

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Του Κωνσταντίνου Γιουβάνη

Θέμα: Συνεισφορά των αποστάσεων HOP, STEP, JUMP στην επίδοση του άλματος τριπλούν αθλητών παγκόσμιου επιπέδου

Επιβλέπων καθηγητής:
Τσιόκανος Αθανάσιος
Επικ. Καθηγητής Π.Θ.

Τρίκαλα 2003



αρ. εισ. / Τ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 2758/1

Ημερ. Εισ.: 27-09-2004

Δωρεά:

Ταξιδιωτικός Κωδικός: ΠΤ - ΤΕΦΑΑ

2003

ΓΙΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000075156

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Σελ.	4
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ		7
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ		8
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		14
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		15
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		17

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εξετάσει την ποσοστιαία συνεισφορά των τριών επιμέρους αλμάτων (Hop, Step, Jump) του άλματος τριπλούν στη διαμόρφωση της επίδοσης στο αγώνισμα αυτό (μοντελοποίηση). Υλικό της έρευνας αποτέλεσαν 69 αγωνιστικές προσπάθειες (μέση επίδοση 16,61 m) 42 αλτών του τριπλούν, που συμμετείχαν στους τελικούς κορυφαίων διοργανώσεων στον κόσμο από το 1983 έως το 1997. Εξετάσθηκαν οι απόλυτες τιμές των τριών αποστάσεων (επιδόσεις στα τρία επιμέρους άλματα) και οι σχετικές τους τιμές (ποσοστιαία συνεισφορά) ως προς την πραγματική απόσταση του άλματος τριπλούν, σε μια προσπάθεια μελέτης της μεταβολής αυτών των δεικτών ως προς το χρόνο. Η ανάλυση διασποράς δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές των σχετικών τιμών των Hop, Step, Jump μεταξύ των εξεταζόμενων ετών, συνηγορώντας σε ένα σταθερό από χρονική άποψη μοντέλο διαμόρφωσης της πραγματικής απόστασης του άλματος: Hop (36%), Step (30%), Jump (34%).



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αγώνισμα του άλματος τριπλούν πρωτοεμφανίστηκε πριν από 2000 χρόνια από τους Κέλτες. Αργότερα καλλιεργήθηκε από τους Ιρλανδούς τους Σκοτσέζους όπως και από τους Γερμανούς. Η τεχνική εκτέλεση του άλματος διαφοροποιούνταν με την πάροδο του χρόνου μέχρι την τελική καθιέρωση της, στους πρώτους Ολυμπιακούς αγώνες που έγιναν στην Αθήνα το 1896.

Η βιβλιογραφία σχετικά με το άλμα τριπλούν επικεντρώνεται σε θέματα φυσικής κατάστασης και προπονητικής (Kreer V, 2000; Todd D, 1998; Hackett B, 1996; Young W, 1995), καθώς και σε θέματα τεχνικής και βιοκινητικής ανάλυσης (Perttunen J, Kyrolainen H, Komi PV, Heinonen A 2000; Juergens A 1998; Portnoy G 1997; Yu B, Hay JG 1995; Karayannis M 1987). Τα θέματα τεχνικής ειδικεύονται πολλές φορές σε ζητήματα τόσο κινηματικής ανάλυσης (Yu B 1999; Al Kilani MA, Widule CJ 1990) όσο και δυναμικών χαρακτηριστικών (Jin H 1989; Ramey MR, Williams KR 1985). Όμως γενικά, η προσοχή για την τεχνική του αγωνίσματος εστιάζεται κυρίως στη διαμόρφωση της φοράς και των τριών διαδοχικών αλμάτων.

Η φορά

Όπως και στο άλμα σε μήκος, στόχος της φοράς είναι να αναπτυχθεί η μέγιστη ταχύτητα, να γίνει καλή προετοιμασία πάτηματος και να επιτευχθεί με ακρίβεια το πάτημα. Τα βασικά στοιχεία της φοράς είναι η έναρξή της από θέση βηματισμού ή προσοχής, η ακρίβεια της φοράς (μέχρι 5 εκατοστά), η χρησιμοποίηση ενδιάμεσων σημείων ελέγχου και οι παραλλαγές του τρεξίματος της φοράς. Όπως και στο άλμα σε μήκος, έτσι και στο άλμα τριπλούν, έχει αναζητηθεί από τους μελετητές η σχέση της ταχύτητας της φοράς με την επίδοση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται στοιχεία χρονομετρήσεων των τελευταίων 5 μέτρων της φοράς. Οι ειδικοί καθόρισαν το στόχο για τη σχέση της επίδοσης με την ταχύτητα φοράς στο επίπεδο του πρωταθλητισμού, σημειώνοντας ότι η ταχύτητα φοράς πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία με τους άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την επίδοση (κάθετη και οριζόντια ταχύτητα απογείωσης, γωνία απογείωσης). Στα τελευταία βήματα της φοράς ο αθλητής προετοιμάζεται για το πάτημα στη βαλβίδα. Στο άλμα τριπλούν επιδιώκεται ένα ιδανικό κουτσό με χαμηλή τροχιά πτήσης και όσο το δυνατόν διατήρηση της οριζόντιας ταχύτητας σε σύγκριση με το πάτημα στο άλμα σε μήκος. Εδώ δημιουργούνται παρόμοια στοιχεία με τη δομή της προετοιμασίας που

