



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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ & ΑΛΜΑΤΩΝ  
ΤΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΤΡΙΠΛΟΥΝ -ΜΙΑ ΜΕΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗ»**

**Παναγιωτοπούλου Νεφέλη**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Θεοδώρου Απόστολος**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021**

© Copyright

Όνοματεπώνυμο συγγραφέα

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

## ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ & ΑΛΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΤΡΙΠΛΟΥΝ -ΜΙΑ ΜΕΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗ

### Περίληψη

Το άλμα τριπλούν είναι ένα από τα τέσσερα αθλήματα αλμάτων του στίβου. Από σωματική, τεχνική και συντονιστική άποψη είναι ιδιαίτερα απαιτητικό. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια μετα-ανάλυση με σκοπό τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης της ταχύτητας στη βαλβίδα, της απώλειας αυτής στις επιμέρους φάσεις καθώς και των αποστάσεων των επιμέρους φάσεων στην τελική επίδοση (πραγματική ή επίσημη) ελίτ αθλητών και αθλητριών του τριπλούν. Η μεθοδολογία βασίστηκε στη συστηματική ανασκόπηση της αθλητικής βιβλιογραφίας από όπου συγκεντρώθηκαν δεδομένα 58 αθλητών και 78 αθλητριών σε Εθνικά και Παγκόσμια Πρωταθλήματα και Διεθνείς Συναντήσεις. Η στατιστική ανάλυση για την εξεύρεση των συσχετίσεων έδειξε ότι όσον αφορά στους άντρες η ταχύτητα στην βαλβίδα, στο κουτσό και στο βήμα έχει μεγαλύτερη επίδραση στην επίδοση συγκριτικά με τις γυναίκες. Επιπλέον στους άντρες το μήκος του άλματος επιδρά σε μεγαλύτερο βαθμό από τα άλλα επιμέρους μήκη στην επίδοση, ενώ αντίθετα στις γυναίκες το μήκος του κουτσού. Και στα δύο φύλα η απώλεια ταχύτητας από τη βαλβίδα μέχρι το άλμα είχε μέτρια συσχέτιση με την επίδοση. Επομένως, η προπόνηση στους άντρες χρειάζεται να επικεντρωθεί στη βελτίωση της ταχύτητας και τη διατήρησή της, ενώ στις γυναίκες στη βελτίωση της δύναμης/ταχυδύναμης για την επίτευξη μεγάλου μήκους κουτσό.

**Λέξεις κλειδιά:** άλμα τριπλούν, επίδοση, αποστάσεις φάσεων τριπλούν, ταχύτητα βαλβίδας, ταχύτητα επιμέρους φάσεων

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	III
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	IV
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	V
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	V
<b>1. Εισαγωγή .....</b>	<b>1</b>
1.1.Επίδοση.....	2
1.2.Ταχύτητα – Απώλειες ταχύτητας .....	4
1.2.1. Διαφορές ανδρών – γυναικών ως προς την ταχύτητα και τις απώλειες αυτής.....	5
1.3.Μήκη φάσεων - τεχνικές .....	5
1.3.1. Διαφορές ανδρών – γυναικών ως προς τα μήκη των φάσεων και την επιλογή τεχνικών .....	7
1.4.Σκοπός της εργασίας.....	8
<b>2. Μεθοδολογία.....</b>	<b>8</b>
2.1. Διαδικασίες .....	9
2.1.1. Συλλογή δεδομένων .....	9
2.1.2. Ανάλυση δεδομένων .....	10
2.2. Εξαρτημένες μεταβλητές .....	10
<b>3. Αποτελέσματα.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Συζήτηση.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Συμπεράσματα.....</b>	<b>16</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>18</b>

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας παρουσίασης μελετών.....	9
Πίνακας 2: Ερμηνεία αποτελεσμάτων βάσει συντελεστή Pearson ( r ).....	10
Πίνακας 3: Περιγραφικά στατιστικά αθλητών.....	11
Πίνακας 4: Περιγραφικά στατιστικά αθλητριών.....	12

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 1: Ενδεικτικά δεδομένα στατιστικής ανάλυσης.....	13
---	----



## 1. Εισαγωγή

Το άλμα τριπλούν φαίνεται να έχει ρίζες στους Αρχαίους Ολυμπιακούς Αγώνες καθώς ενώ το άλμα σε μήκος ήταν αναπόσπαστο μέρος των Αγώνων, υπάρχουν καταγραφές αλμάτων μεγαλύτερων των 50 ποδίων, δηλ. 15 μέτρων (Kouril, 2013), γεγονός που καταδεικνύει ότι προφανώς επρόκειτο για σειρά αλμάτων (Kouril, 2013; Mohammed, et al., 2015a). Σύμφωνα με τους Bruggemann & Arampatzis (1997) τον 19ο αιώνα επικράτησε το γερμανικό άλμα τριπλούν : Αριστερό-- δεξί --αριστερό ή και αντιστρόφως. Ακολούθησε η ιρλανδική τεχνική κουτσό--κουτσό--άλμα όταν ο στίβος άρχισε να παίρνει την τωρινή του μορφή και συνεχίστηκε έως και στους πρώτους σύγχρονους Ολυμπιακούς Αγώνες το 1896. Από τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 1908 στο Λονδίνο επίσημα αναγνωρίστηκε και καθιερώθηκε η σημερινή τεχνική, κουτσό--βήμα--άλμα, (Antonini, 2015; Abdelkader, Madani & Bouabdellah, 2018).

Στη σύγχρονη εποχή το άλμα τριπλούν πραγματοποιείται σε κλειστούς και ανοιχτούς αγωνιστικούς χώρους και μπορεί να αναλυθεί στη φόρα ως τη βαλβίδα και τρεις συνεχόμενες φάσεις που περιλαμβάνουν επαφές με το έδαφος και αιωρήσεις και την προσγείωση στο σκάμμα (Fujibayashi, et al., 2017; Allen, King & Yeadon, 2013; Dziewiecki, et al, 2014; Liu & Yu, 2012). Οι συνεχόμενες φάσεις μετά την επαφή με τη βαλβίδα είναι το κουτσό, το βήμα και το άλμα, που εκτελούνται ενώ ταυτόχρονα ο αθλητής πρέπει να απορροφήσει εξαιρετικά μεγάλες δυνάμεις πρόσκρουσης λόγω της υψηλής ταχύτητας (Dziewiecki, et al, 2014; Liu & Yu, 2012). Το κουτσό είναι ένα είδος κίνησης "ποδηλασίας" κατά τη διάρκεια του οποίου ο αθλητής απογειώνεται από το ένα πόδι, με το οποίο κάνει μια κυκλική κίνηση στον αέρα και ολοκληρώνει προσγείωση στο ίδιο πόδι. Το βήμα που ακολουθεί τελειώνει με την προσγείωση στο άλλο πόδι από το οποίο γίνεται η απογείωση για να πραγματοποιηθεί η τελική φάση, το άλμα που είναι παρόμοιο με το άλμα εις μήκος που καταλήγει στην προσγείωση στην άμμο (Hay, 1993; Dziewiecki, et al, 2014).

