερο απο ότι από το ένα και ένα ξεχωριστά βρέθηκε δηλαδή ότι υπήρχε διμερή διευκόλυνση ,ενώ στα κορίτσια η τιμή ήταν μηδενική δηλαδή το άλμα από τα δύο σκέλη είχε την ίδια τιμή με το άθροισμα του άλματος με ένα και ένα σκέλος. Αυτό αποδόθηκε στο ότι τα αγόρια δεν είχαν το ίδιο καλές κινητικές δεξιότητες (ικανότητα ισορροπίας)σε σύγκριση με τα κορίτσια , στην μειωμένη ικανότητα επιστράτευσης των κινητικών μονάδων των αγοριών επίσης σημαντικός παράγοντας διαφορών θεωρήθηκε το βιολογικό επίπεδο ωρίμανσης αλλά και τα χαρακτηριστικά του κάθε φύλλου κατά την περίοδο ανάπτυξης . Η διαφοροποίηση στα αγόρια και στα κορίτσια παρέμεινε ακόμα κι όταν λήφθηκε υπόψιν και η προπονητική εμπειρία και έδειξε ότι ήταν ανεξάρτητη από αυτή. Τα αγόρια είχαν ακόμη μεγαλύτερες τιμές όταν οι διαφορές στο διμερές έλλειμμα εξετάστηκαν με ανάλυση συνδιακύμανσης με την ωριμότητα. (Veligekas & Bogdanis, 2013).

Σε άλλη έρευνα η οποία εξέτασε το διμερές έλλειμμα έγινε σε αγορια και κοριτσια ηλικιας 10-16 ετων (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012) οπου εξεταστηκαν οι διμερείς διαφορές και διαφορές φύλου στην διάρκεια των κατακόρυφων αλμάτων (VJ) σε υγιείς εφήβους. Ο ορισμός του αδύναμου σκέλους και η λειτουργική δυσαναλογία των κάτω άκρων μεταξύ των εφήβων, είναι σημαντικό να εξεταστούν για να ακολουθήσει η περίοδος αποκατάστασης μετά από ένα τραυματισμό, ώστε να επιστρέψουν τα άτομα στις κανονικές τους δραστηριότητες. Ερευνήθηκαν οι διαφορές στην ικανότητα του κατακόρυφου άλματος (VJ) και στα δύο σκέλη σε μία ομάδα υγιών αγοριών και κοριτσιών. Εξετάστηκαν επίσης οι εποδόσεις στο δυνατό ένατι του αδύναμου σκέλους καθώς και στο περισσότερο αποδοτικό έναντι του λιγότερο αποδοτικού σκέλους. Η δύναμη και η ισχύ συγκρίθηκαν σε 117 αγόρια και 106 κορίτσια ηλικία 10-16 ετών με το test κατακόρυφου (VJ) και προδιάτασης (CMJ) άλματος με το ένα σκέλος. Όταν καθορίστηκε υποκειμενικά από τους συμμετέχοντες το δυνατό σκέλος, δεν φάνηκε να υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο κάτω άκρων. Σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μεταξύ του λιγότερο και

περισσότερο αποδοτικού σκέλους στην δύναμη και για τα αγόρια όπως και για τα κορίτσια. Τα κορίτσια είχαν σημαντικά μεγαλύτερη μέγιστη δύναμη από τα αγόρια της ίδιας ηλικίας, αλλά τα αγόρια παρουσίασαν σημαντικές αυξήσεις στα αποτελέσματα της ισχύς έναντι των κοριτσιών της ίδιας ηλικίας. Όταν τα αποτελέσματα αναλύθηκαν σύμφωνα με το ποσοστό συμμετεχόντων που εμπίπτουν σε ορισμένες ζώνες ασυμμετρίας των κάτω άκρων, παρουσίασαν μία διαφορά περίπου 20-30%. Μία διαφορά της τάξεως του 15% φάνηκε στο τεστ κατακόρυφου (VJ) και προδιάτασης (CMJ) άλματος μεταξύ των δύο σκελών και θεωρήθηκε φυσιολογική για αυτήν την ηλικία. Μία πιθανή εκτίμηση της διαγνωστικής αξίας αυτού του τεστ μπορεί να είναι η ακόλουθη, ότι τα αποτελέσματα ερμηνεύονται από το ποσοστό συμμετεχόντων που εμπίπτουν στις ορισμένες ζώνες ασυμμετρίας των κάτω άκρων. Οι διαφορές μεταξύ των φύλων κατά της διάρκεια του τεστ σε κατακόρυφα και προδιάτασης άλματα ποικίλουν και εξαρτώνται από το εάν τα αποτελέσματα σχετίζονται με την δύναμη και την ισχύ. (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012).