παρουσιάζεται στο άλμα σε μήκος. Στα τελευταία βήματα της φοράς του τριπλούν επιδιώκεται μεγάλη εκμετάλλευση της ταχύτητας φοράς, μεγάλη συχνότητα διασκελισμών, μικρό χαμήλωμα του κέντρου βάρους σώματος και γρήγορο πάτημα στο τελευταίο βήμα, κοντά στην κάθετη προβολή του Κ.Β.Σ.

Η διαμόρφωση των τριών αλμάτων

Κουτσό (Hop). Με το πάτημα στη βαλβίδα, ο αθλητής πρέπει να στρέψει την κατεύθυνση της φοράς σε μια κατεύθυνση που να εξασφαλίζει μεγάλη πτήση για το κουτσό, με τη μικρότερη δυνατή απώλεια σε οριζόντια ταχύτητα. Για να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή επίδοση στο άλμα τριπλούν, θα πρέπει το κουτσό να γίνει έτσι, ώστε να επιτρέπεται η εκτέλεση των επόμενων φάσεων του άλματος. Αυτό σημαίνει ότι: α) η μείωση της οριζόντιας ταχύτητας πρέπει να είναι ελάχιστη (γιατί είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία των επομένων πατημάτων), β) η γωνία απογείωσης είναι τέτοια, ώστε στο επόμενο πάτημα για το βήμα να επιτυγχάνεται το ίδιο ύψος πτήσης χωρίς μεγάλη μείωση της ταχύτητας. Έτσι η γωνία κυμαίνεται από 12 έως 16 μοίρες και φυσικά είναι πολύ μικρότερη από αυτή στο μήκος (18- 24 μοίρες). Η μείωση της οριζόντιας ταχύτητας κυμαίνεται από 0,3 μέχρι 0,8 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Η κίνηση των χεριών που προτιμάται για την απογείωση από τη βαλβίδα, είναι η κίνηση εναλλάξ, επειδή η κίνηση και των δύο χεριών απαιτεί μια προετοιμασία πριν από το τελευταίο βήμα και επειδή η συνέχεια της κίνησης με δύο χέρια παρουσιάζει πρόσθετες δυσκολίες όσον αφορά τη σωστή στάση του σώματος.

Βήμα (Step). Οι δυσκολίες στο δεύτερο πάτημα προέρχονται από το γεγονός ότι το σώμα πέφτει, από το κουτσό, από ένα ύψος 20-43 εκατοστά, που σημαίνει 1,9- 2,9 μέτρα ανά δευτερόλεπτο κάθετη ταχύτητα τη στιγμή της επαφής. Επιπλέον, η οριζόντια ταχύτητα εκείνη τη στιγμή είναι περίπου 8,7- 9,9 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Αυτά τα στοιχεία έχουν ως αποτέλεσμα η πραγματοποίηση ενός καλού βήματος να επιτυγχάνεται μόνο με μικρή μείωση της οριζόντιας ταχύτητας. Παρά την προσπάθεια του αθλητή να διατηρήσει την οριζόντια ταχύτητα σταθερή, παρατηρείται μια μικρή μείωση της τάξης του 0,7 -2,1 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Οι απαιτήσεις σε δύναμη στο δεύτερο πάτημα είναι ιδιαίτερα υψηλές για την επίτευξη μεγάλης επίδοσης. Τη στιγμή της επαφής με το έδαφος το γόνατο είναι σχεδόν τεντωμένο. Το άνοιγμα των μοιρών είναι περίπου 54- 69 μοίρες καθώς το πόδι αιώρησης έρχεται ήδη εμπρός. Η μείωση της οριζόντιας ταχύτητας προκαλεί μεγαλύτερη διάρκεια στο πάτημα, που κυμαίνεται από 0,135 - 0,150 δευτερόλεπτα. Όπως και στο κουτσό, η κίνηση των χεριών προτιμάται να είναι εναλλάξ. Με την

απογείωση, ο αθλητής πρέπει να διατηρήσει τον κορμό όρθιο και να προετοιμάσει το πάτημα για το άλμα.

Άλμα (Jump). Για την εκτέλεση του τρίτου πατήματος υπάρχουν τα εξής δεδομένα: α) Σε αντίθεση με το πρώτο και δεύτερο πάτημα, εδώ επιδιώκεται το μέγιστο δυνατό μήκος χωρίς περιορισμούς, εξαιτίας της ομαλής συνέχειας που είχαν τα πρώτα πατήματα. β) Η οριζόντια ταχύτητα είναι σημαντικά μικρότερη από ότι στα πρώτα πατήματα. γ) Η απογείωση επηρεάζεται συχνά από τα λάθη που έγιναν στις προηγούμενες φάσεις του άλματος. Στο τρίτο πάτημα έχουμε συνήθως γωνία απογείωσης όπως και στο άλμα σε μήκος (17,7 - 23,5 μοίρες) και η ταχύτητα απογείωσης 6,1 - 7 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Ο χρόνος πατήματος αυξάνει και εδώ και κυμαίνεται από 0,145- 0,195 δευτερόλεπτα.

