



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΤΟΜΕΑΣ
ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΤΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΕΠΙΚΟΝΤΩ - ΜΙΑ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

Νικολέτα Σκορδαλή

Επιβλέπων Καθηγητής: Απόστολος Θεοδώρου

Ιούνιος 2021

© Copyright
Σκορδαλή Νικολέτα
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 17237, Δάφνη, Αθήνα

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΤΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ - ΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τη διερεύνηση της επίδρασης της ασυμμετρίας του μήκους του διασκελισμού της νικήτριας του τελικού του άλματος επί κοντώ στους πανευρωπαϊκούς αγώνες του 2017 στην επιτυχία του άλματος. Η ασυμμετρία του διασκελισμού κατά τη διάρκεια της φόρας τρεξίματος στο άλμα επί κοντώ φαίνεται να έχει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη του άλματος. Για να διαπιστωθεί αυτό, συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά της φόρας τρεξίματος των αλμάτων της νικήτριας του αγώνα. Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος ήταν 62kg., 172 cm, 27 ετών και ατομική επίδοση 4.91. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε με τη καταγραφή από κάμερα υψηλής ταχύτητας (CasioEXF1, CasioComputerCo. Ltd, ShibuyaJapan), καταγράφοντας στα 300 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Ενώ η ψηφιοποίηση των δεδομένων έγινε με το APAS 13.3.0.3 (ArielDynamics, Inc., TrabucoCanyon, CA). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε καμία ασυμμετρία στο μήκος του διασκελισμού, ενώ ασυμμετρία παρατηρήθηκε στις παραμέτρους της συχνότητας και της ταχύτητας του διασκελισμού, ειδικά στα αποτυχημένα άλματα. Σαν συμπέρασμα βρέθηκε ότι η ασυμμετρία σε κάποιες από τις παραμέτρους της φόρας τρεξίματος επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις, άρα και αποτυχημένα άλματα.

Λέξειςκλειδιά: asymmetry, foot asymmetry, step length, step velocity, step frequency

Περιεχόμενα:

Περίληψη.....	i
Κατάλογος πινάκων	ii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Το άλμα επί κοντώ.....σελ.	1
1.2 Παράμετροι ταχύτητας.....σελ.	1
1.3 Κινηματικά χαρακτηριστικά της φόρας στο άλμα επί κοντώ	σελ. 4
1.4 Ασυμμετρία του μήκους διασκελισμού.....σελ.	4
1.5 Ασυμμετρία και άλμα επί κοντώ.....σελ.	4
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	
2.1 Δείγμα.....σελ.	5
2.2 Συλλογή δεδομένων.....σελ.	6
2.3 Ανάλυση δεδομένων.....σελ.	7
2.4 Στατιστική ανάλυση.....σελ	7
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
3.1 Αποτελέσματα αλμάτων.....σελ.	9
3.2 Ανάλυση συμμετρίας.....σελ.	13
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗσελ.	14
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑσελ.	16
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑσελ.	17

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 Τιμές των τελευταίων 8 διασκελισμών όλων των αλμάτων στην παράμετρο της ταχύτητας διασκελισμούσελ.10

Πίνακας 3.2 Τιμές των τελευταίων 8 διασκελισμών όλων των αλμάτων στην παράμετρο της συχνότητας διασκελισμού.....σελ.11

Πίνακας 3.3 Τιμές των τελευταίων 8 διασκελισμών όλων των αλμάτων στην παράμετρο του μήκους διασκελισμού.....σελ.12

Πίνακας 3.4 Paired-t-test για όλες τις κινηματικές παραμέτρους μεταξύ επιτυχημένων και αποτυχημένων αλμάτων.....σελ.13

Πίνακας 3.5 Τιμές της ασυμμετρίας για όλες τις κινηματικές παραμέτρους μεταξύ των αποτυχημένων και επιτυχημένων αλμάτων.....σελ.14

1. Εισαγωγή:

1.1. Το άλμα επί κοντώ:

Το άλμα επί κοντώ από την έναρξη του, μέχρι και την τελική φάση του άλματος που ο αθλητής ακουμπά το σώμα του στο στρώμα, χαρακτηρίζεται από τέσσερις βασικές επιμέρους φάσεις. Η πρώτη φάση είναι αυτή της φάσης της φόρας, όπου αναπτύσσεται η ταχύτητα για την εκτέλεση του άλματος, η δεύτερη φάση είναι αυτή της ώθησης και της εξάρτησης από το κοντάρι με τον αθλητή να χρησιμοποιεί το κοντάρι για να μπορέσει να μεταφέρει το σώμα του κοντά στον πήχη, η τρίτη φάση είναι η φάση της πτήσης όπου ο αθλητής έχει αποχωριστεί το κοντάρι και περνά τον πήχη, και τέλος η φάση της προσγείωσης με τον αθλητή να οδηγείται από την επίδραση της βαρύτητας στο στρώμα (Φαφούτης& Ευθυμίου, 1994). Παρακάτω θα γίνει αναφορά στην πρώτη φάση του άλματος, την φάση της φόρας, όπως και την επίδραση της ταχύτητας και των παραμέτρων αυτής στο τελικό άλμα.

1.2. Παράμετροι ταχύτητας.

Η ταχύτητα αποτελεί ένα βασικό στοιχείο σε όλα τα αθλήματα και ειδικότερα στα αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού. Η ταχύτητα εξαρτάται από την συχνότητα και το μήκος του διασκελισμού και είναι αποτέλεσμα αυτών των δύο παραμέτρων (Bergamini, 2011), ενώ η ταχύτητα της μέγιστης φόρας επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης της ταχύτητας του διασκελισμού. Η πιο αποδεκτή θεωρία υποστηρίζει πως οι δρομείς επιτυγχάνουν την μέγιστη ταχύτητα τους αυξάνοντας πρώτα το μήκος διασκελισμού έτσι ώστε να αναπτυχθεί η ταχύτητα σε υπομέγιστα επίπεδα και στη συνέχεια επιδιώκεται η αύξηση της συχνότητας διασκελισμού έτσι ώστε να επιτύχουν στην μέγιστη ταχύτητα τους.(Luhtanen&Comi, 1978`Weyand, Sternling,

Bellizzi,&Wright,2000`Mero&Comi,1986`Kuitunen,Komi&Kyröläinen,2002).