Στην αθλητική βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές μελέτες συσχέτισης κινηματικών μεταβλητών αθλητών του άλματος τριπλούν. Καθώς όμως η συμμετοχή γυναικών σε διεθνείς διοργανώσεις στο άθλημα έχει την αφετηρία της στο Ευρωπαϊκό Πρωτάθλημα Κλειστού Στίβου το 1990 στη Γλασκώβη (Panoutsakopoulos, et al.,

2017), οι μελέτες σε αθλήτριες του τριπλούν είναι λιγότερες σε αριθμό. Συνεπώς χρειάζεται περισσότερες έρευνες να επικεντρωθούν σε γυναίκες αθλήτριες ώστε να αναδειχτούν διαφορές στην αλληλεπίδραση κινηματικών μεταβλητών που πιθανόν να προκύπτουν (Liu, Mao & Yu, 2015).

Σημαντικές παράμετροι για τη μελέτη του τριπλούν και των επιδόσεων που επιτυγχάνονται περιλαμβάνουν την ταχύτητα (Niessen, et al., 2004; Antonini, 2015; Bayraktar, 2017), τις αναλογίες φάσεων (Yu, 1999; Yu & Hay, 1996; Antonini, 2015; Bayraktar, 2017; Liu & Yu, 2012), και τις αλλαγές στην οριζόντια ταχύτητα κατά τη διάρκεια των φάσεων στήριξης των τριών αλμάτων (Niessen et al., 2004; Antonini, 2015; Panoutsakopoulos, et al., 2017), καθώς και η ιδανική ταχύτητα (Hay, 1992; Moura, De Paula Moura & Borin, 2005) και η βέλτιστη αναλογία μεταξύ των Φάσεων Κουτσό, Βήμα, Άλμα καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την τελική επίδοση (Bayraktar, 2017). Οι έρευνες που εστιάζουν στην ταχύτητα συνήθως μελετούν τη συσχέτιση ταχύτητας και τελικής επίδοσης (Niessen, et al., 2004; Antonini, 2015; Bayraktar, 2017), τη συσχέτιση ταχύτητας και μήκους τελευταίων διασκελισμών (Portnoy, 1997), τη συσχέτιση ταχύτητας και χρόνου αιώρησης και επαφής με το έδαφος στους τελευταίους διασκελισμούς (Portnoy, 1997; Romer & Weimar, 2019), τη συσχέτιση ταχύτητας και χρόνου επαφής με το έδαφος στις 3 Φάσεις (Romer & Weimar, 2019), τη συσχέτιση ταχύτητας προσέγγισης με τις επιμέρους ταχύτητες των Φάσεων (Tsukuno et al., 2011) και τέλος τη συσχέτιση τεχνικής και τελικής επίδοσης (Mohammed et al., 2015b). Επίσης αρκετές μελέτες εστιάζουν στην τεχνική της αναλογίας των φάσεων του τριπλούν και μελετούν τη συσχέτιση της τεχνικής και του μήκους του Βήματος (Romer & Weimar, 2019).

Δεδομένου ότι ο σκοπός του αθλήματος είναι η επίτευξη καλύτερης επίδοσης, η οριζόντια ταχύτητα και η μικρότερη δυνατή απώλειά της κατά τη διάρκεια των Φάσεων αποτελούν σημαντική προτεραιότητα μελέτης και βελτίωσης (Brice, 2009).

### **1.1. Επίδοση**

Η επίδοση του άλματος τριπλούν αρχικά αποδόθηκε σε παράγοντες όπως η σωματική διάπλαση, το βάρος και μήκος των ποδιών, η θέληση, η ψυχολογική κατάσταση, η εμπειρία χωρίς ωστόσο να τεκμηριώνονται μέσω ερευνών (Hay, 1990). Καμία από



παλαιότερες μελέτες όπως ανέφερε ο Hay (1992) δεν εξέταζε τις σχέσεις των ανθρωπομετρικών και άλλων χαρακτηριστικών του αθλητή και της ταχύτητας και υπήρχαν πολύ λίγες μελέτες που προχώρησαν περισσότερο από την απλή περιγραφή των αποστάσεων και των αναλογιών φάσεων.

Έκτοτε έχουν γίνει αρκετές βιομηχανικές μελέτες του άλματος τριπλούν που επικεντρώθηκαν κυρίως σε ποιοτικές συγκρίσεις των τεχνικών του τριπλούν για μεμονωμένους αθλητές (Hay, 1999; Coh & Kugonnik, 2011) ή σε κάποιες πιο συγκεκριμένες αναλύσεις όπως η μελέτη της κίνησης του βραχίονα (Hay, 1999; Allen, King & Yeadon, 2010), οι μετατροπές μέρους της οριζόντιας ταχύτητας σε κάθετη (Allen, King & Yeadon, 2013), η μελέτη της βιομηχανικής φόρτισης (Perttunen, et al., 2000; Ramey & Williams, 1985), αναλύσεις αντίστροφης δυναμικής μέσω προσομοίωσης μυοσκελετικών μοντέλων για την αξιολόγηση της κίνησης και της φόρτισης των μυών και των αρθρώσεων των κάτω άκρων (Dziewiecki, et al., 2014), ανάλυση των αναλογιών των φάσεων με τη χρήση μοντέλων της φυσικής (Fujibayashi, et al., 2017) καθώς και η μελέτη των γωνιών της κινηματικής απόδοσης και της σχέσης της με τις αναλογίες των φάσεων (Abdelkader, Madani & Bouabdellah, 2018).

Σύγχρονες έρευνες υποστηρίζουν ότι η επίδοση καθορίζεται σημαντικά από την οριζόντια ταχύτητα κατά την προσέγγιση στη βαλβίδα (Niessen et al., 2004; Moura, De Paula Moura & Borin, 2005; Antonini, 2015; Bayraktar, 2017), τη μετατροπή της οριζόντιας ταχύτητας σε κάθετη στη διάρκεια των επαφών με το έδαφος στις τρεις Φάσεις (Antonini, 2015; Panoutsakopoulos, et al., 2017), τη γωνία του αστραγάλου κατά τις απογειώσεις και τη σχέση μεταξύ των χρόνων στήριξης και αιώρησης των τριών Φάσεων (Antonini, 2015; Panoutsakopoulos, et al., 2017). Παράλληλα αρκετές έρευνες θεωρούν ότι σημαντικό ρόλο στην επίδοση διαδραματίζει η εξεύρεση της βέλτιστης αναλογίας φάσεων (Yu & Hay, 1996; Yu, 1999; Liu & Yu, 2012; Mohammed et al., 2015b; Bayraktar, 2017) που φαίνεται ότι είναι διαφορετική για κάθε αθλητή καθώς εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (Hay, 1990, 1999; Brimberg, Hurley & Ladany, 2006).

## **1.2. Ταχύτητα – Απώλειες ταχύτητας**

Ο αθλητής πρέπει να έχει την υψηλότερη δυνατή ελεγχόμενη οριζόντια ταχύτητα πριν το πάτημα της βαλβίδας και ταυτόχρονα το σώμα πρέπει να βρίσκεται στην κατάλληλη θέση ώστε να αναπτύξει την ιδανική κάθετη ταχύτητα και να απολέσει όσο τη δυνατόν λιγότερη από την οριζόντια ταχύτητα του (Miller & Hay, 1986; Brice, 2009; Antonini, 2015). Παρόμοια και κατά τη διάρκεια των δύο επόμενων επαφών με το έδαφος οι αθλητές πρέπει να ανταλλάξουν μέρος της απώλειας της οριζόντιας ταχύτητας σε κάθετη ταχύτητα (Yu & Hay, 1996; Allen, King & Yeadon, 2013; Antonini, 2015). Όπως διευκρινίζει όμως ο Brice (2009) η προσπάθεια πρέπει να είναι για οριζόντια-κάθετη ταχύτητα, με έμφαση στην κίνηση προς τα εμπρός και όχι για κάθετη-οριζόντια, με έμφαση στην κίνηση προς τα πάνω, όπως στο άλμα σε μήκος.