Τοποθέτηση του ζητήματος – σκοπός της εργασίας

Ανεξάρτητα από τα επιμέρους τεχνικά χαρακτηριστικά, που αφορούν στην κίνηση τόσο των μελών του σώματος, όσο και του σώματος του αθλητή ως ολότητα, κατά τις διάφορες φάσεις του αγωνίσματος, πολλές φορές είναι αναγκαία η αναζήτηση γενικότερων κριτηρίων τεχνικής για την καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια της προπόνησης, όπως είναι η αναλογία των μηκών των τριών διαδοχικών αλμάτων.

Υπάρχουν μελέτες γύρω από το θέμα της αναλογίας των τριών αλμάτων (Hay JG 1999; Yu B, Hay JG 1996; Larkins C 1990; Ecker T. 1987), ενώ κατά το παρελθόν έχουν επικρατήσει δύο τάσεις στη διαμόρφωση των μηκών των διασκελισμών: α) η ρώσικη με έμφαση στο κουτσό και αναλογία 36%, 30%, 34% και β) η πολωνική με έμφαση στο άλμα και αναλογία 35%, 29%, 36%.

Σήμερα, δεν μπορούμε να πούμε αν υπερισχύει η μια ή η άλλη τεχνική διαμόρφωσης των τριών αλμάτων, καθότι αυτό υπόκειται σε ατομικές ιδιαιτερότητες του αθλητή (φυσική κατάσταση και ατομική τεχνική). Έτσι, σε αναζήτηση μιας γενικής τάσης, η παρούσα εργασία αποσκοπεί σε μια επανεξέταση του ρόλου (ποσοστιαία συνεισφορά) του καθενός από τα επιμέρους άλματα, βήμα ,κουτσό, άλμα (hop ,step, jump) στη διαμόρφωση της επίδοσης στο άλμα τριπλούν (μοντελοποίηση).

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Υλικό έρευνας: Υλικό της ερευνάς μας αποτέλεσαν 69 αγωνιστικές προσπάθειες (μέση επίδοση $16,61 \pm 0,72\mu$), 42 αλτών του τριπλούν, οι οποίοι συμμετείχαν στους τελικούς του αγωνίσματος 5 κορυφαίων διοργανώσεων από το 1983 ως το 1997 (Παγκόσμιο πρωτάθλημα στίβου 1983, Πανευρωπαϊκοί αγώνες στίβου 1986, Μπρούνο Ζάολι 1987, Ολυμπιακοί αγώνες 1988, Παγκόσμιο πρωτάθλημα στίβου 1997).

Το παραπάνω υλικό της έρευνας είναι αποτελέσματα μετρήσεων (κινηματικά δεδομένα) του τμήματος βιομηχανικής του ΕΚΑΕ, το οποίο και μας το παραχώρησε.

Μεταβλητές: Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν είναι οι:

- α) επίσημη επίδοση
- β) πραγματική επίδοση (επίδοση + πάτημα πίσω από τη βαλβίδα)
- γ) απόλυτες τιμές των hop, step, jump
- δ) σχετικές τιμές των hop, step, jump

(η τιμή του καθενός διαιρεμένη με την πραγματική επίδοση)

Συμπληρωματικά, λάβαμε υπόψη και τις μέσες ταχύτητες φορές των τελευταίων 5 μέτρων (V_{6-1}) και των προτελευταίων 5 μέτρων (V_{11-6}).

Οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών, όπως προέκυψαν από τις μετρήσεις στο αναφερθέν δείγμα της έρευνας παραθέτονται στον πίνακα 1 του παραρτήματος.

Στατιστική ανάλυση: Η στατιστική ανάλυση περιελάμβανε περιγραφική στατιστική (μέση τιμή, τυπική απόκλιση) των εξεταζόμενων παραμέτρων ανά διοργάνωση (1983-1997), καθώς και ανάλυση διασποράς (one way between subjects apova).