Επιπλέον, σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη της μέγιστης ταχύτητας γίνονται φανερές μεταξύ των δύο φύλων, με τους άντρες να αναπτύσσουν μεγαλύτερη επιτάχυνση κατά την πρώτη φάση της φόρας, πιθανόν εξαιτίας της μεγαλύτερης μυϊκής ισχύς που διαθέτουν, αν και η συχνότητα τους και το μήκος του διασκελισμού τους κυμαίνεται σχεδόν στα ίδια επίπεδα (Debaere, Jonkers&Delecluse, 2013).Όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω, η ανάπτυξη της ταχύτητας ενός αθλητή είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, που

ο καθένας παίζει το δικό του και σημαντικό ρόλο αντίστοιχα, στην ανάπτυξη της μέγιστης ταχύτητας. Όπως θα αναφερθεί παρακάτω αναλυτικότερα, τα άλματα του κλασικού αθλητισμού δεν χρησιμοποιούν την μέγιστη ανάπτυξη της ταχύτητας του αθλητή αλλά τη μέγιστη ελεγχόμενη ταχύτητα με αποτέλεσμα να αλλάζουν οι παράμετροι και να διαμορφώνουν μία πιο σύνθετη ανάπτυξη φόρας. Σύμφωνα με τον Bosco (1986), όσον αφορά την ανάπτυξη μέγιστης της φόρας στα άλματα, συμβαίνει το εξής φαινόμενο. Ενώ η μέγιστη ταχύτητα του αθλητή φτάνει στο αποκορύφωμα της, η μία εκ των δύο παραμέτρων, για παράδειγμα αυτής του μήκους του διασκελισμού αυξάνεται, η αντίστοιχη της συχνότητας τείνει να μειώνεται. Οι δύο αυτές παράμετροι είναι διαφορετικές, με την συχνότητα του διασκελισμού να εξαρτάται από τη συχνότητα των διασκελισμών ανά δευτερόλεπτο, και το μήκος του διασκελισμού να εξαρτάται από το χρόνο πτήσης του αθλητή κατά τη φάση της αιώρησης (Hunter, 2004).

1.3. Κινηματικά χαρακτηριστικά της φόρας στο άλμα επί κοντώ.

Η φάση της φόρας σε όλα τα άλματα του κλασικού αθλητισμού όπως και στο άλμα επί κοντώ, αποτελείται από τρεις επιμέρους φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η φάση της επιτάχυνσης με τον αθλητή να αναπτύσσει την αρχική ταχύτητα, η δεύτερη φάση είναι εκείνη της φάσης της διατήρησης της ταχύτητας, και τέλος η φάση της εκ νέου επιτάχυνσης και προετοιμασίας του αθλητή για την ώθηση στη βαλβίδα. Άλλο ένα βασικό κομμάτι της φόρας των αλμάτων είναι η ακρίβεια της, η οποία παίζει καθοριστικό ρόλο στην ορθή εκτέλεση του άλματος, διότι προσδίδει τη σταθερότητα στο συνολικό μήκος της. Σύμφωνα με τον Hay (1988) κάθε αθλητής χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο μοτίβο για την ανάπτυξη της φόρας του, γεγονός που τον οδηγεί σε μία σταθερότητα της δομής της φόρας, με σταθερό μήκος διασκελισμού καθ' όλη τη διάρκεια της, αλλάζοντας τη συχνότητα στις επιμέρους φάσεις της. Η διαφοροποίηση μεταξύ της σταθερότητας της φόρας γίνεται εμφανής σε αθλητές υψηλού και χαμηλότερου επιπέδου, όπως επίσης και σε αθλητές διάφορων ηλικιών. Επιπλέον διαφορά των αθλητών υψηλού και χαμηλότερου επιπέδου φαίνεται και στο μήκος της φόρας, με τους πρώτους να περνούν σε μήκος τα 30 μέτρα, φόρα που αντιστοιχεί έως και σε 20 με 22 διασκελισμούς. Οι ικανότητες, η εμπειρία, το φύλο και η ηλικία, όπως και οι αγωνιστικές συνθήκες λαμβάνονται υπόψη στη σωστή εκτέλεση της φόρας, ενώ ο προπονητής εκτελεί χρέη καθοδηγητή για τον αθλητή, ελέγχοντας τυχόν αποκλείσεις, από τα σημάδια που τοποθετούνται στις επιμέρους φάσεις της φόρας. Η φάση της φόρας στο άλμα επί κοντώ δεν αποτελεί εξαίρεση της παραπάνω αναφοράς, όσον αφορά την ανάπτυξη της ταχύτητας στα άλματα κλασικού αθλητισμού. Η βασική της διαφορά είναι ότι ο αθλητής χρησιμοποιεί

σε όλο το μήκος της φόρας και το κοντάρι το οποίο μεταφέρεται έως τη φάση της τοποθέτησης του στη βαλβίδα για την έναρξη της ώθησης. Σκοπός της φάσης φόρας στο άλμα επί κοντώ είναι η ανάπτυξη της μέγιστης ελεγχόμενης οριζόντιας ταχύτητας η οποία στην συνέχεια θα μετατραπεί σε κάθετη για να πραγματοποιηθεί το άλμα. Όσο μεγαλύτερη η οριζόντια ταχύτητα, τόσο ευκολότερα θα μπορεί να μεταφερθεί στο κοντάρι, όπου με τη σειρά του θα την απορροφήσει και θα την μετατρέψει, λόγω της ελαστικότητας του, σε δυναμική ενέργεια για την ανάπτυξη της κάθετης ταχύτητα, γεγονός που εξαρτάται από το ύψος της λαβής και την ικανότητα του αθλητή. Η φάση φόρας σε αθλητές υψηλού επιπέδου κυμαίνεται σε 36 με 42 μέτρα σε μήκος και αποτελείται από τρεις επιμέρους φάσεις. Η πρώτη φάση αποτελείται από 4-6 διασκελισμούς και σκοπός της είναι να αποκτήσει ο αθλητής μια αρχική επιτάχυνση με ομαλό και άνετο τρόπο, με το κοντάρι να βρίσκεται σχεδόν κάθετα με το έδαφος, υποβασταζόμενο μονόπλευρα από τον αθλητή. Η δεύτερη φάση αποτελείται από 10 περίπου διασκελισμούς με τον αθλητή να πραγματοποιεί σταδιακό χαμήλωμα του κονταριού, από την κάθετη θέση στην σχεδόν παράλληλη με το έδαφος. Επίσης ο αθλητής αλλάζει την αρχική επιτάχυνση που έχει αποκτήσει από την πρώτη φάση σε ταχύτητα. Τέλος, η τρίτη φάση είναι η επίθεση στην βαλβίδα και εκ νέου επιτάχυνση με ταυτόχρονο σήκωμα των χεριών, τοποθετώντας προοδευτικά το κοντάρι στη βαλβίδα και αποτελείται συνολικά από 4 με 6 διασκελισμούς. Ο αθλητής αφού έχει αναπτύξει την μέγιστη ελεγχόμενη ταχύτητα του, πρέπει στην φάση αυτή να τοποθετήσει με ακρίβεια το κοντάρι στην βαλβίδα και να πραγματοποιήσει την ώθηση σε συγκεκριμένο σημείο για να περάσει στη φάση της απογείωσης. Επίσης πρέπει να σημειωθεί πως στο άλμα επί κοντώ ο αθλητής δεν μπορεί να φθάσει την μέγιστη ταχύτητα του όπως στο ελεύθερο τρέξιμο καθώς η μεταφορά του κονταριού αποτρέπει κάτι τέτοιο. Αυτό συμβαίνει διότι κατά την μεταφορά του κονταριού υπάρχει περιορισμένη κίνηση των χεριών και μειωμένη περιστροφή των ώμων, κατά συνέπεια να επηρεάζεται ο συντονισμός των ποδιών και έτσι υπάρχει απώλεια ταχύτητας. Επιπλέον οι πλευρικές κινήσεις του κονταριού δημιουργούν περεταίρω ανισορροπίες. Εξαιτίας της μεταφοράς του κονταριού από τον αθλητή παρατηρούνται διαφοροποιήσεις κατά την εκτέλεση της φόρας. Μερικές από αυτές είναι η μείωση της ταχύτητας, η αστάθεια του κέντρου μάζας σώματος (ΚΜΣ) εξαιτίας των πλευρικών κινήσεων του κονταριού, οι μεγάλες κινήσεις των ώμων και των χεριών, το μήκος και το βάρος του κονταριού και τέλος η ασυμμετρία του μήκους του διασκελισμού.