Συνεπώς η οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης φαίνεται ότι σχετίζεται με την επίδοση στο άλμα τριπλούν (Niessen et al., 2004; Moura, De Paula Moura & Borin, 2005; Antonini, 2015; Liu, Mao & Yu, 2015; Bayraktar, 2017) αν και όχι στο βαθμό του συσχετισμού που υπάρχει στο άλμα σε μήκος (Hay, 1992; Moura, De Paula Moura & Borin, 2005). Η ιδανική ταχύτητα δεν είναι απαραίτητα και η μέγιστη (Moura, De Paula Moura & Borin, 2005) καθώς όπως υποστηρίζεται (Hay, 1993; Antonini, 2015) ο αθλητής έχει να πραγματοποιήσει τρεις συνεχόμενες απογειώσεις και συνεπώς πρέπει διατηρήσει την ισορροπία του, θυσιάζοντας μέρος της οριζόντιας ταχύτητας. Επιπλέον θα πρέπει να διατηρήσει τις δυνάμεις που εξασκούνται στο σώμα σε ανεκτά επίπεδα στη διάρκεια των δυο προσγειώσεων σε σχετικά σκληρή επιφάνεια, πριν την τελική προσγείωση στην άμμο.

Μελέτες έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της αύξησης στην κατακόρυφη ταχύτητα και της επακόλουθης απώλειας στην οριζόντια ταχύτητα κατά τη διάρκεια κάθε φάσης επαφής με το έδαφος και την επίδρασή της στην Αναλογία Φάσης (Yu and Hay, 1996; Yu, 1999). Αυτές οι μελέτες διαπίστωσαν ότι για μεμονωμένους αθλητές υπήρχε μια γραμμική σχέση μεταξύ του κέρδους στην κατακόρυφη ταχύτητα και της απώλειας της οριζόντιας ταχύτητας σε καθεμία από τις τρεις Φάσεις, τις οποίες ονόμασαν «συντελεστή μετατροπής οριζόντιας προς κατακόρυφη ταχύτητα».

### **1.2.1. Διαφορές ανδρών – γυναικών ως προς την ταχύτητα και τις απώλειες αυτής**

Οι Muller και Hommel (1997) κατά την ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα του 1997 κατέληξαν ότι υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας στη βαλβίδα και της επίδοσης για τις αθλήτριες ενώ δεν παρατήρησαν σημαντική συσχέτιση για τους αθλητές. Στις αναλύσεις του Niessen και των συνεργατών του (2004) αναφέρθηκε υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας και επίδοσης τόσο στους αθλητές όσο και στις αθλήτριες της μελέτης, που περιελάμβανε δεδομένα γερμανών αθλητών και αθλητριών υψηλού επιπέδου σε εθνικά και ευρωπαϊκά πρωταθλήματα και διεθνείς συναντήσεις. Αντίθετα οι Kygöläinen και συνεργάτες (2009) που συγκέντρωσαν και μελέτησαν τα αποτελέσματα των φιναλίστ ανδρών και γυναικών των Παγκοσμίων Πρωταθλημάτων 1993, 1995, 1997 και 2005 σημειώνουν ότι τα ευρήματά τους δεν καταδεικνύουν στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της ταχύτητας προσέγγισης και της τελικής επίδοσης.

Οι Panoutsakopoulos και Kollias (2008) σε μελέτη των δεδομένων αθλητριών που συμμετείχαν στη Διεθνή Συνάντηση της Θεσσαλονίκης το 2008 βρήκαν ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας προσέγγισης και επίδοσης και ότι οι αθλήτριες με την καλύτερη επίδοση διατήρησαν μεγαλύτερο ποσοστό της οριζόντιας ταχύτητας στη διάρκεια των τριών φάσεων. Ομοίως οι Marinova και Peen (2020) στην ανάλυση των δεδομένων αθλητριών από το Παγκόσμιο Πρωτάθλημα στη Ντόχα το 2019 παρατήρησαν ότι υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση της ταχύτητας στη φάση του Κουτσό με την επίδοση των αθλητριών. Συνεπώς συμπεραίνουν ότι η ταχύτητα αυτή είναι καθοριστικός παράγοντας για την τελική επίδοση των αθλητριών.

### **1.3. Μήκη φάσεων - τεχνικές**

Ο όρος Αναλογίες Φάσεων αφορά στα μήκη Κουτσό, Βήματος και Άλματος όταν εκφράζονται ως ποσοστά της πραγματικής απόστασης. Η ταξινόμηση των τεχνικών του άλματος τριπλούν του Hay (1990, 1992) είναι κοινώς αποδεκτή και διακρίνει τις τεχνικές σε αυτές στις οποίες κυριαρχεί το Κουτσό, αυτές στις οποίες κυριαρχεί το Άλμα και αυτές που υπάρχει ισορροπία μεταξύ των φάσεων και ορίζει τα ποσοστά ως εξής:

- Στην τεχνική που κυριαρχεί το Κουτσό, η Απόσταση του Κουτσό είναι τουλάχιστον 2% μεγαλύτερη από την απόσταση της επόμενης μεγαλύτερης απόστασης οποιασδήποτε από τις άλλες δύο Φάσεις.
- Στην τεχνική που κυριαρχεί το Άλμα, η Απόσταση του Άλματος είναι τουλάχιστον 2% μεγαλύτερη από την απόσταση της επόμενης μεγαλύτερης απόστασης οποιασδήποτε από τις άλλες δύο Φάσεις.
- Και, τέλος, στην τεχνική που υπάρχει Ισορροπία, η μεγαλύτερη απόσταση ανάμεσα στις 3 Φάσεις είναι μικρότερη από 2% σε σχέση με την επόμενη μεγαλύτερη απόσταση οποιασδήποτε από τις άλλες δύο Φάσεις

Σύμφωνα με τον Hay (1992) ο προσδιορισμός της βέλτιστης Αναλογίας Φάσης για κάθε αθλητή αποτελεί βασικό μέλημα που θα πρέπει να δίνεται προτεραιότητα έναντι οποιουδήποτε άλλου θέματος στη χάραξη του προπονητικού προγράμματος. Ο τρόπος με τον οποίο κατανέμεται η προσπάθεια ενός αθλητή στις τρεις Φάσεις του άλματος τριπλούν είναι ζωτικής σημασίας για την επίδοση (Liu & Yu, 2012). Εάν καταβληθεί μέγιστη προσπάθεια στο Κουτσό, οι Αποστάσεις του Βήματος και του Άλματος μειώνονται δραστικά και συνήθως η επίδοση δεν είναι καλή. Ομοίως, εάν ο αθλητής δε δώσει έμφαση στο Κουτσό και το Βήμα όσο και να προσπαθήσει στο Άλμα η επίδοση δεν θα είναι η βέλτιστη. Για αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό οι προπονητές να έχουν μια σαφή ιδέα για το πώς πρέπει να κατανεμηθεί η προσπάθεια του αθλητή στις τρεις Φάσεις για καλύτερα αποτελέσματα (Hay, 1990).

