

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σημασία της Έρευνας

Σύμφωνα με τους Jónsdóttir & Finch (1998), σημαντικές ατομικές ικανότητες για έναν παίκτη στο άθλημα του ποδοσφαίρου είναι η κατοχή της μπάλας, η σωστή μεταβίβαση και η επίτευξη τερμάτων. Ο κάθε ποδοσφαιριστής θα πρέπει να είναι ικανός να λακτίσει την μπάλα προς την κατεύθυνση που επιδιώκει, προσδίδοντάς της την κατάλληλη ταχύτητα και μεταφέροντάς την στην επιθυμητή για αυτόν απόσταση.

Η τεχνική του σουτ στο ποδόσφαιρο περιλαμβάνει τρία είδη λακτίσματος με το μετατάρσιο: α) το εσωτερικό λάκτισμα (inside instep kick), β) το κεντρικό λάκτισμα (full instep kick) και γ) το εξωτερικό λάκτισμα (outside instep kick). Το λάκτισμα με το μετατάρσιο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επειδή θεωρείται το πιο γρήγορο, το πιο ακριβές και το πιο επιτυχημένο (Ahrari, 1981).

Η επιτυχημένη εκτέλεση ενός σουτ στο ποδόσφαιρο εξαρτάται από παραμέτρους, όπως είναι ο τρόπος προσέγγισης του παίκτη προς την μπάλα (Ahrari, 1981· Isokawa & Lees, 1988· Lees & Nolan, 1998· Oravsky, 1988) και η τεχνική του κατάρτιση (Bauer, 1982· Phillips, 1985· Robertson & Mosher, 1985· Rodano & Tavana, 1993· Starosta, 1988). Επιπλέον, η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα έκτασης της άρθρωσης του γόνατος, πριν από την επαφή του ποδιού λακτίσματος με την μπάλα, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντική, επειδή επηρεάζει την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα (Putnam, 1983).

Παράλληλα, η μυϊκή δύναμη των παικτών είναι από τις παραμέτρους που επιδρούν στην εκτέλεση ενός

ποδοσφαιρικού σουτ (Cabri et al., 1988· De Proft et al., 1988· Narici et al., 1988· Rodano & Tavana, 1993· Tant, 1990). Επιπλέον, η αναλογία της ταχύτητας της μπάλας προς την ταχύτητα του άκρου ποδιού, κατά τη στιγμή της επαφής του ποδιού με την μπάλα, αποτελεί έναν κρίσιμο δείκτη επιτυχημένης προσπάθειας (Ahrari, 1981· Asami & Nolte, 1983· Lees & Nolan, 1998). Η αναλογία αυτή αυξάνεται, ανάλογα με την αύξηση της ταχύτητας της μπάλας.

Ορισμένοι ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα πως μεγάλη σημασία κατά την εκτέλεση του ποδοσφαιρικού σουτ έχει η ακολουθία των κινήσεων των μελών του σώματος και η χρονική στιγμή που αυτή πραγματοποιείται (Plagenhoef, 1971· Putnam, 1983· Robertson & Mosher, 1985· Tant, 1990). Σε επιτυχημένη εκτέλεση του σουτ συμβάλλει και η σταθερότητα της περιοχής του άκρου ποδιού, η οποία έρχεται σε επαφή με την μπάλα (Asami & Nolte, 1983· Lees & Nolan, 1998).

Τέλος, μία από τις παραμέτρους που φαίνεται να επηρεάζει την κατεύθυνση, την ταχύτητα και την απόσταση που διανύει η μπάλα, είναι η τοποθέτηση του σταθερού ποδιού (Jónsdóttir & Finch, 1998). Οι εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης (ΕΔΑ) που παράγονται από το σταθερό πόδι – ή πόδι στήριξης – κατά την εκτέλεση του σουτ, είναι δυνατόν να καταγραφούν και στη συνέχεια να αξιολογηθούν με ειδικό όργανο (ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο). Οι δυνάμεις αυτές φαίνεται να επηρεάζονται από τον τρόπο εκτέλεσης του σουτ (Dos Anjos & Adrian, 1986· Isokawa & Lees 1988).

Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Isokawa & Lees (1988), βρέθηκε σημαντική συσχέτιση των ΕΔΑ με τον

τρόπο που ο ποδοσφαιριστής προσεγγίζει την μπάλα. Εντούτοις, δεν εξετάστηκε τυχόν επίδραση των διάφορων ειδών σουτ, καθώς η έρευνα περιορίστηκε σε ένα μόνο είδος λακτίσματος (σουτ με το κεντρικό μετατάρσιο). Αντίθετα, η σχέση των ΕΔΑ με την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση του σουτ, παραμένει αμφιλεγόμενη. Δύο έρευνες καταγράφουν έλλειψη σημαντικής συσχέτισης των ΕΔΑ με την ταχύτητα της μπάλας (Asami & Nolte, 1983· Rodano & Tavana, 1993), ενώ μία άλλη αποδίδει τη μεγάλη ταχύτητα που αποκτά η μπάλα στην ταυτόχρονη αύξηση των παραπάνω δυνάμεων (Dos Anjos & Adrian, 1986).