1.4. Ασυμμετρία του μήκους διασκελισμού.

Ένας παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη της ταχύτητας κατά τη διάρκεια της φόρας είναι η ασυμμετρία του μήκους του διασκελισμού. Η ασυμμετρία χαρακτηρίζεται από τη διαφορά στο μήκος του διασκελισμού από το ένα πόδι στο άλλο και επηρεάζουν τις κινηματικούς παραμέτρους κατά τη διάρκεια που ο αθλητής εκτελεί το τρέξιμο της φόρας. Αυτό μπορεί να συμβαίνει εξαιτίας της διαφοράς της δύναμης από το ένα κάτω άκρο στο άλλο, την ικανότητα του συντονισμού του διασκελισμού, όπως επίσης και από κάποιες μυϊκές αδυναμίες ή ελλείψεις που πιθανόν να παρουσιάζει ο αθλητής από το ένα πόδι στο άλλο (Frayne, 2014). Επιπλέον, αυτές οι διαφορές που προκαλούν ασυμμετρία μπορεί να προκαλέσουν διάφορους τραυματισμούς που με τη σειρά τους να προκαλέσουν ακόμα μεγαλύτερη ασυμμετρία στο μήκος του διασκελισμού (Haugen,etal. 2017·Ciacci,DiMichele, Fantozzi, Merni&Mokha, 2013), ενώ σύμφωνα με τους Exell&Kerwin (2017)η ασυμμετρία διάφορων αρθρώσεων των κάτω άκρων και της δύναμης τους, όπως και η ασυμμετρία μεταξύ των κάτω άκρων και του αστραγάλου παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της επιτάχυνσης και της ταχύτητας. Η προσωποποιημένη αλληλεπίδραση της ασυμμετρίας μπορεί να είναι λειτουργική ή δυσλειτουργική για κάθε αθλητή, ενώ ταυτόχρονα να μην επηρεάζει τόσο την απόδοση του καθώς ο αθλητής έχει διαμορφώσει κινηματικές αντισταθμίσεις (Lockie, Callaghan, Berry, Cooke, Jordan, Luczo&Jeffriess, 2014). Ειδικότερα, σύμφωνα με τους Bishop, Chavda&Turner (2017)η ασυμμετρία μετριέται με την γωνία συμμετρίας, όπου είναι η γωνία που δημιουργείται από τους διασκελισμούς και το μήκος τους και οποιαδήποτε απόκλιση μεγαλύτερη των 45°, ονομάζεται ασυμμετρία. Ενώ, οι διαφοροποιήσεις και οι ασυμμετρίες μεταξύ των άκρων, φαίνεται να είναι εξαρτώμενες από τη δραστηριότητα (Bishop, Turner, Jarvis, Chavda&Read, 2017).

1.5. Ασυμμετρία και άλμα επί κοντώ.

Η μεταφορά του κονταριού κατά τη διάρκεια της φόρας στο άλμα επί κοντώ προκαλεί μείωση της οριζόντιας δύναμης όπως και της ταχύτητας, με αποτέλεσμα ο αθλητής να χάνει την ικανότητα για ανάπτυξη της οριζόντιας ταχύτητας (Frere,Cassirame&Sanchez, 2017). Επιπλέον, σύμφωνα με τον Novacheck (1998) η τοποθέτηση του κονταριού κατά τη μεταφορά του στη μία πλευρά του σώματος σε όλα τη διάρκεια της φάσης της φόρας, προκαλεί ταυτόχρονες ασυμμετρίες στα χέρια και στις κινήσεις των ώμων, όπως επίσης και στον συντονισμό των ποδιών

και της στροφής της λεκάνης. Η ασυμμετρία του διασκελισμού κατά τη φάση της φόρας στο άλμα επί κοντώ είναι εξαιρετικά σημαντική για τους αθλητές και τους προπονητές, καθώς παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της μέγιστης ελεγχόμενης ταχύτητας όπως και στην ακρίβεια στη φόρα καθώς και οποιαδήποτε αλλαγή σε αυτά τα στοιχεία επηρεάζουν όλη τη δομή της φόρας, γεγονός που οδηγεί σε επιτυχημένο ή αποτυχημένο άλμα. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να καταγράφεται, να μετριέται και να διερευνάται, ούτως ώστε να μπορεί να διορθωθεί και να μην υπάρχουν μεγάλες διαφοροποιήσεις από άλμα σε άλμα, δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια του αγώνα ο αθλητής χρησιμοποιεί το ίδιο μήκος φόρας, με τον ίδιο ρυθμό και ταχύτητα τρεξίματος, αλλά αλλάζει το ύψος του πήχη και το μήκος ή η σκληρότητα του κονταριού για να πραγματοποιηθεί ένα ψηλότερο άλμα. Σύμφωνα με τους Theodorou, Panoutsakopoulos&Exell, (2016) οι αθλητές κατά τη φάση της προσέγγισης στην βαλβίδα παρότι τείνουν να αυξάνουν τη συχνότητα του διασκελισμού περισσότερο από το μήκος του, καταφέρνουν να διατηρούν την ταχύτητα τους χωρίς να παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ασυμμετρίες σε αυτήν. Επιπλέον, οι Theodorouetal. (2017), παρατήρησαν την έλλειψη της ασυμμετρίας του μήκους και της συχνότητας του διασκελισμού στην τελική φάση της προσέγγισης στη βαλβίδα σε άντρες αθλητές υψηλού επιπέδου. Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να διαπιστωθεί η εξάρτηση, η κατεύθυνση και το μέγεθος των χαρακτηριστικών της ασυμμετρίας του διασκελισμού μίας αθλήτριας υψηλού επιπέδου του άλματος επί κοντώ μεταξύ των επιτυχημένων και των αποτυχημένων προσπαθειών της κατά τη διάρκεια του αγώνα. Η υπόθεση ήταν, ότι το αποτέλεσμα της προσπάθειας (επιτυχημένης ή αποτυχημένης), σχετιζόταν με τα μοτίβα του διασκελισμού και το μέγεθος της ασυμμετρίας μεταξύ των δύο ποδιών. Ο σκοπός ήταν να ενημερωθούν οι προπονητές και να μπορούν να παρέχουν ανατροφοδότηση στους αθλητές τους με πληροφορίες που θα χρησιμοποιηθούν αγωνιστικά και προπονητικά, για να διαπιστωθούν οι πιο βασικοί παράμετροι που παίζουν ρόλο στο επιτυχημένο άλμα.

