

ΚΕΦΑΛΑΙΟ I

ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1.1. Εισαγωγή

Το άλμα, ως φυσικός τρόπος μετατόπισης του ανθρώπινου σώματος, πραγματοποιείται με ένα πολύπλοκο συντονισμό κινήσεων των άνω και κάτω άκρων (Ashby & Heegaard, 2002), ως αυτοτελής κίνηση βρίσκει εφαρμογές σε αρκετά αθλήματα και ως αυτοδύναμο αγώνισμα με σκοπό την επίδοση παρατηρείται στον κλασσικό αθλητισμό. Ειδικότερα, τα αγωνιστικά άλματα διακρίνονται σε οριζόντια (μήκος & τριπλούν) και σε κατακόρυφα (ύψος & με κοντάρι), ενώ αντικειμενικός στόχος είναι να επιτευχθεί η μέγιστη μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος (Κ.Β.Σ) ως προς τη συγκεκριμένη διεύθυνση μετακίνησης (Hay, 1978).

Τα αγωνίσματα των αλμάτων του κλασσικού αθλητισμού έχουν εξελιχθεί ιδιαίτερα τις τελευταίες δύο δεκαετίες, τόσο λόγω της βελτίωσης της τεχνικής των κινήσεων και των προπονητικών μεθόδων, όσο και εξαιτίας της εξέλιξης του επικουρικού εξοπλισμού (π.χ. κοντάρι). Ως περιοριστικοί παράγοντες για περαιτέρω πρόοδο της επίδοσης φαίνεται, μεταξύ άλλων να θεωρούνται, η ανάπτυξη της οριζόντιας ταχύτητας κατά τη φόρα και η ικανότητα των μυών των κάτω άκρων να παράγουν μεγαλύτερες δυνάμεις (Hay, 1993; Seyfarth et al., 2000). Τα άλματα του κλασσικού αθλητισμού χαρακτηρίζονται ως ταχυδυναμικά (εκρηκτικά) αγωνίσματα όπου για την αποτελεσματική εκτέλεσή τους απαιτείται υψηλή ανάπτυξη της ισχύος (Burnett, 2003; Paish, 1999). Η εξέλιξη της επίδοσης των αγωνιστικών αλμάτων είναι σημαντική και ειδικότερα στο άλμα με κοντάρι

γυναικών που μόλις το έτος 2000 καθιερώθηκε στο ολυμπιακό πρόγραμμα, ενώ το έτος 2004 η παγκόσμια επίδοση καταρρίφθηκε 7 φορές.

Η μέθοδος της ηλεκτρονικής δυναμογράφησης χρησιμοποιείται στην αθλητική πρακτική για άμεση αξιολόγηση και έλεγχο της αιτίας που προκαλεί την ανθρώπινη κίνηση, δηλαδή της δύναμης (Μπουντόλος, 1999). Οι άμεσα καταγραφόμενες Δυνάμεις Εδαφικής Αντίδρασης (ΔΕΑ) ορίζονται ως οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (Burnett, 2003; Enoka, 1988) (εφαρμογή 3^{ου} νόμου Νεύτωνα δράσης-αντίδρασης) και καταγράφονται ως προς τους τρεις άξονες: τον κατακόρυφο (Z), τον οριζόντιο (Y) και τον πλάγιο (X). Κατά συνέπεια οι τρεις ορθογώνιες συνιστώσες της συνισταμένης αυτής δύναμης είναι η κατακόρυφη (Fz), η προσθιοπίσθια / οριζόντια (Fy) και η πλάγια (Fx) (Enoka, 1988). Οι ΔΕΑ αξιοποιούνται ως μηχανικές παράμετροι, μεταξύ άλλων, και για τη μελέτη της τεχνικής ώθησης και χαρακτηρίζουν την εκρηκτική δύναμη του κάτω άκρου των αθλητών/τριών (Chow & Hay, 2005). Για τη μελέτη του άλματος με κοντάρι, έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες σε αθλητές με τοποθέτηση Η/Δ: Α) κάτω από τη βαλβίδα, με στόχο να υπολογιστούν οι ΔΕΑ που προέρχονται από το κοντάρι και οι επακόλουθες ροπές και γωνιακές ορμές καθ' όλη τη διάρκεια του άλματος (Arampatzis et al., 2004; Morlier & Cid, 1996; Takamatsu et al., 1995, 1999) και Β) κάτω από το κάτω άκρο στήριξης, με στόχο τον υπολογισμό των απόλυτων και σχετικών τιμών των ΔΕΑ κατά τη φάση ώθησης (Barlow, 1979).

Η τεχνική των αθλητριών του άλματος με κοντάρι υψηλού επιπέδου διαφέρει από αυτή των αθλητών, καθώς η άποψη ότι η εκτέλεση του

άλματος από τις αθλήτριες είναι μια μικρογραφία της προσπάθειας των αθλητών (ίδια τεχνική μικρότερη ζεπίδοσης), δεν επιβεβαιώνεται ερευνητικά (Schade et al., 2004). Τουλάχιστον αυτό οριοθετείται με την κινηματική ανάλυση, που είχε ως στόχο την αναγνώριση διαφορών στην ενεργειακή συμπεριφορά αθλητή/τριας και κονταριού και όχι σε κινητική ανάλυση με στόχο το δυναμογραφικό πρότυπο της ώθησης. Επιπλέον, έρευνες για τη συνεισφορά των μελών του σώματος αναφέρουν ότι στο άλμα σε μήκος τα άνω άκρα συμμετέχουν σε ποσοστό περίπου 10% (οριζόντια & κατακόρυφη διεύθυνση) (Aoyama et al., 1995), όπως αντίστοιχα στο κατακόρυφο άλμα (Harman et al., 1990; Luhtanen & Komi, 1978) και στο άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (Ashby & Heegard, 2002). Ειδικότερα για το τελευταίο, η επίδοση βελτιώνεται κατά 21% καθώς αυξάνεται η κατακόρυφη ταχύτητα από ανάλογη αύξηση των ΔΕΑ. Η διαφοροποίηση των ΔΕΑ με συμμετοχή των άνω άκρων στη φάση της ώθησης αναδεικνύει ερευνητικά ερωτήματα, καθώς στα συγκεκριμένα είδη άλματος τα άνω άκρα λειτουργούν με διαφορετικό πρότυπο κίνησης. Η άποψη ότι ο μηχανισμός της ώθησης μεταξύ των αλμάτων με κοντάρι και σε μήκος χαρακτηρίζεται από κοινά στοιχεία (Burnett, 2003), δεν υποστηρίζεται από αναφορές με επιστημονικά δεδομένα σύγκρισης.

Σκοπός της εργασίας ήταν η αξιόπιστη καταγραφή των ΔΕΑ στη φάση της ώθησης στο άλμα με κοντάρι και στο άλμα σε μήκος με συνακόλουθο στόχο τη συγκριτική μελέτη, την ανάδειξη και αιτιολόγηση τυχόν διαφορών στο μηχανισμό εκτέλεσης. Η κύρια διαφορά των δύο αλμάτων στην ώθηση είναι η κίνηση των άνω άκρων: ελεύθερη αρμονική στο άλμα σε μήκος και στοχευμένα

περιορισμένη στο άλμα με κοντάρι, εξαιτίας της συγκράτησης του κονταριού. Το τεχνικό αυτό αλλά και ουσιαστικό στοιχείο ανέδειξε ερωτήματα για περαιτέρω διερεύνηση, όπως: Α) πώς δομείται το πρότυπο του μηχανισμού της ώθησης και Β) αν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στα χρονικά και δυναμικά χαρακτηριστικά των ΔΕΑ, που ενδεχομένως επηρεάζει και την απόδοση. Το δυναμογραφικό πρότυπο των δυο αλμάτων συγκρίθηκε με αντίστοιχα του άλματος σε μήκος και δίνεται μια πρώτη ερμηνεία σε παράγοντες που κρίνονται ανασταλτικοί για την επίδοση.

Επιπρόσθετος σκοπός της εργασίας ορίστηκε η ανάδειξη του ενεργειακού προτύπου των Ελληνίδων αθλητριών του άλματος με κοντάρι, βάσει των σωματομετρικών και κινηματικών χαρακτηριστικών που αναφέρονται στην τεχνική και αλτική ικανότητα. Αθλητές και αθλήτριες διαφέρουν σε βασικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και σε ειδικές φυσικές ικανότητες (ιδιαιτερότητες σωματικής κατασκευής λόγω φύλου), γεγονός που υποδεικνύει ότι μεταφορά των έως σήμερα ερευνητικών αποτελεσμάτων από τους αθλητές στις αθλήτριες, ενδεχομένως να ενέχει σημαντικό σφάλμα.

Η παρούσα εργασία αποκτά τη σημασία της στα εξής σημεία: Α) δεν έχουν αναφερθεί συγκριτικές εργασίες για τη φάση της ώθησης στο άλμα με κοντάρι με το άλμα σε μήκος που να πιστοποιούν διαφορές ή ομοιότητες, Β) δεν έχουν δημοσιευτεί αντίστοιχες έρευνες καταγραφής και μελέτης των ΔΕΑ σε αθλήτριες, ενώ Γ) απουσιάζουν σύγχρονες μεθοδολογικά εργασίες καταγραφής των ΔΕΑ στο κάτω άκρο στήριξης στο άλμα με κοντάρι. Ειδικότερα, ενώ κυριαρχούν βιο-μηχανικές αναλύσεις του αγωνίσματος σε αθλητές τόσο σε

πειραματικές συνθήκες (Angulo-Kinzler et al., 1994; Elgushey et al., 1999; Hay, 1978; Morlier & Cid, 1996; Takamatsu et al., 1995, 1999; Schade et al., 1998, 2000; Sullivan et al., 1994), όσο και σε πρότυπα προσομοίωσης (Braff & Dapena, 1985; Dapena, 1978; Dapena & Braff, 1983; Ekevad & Lundberg, 1995, 1997; Hay et al., 1977; Hubbard, 1980; Linthorne, 1994; McGinnis & Bergman, 1986), η εικόνα στη μελέτη της τεχνικής των κινήσεων σε αθλήτριες είναι ελλιπής (Bruggemann et al., 2002; Schade et al., 2004). Η μοναδική εργασία σύγκρισης της ώθησης μεταξύ των δύο ειδών άλματος (Bussabarger, 2003) είναι περιγραφική χωρίς πειραματικά δεδομένα και στοχεύει σε προπονητικές υποδείξεις παρά σε ουσιαστική συζήτηση και αιτιολόγηση κρίσιμες βιομηχανικές παραμέτρους, ομοιότητες ή διαφορές.

Οριοθέτηση - Περιορισμοί

Περιορισμό στην έρευνα αποτέλεσε το γεγονός ότι δεν μετρήθηκε άμεσα η επίδοση στο άλμα με κοντάρι (έμμεσος υπολογισμός από τις αρχές της μηχανικής) και η προσπάθεια στο άλμα σε μήκος ήταν προσομοιωμένη. Ωστόσο, η σαφής οδηγία σε όλες τις αθλήτριες για μέγιστες προσπάθειες ελαχιστοποιεί το λάθος σε μέρος δεδομένων. Πρόσθετα, η εξειδικευμένη μελέτη της φάσης ώθησης που αποτελεί ένα μέρος, σημαντικό ωστόσο, του άλματος και το αγωνιστικό επίπεδο του δείγματος, οριοθετεί και τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

1.2. Μεθοδολογία

Δείγμα

Το δείγμα διαμορφώθηκε από 12 Ελληνίδες αθλήτριες του άλματος με κοντάρι μέσου έως υψηλού επιπέδου,

με συμμετοχή και διακρίσεις στο Πανελλήνιο πρωταθλήμα 2004, συμπεριλαμβανομένης και της αθλήτριας που σημείωσε παγκόσμια ανεπίσημη επίδοση σε κατηγορία κορασίδων το έτος 2005. Ως ελάχιστη ατομική επίδοση των επιλεγμένων αθλητριών ορίστηκε αυτή των 3.50 m και η αγωνιστική τους εμπειρία ήταν τουλάχιστον δύο ετών. Η συμμετοχή ήταν εθελοντική και διασφαλίστηκε έγγραφη συγκατάθεση των ιδίων, των προπονητών και των γονέων στις περιπτώσεις ανήλικων αθλητριών (παρ.Α). Εξασφαλίστηκε ανωνυμία και ελεύθερη επιλογή για αποχώρηση σε οποιοδήποτε σημείο διεξαγωγής της έρευνας, ενώ ελήφθησαν τα απαιτούμενα μέτρα ασφάλειας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Όργανα μέτρησης

Χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό φορητό δυναμοδάπεδο (H/Δ) της Kistler τύπου 9286AA για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών των ΔΕΑ στη φάση της ώθησης των αλμάτων με κοντάρι και σε μήκος (συχνότητα δειγματοληψίας 1000 Hz) και της αλτικής ικανότητας (750 Hz), αντιστοίχως. Το H/Δ διαστάσεων 600 x 400 mm και ύψους 35 mm, δεν παρέμβαινε στην εκτέλεση των προσπαθειών των αθλητριών. Η τοποθέτηση του φορητού δυναμοδαπέδου έγινε με ιδιαίτερη προσοχή, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα και αξιοπιστία της μεθόδου, καθώς εμφανίζεται ευαισθησία του οργάνου σε κραδασμούς και δονήσεις της υποκείμενης επιφάνειας. Μία βιντεοκάμερα Sony Video Camera Recorder Hi 8 pro τύπου CCD-V6000E (συχνότητας λήψης δεδομένων 25 Hz) με τη προσθήκη ειδικού τηλεφακού χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη της

ώθησης των αλμάτων με κοντάρι και σε μήκος.

Διαδικασία μετρήσεων

Οι μετρήσεις διεξήχθησαν στο χώρο προπόνησης των αθλητριών (κλειστός και ανοιχτός) με την ακόλουθη σειρά: μέτρηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών, αλτικής ικανότητας (κατακόρυφου άλματος με αντιθετική κίνηση των κάτω άκρων χωρίς αιώρηση των άνω άκρων & οριζόντιου άλματος χωρίς φόρα και χωρίς αιωρητική κίνηση των άνω άκρων), καταγραφή άλματος με κοντάρι και άλματος σε μήκος, με ταυτόχρονη βιντεογράφιση των προσπαθειών. Κάθε αθλήτρια εκτέλεσε 4 προσπάθειες άλματος με κοντάρι και 4 άλματος σε μήκος. Στο άλμα σε μήκος η προσπάθεια ήταν προσομοιωμένη καθώς η προσγείωση ολοκληρώνονταν πάνω σε ειδικό στρώμα. Προϋπόθεση καταχώρησης της κάθε προσπάθειας ήταν η ακριβής τοποθέτηση του κάτω άκρου πάνω στο Η/Δ κατά την ώθηση. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν 3 προσπάθειες κατακόρυφου και οριζόντιου άλματος χωρίς φόρα αντιστοίχως. Τέλος, καταγράφηκαν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του άλματος με κοντάρι, όπως ύψος και άνοιγμα λαβής, σκληρότητα κονταριού, αριθμός διασκελισμών φόρας.

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Η συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων των ΔΕΑ πραγματοποιήθηκε μέσω φορητού υπολογιστή και με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος Bioware της Kistler (έκδοση 3.0 για Windows 95). Η πιο αντιπροσωπευτική προσπάθεια των αθλητριών επιλέχθηκε για περαιτέρω ανάλυση. Συγκεκριμένα, αναλύθηκαν πρωτογενείς χρονικές και δυναμικές παράμετροι της δυναμογραφικής καμπύλης, καθώς και

παράγωγες παράμετροι. Τα κινηματικά χαρακτηριστικά της τεχνικής του άλματος με κοντάρι υπολογίστηκαν έμμεσα από παραμέτρους της σωματομετρίας και της τεχνικής. Το οπτικό υλικό επεξεργάστηκε και τελικώς αναλύθηκε με το σύστημα Logger Pro 3.2 (Vernier Software) σε 2 διαστάσεις, ορίζοντας κρίσιμα κινηματικά χαρακτηριστικά της ώθησης των αλμάτων, όπως η ταχύτητα και η γωνία απογείωσης.

Στατιστική Ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική στατιστική και υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές, οι τυπικές αποκλίσεις καθώς και οι συντελεστές μεταβλητότητας. Επιπλέον, εφαρμόστηκε ο έλεγχος t (t-test) για εξαρτημένα δείγματα, προκειμένου να συγκριθούν οι μέσες τιμές των εξαρτημένων μεταβλητών (ΔΕΑ ώθησης) στα 2 επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής (ώθηση στο άλμα με κοντάρι & στο άλμα σε μήκος). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας που ορίστηκε για την αναγνώριση διαφορών ήταν $p \leq .05$. Πρόσθετα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης ($p \leq .05$), καθώς και παραγοντική ανάλυση με τη μέθοδο της ορθογωνίας περιστροφής (Varimax) για την ομαδοποίηση των κρίσιμων συναφών μεταβλητών σε παράγοντες. Η μέθοδος της παραγοντικής ανάλυσης σε μικρά δείγματα ενδείκνυται όταν η διασπορά ερμηνείας είναι μεγάλη και ο αριθμός των παραγόντων μικρός. Ως σημαντικά παραγοντικά βάρη ορίστηκαν όσα ήταν ≥ 0.80 (Preacher & MacCallum, 2002). Χρησιμοποιήθηκε το Στατιστικό πακέτο για τις Κοινωνικές Επιστήμες (SPSS, έκδοση 10.0).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΑΛΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΟΝΤΑΡΙ

2.1. Εισαγωγή

Οι αθλητές/τριες του άλματος σε μήκος και με κοντάρι χαρακτηρίζονται από τις ίδιες ικανότητες (ταχύτητα, δύναμη, συντονισμός, εκρηκτικότητα), καθώς και τα δύο αγωνίσματα θεωρούνται ταχυ-δυναμικά (Homenkova, 1994). Η σωματική κατασκευή, ως επιμήκεις διαστάσεις και αναλογίες, παίζει θετικό ρόλο στην αθλητική απόδοση επηρεάζοντας κατά βάση τη δρομική ταχύτητα. Αναλύοντας τη φάση επιτάχυνσης στο δρόμο ταχύτητας φαίνεται ότι η οριζόντια ταχύτητα σχετίζεται με το σωματικό ανάστημα (Σ.Α) και το μήκος του κάτω άκρου (Κ.Α), καθώς η δρομική ταχύτητα είναι το αποτέλεσμα του μήκους του δρομικού διασκελισμού και της συχνότητας (Mero, 1988; Mero et al., 1983, 1992). Συνεπώς δημιουργείται ένα πλεονέκτημα ανδρών έναντι γυναικών καθώς οι άνδρες είναι κατά 13 cm ψηλότεροι (Wilmore 1979). Υποστηρίζεται ότι η διαφορά μεταξύ αθλητών και αθλητριών βρίσκεται στην οριζόντια ταχύτητα απογείωσης, λόγω διαφορετικής ικανότητας ανάπτυξης αυτής κατά τη διάρκεια της φόρας και όχι στην αποδοτικότητα του μηχανισμού της ώθησης (παραγωγή κατακόρυφης ταχύτητας) (Nixdorf & Bruggemann, 1990).

Οι ψηλόσωμοι αθλητές/τριες έχουν πλεονέκτημα και στο ύψος του Κ.Β.Σ τη στιγμή της απογείωσης, όπου επηρεάζει την επίδοση στο άλμα σε μήκος ($r = .48, p < .05$) (Hay & Nohara, 1990) και στο άλμα με κοντάρι ($r = .855, p < .05$) (Arampatzis et al., 1998; Elgushey et al., 1999). Στο δεύτερο, η οριζόντια ταχύτητα στο

τέλος της φόρας (7.8-8.4 m/s) (Bruggemann et al., 2002) είναι κατά 1-1.5 m/s περίπου μικρότερη απ' ό,τι στο μήκος (9-10 m/s) (Hay, 1993; Nixdorf & Bruggemann, 1990) και οφείλεται σε δύο λόγους: Α) γιατί ο αθλητής/τρια συγκρατεί το κοντάρι και Β) γιατί πρέπει να είναι εξαιρετικά ακριβής στην τοποθέτηση του κάτω άκρου και του κονταριού για ώθηση (Angulo-Kinzler et al., 1994; Hay, 1978). Η διαφορά συνεχίζει να υπάρχει σε απόλυτο μέτρο και στην οριζόντια ταχύτητα απογείωσης, ενώ η κατακόρυφη ταχύτητα δε φαίνεται να διαφέρει (αναφορά σε αθλητές) (Angulo – Kinzler et al., 1994; Hay, 1993; Nixdorf & Bruggemann, 1990). Ωστόσο, απουσιάζουν δεδομένα που να αναφέρονται σε αθλήτριες και να είναι συγκρίσιμα με τα προηγούμενα.

Στο άλμα με κοντάρι, οι κινηματικές παράμετροι της ώθησης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται στη δημιουργία προτύπων προσομοίωσης με στόχο να εξηγηθούν οι επακόλουθες φάσεις. Μία εξ' αυτών αναλύει τη συμπεριφορά του κονταριού με διάφορες παραμέτρους, όπως το μήκος και τη σκληρότητά του, τη γωνία τοποθέτησής του, το ύψος λαβής, την ταχύτητα και τη γωνία απογείωσης του Κ.Β.Σ (Dapena & Braff, 1983; Ekevad & Lundnerg, 1995, 1997; Linthorne, 1994). Εντούτοις, ενώ τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κονταριού κρίνονται σημαντικά για την επίδοση και τη διατήρηση της ενέργειας, η Παγκόσμια Ομοσπονδία Κλασικού Αθλητισμού (IAAF) δε θέτει περιορισμούς αναφορικά με το υλικό, το μήκος και τη σκληρότητα (Linthorne, 2000). Το ιδανικό κοντάρι είναι κοντό και αρκετά σκληρό για να στηρίξει τον αθλητή/τρια σε όλες τις φάσεις και αρκετά μακρύ για να τον/την φέρει σε μεγάλο ύψος (Ekevad

& Lundberg, 1995, 1997). Το άνοιγμα λαβής και η θέση των ώμων επιτρέπει την παραγωγή κατακόρυφης και οριζόντιας δύναμης, ώστε να ξεκινήσει το λύγισμα (Angulo-Kinzler et al., 1994) και να αποθηκευτεί ενέργεια η οποία επιστρέφει στον αθλητή/τρια (Elgushey et al., 1999). Το άνοιγμα λαβής και το ύψος του άνω άκρου χεριού από το έδαφος βρισκόμενο σε ανάταση, σχετίζονται με την επίδοση ($r = .381$ & $r = .551$, $p < .05$, αντιστοίχως) (Elgushey et al., 1999; Ferry, 1999). Επιπλέον, έχει βρεθεί σημαντική σχέση μεταξύ του ύψους λαβής και του Σ.Α ($r = .65$, $p < .05$) (Linthorne, 1994), ενώ το ίδιο χαρακτηριστικό σχετίζεται με την επίδοση σε αθλητές υψηλού επιπέδου ($r^2 = .78$, $p < .05$) (Angulo-Kinzler et al., 1994; Linthorne, 1994) και σε αρχάριους-έφηβους ($r = .65$, $p < .05$) (Sullivan et al., 1994).