Γενικά, οι ΕΔΑ που εκδηλώνονται στο πόδι στήριξης κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ απαιτούν περισσότερη διερεύνηση, καθώς παραμένει ακόμα αδιευκρίνιστη η σχέση των δυνάμεων αυτών με την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα (Barfield, 1998). Η γνώση των ΕΔΑ που παράγονται στο πόδι στήριξης είναι σημαντική, επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της τεχνικής των παικτών, για την καλύτερη αθλητική προετοιμασία τους, καθώς και για την αποφυγή τυχόν τραυματισμών (Jónsdóttir & Finch, 1998).

1.2. Ορισμός και Διατύπωση του Ερευνητικού Προβλήματος

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας ήταν η εξέταση των εδαφικών δυνάμεων αντίδρασης – οι οποίες παράγονται από το πόδι που δεν εκτελεί το σουτ, αλλά στηρίζει το σώμα σε ολόκληρη την προσπάθεια – κατά την εκτέλεση σουτ με έξι διαφορετικές συνθήκες (τρία είδη λακτίσματος επί δύο γωνίες προσέγγισης).

Παράλληλα, επιχείρησε να συσχετίσει τις ΕΔΑ με την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα κατά τις εκτελέσεις των σουτ. Επομένως, σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η εξέταση των ΕΔΑ του ποδιού στήριξης κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ με το κεντρικό, το εσωτερικό και το εξωτερικό μετατάρσιο, με δύο διαφορετικές γωνίες προσέγγισης (0° και 45°), σε συνδυασμό με την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα. Η παρούσα έρευνα στοχεύει να καλύψει πλευρές που έχουν σχέση με τη σωστή εκτέλεση του ποδοσφαιρικού σουτ.

1.3. Ερευνητικές Υποθέσεις

Στο πλαίσιο του παραπάνω προβλήματος και με βάση τη βιβλιογραφία, διατυπώθηκαν ορισμένες ερευνητικές υποθέσεις, τις οποίες εξέτασε αν επιβεβαιώνονται ή απορρίπτονται η παρούσα έρευνα:

1. Η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης, διαφοροποιείται ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες.

2. Οι ΕΔΑ που εκδηλώνονται κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης, διαφοροποιούνται ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες.

3. Ορισμένες παράμετροι των ΕΔΑ έχουν σημαντική συσχέτιση με την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης.

1.3.1. Μεταβλητές

Οι μεταβλητές της παρούσας έρευνας ορίστηκαν ως εξής:

Ανεξάρτητες μεταβλητές: ορίστηκαν το είδος του λακτίσματος και η γωνία προσέγγισης. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν τρία είδη σουτ (με το κεντρικό, με το εσωτερικό και με το εξωτερικό μετατάρσιο), με δύο διαφορετικές γωνίες προσέγγισης (0° και 45°).

Εξαρτημένες μεταβλητές: ορίστηκαν χρονικές και δυναμικές παράμετροι από τις ΕΔΑ του ποδιού στήριξης, καθώς και η ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα, ύστερα από την εκτέλεση του σουτ. Οι επιμέρους μεταβλητές των ΕΔΑ που καταμετρήθηκαν και αξιολογήθηκαν, αναφέρονται στον πίνακα 1 και στο σχεδιάγραμμα 1 του παραρτήματος.

1.4. Οριοθέτηση και Περιορισμοί

Η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε δείγμα ευκολίας, καθώς περιορίστηκε σε εθελοντές παίκτες ποδοσφαίρου. Οι ποδοσφαιριστές ήταν επαγγελματίες και προέρχονται από δύο ομάδες της Εθνικής Κατηγορίας. Επιπλέον, η έρευνα πραγματοποιήθηκε στον κλειστό χώρο μιας αίθουσας εργαστηρίου και σε σκληρή επιφάνεια. Επομένως, τα αποτελέσματα των μετρήσεων πιθανώς αποκλίνουν, από εκείνα που θα λαμβάνονταν στην επιφάνεια ενός ποδοσφαιρικού γηπέδου που βρίσκεται σε ανοιχτό χώρο.

Παράλληλα, τα παπούτσια των δοκιμαζόμενων ήταν προσωπικής τους επιλογής, αλλά τυχόν διαφορές στην εκτέλεση δεν θεωρήθηκε ότι οφείλονται σε αυτά. Τέλος, η έρευνα βασίστηκε στις τεχνικές ικανότητες των παικτών, επειδή οι τελευταίοι έπρεπε να μπορούν να εκτελέσουν ικανοποιητικά και τα τρία είδη λακτίσματος, με δύο διαφορετικές γωνίες προσέγγισης.

1.5. Διευκρίνιση Όρων–Επεξηγήσεις

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστούν κάποιοι ειδικοί όροι, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν συχνά στη συνέχεια της παρούσας εργασίας. Οι όροι αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

1.5.1. Εδαφικές Δυνάμεις Αντίδρασης (ΕΔΑ)

Είναι οι δυνάμεις επαφής μεταξύ του εδάφους και του ποδιού του ποδοσφαιριστή (Saggini & Vecchiet, 1995). Ουσιαστικά, καταγράφουν τις δυνάμεις που εφαρμόζει ο δοκιμαζόμενος στο έδαφος, προκειμένου να εκτελέσει την προσπάθεια του. Οι δυνάμεις αυτές είναι δυνατόν να καταγραφούν και να αξιολογηθούν σε ειδικό όργανο μέτρησης (ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο). Οι εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης διακρίνονται σε κατακόρυφες (F_z), πρόσθιο-οπίσθιες (F_y) και πλάγιες (F_x), οι οποίες αποτελούν τις τρεις ορθογώνιες συνιστώσες τους.