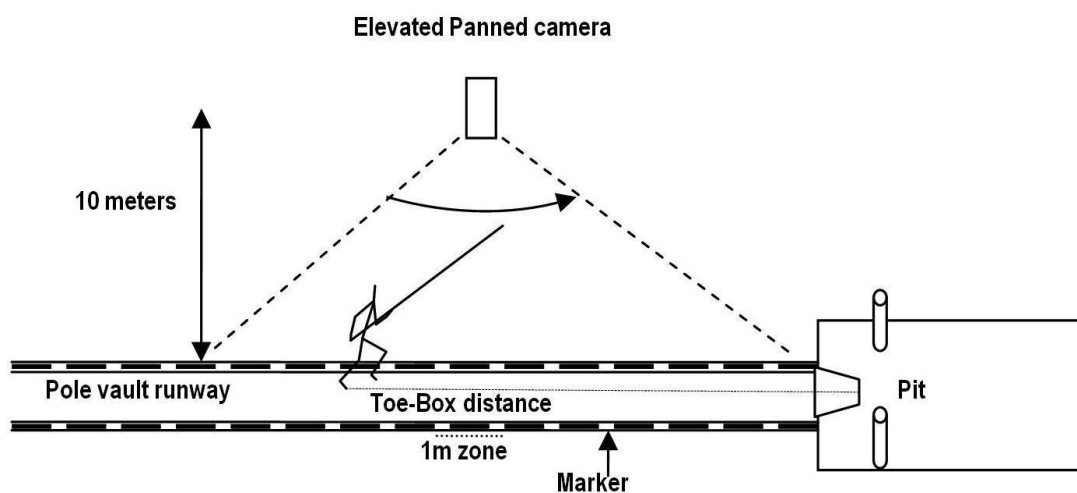
2. Μεθοδολογία

2.1 Δείγμα:

Το δείγμα αποτέλεσε η νικήτρια (ηλικία 27, σωματικό ύψος 1.72m, βάρος 62κ και ατομική επίδοση 4.90) του τελικού του άλματος επί κοντώ στο πανευρωπαϊκό πρωτάθλημα κλειστού στίβου του 2017 στο Βελιγράδι. Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις δόθηκε έγκριση από τους διοργανωτές των αγώνων από την επιτροπή ηθικής και δεοντολογίας του πανεπιστημίου (αρ. έγκρισης 14973/2017).

2.2 Συλλογή δεδομένων:

Ειδικά σημάδια αναφοράς τοποθετήθηκαν με 1 μέτρο απόσταση μεταξύ τους παράλληλα με τον διάδρομο τρεξίματος της φόρας. Η φάση της προσέγγισης κάθε άλματος, καταγράφηκε από κάμερα υψηλής ταχύτητας (CasioEXF1, CasioComputerCo. Ltd, ShibuyaJapan), καταγράφοντας στα 300 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Η κάμερα κατέγραψε την αθλήτρια με την τεχνική panning. Σε όλες της προσπάθειες της αθλήτριας, η κάμερα ήταν τοποθετημένη στην κερκίδα, σε απόσταση 10 μέτρων από το μέσο του διαδρόμου τρεξίματος και σε ύψος περίπου 3 μέτρα από τον διάδρομο, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3. Ως «Polevault runway» ορίζεται ο διάδρομος τρεξίματος, «Marker» οι δείκτες, «1m zone» η απόσταση ενός μέτρου μεταξύ των δεικτών, «Elevated Panned camera» το σημείο που είχε τοποθετηθεί η κάμερα και «Pit» το σκάμμα του επί κοντώ.

Η μέθοδος προτάθηκε από τον Chow (1987) και προσαρμόστηκε από τους Hay&Koh (1988) για τον ακριβή προσδιορισμό της απόστασης του σημείου τοποθέτησης του ποδιού, που υπολογίστηκε από το κοντινότερο σημάδι (toe-marker-distance /TMD) και το πίσω μέρος του κουτιού (Toe-Box-Distance/TBD). Το TBD μετρήθηκε ως η απόσταση από την μύτη του παπουτσιού της αθλήτριας κατά τη στιγμή της ώθησης στον διάδρομο μεταξύ των δύο κοντινότερων σημαδιών. Επιπρόσθετα, η εγκυρότητα της μεθόδου μέτρησης για τον καθορισμό

του TBD, επιτεύχθηκε με τη σύγκριση των ήδη γνωστών αποστάσεων με το αποτέλεσμα της διαδικασίας που προαναφέρθηκε παραπάνω στο κείμενο, χρησιμοποιώντας βίντεο από σταθερή, σε τρίποδο, τοποθετημένη κάμερα, πανομοιότυπα με τις πραγματικές καταγραφές (Theodorouetal., 2016).