Επόμενη έρευνα που εξέτασε το διμερές έλλειμμα ήταν των Dunstheimer, Hebestreit, Staschen, Straûburg και Jeschke (2001). Στόχος αυτής της μελέτης ήταν να διερευνηθεί εάν υπάρχει διμερές έλλειμμα σε πιο πολύπλοκες, εναλλασόμενες κινήσεις με την χρήση ποδηλατοεργόμετρου σε ποδηλασία υψηλής έντασης, ώστε να αξιολογηθούν οι πιθανές επιδράσεις του φύλου και της ωριμότητας. Σαράντα (40) παιδιά και έφηβοι συμμετείχαν στην έρευνα. Επτά (7) κορίτσια και αγόρια προεφηβικής ηλικίας ($6,0 \pm 9,9$ χρονών), επτά (7) κορίτσια και επτά (7) αγόρια εφηβικής στάδια ηλικίας ($11,0 \pm 14,9$ χρονών), και έξι (6) κορίτσια και έξι (6) αγόρια μετεφηβικής ηλικίας ($17,0 \pm 20,9$ χρονών) εκτέλεσαν δύο μονομερή και ένα διμερές αναερόβιο τεστ Wingate. Προσδιορίστηκε η υψηλότερη ισχύς σε κάθε τρία δευτερόλεπτα στη μέγιστη δύναμη καθώς και το συνολικό μηχανικό έργο που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Το διμερές έλλειμμα ήταν εντονότερο στις γυναίκες σε σύγκριση με τους άνδρες. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών απόδοσης, του φύλου και της ωριμότητας. Εν κατακλείδι, το διμερές έλλειμμα είναι εμφανές και κατά τη διάρκεια της άσκησης στο ποδήλατο. (Dunstheimer, Hebestreit, Staschen, Straûburg & Jeschke, 2001).

Σε έρευνα του 2002 που πραγματοποιήθηκε σε απροπόνητα παιδιά προεφηβικής ηλικίας για το διμερές έλλειμμα , επιλέχθηκαν προϋποθέσεις για την βελτιστοποίηση της πιθανότητας του διμερούς ελλείμματος (Germain , Germain, Taoutaou, Mimouni, Halin & Buttelli, 2002). Στις μετρήσεις έλαβαν μέρος δέκα (10) παιδιά προεφηβικής ηλικίας , σε μέτρηση καμπτηρών του χεριού με ισομετρική δράση. Μετρήθηκε η συστηματική έλλειψη δύναμης του βραχίονα στη διάρκεια διμερών συστολών. Για την εξήγηση της απόδοσης των μυών ερευνήθηκε η ηλεκτρομυογραφική δράση που παράγεται κατά τη διάρκεια παραγωγής έργου του προτιμώμενου χεριού . Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ μέσου όρου διμερών δυνάμεων και μέσου όρου μονομερών δυνάμεων ήταν σημαντική , ενώ οι τιμές του δείκτη διμερούς ελλείμματος ήταν αρνητικές ανεξάρτητα των υποκειμένων (Germain , Germain, Taoutaou, Mimouni, Halin & Buttelli, 2002).

Άλλη μελέτη συνέκρινε τα ηλεκτρικά δυναμικά και τα χαρακτηριστικά συστολής και σύσπασης των πελματιαίων καμπτήρων μυών σε προ-εφηβικά αγόρια (11ετών), μετεφηβικά αγόρια (16 ετών), και νέους άνδρες (19-23 ετών) (Paasuke, Erelina & Gareyeva, 2000). Βρέθηκε ότι το νεύρο του οπίσθιου κνημιαίου διεγείρεται από υπομέγιστο τετράγωνο παλμικό κύμα διάρκειας ενός 1ms (minsec) σε κατάσταση ηρεμίας και μετά από σύντομη μέγιστη ισομετρική εθελοντική συστολή πέντε δευτερολέπτων (5 sec) των πελματιαίων καμπτήρων μυών, δηλαδή κατά τη διάρκεια ύστερα από την ενεργοποίηση ενδυνάμωσης. Σε εκείνη την μελέτη (Paasuke, Erelina & Gareyeva, 2000) βρέθηκε πως οι άνδρες είχαν μεγαλύτερη δύναμη μέγιστης εθελοντικής συστολής από ότι τα αγόρια και τα μετεφηβικά αγόρια είχαν υψηλότερη (δύναμη μέγιστης εθελοντικής συστολής) από τα προεφηβικά αγόρια. Τα προ-εφηβικά αγόρια είχαν τη χαμηλότερη μέγιστη σύσπαση δύναμης σε ηρεμία και αυτό αυξανόταν σε σύγκριση με τα μετεφηβικά τα αγόρια και τους άνδρες, ενώ καμία σημαντική διαφορά δεν βρέθηκαν μεταξύ των μετεφηβικών αγοριών και των ανδρών. Τα προ-εφηβικά αγόρια είχαν τις υψηλότερες αναλογίες μέγιστης δύναμης σύσπασης σε ηρεμία και ενδυνάμωση και σε δύναμη μέγιστης εθελοντικής συστολής από τα μετεφηβικά αγόρια και τους άνδρες. Καμία ηλικιακή διαφορά δεν παρατηρήθηκε α) στην ενδυνάμωση της μετα-ενεργοποίησης (των μυών), β) στην ξεκούραση, γ) στην ενδυνάμωση συστολής και σύσπασης (των μυών), δ) στον χρόνο ηρεμίας και ε) στην δύναμη μέγιστης εθελοντικής συστολής σε σχέση με την μάζα σώματος. Το κυριότερο και σημαντικότερο στοιχείο αυτής της μελέτη ήταν ότι η εφηβεία χαρακτηρίζεται από