1.5.2. Προσέγγιση

Αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ο δοκιμαζόμενος πλησιάζει την μπάλα για να εκτελέσει προσπάθεια για σουτ. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να δηλώσει τόσο τη γωνία προσέγγισης, όσο και τον αριθμό των βημάτων που πραγματοποιεί ο παίκτης μέχρι να τοποθετήσει το πόδι στήριξης δίπλα από την μπάλα.

1.5.3. Γωνία Προσέγγισης

Αναφέρεται στην κατεύθυνση της κίνησης του παίκτη, σε σχέση με την επιδιωκόμενη πορεία της μπάλας. Επομένως, η ευθεία προσέγγιση

αντιστοιχεί στη γωνία των 0° , η κάθετη στη γωνία των 90° , ενώ η ενδιάμεση (διαγώνια προσέγγιση) στη γωνία των 45° .

1.5.4. Πόδι Στήριξης

Αναφέρεται στο πόδι που δεν χτυπάει την μπάλα κατά την εκτέλεση του σουτ, αλλά στηρίζει την όλη κίνηση, σταθεροποιώντας το σώμα. Με την ίδια σημασία, θα χρησιμοποιηθεί και ο όρος «σταθερό πόδι».

1.5.5. Πόδι Λακτίσματος

Αναφέρεται στο πόδι που έρχεται σε επαφή με την μπάλα και εκτελεί το σουτ. Με την ίδια σημασία, θα χρησιμοποιηθεί και ο όρος «πόδι εκτέλεσης».

1.5.6. ΚΜ

Αναφέρεται στο λάκτισμα της μπάλας με το κεντρικό μετατόρσιο του άκρου ποδιού. Τα συγκεκριμένα αρχικά θα χρησιμοποιούνται για κάθε ανάλογη προσπάθεια των δοκιμαζόμενων.

1.5.7. ΣΜ

Αναφέρεται στο λάκτισμα της μπάλας με το εσωτερικό μετατόρσιο του άκρου ποδιού. Τα συγκεκριμένα αρχικά θα χρησιμοποιούνται για κάθε ανάλογη προσπάθεια των δοκιμαζόμενων.

1.5.8. ΞΜ

Αναφέρεται στο λάκτισμα της μπάλας με το εξωτερικό μετατόρσιο του άκρου ποδιού. Τα συγκεκριμένα αρχικά θα χρησιμοποιούνται για κάθε ανάλογη προσπάθεια των δοκιμαζόμενων.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Το ποδόσφαιρο ανήκει στην κατηγορία των αθλοπαιδιών που έχουν ως βασική επιδίωξη την επίτευξη περισσότερων τερμάτων από τον αντίπαλό τους. Υπό την έννοια αυτή, η επίτευξη τερμάτων είναι ιδιαίτερος σημαντικός παράγοντας και, συνεπώς, το σουτ αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία μιας ομάδας.

Στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που ακολουθεί θα εξεταστούν τα παρακάτω μέρη, τα οποία σχετίζονται άμεσα με το σκοπό της παρούσας έρευνας: α) είδη λακτίσματος, β) τρόπος προσέγγισης, γ) ταχύτητα μπάλας και δ) ΕΔΑ.

2.1. Είδη Λακτίσματος

2.1.1. Περιγραφή Κίνησης κατά το Σουτ

Το σουτ είναι η επιδεξιότητα εκείνη η οποία έχει ερευνηθεί περισσότερο στο χώρο του ποδοσφαίρου (Lees & Nolan, 1998). Οι Levanon & Darpena (1998), αναφέρουν πως ένα ποδοσφαιρικό σουτ έχει σαν αφετηρία την προσέγγιση προς την μπάλα με σύντομο τρέξιμο. Στο τέλος της προσέγγισης το πόδι λακτίσματος ωθεί δυνατά το έδαφος και ο παίκτης βρίσκεται για ελάχιστο χρονικό διάστημα στον αέρα. Η φάση αυτή ολοκληρώνεται με την προσγείωση του ποδιού στήριξης στο έδαφος, αρχικά με την φτέρνα και στη συνέχεια με ολόκληρο το πέλμα. Τέλος, το πόδι λακτίσματος κινείται προς τα εμπρός και εκτελεί το σουτ.