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του άλματος αλληλοσυσχετίζονται με τις φυσικές ικανότητες των αθλητών/τριών και τη σωματική κατασκευή. Συγκεκριμένα, η υψηλή σε μέγεθος οριζόντια ταχύτητα κατά τη φόρα επιτρέπει στον αθλητή/τρια να έχει μεγαλύτερο ύψος λαβής (Linthorne, 1994). Η αξιοποίηση ενός πολύ μεγάλου ύψους λαβής κατά την ώθηση αυξάνει τη ροπή αδράνειας που αντιστέκεται στην κίνηση (δεξιόστροφη ροπή) και δυσκολεύει τον αθλητή/τρια να φέρει το κοντάρι σε κατακόρυφη θέση στην επακόλουθη φάση. Αντίθετα, μικρό ύψος λαβής φέρνει το κοντάρι στην τελική του θέση πριν ο αθλητής/τρια προλάβει να πραγματοποιήσει τις κινήσεις ανύψωσης των μελών του σώματος (Angulo-Kinzler et al., 1994). Το ύψος λαβής υπολογίζεται ότι θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 90 cm πάνω από το Σ.Α του αθλητή/τριας με τα άνω άκρα σε ανάταση (Σ.Α.ΑΑ) (Johnson, 2001).

Επισημαίνεται ότι οι αθλητές κατορθώνουν να λυγίσουν το κοντάρι σε ποσοστό $28 \pm 2.8\%$ του ύψους λαβής, ενώ οι αθλήτριες σε ποσοστό $24 \pm 3.6\%$, φανερώνοντας τη διαφορετική τεχνική καθώς και την αδυναμία των αθλητριών να εκμεταλλευτούν τις ελαστικές ιδιότητες του κονταριού (Schade et al., 2004), κυρίως εξαιτίας της μειωμένης δύναμης στην ωμική ζώνη (κατά 30-40%) (Wilmore, 1979).

Σε έφηβους-αρχάριους αθλητές άλματος με κοντάρι η υψηλή απόδοση επηρεάζεται κυρίως από το ύψος λαβής, το οποίο σχετίζεται με τις σωματικές επιμήκειες διαστάσεις και αναλογίες, με διάφορες υπαίθριες δραστηριότητες όπως η δρομική ικανότητα και η ισχύς των κάτω άκρων (άλμα σε μήκος χωρίς φόρα) και με τη μυϊκή αντοχή των άνω άκρων (Sullivan et al., 1994). Απουσιάζουν αναφορές που να συσχετίζουν την επίδοση με βασικές ικανότητες και δεξιότητες, τόσο σε υπαίθριες δοκιμασίες όσο και σε εργαστηριακές μετρήσεις. Οι δοκιμασίες της αλτικής ικανότητας που ακολουθούν το πρότυπο του κύκλου διάτασης-βράχυνσης είναι κινήσεις που εκτελούνται προς μια κατεύθυνση αφού προηγηθεί κίνηση προς την αντίθετη και θεωρούνται αξιόπιστες δοκιμασίες ελέγχου της κατακόρυφης (Bobbert & van Ingen Schenau, 1988; Bobbert et al., 1986; Steben & Steben, 1981) και οριζόντιας αλτικής ικανότητας (Aguado et al., 1997; Ashby & Heegard, 2002; Horita et al., 1991). Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα επηρεάζεται από την ισχύ και τη σχετική μέγιστη κατακόρυφη δύναμη ($r = .928$ & $r = .519$, $p \leq .01$ αντιστοίχως) (Dowling & Vamos, 1993) σε άτομα διαφορετικής ενασχόλησης και αθλητικής ειδίκευσης.

Σε μια προσπάθεια αξιοποίησης πληροφοριακών στοιχείων που αφορούν την ενεργειακή υποδομή των αθλητριών του άλματος με κοντάρι, κρίθηκε σκόπιμο να καταγραφούν και συζητηθούν χαρακτηριστικά όπως: Α) οι φυσικο-τεχνικές ικανότητες, Β) τα στοιχεία της σωματομετρίας που συνδέονται άμεσα με τεχνικά χαρακτηριστικά του άλματος με κοντάρι και Γ) η αλτική ικανότητα που φανερώνει την εκρηκτικότητα άμεσα συνδυασμένη με την αποδοτικότητα του μηχανισμού ώθησης.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η ταυτοποίηση του ενεργειακού προτύπου των Ελληνίδων αθλητριών του άλματος με κοντάρι στην τρέχουσα χρονική περίοδο και η ανάδειξη κρίσιμων τεχνικών στοιχείων που να σχετίζονται με το επίπεδο ανάπτυξης της αθλητικής επίδοσης.

2.2. Μεθοδολογία

Δείγμα

Το δείγμα διαμόρφωσαν 12 αθλήτριες άλματος με κοντάρι μέσου έως υψηλού επιπέδου (καλύτερες αθλήτριες Πανελληνίου πρωταθλήματος 2004, συμπεριλαμβανομένης και της αθλήτριας που σημείωσε παγκόσμια ανεπίσημη επίδοση σε κατηγορία κορασίδων το έτος 2005). Η ελάχιστη ατομική επίδοση ορίστηκε στα 3.50 m και η αγωνιστική εμπειρία στα 2 έτη. Όλες οι αθλήτριες ήταν υγιείς και συμμετείχαν ενεργά στις προπονήσεις, ενώ οι μετρήσεις διεξήχθησαν κατά την εαρινή αγωνιστική περίοδο.

Διαδικασία μετρήσεων

Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Το Σ.Α μετρήθηκε από την όρθια ανατομική θέση με τα χέρια στα ισχία προς το εσωτερικό του σώματος, τις

πτέρνες να εφάπτονται στο κάθετο τμήμα του αναστημόμετρου, τα πόδια σε άνοιγμα ίσο περίπου με αυτό των ώμων και να ισαπέχουν από τη νοητή κατακόρυφο που περνά από το κέντρο του σώματος. Το Σ.Α μετρήθηκε δύο φορές, με και χωρίς υποδήματα. Στην ίδια ανατομική θέση μετρήθηκε το μήκος του δεξιού και αριστερού κάτω άκρου (ψηλάφηση τροχαντήρα). Το σωματικό ανάστημα με τα άνω άκρα σε ανάταση (Σ.Α.ΑΑ) μετρήθηκε από την ίδια ανατομική θέση με το εσωτερικό των παλαμών να κοιτά προς τα εμπρός. Σε αντίστοιχη με το Σ.Α ανατομική θέση μετρήθηκε το σωματικό βάρος (Σ.Β) σε δύο φάσεις. Η πρώτη περιλάμβανε μέτρηση με υποδήματα και η δεύτερη μέτρηση χωρίς. Σε ανάλογη θέση μετρήθηκαν οι εξής 4 δερματοπτυχές για τον καθορισμό του ποσοστού σωματικού λίπους: τρικέφαλος, λαγόνια, κοιλιακοί, μηρός (Lohman et al., 1988).

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Το ύψος λαβής (Υ.ΛΑΒ) ορίστηκε από τη βάση του κονταριού έως το σημείο εκείνο όπου η κάθε αθλήτρια το συγκρατεί με το άνω χέρι. Το άνοιγμα λαβής (ΑΝ.ΛΑΒ) ορίστηκε ως η απόσταση όπου απέχουν οι δύο παλάμες κατά τη συγκράτηση του κονταριού. Ζητήθηκε και καταγράφηκε η σκληρότητα του κονταριού (ΣΚΛΗΡ) καθώς και ο αριθμός των διασκελισμών που διατρέχει η αθλήτρια τη φόρα (ΔΙΑΣΚ).

Κινηματικά χαρακτηριστικά

Ταυτόχρονα με τη λήψη των ΔΕΑ στη φάση της ώθησης πραγματοποιήθηκε βιντεογράφιση των προσπαθειών (συχνότητα δειγματοληψίας 25 Hz) με τη χρήση της βιντεοκάμερας Sony Video Camera Recorder Hi 8 pro τύπου CCD-V6000 και την προσθήκη

ειδικού τηλεφακού. Στόχος ήταν να καταγραφούν θέσεις του σώματος και του κονταριού για κινηματική ανάλυση που περιλάμβανε τη γωνία και τη ταχύτητα απογείωσης. Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε πάνω σε ειδικό τρίποδα ύψους 1.16-1.29 m, κάθετα στον άξονα της κίνησης και σε απόσταση από το Η/Δ 10.20-11.70 m. Πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση με κλίμακα 1 m. Το πλαίσιο ώθησης του σώματος της αθλήτριας και του κονταριού ήταν ευδιάκριτο (Σχήμα 1, παρ. Β). Οι προσπάθειες εκτέλεσης του άλματος σε μήκος ήταν προσομοιωμένες, με πλήρες μήκος φόρας και προσγείωση σε ειδικό στρώμα για την αποφυγή τραυματισμών. Προηγήθηκε ολοκληρωμένη προθέρμανση διάρκειας 30 λεπτών περίπου και 2-3 δοκιμαστικά άλματα από την κάθε αθλήτρια. Πραγματοποιήθηκαν 4 προσπάθειες άλματος με κοντάρι και 4 άλματος σε μήκος. Υπήρχε σταθερό χρονικό διάλειμμα 2-3 λεπτών μεταξύ των προσπαθειών για την αποκατάσταση της κάθε ασκούμενης.

Αλτική ικανότητα

Το ηλεκτρονικό φορητό δυναμοδάπεδο (Η/Δ) της Kistler (τύπου 9286AA) χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας (συχνότητα δειγματοληψίας 750 Hz), ενώ η συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω φορητού ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η κάθε δοκιμαζόμενη εκτέλεσε: Α) 3 προσπάθειες κατακόρυφου άλματος (με αντιθετική κίνηση των κάτω άκρων χωρίς αιώρηση των άνω άκρων) και Β) 3 προσπάθειες οριζόντιου άλματος χωρίς φόρα (ΟΑΧΦ) (χωρίς αιωρητική κίνηση των άνω άκρων). Στο κατακόρυφο άλμα, ο άξονας κίνησης ήταν κατακόρυφος, ενώ η ώθηση και η προσγείωση πραγματοποιήθηκε πάνω στο Η/Δ. Στο ΟΑΧΦ, η ώθηση

πραγματοποιήθηκε πάνω στο Η/Δ και η προσγείωση σε ειδικό στρώμα. Προηγήθηκε προθέρμανση, ενώ η κάθε δοκιμαζόμενη εκτέλεσε 2-3 δοκιμαστικά άλματα εξοικείωσης.

Οι μετρήσεις των σωματομετρικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν σε κλειστό γυμναστήριο, ενώ τα κινηματικά, τα τεχνικά και τα χαρακτηριστικά της αλτικής ικανότητας στο χώρο προπόνησης των αθλητριών (κλειστός ή ανοικτός).

Ανάλυση δεδομένων

Σε ό,τι αφορά την επεξεργασία των δεδομένων σωματομετρίας, για τον καθορισμό του ποσοστού σωματικού λίπους των αθλητριών χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εξίσωση υπολογισμού των Jackson και συν. (1980) για ενήλικες και έφηβες αθλήτριες:

$$1.096095 - 0.0006952 (\Sigma 4SKF) + 0.0000011 (\Sigma 4SKF)^2 - 0.0000714 (\text{ηλικία}) (\text{όπου } \Sigma 4SKF \text{ το άθροισμα 4 δερματοπτυχών: τρικέφαλος, λαγόνια, κοιλιακοί, μηρός}).$$

Οι κινηματικές παράμετροι όπου υπολογίστηκαν έμμεσα βάσει των σωματομετρικών και τεχνικών χαρακτηριστικών ήταν το μήκος L (απόσταση του σημείου ώθησης του κάτω άκρου από τη βαλβίδα) και η γωνία θ τοποθέτησης του κονταριού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Με την παραδοχή ότι το Σ.Α.ΑΑ αντιστοιχεί στο ύψος απογείωσης με τα άνω άκρα να συγκρατούν το κοντάρι σε ανάταση και βρίσκεται πάνω από το σημείο στήριξης για ώθηση, το μήκος L υπολογίστηκε με βάση το Πυθαγόρειο Θεώρημα ($\text{Μήκος } L^2 = Y \cdot \Lambda \text{AB}^2 - \Sigma \text{A} \cdot \text{AA}^2$). Η γωνία φ υπολογίστηκε από τη τριγωνομετρική εξίσωση του ημίτονου της γωνίας φ για ορθογώνια τρίγωνα ($\eta\mu\phi = \Sigma \text{A} \cdot \text{AA} / Y \cdot \Lambda \text{AB}$)

(Σχήμα 2.1.). Η επίδοση (H) (πραγματική ανύψωση του Κ.Β.Σ) προέκυψε από το άθροισμα 3 επί μέρους υψών ($H_1 + H_2 + H_3$) (σχήμα 2.1.). Το H_1 υπολογίστηκε έμμεσα από το Σ.Α, καθώς το ύψος απογείωσης του Κ.Β.Σ. στο άλμα με κοντάρι είναι 69.2% του Σ.Α (Angulo – Kinzler et al., 1994). Το ύψος μετατόπισης του Κ.Β.Σ κατά τη διάρκεια του στηρικτικού μέρους του άλματος (H_2) υπολογίστηκε με βάση την αρχή διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας ($E_{ΜΗΧ\ αρχική} = E_{ΜΗΧ\ τελική} \Rightarrow E_{ΚΙΝ\ αρχική} = E_{ΔΥΝ\ τελική} \Rightarrow \frac{1}{2} m V_0^2 = m g H_2 \Rightarrow H_2 = V_0^2 / 2g$) ($E_{ΜΗΧ}$: μηχανική ενέργεια, $E_{ΚΙΝ}$: κινητική ενέργεια, m : σωματική μάζα, g : βαρυτική δύναμη έλξης, V_0 : συνισταμένη ταχύτητα απογείωσης). Με βάση την παραδοχή ότι το H_3 παίρνει τιμές από 0.25 έως 0.45 m ($H_{3\alpha}$ και $H_{3\beta}$ αντίστοιχα) (Armubrust, 1993), η επίδοση (πραγματική ανύψωση του Κ.Β.Σ) στις προσπάθειες του άλματος με κοντάρι αναμένεται ότι κυμάνθηκε μεταξύ H_α και H_β αντίστοιχως.

Επισημαίνεται ότι έρευνες στο άλμα σε μήκος αναφέρουν ότι οι αθλητές πλεονεκτούν στο ύψος απογείωσης του Κ.Β.Σ σε σχέση με τις αθλήτριες, ακόμα και όταν αυτό εκφραστεί ως προς το Σ.Α (Hay & Miller, 1985; Hay & Nohara, 1990). Με βάση την παραπάνω διαπίστωση και με την έλλειψη ερευνητικών δεδομένων από αθλήτριες του άλματος με κοντάρι, ενδεχόμενα το H_1 να έχει σε ένα μικρό ποσοστό υπερεκτιμηθεί. Η αρχή διατήρησης της ενέργειας χρησιμοποιείται σε αντίστοιχες έρευνες άλλα με ορισμένες παραδοχές (Armubrust, 1993; Linthorne, 1994), καθώς απαιτείται διόρθωση με βάση τη σκληρότητα του κονταριού, την απώλεια της $E_{ΚΙΝ}$ εξαιτίας της τοποθέτησης του κονταριού, τη

συσσώρευση της ελαστικής δυναμικής ενέργειας του κονταριού κατά την τοποθέτηση εξαιτίας της ορθής κατανομής του μήκους των τελευταίων διασκελισμών και της θέσης των άνω άκρων, την απώλεια της ελαστικής δυναμικής ενέργειας λόγω μεγάλης σκληρότητας του κονταριού όπου χάνεται ως θερμότητα στους μύες, τη συνολική περιστροφική και μεταφορική $E_{ΚΙΝ}$ που μετασχηματίζεται κατά την απελευθέρωση από το κοντάρι εξαιτίας λανθασμένης τεχνικής. Πρόσθετες παραδοχές είναι η μικρή λαβή ή η μικρή ελαστικότητα του κονταριού, το έργο των κοιλιακών μυών και των κάτω άκρων κατά τη φάση του τραβήγματος του αθλητή/τριας για το μέγιστο λύγισμα του κονταριού καθώς και το έργο από τα άνω άκρα κατά τη φάση της στροφής και της ώθησης πάνω στο κοντάρι. Για τους παραπάνω λόγους θεωρείται ότι το H_2 υπερεκτιμήθηκε ως ένα βαθμό. Στους υπολογισμούς αγνοήθηκε η μάζα του κονταριού, καθώς η σχέση μάζας κονταριού προς μάζα αθλητή/τριας είναι 1 προς 30, και η αντίσταση του αέρα (Darpena & Braff, 1983; Linthorne, 1994).

Κρίθηκε σκόπιμο να οριστούν ορισμένοι δείκτες σωματομετρίας και σωματομετρίας - τεχνικής, όπως οι λόγοι του σωματικού αναστήματος με τα άνω άκρα σε ανάταση (Σ.Α. ΑΑ) προς το σωματικό ανάστημα (Σ.Α) ($\Sigma.A.A.A/\Sigma.A$), του ύψους λαβής προς το Σ.Α ($Υ.ΛΑΒ/\Sigma.A$) και το Σ.Α.ΑΑ ($Υ.ΛΑΒ/\Sigma.A.AA$) και του μήκους του κάτω άκρου προς το Σ.Α ($Κ.Α/\Sigma.A$). Επιπλέον ορίστηκαν κρίσιμες διαφορές όπως, αυτή του Σ.Α.ΑΑ με το Σ.Α ($\Sigma.A.AA-\Sigma.A$), του Υ.ΛΑΒ με το ΣΑ.ΑΑ ($Υ.ΛΑΒ-\Sigma.A.AA$) και το Κ.Α ($Υ.ΛΑΒ-Κ.Α$) και του Σ.Α.ΑΑ με το Κ.Α ($\Sigma.A.AA-Κ.Α$).

Για την ανάλυση των κινηματικών δεδομένων της βιντεογράφησης χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Logger Pro 3.2 (Vernier Software). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε 2 διαστάσεις. Ορίστηκε το ορθογώνιο σύστημα αξόνων και η κλίμακα ανάλυσης και στη συνέχεια υπολογίστηκε η γωνία και η ταχύτητα απογείωσης του Κ.Β.Σ σε 4 διαδοχικές εικόνες (η 1^η εικόνα για την απογείωση ορίστηκε ως η πρώτη που είχε χαθεί η επαφή του πέλματος με το Η/Δ). Για την ανάλυση επιλέχθηκε η πιο αντιπροσωπευτική προσπάθεια των αθλητριών που καθορίστηκε σε συνδυασμό με τα δεδομένα των ΔΕΑ στη φάση της ώθησης των αλμάτων σε μήκος και με κοντάρι. Επί προσθέτως, η επιλεγμένη προσπάθεια παρουσιάζει μικρή διακύμανση από τις μέσες τιμές των 4 προσπαθειών, καθώς η μεταβλητότητα ήταν $\leq 10\%$.

Τα χαρακτηριστικά της αλτικής ικανότητας αναλύθηκαν με το λογισμικό προγράμμα Bioware της Kistler (έκδοση 3.0 για Win95). Η ανάλυση των δυναμογραφικών καμπυλών αφορά δυναμικές παραμέτρους της κίνησης καθώς και παράγωγες. Συγκεκριμένα, για την κατακόρυφη αλτική ικανότητα αναλύθηκε η απόλυτη και σχετική κατακόρυφη ΔΕΑ ($Fz_{max(K)}$ & $Fz_{max\sigma(K)}$, αντιστοίχως), ενώ το παράγωγο μέγεθος της ισχύος ορίστηκε από το βοηθητικό πρόγραμμα επεξεργασίας Performance (Bioware) ($Pz(t)=Fz(t)*Vz(t)$), όπου Pz η ισχύς ως προς τον κατακόρυφο άξονα, Fz η κατακόρυφη ΔΕΑ και Vz η κατακόρυφη ταχύτητα, σε σχέση με το χρόνο. Η επίδοση του κατακόρυφου άλματος υπολογίστηκε με βάση το χρόνο πτήσης που ενδεχόμενα να υπερεκτιμά την πραγματική επίδοση κατά 0.05-0.02 m, καθώς το ύψος του

Κ.Β.Σ κατά την προσγείωση είναι κατά 0.01-0.04 m πιο χαμηλά σε σχέση με το ύψος απογείωσης του Κ.Β.Σ. και ο χρόνος πτήσης δεν κατανέμεται ισομερώς σε χρόνο ανόδου και καθόδου του Κ.Β.Σ (Kibele, 1998; Linthorne, 2001). Για την οριζόντια αλτική ικανότητα αναλύθηκαν οι απόλυτες και σχετικές κατακόρυφες ($Fz_{max(O)}$ & $Fz_{max\sigma(O)}$, αντιστοίχως) και προσθιοπίσθιες ($Fy_{max(O)}$ & $Fy_{max\sigma(O)}$, αντιστοίχως) ΔΕΑ, υπολογίστηκε ο λόγος της προσθιοπίσθιας προς την κατακόρυφη ΔΕΑ ($Fy_{max(O)} / Fz_{max(O)}$), ενώ η επίδοση μετρήθηκε άμεσα με μετροταινία ακρίβειας 1 cm. Για τον καθορισμό της αλτικής ικανότητας επιλέχθηκε για ανάλυση η πιο αντιπροσωπευτική προσπάθεια στις 2 δοκιμασίες. Η διακύμανση της επιλεγμένης προσπάθειας από τις μέσες τιμές των 3 προσπαθειών ήταν μικρή ($\leq 10\%$). Οι αθλήτριες λόγω της προπονητικής τους εμπειρίας είχαν το απαιτούμενο επίπεδο συντονισμού για την ορθή εκτέλεση του άλματος (σωστή χρονική αλληλουχία ενεργοποίησης των μυών) (Bobbert & van Ingen Schenau, 1988). Ενδεχόμενη έλλειψη συντονισμού θα απαιτούσε να προηγηθεί διαδικασία εκμάθησης, διαφορετικά θα καθιστούσε τη δοκιμασία μη αξιόπιστη.

Στατιστική Ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS (έκδοση 10.0). Υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές, τυπικές αποκλίσεις καθώς και οι συντελεστές μεταβλητότητας. Πραγματοποιήθηκε παραγοντική ανάλυση με τη μέθοδο της ορθογώνιας περιστροφής (Varimax) για την ομαδοποίηση των κρίσιμων συναφών μεταβλητών σε παράγοντες. Ως σημαντικά

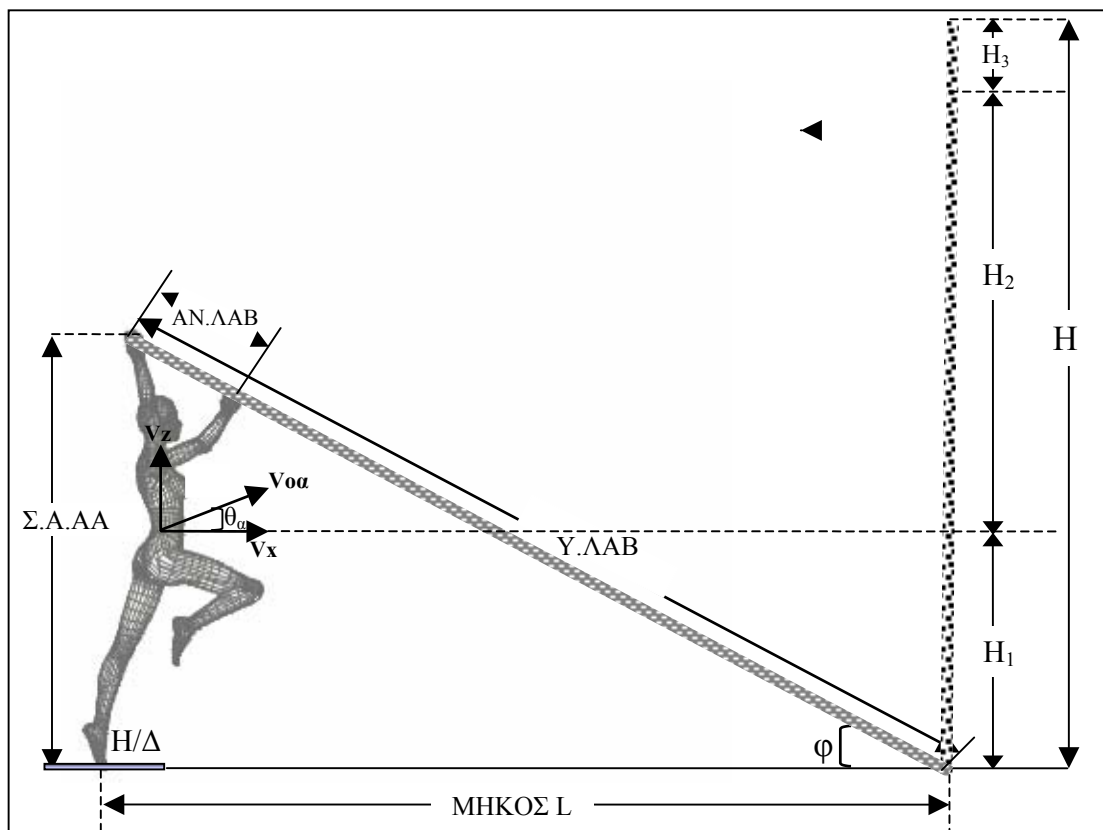
παραγοντικά βάρη ορίστηκαν όσα ήταν ≥ 0.80 (Preacher & MacCallum, 2002).