Στην ανάλυση διασποράς έγινε σύγκριση μεταξύ των μέσων τιμών ανά έτος (ανά διοργάνωση), ξεχωριστά για καθεμιά μεταβλητή hop, step, jump, (σχετικές τιμές, σε μια προσπάθεια μελέτης τους ως προς το χρόνο). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = 0.05$

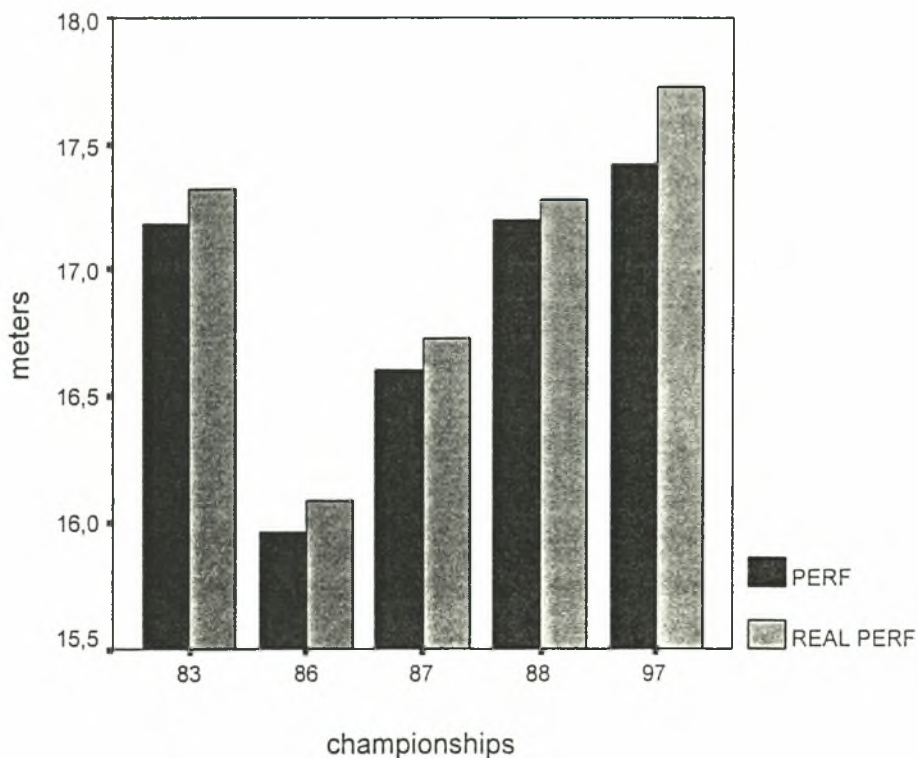
Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS for Windows.

Επίσης, έγινε και ανάλυση συσχέτισης μεταξύ της ταχύτητας φορές και της πραγματικής επίδοσης, καθώς και μεταξύ της ταχύτητας φορές και των επί μέρους αλμάτων hop, step, jump, σε μια προσπάθεια προσδιορισμού της επίδρασης του παράγοντα ταχύτητα φορές στη διαμόρφωση των τριών επί μέρους αλμάτων.

Όπως φαίνεται από το γράφημα 1 παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση των επιδόσεων από το 1986 έως το 1997, εξαίρεση αποτελεί η διοργάνωση 1993 η οποία δεν υπακούει στην προαναφερθείσα γενική τάση, και παρουσιάζει επιδόσεις όμοιες με το 1988.

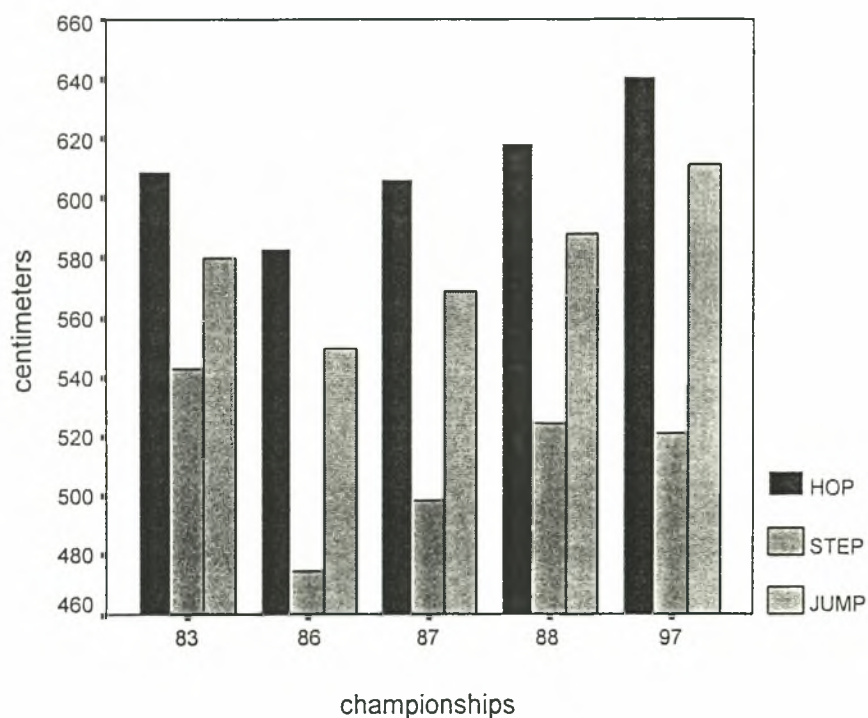
Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι η διαφορά μεταξύ επίσημης και πραγματικής επίδοσης είναι περίπου 12,5 cm σε όλες τις διοργανώσεις με εξαίρεση το 1997 όπου η αθλητές πατούν πίσω από τη βαλβίδα 31cm.