αυξανόμενη μυϊκή δύναμη, αυξημένη ικανότητα μυών, χωρίς καμία αλλαγή στα χαρακτηριστικά ενδυνάμωσης, την χρονική πορεία σύσπασης, και την δύναμη ικανότητας σύσπασης που αναπτύσσεται από έναν ενήλικα μετά την εφηβεία. (Paasuke, Ereline & Gareyeva, 2000). Παρά την ύπαρξη κάποιου αριθμού μελετών σε νέους αθλητές, τα ερευνητικά δεδομένα είναι ακόμα περιορισμένα σε αθλητές παιδικής ηλικίας και ιδιαίτερα σε κορίτσια, γεγονός που αποτέλεσε τον σκοπό αυτής της μελέτης.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Συμμετέχουσες

Στην παρούσα μελέτη, έλαβαν μέρος δώδεκα νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής (ηλικία: $7,08 \pm 0,67$ έτη , προπονητική εμπειρία: $1,9 \pm 0,28$ έτη, ώρες προπόνησης εβδομαδιαίως: έξι). Πρίν την διαδικασία των δοκιμασιών τα παιδιά υποβλήθηκαν σε σωματομετρήσεις. Η μάζα του σώματος μετρήθηκε στο πλησιέστερο δέκατο του κιλού με τον ζυγομετρητή Seca 710 (Hamburg, Germany). Η αθλήτρια (χωρίς παπούτσια και με ελαφρύ ρουχισμό) στάθηκε στο κέντρο του ζυγομετρητή και ο εξεταστής κατέγραψε την τιμή του βάρους της. Το ανάστημα μετρήθηκε με ακρίβεια 0.5 χιλ. χρησιμοποιώντας το αναστημόμετρο Seca 208 (Hamburg, Germany). Το μήκος κάτω άκρου μετρήθηκε σε όρθια θέση και ορίστηκε ως η απόσταση του περισσότερο προεξέχοντος σημείου του μείζονος τροχαντήρα έως το έδαφος. Καταγράφηκαν οι ακόλουθες τιμές για τις αθλήτριες: σωματικό ανάστημα: $1,21 \pm 0,34$ cm σωματική μάζα $23,38 \pm 4,32$ kgf , μήκος ιδεξιού σκέλους $56,92 \pm 3,82$ cm, μήκος αριστερού σκέλους $56,87 \pm 3,70$ cm).

Προϋπόθεση για να συμμετάσχουν οι αθλήτριες σε αυτήν την έρευνα ήταν να διαθέτουν καλή τεχνική στα άλματα προ διάτασης (CMJ) με ένα και ένα σκέλος, όπως και στα αντίστοιχα άλματα προ διάτασης (CMJ) με δύο σκελη ταυτόχρονα. Τέλος ως προϋπόθεση για τη συμμετοχή στην έρευνα ήταν να μην έχει προηγηθεί τραυματισμός σε κανένα παιδί σε διάστημα τριών μηνών πριν από την έρευνα. Όλες οι δοκιμασίες στις οποίες πήραν μέρος οι αθλήτριες ήταν γνωστές για εκείνες, αφού στις καθημερινές τους προπονήσεις εκτελούσαν τέτοιου είδους ασκήσεις.

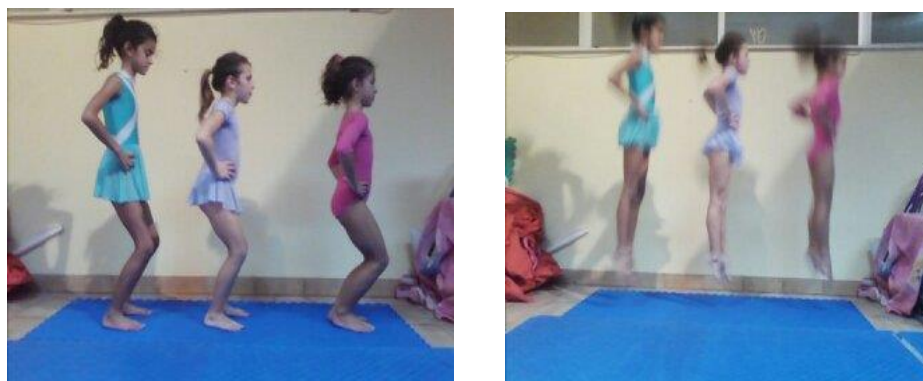
3.2 Διαδικασία

Για τις ανήλικες αθλήτριες που συμμετείχαν σε αυτήν την έρευνα ζητήθηκε έγγραφη γονική συναίνεση, ενώ οι ενήλικες δήλωσαν ότι συμμετέχουν εθελοντικά. Επιπλέον, δόθηκαν συνοδευτικές επιστολές στους γονείς και στους προπονητές, όπου αναφέρθηκε η σημασία της συμμετοχής, ο σκοπός της μελέτης, η εμπιστευτικότητα και η ανωνυμία των αθλητριών. Με την άδεια των προπονητών, οι ερευνητές επισκέφθηκαν τους χώρους προπόνησης και έκαναν τις μετρήσεις.