2.3. Αποτελέσματα

Στο Σχήμα 2.1. παρουσιάζεται το κινησιογράμμα της ώθησης των αθλητριών στο άλμα με κοντάρι με τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά της σωματομετρίας, της τεχνικής καθώς και της κινηματικής. Επιπλέον, σημειώνονται τα επί μέρους ύψη μετατόπισης του Κ.Β.Σ ($H_1 + H_2 + H_3$) που οριοθετούν την πραγματική επίδοση (H) των αθλητριών.

Σωματομετρική κατάσταση

Τα χαρακτηριστικά των αθλητριών αθλητικής και αγωνιστικής εμπειρίας 10.9 ± 4.4 έτη και 5.7 ± 2.2 έτη, αντιστοίχως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1. Οι επεξηγήσεις των χαρακτηριστικών δίνονται στον Πίνακα 1, παρ. Β. Ενδεικτικό στοιχείο αυτών των δεδομένων η σχετική μεταβλητότητα σε ό,τι αφορά τη χρονολογική ηλικία και το ποσοστό σωματικού λίπους, η οποία ξεπερνά το 20%.



Σχήμα 2.1.: Κινησιόγραμμα ώθησης & επιμέρους ύψη επίδοσης

Πίνακας 2.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗ- ΡΙΣΤΙΚΑ	ΜΜ	ΜΤ	ΤΑ	ΣΜ %
1	ΗΛΙΚΙΑ	έτη	22.8	5.98	26.2
2	Σ.Β	kg	57.6	5.31	9.2
3	Σ.Β (ΧΥ)	kg	57.0	5.28	9.3
4	Σ.Α	m	1.65	0.05	3.0
5	Σ.Α (ΧΥ)	m	1.64	0.05	3.1
6	Σ.Α.ΑΑ	m	2.12	0.06	2.7
7	Κ.Α	m	0.88	0.02	2.6
8	% Σ.Λ	-	14.3	3.55	24.8

Σημείωση: ΜΜ: Μονάδα Μέτρησης, ΜΤ: Μέση Τιμή, ΤΑ: Τυπική Απόκλιση, ΣΜ %: Συντελεστής Μεταβλητότητας, ΧΥ: Χωρίς Υποδήματα

Κινηματική κατάσταση αθλήτριας - κονταριού και οριοθέτηση του άλματος

Στον Πίνακα 2.2. δίνονται τα βασικά κινηματικά στοιχεία που στοιχειοθετούν την εικόνα εκτέλεσης των αλμάτων σε συνδυασμό με παράγωγους δείκτες σωματομετρικών χαρακτηριστικών, κονταριού και οριοθέτησης της επίδοσης. Η καλύτερη επίδοση των αθλητριών για το άλμα με κοντάρι (PB) ήταν 4.00 ± 0.30 m και η αντίστοιχη του αγωνιστικού έτους μέχρι την ημερομηνία διεξαγωγής των μετρήσεων ήταν (SB) 3.90 ± 0.30 m. Η καλύτερη επίδοση για το άλμα σε μήκος ήταν 5.22 ± 0.49 m. Η επίδοση (πραγματική ανύψωση του Κ.Β.Σ) που παρατηρήθηκε στις πειραματικές προσπάθειες του άλματος, με βάση τις παραδοχές, κυμάνθηκε από 3.4 (H_α) έως 3.6 m (H_β) (86-91% της καλύτερης επίδοσης / PB ή 88-93% της καλύτερης επίδοσης της τρέχουσας αγωνιστικής περιόδου / SB).

Από τα δεδομένα του Πίνακα 2.2. φαίνεται ότι οι αθλήτριες παρουσιάζουν μια ομοιογενής κινηματική εικόνα. Εξαιρεση αποτελεί η σχετική μεταβλητότητα που

Πίνακας 2.2. Κινηματικά χαρακτηριστικά αθλήτριας, κονταριού και οριοθέτησης του άλματος

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗ- ΡΙΣΤΙΚΑ	ΜΜ	ΜΤ	ΤΑ	ΣΜ %
9	Υ.ΛΑΒ	m	3.80	0.19	4.9
10	ΑΝ.ΛΑΒ	m	0.47	0.08	17.5
11	ΣΚΛΗΡ	kg	67	5.35	8.0
12	ΔΙΑΣΚ	-	13	0.98	7.8
13	ΜΗΚΟΣ L	m	3.19	0.22	6.9
14	ΓΩΝΙΑ φ	o	33.6	1.92	5.7
15	PB	m	4.00	0.30	7.5
16	SB	m	3.90	0.30	7.7
17	H ₁	m	1.15	0.03	3.0
18	H ₂	m	2.04	0.19	9.1
19 _α	H _{3α}	m	0.25	-	-
19 _β	H _{3β}	m	0.45	-	-
20 _α	H _α	m	3.44	0.17	5.0
20 _β	H _β	m	3.64	0.17	4.7
21	Σ.Α.ΑΑ-Σ.Α	m	0.46	0.02	5.1
22	Σ.Α.ΑΑ/Σ.Α	-	1.28	0.02	1.2
23	Υ.ΛΑΒ-Σ.Α.ΑΑ	m	1.72	0.18	10.5
24	Υ.ΛΑΒ /Σ.Α	-	2.32	0.12	5.3
25	Υ.ΛΑΒ/Σ.Α.ΑΑ	-	1.81	0.09	4.9
26	Κ.Α/Σ.Α	-	0.53	0.02	2.9
27	Υ.ΛΑΒ-Κ.Α	m	2.96	0.20	6.7
28	Σ.Α.ΑΑ-Κ.Α	m	1.24	0.06	4.6
29 _α	V _{αα}	m/s	6.3	0.29	4.5
29 _β	V _{αβ}	m/s	7.4	0.56	7.5
30 _α	ΓΩΝΙΑ θ _α	o	17	2.9	16.9
30 _β	ΓΩΝΙΑ θ _β	o	14	1.7	12.5

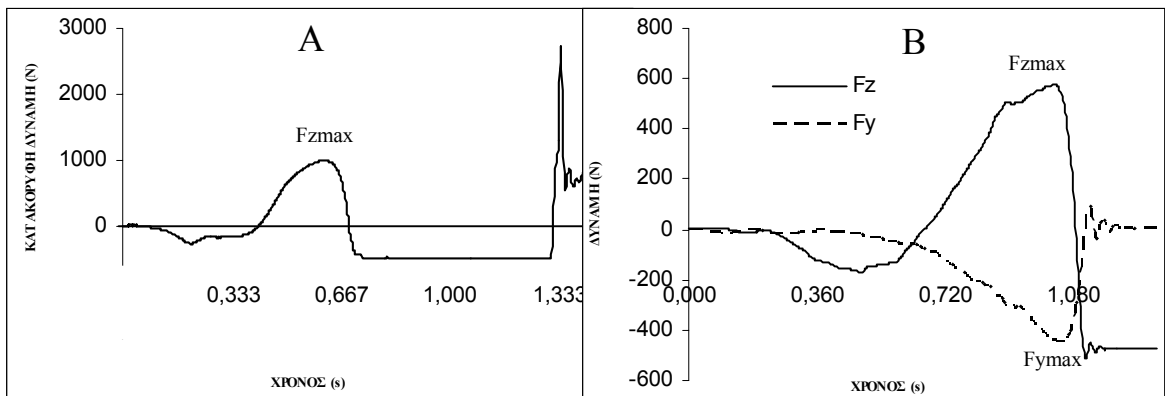
Σημείωση: ΜΜ: Μονάδα Μέτρησης, ΜΤ: Μέση Τιμή, ΤΑ: Τυπική Απόκλιση, ΣΜ %: Συντελεστής Μεταβλητότητας

παρουσιάζεται στο άνοιγμα λαβής (ΑΝ.ΛΑΒ) (17.5%) και στις γωνίες απογείωσης του Κ.Β.Σ στο άλμα με κοντάρι (γωνία θ_α) (16.9%) και στο άλμα σε μήκος (γωνία θ_β) (12.5%).

Αλτική ικανότητα (κατακόρυφη & οριζόντια)

Στο Γράφημα 2.1. παρουσιάζεται η δυναμογραφική καμπύλη A) για το κατακόρυφο (κατακόρυφη ΔΕΑ – Fz) και B) για το οριζόντιο (κατακόρυφη – Fz & προσθιοπίσθια / οριζόντια ΔΕΑ – Fy) άλμα αξιολόγησης της αλτικής ικανότητας. Σημειώνονται αναλυτικά οι κρίσιμες δυναμικές παράμετροι. Στον Πίνακα 2.3. δίνεται η επίδοση στις δοκιμασίες της κατακόρυφης και οριζόντιας αλτικής ικανότητας καθώς και οι βασικές δυναμικές μεταβλητές

αξιολόγησης. Ως σχετική δύναμη (δείκτης σχ) ορίστηκε ο λόγος της δύναμης προς το Σ.Β (Μπουντόλος, 1999), που αποτελεί αντικειμενικό δείκτη της εφαρμοζόμενης δύναμης, καθώς εξουδετερώνει τον παράγοντα του διαφορετικού Σ.Β. Σύμφωνα με τα δεδομένα είναι εμφανής η σχετική μεταβλητότητα των αθλητριών αναφορικά με τους δείκτες της αλτικής ικανότητας σε κατακόρυφη και οριζόντια εκτέλεση, με εξαίρεση της επίδοσης στη δεύτερη εξ' αυτών.



Γράφημα 2.1. Δυναμογραφική καμπύλη A) κατακόρυφου και B) οριζόντιου άλματος

Πίνακας 2.3. Δείκτες αξιολόγησης κατακόρυφης & οριζόντιας αλτικής ικανότητας

A/A	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	MM	MT	TA	ΣΜ %
31	ΕΠΙΔΟΣΗ (κ)	m	0.35	0.05	14.8
32	Fzmax (κ)	N	1024	191	18.7
33	Fzmax σχ (κ)	-	1.83	0.25	13.9
34	ΙΣΧΥΣ (κ)	W	1759	284	16.1
35	ΕΠΙΔΟΣΗ (ο)	m	1.94	0.15	7.5
36	Fzmax (ο)	N	745	173	23.2
37	Fzmax σχ (ο)	-	1.33	0.24	18.3
38	Fymax (ο)	N	486	69	14.2
39	Fymax σχ (ο)	-	0.87	0.10	11.6
40	Fymax(ο) / Fzmax(ο)	-	0.68	0.16	23.8

Σημείωση: Δείκτης (κ): Κατακόρυφο άλμα, Δείκτης (ο): Οριζόντιο άλμα, MM: Μονάδα Μέτρησης, MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση, ΣΜ %: Συντελεστής Μεταβλητότητας

Παραγοντική ανάλυση του ενεργειακού προτύπου των αθλητριών

Στον Πίνακα 2.4. παρουσιάζεται το σύνολο των τριών παραγόντων που ενσωματώνει τα χαρακτηριστικά της σωματομετρίας, της κινηματικής και της αλτικής ικανότητας των αθλητριών, τα οποία διαθέτουν υψηλότερο συντελεστή / παραγοντικό βάρος. Στον Πίνακα 2 παρ. Δ δίνονται αναλυτικά τα παραγοντικά βάρη για όλα τα χαρακτηριστικά του ενεργειακού προτύπου. Ο πρώτος παράγοντας εξηγεί το 30.17% του 72.95% του συνόλου της διασποράς, ο δεύτερος 24.31% και ο τρίτος το 18.46%, αντιστοίχως.

2.4. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Τα βασικά σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος (Πίνακας 2.1.) προσεγγίζουν τις τιμές αντίστοιχων στοιχείων σωματομετρίας αθλητριών διεθνούς επιπέδου (με εξαίρεση ίσως το Σ.Α που είναι κατά 6 cm μικρότερο) (IAAF, 2004). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και η λαβή του κονταριού στην τελική θέση της στήριξης για ώθηση να βρίσκεται σε χαμηλό σημείο, γεγονός που ορίζει και τη γωνία τοποθέτησης του κονταριού στη βαλβίδα. Οι αθλήτριες διαθέτουν τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα στη χρονολογική ηλικία (26.2%) και στο ποσοστό Σ.Λ (24.8%), με το δεύτερο εξ' αυτών να ενσωματώνεται στον πρώτο παράγοντα του ενεργειακού προτύπου των αθλητριών, με συντελεστή 0.850. Οι υπόλοιποι δείκτες παρουσιάζουν το δείγμα ομοιογενές, αλλά και με το σωματικό βάρος να έχει ουσιαστική συμμετοχή στη δημιουργία του δεύτερου παράγοντα του προτύπου.

Πίνακας 2.4. Παραγοντικό πρότυπο σωματομετρίας, κινηματικής & αλτικής ικανότητας με αντίστοιχους συντελεστές για κάθε παράγοντα και εκατοστιαία ερμηνεία

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ		
		1	2	3
2	Σ.Β		0.860	
3	Σ.Β (ΧΥ)		0.857	
8	% Σ.Λ	0.850		
24	Υ.ΛΑΒ / Σ.Α	0.902		
28	ΣΑ.ΑΑ - Κ.Α			0.877
11	ΣΚΛΗΡ	0.809		
29α	Voα		0.886	
18	H ₂		0.887	
20α	H _α		0.865	
20β	H _β		0.865	
15	PB	0.849		
31	Επίδοση (κ)	0.968		
34	Ισχύς (κ)	0.819		
30β	ΓΩΝΙΑ θ _β			-0.903
	% ΔΙΑΣΠ	30.18	24.31	18.46
	% ΑΘΡ ΔΙΑΣΠ	30.18	54.49	72.95

Σημείωση: %ΔΙΑΣΠ: Ποσοστιαία Διασπορά, % ΑΘΡ ΔΙΑΣΠ: Ποσοστιαία Αθροιστική διασπορά

Κινηματική οριοθέτηση σώματος και κονταριού κατά την ώθηση

Τα κινηματικά χαρακτηριστικά εμφανίζουν ομοιογένεια, καθώς οι συντελεστές μεταβλητότητας είναι μικροί (Πίνακας 2.2.). Το ύψος λαβής (3.80 ± 0.19 m) (σε ολυμπιονίκες αθλήτριες 4.25 ± 0.09 m, Schade et al., 2004) και το άνοιγμα λαβής (0.47 ± 0.08 m) κρίνονται ως δείκτες υψηλής απόδοσης και ικανότητας (Elgushey et al., 1999). Όταν το ύψος λαβής εκφραστεί σε σχέση με το Σ.Α είναι 2.32 ± 0.12 , το οποίο μειονεκτεί σε σχέση με αθλήτριες υψηλού επιπέδου που είναι 2.48 (Schade et al., 2004) (αθλητές υψηλού επιπέδου 2.65-2.76, Angulo-Kinzler et al., 1994; Linthorne, 1994, 2000 και μέσου επιπέδου 2.23, Takamatsu et al., 1995). Το ύψος αυτό φαίνεται να επηρεάζει θετικά την επίδοση στο άλμα, ανεξαρτήτως φύλου. Όταν το άνοιγμα λαβής

εκφραστεί ως προς το Σ.Α, στις αθλήτριες είναι 0.285, ενώ σε αθλητές υψηλού επιπέδου 0.317 (Angulo-Kinzler et al., 1994). Το μεγαλύτερο άνοιγμα λαβής στους αθλητές υψηλού επιπέδου ενδεχομένως να οφείλεται στη διαφορετικότητα του φύλου και στο αγωνιστικό επίπεδο. Αθλητές και ενδεχομένως αθλήτριες με μεγάλο άνοιγμα λαβής πλεονεκτούν έναντι αυτών με μικρότερο άνοιγμα, καθώς επιτυγχάνεται γρηγορότερο και ελεγχόμενο λύγισμα του κονταριού, καθυστερεί η προς τα εμπρός αιώρηση του Κ.Β.Σ στα πρώτα στάδια του στηρικτικού μέρους, αυξάνεται η ταχύτητα μετατόπισης του Κ.Β.Σ και το σώμα κινείται πιο γρήγορα πάνω στο κοντάρι (Angulo-Kinzler et al., 1994; Hay, 1967).

Η σκληρότητα του κονταριού (67 ± 5.35 kg) ξεπερνά κατά 10 kg περίπου το Σ.Β των αθλητριών, γεγονός που ενισχύεται και από ανάλυση της τεχνικής αθλητών (Caldwell, 1981). Αποτελεί ένα από τα κριτήρια σωστής επιλογής του κονταριού, απαραίτητη για υψηλή επίδοση (Johnson, 2001; Risk, 2000). Ο αριθμός των διασκελισμών της φόρας είναι 13 ± 0.98 για τα δύο άλματα και υπολείπεται σημαντικά σε σύγκριση με αθλητές άλματος με κονάρι (14-16 διασκελ. για αθλητές μετρίου επιπέδου & 16-20 διασκελ. για υψηλού επιπέδου, Attig, 1991; Kenneson, 1990). Το στοιχείο αυτό αποτελεί μειονέκτημα των αθλητριών στην ανάπτυξη της οριζόντιας ταχύτητας, απαραίτητης προϋπόθεσης για την εκτέλεση του άλματος.

Η τελική θέση του σώματος των αθλητριών και κονταριού σε σχέση με τη βαλβίδα και τον πήχη στηριζόμενο στους στυλοβάτες παρουσιάζεται με τα κινηματικά στοιχεία χώρου, όπως : Α) η απόσταση του σημείου ώθησης του κάτω άκρου

από τη βαλβίδα (μήκος L: 3.19 ± 0.22 m) ($3.29-3.65$ m σε αθλητές Barlow, 1979) και Β) η γωνία τοποθέτησης του κονταριού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο (γωνία φ $33.6^\circ \pm 1.9^\circ$) (30° Linthorne, 1994). Όταν η γωνία φ είναι περίπου 30° , η αποδοτικότητα της μεταφοράς ενέργειας κατά τη φάση αυτή είναι περίπου 80%, καθώς αναπόφευκτα θα πραγματοποιηθεί μείωση της E_{KIN} φόρας εξαιτίας της τοποθέτησης του κονταριού, ενώ η γωνία φ και το ύψος λαβής σχετίζονται αρνητικά (Linthorne, 1994).

Η επίδοση σε σχέση με το Σ.Α βρέθηκε στα 2.10-2.21, μέγεθος που δείχνει μέσο αγωνιστικό επίπεδο σε σχέση με αντίστοιχα μεγέθη αθλητριών υψηλού επιπέδου που κυμαίνεται στα 2.58-2.78 (IAAF, 2004; Schade et al., 2004) (αθλητές 2.96-3.32 Angulo-Kinzler et al., 1994; Arampatzis et al., 2004; Linthorne, 1994; McGinnis & Bergman, 1986). Η επίδοση κυμάνθηκε σε 0.90-0.96 φορές το ύψος λαβής (1.04 αθλήτριες υψηλού επιπέδου Schade et al., 2004 & 1.18-1.19 αντιστοίχως σε αθλητές Linthorne, 2000).

Η διαφορά του ύψους λαβής από την επίδοση θεωρείται ως παράμετρος τεχνικής δεξιοτεχνίας. Οι αναφορές για αθλητές ποικίλουν εξαιτίας του αγωνιστικού επιπέδου: 1.05 m στον κάτοχο του παγκόσμιου ρεκόρ S. Bubka, 0.74 ± 0.30 m ή 0.58-0.91 m σε ολυμπιονίκες αθλητές (Angulo-Kinzler et al., 1994), 0.70-1.05 m ως τιμές αναφοράς σε πρότυπο προσομοίωσης (Linthorne, 1994), 0.39 m σε αθλητή μέσου επιπέδου, 0.01 m σε δεκαθλητή μετρίου επιπέδου (Takamatsu et al., 1995) και 0.17 m σε ολυμπιονίκες αθλήτριες (Schade et al., 2004). Στην υπολογισθείσα επίδοση των αθλητριών, η διαφορά αυτή έχει αρνητικές τιμές (-0.16 έως -0.36 m), ενώ ανάλογα αρνητικά μεγέθη

αναφέρονται σε έφηβους αθλητές 14 & 15 ετών (Sullivan et al., 1994). Το έλλειμμα που παρατηρείται σε αυτό το ύψος στην εφηβική ηλικία οφείλεται στο μειωμένο επίπεδο τεχνικής, ενώ η βελτίωση της επίδοσης με την αύξηση της ηλικίας συνδυάζεται με την ανάπτυξη των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, της δύναμης και της ισχύος. Στους ενήλικες αθλητές όπου είναι ήδη σταθεροποιημένα σε μεγάλο βαθμό τα παραπάνω, η βελτίωση οφείλεται στο νευρομυϊκό συντονισμό. Πιθανή εξήγηση για τις αρνητικές τιμές των αθλητριών είναι η ελλιπής τεχνική τους κατάρτιση και λιγότερο ο νευρομυϊκός συντονισμός, καθώς μόνον 2 αθλήτριες ήταν ανήλικες, έτσι ώστε να θεωρηθεί ότι τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά διαδραματίζουν ρόλο. Επιπλέον, φαίνεται οι αθλήτριες να μην εκμεταλλεύονται τις ελαστικές ιδιότητες του κονταριού, έτσι ώστε να ανυψώσουν σε μέγιστο ύψος το Κ.Β.Σ πάνω από το ύψος λαβής, αλλά το χρησιμοποιούν ως μέσο ανύψωσης σε ένα συγκεκριμένο ύψος που θα ορίσει και την επίδοσή τους.

Η ταχύτητα απογείωσης θεωρείται σημαντική παράμετρος, καθώς επηρεάζει έμμεσα την επίδοση στο άλμα σε μήκος (Hay et al., 1986; Lees et al., 1993, 1994). Στο άλμα με κοντάρι η ταχύτητα απογείωσης και ιδιαίτερα η κατακόρυφη συνιστώσα αποτελεί δείκτη υψηλής απόδοσης, όπως επίσης και ο τρόπος που θα αξιοποιηθεί στις επόμενες φάσεις του άλματος (Angulo-Kinzler et al., 1994; Schade et al., 1998). Για το άλμα με κοντάρι η ταχύτητα απογείωσης ($V_{0\alpha}$) ήταν 6.3 ± 0.29 m/s και για το άλμα σε μήκος ($V_{0\beta}$) 7.4 ± 0.56 m/s (πίνακας 2.2.). Η διαφορά που παρατηρείται ανάμεσα στο άλμα σε μήκος και στο άλμα με κοντάρι (περίπου 1 m/s) είναι αναμενόμενη, καθώς ακόμα και στους

αθλητές υψηλού επιπέδου η διαφορά αυτή υφίσταται (8.17 ± 0.22 m/s για το άλμα με κοντάρι, Angulo-Kinzler et al., 1994 και 9.26 ± 0.51 m/s για το άλμα σε μήκος, Nixdorf & Bruggemann, 1990). Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η αθλήτρια μεταφέρει κατά διάρκεια ανάπτυξης της οριζόντιας ταχύτητας το κοντάρι, γεγονός που δυσκολεύει στο συντονισμό των κινήσεων κατά τη δρομική αυτή κίνηση (Angulo-Kinzler et al., 1994).