Στατιστικές αναλύσεις από τα παγκόσμια ρεκόρ στο τριπλούν από το 1911 έως το 1985 έδειξαν μια απομάκρυνση από την Τεχνική που κυριαρχεί το Κουτσό με μεγαλύτερο ποσοστό (40–41%: 22%: 36– 38%) προς μια Τεχνική που κυριαρχεί το Κουτσό με μικρότερο ποσοστό (37– 39%: 28–30%: 31–33%), και αργότερα προς μια Τεχνική που κυριαρχείται από το Άλμα (34–35%: 28–30%: 36–37%) (Hay, 1993). Αυτό οδήγησε το Hay (1993) να συμπεράνει ότι οι πρόοδοι του παγκόσμιου ρεκόρ τις τελευταίες τρεις δεκαετίες που εξετάστηκαν φαινόταν ότι περιλάμβαναν μια αναζήτηση για τα ιδανικά ποσοστά Κουτσό και Άλματος.

Αρχικά θεωρήθηκε ότι στο άλμα τριπλούν ιδανικές τεχνικές είναι αυτές που κυριαρχεί το Κουτσό και αυτές που υπάρχει Ισορροπία μεταξύ των Φάσεων (Hay,

1992). Ωστόσο δεν μπορούσε να εξηγηθεί πως σημαντικοί αθλητές έχουν πετύχει μεγάλα άλματα χρησιμοποιώντας την Τεχνική που κυριαρχεί το Άλμα (Hay, 1990). Σε μια ανάλυση που πραγματοποίησε ο Hay (1999) στους Ολυμπιακούς Αγώνες της Ατλάντα του 1996 παρατήρησε ότι σχεδόν οι μισοί άντρες αθλητές χρησιμοποίησαν την Τεχνική που κυριαρχεί το Κουτσό και ότι όσοι χρησιμοποίησαν την Τεχνική της Ισορροπίας και την Τεχνική που κυριαρχεί το Άλμα ήταν εξίσου επιτυχημένοι με αυτούς που χρησιμοποίησαν την Τεχνική που κυριαρχεί το Κουτσό. Σε αυτή την κατεύθυνση οι Brimberg & Hurley (2006) παρουσίασαν ένα μοντέλο που βασίστηκε στο δυναμικό προγραμματισμό, το οποίο λαμβάνοντας ως δεδομένη μια τυπική ταχύτητα προσέγγισης 9,47 m/sec προκρίνει ως ιδεατή τεχνική αυτήν που κυριαρχεί το Άλμα καθώς σύμφωνα με το μοντέλο τους η συνολική απόσταση του άλματος αυξάνει κατά 4%. Όμως όπως παρατηρεί ο Larkins (1998) ενώ οι ελίτ αθλητές μπορούν να έχουν καλές επιδόσεις είτε με την τεχνική που επικρατεί το Κουτσό είτε με την τεχνική που κυριαρχεί το Άλμα, οι άπειροι αθλητές αποδίδουν καλύτερα με την τεχνική που κυριαρχεί το Άλμα λόγω άγνοιας της σπουδαιότητας της Φάσης του Βήματος καθώς και έλλειψης δύναμης και άλλων δεξιοτήτων που τους επιτρέπουν να απογειώνονται εγκαίρως μετά από ένα μακρύ Κουτσό.

Ωστόσο τα ερευνητικά δεδομένα συγκλίνουν στο ότι τα χαρακτηριστικά κάθε αθλητή προσδιορίζουν την ιδανική αναλογία φάσεων που πρέπει να ακολουθήσει (Hay, 1990, 1999; Brimberg & Hurley, 2006; Mohammed et al., 2015b) και δεν πρέπει να παραβλέπεται η αλληλεπίδραση της ταχύτητας στην επιλογή τεχνικής. Έτσι αθλητές που τρέχουν γρήγορα τα καταφέρνουν καλύτερα με την Τεχνική Ισορροπίας μεταξύ των Φάσεων καθώς και με την Τεχνική που κυριαρχεί το Άλμα. Πιο αργοί αθλητές με δυνατά πόδια τα καταφέρνουν καλύτερα με την Τεχνική που κυριαρχεί το Κουτσό (Yu & Hay, 1996; Hay, 1990).

### **1.3.1. Διαφορές ανδρών – γυναικών ως προς τα μήκη των φάσεων και την επιλογή τεχνικών**

Στη σύγχρονη αθλητική βιβλιογραφία είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι επιμέρους αποστάσεις των τριών φάσεων και οι αναλογίες τους εξαρτώνται από την ατομική στρατηγική του αθλητή ή της αθλήτριας και επηρεάζονται από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, το συντονισμό, την οπτική αντίληψη και την ικανότητα ελέγχου

κινήσεων (Coh & Zvan, 2016). Σε αυτό το πλαίσιο οι Panoutsakopoulos και οι συνεργάτες του (2016) στην έρευνά τους διαπίστωσαν ότι παρατηρούνται διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών στα μήκη των φάσεων και ότι η αναλογία του Βήματος είναι σημαντικά μεγαλύτερη στους άντρες συγκριτικά με τις γυναίκες. Παράλληλα οι Marinova και Peen (2020) στην έρευνα τους μεταξύ των αθλητριών του Παγκοσμίου Πρωταθλήματος 2019 επισήμαναν ότι επικράτησε κυρίως η τεχνική της Ισορροπίας και κατά την ανάλυση των δεδομένων παρατήρησαν πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του μήκους του Κουτσό και της τελικής επίδοσης και ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του μήκους του Άλματος και της τελικής επίδοσης. Αντίστοιχη παρατήρηση για επικράτηση της τεχνικής της Ισορροπίας και για την ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του μήκους του Άλματος και της επίδοσης των αθλητριών είχαν παρατηρήσει και σε παλαιότερη μελέτη των δεδομένων του Παγκοσμίου Πρωταθλήματος του 1997 στην Αθήνα οι Muller και Hommel (1997)

#### **1.4. Σκοπός της εργασίας**

Υπήρξε μια αύξηση του ενδιαφέροντος τα τελευταία χρόνια για βιομηχανικές αναλύσεις αθλητικών δραστηριοτήτων με στόχο η επιστημονική γνώση να υποστηρίζει προπονητές και αθλητές στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις αθλητικές τεχνικές και την προπονητική στρατηγική. Συνεπώς είναι σημαντικό τα ανεπίσημα δεδομένα που συγκεντρώνουν οι προπονητές για τους αθλητές τους να αναλύονται διεξοδικά από εξειδικευμένους επιστήμονες, που έχουν πρόσβαση σε εξελιγμένα εργαλεία και πρακτικές ώστε τα συμπεράσματα που προκύπτουν να έχουν επιστημονική εγκυρότητα και αξιοπιστία (Miller & Hay, 1986).

Στην παρούσα εργασία συγκεντρώνονται δεδομένα αθλητών και αθλητριών του άλματος τριπλούν από διάφορες σημαντικές αθλητικές εκδηλώσεις και αναλύονται με στόχο τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης της ταχύτητας στη βαλβίδα, της απώλειας αυτής στις επιμέρους φάσεις και των αποστάσεων των επιμέρους φάσεων με την τελική επίδοση αθλητών και αθλητριών υψηλού επιπέδου του τριπλούν.