Ο Wickstrom (1975) περιγράφει πιο αναλυτικά τη διαδικασία ενός

σουτ ως εξής: αρχικά γίνεται προσέγγιση προς την μπάλα με ένα ή περισσότερα βήματα, με τοποθέτηση του ποδιού στήριξης πλάγια και ελαφρώς πίσω από την μπάλα. Το πόδι λακτίσματος κινείται προς τα πίσω και κάμπτεται στο γόνατο. Η προς τα εμπρός κίνηση ξεκινά με την περιστροφή της λεκάνης γύρω από το πόδι στήριξης και με τον ερχομό του μηρού του ποδιού λακτίσματος προς τα εμπρός, ενώ το γόνατο συνεχίζει να κάμπτεται. Στη συνέχεια ο μηρός αρχίζει να επιβραδύνει και το γόνατο αρχίζει να εκτείνεται. Μετά την επαφή με την μπάλα, το πόδι λακτίσματος παραμένει σταθερό και κάμπτεται ελαφρώς η άρθρωση του γόνατος κατά το τελείωμα της κίνησης (follow through). Στην κίνηση αυτή, το άκρο πόδι συχνά φτάνει στο ίδιο επίπεδο με το ισχίο.

Επομένως, ο Wickstrom (1975) διέκρινε τέσσερα στάδια στην κίνηση του ποδιού λακτίσματος κατά το σουτ:

1. Απόσυρση του μηρού και της κνήμης κατά την αιώρηση προς τα πίσω.

2. Περιστροφή του μηρού και της κνήμης προς τα εμπρός, ως αποτέλεσμα της κάμψης του ισχίου.

3. Αύξηση της γωνιακής ταχύτητας της κνήμης έως την επαφή με την μπάλα, καθώς μειώνεται η γωνιακή ταχύτητα του μηρού.

4. Τελείωμα της κίνησης (follow through).

Με βάση τα παραπάνω στάδια, οι Lees & Nolan (1998), συμπέραναν πως ο μηρός παραμένει σχεδόν σταθερός (ακίνητος) κατά την επαφή. Στο δεύτερο στάδιο, ο μηρός και η κνήμη αυξάνουν τη γωνιακή τους ταχύτητα, γεγονός που αποτελεί ένδειξη για μυϊκή δράση στο ισχίο και στο μηρό. Στο τρίτο στάδιο, λίγο πριν από την επαφή με την μπάλα,

διακρίνεται μια συνεισφορά στην ταχύτητα της κνήμης από το μηρό, καθώς η γωνιακή ταχύτητα της κνήμης αυξάνεται ενώ του μηρού ελαττώνεται. Αυτό συμβαίνει επειδή ενδεχόμενα μεγάλη ταχύτητα στην κνήμη συμβάλλει σε απόκτηση υψηλής ταχύτητας του άκρου ποδιού, ενός σημαντικού παράγοντα για σωστό λάκτισμα.

Ο Plagenhoef (1971) κινηματογράφησε τις εκτελέσεις σουτ ενός επαγγελματία παίκτη του ποδοσφαίρου και του ράγκμπι, που εκείνη την εποχή ήταν προπονητής στο πανεπιστήμιο του Yale. Στο ποδοσφαιρικό σουτ – με ευθεία προσέγγιση – ο συγγραφέας διέκρινε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ευθεία προσέγγιση με τους ώμους κάθετους προς τη γραμμή του τρεξίματος και πλήρης, προς τα πίσω τοποθέτηση του μηρού, εξαιτίας της περιστροφής του ισχίου. Ο μηρός του ποδιού λακτίσματος είναι κάθετος προς το έδαφος στην πλήρη κάμψη του γόνατος και δείχνει προς την μπάλα κατά τη διάρκεια της γρήγορης κίνησης της κνήμης και του άκρου ποδιού. Η μπάλα τοποθετείται μπροστά από το πόδι στήριξης και η επιφάνεια επαφής του άκρου ποδιού με την μπάλα είναι σταθερή. Το τελείωμα της κίνησης (follow-through) ολοκληρώνεται σε υψηλή θέση και το γόνατο κάμπτεται στο τέλος, προκειμένου να μειωθεί η διάταση των μυών πίσω από το μηρό.

Ο Douge (1988), εξετάζοντας τη βιβλιογραφία, κατέληξε στις παρακάτω γενικές προτάσεις, όσον αφορά στην τεχνική του σουτ σε ποδόσφαιρο και ράγκμπι:

1. Η προσέγγιση προς την μπάλα να γίνεται υπό γωνία 45° , με μια ελαφριά, προς τα εμπρός, κλίση του σώματος.

2. Το πόδι λακτίσματος να έρχεται σε προσαγωγή στο προτελευταίο βήμα πριν το σουτ, ώστε να συντελέσει στην περιστροφή του κορμού.

3. Το τελικό βήμα να είναι εκρηκτικό.

4. Ο μηρός του ποδιού στήριξης να περιστρέφεται προς την εξωτερική μεριά.

5. Το πόδι στήριξης να τοποθετείται 15-20 εκατοστά δίπλα από την μπάλα.

6. Να γίνεται μια περιστροφή του ποδιού λακτίσματος προς την εσωτερική μεριά κατά το σουτ: η περιστροφή του σώματος του ποδοσφαιριστή να αρχίζει ταυτόχρονα με την έκταση του ισχίου και την κάμψη του γόνατος, του ποδιού λακτίσματος.

7. Να πραγματοποιείται μια πλειομετρική συστολή του μηρού του ποδιού στήριξης, για την απόσβεση της δύναμης που προκύπτει από το βάρος του σώματος του παίκτη.

8. Το γόνατο του ποδιού λακτίσματος να οδηγεί προς την μπάλα.