Η γωνία απογείωσης του Κ.Β.Σ στο άλμα με κοντάρι (γωνία θ_α) ήταν $17^\circ \pm 2.9^\circ$ ($15^\circ - 20^\circ$ Angulo-Kinzler et al., 1994 & 18° Linthorne, 1994). Η γωνία αυτή επηρεάζει το αρχικό φορτίο ή τη μεταφορά ενέργειας στο κοντάρι (Risk, 2000). Στο άλμα σε μήκος η τιμή της γωνίας απογείωσης του Κ.Β.Σ (θ_β) είναι αρκετά μικρή ($14^\circ \pm 1.7^\circ$), (σε αθλήτριες $17^\circ - 24^\circ$ Arampatzis et al., 1998; Hay et al., 1996; Lees et al., 1993; Nixdorf & Bruggemann, 1990 & σε αθλητές $19^\circ - 23^\circ$ Arampatzis et al., 1998; Hay et al., 1986; Lees et al., 1994; Nixdorf & Bruggemann, 1990). Το παραπάνω φανερώνει μια σχετική αδυναμία για αποδοτική ώθηση και μετατροπή της οριζόντιας ταχύτητας τοποθέτησης του κάτω άκρου και κατ' επέκταση του σώματος, σε ορθολογικό συνδυασμό οριζόντιας και κατακόρυφης, με πιθανή αιτία την προσομοιωμένη εκτέλεση του άλματος.

Αλτική ικανότητα (κατακόρυφη και οριζόντια)

Στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα, οι συντελεστές μεταβλητότητας είναι σχετικά υψηλοί (πάνω από 10%), γεγονός που δείχνει τη τάση για εσωτερική ανομοιογένεια των αθλητριών (Πίνακας 2.3.) και ενδεχομένως τη διαφοροποίηση του νευρομυϊκού συντονισμού, όπου

απαιτείται για την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος (Bobbert & van Ingen Schenau, 1988). Με δεδομένο ότι η αλτική ικανότητα παρουσιάζει θετική σχέση με την ηλικία ως ένα σημείο, καθώς οι μεγαλύτερες και περισσότερο αναπτυγμένες νευρομυϊκά αθλήτριες πλεονεκτούν (Bobbert & van Ingen Schenau, 1988), υποστηρίζεται ότι η μεταβλητότητα μπορεί να επηρεάζεται και από το εύρος της ηλικίας των αθλητριών.

Η κατακόρυφη αλτική επίδοση, όπως εκφράστηκε από το άλμα, ήταν 0.35 ± 0.05 m, που φανερώνει σχετικά καλή αλτική υποδομή, σε σχέση με άλλες καταγραφείσες τιμές (0.30 ± 0.10 m σε 97 αθλητές και αθλήτριες μέσου έως υψηλού επιπέδου διαφόρων αθλημάτων, Araon-Vargas & Gross, 1997). Η απόλυτη κατακόρυφη δύναμη $F_{zmax(K)}$ ήταν 1024 ± 191 N και η αντίστοιχη σχετική $F_{zmax} \sigma_{χ(K)}$ 1.83 ± 0.25 Σ.Β (2.2 Σ.Β, Araon-Vargas & Gross, 1997). Η ισχύς ήταν 1759 ± 284 W (3863 ± 688 W, Dowling & Vamos, 1993 & 3000 W, Araon-Vargas & Gross, 1997). Οι δείκτες αυτοί της κατακόρυφης δύναμης και της ισχύος δείχνουν την αποδοτική ενεργειακή μεταφορά μεταξύ των μελών του σώματος (Araon-Vargas & Gross, 1997; Dowling & Vamos, 1993) και που σε ένα σχετικά μέσο επίπεδο οι αθλήτριες τη διαθέτουν ως ενεργειακή υποδομή.

Σε ό,τι αφορά την οριζόντια αλτική ικανότητα, με εξαίρεση την επίδοση οι άλλες παράμετροι παρουσιάζουν σχετική μεταβλητότητα, φανερώνοντας την ίδια τάση με την κατακόρυφη αλτική ικανότητα αναφορικά με την εφαρμογή της δύναμης. Η οριζόντια αλτική ικανότητα όπως εκφράστηκε από την επίδοση ήταν 1.94 ± 0.15 m, κάτι που δείχνει σχετικά καλή αλτική υποδομή, αφού σε άνδρες φυσικά δραστήριους η

αντίστοιχη τιμή ήταν 1.72 ± 0.03 m (Ashby & Heegaard, 2002). Φυσικά η συμμετοχή των άνω άκρων οδηγεί σε βελτίωση της επίδοσης κατά 21.7%, (71% της οποίας οφείλεται στην αύξηση της ταχύτητας απογείωσης κατά 12.7%) (Ashby & Heegaard, 2002), αλλά το σημείο που αξιολογήθηκε στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν η απόδοση της αλτικής ικανότητας βασιζόμενη στα κάτω άκρα.

Σε ό,τι αφορά τις ΔΕΑ, η μέγιστη κατακόρυφη δύναμη ($F_{zmax(o)}$) ήταν 745 ± 173 N σε απόλυτη τιμή και 1.33 ± 0.24 Σ.Β σε σχετική τιμή ($F_{zmax} \sigma_{χ(o)}$) (2.25 ± 0.08 Σ.Β, Ashby & Heegaard, 2002), ενώ η μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη ($F_{ymax(o)}$) 486 ± 69 N και 0.87 ± 0.10 Σ.Β ($F_{ymax} \sigma_{χ(o)}$) αντιστοίχως (0.74 ± 0.04 Σ.Β, Ashby & Heegaard, 2002). Ο λόγος της προσθιοπίσθιας προς την κατακόρυφη ($F_{ymax(o)} / F_{zmax(o)}$) ήταν 0.68 ± 0.16 (0.33, Ashby & Heegaard, 2002). Οι αθλήτριες φαίνεται να υστερούν στην ανάπτυξη της κατακόρυφης δύναμης όπου θα τους επιτρέψει να αναπτύξουν την απαραίτητη κατακόρυφη ταχύτητα για απογείωση. Μία ικανότητα ωστόσο, που μέσα από συγκεκριμένη προπόνηση που στοχεύει στη βελτίωση της μυϊκής ισχύος, στο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και στο συντονισμό των μελών του σώματος, αφήνει περιθώρια βελτίωσης (Dowling & Vamos, 1993), σε ποσοστό 8%, (Luhtanen & Komí, 1978). Συνεπώς, σε ό,τι αφορά την αλτική ικανότητα των αθλητριών, υφίσταται ένα σχετικά μέσο αναπτυγμένο επίπεδο ενεργειακής υποδομής που διαθέτει τα περιθώρια βελτίωσης.

Ενεργειακή παραγοντοποίηση

Τα χαρακτηριστικά που αφορούν τη σωματομετρία, την κινηματική και την

αλτική ικανότητα (Πίνακας 2.4.) και αναδεικνύουν την ενεργειακή υποδομή των αθλητριών, ομαδοποιούνται σε 3 ξεχωριστούς παράγοντες όπου εξηγούν περίπου το 79% της διασποράς. Ο πρώτος εξ' αυτών, με ποσοστό 30.2%, περιλαμβάνει το ποσοστό σωματικού λίπους, το λόγο ύψους λαβής προς Σ.Α, τη σκληρότητα του κονταριού, την καλύτερη ατομική επίδοση των αθλητριών και την κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Τα χαρακτηριστικά αυτά φανερώνουν τη μυϊκή δύναμη των αθλητριών, σε συνδυασμό με την ικανότητα για επίδοση και μεγάλο ύψος λαβής. Το ποσοστό σωματικού λίπους σχετίζεται αρνητικά με τη αναπτυσσόμενη δύναμη (Wilmore, 1979). Ο λόγος ύψους λαβής προς το Σ.Α και η σκληρότητα του κονταριού θεωρούνται σημαντικά στοιχεία της αγωνιστικής προσπάθειας των αθλητριών, αφού προϋπόθεση για την επιτυχία είναι η θετική σχέση μυϊκής δύναμης και επιλογής κονταριού (σκληρότητα & μήκος κονταριού/ύψος λαβής) (Sullivan et al, 1994). Επιπροσθέτως, επιβεβαιώνεται ότι η αλτική ικανότητα και η ισχύς καθίστανται σημαντικοί δείκτες εκρηκτικότητας των αθλητριών (Araon-Vargas & Gross, 1997; Dowling & Vamos, 1993).

Ο δεύτερος παράγοντας με ποσοστό 24.31% περιλαμβάνει το Σ.Β, την ταχύτητα απογείωσης του άλματος με κοντάρι και τα επί μέρους ύψη H_2 , H_α και H_β , τεχνικά στοιχεία που δείχνουν την παραγωγή κινητικής και δυναμικής ενέργειας των αθλητριών, εξαρτώμενη από τη σωματική μάζα (Hay, 1978). Επιβεβαιώνεται μ' αυτό τον τρόπο η σχετική θεωρία που υποστηρίζει πως το άλμα με κοντάρι είναι τεχνικό αγώνισμα βασισμένο κυρίως στη μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε δυναμική, ώστε με την ακολουθία αυτή η αθλήτρια να

επιτυγχάνει υψηλά όρια επίδοσης (Angulo-Kinzler et al., 1994; Schade et al., 2000, 2004).

Ο τρίτος παράγοντας με ποσοστό 18.46% περιλαμβάνει τη διαφορά Σ.Α.ΑΑ από το μήκος του Κ.Α και τη γωνία απογείωσης του άλματος σε μήκος, στοιχεία όπου αναφέρονται στην κινηματική του αγώνισματος. Χωρίς αμφιβολία η συνεισφορά στην απόδοση των αθλητριών στο άλμα με κοντάρι οφείλεται και σε συνδυασμό της ικανότητας για άλμα σε μήκος, αλλά και της δυνατότητας να μετατοπίζει η αθλήτρια το Κ.Β. του σώματος σε ορθολογιστική γωνία απογείωσης, ανεξαρτήτως του είδους του άλματος.

Το ενεργειακό πρότυπο των αθλητριών, όπως αυτό εκτιμήθηκε με τη σωματομορφική κατάσταση, την τεχνική των κινήσεων καθώς και την κατακόρυφη και οριζόντια αλτικότητα ταυτοποιεί το αγωνιστικό επίπεδο με εστίαση στα εξής σημεία: 1) Η σχετική μεταβλητότητα ή και η μη μεταβλητότητα όπως αυτή διαπιστώθηκε στη σωματομετρία, στην τεχνική του άλματος με κοντάρι και στην αλτική ικανότητα δείχνει ένα μέσο επίπεδο αγωνιστικής δραστηριότητας με μια σχετική τάση προς υψηλό, συγκριτικά με αθλήτριες διεθνούς επιπέδου. Ιδιαίτερα για την αλτική ικανότητα, όπου ορίζει το νευρομυϊκό συντονισμό των κάτω άκρων, η εμφανιζόμενη σχετική μεταβλητότητα μπορεί να οφείλεται και στο εύρος της ηλικίας. 2) Η κινηματική της τεχνικής του άλματος με κοντάρι (π.χ. ύψος / άνοιγμα λαβής) εμφανίζει τάση υστέρησης σε σχέση με αθλήτριες υψηλού επιπέδου, ακόμα κι όταν εκφραστούν ορισμένοι δείκτες ως προς το Σ.Α, με αποτέλεσμα το στοιχείο αυτό να επηρεάζει την επίδοση. Στην ίδια κατεύθυνση, η μικρή θετική (εξατομικευμένα) έως

αρνητική (συνολικά) διαφορά του ύψους λαβής και της υπολογισθείσας επίδοσης, δείχνει μη ορθολογιστική «εκμετάλλευση» της ελαστικότητας του κονταριού για μέγιστη ανύψωση του Κ.Β.Σ που θα υπερβαίνει το ύψος λαβής / μήκος κονταριού. 3) Για τη συσσώρευση κινητικής ενέργειας απαιτείται η οριζόντια ταχύτητα του συστήματος μάζας αθλήτριας και κονταριού. Το μέγεθος αυτό βρίσκεται σε χαμηλό επίπεδο ανάπτυξης, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την επίδοση, αφού η επιστροφή της στην αθλήτρια μετά το τέλος του λυγίσματος του κονταριού με τη μορφή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας δεν θα είναι η αναμενόμενη για μέγιστο ύψος. Η περαιτέρω βελτίωση της ταχύτητας θεωρείται απαραίτητη για μεγιστοποίηση της επίδοσης.

4) Η εκρηκτικότητα στα κάτω άκρα των αθλητριών, όπως αυτή εκφράζεται με την κατακόρυφη και την οριζόντια αλτική ικανότητα, είναι σε μέσο επίπεδο αναπτυγμένη. Με δεδομένη τη θετική συμβολή αυτής στο μηχανισμό ώθησης, περαιτέρω βελτίωση θα έχει ανάλογη επίδραση και στην απόδοση. 5) Το ενεργειακό παραγοντικό πρότυπο αναδεικνύει ιδιαίτερα την εκρηκτικότητα και τη μυϊκή δύναμη των αθλητριών, απαραίτητα στοιχεία για αποδοτικό λυγίσμα του κονταριού, όπως και την αύξηση και διατήρηση της μηχανικής ενέργειας, μέσα από την ορθολογιστική απογείωση του Κ.Β.Σ, με επακόλουθη συνεισφορά στη μεγιστοποίηση της απόδοσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΧΡΟΝΟ-ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΩΘΗΣΗΣ ΣΕ ΑΛΜΑΤΑ ΜΕ ΚΟΝΤΑΡΙ ΚΑΙ ΜΗΚΟΣ

3.1. Εισαγωγή

Από βιο-μηχανικής πλευράς, η μετάβαση από τη φόρα (δρομική κίνηση) στην ώθηση (μονοποδική στήριξη) αποτελεί σημαντικό παράγοντα της τεχνικής των αλμάτων (οριζόντια & κατακόρυφα) (Hay, 1978), καθώς σ' αυτή δημιουργούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις για ένα πετυχημένο άλμα. Ειδικότερα για το άλμα με κοντάρι, σκοπός των κινήσεων των μελών του σώματος σε συνδυασμό με το κοντάρι είναι η μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ορθολογικό συνδυασμό κινητικής και δυναμικής, με κυρίαρχη κατάληξη τη δεύτερη εξ' αυτών. Η μικρότερη δυνατή απώλεια οριζόντιας ταχύτητας και η εξασφάλιση κατακόρυφης κρίνεται απαραίτητη, ώστε το Κ.Β.Σ να απογειωθεί με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα απογείωσης και υπό συγκεκριμένη γωνία (Hay, 1993). Κατά την ώθηση ο αθλητής/τρια φέρνει το σώμα σε πλεονεκτική θέση για τη μεταφορά της κινητικής ενέργειας στο κοντάρι (Angulo-Kinzler et al., 1994). Εντούτοις, η ώθηση από μια πρώτη άποψη και εικόνα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ένας δρομικός διασκελισμός χωρίς ιδιαίτερη προετοιμασία, ανεξάρτητα από το είδος του άλματος.

Οι αναπτυσσόμενες Δυνάμεις Εδαφικής Αντίδρασης (ΔΕΑ) σε 3 διαστάσεις και οι χρονικές στιγμές επίτευξης αυτών αποτελούν τα αξιόπιστα κριτήρια για να απαντηθεί το ερώτημα σε ποια σημεία υπάρχει ταύτιση ή διαφοροποίηση των μηχανισμών ώθησης. Η εμπειρία αλλά

και η θεωρία που έχει αναπτυχθεί σε ένα ορισμένο σημείο συγκλίνουν στην άποψη ότι οι μηχανισμοί ώθησης των αλμάτων σε μήκος και με κοντάρι διακρίνονται από κοινά στοιχεία (Burnett, 2003). Εντούτοις, η έλλειψη ερευνητικής επιβεβαίωσης για ταύτιση ή για σημαντική διαφοροποίηση των μηχανισμών ώθησης που παρατηρούνται στους δύο τύπους αλμάτων, αποτέλεσε τη βασική θεώρηση για τη συγκρότηση της παρούσας εργασίας.

Στο άλμα σε μήκος τα άνω άκρα συνεισφέρουν σε ποσοστό 10% (Aoyama, et al., 1995) στην οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση, όπως αντίστοιχα στο κατακόρυφο άλμα (Harman et al., 1990; Luhtanen & Komi, 1978) και στο άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (Ashby & Heeggard, 2002), προσδίδοντας μεγαλύτερη κατακόρυφη ταχύτητα από ανάλογη αύξηση της κατακόρυφης κυρίως συνιστώσας των ΔΕΑ. Πληροφορίες σχετικές με τη συμμετοχή των μελών του σώματος στη φάση ώθησης για το άλμα με κοντάρι δεν έχουν παρουσιαστεί με αποτέλεσμα να υπάρχει ερευνητικό αλλά και πρακτικό ενδιαφέρον για τον έλεγχο των διαφοροποιήσεων σε δυναμικές και χρονικές παραμέτρους της ώθησης στο άλμα με κοντάρι σε σχέση με το άλμα σε μήκος, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη διαφορετική συμμετοχή των άνω άκρων (ελεύθερη αρμονική στο άλμα σε μήκος και στοχευμένα περιορισμένη στο άλμα με κοντάρι).

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η επίδοση στο άλμα σε μήκος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης, από την τεχνική των κινήσεων στην ώθηση και από την εκρηκτικότητα του αθλητή/τριας. Από βιο-μηχανική άποψη, η αλλαγή της οριζόντιας ταχύτητας κατά τη διάρκεια της

ώθησης καθορίζεται από τις ΔΕΑ, ενώ η κατακόρυφη συνιστώσα είναι δείκτης της εκρηκτικότητας του αθλητή/τριας (Chow & Hay, 2005). Στη φάση της ώθησης παρατηρείται αύξηση των ΔΕΑ και της μηχανικής ισχύος, η οποία σχετίζεται με τη δράση του κάτω άκρου στήριξης στην πλειομετρική συστολή, όπου οι μυς διατείνονται (μοντέλο ελατηριακής μάζας) και την ταχύτητα κίνησης (Chow & Hay, 2005; Farley & Morgenroth, 1999; Keller et al., 1996; Luhtanen & Komi, 1980; McMahon & Cheng, 1990). Επιπλέον, το αγωνιστικό επίπεδο απόδοσης φαίνεται να σχετίζεται με αύξηση των ΔΕΑ (αύξηση ταχύτητας φόρας) (Kakihana & Suzuki, 2000; Luhtanen και Komi, 1979; Takamatsu et al., 1995). Οι ΔΕΑ είναι μεγαλύτερες στη πρώτη φάση της ώθησης (στιγμιαία κρούση), ενώ μειώνονται προοδευτικά όταν το σώμα οδηγείται από την απόσβεση προς την απογείωση (Luhtanen & Komi, 1979; Kakihana & Suzuki, 2001; Morlier & Cid, 1996). Ωστόσο, δεν αναφέρονται δείκτες συσχέτισης και εξάρτησης της επίδοσης με ΔΕΑ, γεγονός που επιδιώκεται εν μέρει να καλυφθεί στην παρούσα εργασία. Η έλλειψη πρόσφατων και αξιόπιστων πληροφοριών στο άλμα με κοντάρι με λεπτομερή καταγραφή και ανάλυση των ΔΕΑ στο κάτω άκρο στήριξης (Barlow, 1979) και ιδιαίτερα σε αθλήτριες, ενίσχυσε την αναγκαιότητα διεκπεραίωσης της εργασίας.

Από ενεργειακής άποψης, η κυρίως διαφορά του άλματος σε μήκος με το άλμα με κοντάρι είναι ότι στο πρώτο παρατηρείται μια συνολική μείωση της ενέργειας λόγω της ώθησης, ενώ στο δεύτερο η μετατροπή της κινητικής ενέργειας που αποκτάται κατά τη φόρα σε ενέργεια επαναφοράς του κονταριού λαμβάνει χώρα χωρίς απώλεια ενέργειας ή ακόμα και με

κέρδος, εξαιτίας της αποθηκευμένης ενέργειας του κονταριού (Schade et al., 1998) και των επιμέρους μυϊκών ενεργειών των άνω άκρων που αυξάνουν τη δυναμική ενέργεια, (Arampatzis et al., 2004; Brüggemann et al., 2003; Ekevad & Lundberg, 1995, 1997). Το μυϊκό έργο σε αθλητές υψηλού επιπέδου προσδίδει περίπου 0.80 m επιπλέον στην επίδοση σε σχέση με τη μέγιστη θεωρητική (Linthorne, 2000), καθώς η $E_{\Delta YN(TEΛΙΚΗ)}$ είναι 1.27 φορές της $E_{KIN(ΑΡΧΙΚΗ)}$ (Ekevad & Lundberg, 1995). Ωστόσο, στη φάση ώθησης και των δυο αλμάτων παρατηρείται μείωση της συνολικής ενέργειας (περίπου 35%) κι αυτή οφείλεται στην τοποθέτηση του κονταριού και στις απώλειες που παρατηρούνται κατά το λύγισμα του, καθώς και στην κατεύθυνση των ΔΕΑ στο κάτω άκρο στήριξης (Angulo-Kinzler et al., 1994; Linthorne, 1994). Αναφορικά με την ενεργειακή συμπεριφορά, η τεχνική των αθλητριών δε φαίνεται να είναι μια μικρογραφία αυτής των αθλητών, αφού παρατηρείται μια διαφορετική αλληλεπίδραση ελαστικού κονταριού και αθλήτριας, που αφήνει πολλά περιθώρια για περαιτέρω βελτίωση (Schade et al., 2004). Κατά συνέπεια είναι απλουστευμένη η μεταφορά και η εξήγηση κινηματικών και κινητικών αποτελεσμάτων από αθλητές σε αθλήτριες. Ακριβώς, αυτή η χρονο-δυναμική συμπεριφορά των αθλητριών κατά την ώθηση αποτέλεσε αντικείμενο προς εξέταση στην παρούσα εργασία.

Ειδικότερα, το ερευνητικό πρόβλημα που τέθηκε προς διερεύνηση περιελάμβανε την αξιόπιστη καταγραφή, ανάλυση και σύγκριση των ΔΕΑ του κάτω άκρου στήριξης κατά τη φάση ώθησης στο άλμα με κοντάρι και στο άλμα σε μήκος. Το άλμα σε μήκος θεωρήθηκε ως σταθερή

δοκιμασία ελέγχου της τεχνικής της ώθησης, με δεδομένη διαφορά στο μηχανισμό της ώθησης μεταξύ των δύο αλμάτων να αποτελεί η κίνηση των άνω άκρων. Προς την κατεύθυνση αυτή ελέγχεται αν η διαφορετική συμμετοχή των άνω άκρων επηρεάζει τις ΔΕΑ και ως προς τις 3 διευθύνσεις. Υποθέσαμε ότι, το δυναμογραφικό πρότυπο, οι συνιστώσες των ΔΕΑ (F_z , F_y , F_x), ο συνολικός χρόνος ώθησης και οι επιμέρους χρονικές φάσεις επίτευξης των ΔΕΑ, δε διαφοροποιούνται ως προς το είδος του άλματος.

3.1. Μεθοδολογία

Δείγμα

Το δείγμα διαμορφώθηκε από 12 αθλήτριες του άλματος με κοντάρι μέσου έως υψηλού αγωνιστικού επιπέδου (καλύτερες αθλήτριες Πανελληνίου πρωταθλήματος 2004, συμπεριλαμβανομένης και της αθλήτριας που σημείωσε παγκόσμια ανεπίσημη επίδοση σε κατηγορία κορασίδων το έτος 2005) όπου συμμετείχαν εθελοντικά. Ως ελάχιστη ατομική επίδοση ορίστηκαν τα 3.50 m και η αγωνιστική εμπειρία ήταν τουλάχιστον 2 ετών. Όλες οι αθλήτριες ήταν υγιείς και συμμετείχαν ενεργά στις προπονήσεις, ενώ οι μετρήσεις διεξήχθησαν κατά την εαρινή αγωνιστική περίοδο.