Γράφημα 1. (Επίσημη και πραγματική επίδοση)



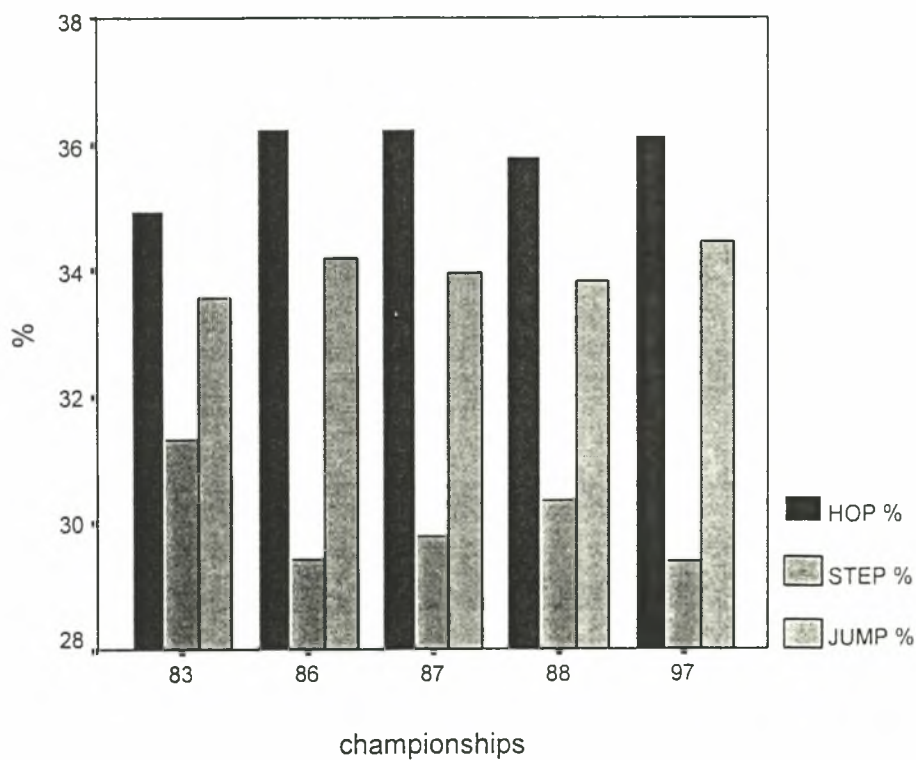
Ως προς τις απόλυτες τιμές των επί μέρους άλμάτων (εικόνα 2) παρατηρείται σταδιακή τάση ανόδου του καθενός από αυτά ξεκινώντας από το 1986 και βαδίζοντας στο 1997. Εξαιρεση αποτελεί και εδώ η διοργάνωση του 1983. Αυτό δικαιολογείται από τη γενική τάση αύξησης των επιδόσεων της περίπτωσης του γραφήματος 1.

Γράφημα 2. Επιμέρους άλματα (απόλυτες τιμές)



Ως προς τις σχετικές τιμές των επιμέρους αλμάτων, με μικρή εξαίρεση του step και του hop στην διοργάνωση του 1983, παρατηρείται μια ενιαία δομή της συνεισφοράς των τριών επιμέρους αλμάτων στη διαμόρφωση της πραγματικής επίδοσης για όλα τα έτη (διοργανώσεις).

Γράφημα 3. Επιμέρους άλματα (% της πραγματικής επίδοσης)



ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

Η ανάλυση διασποράς (πίνακας 2 του παραρτήματος) δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές των σχετικών τιμών hop, step, jump, μεταξύ των εξεταζόμενων ετών.

$$\text{Hop: } F_{(4, 64)} = 1,117, p = 0,356$$

$$\text{Step: } F_{(4, 64)} = 1,571, p = 0,193$$

$$\text{Jump: } F_{(4,64)} = 0,358, p = 0,838$$

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Οι συντελεστές συσχέτισης των εξετασμένων μεταβλητών παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Οι V₁₁₋₆ και οι V₆₋₁ συσχετίζονται σημαντικά με την πραγματική επίδοση (0,60 και 0,75 αντίστοιχα). Σημαντικότερη είναι η επίδραση της ταχύτητας των τελευταίων μέτρων της φοράς. Η ταχύτητα των 5 τελευταίων μέτρων της φοράς (V₆₋₁) συσχετίζεται σημαντικά με τα hop και jump (0,54 και 0,64 αντίστοιχα), ενώ δεν συσχετίζεται με το step. Φαίνεται ότι το step είναι αποτέλεσμα κυρίως δυναμικών παραμέτρων (κατακόρυφη ώθηση του ποδιού στήριξης), ενώ το jump είναι αποτέλεσμα διατήρησης της οριζόντιας ταχύτητας σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Πίνακας 2. Συσχετίσεις