## **2. Μεθοδολογία**

## 2.1. Διαδικασίες

### 2.1.1. Συλλογή δεδομένων

Μετά από συστηματική ανασκόπηση της αθλητικής βιβλιογραφίας στις βάσεις SCOPUS, MEDLINE, MENDELEY και WEB OF SCIENCE επιλέχθηκαν δημοσιεύσεις που περιείχαν εμβιομηχανικές αναλύσεις από διεθνείς συναντήσεις, Παγκόσμια και Πανευρωπαϊκά πρωταθλήματα με την προϋπόθεση οι καταγραφές να περιλαμβάνουν τις επιμέρους ταχύτητες και αποστάσεις, να προέρχονται από αξιόπιστη πηγή και να αφορούν αθλητές και αθλήτριες υψηλού επιπέδου. Σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια συγκεντρώθηκαν 12 άρθρα που καλύπτουν αγώνες από το 1985 έως και το 2018 (Πίνακας 1)

<b>Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας παρουσίασης μελετών</b>				
<b>ΠΗΓΗ</b>	<b>ΑΡΘΡΟ</b>	<b>ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ</b>	<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΑΘΛΗΤΕΣ - ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ</b>
International Journal of Sport Biomechanics	Miller & Hay, 1986	USA NATIONAL CHAMPIONSHIP	1985	3 αθλητές
IAAF	Muller & Hommel, 1997	WORLD CHAMPIONSHIP	1997	8 αθλητές & 8 αθλήτριες
World Athletics	Aagaard, et al., 1995	WORLD CHAMPIONSHIP	1995	1 αθλητής - παγκόσμιο ρεκόρ
World Athletics	Kyrolainen, et al., 2007	WORLD CHAMPIONSHIP	2005	9 αθλητές & 7 αθλήτριες
IAAF	Panoutsakopoulos & Kollias, 2008	MEETING THESSALONIKI	2008	10 αθλήτριες
World Athletics	German Athletics Association, 2008	WORLD CHAMPIONSHIP	2008	8 αθλήτριες
World Athletics	German Athletics Association, 2009	WORLD CHAMPIONSHIP	2009	6 αθλητές & 8 αθλήτριες
World Athletics	Korean Society of Sport Biomechanics, 2011	WORLD CHAMPIONSHIP	2011	7 αθλητές & 8 αθλήτριες
World Athletics	Neissen & Hartmann, 2017	SEASON BEST( BEFORE WC)	2017	12 αθλητές
World Athletics	Tucker, et al., 2017	WORLD CHAMPIONSHIP	2017	12 αθλήτριες
IAAF	IAAF REPORT M	WORLD INDOOR CHAMPIONSHIP	2018	13 αθλητές

### 2.1.2. Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα SPSS μέσω του οποίου έγιναν περιγραφικά στατιστικά και υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson. Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ο Πίνακας 2

**Πίνακας 2: Ερμηνεία αποτελεσμάτων βάσει συντελεστή Pearson ( r )**

Απόλυτη τιμή Pearson ( r )	Συσχέτιση
$ r  \leq 0,2$	χαμηλή
$0,2 <  r  \leq 0,5$	μέτρια
$0,5 <  r  \leq 0,8$	ισχυρή
$0,8 <  r  \leq 1$	πολύ ισχυρή

### 2.2. Εξαρτημένες μεταβλητές

Οι εξαρτημένες μεταβλητές που καταγράφηκαν και συγκεντρώθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

A) Σχετικά με την επίδοση:

- Επίσημη επίδοση: Η απόσταση του άλματος τριπλούν όπως μετράται από τους κριτές και επίσημα δηλώνεται.
- Πραγματική επίδοση: Η απόσταση από το δάχτυλο του ποδιού απογείωσης έως το σημάδι στην άμμο στο οποίο μετράται η επίσημη απόσταση. Η πραγματική απόσταση είναι το άθροισμα των αποστάσεων των 3 Φάσεων

B) Σχετικά με την ταχύτητα

- Ταχύτητα στη βαλβίδα
- Ταχύτητα στο Κουτσό
- Ταχύτητα στο Βήμα
- Ταχύτητα στο Άλμα

Γ) Σχετικά με τις απώλειες ταχύτητας



- Απώλεια ταχύτητας από την βαλβίδα στο κουτσό
- Απώλεια ταχύτητας από τη βαλβίδα στο βήμα
- Απώλεια ταχύτητας από τη βαλβίδα στο άλμα
- Απώλεια ταχύτητας από το κουτσό στο βήμα
- Απώλεια ταχύτητας από το βήμα στο άλμα

Δ) Σχετικά με τη μήκη των φάσεων: Η απόσταση που καλύπτεται σε καθεμία από τις τρεις φάσεις του άλματος τριπλούν,

- Μήκος Κουτσού και ποσοστό επί του συνολικού άλματος
- Μήκος Βήματος και ποσοστό επί του συνολικού άλματος
- Μήκος Άλματος και ποσοστό επί του συνολικού άλματος

### 3. Αποτελέσματα

Στους Πίνακες 3 και 4 περιλαμβάνονται περιγραφικά στατιστικά όλων των εξαρτημένων μεταβλητών για τους 58 αθλητές και τις 78 αθλήτριες που καταγράφηκαν σε Εθνικά και Παγκόσμια Πρωταθλήματα και Διεθνείς συναντήσεις.

<b>Πίνακας 3: Περιγραφικά στατιστικά αθλητών</b>		
<b>ΑΝΔΡΕΣ N= 58</b>	<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ</b>	<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>
<b>ΕΠΙΔ. ΑΓΩΝΑ</b>	<b>17,16</b>	<b>0,51</b>
<b>ΠΡΑΓΜ. ΕΠΙΔΟΣΗ</b>	<b>17,30</b>	<b>0,54</b>
<b>Μ.ΚΟΥΤΣΟ</b>	<b>6,22</b>	<b>0,24</b>
<b>Μ. ΒΗΜΑ</b>	<b>5,11</b>	<b>0,29</b>
<b>Μ. ΑΛΜΑ</b>	<b>5,94</b>	<b>0,38</b>
<b>ΚΟΥΤΣΟ %</b>	<b>36</b>	<b>1,25</b>
<b>ΒΗΜΑ %</b>	<b>29,59</b>	<b>1,55</b>
<b>ΑΛΜΑ %</b>	<b>34,39</b>	<b>1,70</b>
<b>ΚΟΥΤΣΟ-ΒΗΜΑ%</b>	<b>65,60</b>	<b>1,71</b>
<b>Μ. ΚΟΥΤΣΟ-ΒΗΜΑ</b>	<b>11,33</b>	<b>0,38</b>
<b>TAX. ΒΑΛΒΙΔΑ</b>	<b>10,16</b>	<b>0,32</b>
<b>TAX.ΚΟΥΤΣΟ</b>	<b>9,54</b>	<b>0,35</b>
<b>ΑΠ.ΒΑΛΒ.-ΚΟΥΤΣΟ</b>	<b>-6,52</b>	<b>2,72</b>
<b>TAX. ΒΗΜΑ</b>	<b>8,40</b>	<b>0,44</b>
<b>ΑΠ.ΚΟΥΤΣΟ-ΒΗΜΑ</b>	<b>-11,14</b>	<b>3,63</b>
<b>TAX. ΑΛΜΑ</b>	<b>6,95</b>	<b>0,41</b>
<b>ΑΠ. ΒΗΜΑ-ΑΛΜΑ</b>	<b>-17,18</b>	<b>4,25</b>
<b>ΑΠ. ΒΑΛΒ.-ΒΗΜΑ</b>	<b>-16,20</b>	<b>4,09</b>