Διαδικασία Μετρήσεων

Η τοποθέτηση του φορητού Η/Δ της Kistler (τύπου 9286AA & διαστάσεων 600 x 400 mm) έγινε σε συνδυασμό με τον υπόλοιπο αθλητικό εξοπλισμό του άλματος με κοντάρι, δηλαδή της βαλβίδας, των στυλοβατών-πήχη και της υποδοχής-στρώματος για την ακίνδυνη προσγείωση των αθλητριών μετά την εκτέλεση του άλματος. Εξασφαλίστηκε πρωταρχικά η

εγκυρότητα και η αξιοπιστία καταγραφής των χρονο-δυναμικών πληροφοριών λαμβάνοντας υπόψη την ευαισθησία του οργάνου σε κραδασμούς και δονήσεις της υποκείμενης επιφάνειας. Καθώς το Η/Δ έχει ύψος 35 mm, τοποθετήθηκε πλευρικά ειδική κατασκευή από κόντρα πλακέ θαλάσσης, επικαλύφθηκε από ειδικό υλικό ταρτάν και τοποθετήθηκε στην περιοχή ώθησης, εξατομικευμένα για κάθε αθλήτρια. Προηγήθηκε ολοκληρωμένη προθέρμανση διάρκειας 30 λεπτών και 2-3 δοκιμαστικές προσπάθειες για έλεγχο του σημείου ώθησης. Η κάθε δοκιμαζόμενη, με πλήρη ανάπτυξη της δρομικής ταχύτητας, εκτελούσε την προσπάθεια τοποθετώντας στιγμιαία το κάτω άκρο για ώθηση πάνω στο Η/Δ, τόσο στο άλμα με κοντάρι όσο και στο μήκος. Η συχνότητα δειγματοληψίας ορίστηκε στα 1000 Hz και η χρονική διάρκειά της στα 3s.

Κάθε αθλήτρια εκτέλεσε 4 προσπάθειες άλματος με κοντάρι και 4 άλματος σε μήκος. Στο μήκος, η εκτέλεση ήταν προσομοιωμένη, καθώς η προσγείωση ολοκληρώνονταν πάνω σε ειδικό στρώμα. Προϋπόθεση καταχώρησης της προσπάθειας ήταν η ακριβής τοποθέτηση του κάτω άκρου πάνω στο Η/Δ κατά την ώθηση. Οι αθλήτριες είχαν την ικανότητα και την τεχνική κατάρτιση να εκτελούν ολοκληρωμένη προσπάθεια άλματος σε μήκος, κυρίως εξαιτίας της προπονητικής εμπειρίας, καθώς το άλμα σε μήκος αποτελεί μέσο της προετοιμασίας τους κατά τον ετήσιο προπονητικό κύκλο (Attig, 1991; Homenkova, 1994; Kutman, 1981).

Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των δυναμογραφικών καμπύλων περιλάμβανε τις πρωτογενείς χρονικές και δυναμικές παραμέτρους της κίνησης της ώθησης,

καθώς και παράγωγους δείκτες. Οι δυναμικές παράμετροι που αναλύθηκαν (απόλυτες και σχετικές) ήταν οι 3 κορυφώσεις των Fz και Fy (2 μέγιστες & 1 ελάχιστη) και οι 2 κορυφώσεις της Fx (1 μέγιστη & 1 ελάχιστη). Οι χρονικές παράμετροι που αναλύθηκαν ήταν ο συνολικός χρόνος ώθησης, οι χρονικές διάρκειες της 1^{ης} και 2^{ης} φάσης (κρουστική και ελατηριακή αντίστοιχα), των φάσεων πριν και μετά την καθετότητα και τέλος οι χρονικές στιγμές επίτευξης των κορυφώσεων των Fz (2 μέγιστων & 1 ελάχιστης), Fy (2 μέγιστων & 1 ελάχιστης) και Fx (1 μέγιστης & 1 ελάχιστης). Επιπλέον ορίστηκαν 10 παράγωγοι κρίσιμοι δείκτες απόδοσης, που συνδύαζαν τις δυναμικές και χρονικές παραμέτρους (Πίνακας 1, παρ.Β).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό προγράμμα BioWare της Kistler (έκδοση 3.0 για Win 95), ενώ επιλέχθηκε η πιο αντιπροσωπευτική προσπάθεια επί συνόλου τεσσάρων. Προϋπόθεση επιλογής της προσπάθειας που αξιοποιήθηκε τελικώς στα αποτελέσματα ήταν η ορθή και έγκυρη τοποθέτηση του ποδιού πάνω στο Η/Δ, ενώ η διακύμανση των τιμών της επιλεγμένης προσπάθειας ήταν μικρή ($\leq 10\%$) σε σχέση με τη μέση τιμή των 4 προσπαθειών.

Στατιστική Ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος t (t-test) για εξαρτημένα δείγματα, προκειμένου να συγκριθούν οι μέσες τιμές των εξαρτημένων μεταβλητών (ΔΕΑ ώθησης) στα 2 επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής (ώθηση άλματος με κοντάρι & άλματος σε μήκος). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας που ορίστηκε για την αναγνώριση διαφορών ήταν $p \leq .05$. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε

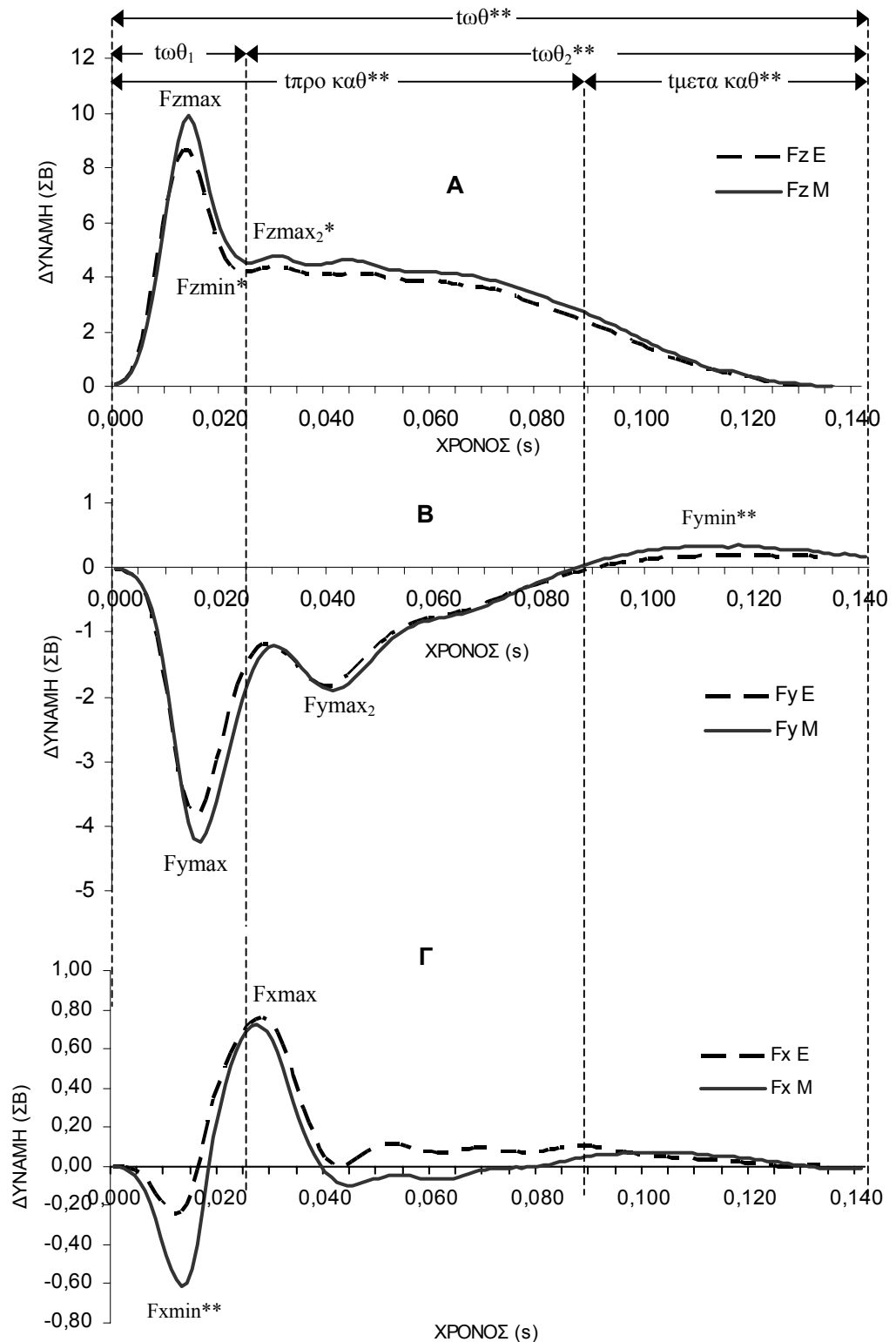
παραγοντική ανάλυση με τη μέθοδο της ορθογώνιας περιστροφής (Varimax) για την ομαδοποίηση των κρίσιμων συναφών μεταβλητών σε παράγοντες. Ως σημαντικά παραγοντικά βάρη ορίστηκαν όσα ήταν ≥ 0.80 (Preacher & MacCallum, 2002). Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν βασικά στατιστικά στοιχεία της περιγραφικής στατιστικής όπως οι μέσες τιμές, τυπικές αποκλίσεις και συντελεστές μεταβλητότητας. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το SPSS (έκδοση 10.0).

3.3. Αποτελέσματα

Δυναμογραφικό πρότυπο ώθησης

Η δυναμογραφική καμπύλη της ώθησης για τους 2 τύπους αλμάτων (σχέση ΔΕΑ - χρόνου) απεικονίζεται στο Γράφημα 3.1., το οποίο είναι ενδεικτικό του συνόλου των αθλητριών. Η δύναμη και στις τρεις συνιστώσες είναι εκφρασμένη ως προς το Σ.Β, ενώ δίνονται και οι αντίστοιχες με τις ΔΕΑ χρονικές στιγμές. Οι επεξηγήσεις των χαρακτηριστικών φαίνονται στον Πίνακα 1, παρ.Β. Αντίστοιχη δυναμογραφική καμπύλη της ώθησης με απόλυτες τιμές των ΔΕΑ απεικονίζεται στο Γράφημα 1, παρ.Γ.

Στον Πίνακα 3.1. παρουσιάζονται οι δυναμικές και χρονικές παραμέτροι της ώθησης στο άλμα με κοντάρι και στο άλμα σε μήκος. Οι 10 κρίσιμοι δείκτες που συμπληρώνουν τον πίνακα σχηματοποιήθηκαν από συνδυασμό των δυναμικών και χρονικών χαρακτηριστικών και εκφράζουν ειδικές τεχνικές ικανότητες της αθλήτριας κατά την ώθηση (Πίνακας 1, παρ. Β).



Γράφημα 3.1. Σχέση ΔΕΑ – χρόνου στην ώθηση

Σημείωση: Α: Κατακόρυφη ΔΕΑ (Fz), Β: Οριζόντια – προθιοπίσθια ΔΕΑ (Fy), Γ: Πλάγια ΔΕΑ(Fx)
 Δείκτης _E : Άλμα με κοντάρι, Δείκτης _M : Άλμα σε μήκος (* p ≤ .05 & ** p ≤ .01)

Παράμετροι ΔΕΑ στην ώθηση των αλμάτων με κοντάρι & σε μήκος

Πίνακας 3.1 Δυναμικές, χρονικές παράμετροι και παραγόμενοι δείκτες της ώθησης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΑΛΜΑ ΜΕ ΚΟΝΤΑΡΙ					ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ			
	MM	AA	MT	TA	ΣΜ %	AA	MT	TA	ΣΜ %
Fzmax	N	41	5881	1311	22.3	85	6164	953	15.5
Fzmaxσχ	-	42	10.18	1.99	19.5	86	11.08	1.65	14.9
Fzmin	N	43	2091	474	22.7	87	2257	597	26.5
Fzminσχ	-	44	3.60	0.65	17.9	88	4.01	0.82	20.4
Fzmax ₂	N	45	2823	449	15.9	89	2914	499	17.1
Fzmaxσχ ₂	-	46	4.89	0.60	12.3	90	5.21	0.59	11.4
Fymax	N	47	2276	711	31.2	91	2552	517	20.2
Fymaxσχ	-	48	3.92	1.09	27.8	92	4.59	0.92	20.1
Fymax ₂	N	49	1138	228	20.0	93	1123	197	17.6
Fymaxσχ ₂	-	50	1.97	0.34	17.1	94	2.01	0.30	15.0
Fymin	N	51	145	33	22.6	95	212	39	18.4
Fyminσχ	-	52	0.25	0.05	21.8	96	0.37	0.10	27.6
Fxmax	N	53	512	123	24.1	97	560	167	29.9
Fxmaxσχ	-	54	0.89	0.20	22.2	98	1.00	0.25	25.1
Fxmin	N	55	228	123	53.9	99	409	192	46.9
Fxminσχ	-	56	0.40	0.22	56.1	100	0.75	0.36	48.5
BW	N	57	577	52	9.0	101	558	51	9.2
tωθ	s	58	0.133	0.012	9.3	102	0.141	0.012	8.3
tωθ ₁	s	59	0.028	0.007	30.3	111	0.027	0.007	27.0
tωθ ₂	s	60	0.105	0.013	12.3	104	0.115	0.011	9.6
tπρο καθ	s	61	0.088	0.008	8.8	105	0.086	0.008	9.2
tμετα καθ	s	62	0.045	0.007	15.4	106	0.054	0.007	12.9
t%προ καθ	-	63	66.74	3.290	4.9	107	61.67	2.935	4.8
t%μετα καθ	-	64	33.26	3.290	9.9	108	38.33	2.935	7.7
tFzmax	s	65	0.015	0.005	30.8	109	0.014	0.003	19.8
tFzmax ₂	s	66	0.038	0.011	29.0	110	0.035	0.008	23.2
tFzmin	s	67	0.028	0.007	30.3	111	0.027	0.007	27.0
tFymax	s	68	0.016	0.001	8.4	112	0.017	0.002	12.3
tFymax ₂	s	69	0.041	0.003	7.4	113	0.041	0.003	7.5
tFymin	s	70	0.108	0.011	10.4	114	0.108	0.012	10.9
tFxmax	s	71	0.028	0.005	17.6	115	0.027	0.005	17.5
tFxmin	s	72	0.012	0.004	33.2	117	0.014	0.002	15.8
tFyo	s	73	0.088	0.008	8.8	116	0.086	0.008	27.6
tBW	s	74	0.004	0.001	23.3	118	0.005	0.001	9.2
Δείκτης1	-	75	2.67	0.36	13.6	119	2.44	0.19	7.9
Δείκτης2	-	76	1.39	0.31	22.5	120	1.34	0.25	18.8
Δείκτης3	-	77	16.30	5.77	35.4	121	12.53	4.07	32.5
Δείκτης4	-	78	7.42 x 10 ²	2.67 x 10 ²	36.0	122	8.09 x 10 ²	2.34 x 10 ²	29.0
Δείκτης5	N/s	79	42.9 x 10 ⁴	16.0 x 10 ⁴	37.3	123	44.7 x 10 ⁴	11.7 x 10 ⁴	26.1
Δείκτης6	N	80	3790	1249	33.0	124	3908	933	23.9
Δείκτης7	N	81	732	493	67.4	125	658	392	59.6
Δείκτης8	-	82	1.64	1.21	73.7	126	2.20	1.35	61.2
Δείκτης9	-	83	0.073	0.025	34.1	127	0.059	0.032	53.9
Δείκτης10	-	84	0.333	0.033	9.9	128	0.383	0.029	7.7

Σημείωση:MM:Μονάδα Μέτρησης,MT:Μέση Τιμή,TA:Τυπική Απόκλιση,ΣΜ %:Συντελ. Μεταβλητ.

Παραγοντικό πρότυπο παραμέτρων ώθησης του άλματος με κοντάρι

Στον Πίνακα 3.2. παρουσιάζεται το παραγοντικό πρότυπο ανάλυσης στο άλμα με κοντάρι, με τρεις βασικούς παράγοντες ερμηνείας και συνολικό άθροισμα εξηγημένης διασποράς 66.09%. Στην ανάλυση αυτή ελήφθησαν υπ' όψιν οι σχετικές τιμές των ΔΕΑ. Ανάλυση με σχετικές και απόλυτες τιμές στον παρουσιάζεται στον Πίνακα 3, παρ.Β, ενώ στον Πίνακα 4 παρ. Δ δίνονται αναλυτικά τα παραγοντικά βάρη για όλες τις παραμέτρους.

Ο 1^{ος} παράγοντας θεωρείται δυναμικός και επιστρατεύει τη μέγιστη κατακόρυφη και προσθιοπίσθια δύναμη, αναδεικνύοντας τη σημασία τους για την ορθή και αποδοτική ώθηση (Aura και Vittasalo,1989; Luhtanen & Komi, 1980). Ο 2^{ος} παράγοντας επηρεάζεται από χρονικά στοιχεία και τη σταθερότητα εκτέλεσης (χρονική κορύφωση ελάχιστης και μέγιστης πλάγιας δύναμης). Ο 3^{ος} παράγοντας αναδεικνύει τη βαρύτητα του συνολικού χρόνου ώθησης, επιβεβαιώνοντας τη σημασία του (Bosco et al., 1976; Hay et al., 1986; Hay & Nohara, 1990).

Πίνακας 3.2. Παραγοντικό πρότυπο ανάλυσης των παραμέτρων ώθησης στο άλμα με κοντάρι

ΑΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ		
		1	2	3
45	Fzmax _E	0.882		
47	Fymax _E	0.933		
58	tω _{θE}			0.830
71	tFxmax _E		0.878	
72	tFxmin _E		0.808	
74	Δείκτης1 _E	-0.809		
	%ΔΙΑΣΠ	27.37	22.11	16.61
	%ΑΘΡ ΔΙΑΣΠ	27.37	49.48	66.09

Σημείωση: %ΔΙΑΣΠ: Ποσοστιαία Διασπορά, %ΑΘΡ ΔΙΑΣΠ: Ποσοστιαία Αθροιστική διασπορά

Παραγοντικό πρότυπο παραμέτρων ώθησης του άλματος σε μήκος

Στον Πίνακα 3.3. παρουσιάζεται το παραγοντικό πρότυπο ανάλυσης στο άλμα σε μήκος, με τρεις βασικούς παράγοντες ερμηνείας και συνολικό άθροισμα εξηγημένης διασποράς 74.41%. Στην ανάλυση συμμετείχαν οι σχετικές τιμές των ΔΕΑ. Ανάλυση με σχετικές και απόλυτες τιμές παρουσιάζεται στον Πίνακα 5, παρ. Β, ενώ στον Πίνακα 6 παρ. Δ δίνονται αναλυτικά τα παραγοντικά βάρη για όλες τις παραμέτρους.

Ο 1^{ος} παράγοντας εκφράζει χρονικές αλληλουχίες ανάπτυξης των ΔΕΑ, με έμφαση στην κατακόρυφη και την προσθιοπίσθια συνιστώσα. Ο 2^{ος} παράγοντας χαρακτηρίζει τη δυναμική και ταυτόχρονα την εκρηκτικότητα της ώθησης σε κατακόρυφη και προσθιοπίσθια διεύθυνση (Aura και Vittasalo,1989; Luhtanen & Komi, 1980). Ο 3^{ος} παράγοντας, ενσωματώνει τη χρονική συμπεριφορά του κάτω άκρου στις επιμέρους φάσεις και δείχνει ότι η ώθηση του άλματος σε μήκος αποτελεί σύνθετη λειτουργική διαδικασία σε όλη της διάρκεια εκτέλεσης.

Πίνακας 3.3. Παραγοντικό πρότυπο ανάλυσης παραμέτρων ώθησης στο άλμα σε μήκος

ΑΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ		
		1	2	3
85	Fzmax _M		0.937	
91	Fymax _M		0.958	
104	tω _{θ2M}			0.830
111	tFzmin _M	0.843		
112	tFymax _M	0.857		
113	tFymax _{2M}	0.835		
123	Δείκτης5 _M		0.909	
124	Δείκτης6 _M		0.832	
	%ΔΙΑΣΠ	27.88	27.11	18.40
	%ΑΘΡ ΔΙΑΣΠ	27.88	55.01	74.41

Σημείωση: %ΔΙΑΣΠ: Ποσοστιαία Διασπορά, %ΑΘΡ ΔΙΑΣΠ: Ποσοστιαία Αθροιστική διασπορά

Σύγκριση χρονο - δυναμικών παραμέτρων της ώθησης

Στον Πίνακα 3.4. παρουσιάζονται τα στατιστικά κριτήρια της σύγκρισης στα χαρακτηριστικά όπου διαφέρουν σημαντικά. Στον Πίνακα 1, παρ. Δ δίνονται οι απόλυτες και σχετικές (%) διαφορές των μεταβλητών ανά ζεύγη. Περιλαμβάνονται δυναμικά ως προς τις τρεις διαστάσεις και χρονικά χαρακτηριστικά, αλλά και παράγωγοι δείκτες.

Πίνακας 3.4. Στατιστικά κριτήρια ελέγχου σύγκρισης δυναμικών, χρονικών παραμέτρων και παράγωγων δεικτών

AA	AA	ΖΕΥΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	t	p
44	88	Fzminσχ _E - Fzminσχ _M	-2.288	0.043*
46	90	Fzmax ₂ σχ _E - Fzmax ₂ σχ _M	-2.824	0.017*
51	95	Fymin _E - Fymin _M	-4.773	0.001**
52	96	Fyminσχ _E - Fyminσχ _M	-3.154	0.009**
55	99	Fxmin _E - Fxmin _M	-4.763	0.001**
56	100	Fxminσχ _E - Fxminσχ _M	-4.954	0.000**
58	102	tω _{θE} - tω _{θM}	-3.519	0.005**
60	104	tω _{θ2E} - tω _{θ2M}	-3.204	0.008**
63	107	t%προκαθ _E - t%προκαθ _M	3.906	0.002**
64	108	t%μετακαθ _E - t%μετακαθ _M	-3.906	0.002**
75	119	ΔείκτηςI _E - ΔείκτηςI _M	2.345	0.039*
84	128	ΔείκτηςI _{0E} - ΔείκτηςI _{0M}	-3.931	0.002**

Σημείωση: t: κριτήριο σύγκρισης ελέγχου και p: πιθανότητα σφάλματος (* p ≤ .05, ** p ≤ .01)
 Δείκτης _E: Άλμα με κοντάρι,
 Δείκτης _M: Άλμα σε μήκος

3.4. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Το δυναμογραφικό πρότυπο της ώθησης από την εκτέλεση των αλμάτων με κοντάρι και σε μήκος διαθέτει, σύμφωνα με το Γράφημα 3.1., παρόμοια απεικόνιση. Οι παραγόμενες ΔΕΑ και οι χρονικές στιγμές εκδήλωσης αυτών συνθέτουν με ακρίβεια τις κρίσιμες φάσεις του μηχανισμού της ώθησης των δύο αλμάτων, όπως αυτές εμφανίζονται κατά την κρούση, την απόσβεση και

την ενεργητική ώθηση του κάτω άκρου.