3.3. Δοκιμασίες μέτρησης

3.3.1. Ισχύς κάτω άκρων

Για την αξιολόγηση της ισχύος των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία άλματος προδιάτασης χωρίς αιώρηση χεριών (CMJ). Κάθε αθλήτρια εκτέλεσε από τρία κάθετα άλματα προ διάτασης (CMJ) με τα δύο σκέλη ταυτόχρονα, καθώς και τρία άλματα προ διάτασης (CMJ) με το δεξί και το αριστερό σκέλος στο όργανο μέτρησης (chronojump) με τα χέρια στη μέση. Για την σωστή εκτέλεση της άσκησης οι οδηγίες που δώθηκαν στις δοκιμαζόμενες ήταν να πηδούνα κατακόρυφα με όλη τους την δύναμη μετά από το ηχητικό σήμα του εξεταστή. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων λήφθηκε υπόψη το καλύτερο άλμα από κάθε αθλήτρια. Για τις μετρήσεις των δοκιμασιών χρησιμοποιήθηκε ένας τάπητας chronojump. Πρίν την έναρξη των δοκιμασιών οι αθλήτριες έκαναν προθέρμανση εκτελώντας 10 λεπτά εξειδικευμένη για το άθλημα προθέρμανση ασκήσεις με σκοπό την προετοιμασία μεγάλων μυϊκών ομάδων. Στη συνέχεια οι αθλήτριες, ξεκίνησαν την διαδικασία δοκιμασιών. (Εικόνα 3)



Εικόνα 3. Άλματα προ διάτασης.

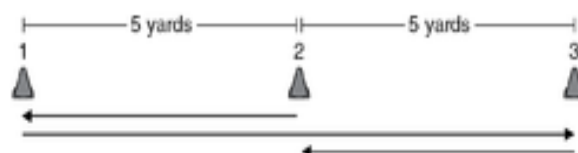
3.3.2 Ταχύτητα

Επόμενη δοκιμασία ήταν ένα test ταχύτητας όπου τα κορίτσια έτρεξαν, ύστερα από το ηχητικό σήμα, μια απόσταση των δέκα μέτρων με την μέγιστη ταχύτητα που μπορούσαν να καταβάλουν. Για τη δοκιμασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν δύο κώνοι, οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε απόσταση δέκα (10) μέτρων ο ένας απέναντι από τον άλλο σχηματίζοντας μια ευθεία γραμμή. Με το σήμα του εξεταστή, οι αθλήτριες έτρεχαν όσο πιο γρήγορα μπορούσαν από τον κώνο Α μέχρι τον κώνο Β. Ο χρόνος της κάθε προσπάθειας καταγράφηκε με χρονόμετρο χειρός. Οι αθλήτριες είχαν δύο προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη προσπάθεια.

3.3.3 Ευκινησία

Τρίτη δοκιμασία στη οποία έλαβαν μέρος τα κορίτσια ήταν το test ευκινησίας, 20 yards agility. Σκοπός της δοκιμασίας ήταν ο δρόμος ευκινησίας 20 γιάρδων, το οποίο είναι ένα απλό μέτρο της ικανότητας ενός αθλητή να επιταχύνει, να επιβραδύνει, να αλλάξει κατεύθυνση και να ξαναεπιταχύνει. (<http://www.topendsports.com/testing/tests/20yard-agility.htm>). Σύμφωνα με την περιγραφή της δοκιμασίας, που έδωσε για πρώτη φορά η αμερικανική ομάδα ποδοσφαίρου γυναικών, η διαδικασία εκτελείται ως εξής : Τοποθέτηση τριών σημειωμένων κώνων σε ευθεία γραμμή, σε απόσταση πέντε γιάρδες ακριβώς - κώνοι Β, Α(κέντρο) και Γ. Σε κάθε κώνο μπαίνει μια γραμμή κατά πλάτος χρησιμοποιώντας μια ταινία επισήμανσης. Το χρονόμετρο τοποθετείται στο επίπεδο του κέντρου του κώνου Α, βλέποντας τον αθλητή. Ο αθλητής στέκεται με τα πόδια ανοιχτά στο κέντρο του κώνου Α με τα πόδια σε ίση απόσταση μακριά και παράλληλα με τη γραμμή των κώνων. Όταν είναι έτοιμος, ο αθλητής τρέχει προς τον κώνο Β (ακουμπώντας τη γραμμή οποιoδήποτε πόδι), στρίβει και επιταχύνει προς τον κώνο Γ (ακουμπώντας τη γραμμή) και τελειώνει επιταχύνοντας μέσα από τη γραμμή του κώνου Α. Το χρονόμετρο ξεκινά με την πρώτη κίνηση του αθλητή και σταματά το ρολόι όταν ο κορμός του αθλητή διασχίζει την κεντρική γραμμή. Η βαθμολογία γίνεται με την καταγραφή του καλύτερου χρόνου των δύο προσπαθειών. (<http://www.topendsports.com/testing/tests/20yard-agility.htm>).