2.3 Ανάλυση Δεδομένων

Τα βίντεο αναλύθηκαν ψηφιοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το APAS 13.3.0.3 (ArielDynamics, Inc., TrabucoCanyon, CA). Η ανάλυση έγινε στα καρέ που περιείχαν τη στιγμή της τοποθέτησης του ποδιού στο έδαφος σε κάθε διασκελισμό, ενώ η έναρξη της έγινε από την τελευταία φάση της προσέγγισης (τελευταίοι 10 διασκελισμοί) σε όλες τις προσπάθειες κατά τη διάρκεια του αγώνα. Ο τελευταίος διασκελισμός της προσέγγισης στη βαλβίδα εξαιρέθηκε από την ανάλυση, αφού δεν αποτελεί χαρακτηριστικό κινηματικό μοτίβο της φόρας, δεδομένου ότι η αθλήτρια προετοιμάζεται για την τοποθέτηση του κονταριού στην βαλβίδα (Makaruk, Porter, Starzak, &Szymczak, 2016). Το TBD μετρήθηκε ως η οριζόντια απόσταση μεταξύ του μεγάλου δακτύλου του αθλητή και την πίσω άκρη του κουτιού, ενώ το μήκος του διασκελισμού (SL) μετρήθηκε αφαιρώντας τις δυο διαδοχικές αποστάσεις από το κουτί (Berg&Greer, 1995). Η διάρκεια του διασκελισμού (t) ορίστηκε από την στιγμή που το δάχτυλο του ποδιού ακουμπά στο έδαφος έως το αντίθετο πόδι να ακουμπήσει στο έδαφος. Ο χρόνος πτήσης του διασκελισμού (Tf) ορίστηκε ως ο χρόνος μεταξύ της περιόδου όπου το ένα πόδι ολοκληρώνει την επαφή με το έδαφος έως την επαφή του άλλου ποδιού με το έδαφος. Ο χρόνος επαφής με το έδαφος ορίζεται ως Tc. Η ταχύτητα κάθε διασκελισμού (SV) μετρήθηκε με την εξίσωση

$$SV = \frac{SL}{t} \quad \text{ενώ η συχνότητα του διασκελισμού (SF) με την εξίσωση}$$
$$SF = \frac{1}{(Tc + Tf)}.$$

2.4 Στατιστική ανάλυση:

Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση (SD) του μήκους, της συχνότητας και του SV μεταξύ των προσπαθειών της αθλήτριας μετρήθηκαν με περιγραφική στατιστική ανάλυση. Για να διευρυνθεί η εξάρτηση μεταξύ του μήκους και της συχνότητας του διασκελισμού της αθλήτριας, πραγματοποιήθηκε ανάλυση

παρόμοια με αυτή που παρουσιάστηκε από τους Saloetal., (2011). Για κάθε διασκελισμό που αναλύθηκε, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των 10.000 δειγμάτων (Matlab, R2019b), με το μήκος, τη συχνότητα και τη ταχύτητα διασκελισμού να είναι οι μεταβλητές που μετρήθηκαν. Οι διαφορές στις Pearson's (r) συσχετίσεις μεταξύ της ταχύτητας – μήκους του διασκελισμού και της ταχύτητας- συχνότητας διασκελισμού (συχνότητα διασκελισμού – ταχύτητα μείον μήκος διασκελισμού – ταχύτητα) μετρήθηκαν και αυτές για κάθε δείγμα- λήψη. Ποσοστιαία διαστήματα εμπιστοσύνης μετρήθηκαν στο 90% για να διαπιστωθούν οι διαφορές στις συσχετίσεις των μεταβλητών, με αυτές τις μεταβλητές να χρησιμοποιούνται για να υποδηλώσουν την εξάρτηση του μήκους του διασκελισμού ή της συχνότητας του διασκελισμού. Μία προσπάθεια, βρέθηκε να είναι εξαρτημένη από το μήκος του διασκελισμού, καθώς η μέση διαφορά απόκλισης ήταν θετική, με το χαμηλότερο όριο να βρίσκεται στο 90% του διαστήματος εμπιστοσύνης ≥ -0.1 . Παρόμοια, οι προσπάθειες που βρέθηκαν να είναι εξαρτημένες από τη συχνότητα του διασκελισμού, είχαν αρνητική μέση διαφορά απόκλισης, με το μεγαλύτερο όριο διαστήματος εμπιστοσύνης να βρίσκεται στο ≤ 0.1 . Σε άλλες περιπτώσεις, οι προσπάθειες ταξινομήθηκαν ως μη εξαρτώμενες (NR).

Η ασυμμετρία της αθλήτριας μετρήθηκε από τα χαρακτηριστικά του διασκελισμού, σύμφωνα με την μέθοδο που παρουσιάστηκε από τους Exell, Gittoes, IrwinandKerwin (2012a). Το πόδι ώθησης της αθλήτριας ορίστηκε ως πόδι μη μεταφοράς του κονταριού (NonPoleCarrying/NPC), ενώ το άλλο πόδι ως το πόδι μεταφοράς το κονταριού(PoleCarrying/PC).

Οι τιμές ασυμμετρίας ποσοτικοποιήθηκαν μεταξύ των μέσων τιμών για τους διασκελισμούς που ξεκίνησαν από το πόδι ώθησης PC και των διασκελισμών που ξεκίνησαν από το πόδι NPC της αθλήτριας χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της Γωνίας Συμμετρίας (θ_{SYM}) που παρουσίασαν οι Zifchock, DavisHigginsonandRoyer (2008). Οι τιμές της γωνίας συμμετρίας μετρηθήκανε με την εξίσωση

$$\theta_{SYM} = \frac{\left(45^\circ - \arctan\left(\frac{x_{NPC}}{x_{PC}}\right) \right)}{90^\circ} \times 100\%$$

όπου θ_{SYM} η γωνία συμμετρίας, X_{PC-NPC} οι μέσες τιμές για τους διασκελισμούς των PC-NPC και X_{NPC-PC} οι τιμές για τους διασκελισμούς των NPC-PC αντίστοιχα. Ωστόσο, αν :

$$\left(45^\circ - \arctan\left(\frac{x_{NPC}}{x_{PC}}\right) \right) > 90^\circ$$

Τότε η παραπάνω εξίσωση αντικαθίστατο από

$$\theta_{SYM} = \frac{\left(45^{\circ} - \arctan\left(\frac{x_{NPC}}{x_{PC}}\right) - 180^{\circ}\right)}{90^{\circ}} \times 100\%$$

Μετά από τεστ ελέγχου κανονικότητας (Shapiro-Wilk) πραγματοποιήθηκε τεστ ManWhitnetU μεταξύ των PC-NPC και NPC-PC για κάθε διασκελισμό για να διαπιστωθεί αν η ασυμμετρία κάθε μεταβλητής ήταν στατιστικά σημαντική ($p \leq 0.05$) σε σχέση με την μεταβλητότητα εντός των άκρων (Exelletal., 2012b).