Η ώθηση διακρίνεται σε μια πρώτη φάση κρούσης που περιλαμβάνει την τοποθέτηση του κάτω άκρου (0.020 s) (tω_{θ1}), αποτελώντας το 25% του συνολικού χρόνου ώθησης και σε μια δεύτερη φάση που καλύπτει χρονικά το υπόλοιπο μέρος της ώθησης (ελατηριακή φάση) και περιλαμβάνει την προς τα κάτω (απόσβεση) και προς τα πάνω (ανύψωση) κίνηση του Κ.Β.Σ (0.100 s) (tω_{θ2}) (Bosco et al., 1976; Hay et al., 1999; Muraki et al., 2005; Seyfarth et al., 2000; Witters et al., 1992). Η πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης ΔΕΑ πραγματοποιείται στα πρώτα 10% του συνολικού χρόνου ώθησης, στην οριζόμενη ως φάση κρούσης, ενώ η δεύτερη κορύφωσή της στα 40% του συνολικού χρόνου και κατά την ελατηριακή φάση (Hay et al., 1999; Muraki et al., 2005; Seyfarth et al., 2000). Μια άλλη χρονική διάκριση της φάσης ώθησης πραγματοποιείται σε σχέση με την τροχιά κίνησης του Κ.Β.Σ. Η προς τα πάνω κίνηση του Κ.Β.Σ συμπίπτει με το μηδενισμό της προσθιοπίσθιας ΔΕΑ (καθετότητα) και την αλλαγή πρόσημου από αρνητική σε θετική (Barlow, 1979; Coh, 2000; Lees et al., 1994). Η ώθηση διαχωρίστηκε σε φάση πριν την καθετότητα (tπρο καθ) όταν το Κ.Β.Σ βρίσκεται πίσω από το σημείο στήριξης (προς τα κάτω κίνηση του Κ.Β.Σ) και σε φάση μετά την καθετότητα (tμετα καθ) όταν το Κ.Β.Σ βρίσκεται μπροστά από το σημείο στήριξης (προς τα πάνω κίνηση του Κ.Β.Σ).

Τα αποτελέσματα ως προς τις δυναμικές παραμέτρους και στη βάση των τριών αξόνων (Πίνακας 3.1.) υποδεικνύουν τα εξής: Η 1^η κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης (Fzmax)

κατά την κρούση έχει μέγεθος 5881 ± 1311 N (10.18 ± 1.99 Σ.Β) για το άλμα με κοντάρι και 6164 ± 953 N (11.08 ± 1.65 Σ.Β) για το άλμα σε μήκος (7000-8000 N ή 9 - 11 Σ.Β Seyfarth et al., 1999; Witters et al., 1992 ή 10 Σ.Β Bruggemann et al., 2002). Η 2^η κορύφωση (F_{zmax_2}) κατά την ελατηριακή φάση έχει μέγεθος 2823 ± 449 N (4.89 ± 0.60 Σ.Β) και 2914 ± 499 N (5.21 ± 0.59 Σ.Β) για το άλμα με κοντάρι και για το άλμα σε μήκος αντιστοίχως (3000-3500 N ή 4-5 Σ.Β Seyfarth et al., 1999; Witters et al., 1992). Η ελάχιστη τιμή (F_{zmin}) κατά την προς τα κάτω κίνηση του Κ.Β.Σ (απόσβεση) είναι 2091 ± 474 N (3.60 ± 0.65 Σ.Β) για το άλμα με κοντάρι και 2257 ± 597 N (4.01 ± 0.8 Σ.Β) για το άλμα σε μήκος (2500-3000 N ή 3.7-4.4 Σ.Β, Coh, 2000; Luhtanen & Komi, 1979; Seyfarth et al., 1999). Η διαφορά στις απόλυτες τιμές της δύναμης σε σχέση με τις τιμές αναφοράς της βιβλιογραφίας οφείλονται στο διαφορετικό φύλο και Σ.Β, ενώ όταν η δύναμη εκφραστεί ως σχετική, η διαφορά αυτή εκμηδενίζεται (Wilmore, 1979). Οι σχετικές κατακόρυφες δυνάμεις αναπτύσσονται σε μεγέθη που κυμαίνονται στα όρια των 10 Σ.Β, γεγονός που χαρακτηρίζει την ώθηση ως δυναμική-κρουστική κίνηση, εκτελεσμένη από αθλήτριες. Η προσθιοπίσθια - οριζόντια δύναμη (F_{ymax}) εμφανίζει μια 1^η κορύφωση με αρνητικό μέγεθος στη φάση της κρούσης 2276 ± 711 N (3.92 ± 1.09 Σ.Β) και 2552 ± 517 N (4.59 ± 0.92 Σ.Β) για το άλμα με κοντάρι και άλμα σε μήκος αντίστοιχα (3000-4000 N ή 3-5 Σ.Β Seyfarth et al., 1999). Η 2^η κορύφωσή της (F_{ymax_2}) πραγματοποιείται στη διάρκεια της απόσβεσης κατά την ελατηριακή φάση (προς τα κάτω κίνηση του Κ.Β.Σ) και είναι 1138 ± 228 N (1.97 ± 0.34 Σ.Β) και 1123 ± 197 N (2.01 ± 0.30 Σ.Β)

για το άλμα με κοντάρι και άλμα σε μήκος αντιστοίχως. Στο 2^ο μέρος της ώθησης, όταν το Κ.Β.Σ περνά μπροστά από το σημείο στήριξης (μετα καθ), η προσθιοπίσθια δύναμη έχει αυξηθεί σε θετική (F_{ymin}) και σε τιμές 145 ± 33 N (0.25 ± 0.05 Σ.Β) για το άλμα με κοντάρι και 212 ± 39 N (0.37 ± 0.10 Σ.Β) για το άλμα σε μήκος (1000- 1500 N ή 1-2 Σ.Β Luhtanen & Komi, 1979). Στο θετικό μέγεθος της προσθιοπίσθιας δύναμης οφείλεται η προς τα πίσω ροπή (CCW) που δημιουργείται στο τέλος της φάσης της ώθησης (Hay, 1993). Τα σχετικά μικρά μεγέθη τιμών και στα δύο είδη άλματος μπορούν να ερμηνευτούν ως μη εκμετάλλευση της ροπής που θα δημιουργούσε αυτή η δύναμη. Στο άλμα με κοντάρι η προς τα πίσω ροπή (CCW) ερμηνεύεται επιπλέον από τη δύναμη αντίδρασης του κονταριού μετά την τοποθέτηση, που καθυστερεί την προς τα πάνω μετακίνηση του Κ.Β.Σ (Angulo-Kinzler et al., 1994; Hubbard, 1980; Linthorne, 1994). Η πλάγια δύναμη (F_{xmin} & F_{xmax}) είναι μικρή σε μέγεθος καθ' όλη τη διάρκεια της ώθησης με τιμές που κυμαίνονται από -288 ± 123 έως 512 ± 123 N (-0.40 ± 0.22 έως 0.89 ± 0.20 Σ.Β) για το άλμα με κοντάρι και από -409 ± 192 έως 560 ± 167 N (-0.75 ± 0.36 έως 1.00 ± 0.25 Σ.Β) για το άλμα σε μήκος (1000 N ή 1 -1.5 Σ.Β Hay, 1993). Η στήριξη του σώματος στο κοντάρι περιορίζει αισθητά τις πλάγιες αποκλίσεις. Η μεταβλητότητα στην παραγωγή ΔΕΑ κυμαίνεται μεταξύ 15.9 έως 56.1% στο άλμα με κοντάρι και από 11.4 έως 48.5% στο άλμα σε μήκος, φανερώνοντας τάση για εσωτερική ανομοιογένεια του δείγματος στο τεχνικό αυτόν τομέα της ώθησης, ακόμα κι όταν οι δυνάμεις εκφραστούν ως προς το Σ.Β.

Τα αποτελέσματα ως προς τις χρονικές παραμέτρους (Πίνακας 3.1.)

υποδεικνύουν τα εξής: Η συνολική διάρκεια ώθησης για το άλμα με κοντάρι είναι 0.133 ± 0.012 s (0.122 s ή 0.116 έως 0.135 s σε αθλητές, Barlow, 1979) και 0.141 ± 0.012 s για το άλμα σε μήκος (0.125 s σε αθλήτριες, Lees et al., 1993 & 0.120 s σε αθλητές, Bosco et al., 1976; Lees et al., 1994; Witters et al., 1992). Για το άλμα με κοντάρι, η 1^η φάση ($t_{\omega\theta_1}$) έχει διάρκεια 0.028 ± 0.005 s και η 2^η 0.105 ± 0.013 s, ενώ για το άλμα σε μήκος 0.027 ± 0.005 s και 0.115 ± 0.011 s αντιστοίχως. Η τοποθέτηση του κάτω άκρου πραγματοποιείται σχεδόν ταυτόχρονα και στα 2 άλματα (παθητική κρούση) μέσα στα χρονικά όρια όπου θέτει η βιβλιογραφία για το άλμα σε μήκος (Bosco et al., 1976; Witters et al., 1992). Διαφορά σε σχέση με τα μεγέθη αναφοράς και ιδιαίτερα στο άλμα σε μήκος εντοπίζεται στο 2^ο μέρος της ώθησης (ενεργητική διαδικασία) ($t_{\omega\theta_2}$), καθώς καθυστερεί η προς τα κάτω (απόσβεση) και προς τα πάνω (ανύψωση) κίνηση του Κ.Β.Σ και στα 2 είδη άλματος. Η φάση πριν την καθετότητα στο άλμα με κοντάρι έχει διάρκεια 0.088 ± 0.008 s ή $66.74 \pm 3.29\%$ του συνολικού χρόνου και η φάση μετά την καθετότητα 0.045 ± 0.007 s ή $33.26 \pm 3.29\%$ του συνολικού χρόνου. Η φάση πριν την καθετότητα στο άλμα σε μήκος έχει διάρκεια 0.086 ± 0.008 s ή $61.67 \pm 2.93\%$ του συνολικού χρόνου και η φάση μετά την καθετότητα 0.054 ± 0.007 s ή $38.33 \pm 2.93\%$ του συνολικού χρόνου. Αντίστοιχες τιμές για το άλμα με κοντάρι και για το άλμα σε μήκος αθλητών είναι 66%-34% (Barlow, 1979; Coh, 2000; Lees et al., 1994) και 69%-31% σε πρότυπο προσομοίωσης στο άλμα σε μήκος (Witters et al., 1992). Η μεταβλητότητα στην επιμέρους χρονική εκτέλεση της ώθησης στο άλμα με κοντάρι

κυμάνθηκε από 4.9 έως 33.2% και στο άλμα σε μήκος από 7.5 έως 27.6%..

Οι δείκτες που εξήχθησαν από το συνδυασμό δυναμικών και χρονικών παραμέτρων της ώθησης φανέρωσαν σημαντική διακύμανση που κυμαίνονταν μεταξύ 9.9 και 73.7% για το άλμα με κοντάρι και 7.7 έως 61.2% για το άλμα σε μήκος, αναδεικνύοντας το διαφορετικό ατομικό πρότυπο της τεχνικής που εφαρμόζουν οι αθλήτριες κατά την ώθηση.

Κατά τη σύγκριση των χρονο-δυναμικών παραμέτρων της ώθησης, παρατηρείται η τάση για υψηλότερες τιμές και στις 3 συνιστώσες των ΔΕΑ στο άλμα σε μήκος. Οι πιθανές ερμηνείες είναι οι ακόλουθες: 1) Η κινηματική, η δυναμική και η μυϊκή δράση κατά τη φάση της ώθησης συνδέονται άμεσα, καθώς δημιουργείται σχέση αίτιου και αιτιατού. Η μυϊκή δραστηριότητα φαίνεται ότι αντικατοπτρίζεται τόσο στην κινηματική της ώθησης, όσο και στη δυναμική (Hay et al., 1999; Kakihana & Suzuki, 2001). Διαφορές στην οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα απογείωσης στο άλμα σε μήκος οδηγούν σε διαφορές στην κινηματική του κάτω άκρου και στη δυναμική του συμπεριφορά (Kakihana & Suzuki, 2001) (αύξηση των ΔΕΑ με ανάλογη αύξηση της ταχύτητας, Luhtanen & Komi, 1979; 1980). Η διαφορετική οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης στα 2 είδη άλματος (≈ 1 m/s υψηλότερη στο άλμα σε μήκος) (Bruggemann et al., 2002; Lees et al., 1993) και της ακόλουθης ταχύτητας απογείωσης (≈ 1 m/s υψηλότερη στο άλμα σε μήκος, πίνακας 2.1.) επηρεάζει τις παραγόμενες ΔΕΑ, (Kakihana & Suzuki, 2001; Luhtanen & Komi, 1979; 1980) και αποτελεί ένδειξη ερμηνείας γιατί οι ΔΕΑ είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος στο άλμα σε

μήκος. 2) Η δράση των άνω άκρων συνεισφέρει στην παραγόμενη ορμή στο άλμα σε μήκος κατά 10% περίπου, τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη διεύθυνση (Aoyama et al., 1995). Η ορμή κατά τη φάση της ώθησης καθορίζεται τόσο από την ταχύτητα φόρας – τοποθέτησης (οριζόντια διεύθυνση) όσο και από τις ΔΕΑ (κατακόρυφη διεύθυνση). Διαφοροποίηση της δράσης των άνω άκρων οδηγεί σε διαφοροποίηση των ΔΕΑ (Ashby & Heegard, 2002) και ακολούθως της ορμής (Aoyama et al., 1995). Η ελεύθερη δράση των άνω άκρων στο άλμα σε μήκος σε σύγκριση με την περιορισμένη δράση, λόγω συγκράτησης του κονταριού στο άλμα με κοντάρι, ενδεχομένως αυξάνει τις ΔΕΑ και στις 3 διαστάσεις. 3) Η τοποθέτηση του κάτω άκρου στήριξης πραγματοποιείται σχεδόν ταυτόχρονα με την τοποθέτηση του κονταριού στην υποδοχή (Angulo-Kinzler et al., 1994). Μέρος της κινητικής ενέργειας του αθλητή τη στιγμή της ώθησης χάνεται εξαιτίας της ταυτόχρονης τοποθέτησης του κάτω άκρου και του κονταριού (Angulo-Kinzler et al., 1994; Linthorne, 1994). Στο σύστημα αθλήτρια-κοντάρι, βρισκόμενο σε μια στιγμιαία ισορροπία δύο σημείων, πιθανόν να δρομολογείται μεταφορά μέρους των ΔΕΑ από το κάτω άκρο στο σημείο στήριξης του κονταριού, ώστε να ακολουθήσει σταδιακά η κίνηση αιώρησης πάνω στο κοντάρι.

Ειδικότερα, οι δυναμικές παράμετροι των ΔΕΑ που διαφοροποιούνται σημαντικά, μεταξύ των δύο ειδών άλματος, είναι οι εξής (Πίνακας 3.4.): ως προς τον κατακόρυφο άξονα η ελάχιστη (σχετική) και η 2^η κορύφωση (σχετική), ως προς τον προσθιοπίσθιο η ελάχιστη (απόλυτη και σχετική), ο λόγος της μέγιστης κατακόρυφης προς τη μέγιστη προσθιοπίσθια (δείκτης 1),

ενώ ως προς τον πλάγιο άξονα η ελάχιστη (απόλυτη και σχετική).

Η 1^η κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης (F_{zmax}) δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των αλμάτων (4.60% μεγαλύτερη στο άλμα σε μήκος και 8.17% όταν εκφραστεί σχετικά με το Σ.Β). Η F_{zmax} παρουσιάζεται εξίσου σημαντική και για τα 2 είδη άλματος και από το γεγονός της ανάδειξής της ως σημαντική παράμετρο στην παραγοντική ανάλυση. Η τοποθέτηση του κάτω άκρου στήριξης χρονικά προηγείται ελάχιστα από την τοποθέτηση του κονταριού (Angulo-Kinzler et al., 1994; Schade et al., 2004) και τα άνω άκρα κατά την κρούση δε συμμετέχουν ακόμα ενεργητικά στο άλμα σε μήκος, ώστε να παρατηρηθεί διαφορά στο μέγεθος της F_z στη φάση αυτή (στιγμιαία κρούση). Επί προσθέτως, η κρούση θεωρείται παθητική διαδικασία του μυοσκελετικού συστήματος και πιθανώς εξαιτίας αυτού δεν εντοπίζεται σημαντική διαφοροποίηση. Ωστόσο, καθώς παρατηρείται διαφορετική ταχύτητα προσέγγισης στα 2 άλματα, ενδεχομένως θα αναμέναμε διαφορές στην κατακόρυφη ΔΕΑ κατά την κρούση (Kakihana & Suzuki, 2001; Luhtanen & Komi, 1979, 1980). Η παθητική κορύφωση επιτυγχάνεται όταν οι μυϊκές ίνες διατείνονται με μέγιστη ταχύτητα και η υψηλή δράση διάτασης των εκτεινόντων στη φάση αυτή αυξάνει τη δημιουργία της απαραίτητης κατακόρυφης ορμής (Seyfarth et al., 2000). Εξαιτίας της υψηλής ταχύτητας, η πρώτη (παθητική) κρούση κατά την τοποθέτηση επηρεάζει σημαντικά τη δυναμική του συστήματος (Seyfarth et al., 1999). Η κρούση είναι αδύνατο να αποφευχθεί, ενώ οι αθλητές και αθλήτριες εκμεταλλεύονται την υψηλή κατακόρυφη δύναμη, τοποθετώντας

ενεργητικά το κάτω άκρο (ενέργεια που οδηγεί σε περαιτέρω αύξηση της κατακόρυφης δύναμης). Παρ' ό,τι παρατηρείται απώλεια ενέργειας εξαιτίας της τοποθέτησης (παθητική κρούση) και της υψηλής κατακόρυφης δύναμης, η παραπάνω δράση βοηθά στην απόκτηση της απαραίτητης κατακόρυφης ορμής (Seyfarth et al., 1999). Παρατηρείται αλληλοεξάρτηση των κινηματικών και δυναμικών παραμέτρων, καθώς η Fz_{max} και η κατακόρυφη ταχύτητα σχετίζονται θετικά (Kakihana & Suzuki, 2001; Luhtanen & Komi, 1979, 1980; Seyfarth et al., 1999). Εφόσον η Fz_{max} δε διαφέρει μεταξύ των 2 άλμάτων, η ανάπτυξη της κατακόρυφης ταχύτητας στη 1^η φάση της ώθησης κυμάνθηκε σε παρόμοια μεγέθη. Η ενδεχόμενη κοινή κατακόρυφη ταχύτητα και η διαφορετική οριζόντια ταχύτητα απογείωσης (εξαιτίας της ταχύτητας προσέγγισης) οδηγούν σε μεγαλύτερη γωνία απογείωσης στο άλμα με κοντάρι (Πίνακας 2.1.).

Η ελάχιστη σχετική ($Fz_{min/sch}$) και 2^η σχετική κορύφωση ($Fz_{max_2/sch}$) της κατακόρυφης δύναμης διαφέρουν σημαντικά στα 2 άλματα (κατά 10.03% και 6.19% αντιστοίχως υπέρ του άλματος σε μήκος). Οι $Fz_{min/sch}$ και $Fz_{max_2/sch}$ πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της προς τα κάτω κίνησης του Κ.Β.Σ κατά την ελατηριακή φάση (απόσβεση), όταν η τοποθέτηση του κονταριού έχει ήδη πραγματοποιηθεί (απώλεια ενέργειας) και τα άνω άκρα δρουν εξισορροπιστικά και βοηθητικά στο άλμα σε μήκος (αύξηση των ΔΕΑ) (Muraki et al., 2005). Η Fz_{min} παρουσιάζεται ως παράμετρος με ιδιαίτερη βαρύτητα στο άλμα σε μήκος (Πίνακας παραγοντικής ανάλυσης 3.3.), ενώ στο άλμα με κοντάρι δεν συνεισφέρει με την ανάλογη βαρύτητα. Αντίθετα, ο δείκτης 2 (αναλογία της 2^{ης} κορύφωσης ως προς την ελάχιστη), ο

δείκτης 6 (μείωση της κατακόρυφης δύναμης μετά την τοποθέτηση) και ο δείκτης 7 (αύξηση της κατακόρυφης δύναμης στην απόσβεση μετά την ελαχιστοποίησή της) δε διαφοροποιούνται, υποδεικνύοντας ότι όταν οι δυναμικές παράμετροι συνδυάζονται μεταξύ τους δεν οδηγούν σε διαφοροποίηση και παρουσιάζονται εξίσου σημαντικές και για τα 2 αγωνίσματα (Πίνακες παραγοντικής ανάλυσης 3.2. & 3.3.). Κατά συνέπεια, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση της κατακόρυφης δύναμης ώθησης για με κοντάρι και το άλμα σε μήκος.

Η απόλυτη θετική κορύφωση της προσθιοπίσθιας δύναμης (Fy_{min}) είναι κατά 31.68% σημαντικά μεγαλύτερη στο άλμα σε μήκος (κατά 31.05% αντίστοιχα η σχετική), καθώς υπάρχει έντονη δράση των άνω άκρων πριν την απογείωση ολόκληρου του σώματος (Lees et al., 1993, 1994; Muraki et al., 2005). Επιπλέον, τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης ερμηνεύουν μερικώς τη διαφορά που παρατηρείται, καθώς αναδεικνύουν την Fy_{min} ως χαρακτηριστικό με υψηλή βαρύτητα στο άλμα σε μήκος (Πίνακας 3.3.). Συνεπώς η προσθιοπίσθια δύναμη διαφέρει σημαντικά μεταξύ των μηχανισμών ώθησης. Σε ακολουθία με τα παραπάνω για την κατακόρυφη δύναμη, ο δείκτης 3 δηλαδή αναλογία μέγιστης προς ελάχιστης προσθιοπίσθιας δύναμης, δε διαφοροποιείται.

Παρ' ό,τι οι Fz_{max} και Fy_{max} κατά τη στιγμή της κρούσης δε διαφέρουν σημαντικά στα δύο είδη άλματος, ο λόγος τους (δείκτης 1) παρουσιάζεται σημαντικά μεγαλύτερος (κατά 9.43%) στο άλμα με κοντάρι. Το γεγονός αυτό φανερώνει ότι η κρούση του κάτω άκρου εκτελείται με διαφορετική συνδυαστική αναλογία

δυνάμεων, κατακόρυφης και προσθιοπίσθιας. Η αναλογία αυτή φαίνεται να προκαλεί διαφοροποιήσεις στην μετέπειτα εξέλιξη των δυνάμεων αυτών κατά τη διάρκεια της ώθησης. Εντούτοις, και οι δύο δυνάμεις είναι παράμετροι με υψηλή βαρύτητα στην ερμηνευτική πλευρά της ώθησης (αποτελέσματα παραγοντικής Πίνακες 3.2. & 3.3.).

Η ελάχιστη πλάγια δύναμη (F_{xmin}) είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο άλμα σε μήκος (κατά 44.12% & 46.20% η απόλυτη και σχετική αντιστοίχως), ενώ η μέγιστη (F_{xmax}) παρουσιάζεται κι αυτή μεγαλύτερη αλλά όχι με σημαντικότητα (8.47% & 11.19% η απόλυτη και σχετική αντιστοίχως). Η πλάγια δύναμη (μέγιστη και ελάχιστη) είναι μικρότερη στο άλμα με κοντάρι, καθώς η ευθυγράμμιση της αθλήτριας και του κονταριού σε σχέση με το σταθερό σημείο της βαλβίδας οριοθετεί την κίνηση και περιορίζει τις αντιοικονομικές και τεχνικά εσφαλμένες πλάγιες αποκλίσεις του σώματος. Τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης ερμηνεύουν τις μικρότερες τιμές στο άλμα με κοντάρι, καθώς αναδεικνύουν τη σημασία της πλάγιας δύναμης (Πίνακας 3.2.), ενώ στο άλμα σε μήκος δε παρουσιάζεται σημαντική βαρύτητα (Πίνακας 3.4.). Κατά συνέπεια, η πλάγια δύναμη διαφοροποιείται μεταξύ των δύο ειδών άλματος, δηλαδή η συνιστώσα δύναμη που οριοθετεί τον ακριβή προσανατολισμό της εκτέλεσης. Στο άλμα σε μήκος λόγω της αιώρησης των χεριών ενδεχομένως η δύναμη αυτή να παρασύρει και το υπόλοιπο σώμα σε πλάγια απόκλιση.