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας, για την δοκιμασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν δύο κώνοι, οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε απόσταση δέκα (10) μέτρων ο ένας απέναντι από τον άλλο σχηματίζοντας μια ευθεία γραμμή. Στο κέντρο αυτής της απόστασης προς την μία κατεύθυνση είχε τοποθετηθεί το όργανο μέτρησης chronojump. Οι αθλήτριες ξεκινούσαν από το chronojump προς τον πρώτο κώνο με γρήγορο τρέξιμο, περνούσαν κυκλικά προς την αντίθετη κατεύθυνση και κατευθύνονταν προς τον δεύτερο κώνο. Η διαδικασία αυτή γινόταν μέχρι οι αθλήτριες να διανύσουν είκοσι (20) γιάρδες κατ'αυτόν τον τρόπο και να ξαναβρεθούν στο chronojump. Οι αθλήτριες είχαν δύο προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη προσπάθεια (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Τέστ ευκινησίας, 20 yards agility.

3.3.4 Ισορροπία

Τελευταία δοκιμασία στην οποία υποβλήθηκαν οι αθλήτριες ήταν ένα τεστ ισορροπίας φλαμίνγκο, στο οποίο μετρήθηκε ο αριθμός των πτώσεων με το δεξί και το αριστερό σκέλος σε ένα λεπτό. Τα κορίτσια σε αυτήν την δοκιμασία έπρεπε να ισορροπήσουν σε μια δοκό τριών (3) εκ. με το σκέλος στήριξης πάνω στη δοκό, το ελεύθερο σκέλος λιγισμένο κοντά στο άλλο και τα χέρια τοποθετημένα στην μέση. Σύμφωνα με το άρθρο του Miller, Sittler, Corricelli, DiMura και Comerford (2007) η δοκιμασία ισορροπίας φλαμίνγκο εκτελείται από τον δοκιμαζόμενο, ισορροπώντας επάνω στο ένα του πόδι και με έκταση της σπονδυλικής του στήλης. Αυτή είναι μια διαδικασία δοκιμής της ιδιοδεκτικότητας και της σταθερότητας του ιερολαγόνιου οστού, του γόνατος, του αστράγαλου και της ποδοκνημικής άρθρωσης. Η στάση του δοκιμαζόμενου, η ισορροπία καθώς και ο έλεγχος της συνειδητής μετακίνησης είναι αξιολογημένοι. Η

ανικανότητα να διατηρηθεί η θέση για δέκα (10) δευτερόλεπτα υποδεικνύει ένα πρόβλημα με ένα από μια από τις λειτουργίες που αναφέρονται παραπάνω. (Miller, Sittler, Corricelli, DiMura & Comerford, 2007). Οι αθλήτριες έκαναν δύο προσπάθειες με απόσταση και καταγράφηκε η καλύτερη προσπάθεια (Εικόνα 5)



Εικόνα 5. Τεστ ισορροπίας φλαμίνγκο.

3.3.5 Διμερές έλλειμμα

Ο δείκτης διμερούς ελλείμματος υπολογίστηκε με τον τύπο του Enoka ο οποίος ορίζεται ως εξής : $(100 \times \text{τον λόγο του ύψους δύο σκελών} / \text{το ύψος δεξιού και αριστερού σκέλους στο άλμα}) - 100$.

3.4 Στατιστική ανάλυση

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (IBM SPSS Statistics Version 19.0). Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τη δοκιμασία Shapiro-Wilks σύμφωνα με το μέγεθος του δείγματος. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν δείκτες περιγραφικής στατιστικής (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις) για όλες τις υπό εξέταση μεταβλητές. Για να εξεταστούν οι διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού σκέλους στο άλμα και στον αριθμό πτώσεων από τη δοκό στην ικανότητα ισορροπία χρησιμοποιήθηκε T-test μεταξύ εξαρτημένων δειγμάτων. Για τη διερεύνηση των συσχετίσεων μεταξύ των υπό εξέταση μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r .

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά από ανάλυση και αξιολόγηση τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως δεν βρέθηκε διμερές έλλειμμα, αλλά διμερής διευκόλυνση (Πίνακας 1). Αυτό σημαίνει πως οι αθλήτριες πήδηξαν υψηλότερα στα άλματα προ διάτασης cmj με τα δύο σκέλη ταυτόχρονα σε αντίθεση με τα άλματα προ διάτασης cmj με ένα και ένα σκέλος (άλμα προδιάτασης: 18.50 ± 3.68 , άθροισμα δεξιού και αριστερού σκέλους: 17.66 ± 3.30). Δεν φάνηκε να υπάρχει κανένας συσχετισμός μεταξύ διμερούς διευκολύνσεως και των επιμέρους επιλεγμένων φυσικών παραμέτρων που μετρήθηκαν (Πίνακας 2). Τέλος δεν φάνηκε καμία διαφορά κατά την μέτρηση του ύψους άλματος σε αριστερό και δεξί σκέλος ($t=-0.562$, $p=0.587$). Κατα την διάρκεια του τέστ ισορροπίας φλαμίνγκο δεν φάνηκε διαφορά στις πτώσεις δεξιού και αριστερού σκέλους. Πιο συγκεκριμένα η πλειοψηφία των αθλητριών είχε 0 έως μια πτώση σε κάθε σκέλος.