3. Αποτελέσματα:

3.1 Αποτελέσματα αλμάτων:

Σύμφωνα με τη περιγραφική ανάλυση των αποτελεσμάτων, στους πίνακες 3.1, 3.2 και 3.3 δίνονται τα ακριβή αποτελέσματα για κάθε ένα διασκελισμό όλων των προσπαθειών της αθλήτριας, επιτυχημένων και αποτυχημένων, από τον 8^ο διασκελισμό από το τέλος έως και τον 2^ο διασκελισμό, εξαιρώντας τον τελευταίο διασκελισμό όπου πραγματοποιήθηκε η ώθηση, όσον αφορά όλες τις κινηματικές παραμέτρους μέτρησης (SV, SF και SL).

Πίνακας 3.1 Τιμές των 8 διασκελισμών όλων των αλμάτων στη παράμετρο της ταχύτητας του διασκελισμού (SV) για τα επιτυχημένα (ο) και αποτυχημένα (x) άλματα.

ΑΛΜΑΤΑ	2ος	3ος	4ος	5ος	6ος	7ος	8ος
4.55x	7,85	8,51	8,09	8,39	7,90	7,95	7,023
4.55xo	7,69	8,61	7,95	8,28	7,8	8,00	7,28
4.65o	7,89	8,57	7,98	7,97	7,85	8,09	7,35
4.80o	7,84	8,49	8,18	7,83	8,24	7,54	7,27
4.85o	7,77	8,72	7,90	8,12	7,83	7,95	7,41
4.91x	7,88	8,53	7,92	8,48	7,68	7,97	7,24
4.91xx	7,60	8,67	7,79	8,51	7,72	8,14	7,30
4.91xxx	7,78	8,33	8,30	8,19	7,64	8,25	7,41
Mean(o)	7,80	8,60	8,00	8,05	7,93	7,90	7,33
SD	0,09	0,10	0,12	0,19	0,21	0,25	0,06
Mean(x)	7,77	8,51	8,02	8,39	7,73	8,08	7,24
SD	0,13	0,14	0,22	0,14	0,12	0,15	0,17
Mean όλα	7,79	8,55	8,01	8,22	7,83	7,99	7,299

Πίνακας 3.2 Αποτελέσματα των 8 διασκελισμών όλων των αλμάτων στη παράμετρο της συχνότητας του διασκελισμού (SF) για τα επιτυχημένα άλματα (ο) και για τα αποτυχημένα άλματα (x).

ΑΛΜΑΤΑ	2ος	3ος	4ος	5ος	6ος	7ος	8ος
4.55x	4,29	4,76	4,29	4,48	4,11	4,17	3,80
4.55xo	4,23	4,76	4,29	4,41	4,17	4,23	3,95
4.65o	4,23	4,41	4,17	4,11	4,29	4,29	3,95
4.80o	4,29	4,69	4,29	4,29	4,00	4,23	3,85
4.85o	4,29	4,69	4,17	4,41	4,17	4,23	3,90
4.91x	4,29	4,62	4,23	4,48	4,11	4,23	3,90
4.91xx	4,23	4,76	4,17	4,41	4,05	4,35	3,80
4.91xxx	4,17	4,48	4,17	4,29	4,11	4,35	3,95
Mean(o)	4,26	4,64	4,23	4,30	4,15	4,24	3,91
<i>SD</i>	0,03	0,15	0,07	0,14	0,12	0,03	0,05
Mean(x)	4,24	4,65	4,21	4,41	4,10	4,27	3,86
<i>SD</i>	0,06	0,14	0,06	0,09	0,03	0,09	0,07
Μeanόλα	4,25	4,65	4,22	4,36	4,13	4,26	3,88

Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα των 8 διασκελισμών όλων των αλμάτων στη παράμετρο του μήκους του διασκελισμού (SL) για τα επιτυχημένα άλματα (ο) κι για τα αποτυχημένα (x).

ΑΛΜΑΤΑ	2ος	3ος	4ος	5ος	6ος	7ος	8ος
4.55x	1,83	1,79	1,89	1,88	1,92	1,91	1,85
4.55xo	1,82	1,81	1,86	1,88	1,87	1,90	1,85
4.65o	1,87	1,94	1,92	1,94	1,83	1,89	1,86
4.80o	1,83	1,81	1,91	1,83	2,06	1,78	1,89
4.85o	1,81	1,86	1,90	1,84	1,88	1,88	1,90
4.91x	1,84	1,85	1,87	1,89	1,87	1,89	1,86
4.91xx	1,80	1,82	1,87	1,93	1,91	1,87	1,92
4.91xxx	1,87	1,86	1,99	1,91	1,86	1,90	1,88
Mean(o)	1,83	1,86	1,89	1,87	1,91	1,86	1,88
<i>SD</i>	0,02	0,06	0,03	0,05	0,10	0,05	0,03
Mean (x)	1,83	1,83	1,91	1,90	1,89	1,89	1,88
<i>SD</i>	0,03	0,03	0,06	0,02	0,03	0,02	0,03
Μεανόλα	1,83	1,84	1,90	1,89	1,90	1,88	1,88

Πίνακας 3.4 Paired-t-test για όλες τις κινηματικές παραμέτρους μεταξύ των επιτυχημένων (ο) και αποτυχημένων (x) αλμάτων.

	SV(m/sec)	SF(Hz)	SL(m)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
Jump x	7,96	4,25	1,88
	0,42	0,25	0,03
Jump o	7,94	4,25	1,87
	0,37	0,22	0,03
p	0,76	0,91	0,67

3.2 Ανάλυση συμμετρίας:

Σύμφωνα με το πίνακα 3.5 από τα συνολικά 8 άλματα που πραγματοποίησε η αθλήτρια όλα, επιτυχημένα και αποτυχημένα, παρουσίασαν συμμετρία στο SL. Στο SF όλα τα άλματα παρουσίασαν συμμετρία εκτός από το 8^ο και το 7^ο άλμα που ήταν και αποτυχημένα. Στο SV παρουσίασαν ασυμμετρία το 7^ο άλμα και το 6^ο άλμα που ήταν αποτυχημένα και το 2^ο που ήταν επιτυχημένο. Όλα τα υπόλοιπα άλματα παρουσίασαν συμμετρία. Στον πίνακα αυτό το 0 σημαίνει συμμετρία ενώ το 1 ασυμμετρία σε όλες τις στήλες, ενώ στην τελευταία στήλη το 2 σημαίνει αποτυχημένο άλμα και το 1 επιτυχημένο.

Πίνακας 3.5 Τιμές της ασυμμετρίας για όλες τις κινηματικές παραμέτρους μεταξύ των αποτυχημένων και επιτυχημένων αλμάτων.