9. Η άρθρωση του γόνατος του ποδιού λακτίσματος να είναι σε έκταση και το άκρο πόδι να βρίσκεται σε πελματιαία κάμψη, όταν η πρώτη (άρθρωση γόνατος) περνάει πάνω από το επίπεδο της μπάλας. Επιπλέον, ο βραχίονας του αντίθετου, με το πόδι στήριξης, χεριού να έρχεται σε προσαγωγή διαγώνια προς το στήθος, για να αποφευχθεί τυχόν εκρηκτική περιστροφή του ώμου και για να κρατηθούν οι ώμοι παράλληλοι με τη γραμμή τέρματος.

10. Η επιβράδυνση να πραγματοποιείται με πλειομετρική συστολή του μηρού του ποδιού λακτίσματος και με έκταση, απαγωγή και περιστροφή προς την εξωτερική μεριά της άρθρωσης του ισχίου.

Τέλος, σύμφωνα με τον Plagenhoef (1971), το πόδι στήριξης θα πρέπει να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέψει την καλύτερη δυνατή επαφή του ποδιού λακτίσματος με την μπάλα. Ο συγγραφέας σημειώνει πως μια σταθερή επαφή του άκρου ποδιού με την μπάλα επιτυγχάνεται ευκολότερα όταν η τελευταία βρίσκεται στον αέρα παρά στο έδαφος, επειδή ο παίκτης μπορεί να τοποθετήσει σωστότερα το πόδι του στο σημείο πρόσκρουσης. Η ακριβής απόσταση του ποδιού στήριξης από την μπάλα φαίνεται ότι εξαρτάται τόσο από το είδος λακτίσματος, όσο και από την πορεία που επιθυμεί ο παίκτης να διαγράψει η μπάλα (Lees & Nolan, 1998).

2.1.2. Διαφορές Ανάμεσα στα Είδη Σουτ με το Μετατάρσιο

Τα λακτίσματα με το μετατάρσιο παρουσιάζουν επιμέρους διαφορές ανάμεσά τους, οι οποίες σχετίζονται τόσο με την επιφάνεια επαφής του ποδιού με την μπάλα, όσο και με άλλα σημαντικά στοιχεία της εκτέλεσής τους. Τα ειδικά χαρακτηριστικά των τριών ειδών σουτ με το μετατάρσιο (με το κεντρικό, το εσωτερικό και το εξωτερικό) παρουσιάζονται ως ακολούθως:

α) Σουτ με το κεντρικό μετατάρσιο (KM): τρόπος λακτίσματος της μπάλας ιδιαίτερα κατάλληλος για σουτ, εξαιτίας της σφοδρότητας που επιτυγχάνεται (Bauer, 1982). Σύμφωνα με τους Levanon & Dapena (1998), το σουτ με το KM χρησιμοποιείται κυρίως για να προσδοθεί μεγάλη ταχύτητα στην μπάλα. Η προσέγγιση προς την μπάλα πραγματοποιείται με ένα ή περισσότερα βήματα, ενώ η γωνία μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες και τις ιδιαιτερότητες του παίκτη.

Η κίνηση του σώματος του παίκτη κατά την εκτέλεση του σουτ έχει, σε γενικές γραμμές, περιγραφεί παραπάνω (Douge, 1988· Levanon & Dapena, 1998· Plagenhoef, 1971· Wickstrom, 1975). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η θέση του σώματος κατά την εκτέλεση του σουτ: ο κορμός τοποθετείται σχεδόν πάνω από την μπάλα, ισορροπώντας με αυτόν τον τρόπο την εκρηκτική κίνηση του ποδιού εκτέλεσης (Bauer, 1982· Harcourt, 1971· Luxbacher, 1996).

Κατά την επαφή με την μπάλα το άκρο πόδι είναι σε πλήρη ραχιαία έκταση στον αστραγάλο και όσο το δυνατόν πιο σταθερό (Bauer, 1982· Harcourt, 1971· Lees & Nolan, 1998). Ως επιφάνεια επαφής χρησιμοποιείται το κεντρικό μέρος του μεταταρσίου του άκρου ποδιού. Πιο συγκεκριμένα, η μπάλα ακουμπάει στο μέσο και άνω τμήμα του μεταταρσίου του ποδιού (Levanon & Dapena, 1998). Σε σωστή εκτέλεση, η επιφάνεια του ποδιού που τελικά έρχεται σε επαφή με την μπάλα είναι πολύ μικρή και σαφώς μικρότερη από την αντίστοιχη στο λάκτισμα με το ΣΜ ή το ΞΜ.

Το τελευταίο βήμα είναι αρκετά μεγάλο και το σταθερό πόδι τοποθετείται κοντά στην μπάλα και συγκεκριμένα δίπλα και ελαφρώς πίσω από αυτήν, σε απόσταση έως και 30 εκατοστά. Η άρθρωση του γόνατος είναι ελαφρώς λυγισμένη και το βάρος του σώματος μεταφέρεται στην άρθρωση του αστραγάλου (Bauer, 1982· Jones, 1997· Lees & Nolan, 1998).

β) Σουτ με το εσωτερικό μετατάρσιο (ΣΜ): έχει πολλά κοινά σημεία με το λάκτισμα με το KM. Οι διαφορές εντοπίζονται στην επιφάνεια επαφής του ποδιού με την μπάλα, καθώς και στη γενικότερη θέση του σώματος.