Πίνακας1. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των υπό εξέταση μεταβλητών

Μεταβλητές	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση
Τέστ 10μ	2,75	0,181331356
Τέστ ευκινησίας (20 yards)	6,94	0,230256165
Καλύτερο άλματα προ διάτασης.	18,50	3,686161
Καλύτερο άλματα προ διάτασης με το δεξί.	8,68	1,450101
Καλύτερο άλματα προ διάτασης με το αριστερό.	8,97	2,190358
Διμερές Έλλειμμα	5,24	11,475170
Τέστ ισορροπίας δεξί (πτώσεις)	1,36	2,15743956
Τέστ ισορροπίας αριστερό (πτώσεις)	1,36	1,963299634

Πίνακας 2. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των υπό εξέταση μεταβλητών

	<u>Ευκινησία</u>	<u>Ισορροπία δεξί</u>	<u>Ισορροπία αριστερό</u>	<u>Διμερές έλλειμμα 3</u>	<u>Άλμα προδιάτασης 3</u>	<u>Ταχύτητα</u>
<u>Ευκινησία</u>	1					
<u>α</u>						
<u>Ισορροπία δεξί</u>	0.213	1				
<u>Ισορροπία αριστερό</u>	0.220	0.788	1			
<u>Διμερές έλλειμμα 3</u>	0.267	-0.318	-0.195	1		
<u>Άλμα προδιάτασης 3</u>	0.130	-0.543	-0.47	0.408	1	
<u>Ταχύτητα</u>	-0.72	-0.79	0.54	-0.55	-0.293	1

*p<.05. **p<.01

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα που αφορά αθλήτριες πολύ νεαρής ηλικίας περίπου 7 ετών , οι οποίες διέθεταν πολύ καλή στατική ισορροπία στο ένα σκέλος ο δείκτης διμερούς διευκόλυνσης δεν βρέθηκε να συσχετίζεται ούτε με την ικανότητα ισορροπίας στο ένα σκέλος, ούτε με την ευκινησία αλλά ούτε και με την ταχύτητα (Dunstheimer, Hebestreit, Staschen, Straûburg & Jeschke, 2001). Τα αποτελέσματα της σχετικής έρευνας έδειξαν πως δεν βρέθηκε διμερές έλλειμμα, αλλά διμερής διευκόλυνση. Αυτό σημαίνει πως οι αθλήτριες πήδηξαν υψηλότερα στα άλματα προ διάτασης cmj με τα δύο σκέλη ταυτόχρονα σε αντίθεση με τα άλματα προ διάτασης cmj με το δεξί και αριστερό σκέλος ξεχωριστά. Επομένως δεν φάνηκε να υπάρχει κανένας συσχετισμός μεταξύ διμερούς διευκολύνσεως και των επιμέρους επιλεγμένων φυσικών παραμέτρων που μετρήθηκαν, καθώς τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ισχύς δεν συσχετίστηκε με τα

κάτω άκρα, επίσης κατά την διάρκεια του τεστ ισοροπίας το τεστ φλαμίνγκο δηλαδή δεν φάνηκε να υπάρχει διαφορά στις πτώσεις δεξιού και αριστερού σκέλους, ενώ το τεστ για την ευκινησία και το τεστ για την ταχύτητα δεν επηρέασαν καθόλου την απόδοση των κάθετων αλμάτων που βρέθηκε η διμερής διευκόλυνση (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012).