ΑΛΜΑΤΑ	SL	SL	SF	SF	SV	SV	E/A
1ο	-0,2898	0	2,5864	0	2,2485	0	2
2ο	0,2157	0	2,2883	0	2,4725	1	1
3ο	0,9148	0	0,8519	0	1,7682	0	1
4 ^ο	-1,9645	0	2,2085	0	0,2740	0	1
5ο	-0,0399	0	1,7295	0	1,6940	0	1
6ο	0,2797	0	2,3041	0	2,5764	1	2
7ο	-8,489	0	3,3129	1	3,3160	1	2
8ο	-0,1534	0	2,0503	1	1,8836	0	2

4. Συζήτηση

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, η νικήτρια του τελικού του άλματος επί κοντώ στους Πανερωπαϊκούς αγώνες του 2017 στο Βελιγράδι, πραγματοποίησε συνολικά οχτώ άλματα, με διαδοχικά ύψη στα 4.55 – 4.65 – 4.80 – 4.91. Από τα οχτώ συνολικά άλματα, τα τέσσερα ήταν επιτυχημένα (4.55 – 4.65 – 4.80 – 4.85), ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα ήταν αποτυχημένα (4.55 – 4.91). Το 4.55 η αθλήτρια κατάφερε να το περάσει με τη δεύτερη προσπάθεια, ενώ απέτυχε και στα τρία άλματα στα 4.91, επιτυγχάνοντας να περάσει με τη πρώτη προσπάθεια το 4.65, το 4.80 και το 4.85 αντίστοιχα. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι δεν υπήρχαν σημαντικές στατιστικές διαφορές των μέσων τιμών μεταξύ του δεξιού και αριστερού ποδιού, όσον αφορά τις αποτυχημένες και επιτυχημένες προσπάθειες. Αντίθετα παρατηρείται μία σταθερότητα κατά τη διάρκεια του τρεξίματος της φόρας.

Σχετικά με τη παράμετρο του μήκους του διασκελισμού (SL), δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική ασυμμετρία μεταξύ των επιτυχημένων και αποτυχημένων αλμάτων της νικήτριας, γεγονός που υποδηλώνει ότι η νικήτρια του αγώνα είχε σταθερό μήκος διασκελισμού και στα δύο πόδια σε όλες τις προσπάθειες, ανεξαρτήτου ύψους. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την έλλειψη στατιστικής διαφοράς στις απόλυτες μέσες τιμές μεταξύ των αποτυχημένων

(1.88m) και επιτυχημένων (1.87m) προσπαθειών. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η ταχύτητα, ως παράμετρος δεν παρουσιάζει αλληλεπίδραση σε σχέση με το μήκος του διασκελισμού, γεγονός που υποδηλώνει πως οι διαφοροποιήσεις της ταχύτητας, δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στις επιτυχημένες ή αποτυχημένες προσπάθειες. Στο μήκος του διασκελισμού δεν εντοπίστηκε καμία ασυμμετρία, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αθλήτρια είχε σταθερό μήκος διασκελισμού, άρα και συγκεκριμένη και αυτοματοποιημένη φόρα τρεξίματος, καθ' όλη την διάρκεια του αγώνα, ανεξαρτήτου ύψους.

Όσον αφορά τη παράμετρο της συχνότητας του διασκελισμού (SF), παρατηρήθηκε συμμετρία μεταξύ πετυχημένων και αποτυχημένων αλμάτων, με τις μέσες απόλυτες τιμές μεταξύ του δεξιού και αριστερού ποδιού να βρίσκονται από 1,7295 έως και 2,5864 που δεν αποτελεί σημαντική στατιστική διαφορά. Ασυμμετρία παρατηρήθηκε στις δύο τελευταίες προσπάθειες στο ύψος των 4.91, με την δεύτερη προσπάθεια να είναι αποτυχημένη και τη συχνότητα του διασκελισμού να καταγράφεται στο 3,3129, και το τρίτο και τελευταίο άλμα να είναι και αυτό αποτυχημένο και τη συχνότητα του διασκελισμού να καταγράφεται στο 2,0503, με τα υπόλοιπα άλματα να καταγράφονται με συμμετρία συχνότητας διασκελισμού με τις απόλυτες τιμές της συμμετρίας και των δύο ποδιών να καταγράφονται με 2,2883, 0,8519, 2,2085, 1,7295, 2,3041 για τα επιτυχημένα και 2,5864 για το πρώτο άλμα που ήταν αποτυχημένο. Οι διαφορές μεταξύ της συχνότητας των δύο ποδιών στις δύο τελευταίες αποτυχημένες προσπάθειες, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, φαίνεται από τα ευρήματα ότι επηρεάζει και τη ταχύτητα καθώς παρατηρούνται ασυμμετρίες και σε αυτή τη παράμετρο, εκτός από το τελευταίο άλμα της αθλήτριας, ειδικά στο έβδομο άλμα όπου η ασυμμετρία της συχνότητας του διασκελισμού μεταξύ των δύο ποδιών είναι 3,319 και η ασυμμετρία της ταχύτητας μεταξύ των δύο ποδιών να είναι 3,3160, εύρημα σαφώς μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα άλματα, αποτυχημένα και επιτυχημένα, καθώς η επόμενη μεγαλύτερη τιμή της παραμέτρου της ταχύτητας μεταξύ των δύο ποδιών βρίσκεται στο 2,5764. Αυτό υποδηλώνει μία σημαντική διαφορά στη συχνότητα του διασκελισμού μεταξύ των δύο ποδιών μεταξύ των επιτυχημένων προσπαθειών, καθώς η ασυμμετρία της συχνότητας επηρεάζει σημαντικά τη παράμετρο της ταχύτητας.

Τέλος για τη παράμετρο της ταχύτητας, όσον αφορά την ασυμμετρία μεταξύ των δύο ποδιών, φαίνεται ότι η σχέση της ταχύτητας και μήκους του διασκελισμού, δεν επηρεάζει τη ταχύτητα μεταξύ των επιτυχημένων και αποτυχημένων προσπαθειών, καθώς όλες οι μέσες τιμές του μήκους του διασκελισμού δεν παρουσιάζουν ασυμμετρία μεταξύ του αριστερού και του δεξιού ποδιού, γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν επηρεάζουν τη παράμετρο της ταχύτητας. Αντίθετα, η μέσες τιμές της ασυμμετρίας της συχνότητας του διασκελισμού στις

αποτυχημένες προσπάθειες, φαίνεται να επηρεάζουν και τη παράμετρο της ταχύτητας, καθώς οι μέσες τιμές της διαφοροποιούνται σημαντικά κατά τις αποτυχημένες προσπάθειες, ενώ στις επιτυχημένες παρουσιάζουν συμμετρία, καθώς η παράμετρος του μήκους του διασκελισμού είναι σταθερή, χωρίς σημαντικές διαφορές. Οι πιο σημαντικές ασυμμετρίες εντοπίστηκαν είτε στη παράμετρο της συχνότητας του διασκελισμού, είτε στη παράμετρο της ταχύτητας του διασκελισμού, ειδικότερα στα αποτυχημένα άλματα. Οι παράμετροι αυτοί, πιθανόν να επηρεάστηκαν είτε από τη ψυχολογική πίεση της αθλήτριας να υπερβεί το συγκεκριμένο ύψος, είτε από το σωματικό κάματο κατά τη διάρκεια του αγώνα, γεγονός που οδήγησε την αθλήτρια να διαφοροποιήσει τις παραμέτρους για να εκτελέσει τα τελευταία άλματα, όπως και να αποτύχει σε αυτά, καθώς δεν ακολούθησε τα κινηματικά πρότυπα των προηγούμενων επιτυχημένων αλμάτων.