Η προσέγγιση προς την μπάλα είναι ανάλογη με εκείνη που πραγματοποιείται κατά την εκτέλεση σουτ με το ΚΜ. Στην περίπτωση του σουτ με το ΣΜ όμως, η γωνία προσέγγισης είναι ελαφρώς πιο ανοιχτή, με επικρατέστερη αυτή των 45°. Το σώμα τοποθετείται με μια ελαφριά κλίση προς τα πλάγια, σε σχέση με τη θέση της μπάλας. Για λόγους ισορροπίας, το σώμα του αθλητή βρίσκεται σχεδόν πάνω από το πόδι στήριξης (Bauer, 1982· Harcourt, 1971· Luxbacher, 1996).

Το πόδι που εκτελεί την προσπάθεια για σουτ είναι ελαφρώς στραμμένο προς τα έξω στις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος. Παράλληλα, η μύτη του άκρου ποδιού είναι ελαφρώς ανασηκωμένη (Bauer, 1982· Harcourt, 1971). Ως επιφάνεια επαφής χρησιμοποιείται το εσωτερικό μέρος του μεταταρσίου του άκρου ποδιού. Η επιφάνεια αυτή είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη κατά το λάκτισμα με το ΚΜ.

Το σταθερό πόδι τοποθετείται δίπλα από την μπάλα και σε απόσταση έως και 50 εκατοστών. Το πόδι στήριξης δεν θα πρέπει να βρίσκεται ούτε πολύ κοντά, ούτε πολύ μακριά από την μπάλα. Παράλληλα, το γόνατο είναι αρκετά λυγισμένο (Bauer, 1982· Jones, 1997· Luxbacher, 1996).

γ) Σουτ με το εξωτερικό μετατάρσιο (ΞΜ): είναι το λιγότερο ερευνημένο είδος σουτ στο ποδόσφαιρο από τους επιστήμονες, σε σύγκριση με τα δύο προηγούμενα. Αυτός ο τρόπος λακτίσματος της μπάλας μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον πιο πολύπλευρο τρόπο, επειδή είναι κατάλληλος τόσο για μακρινές ή κοντινές μεταβιβάσεις, όσο για δυνατά και ακριβή λακτίσματα με

φάλτσο (Bauer, 1982· Luxbacher, 1996).

Ο τρόπος προσέγγισης προς την μπάλα είναι παρόμοιος με εκείνον κατά την εκτέλεση σουτ με το ΣΜ. Πραγματοποιείται με ένα ή περισσότερα βήματα και με κίνηση που διαγράφει σχήμα ελαφριάς καμπύλης.

Το σώμα τοποθετείται παρόμοια με τα δύο προηγούμενα είδη λακτίσματος. Σε αυτό το σουτ, ο κορμός γέρνει ελαφρώς προς τα εμπρός και προς την πλευρά του ποδιού στήριξης (Bauer, 1982· Luxbacher, 1996· Mc Avoy, 1998). Το πόδι που εκτελεί την προσπάθεια για σουτ αρχικά κινείται όπως και στο λάκτισμα με το ΣΜ. Σε αυτό όμως το σουτ, το πόδι εκτέλεσης εκτελεί μεγαλύτερη έσω στροφή στις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος. Παράλληλα, η μύτη του άκρου ποδιού είναι ελαφρώς ανασηκωμένη (Bauer, 1982· Luxbacher, 1996).

Ως επιφάνεια επαφής χρησιμοποιείται το εξωτερικό μέρος του μεταταρσίου του άκρου ποδιού, από την πρώτη δακτυλική άρθρωση ως τον αστράγαλο. Η επιφάνεια αυτή είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη κατά το λάκτισμα με το ΚΜ.

Το σταθερό πόδι τοποθετείται, όπως και κατά το λάκτισμα με το ΣΜ, δίπλα από την μπάλα σε απόσταση έως και 50 εκατοστά. Η άρθρωση του γόνατος είναι σε μικρή κάμψη (Bauer, 1982· Luxbacher, 1996).

2.2. Τρόπος Προσέγγισης

Ο τρόπος προσέγγισης προς την μπάλα κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ είναι ιδιαίτερα σημαντικός (Isokawa & Lees, 1988). Η γωνία προσέγγισης και ο αριθμός των βημάτων που πραγματοποιούνται

κατά την εκτέλεση του λακτίσματος, μπορούν να επηρεάσουν την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα (Ahrari, 1981· Isokawa & Lees, 1988), καθώς και την ακρίβεια του σουτ (Ahrari, 1981· Godik et al., 1993). Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε έρευνες που εξέτασαν τους δύο παραπάνω παράγοντες.

2.2.1. Αριθμός Βημάτων

Η κίνηση με φόρα του παίκτη, πριν την εκτέλεση του σουτ, υπερτερεί σε σχέση με το λάκτισμα από στατική θέση. Ο Wickstrom (1975), αναφέρει πως η εμπρός κίνηση πριν από την πραγματοποίηση του λακτίσματος συντελεί στην καλή εκτέλεση. Σύμφωνα με τον Oravsky (1988), στην πρώτη αναπτύσσονται μεγαλύτερες γραμμικές και γωνιακές ταχύτητες του ποδιού.