Πιθανόν το ότι δεν υπήρξε συσχέτιση με την ταχύτητα και την ισοροπία να οφείλεται πρώτον στο βιολογικό επίπεδο ωρίμανσης των αθλητριών και δεύτερον στο τύπο άλματος που χρησιμοποιήθηκε άλμα προ διάτασης με ένα και δύο πόδια , καθώς έρευνα που έγινε σε ενήλικες άνδρες και γυναίκες όπου και εκεί όπως και στην παρούσα έρευνα η ανάλυση αποτελεσμάτων έγινε με τον συντελεστή συσχέτισης Pearson r συντελεστής συσχέτισης για το καθορισμό της σχέσης ισομετρικής έλξης μηρού (IMPT) και άλματος βάθους (VJ) (Veligekas & Bogdanis, 2013). Τα αποτελέσματα έδειξαν πώς η ταχύτητα άλματος βάθους (VJ) έδειξε ισχυρότερη σχέση με την επίδοση ταχύτητας και ευκινησίας. Επιπλέον ,οι μεταβλητές ισομετρικής έλξης μηρού (IMPT) και άλματος βάθους (VJ) έδειξαν ισχυρότερη σχέση με την επίδοση ταχύτητας από ότι με την επίδοση ευκινησίας και ευκινησίας (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013). Σε άλλη έρευνα η οποία εξέτασε το διμερές έλλειμμα και έγινε σε αγορια και κοριτσια ηλικιας 10-16 ετων (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012), εξεταστηκαν οι διμερείς διαφορές και διαφορές φύλου στην διάρκεια των κατακόρυφων αλμάτων (VJ) σε υγιείς εφήβους. Όταν καθορίστηκε υποκειμενικά από τους συμμετέχοντες το δυνατό σκέλος, δεν φάνηκε να υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο κάτω άκρων. Σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μεταξύ του λιγότερο και περισσότερο αποδοτικού σκέλους στην δύναμη και για τα αγόρια όπως και για τα κορίτσια. Τα κορίτσια είχαν σημαντικά μεγαλύτερη μέγιστη δύναμη από τα αγόρια της ίδιας ηλικίας, αλλά τα αγόρια παρουσίασαν σημαντικές αυξήσεις στα αποτελέσματα της ισχύς έναντι των κοριτσιών της ίδιας ηλικίας. (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012). Σε έρευνα του 2002 από τους Germain , Germain, Taoutaou, Mimouni, Halin & Buttelli (2002) που πραγματοποιήθηκε σε απροπόνητα παιδιά προεφηβικής ηλικίας για το διμερές έλλειμμα, η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ μέσου όρου διμερών δυνάμεων και μέσου όρου μονομερών δυνάμεων ήταν σημαντική , ενώ οι τιμές του δείκτη διμερούς ελλείμματος ήταν αρνητικές ανεξάρτητα των υποκειμένων (Germain, Germain, Taoutaou, Mimouni, Halin & Buttelli, 2002).

Το διμερές έλλειμμα φαίνεται να είναι ένα, φαινόμενο με μεγάλη μεταβλητότητα μεγέθους και ύπαρξης και φαίνεται να είναι ευμετάβλητο, καθώς έχει αποδειχθεί επίσης ότι υπάρχει διμερής διευκόλυνση (Škarabot, Neil Cronin, Strojnik, & Avela, 2016). Επιπλέον, πολλοί μηχανισμοί που αποτελούν το αντικείμενο αυτού του φαινομένου έχουν προταθεί κατά τη διάρκεια των ετών, αλλά παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι (Škarabot, Neil Cronin, Strojnik, & Avela, 2016).

VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Αντίστοιχη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε παιδιά, αγόρια και κορίτσια προεφηβικής ηλικίας όπου διερευνήθηκε η συσχέτιση με την ισχύ και την ισορροπία, έδειξε πως στην εκτέλεση άλματος με ένα και ένα σκέλος και δύο σκέλη μαζί βρέθηκε ότι τα αγόρια είχαν διμερή διευκόλυνση καθώς το άθροισμα ύψους άλματος ήταν υψηλότερο με τα δύο σκέλη μαζί παρά με ένα και ένα σκέλος, ενώ τα κορίτσια είχαν το ίδιο ύψος άλματος και στις δύο περιπτώσεις, αυτό αποδόθηκε στο ότι τα αγόρια δεν διέθεταν καλή ισορροπία λόγω και του βιολογικού επιπέδου ωρίμανσης (Veligekas & Bogdanis, 2013). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε άνδρες και σε γυναίκες για να εξετασθεί κατά πόσο οι αντιδράσεις από το έδαφος επηρεάζουν το άλμα με ένα και ένα πόδι και δύο πόδια ταυτόχρονα, βρέθηκε ότι η ώθηση συσχετίζεται με το ύψος άλματος, ενώ η ισχύς και το ύψος άλματος δεν παρουσίασαν καμία σημαντική συσχέτιση (Benjanuvattra, Lay, Alderson & Blanksby, 2013). Στην παρούσα έρευνα λόγω του ότι οι αθλήτριες ήταν πολύ μικρές πιθανόν να μην είχαν πολύ καλή ώθηση στα άλματα με ένα πόδι για αυτό άλλωστε βρέθηκε διμερή διευκόλυνση αλλά και εδώ δεν βρέθηκε συσχέτιση με την ισχύ. Συσχέτιση με την ισχύ δεν υπήρξε ούτε στη έρευνα Howard & Enoka που πραγματοποιήθηκε σε ενήλικες άνδρες σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ηλεκτρομυογράφου. Παρόλα αυτά σε αντίστοιχες μελέτες που έχουν γίνει σε παιδιά δεν υπήρξε συσχέτιση με παραμέτρους όπως την ευκινησία και την ταχύτητα. Η διαφορά που υπάρχει στα άλματα με ένα και ένα πόδι οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ηλικία και στο οριζόμενο ως προτιμώμενο πόδι, καθώς τα παιδιά το χρησιμοποιούν περισσότερο επειδή εμφανίζουν μεγαλύτερη ευκολία κάτι που για το νεαρό της ηλικίας τους θεωρείται φυσιολογικό. Σε αυτή την άποψη συγκλίνει και έρευνα που έγινε σε κορίτσια και αγόρια προ εφηβείας και εφηβείας. Μία διαφορά της