<b>ΑΠ. ΒΑΛΒ.-ΑΛΜΑ</b>	<b>-33,39</b>	<b>4,93</b>
-----------------------	---------------	-------------

<b>Πίνακας 4: Περιγραφικά στατιστικά αθλητριών</b>		
<b>ΓΥΝΑΙΚΕΣ N= 78</b>	<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ</b>	<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>
<b>ΕΠΙΔ. ΑΓΩΝΑ</b>	<b>14,37</b>	<b>0,42</b>
<b>ΠΡΑΓΜ. ΕΠΙΔΟΣΗ</b>	<b>14,49</b>	<b>0,43</b>
<b>Μ.ΚΟΥΤΣΟ</b>	<b>5,26</b>	<b>0,24</b>
<b>Μ. ΒΗΜΑ</b>	<b>4,16</b>	<b>0,23</b>
<b>Μ. ΑΛΜΑ</b>	<b>5,04</b>	<b>0,29</b>
<b>ΚΟΥΤΣΟ %</b>	<b>36,37</b>	<b>1,24</b>
<b>ΒΗΜΑ %</b>	<b>28,77</b>	<b>1,63</b>
<b>ΑΛΜΑ %</b>	<b>34,87</b>	<b>1,59</b>
<b>ΚΟΥΤΣΟ-ΒΗΜΑ%</b>	<b>65,14</b>	<b>1,59</b>
<b>Μ. ΚΟΥΤΣΟ-ΒΗΜΑ</b>	<b>9,42</b>	<b>0,32</b>
<b>ΤΑΧ. ΒΑΛΒΙΔΑ</b>	<b>8,96</b>	<b>0,37</b>
<b>ΤΑΧ.ΚΟΥΤΣΟ</b>	<b>8,23</b>	<b>0,27</b>
<b>ΑΠ.ΒΑΛΒ.-ΚΟΥΤΣΟ</b>	<b>-7,65</b>	<b>3,4</b>
<b>ΤΑΧ. ΒΗΜΑ</b>	<b>7,49</b>	<b>0,36</b>
<b>ΑΠ.ΚΟΥΤΣΟ-ΒΗΜΑ</b>	<b>-9,05</b>	<b>3</b>
<b>ΤΑΧ. ΑΛΜΑ</b>	<b>6,36</b>	<b>0,38</b>
<b>ΑΠ. ΒΗΜΑ-ΑΛΜΑ</b>	<b>-15,04</b>	<b>3,65</b>
<b>ΑΠ. ΒΑΛΒ.-ΒΗΜΑ</b>	<b>-15,03</b>	<b>4,93</b>
<b>ΑΠ. ΒΑΛΒ.-ΑΛΜΑ</b>	<b>-30,08</b>	<b>5,98</b>

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται μια ενδεικτική αποτύπωση των δεδομένων μετά την επεξεργασία τους από το πρόγραμμα SPSS και τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Pearson.

		ΕΠΙΔΟΣΗ_ΑΓΩΝΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ_ΕΠΙΔΟΣΗ	ΚΟΥΤΣΟ_Μ	ΒΗΜΑ_Μ	ΑΛΜΑ_Μ	ΚΟΥΤΣΟ	ΒΗΜΑ	ΑΛΜΑ	ΚΟΥΤΣΟ_ΒΗΜΑ
ΕΠΙΔΟΣΗ_ΑΓΩΝΑ	Pearson Correlation	1	.981**	.663**	.282*	.626**	.054	-.221	.183	-.186
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.013	.000	.644	.053	.111	.106
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ_ΕΠΙΔΟΣΗ	Pearson Correlation	.981**	1	.662**	.289*	.640**	.041	-.221	.193	-.196
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.011	.000	.724	.053	.093	.088
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ΚΟΥΤΣΟ_Μ	Pearson Correlation	.663**	.662**	1	-.107	.228*	.771**	-.457**	-.136	.132
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.355	.046	.000	.000	.238	.253
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ΒΗΜΑ_Μ	Pearson Correlation	.282*	.289*	-.107	1	-.321**	-.381**	.868**	-.591**	.593**
	Sig. (2-tailed)	.013	.011	.355		.004	.001	.000	.000	.000
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ΑΛΜΑ_Μ	Pearson Correlation	.626**	.640**	.228*	-.321**	1	-.254*	-.660**	.874**	-.875**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.046	.004		.026	.000	.000	.000
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ΚΟΥΤΣΟ	Pearson Correlation	.054	.041	.771**	-.381**	-.254*	1	-.412**	-.360**	.357**
	Sig. (2-tailed)	.644	.724	.000	.001	.026		.000	.001	.001
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ΒΗΜΑ	Pearson Correlation	-.221	-.221	-.457**	.868**	-.660**	-.412**	1	-.701**	.704**
	Sig. (2-tailed)	.053	.053	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77

**Εικόνα 1: Ενδεικτικά δεδομένα στατιστικής ανάλυσης**

Από τη διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ της ταχύτητας στη βαλβίδα, των επιμέρους ταχυτήτων, των απωλειών και των επιμέρους μηκών των φάσεων με την επίδοση παρατηρήθηκε όσον αφορά στους αθλητές:

- Ισχυρή θετική συσχέτιση ( $0,5 < r \leq 0,8$ ) παρατηρήθηκε μεταξύ των επιμέρους αποστάσεων και της επίδοσης επίσημης και πραγματικής με σημαντικότερη αυτή του μήκους του Άλματος. Συγκεκριμένα μήκος Κουτσό  $r=0,627$  επίσημη &  $r=0,653$  πραγματική, μήκος Βήματος  $r=0,571$  επίσημη και  $0,556$  πραγματική, μήκους του Άλματος  $r=0,702$  επίσημη και  $0,716$  πραγματική
- Ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας βαλβίδας και της επίδοσης ( $r=0,656$  επίσημη και  $0,730$  πραγματική), ταχύτητας Κουτσό και επίδοσης ( $r=0,613$  επίσημη και  $0,671$  πραγματική), και ταχύτητας Βήματος και επίδοσης ( $r=0,533$  επίσημη και  $0,588$  πραγματική). Μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας Άλματος και επίδοσης ( $r=0,291$  επίσημη και  $r=0,321$  πραγματική)

- Ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ μήκους Κουτσό και ταχύτητας βαλβίδας ( $r=0,571$ ) οριακά ισχυρή μεταξύ μήκους Άλματος και ταχύτητας βαλβίδας ( $r=0,499$ )
- Ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ μήκους Άλματος και ταχύτητας Κουτσό ( $r=0,533$ ), ταχύτητας Βήματος ( $r=0,639$ ) και ταχύτητας Άλματος ( $r=0,544$ )
- Μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απώλειας ταχύτητας μεταξύ Βήματος – Άλματος και επίδοσης ( $r=-0,252$  επίσημη και  $-0,274$  πραγματική)
- Μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απώλειας ταχύτητας μεταξύ βαλβίδας – Άλματος και επίδοσης ( $r=-0,267$  επίσημη και  $-0,288$  πραγματική)
- Οι απώλειες ταχύτητας μεταξύ βαλβίδας – Κουτσό και Κουτσό – Βήμα και επίδοσης έχουν χαμηλή συσχέτιση

Η συσχέτιση όσον αφορά στις αθλήτριες ήταν:

- Ισχυρή θετική συσχέτιση ( $0,5 < r \leq 0,8$ ) παρατηρήθηκε μεταξύ των επιμέρους αποστάσεων και της επίδοσης επίσημης και πραγματικής με σημαντικότερη αυτή του μήκους του Κουτσό. Συγκεκριμένα μήκος Κουτσό  $r=0,663$  επίσημη &  $r=0,662$  πραγματική, μήκους του Άλματος  $r=0,626$  επίσημη και  $0,640$  πραγματική. Η συσχέτιση μεταξύ μήκους Βήματος και επίσημης και πραγματικής επίδοσης είναι μέτρια θετική ( $r=0,282$  &  $r=0,286$  αντίστοιχα)
- Ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ μήκους Άλματος και ταχύτητας Κουτσό ( $r=0,502$ ), ταχύτητας Βήματος ( $r=0,642$ ) και ταχύτητας Άλματος ( $r=0,593$ )
- Μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας βαλβίδας και της επίδοσης ( $r=0,429$  επίσημη και  $0,488$  πραγματική), ταχύτητας Κουτσό και επίδοσης ( $r=0,480$  επίσημη και  $0,494$  πραγματική), ταχύτητας Βήματος και επίδοσης ( $r=0,406$  επίσημη και  $0,409$  πραγματική) και ταχύτητας Άλματος και επίδοσης ( $r=0,239$  επίσημη και  $0,250$  πραγματική)

- Μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ μήκους Κουτσό και ταχύτητας βαλβίδας ( $r=0,356$ ) οριακά ισχυρή μεταξύ μήκους Άλματος και ταχύτητας βαλβίδας ( $r=0,343$ )
- Μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απώλειας ταχύτητας μεταξύ βαλβίδας – Άλματος και επίδοσης ( $r=-0,268$  επίσημη και  $-0,284$  πραγματική)
- Χαμηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απώλειας ταχύτητας μεταξύ Βήματος – Άλματος και επίδοσης ( $r=-0,122$  επίσημη και  $-0,111$  πραγματική)
- Οι απώλειες ταχύτητας μεταξύ βαλβίδας – Κουτσό και Κουτσό – Βήμα και επίδοσης έχουν χαμηλή συσχέτιση  $r$ .

#### 4. Συζήτηση

Η παρούσα μετα-ανάλυση κατέδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ ελίτ αθλητών και αθλητριών του τριπλούν όσο αφορά το βαθμό που η ταχύτητα στη βαλβίδα, η απώλεια αυτής στις επιμέρους φάσεις καθώς και οι αποστάσεις των επιμέρους φάσεων επηρεάζουν την τελική επίδοση, πραγματική ή επίσημη σε σημαντικές διοργανώσεις.

Από την ανάλυση προκύπτει ότι η ταχύτητα στην βαλβίδα στους άντρες έχει μεγάλη επίδραση στην επίδοση, ενώ για τις γυναίκες η επίδραση είναι μέτρια. Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνει προηγούμενες έρευνες σε αθλητές που υποστηρίζουν την ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας και επίδοσης (Niessen et al., 2004; Liu, Mao & Yu, 2015; Bayraktar, 2017). Ταυτόχρονα έρχεται σε αντίθεση με τα συμπεράσματα των Muller και Hommel (1997), οι οποίοι βρήκαν ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας στη βαλβίδα και της επίδοσης για τις αθλήτριες ενώ δεν παρατήρησαν σημαντική συσχέτιση για τους αθλητές.

Σχετικά με τις επιμέρους ταχύτητες η παρούσα ανάλυση κατέδειξε ότι η ταχύτητα στο Κουτσό και στο Βήμα στους άντρες έχει μεγάλη επίδραση στην επίδοση, ενώ για τις γυναίκες η επίδραση είναι μέτρια. Αυτό το εύρημα συμφωνεί εν μέρει με τα αντίστοιχα ευρήματα του Bayraktar (2017) ότι η ταχύτητα στο Κουτσό επηρεάζει σημαντικά την επίδοση των αθλητών. Η μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας Κουτσό και της τελικής επίδοσης των αθλητριών, που κατέδειξε η

παρούσα έρευνα διαφέρει από την ισχυρή θετική συσχέτιση που παρατήρησαν οι Marinova και Peen (2020) και οι Panoutsakopoulos και Kollias (2008).

Όσον αφορά στις απώλειες ταχύτητας η ανάλυσή μας κατέδειξε ότι και στα δύο φύλα η συνολική απώλεια ταχύτητας από τη βαλβίδα μέχρι το άλμα έχει μέτρια επίδραση στην επίδοση, ενώ η απώλεια ταχύτητας από το βήμα μέχρι το άλμα είχε μέτρια επίδραση στην επίδοση των ανδρών μόνο.

Σχετικά με τα επιμέρους μήκη των φάσεων η παρούσα έρευνα δείχνει ότι στους άντρες το μήκος του άλματος επιδρά σε μεγαλύτερο βαθμό από τα άλλα επιμέρους μήκη στην επίδοση, ενώ αντίθετα στις γυναίκες το μήκος του Κουτσού. Παρόμοια ευρήματα παραθέτουν και οι έρευνες των Marinova και Peen (2020) και των Panoutsakopoulos και Kollias (2008).

Η ανάλυση των συσχετίσεων έδειξε επίσης ότι τόσο στους άντρες όσο και στις γυναίκες το μήκος του άλματος εξαρτάται σημαντικά από την ταχύτητα στο Κουτσό, στο Βήμα και στο Άλμα. Επιπλέον στους άντρες το μήκος του κουτσού και του άλματος σχετίζεται με την ταχύτητα στην βαλβίδα σε σημαντικότερο βαθμό συγκριτικά με τις γυναίκες.

## **5. Συμπεράσματα**

Έχοντας διαπιστώσει από τη παρούσα έρευνα πως η ταχύτητα στην βαλβίδα στους άντρες έχει σημαντική επίδραση στην επίδοση, η προπόνηση τους χρειάζεται να επικεντρωθεί στην βελτίωση της ταχύτητας και διατήρησή της με σκοπό την μείωση απώλειας της στις επιμέρους φάσεις. Αντίθετα στις γυναίκες το μήκος του Κουτσού επιδρά σε μεγάλο βαθμό στην επίδοση ,επομένως η προπόνησή τους είναι αναγκαίο να εστιάζει στην βελτίωση της δύναμης/ταχυδύναμης για την επίτευξη μεγάλου μήκους Κουτσού και στη διατήρηση της ταχύτητας στις επιμέρους φάσεις. Επιπροσθέτως, παρότι υπάρχει πληθώρα ερευνών και αναλύσεων αλληλεπίδρασης της ταχύτητας με την επίδοση αυτές αφορούν κυρίως σε άνδρες. Χρειάζεται συνεπώς μεγαλύτερη και αναλυτικότερη διερεύνηση των δεδομένων αθλητριών ώστε να υπάρχει μια πληρέστερη εικόνα αυτών των συσχετισμών. Παρόμοια χρειάζεται να μελετηθούν περισσότερο οι συσχετίσεις των επιμέρους μηκών με την απώλεια ταχύτητας μεταξύ των φάσεων και τις επιμέρους ταχύτητες και την επίδραση των

παραπάνω στην επίδοση ανδρών και γυναικών αντίστοιχα, καθώς έως τώρα δεν έχουν τύχει μεγάλου ερευνητικού ενδιαφέροντος και από την παρούσα έρευνα προκύπτει ότι θα υπάρχουν συσχετίσεις.