Στην έρευνα του Ahrari (1981) εξετάστηκε εάν ο τρόπος προσέγγισης προς την μπάλα επηρεάζει το ποδοσφαιρικό σουτ, σε συνδυασμό με την απόσταση και την ακρίβεια. Για το λόγο αυτό εξέτασε την επίδραση τριών διαφορετικών εκτελέσεων με το ΚΜ, ως προς τον αριθμό βημάτων (με δύο, τρία και τέσσερα βήματα) και τη γωνία προσέγγισης (ευθεία και πλάγια). Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 15 παίκτες από την πανεπιστημιακή ποδοσφαιρική ομάδα του Δυτικού Ιλινόις. Το στόχο αποτελούσε μια γραμμή μήκους 60 μέτρων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στην απόσταση που κάλυψε η μπάλα. Αντίθετα, υπήρχαν διαφορές όσον αφορά στον αριθμό βημάτων προσέγγισης.

Συγκεκριμένα, στο σουτ με προσέγγιση τεσσάρων βημάτων η μπάλα κάλυψε στατιστικά μεγαλύτερη απόσταση, σε σχέση με τους

υπόλοιπους τρόπους προσέγγισης. Παρόμοια, το σουτ με τρία βήματα προσέγγιση υπερτερούσε, όσον αφορά στην απόσταση σε σχέση με εκείνο με προσέγγιση δύο βημάτων. Στην ακρίβεια του σουτ, υπήρχε διαφορά μεταξύ των δύο γωνιών προσέγγισης (η πλάγια υπερτερούσε της ευθείας). Παράλληλα, υπήρχαν διαφορές και στον αριθμό των βημάτων προσέγγισης το σουτ με προσέγγιση δύο βημάτων υπερτερούσε, σε σχέση με εκείνο των τεσσάρων.

Επιπλέον, η έρευνα των Isokawa & Kojima (1995) εξέτασε τη μηχανική μεταφορά ενέργειας κατά την εκτέλεση ποδοσφαιρικού σουτ με δύο τρόπους που αφορούσαν τον αριθμό βημάτων που χρησιμοποιήθηκαν (με ένα βήμα και με ελεύθερη επιλογή αριθμού βημάτων). Το δείγμα αποτελείτο από επτά επαγγελματίες ποδοσφαιριστές που εκτέλεσαν σουτ με το ΚΜ σε στατική μπάλα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι μεταφερόμενες ενέργειες των επιμέρους τμημάτων του σώματος ήταν μεγαλύτερες κατά την ελεύθερη επιλογή αριθμού βημάτων προσέγγισης, αν και οι περιστροφικές ενέργειες του κάθε τμήματος ξεχωριστά ήταν παρόμοιες και στους δύο τρόπους προσέγγισης. Οι ερευνητές συμπέραναν πως η μηχανική μεταφορά ενέργειας οφείλεται στην κινητική ενέργεια του σώματος, σαν αποτέλεσμα της προσέγγισης και της δραστηριότητας των εκτεινόντων του ισχίου.

Τέλος, στην έρευνα των Godik et al. (1993) βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας με την οποία προσεγγίζει ένας παίκτης την μπάλα και της ακρίβειας του λακτίσματος. Οι ερευνητές συμπέραναν πως, όταν οι παίκτες εκτελούν σουτ με τη συνηθισμένη τους ταχύτητα – όσον αφορά στην

προσέγγιση της μπάλας – επιτυγχάνει μεγαλύτερη ακρίβεια στόχου εκείνος, του οποίου η ταχύτητα είναι η υψηλότερη. Αντίθετα, όταν οι παίκτες σουτάρουν με μέγιστη ταχύτητα, τότε εκείνος που η μέγιστή του ταχύτητα είναι η πιο χαμηλή, είναι ο πιο ακριβής. Το τελικό συμπέρασμα ήταν πως πρέπει να υπάρχει μια συγκεκριμένη-άριστη ταχύτητα προσέγγισης, ώστε να επιτευχθεί υψηλή ακρίβεια στόχου.

Ταυτόχρονα, οι Lees & Nolan (1998) σημείωσαν πως αναμένεται ότι μια μακρύτερη – σε απόσταση – και συντομότερη – σε διάρκεια – προσέγγιση πλεονεκτεί, ως προς την απόκτηση μεγαλύτερης ταχύτητας της μπάλας.

2.2.2. Γωνία Προσέγγισης

Ο Plagenhoef (1971) αναφέρει πως υπάρχουν διαφορές στην εκτέλεση σουτ με πλάγια και με ευθεία προσέγγιση. Ο ερευνητής σημειώνει πως μια γωνία προσέγγισης μεταξύ 30-40°, σε σχέση με την επιδιωκόμενη πορεία της μπάλας, απαιτεί το πόδι στήριξης να στραφεί προς την κατεύθυνση της επιδιωκόμενης πορείας. Το σώμα και το πόδι λακτίσματος περιστρέφονται γύρω από το μηρό του ποδιού στήριξης και η γωνία προσέγγισης κάνει πιο εύκολη την επίτευξη μιας πλήρους, προς τα πίσω, θέσης του ποδιού λακτίσματος σε σχέση με την ευθεία προσέγγιση. Ο κορμός και ο μηρός περιστρέφονται μαζί, σχεδόν σαν ένα μέλος, έως ότου πραγματοποιηθεί πλήρης κάμψη του γόνατος. Τέλος, η γραμμή των ώμων δεν έρχεται ποτέ σε κάθετη θέση με την πορεία της μπάλας. Τα αποτελέσματα φανέρωσαν υπεροχή της πλάγιας προσέγγισης, όσον αφορά στην επίτευξη υψηλής ταχύτητας, σε σύγκριση με την ευθεία προσέγγιση,