Τα χρονικά χαρακτηριστικά της ώθησης σηματοδοτούν στοιχεία υψηλής απόδοσης με τον ακόλουθο μηχανισμό. Το όφελος του αθλητή κατά τη διάρκεια της ώθησης

εξαρτάται από την ικανότητα των εκτεινόντων μυών των κάτω άκρων να χρησιμοποιούν την αλληλεπίδραση πλειομετρικής – μειομετρικής συστολής, αμέσως μετά την τοποθέτηση (Bosco et al., 1978). Η αποδοτικότητα του κύκλου διάτασης – βράχυνσης εξαρτάται από 2 φυσιολογικούς παράγοντες (άλμα σε μήκος): Α) από την αξιοποίηση της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας των μυών, όπου είναι διαθέσιμη για περιορισμένο χρόνο (δράση εγκάρσιων γεφυρών ακτίνης – μυοσίνης στα σαρκομέρια). Αν η μειομετρική συστολή ακολουθήσει πολύ γρήγορα την πλειομετρική, τότε δε γίνεται αποδοτική μεταφορά ενέργειας από τη φάση της προς τα κάτω κίνησης του Κ.Β.Σ στη φάση της προς τα πάνω κίνησης. Η ελαστική ενέργεια είναι η κύρια πηγή παραγωγής δύναμης στην πλειομετρική συστολή και η χημική ενέργεια των μυών στη μειομετρική. Ο αποδοτικός συνδυασμός ελαστικής και χημικής ενέργειας αυξάνει τις ΔΕΑ. Β) από την ικανότητα των μυών να αντιστέκονται στη γρήγορη έκταση (σκληρότητα κάτω άκρου στήριξης). Η σκληρότητα, ως νευρικός-μυϊκός μηχανισμός, εξαρτάται κυρίως από την προδραστηριοποίηση των μυών και τη δράση των αντανεκλαστικών (μυοτατικό και τενόντιο Golgi). Χαρακτηριστικό στην ώθηση είναι το μικρό εύρος ελαστικής σκληρότητας που λειτουργεί ως άμεση μηχανική απόκριση των ενεργοποιημένων μυών στην πλειομετρική συστολή (Coh, 2000; Gollhofer & Kyrolainen, 1991). Το ποσοστό διάρκειας της φάσης πριν την καθετότητα (66%) και της φάσης μετά την καθετότητα (34%) σε σχέση με το συνολικό χρόνο ώθησης είναι στοιχείο αποδοτικής ώθησης (Coh, 2000; Lees et al., 1994) και ορθής εκτέλεσης του κύκλου διάτασης - βράχυνσης.

Στο άλμα με κοντάρι η χρονική αναλογία της φάσης πριν την καθετότητα είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με το άλμα σε μήκος (66.74% έναντι 61.67%), ενώ αντιστοίχως η χρονική αναλογία της φάσης μετά την καθετότητα είναι σημαντικά μικρότερη (33.26% έναντι 38.33%). (Όταν το ποσοστό της φάσης μετά την καθετότητα εκφραστεί στη μονάδα του χρόνου οριοθετεί το δείκτη 10, ο οποίος δε σχολιάζεται εκτενέστερα).

Στο άλμα με κοντάρι παρατηρείται πιο αποδοτική ανταλλαγή ενέργειας από την πλειομετρική στη μειομετρική συστολή (Coh, 2000; Gollhofer & Kyrolainen, 1991; Lees et al., 1994), όπως παρατηρήθηκε στην εξέλιξη της κατακόρυφης συνιστώσας της δύναμης (Fz). Η δράση των άκρων στο άλμα σε μήκος ενισχύει την προς τα εμπρός κίνηση του Κ.Β.Σ στη 2^η φάση, εξαιτίας της θετικής τιμής της προσθιοπίσθιας δύναμης, ενώ στην 1^η φάση η δύναμη αυτή αντιστέκεται στην προς τα εμπρός κίνηση (Koh & Hay, 1990). Αντιθέτως, στο άλμα με κοντάρι εξαιτίας της μη συμμετοχής των άνω άκρων, αλλά και της συγκράτησης του κονταριού όπου πιθανό να καθοδηγεί αναγκαστικά πρόωρα την κίνηση προς τα πάνω, η διάρκεια της ενεργητικής ώθησης είναι σημαντικά μικρότερη. Ωστόσο, η διάρκειες αυτές των 2 φάσεων διαφοροποιούνται σημαντικά μόνο όταν εκφραστούν σε ποσοστό του συνολικού χρόνου ώθησης και όχι σε απόλυτες τιμές.

Ο συνολικός χρόνος ώθησης του κάτω άκρου διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των 2 αλμάτων, καθώς είναι μικρότερος στο άλμα με κοντάρι (κατά 5.38%), έτσι που να απορρίπτεται η υπόθεση η οποία δεν ανέμενε διαφορές. Η διαφοροποίηση αυτή οριοθετείται από την τοποθέτηση και έως την ολοκλήρωση της φάσης,

καθώς ο χρόνος έως την τοποθέτηση δε διαφοροποιείται σημαντικά (5.23% μεγαλύτερος στο άλμα με κοντάρι). Η διαφορά οφείλεται κυρίως στη διάρκεια από την τοποθέτηση του ποδιού έως την απογείωση, καθώς είναι σημαντικά μικρότερη στο άλμα με κοντάρι (κατά 8.70%). Με την κατάσταση αυτή δημιουργείται εν μέρει αποδοχή ή και απόρριψη υποθέσεων αναφορικά με τις διάρκειες των επιμέρους χρονικών φάσεων ώθησης, ενώ αυτό που επικρατεί είναι η διαφορά στη συνολική διάρκεια να εντοπίζεται στη μετά την καθετότητα διάρκεια.

Οι χρόνοι επίτευξης των κορυφώσεων (ελάχιστων και μέγιστων) των 3 συνιστωσών της δύναμης, δε διαφοροποιούνται μεταξύ των 2 αλμάτων καθώς πραγματοποιούνται στις φάσεις της τοποθέτησης και της προς τα κάτω κίνησης του Κ.Β.Σ όπου δε διαφέρουν σημαντικά. Ιδιαίτερα κατά τη φάση της κρούσης και στα πρώτα 0.028 sec της ώθησης πραγματοποιείται η κορύφωση και των τριών συνιστωσών των ΔΕΑ, αναδεικνύοντας τη σημασία της για την ορθή εξέλιξη του μηχανισμού και της απόδοσης (Lees et al., 1993; 1994). Παρατηρείται η τάση για λίγο πιο αργή κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης στο άλμα με κοντάρι (κατά 7.14% η 1^η κορύφωση, κατά 8.57% η 2^η κορύφωση και κατά 3.7% η ελάχιστη), ενώ για την προσθιοπίσθια - αρνητική ισχύει το αντίθετο (κατά 4.04% πιο γρήγορα η 1^η κορύφωση και κατά 1.41% η 2^η κορύφωση). Η πλάγια φαίνεται να κορυφώνεται ελάχιστα (αρνητική) πιο γρήγορα στο άλμα με κοντάρι (κατά 14.72%) και μέγιστα (θετική) πιο γρήγορα στο άλμα σε μήκος (κατά 6.29%). Χαρακτηριστικό είναι ότι παρ' ό,τι αναφέρθηκε παρατεταμένη διάρκεια μετά την καθετότητα (προς τα πάνω κίνηση

Κ.Β.Σ) στο άλμα σε μήκος, ο χρόνος επίτευξης της ελάχιστης προσθιοπίσθιας δύναμης ταυτίζεται σχεδόν απόλυτα μεταξύ των 2 αλμάτων (0.23% πιο γρήγορα στο άλμα με κοντάρι). Η μεγαλύτερη διάρκεια ώθησης στο άλμα σε μήκος οφείλεται στο μηδενισμό της θετικής προσθιοπίσθιας δύναμης μετά την κορύφωσή της. Σε συνδυασμό με τη μεγαλύτερη παρατηρηθείσα δύναμη στο άλμα σε μήκος κατά 31.68%, δείχνει ότι οι αθλήτριες είχαν μεγαλύτερο χρόνο ώθησης, γιατί τον χρειάστηκαν προκειμένου να μηδενίσουν αυτή τη δύναμη. Η απογείωση και το τέλος της ώθησης οριοθετείται από το μηδενισμό της προσθιοπίσθιας δύναμης, καθώς η κατακόρυφη χρονικά μηδενίζεται ελάχιστα πιο πριν. Στο τελικό στάδιο της ώθησης πριν την απογείωση τονίζεται περισσότερο η διαφορετική δράση των άνω άκρων, όπου στο άλμα σε μήκος η κίνηση οριοθετείται από την ελεύθερη αρμονική αντιμετάθεση, ενώ στο άλμα με κοντάρι από τη δημιουργία εκκρεμούς αθλητή/τριας και οργάνου κατά τη στήριξη στο κοντάρι.

Ο συνδυασμός μικρών χρονικών αναλογιών και μεγάλων σε μέγεθος κατακόρυφων και προσθιοπίσθιων δυνάμεων κατά την πλειομετρική φάση οδηγεί σε πιο αποδοτική χρήση της αποθηκευμένης ενέργειας κατά την κρούση στους εκτείνοντες (αύξηση της ταχύτητας έκτασης κύρια του τετρακέφαλου έως και κατά 18%) (Aura & Vittasalo, 1989; Luhtanen & Komi, 1980). Οι αθλήτριες εκτελούν την πλειομετρική φάση στο άλμα σε μήκος στον ίδιο χρόνο με το άλμα με κοντάρι, αλλά με υψηλότερες κατακόρυφες και προσθιοπίσθιες δυνάμεις, έτσι που η αξιοποίηση των ελαστικών ιδιοτήτων να είναι πιο αποδοτική στο άλμα σε

μήκος, πιθανόν λόγω και της μη εμπλοκής των άνω άκρων με τη συγκράτηση του κονταριού. Η δράση των άνω άκρων, σε συνδυασμό με αυτή του κορμού και του κάτω άκρου αιώρησης, αυξάνει την κατακόρυφη ταχύτητα ενδεχομένως εξαιτίας της πιο αποδοτικής απελευθέρωσης αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας και μυϊκής χημικής ενέργειας κατά την πλειομετρική φάση (Lees et al., 1993, 1994; Muraki et al., 2005). Πρόσθετα, οι δείκτες 4 και 5 όπου ορίζουν την εκρηκτικότητα και ο δείκτης 9 όπου αναφέρεται σε υψηλή ταχύτητα ενεργοποίησης στη φάση της προς τα κάτω κίνησης του Κ.Β.Σ (απόσβεση) είναι υψηλότεροι σε μέγεθος στο άλμα σε μήκος. Παρ' ό,τι σε απόλυτες τιμές η ώθηση στο άλμα με κοντάρι είναι πιο γρήγορη, οι επιμέρους χρονικές επιτεύξεις των ΔΕΑ όταν συνδυαστούν κατάλληλα, αναδεικνύουν το άλμα σε μήκος πιο εκρηκτικό, με μια λογική εξήγηση που μπορεί να οφείλεται στην ελεύθερη αρμονική κίνηση των άνω άκρων, κατά τη φάση της απόσβεσης. Επομένως, η σύγκριση των μηχανισμών ώθησης δείχνει την εκτέλεση του άλματος με κοντάρι πιο αποδοτική στην εξέλιξη της κατακόρυφης συνιστώσας δύναμης F_z κατά τη διάρκεια της απόσβεσης, όπως και στο χρονικό καταμερισμό των φάσεων, ενώ η ώθηση του άλματος σε μήκος εμφανίζεται ως πιο εκρηκτικά εκτελεσμένα.

Στην παραγοντική ανάλυση (Πίνακες 3.2. & 3.3.) όλων των παραμέτρων η κατακόρυφη και προσθιοπίσθια συνιστώσα των ΔΕΑ καθίστανται σημαντικές και για τα 2 είδη άλματος. Η προσθιοπίσθια δύναμη επηρεάζει το άλμα σε μήκος μέχρι την απογείωση, καθώς σε αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό η παραγόμενη ροπή που καθορίζει την τροχιά πτήσης του Κ.Β.Σ και την αποδοτικότητα του

άλματος (Hay, 1993). Η πλάγια δύναμη είναι ο 2^{ος} πιο σημαντικός παράγοντας για το άλμα με κοντάρι, όπου οποιαδήποτε παρέκκλιση από την οροθετημένη κίνηση στήριξης στο κοντάρι, ενδέχεται να αλλοιώσει την ορθή τεχνική στο στηρικτικό μέρος του άλματος και να οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης (Hay, 1978). Ωστόσο το δυναμογραφικό πρότυπο, ως σχηματική απεικόνιση της σχέσης δύναμης – χρόνου, δε διαθέτει ουσιαστικές διαφορές (Γράφημα 3.1.), επιβεβαιώνοντας την ερευνητική υπόθεση για τη μη διαφορά.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μηχανισμών ώθησης των αλμάτων με κοντάρι και σε μήκος οδηγούν στα ακόλουθα συμπεράσματα: 1) Το δυναμογραφικό πρότυπο της ώθησης των 2 αλμάτων ως σχηματική απεικόνιση δε διαφοροποιείται και ακολουθεί παρόμοια ροή καταγραφής των δυνάμεων σε σχέση με το χρόνο εκτέλεσης. Ωστόσο, οι σημαντικές διαφορές αφορούν σε κρίσιμα δυναμικά και χρονικά χαρακτηριστικά. 2) Οι 3 συνιστώσες των ΔΕΑ βρέθηκαν μεγαλύτερες σε μέγεθος στο άλμα σε μήκος, πιθανώς εξαιτίας της υψηλότερης ταχύτητας προσέγγισης και της ελεύθερης αιωρητικής δράσης των άνω άκρων. Η απώλεια ενέργειας που παρατηρείται στο άλμα με κοντάρι, εξαιτίας της τοποθέτησης του κονταριού ενδεχομένως να επηρεάζει τα συγκριτικά αποτελέσματα. 3) Στα πρώτα 20-30 ms της ώθησης και στην οριζόμενη ως φάση κρούσης εκδηλώνονται οι κορυφώσεις και των 3 συνιστωσών των ΔΕΑ, αναδεικνύοντας τη σημασία της κρούσης ως ιδιαίτερο τεχνικό στοιχείο του μηχανισμού της ώθησης. 4) Η κατακόρυφη συνιστώσα των ΔΕΑ διαφοροποιήθηκε στα 2 είδη άλματος, με έμφαση στη διάρκεια της προς τα κάτω κίνησης του Κ.Β.Σ. κατά 6-10%, η προσθιοπίσθια στην προς τα

πάνω κίνηση κατά 31% και η πλάγια στην κρούση κατά 46% υπέρ του άλματος σε μήκος, υποδεινύοντας ότι οι διαφοροποιήσεις αυτές αναδεικνύουν τεχνικά και βιομηχανικά στοιχεία που χρήζουν περαιτέρω μελέτης. Η μικρότερη σε μέγεθος πλάγια δύναμη κατά την κρούση στο άλμα με κοντάρι εμνηύεται από την αναγκαιότητα οροθέτησης και περιορισμού των άσκοπων αποκλίσεων του Κ.Β.Σ από την αναμενόμενη τροχιά. Η διαφοροποιημένη αναλογία κατακόρυφης προς προσθιοπίσθια δύναμη, κατά τη φάση της κρούσης, υποδηλώνει και διαφορετικό τρόπο τοποθέτησης του κάτω άκρου. 5) Με δεδομένο το σκοπό του αγωνιστικού άλματος που είναι σε μήκος ή ύψος για την υπερπήδηση του πήχυ, η κατακόρυφη και η προσθιοπίσθια δύναμη κυριαρχούν στο μηχανισμό της ώθησης των δύο αλμάτων. Επιπλέον, η προσθιοπίσθια συνιστώσα δύναμη στο άλμα σε μήκος παρουσιάζεται σημαντική μέχρι το τέλος της ώθησης, ενώ η πλάγια συνιστώσα χαρακτηρίζει το άλμα με κοντάρι. 6) Ο συνολικός χρόνος ώθησης των 2 αλμάτων διαφέρει εξαιτίας της φάσης μετά την καθετότητα (προς τα πάνω κίνηση του Κ.Β.Σ). Οι κορυφώσεις των ΔΕΑ δε διαφοροποιούνται κατά τη διάρκεια της ώθησης, επιβεβαιώνοντας την αντιστοιχία του δυναμογραφικού προτύπου στα 2 άλματα. 7) Η χρονική διάκριση των φάσεων ανάλογα με την κατεύθυνση μετακίνησης του Κ.Β.Σ (πριν και μετά την καθετότητα) εμφανίζει την ώθηση στο άλμα με κοντάρι πιο αποδοτική στην ανταλλαγή ενέργειας από πλειομετρική σε μειομετρική συστολή (χρήση της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας). Εντούτοις, η ώθηση στο άλμα σε

μήκος εμφανίζεται πιο εκρηκτική κατά τη διάρκεια της απόσβεσης, παρ' ότι είναι μεγαλύτερη σε διάρκεια. 8) Η κατακόρυφη συνιστώσα κυμάνθηκε στα αναμενόμενα εύρη τιμών, η προσθιοπίσθια δύναμη σε χαμηλές τιμές και η πλάγια δύναμη σε αναμενόμενα χαμηλά μεγέθη, που από κοινού χαρακτηρίζουν το μέσο έως υψηλό επίπεδο της τεχνικής των αθλητριών κατά την ώθηση. 9) Τα δυναμικά χαρακτηριστικά των ΔΕΑ παρουσίασαν μεγαλύτερη ανομοιογένεια από τα αντίστοιχα χρονικά, φανερώνοντας κυρίως και το προσωπικό – ατομικό στυλ της τεχνικής των κινήσεων στην ώθηση των αλμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Τα άλματα με κοντάρι και σε μήκος φαινομενικά διαφέρουν ως προς την τροχιά μετακίνησης του Κ.Β.Σ που ακολούθως ορίζει την επίδοση. Ωστόσο, και τα δύο περιλαμβάνουν φάση ώθησης που επηρεάζει σημαντικά την τελική επίδοση σε κάθε άλμα ξεχωριστά. Υποστηρίζεται ότι ο μηχανισμός ώθησης των δύο αλμάτων χαρακτηρίζεται από κοινά στοιχεία, ωστόσο η έλλειψη ερευνητικής επιβεβαίωσης αποτέλεσε την ουσιαστική και θεωρητική βάση για τη συγκρότηση της παρούσας εργασίας. Η κύρια διαφορά των 2 αλμάτων στην ώθηση είναι η κίνηση των άνω άκρων: ελεύθερη αρμονική στο άλμα σε μήκος και στοχευμένα περιορισμένη στο άλμα με κοντάρι, λόγω της συγκράτησης του κονταριού. Η τεχνική και ταυτόχρονα ουσιαστική αυτή διαφορά ενδεχομένως να διαφοροποιεί το μηχανισμό εκτέλεσης της ώθησης. Για την αξιόπιστη ερμηνεία χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό μέσο η δυναμική προσέγγιση, μέσω της καταγραφής των Δυνάμεων Εδαφικής Αντίδρασης (ΔΕΑ) στο κάτω άκρο στήριξης κατά την ώθηση. Κατά συνέπεια, σκοπός της εργασίας ήταν η αξιόπιστη καταγραφή των ΔΕΑ στη φάση της ώθησης στο άλμα με κοντάρι και στο άλμα σε μήκος με συνακόλουθο στόχο τη συγκριτική μελέτη και την ανάδειξη και αιτιολόγηση τυχόν διαφορών στο μηχανισμό εκτέλεσης των δύο τύπων άλματος.

Επιπλέον, οι ιδιαιτερότητες σωματικής κατασκευής λόγω φύλου (επιμήκειες διαστάσεις & αναλογίες) οδηγούν σε διαφοροποίηση των ειδικών φυσικών ικανοτήτων μεταξύ αθλητών και αθλητριών, όπου υποδεινώνει ότι η μεταφορά των έως

σήμερα ερευνητικών αποτελεσμάτων από τους αθλητές στις αθλήτριες, ενδεχομένως να ενέχει ένα αναφορικό σφάλμα. Συνεπώς, επιπρόσθετος σκοπός της εργασίας ορίστηκε η ανάδειξη του ενεργειακού προτύπου των Ελληνίδων αθλητριών του άλματος με κοντάρι, βάσει των σωματομετρικών και κινηματικών χαρακτηριστικών που αναφέρονται στην τεχνική και αλτική ικανότητα.

Οι επιμέρους σκοποί της εργασίας οδήγησαν τα αποτελέσματα και τη συζήτηση αυτών σε 2 άξονες: Α) στο ενεργειακό πρότυπο των Ελληνίδων αθλητριών και Β) στη συγκριτική χρονο-δυναμική μελέτη του μηχανισμού εκτέλεσης της ώθησης.

4.1. Ενεργειακό πρότυπο αθλητριών άλματος με κοντάρι

Οι πληροφορίες για το ενεργειακό πρότυπο των Ελληνίδων αθλητριών, βασισμένο σε παραμέτρους της σωματομετρίας, της κινηματικής που ορίζουν την τεχνική στο άλμα με κοντάρι και της αλτικής ικανότητας, εξασφάλισαν τα ακόλουθα ερμηνευτικά συμπεράσματα:

Α) Η σχετική μεταβλητότητα ή και η μη μεταβλητότητα όπως αυτή διαπιστώθηκε στη σωματική κατασκευή, στην τεχνική του άλματος με κοντάρι και στην αλτική ικανότητα δείχνει ένα μέσο επίπεδο αγωνιστικής δραστηριότητας με σχετική τάση προς υψηλό, συγκριτικά με αθλήτριες διεθνούς επιπέδου. Ιδιαίτερα για την αλτική ικανότητα η εμφανιζόμενη σχετική μεταβλητότητα στο νευρομυϊκό συντονισμό των κάτω άκρων μπορεί να οφείλεται και στο εύρος της ηλικίας.

Β) Η κινηματική της τεχνικής του άλματος με κοντάρι (π.χ. ύψος / άνοιγμα λαβής) εμφανίζει μια σχετική υστέρηση σε σχέση με αθλήτριες

υψηλού επιπέδου, ακόμα και όταν εκφραστούν ορισμένοι δείκτες ως προς το Σ.Α, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η επίδοση. Στην ίδια κατεύθυνση, η μικρή θετική (εξατομικευμένα) έως αρνητική (συνολικά) διαφορά του ύψους λαβής και της υπολογισθείσας επίδοσης, δείχνει μη ορθολογιστική «εκμετάλλευση» της ελαστικότητας του κονταριού για μέγιστη ανύψωση του Κ.Β.Σ. που θα υπερβαίνει το ύψος λαβής / μήκος κονταριού.

Γ) Για τη συσσώρευση κινητικής ενέργειας απαιτείται η οριζόντια ταχύτητα του συστήματος μάζας αθλήτριας και κονταριού. Το μέγεθος αυτό βρίσκεται σε χαμηλό επίπεδο ανάπτυξης, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την επίδοση, αφού η επιστροφή της στην αθλήτρια μετά το τέλος του λυγίσματος του κονταριού με τη μορφή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας είναι ελλιπής για μέγιστο ύψος. Η περαιτέρω βελτίωση της ταχύτητας θεωρείται απαραίτητη για μεγιστοποίηση της επίδοσης.