Όλα τα παραπάνω υποδηλώνουν ότι οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των παραμέτρων της συχνότητας ή του μήκους του διασκελισμού που προκαλούν ασυμμετρία, μπορεί να προκαλέσουν διαφοροποιήσεις και ασυμμετρία στη παράμετρο της ταχύτητας που οδηγεί σε μία αποτυχημένη προσπάθεια. Αυτό, σαν πληροφορία για έναν προπονητή είναι εξαιρετικά σημαντική, για τον λόγο ότι θα πρέπει να υπάρχει μία σταθερότητα σε όλες τις παραμέτρους, είτε αυτή είναι το μήκος ή η συχνότητα του διασκελισμού, χωρίς ασυμμετρίες μεταξύ των δύο ποδιών διότι μία τέτοια συμμετρία οδηγεί αυτόματα και σε ασυμμετρία της παραμέτρου της ταχύτητας, άρα και σε αποτυχημένη προσπάθεια. Η αυτοματοποίηση της φόρας τρεξίματος του αθλητή μέσω των προπονητικών διαδικασιών και η γνώση της επίδρασης της ασυμμετρίας των δύο παραμέτρων αυτών, μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερες επιδόσεις.

5. Συμπεράσματα

Ως συμπέρασμα θα μπορούσε να λεχθεί ότι οποιαδήποτε ασυμμετρία στις παραμέτρους του μήκους και της συχνότητας που επηρεάζουν άμεσα και τη παράμετρο της ταχύτητας του διασκελισμού, παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτυχημένη εκτέλεση του άλματος. Για τον λόγο αυτό οι προπονητές θα πρέπει να τονίζουν στους αθλητές τους τη σημαντικότητα της όμοιας εκτέλεσης και σταθερότητας του τρόπου τρεξίματος της φόρας των αλμάτων και όχι τη αύξηση της ταχύτητας ή της συχνότητας, καθώς για την επίτευξη υψηλότερων αλμάτων παίζει ρόλο η χρήση διαφορετικού κονταριού.

6. Βιβλιογραφία:

- Bergamini E. (2011). Biomechanics of sprint running: a methodological contribution, *Biomechanics*.
- Bezodis I. A. & Kerwin D. G. (2017). Sprint Running Performance and Technique Changes in Athletes During Periodized Training: An Elite Training Group Case, *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 1-25.
- Bishop C., Chavda S. & Turner A. N. (2017). Asymmetries of the Lower Limb: The calculation Conudrum in Strngth Training and Conditioning, *Strength and Conditioning Journal*, DOI: 10.1519/SSC.0000000000000264
- Bishop C., Turner A., Jarvis P., Chavda S., & Read P., (2017). Coniderations for Selecting Field-Based Strength and Power Fitness Tests to Measure Asymmetries, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), p 2635- 2644.
- Bosco, C., & Vittori, C. (1986). Biomechanical characteristics of sprint running during maximal and supra-maximal speed. *New Studies in Athletics*, 1, 39-45.
- Ciacci S, Di Michele R, Fantozzi S, Merni F, Mokha M. (2013). Assessment of Kinematic Asymmetry for Reduction of Hamstring Injury Risk. *Int J Athl Ther Train*: 18, 18–23.
- Exell T. & Kerwin D. G. (2017). Strength and Performance asymmetry during maximal velocity sprint running, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, DOI: 10.1111/sms.12759
- Frayne D. (2014). Kinetic Asymmetries during Submaximal and Maximal Speed Running, *Master Theses*, University of Massachusetts,
- Haugen T., Danielsen J., McGhie D., Sandbakk O., & Ettama G. (2017). Kinematic stride cycle asymmetry is not associated with sprint reformance and injury prevalence in athletic sprinters, Centre for Elite Sports Science, Department of Neuromedicine and Movement Science, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- Hay, J.G. (1993). Citius, altius, longius (faster, higher, longer): The biomechanics of jumping for distance. *Journal of Biomechanics*, 26(Suppl. 1), 7-21.
- Debaere S., Jonkers I. & Deleclure C. (2013). The contribution of Step Characteristics to Sprint Running Performance in High-Level Male and

- Female Athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (1), 116-124.
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 261-71. doi: 10.1249/01.MSS.0000113664.15777.53
- Kuitunen, S., Komi, P.V., & Kyröläinen, H. (2002). Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 166-73.
- Lockie RG, Callaghan SJ, Berry SP, Cooke ER a, Jordan C a, Luczo TM, Jeffriess MD. (2014). The Relationship between Unilateral Jumping Ability and Asymmetry on Multidirectional Speed in Team Sport Athletes. *J Strength Cond Res* 28, 3557–3566.
- Luhtanen P. & Komi P. V. (1978). Segmental contribution to forces in vertical jump, *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 38, 181-178.
- Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effect of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting, *International Journal of Sport Biomechanics* 1, 240-252.
- Theodorou A., Panoutsakopoulos V. & Exell T. (2016). Step characteristic interaction and asymmetry during the approach phase in pole vault. *Journal of Sports Sciences*, 34 .
- Theodorou A., Panoutsakopoulos V., Exell T., & Vujkov N. (2017). Comparison of step characteristic interaction and asymmetry between failed and successful attempts in pole vault. Conference: 35th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports.
- Weyand P. G., Sternling D. B., Bellizzi M. J., & Wright S. (2000). Faster top running are achieved grater ground forces not more rapid leg movements, *Journal of Applied Physiology*, 89, 1991-1999.
- Σμυρνιώτης Σ. & Σμυρνιώτου Α, Βιομηχανική του Δρόμου, Αθήνα. σελ. 135
- Φαφούτης Σ. & Ευθυμίου Δ. (1994), Τα Άλματα, Αθήνα, σελ. 157-160, 165-185.