τάξεως του 15% φάνηκε στο τεστ κατακόρυφου (vj) και προ διάτασης (cmj) άλματος μεταξύ των δύο σκελών και θεωρήθηκε φυσιολογική για αυτήν την ηλικία. (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012) .Η ίδια έρευνα που αφορούσε τα κατακόρυφα άλματα και τα άλματα προ διάτασης έδειξε σε απροπόνητα αγόρια και κορίτσια προεφηβικής ηλικίας έδειξε ότι η μέγιστη δύναμη ήταν μεγαλύτερη στα κορίτσια , ενώ τα αγόρια είχαν αύξηση στα αποτελέσματα της ισχύς. (Ceroni, Martin, Delhumeau & Farpour-Lampert, 2012). Αυτό συσχετίζεται και με τα δικά μας αποτελέσματα καθώς στις αθλήτριες δεν βρέθηκε συσχετισμός με την ισχύ , είναι πιθανόν άρα λαμβάνοντας υπόψιν και τα παραπάνω αυτό να σχετίζεται εκτός της ηλικίας και με το φύλο.

Άρα κυρίως ότι αφορά σε παιδιά και κυρίως στην παρούσα έρευνα που αφορά αθλήτριες πολύ νεαρής ηλικίας 6-8 ετών και παρόλο που διέθεταν πολύ καλή στατική ισορροπία δεν βρέθηκε το διμερές έλλειμμα να σχετίζεται ούτε με την ταχύτητα , ούτε με την ισορροπία ούτε με την ευκινησία και άρα πιθανόν να οφείλεται σε άλλους παράγοντες , όπως είναι η ικανότητα επιστράτευσης μυϊκών ινών που στη συγκεκριμένη περίπτωση λόγω του νεαρού βιολογικού επιπέδου ωρίμανσης των αθλητριών αναμενόμενο ήταν πως δεν υπήρξε η κατάλληλη ικανότητα επιστράτευσης μυϊκών ινών.

Επομένως είναι γνωστό από προγενέστερες μελέτες ότι το ένα πόδι άλμα προ διάτασης (CMJ) απαιτεί καλό νευρομυϊκό συντονισμό και ισορροπία παράμετροι που είναι συμβαδής με το βιολογικό επίπεδο ωρίμανσης .

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ball, N. B., & Scurr, J. C. (2009). Bilateral neuromuscular and force differences during a plyometric task. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1433-1441.
- Benjanuvatira, N., Lay, B. S., Alderson, J. A., & Blanksby, B. A. (2013). Comparison of ground reaction force asymmetry in one-and two-legged countermovement jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2700-2707.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and science in sports and exercise*, 28, 1402-1412.
- Ceroni, D., Martin, X. E., Delhumeau, C., & Farpour-Lambert, N. J. (2012). Bilateral and gender differences during single-legged vertical jump performance in healthy teenagers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 452-457.
- Conlon, J., Haff, G. G., Nimphius, S., Tran, T., & Newton, R. U. (2013). Vertical jump velocity as a determinant of speed and agility performance. *J. Aust. Strength Cond*, 21, 88-90.
- Germain, P., Germain, Y., Taoutaou, Z., Mimouni, N., Halin, R., & Buttelli, O. (2004). Déficit bilatéral chez l'enfant prépubère non entraîné. *Science & sports*, 19(1), 43-47.
- Hay, D., de Souza, V. A., & Fukashiro, S. (2006). Human bilateral deficit during a dynamic multi-joint leg press movement. *Human movement science*, 25(2), 181-191.
- Howard, J. D., & Enoka, R. M. (1991). Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *Journal of Applied Physiology*, 70(1), 306-316.
- Kobayashi, Y., Kubo, J., Matsuo, A., Matsubayashi, T., Kobayashi, K., & Ishii, N. (2010). Bilateral asymmetry in joint torque during squat exercise performed by long jumpers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2826-2830.
- Luk, H. Y., Winter, C., O'neill, E., & Thompson, B. A. (2014). Comparison of muscle strength imbalance in powerlifters and jumpers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 23-27.

- PaÈaÈsuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2000). Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre-and post-pubertal boys and men. *European journal of applied physiology*, 82(5-6), 459-464.
- Sale, D. G. (2003). Neural adaptation to strength training. *Strength and power in sport*, 281-314.
- Škarabot, J. (2016). Neural mechanisms of bilateral deficit in maximal force production in specific groups of athletes.
- Škarabot, J., Cronin, N., Strojnik, V., & Avela, J. (2016). Bilateral deficit in maximal force production. *European journal of applied physiology*, 116(11-12), 2057-2084.
- Veligekas, P., & Bogdanis, G. C. (2013). Bilateral deficit in vertical jumping in pre-pubertal boys and girls. *Journal of Physical Education and Sport*, 13(1), 120
- Viitasalo, J. T., Salo, A., & Lahtinen, J. (1998). Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 78(5), 432-440.