		V11_6	V6_1	Επίδοση	Πραγματ. Επίδοση	HOP	STEP	JUMP
V11_6	Pearson Correlatio	1,000	,590	,59	,595	,365	,20	,576
	Sig. (2-tailed)		,000	,00	,000	,012	,16	,000
		47	47	4	47	47	4	47
V6_1	Pearson Correlatio	,590	1,000	,76	,745	,540	,23	,642
	Sig. (2-tailed)	,000		,00	,000	,000	,10	,000
		47	47	4	47	47	4	47
Επίδοση	Pearson Correlatio	,595	,761	1,00	,989	,728	,64	,656
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,00	,000
		47	47	6	69	69	6	69
Πραγμ. Επίδοση	Pearson Correlatio	,595	,745	,98	1,000	,718	,66	,660
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,00		,000	,00	,000
		47	47	6	69	69	6	69
HOP	Pearson Correlatio	,365	,540	,72	,718	1,000	,21	,305
	Sig. (2-tailed)	,012	,000	,00	,000		,08	,011
		47	47	6	69	69	6	69
STEP	Pearson Correlatio	,205	,239	,64	,669	,212	1,00	,087
	Sig. (2-tailed)	,166	,105	,00	,000	,081		,476
		47	47	6	69	69	6	69
JUMP	Pearson Correlatio	,576	,642	,65	,660	,305	,08	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,00	,000	,011	,47	
		47	47	6	69	69	6	69

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

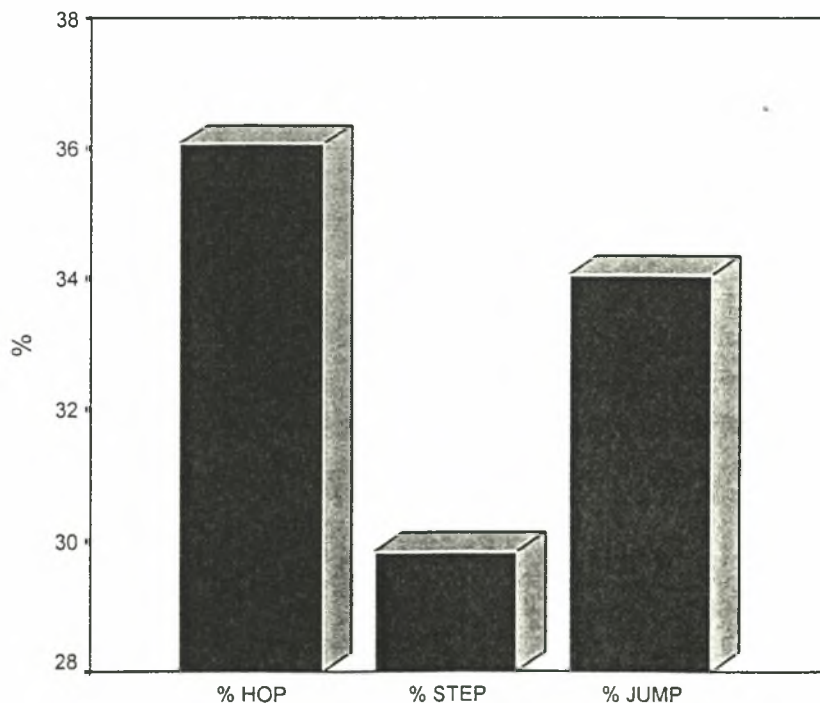
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς συνηγορούν στην ύπαρξη ενός σταθερού από χρονική άποψη μοντέλου διαμόρφωσης της πραγματικής απόστασης άλματος στο τριπλούν (Γράφημα 4).

Έτσι με βάση το ενιαίο αυτό μοντέλο φαίνεται ότι, η συνεισφορά των hop, step, jump, στην πραγματική επίδοση, είναι 36, 30, 34% αντίστοιχα.

Ενδιαφέρον ίσως θα παρουσίαζε η διαχρονική μελέτη της διακύμανσης της ποσοστιαίας συνεισφοράς των τριών αυτών αποστάσεων σε ατομικό επίπεδο(στον ίδιο αθλητή καθ' όλη τη διάρκεια της αθλητικής του καριέρας, στην εποικοδομητική περίοδο και στην περίοδο των υψηλών επιδόσεων).