Δ) Η εκρηκτικότητα στα κάτω άκρα των αθλητριών, όπως αυτή εκφράζεται με την κατακόρυφη και οριζόντια αλτική ικανότητα, είναι σε μέσο επίπεδο αναπτυγμένη. Με δεδομένη τη θετική συμβολή αυτής στο μηχανισμό ώθησης, περαιτέρω βελτίωση θα έχει ανάλογη θετική επίδραση και στην απόδοση.

Ε) Το ενεργειακό παραγοντικό πρότυπο αναδεικνύει ιδιαίτερα την εκρηκτικότητα και τη μυϊκή δύναμη των αθλητριών, απαραίτητα στοιχεία για αποδοτικό λύγισμα του κονταριού, όπως και την αύξηση και διατήρηση της μηχανικής ενέργειας, μέσα από την ορθολογιστική απογείωση του Κ.Β. του σώματος, με επακόλουθη τάση για μεγιστοποίηση της απόδοσης.

4.2. Χρονο - δυναμική σύγκριση του μηχανισμού ώθησης σε άλματα με κοντάρι και μήκος

Η συγκριτική μελέτη των 2 μηχανισμών οδήγησε τη συζήτηση και κατέληξε στα ακόλουθα ερμηνευτικά συμπεράσματα:

Α) Το δυναμογραφικό πρότυπο της ώθησης των 2 αλμάτων ως σχηματική απεικόνιση δε διαφοροποιείται και ακολουθεί παρόμοια ροή καταγραφής των δυνάμεων σε σχέση με το χρόνο εκτέλεσης. Ωστόσο, οι σημαντικές διαφορές αφορούν σε κρίσιμα δυναμικά και χρονικά χαρακτηριστικά.

Β) Οι 3 συνιστώσες των ΔΕΑ βρέθηκαν μεγαλύτερες σε μέγεθος στο άλμα σε μήκος, πιθανώς εξαιτίας της υψηλότερης ταχύτητας προσέγγισης και της ελεύθερης αιωρητικής δράσης των άνω άκρων. Η απώλεια ενέργειας που παρατηρείται στο άλμα με κοντάρι, εξαιτίας της τοποθέτησης του κονταριού, ενδεχομένως να επηρεάζει τα συγκριτικά αποτελέσματα.

Γ) Στα πρώτα 20-30 ms της ώθησης και στην οριζόμενη ως φάση κρούσης εκδηλώνονται οι κορυφώσεις και των 3 συνιστωσών των ΔΕΑ, αναδεικνύοντας τη σημασία της κρούσης ως ιδιαίτερο τεχνικό στοιχείο του μηχανισμού της ώθησης.

Δ) Η κατακόρυφη συνιστώσα των ΔΕΑ διαφοροποιήθηκε στα δύο είδη άλματος, με έμφαση στη διάρκεια της προς τα κάτω κίνησης κατά 6-10%, η προσθιοπίσθια στην προς τα πάνω κίνηση κατά 31% και η πλάγια στην κρούση κατά 46% υπέρ του άλματος σε μήκος, υποδεικνύοντας ότι οι διαφοροποιήσεις αυτές αναδεικνύουν τεχνικά και βιο-μηχανικά στοιχεία που χρειάζεται παραπέρα μελέτη. Η μικρότερη σε μέγεθος πλάγια δύναμη κατά την κρούση στο άλμα με κοντάρι ερμηνεύεται από την αναγκαιότητα

οροθέτησης και περιορισμού των άσκοπων αποκλίσεων του Κ.Β.Σ από την αναμενόμενη τροχιά. Η διαφοροποιημένη αναλογία κατακόρυφης προς προσθιοπίσθια δύναμη, κατά τη φάση της κρούσης, υποδηλώνει και διαφορετικό τρόπο τοποθέτησης του κάτω άκρου.

Ε) Με δεδομένο το σκοπό του αγωνιστικού άλματος που είναι σε μήκος ή ύψος, η κατακόρυφη και η προσθιοπίσθια δύναμη κυριαρχούν στο μηχανισμό της ώθησης και των δύο αλμάτων. Επιπλέον, η προσθιοπίσθια συνιστώσα δύναμη στο άλμα σε μήκος παρουσιάζεται σημαντική μέχρι το τέλος της ώθησης, ενώ η πλάγια συνιστώσα χαρακτηρίζει το άλμα με κοντάρι.

ΣΤ) Ο συνολικός χρόνος ώθησης των 2 αλμάτων διαφέρει εξαιτίας της φάσης μετά την καθετότητα (προς τα πάνω κίνηση του Κ.Β.Σ). Οι κορυφώσεις των ΔΕΑ δε διαφοροποιούνται κατά τη διάρκεια της ώθησης, επιβεβαιώνοντας την αντιστοιχία του δυναμογραφικού προτύπου στα δύο άλματα.

Ζ) Η χρονική διάκριση των φάσεων ανάλογα με την κατεύθυνση μετακίνησης του Κ.Β.Σ. (πριν και μετά την καθετότητα) εμφανίζει την ώθηση στο άλμα με κοντάρι πιο αποδοτική στην ανταλλαγή ενέργειας από πλειομετρική σε μειομετρική συστολή (χρήση της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας). Εντούτοις, η ώθηση στο άλμα σε μήκος εμφανίζεται πιο εκρηκτική κατά τη διάρκεια της απόσβεσης, παρ' ότι είναι μεγαλύτερη σε διάρκεια.

Η) Η κατακόρυφη συνιστώσα κυμάνθηκε στα αναμενόμενα εύρη τιμών, η προσθιοπίσθια δύναμη σε χαμηλές τιμές και η πλάγια δύναμη σε αναμενόμενα χαμηλά μεγέθη, που από κοινού χαρακτηρίζουν το μέσο έως

υψηλό επίπεδο της τεχνικής των αθλητριών κατά την ώθηση.

Θ) Τα δυναμικά χαρακτηριστικά των ΔΕΑ παρουσίασαν μεγαλύτερη ανομοιογένεια από τα αντίστοιχα χρονικά, φανερώνοντας κυρίως και το προσωπικό – ατομικό στυλ της τεχνικής των κινήσεων στην εκτέλεση της ώθησης των αλμάτων.

4.3. Υποδείξεις προς την προπονητική κατεύθυνση/ προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Τα συμπεράσματα, όπως διατυπώθηκαν στην παρούσα εργασία διαμορφώνουν και τις ανάλογες υποδείξεις τόσο σε πρακτικό επίπεδο, όσο και σε μελλοντική ερευνητική ενασχόληση με τη βιο-μηχανική ανάλυση της τεχνικής των κινήσεων στα αγωνιστικά άλματα. Ειδικότερα:

1) Συνίσταται να δίνεται έμφαση στον περιοδικό έλεγχο του επιπέδου εκρηκτικότητας των αθλητών/τριών, ώστε να διασφαλίζονται οι προϋποθέσεις για υψηλή απόδοση. Η φάση της ώθησης δημιουργεί τα βασικά στοιχεία για ένα πετυχημένο άλμα και είναι ανάγκη να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στα χαρακτηριστικά που συνθέτουν το μηχανισμό της, κυρίως σ' αυτά που αναφέρονται στις ΔΕΑ. Η ιδιαιτερότητα της ώθησης του άλματος με κοντάρι, καθώς πραγματοποιείται η τοποθέτηση και στήριξη στο κοντάρι (δημιουργία εκκρεμούς), δεν περιορίζει την αποδοτικότητα του μηχανισμού αλλά ορίζεται ως ιδιαίτερο γνώρισμα της τεχνικής που απαιτεί παραιτέρω προπονητική παρέμβαση και έλεγχο.

2) Το νέο αγώνισμα του άλματος με κοντάρι γυναικών στερείται ερευνητικών δεδομένων από τεχνικής πλευράς και η μεταφορά των αντίστοιχων αποτελεσμάτων από αθλητές θεωρείται μη κατάλληλη.

Έτσι, δημιουργούνται πολλά περιθώρια για περαιτέρω ερευνητική προσέγγιση. Ειδικότερα, ο συνδυασμός κινηματικών και κινητικών δεδομένων στη φάση της ώθησης στο άλμα με κοντάρι μέσα από τη διερεύνηση της μεταξύ τους συνάφειας, καθώς και της σχέσης τους με την επίδοση προτείνεται για μελλοντική έρευνα. Επιπλέον, ενθαρρύνεται ο ορισμός των τεχνικών στοιχείων που παίζουν ουσιαστικό ρόλο για υψηλή απόδοση. Πρόσθετα, ο συνδυασμός κινηματικών δεδομένων σε όλη τη διάρκεια του άλματος, ΔΕΑ από την ώθηση και ΔΕΑ από το κοντάρι (τοποθέτηση Η/Δ στη βαλβίδα τοποθέτησης του κονταριού) θα εξασφάλιζε πληρέστερη εικόνα και ερμηνεία της τεχνικής του αγωνίσματος με προοπτικές για πλήρη κατανόηση των μηχανισμών που κρίνονται απαραίτητοι για υψηλές επιδόσεις.

Ταυτόχρονα, θα απέφερε σημαντικά προπονητικά και ερευνητικά οφέλη η συγκριτική διερεύνηση κινηματικών και κινητικών χαρακτηριστικών σε αθλητές και αθλήτριες, καθώς οι ιδιαιτερότητες της σωματικής κατασκευής λόγω φύλου πιθανό να διαφοροποιούν στοιχεία του μηχανισμού της ώθησης, όπως αντίστοιχα έχει αναφερθεί για την ενεργειακή συμπεριφορά αθλητή/τριας με κοντάρι (Schade et al., 2004). Τέλος, το ενδεχόμενο να εξεταζόταν ο μηχανισμός ώθησης αθλητριών άλματος με κοντάρι συγκριτικά με τον αντίστοιχο αθλητριών άλματος σε μήκος (ανεξάρτητα δείγματα), θα δημιουργούσε προϋποθέσεις για διαφορετική προσέγγιση της σύγκρισης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ae, M., Hoh, N., Kintaka, H., Sakamoto, T. (2002). Feedback of biomechanical information for Japanese elite athletes. [ON LINE]. Available: <http://www.education.ed.ac.uk/field-ath/papers/ae.html>
- Aguado, X., Izquierdo, M., & Montesinos, J. L. (1997). Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 32, 157-169.
- Angulo-Kinzler, R., Kinzler, S. B., Balias, X., Turro, C., Caubet, J. M., Escoda, J., & Prat, J. A. (1994). Biomechanical analysis of the pole vault event. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 147-165.
- Aoyama, K., Hamamatsu, A., Ogiso, K., & Sawamura, H. (1995). An analysis of the contribution of each body segment to the long jump during take off. *Proceedings from the XVth Congress of the I.S.B. in Jyvaskyla Finland*, 60-61.
- Aragon-Vargas, L. F., & Goss, M. M. (1997). Kinesiological factors in vertical jump performance: difference among individuals. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 24-44.
- Arampatzis, A., Walsh, M., & Brüggemann, G. P. (1998). Biomechanical analysis of the long jump at the VIth World Championships in Athletics. *Proceedings from the XVIth Symposium of the ISBS in Konstanz German*, 108-111.
- Arampatzis, A., Schade, F., & Brüggemann, G. P. (2004). Effect of pole-human interaction on pole vaulting performance. *Journal of Biomechanics*, 37, 1353-1360.
- Armbrust, W. (1993). Energy conservation in pole vaulting. *Track Technique*, 125, 3991-3994
- Ashby, B. M., & Heegard, J. H. (2002). Role of arm motion in the standing long jump. *Journal of Biomechanics*, 35, 1631-1637.
- Attig, R. (1991). Pole vault technique & training sequence. *Track and Field Quarterly Review*, 90 (4), 29-34.
- Aura, O., & Viitasalo, J. T. (1989). Biomechanical characteristics of jumping. *International Journal of Sports Biomechanics*, 5, 89-98.
- Barlow, D. A. (1979). Kinematic and Kinetic factors involved in pole vaulting. *Track & Field Quarterly Review*, 79 (1), 19-21 .
- Blickhan, R. (1989). The spring mass model for running and hopping. *Journal of Biomechanics*, 22 (11/12), 1217-1227.
- Blickhan, R., Friedrichs, A., Rebhan, F., Schmalz, T. & Wank, V. (1995). Influence of speed, stiffness and ankle of attack on jumping distance. *Proceedings from the XVth Congress of the I.S.B. in Jyvaskyla Finland*, 108-109.
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21(3), 249-262.
- Bobbert, M. F., Mackay, M., Schinkelshoek, D., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. J. (1986). Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *European Journal of Applied Physiology*, 54, 566-573.

- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1976). Kinetics and kinematics of the take off in the long jump. In *Biomechanics V-B* (Komi, P.V., ed.), 174-180. Baltimore: University Park Press.
- Braff, T. J. & Dapena, J. (1985). A two dimensional simulation method for the prediction of movements in pole vaulting. In *Biomechanics IX-B* (Edited by Winter, D. A. et al.), 458-463. Human Kinetics Publishers: Champaign, Illinois.
- Bruggemann, G. P., Arampatzis, A., Komi, P. V., & Schade, F. (2002). Kinematics and kinetics in pole vaulting: Performance enhancement and mechanical loading. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (5) S1, 109.
- Bruggemann, G. P., Schade, F., & Arampatzis, A. (2003). Biomechanical factors of pole vault. *Proceedings from the VIIth Congress of the I.O.C. in Athens Greece*, 12E.
- Burnett, A. (2003). The biomechanics of jumping: the relevance to field events athletes. [ON LINE]. Available: <http://www.education.ed.ac.uk/field-ath/papers/ab2.html>.
- Bussabarger, D. (2003). A comparison of the long jump and pole vaults take off actions. *Track Coach*, 164, 5241-5242.
- Caldwell, B. (1981). How to select the correct vaulting pole. *Track and Field Quarterly Review*, 81 (4), 51.
- Chow, J. W., & Hay, J. G. (2005). Computer simulation of the last support phase of the long jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (1), 115-123.
- Coh, M. (2000). Kinematic and Dynamic model of the long jump. *Track Coach*, 150, 4789-4795.
- Dapena, J. (1978). A method to determine the angular momentum of a human body about three orthogonal axes passing through its center of gravity. *Journal of Biomechanics*, 11, 251-256.
- Dapena, J. & Braff, T. (1983). Use of separate hand locations to calculate ground reaction force exerted on a vaulting pole. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15 (4), 313-318.
- Dowling, J. J., & Vamos, L. (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 9, 95-110.
- Ekevad, M. & Lundberg, B. (1995). Simulation of “smart” pole vaulting. *Journal of Biomechanics*, 28 (9), 1079-1090.
- Ekevad, M. & Lundberg, B. (1997). Influence on pole length and stiffness on the energy conversion in pole vaulting. *Journal of Biomechanics*, 30 (3), 259-264.
- Elgushey, H., Vrogistinos, K., Wang, Y. T., Anwar, A. M., & Khalifa, I. A. (1999). Relationship between pole vault performance and selected biomechanical factors in pole vaulting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (5)S, 148.
- Enoka, R. (1988). Force. In R. Enoka, *Neuromuscular Basis of Kinesiology*, 2nd edition (Chapter 3, pp.35-79 Champaign Illinois: Human Kinetics Publishers.

- Farley, C. T., & Morgenroth, D. C. (1999). Leg stiffness primarily depends on ankle stiffness during human hopping. *Journal of Biomechanics*, 32, 267-273.
- Ferry, B. (1999). Predicting maximum vaulting height through multiple performance variables. *Track Coach*, 147, 4699-4702.
- Gollhofer, A., & Kyrolainen, H. (1991). Neuromuscular control of the human leg extensors muscles in jump exercises under various stretch – load conditions. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 34-40.
- Hay, J. G. (1967). Pole Vaulting: A mechanical analysis of factors influencing pole - bend. *Research Quarterly*, 38 (1), 34-40.
- Hay, J. G. (1978). Track and Field. Jumping. In J. G. Hay. *The biomechanics of Sports Techniques*, 2nd edition (chapter 16, pp. 409-460). Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Hay, J. G. (1993). Citius, altius, longius (faster, higher, longer): The biomechanics of jumping for distance. *Journal of Biomechanics*, 26 Sup. 1, 7-21.
- Hay, J. G., & Miller, J. A. (1985). Techniques used in the transition from approach to take off in the long jump. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1, 174-184.
- Hay, J. G., Miller, A., & Canterna, R. W. (1986). The techniques of elite male long jumpers. *Journal of Biomechanics*, 19 (10), 855-866.
- Hay, J. G., & Nohara, H. (1990). Techniques used by elite long jumpers in preparation for take off. *Journal of Biomechanics*, 23 (3), 229-239.
- Hay, J. G., Thorson, E. M., Kippenhan, C.B. (1996). Why have our women long jumpers been much less successful than our men? *Track Coach*, 137, 4374-4377.
- Hay, J. G., Thorson, E. M., & Kippenhan, C. B. (1999). Changes in muscle – tendon length during the take-off of a running long jump. *Journal of Sports Sciences*, 17, 159-172.
- Hay, J. G., Wison, B. D., & Dapena, J. (1977). A computational technique to determine the angular momentum of a human body. *Journal of Biomechanics*, 10, 269-277.
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N. & Rosenstein, R. M. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (6), 825-833.
- Homenkova, L.S. (1994). Training for jumping events. *Track & Field Quarterly Review*, 94 (4), 44-52.
- Horita, T., Kitamura, K., Kohno, N. (1991). Body configuration and joint moment analysis during standing long jump in 6-yr-old children and adult males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1068-1077.
- Hubbard, M. (1980). Dynamics of the pole vault. *Journal of Biomechanics*, 13, 956-976.
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine*

- and *Science in Sports and Exercise*, 12, 175-182.
- Johnson, J. (2001). Beginning pole vaulting progressions and formulas. *Track coach*, 157, 5008-5010.
- Kakahana, W. & Suzuki, S. (2001). The EMG activity and mechanics of the running jump as a function of take off angle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11, 365-372.
- Keller, T. S., Weisberger, A. M., Ray, J. L., Hasan, S. S., Shiavi, R. G., & Spengler, D. M. (1996). Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging and running. *Clinical Biomechanics*, 11 (5), 253-259.
- Kenneson, J. (1990). The pole vault. *Track & Field Quarterly Review*, 90 (4), 27-28.
- Koh, T. J., & Hay, J. G. (1990). Landing leg motion and performance in the horizontal jumps. I: The long jump. *International Journal of Sports Biomechanics*, 6, 343-360.
- Kutman, M. (1981). Planning to pole vault training. *Track & Field Quarterly Review*, 81 (4), 47-48.
- Lees, A., Fowler, N., & Derby, D. (1993). A biomechanical analysis of the last stride, touch-down and take-off characteristics of the women's long jump. *Journal of Sports Sciences*, 11, 303-314.
- Lees, A., Graham-Smith, P., & Fowler, N. (1994). A biomechanical analysis of the last stride, touch-down and take-off characteristics of the men's long jump. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 61-78.
- Linthorne, N. P. (1994). Mathematical model of the take off phase in the pole vault. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 323-334.
- Linthorne, N. P. (2000). Energy loss in the pole vault take off and the advantage of the flexible pole. *Sports Engineering*, 3, 205-218.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69 (11), 1198-1204.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. (Chapters 1,2,5 pp.3-8, 19, 55-70). Champaign Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Luhtanen, P., & Komi, P.V. (1978). Segmental contribution to forces in vertical jump. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 38, 181-188.
- Luhtanen, P., & Komi, P.V. (1979). Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take off. *European Journal of Applied Physiology*, 41, 267-274.
- Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1980). Force- power and elasticity-velocity relationships in walking, running and jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 44, 279-289.
- McGinnis, P. M. & Bergman, L. A. (1986). An inverse dynamic analysis of the pole vault. *International Journal of Sports Biomechanics*, 2, 186-201.
- McMahon, T. A., & Cheng, G. C. (1990). The mechanics of running: How does stiffness

- couple with speed? *Journal of Biomechanics*, 23 (S1), 65-78.
- Mero, A. (1988). Force time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(2), 94-98.
- Mero, A., Luhtanen, P. & Komi, P.V. (1983). A biomechanical study of the sprint start. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 5(1), 20-28.
- Mero, A., Komi, P.V. & Gregor, R.J. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports Medicine*, 13(6), 376-392.
- Morlier, J., & Cid, M. (1996). Three dimensional analysis of the angular momentum of a pole vaulter. *Journal of Biomechanics*, 29 (8), 1085-1090.
- Μπουρντόλος, Κ. (1999). Εργαστηριακές μέθοδοι και τεχνικές μέτρησης. Στον Κ. Μπουρντόλο, Αθλητική Βιομηχανική (κεφάλαιο 5, σελ. 259). Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Muraki, Y., Ae, M., Yokozawa, T., & Koyama, H. (2005). Mechanical properties of the take-off leg as a support mechanism in the long jump. *Sports Biomechanics*, 4(1), 1-16.
- Nixdorf, E., & Brüggemann, G. P. (1990). Take off preparation techniques of elite male and female long jumpers. *Proceedings from the Conference "Techniques in Athletics", Cologne German, Vol.2*, 720-730.
- Paish, W. (1999). A review of the skills involved in track and field. *Track Coach*, 164, 4728-472.
- Preacher, K. J., & MacCallum, R. C. (2002). Explanatory factor analysis in behavior genetics research: factor recovery with small sample size. *Behavior genetics*, 32 (2), 153-161.
- Ramey, M. R. (1974). The use of angular momentum in the study of long jump take offs. In *Biomechanics IV* (edited by Nelson, R. C. and Morehouse, C. A.) 144-148. University Park Press, Baltimore.
- Risk, B. (2000). Groundwork for the pole vault. *Track Coach*, 151, 4819-4821
- Schade, F., Arampatzis, A. & Brüggeman, G. P. (1998). Biomechanical analysis of the pole vault at the VIth World Championships in Athletics. *Proceedings from the XVIth Symposium of the ISBS in Konstanz German*, 243-247.
- Schade, F., Arampatzis, A. & Brüggeman, G. P. (2000). Influence of different approaches for calculating the athlete's mechanical energy on energetic parameters in the pole vault. *Journal of Biomechanics*, 33, 1263-1268.
- Schade, F., Arampatzis, A., Brüggeman, G. P., & Komi, P. V. (2004). Comparison of the men's and women's pole vault at the 2000 Sydney Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, 22, 835-842.
- Seyfarth, A., Blickhan, R., & Van Leeuwen, J. L. (2000). Optimum take off techniques and muscle design for long jump. *The Journal of Experimental Biology*, 203, 741-750.
- Seyfarth, A., Friedrichs, A., Wank, V., Blickhan, R. (1999). Dynamics of

- the long jump. *Journal of Biomechanics*, 32, 1259-1267.
- Steben, R. E., & Steben, A. H. (1981). The validity of the stretch-shortening cycle in selected jumping events. *Journal of Sports Medicine*, 21, 28-37.
- Sullivan, J. J., Knowlton, R. G., Hetzler, R. K., & Woelke, P. L. (1994). Anthropometric characteristics and performance related predictors of success in adolescent pole vaulters. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 179-184.
- Takamatsu, J., Ae, M., & Fujii, N. (1995). Ground reaction forces applied to the tip of the pole in pole vaulting. *Proceedings from the XVth Congress of the I.S.B. in Jyvaskyla Finland*, 906-907.
- Takamatsu, J., Ae, M., & Fujii, N. (1999). Forces exerted on the pole and mechanical energy flow through both hands in pole vaulting. *Proceedings from the XVIIth Congress of the I.S.B. in Calgary Canada*, 674.
- Wilmore, J. H. (1979). The application of science to sport: Physiological profiles of male and female athletes. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences*, 4 (2), 103-115.
- Winter, D. A. (1990). Anthropometry. In D. A. Winter, *Biomechanics and motor control of human movement*, 2nd edition (Chapter 3, pp.51-73). A Wiley-Interscience Publication: John Wiley & Sons, Inc.
- Witters, J., Bohets, W. & Van Coppenolle, H. (1992). A model of the elastic take off energy in the long jump. *Journal of Sports Sciences*, 10, 533-540.