## Βιβλιογραφία

- Abdelkader, G., Madani, R., & Bouabdellah, S. (2018). Impact Of The Collision And Push Angles On The Phases Hop, Step And Jump In The Triple Jump And Their Relationship To The Stage Of Take-Off. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
- Allen, S. J., King, M. A., & Yeadon, M. F. (2016). Optimisation of phase ratio in the triple jump using computer simulation. *Human movement science, 46*, 167-176.
- Allen, S. J., King, M. A., & Yeadon, M. R. (2013). Trade-offs between horizontal and vertical velocities during triple jumping and the effect on phase distances. *Journal of Biomechanics, 46*(5), 979-983.
- Antonini, S. (2015). Biomechanics of the triple jump: technical, coordinative and muscular aspects. *Scienza e sport*.
- Bayraktar, I. (2017). Relationships between horizontal velocity variables and jump performance in the triple jump. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health, 17*(2).
- Brice, P. (2009). Using Quintic Biomechanics to Calculate Centre of Mass. *Q4E Case Study, Sport Science (AS/A level/1st year Degree Level)*.
- Brimberg, J., Hurley, B., & Ladany, S. P. (2006). An operations research approach to the triple jump. *International Journal of Sport Management and Marketing, 1*(3), 208-214.
- Brüggemann, G. P., & Arampatzis, A. (1997). Triple jump. *Biomechanical research Project at the VIth World Championships in Athletics 1997: Preliminary Report*, 43.
- Čoh, M., & Kugovnik, O. (2011). Variability of Biomechanical Parameters in the Triple Jump Technique—A Case Study. *Sport Logia, 7*(2), 113-121.
- Čoh, M., & Žvan, M. (2016) Technique model of the triple jump for women. *Sport Science: International Scientific Journal of Kinesiology, Vol. 9, Is.1*.



- Dziewiecki, K., Blajer, W., Mazur, Z., & Czaplicki, A. (2014). Modeling and computational issues in the inverse dynamics simulation of triple jump. *Multibody System Dynamics*, 32(3), 299-316.
- Fujibayashi, N., Otsuka, M., Yoshioka, S., & Isaka, T. (2017). Technical strategy of triple jump: differences of inverted pendulum model between hop-dominated and balance techniques. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(12), 1741-1751.
- Hay, J. G. (1990). The biomechanics of triple jump techniques. In *Techniques in Athletics Congress Proceedings* (pp. 296-308).
- Hay, J. G. (1992). The biomechanics of the triple jump: A review. *Journal of Sports Sciences*, 10(4), 343-378.
- Hay, J. G. (1993). Citius, altius, longius (faster, higher, longer): the biomechanics of jumping for distance. *Journal of biomechanics*, 26, 7-21.
- Hay, J. G. (1999). Effort distribution and performance of olympic triple jumpers. *Journal of Applied Biomechanics*, 15(1), 36-51.
- Kouřil, J. (2013). FORGOTTEN HEROES OF ANCIENT GREEK OLYMPIC GAMES. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 13.
- Kyrolainen, H., Virmavirta, M., Komi, P. V., & Isolehto, J. (2009). Biomechanical analysis of the triple jump. *New Studies in Athletics*, 24, 57-64.
- Larkins, C. (1988). The optimal contribution of the phase distances in the triple jump: novices versus elites. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Liu, H., & Yu, B. (2012). Effects of phase ratio and velocity conversion coefficient on the performance of the triple jump. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1529-1536.
- Liu, H., Mao, D., & Yu, B. (2015). Effect of approach run velocity on the optimal performance of the triple jump. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 347-352.

- Marinova, T., & Peev, P. (2020). TRENDS IN DEVELOPMENT OF WOMEN'S TRIPLE JUMP DISCIPLINE. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series IX, Sciences of Human Kinetics*, 13(1), 61-66.
- Miller, J. A., & Hay, J. G. (1986). Kinematics of a world record and other world-class performances in the triple jump. *Journal of Applied Biomechanics*, 2(4), 272-288.
- Mohammed, Z., Idriss, M. M., Ali, B., Nasreddin, B. M., & Abd-el-Kader, G. (2015a). The Impact of the Techniques and Tactics Appropriate by the Athletes in Phase Triple Jump and Their Relationships with the Finale Results. *Journal of Sports Science*, 3(4).
- Mohammed, Z., Idris, M. M., Ali, B., & Nasreddin, B. M. (2015b). Influence Technique vs Ideal Model on Credibility Theory Distributions Ratios: A Case Study of Triple Jump. *European Scientific Journal*, 11(20).
- Moura, N. A., de Paula Moura, T. F., & Borin, J. P. (2005). Approach speed and performance in the horizontal jumps: What do Brazilian athletes do?. *New studies in athletics*, 20(3), 43.
- Muller, H., & Hommel, H. (1997). Biomechanical research project at the VIth world championships in athletics, Athens 1997. *New Studies in Athletics*, 12(2), 43-73.
- Niessen, M., Burgardt, K., Jürgens, A., & Hartmann, U. (2003). Visualisation of selected technical aspects in elite triple jumpers. In *Proceedings of the 8th Annual Congress of the European College of Sport Science, Salzburg 09th–12th July*.
- Niessen, M., Jürgens, A., Unger, J., Burgardt, K., & Hartmann, U. (2004). Time management and velocity profiles in elite triple jumping. In *Proceedings of the 9th Annual Congress of the European College of Sport Science, Clermont-Ferrand 03rd–06th July*.
- Panoutsakopoulos, V., & Kollias, I. (2008). Essential parameters in female triple jump technique. *New Studies in Athletics*, 23(IKKEART-2019-1406), 53-61.

- Panoutsakopoulos, V., Kotzamanidou, M. C., Kollias, I., Fragkoulis, E., & Theodorou, A. S. (2017). Gender Differences in Phase Ratios and Arm-Swing Motion in Elite Indoor Triple Jumping. *New Studies in Athletics*, 32(IKEEART-2021-853), 65-76.
- Panoutsakopoulos, V., Theodorou, A. S., Katsavelis, D., Roxanas, P., Paradisis, G., & Argeitaki, P. (2016). Gender differences in triple jump phase ratios and arm swing motion of international level athletes. *Acta Gymnica*, 46(4), 174-183.
- Perttunen, J., Kyrolainen, H., Komi, P. V., & Heinonen, A. (2000). Biomechanical loading in the triple jump. *Journal of sports sciences*, 18(5), 363-370.
- Portnoy, G. (1997). Differences in Some Triple Jump Parameters. *Modern athlete and coach*, 35, 11-14.
- Ramey, M. R., & Williams, K. R. (1985). Ground reaction forces in the triple jump. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(3), 233-239.
- Romer, B., & Weimar, W. (2019). Phase ratios of American collegiate triple jumpers. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(1), 645-651.
- Tsukuno, A., Ae, M., Koyama, H., Muraki, Y., & Takamoto, M. (2011). Analysis of the takeoff motion for the world top female triple jumpers. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Yu, B. (1999). Horizontal-to-vertical velocity conversion in the triple jump. *Journal of Sports Sciences*, 17(3), 221-229.
- Yu, B., & Hay, J. G. (1996). Optimum phase ratio in the triple jump. *Journal of biomechanics*, 29(10), 1283-1289.