Γράφημα 4. Γενικό μοντέλο επιμέρους αλμάτων (% της πραγματικής επίδοσης)



6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Kreer V, (2000). Methodical aspects of women's triple jump. *Modern athlete and coach*. Oct 38(4): 9-15.
- Todd D, (1998). Teaching the triple jump. *Track and field coaches review*. 98(4): 28-31.
- Hackett B, (1996). Triple jump. *Track and field coaches review*. 95(4): 22-23;26-27.
- Young W, (1995). Specificity of strength development for improving the takeoff ability in jumping events. *Modern athlete and coach*. Oct 33(1): 3-8.
- Perttunen J, Kyrolainen H, Komi PV, Heinonen A. (2000). Biomechanical loading in the triple jump. *Journal of sports sciences*. 18(5):363-370.
- Juergens A. (1998). Biomechanical investigation of the transition between the hop and the step. *New studies in athletics*. 13(4):29-39.
- Portnoy G. (1997). Differences in some triple jump rhythm parameters. *Modern athlete and coach*. 135(1):11-14.
- Yu B, Hay JG. (1995). Angular momentum and performance in the triple jump: a cross-sectional analysis. *Journal of applied biomechanics*. 11(1):81-102.
- Karayannis M. (1987). The biomechanics of the triple jump. *Track and field quarterly review*. 87(1):45-51.
- Hay JG. (1999). Effort distribution and performance on Olympic triple jumpers. *Journal of applied biomechanics*. 15(1):36-51.
- Yu B, Hay JG. (1996). Optimum phase ratio in the triple jump. *Journal of biomechanics*. 29(10):1283-1289.
- Larkins C. (1990). In search of the optimal triple jump ratios: trial and error. *Track and field quarterly review*. 90(4):18-23.
- Ecker T. (1987). Hop, step and jump ratios in world class triple jumping. *Track and field quarterly review*. 87(1):51-52.
- Jin H. (1989). The ground reaction force in the triple jump. *Sports science-(Beijing)*. 9(4):64-67.
- Ramey MR, Williams KR. (1985). Ground reaction forces in the triple jump. *International journal of sport biomechanics*. 1(3):233-239.

Yu B. (1999). Horizontal-to-vertical velocity conversion in the triple jump. *Journal of sports sciences*. 17(3): 221-229.

Al Kilani MA, Widule CJ. (1990). Selected kinematic characteristics of intercollegiate women triple jumpers. *American journal of sports medicine*. 18(3): 267-270.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Δεδομένα των μετρήσεων

A	B	Γ	Δ	Ε	Z	H	Θ	I	K	Λ	M	N	Ξ
1	83	1	,	,	4	659	575	512	17,42	17,46	37,70	32,90	29,40
2	83	2	,	,	14	585	524	623	17,18	17,32	33,80	30,20	36,00
3	83	3	,	,	9	604	545	578	17,17	17,28	35,00	31,50	33,50
4	83	4	,	,	36	602	564	583	17,13	17,49	34,40	32,20	33,40
5	83	5	,	,	12	612	530	583	17,13	17,25	34,40	30,70	33,80
6	83	6	,	,	5	591	519	601	17,06	17,11	34,50	30,30	35,20
7	86	7	9,75	9,94	28	631	463	568	16,35	16,63	37,90	27,80	34,20
8	86	7	9,54	10,06	17	642	459	553	16,38	16,55	38,80	27,70	33,40
9	86	7	9,73	10,20	20	625	537	521	16,64	16,84	37,10	31,90	30,90
10	86	7	9,94	10,29	13	625	536	549	16,97	17,10	36,50	31,30	32,10
11	86	8	9,58	9,86	18	579	509	566	16,37	16,55	35,00	30,80	34,20
12	86	8	9,88	10,10	14	589	506	587	16,68	16,82	35,00	30,10	34,90
13	86	8	9,63	9,84	5	580	524	565	16,66	16,71	34,70	31,40	33,80
14	86	8	9,63	10,14	6	600	536	564	16,94	17,00	35,30	31,50	33,20
15	86	9	9,26	9,67	25	582	490	541	15,90	16,15	36,00	30,30	33,50
16	86	9	9,43	9,80	25	589	498	549	16,13	16,38	36,00	30,40	33,50
17	86	9	9,35	9,82	2	611	420	546	15,76	15,78	38,70	26,60	34,60
18	86	10	9,88	10,06	9	584	456	567	16,00	16,09	36,30	28,30	35,20
19	86	10	9,84	10,02	1	566	414	588	15,72	15,73	36,00	26,30	37,40
20	86	10	9,82	9,96	1	537	417	578	15,32	15,33	35,00	27,20	37,70
21	86	11	9,28	9,43	33	551	485	527	15,30	15,63	35,30	31,00	33,70
22	86	11	9,38	9,52	15	570	495	531	15,82	15,97	35,70	31,00	33,20
23	86	11	9,42	9,60	3	590	480	513	15,81	15,84	37,20	30,30	32,40
24	86	12	9,56	9,78	16	560	419	602	15,66	15,82	35,40	26,50	38,10
25	86	12	9,38	9,58	1	548	448	530	15,26	15,27	35,90	29,30	34,70
26	86	13	9,11	9,65	18	500	494	537	15,14	15,32	32,60	32,20	35,10
27	86	14	9,17	9,24	0	589	421	507	15,18	15,18	38,80	27,70	33,40
28	86	14	9,31	9,43	4	587	428	503	15,24	15,28	38,40	28,00	32,90
29	87	15	9,86	9,82	10	626	536	608	17,58	17,68	35,40	30,30	34,40
30	87	16	10,20	10,37	6	626	505	617	17,43	17,49	35,80	28,90	35,30
31	87	17	10,25	10,37	2	647	470	636	17,51	17,53	36,90	26,80	36,30
32	87	18	9,98	10,16	1	655	500	606	17,61	17,62	37,20	28,40	34,40
33	87	19	9,86	10,06	2	673	436	550	16,55	16,57	40,60	26,30	33,20
34	87	19	9,88	10,14	1	645	500	562	17,06	17,07	37,80	29,30	32,90
35	87	20	10,27	9,65	20	575	485	584	16,24	16,44	35,00	29,50	35,50
36	87	20	9,45	9,75	15	599	569	495	16,50	16,65	36,00	34,20	29,70
37	87	20	9,90	10,04	15	579	565	569	16,98	17,13	33,80	33,00	33,20
38	87	20	10,20	9,80	23	573	567	495	16,10	16,33	35,10	34,70	30,30
39	87	21	10,08	10,06	10	575	531	585	16,80	16,90	34,00	31,40	34,60
40	87	22	10,29	10,27	8	592	521	589	16,94	17,02	34,80	30,60	34,60
41	87	23	10,16	10,00	10	601	489	574	16,54	16,64	36,10	29,40	34,50
42	87	3	10,10	10,08	5	644	455	564	16,60	16,65	38,70	27,30	33,90
43	87	23	9,96	10,02	10	645	475	559	16,70	16,80	38,40	28,30	33,30

44	87	23	10,14	10,06	15	631	474	577	16,67	16,82	37,50	28,20	34,30
45	87	24	10,04	10,12	12	598	480	603	16,67	16,79	35,60	28,60	35,90
46	87	24	10,05	10,14	15	565	500	592	16,42	16,57	34,10	30,20	35,70
47	87	25	9,52	9,65	18	588	515	548	16,34	16,52	35,60	31,20	33,20
48	87	25	9,84	9,86	18	599	480	568	16,27	16,45	36,40	29,20	34,50
49	87	25	9,92	10,06	25	600	471	564	16,09	16,34	36,70	28,80	34,50
50	87	25	9,84	9,88	28	613	495	543	16,23	16,51	37,10	30,00	32,90
51	87	26	9,84	9,33	18	573	464	530	15,51	15,69	36,50	29,60	33,80
52	87	26	10,12	9,24	18	558	475	534	15,49	15,67	35,60	30,30	34,10
53	87	26	9,45	9,67	2	577	496	557	16,28	16,30	35,40	30,40	34,20
54	97	27	,	,	23	668	521	619	17,85	18,08	36,95	28,82	34,24
55	97	28	,	,	22	634	521	635	17,69	17,91	35,40	29,09	35,46
56	97	29	,	,	13	654	547	576	17,64	17,77	36,80	30,78	32,41
57	97	30	,	,	27	626	520	640	17,59	17,86	35,05	29,12	35,83
58	97	31	,	,	44	633	544	590	17,22	17,66	35,84	30,80	33,41
59	97	32	,	,	43	657	488	612	17,14	17,57	37,39	27,77	34,83
60	97	33	,	,	38	616	536	598	17,12	17,50	35,20	30,63	34,17
61	97	34	,	,	38	638	492	618	17,11	17,49	36,54	28,18	35,40
62	88	35	,	,	,	656	538	576	17,61	17,70	37,10	30,40	32,50
63	88	36	,	,	,	625	542	602	17,52	17,69	35,30	30,60	34,00
64	88	37	,	,	,	628	480	638	17,42	17,46	36,00	27,50	36,50
65	88	38	,	,	,	622	537	586	17,38	17,45	35,60	30,80	33,60
66	88	39	,	,	,	636	544	565	17,29	17,45	36,50	31,20	32,30
67	88	40	,	,	,	573	528	615	17,03	17,16	33,40	30,80	35,80
68	88	41	,	,	,	613	496	565	16,75	16,74	36,60	29,60	33,80
69	88	42	,	,	,	595	531	553	16,56	16,59	35,90	32,00	32,10

Εξήγηση μεταβλητών

- A** → αύξων αριθμός προσπάθειας
B → διοργάνωση
Γ → αύξων αριθμός αθλητή
Δ → V11-6
Ε → V6-1
Z → απόσταση πατήματος πριν τη βαλβίδα (cm)
H → Hop (cm)
Θ → Step (cm)
I → Jump (cm)
K → επίσημη επίδοση (m)
Λ → πραγματική επίδοση (m)
M → % Hop
N → % Step
Ξ → % Jump

Πίνακας 2. Ανάλυση διασποράς

% Hop	Between Groups	9,440	4	2,360	1,117	,356
	Within Groups	135,259	64	2,113		
	Total	144,699	68			
% Step	Between Groups	20,159	4	5,040	1,571	,193
	Within Groups	205,362	64	3,209		
	Total	225,521	68			
% Jump	Between Groups	3,882	4	,971	,358	,838
	Within Groups	173,543	64	2,712		
	Total	225,521	68			