γεγονός που πιθανώς οφείλεται στην υψηλή ταχύτητα και στη σταθερότητα του άκρου ποδιού κατά την επαφή. Πάντως, ο ερευνητής τονίζει πως – εάν παραβλεφθεί ο τρόπος με τον οποίο παράγεται η ταχύτητα του άκρου ποδιού – μία πλάγια προσέγγιση δεν υπερτερεί σε σύγκριση με την ευθεία.

Οι Isokawa & Lees (1988), κατέγραψαν τη διαφοροποίηση της ταχύτητας της μπάλας, σε σχέση με τη μεταβολή της γωνίας προσέγγισης. Το δείγμα αποτελείτο από έξι παίκτες ποδοσφαίρου, από τους οποίους ζητήθηκε να εκτελέσουν, με μέγιστη δύναμη, σουτ με το ΚΜ σε στατική μπάλα και με ένα βήμα φόρα. Οι γωνίες προσέγγισης αντιστοιχούσαν στις 0°, 15°, 30°, 45°, 60° και 90°. Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας της μπάλας σημειώθηκε στις 45°, ενώ η υψηλότερη τιμή της ταχύτητας του άκρου ποδιού, στις 30°. Οι ερευνητές συμπέραναν πως κατά την εκτέλεση λακτίσματος με το ΚΜ, η ιδανικότερη γωνία προσέγγισης βρίσκεται γύρω στις 45°, επειδή μια γωνιακή προσέγγιση αφήνει το πόδι να κλίνει προς το μπροστινό επίπεδο, ώστε να τοποθετείται καλύτερα κάτω από την μπάλα - με αποτέλεσμα τη σωστότερη επαφή. Στον πίνακα 2 του παραρτήματος αναφέρονται οι γωνίες προσέγγισης σε συνάρτηση με την ταχύτητα της μπάλας, των δύο παραπάνω ερευνών.

2.3. Ταχύτητα Μπάλας

Η επιτυχημένη εκτέλεση ενός σουτ στο ποδόσφαιρο εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Ορισμένες από αυτές μπορούν να τροποποιηθούν, ενώ κάποιες άλλες παραμένουν αμετάβλητες. Κατά την εκτέλεση ενός σουτ υπάρχουν μηχανισμοί, οι οποίοι συντελούν σε μεγαλύτερη

αποτελεσματικότητα της προσπάθειας. Η ποικιλομορφία κάποιων παραγόντων και η μη κάποιων άλλων, μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση των σχέσεων ανάμεσα στις παραπάνω μεταβλητές (Phillips, 1985). Επομένως, η διαφοροποίηση ορισμένων παραμέτρων αναμένεται να συντελέσει σε μεγαλύτερη – ή σε μικρότερη – αποτελεσματικότητα της προσπάθειας του σουτ.

Σύμφωνα με τους Lees & Nolan (1998), δείκτης επιτυχίας ενός ποδοσφαιρικού σουτ αποτελεί η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα, μετά την επαφή με αυτήν. Επομένως, οι μεταβλητές που επηρεάζουν, θετικά ή αρνητικά, την ταχύτητα της μπάλας αποτελούν ταυτόχρονα και τους παράγοντες εκείνους, οι οποίοι προσδιορίζουν την επιτυχία της εκτέλεσης ενός ποδοσφαιρικού σουτ. Οι βασικοί από αυτούς, παρουσιάζονται στη συνέχεια ως εξής: α) προσέγγιση προς την μπάλα, β) τεχνική του παίκτη, γ) μυϊκή δύναμη, δ) αναλογία ταχυτήτων μπάλας / άκρου ποδιού, ε) ακολουθία κίνησης, στ) σταθερότητα άκρου ποδιού και ζ) είδος σουτ.

2.3.1. Προσέγγιση προς την Μπάλα

Η προσέγγιση προς την μπάλα επηρεάζει την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ (Ahrari, 1981· Godik et al., 1993· Isokawa & Lees, 1988· Opravsky, 1988· Plagenhoef, 1971). Η επίδραση αυτή προκαλείται τόσο από την αλλαγή στη γωνία προσέγγισης, όσο και από την αλλαγή στον αριθμό των βημάτων που χρησιμοποιεί ο παίκτης για να πλησιάσει την μπάλα, όπως έχει αναφερθεί εκτενέστερα παραπάνω.

2.3.2. Τεχνική του Ποδοσφαιριστή

Η σωστή εκτέλεση του λακτίσματος εξαρτάται από την ικανότητα του παίκτη που εκτελεί το σουτ, τη θέση του σώματος και των επιμέρους μελών του και την εμπειρία του στη συγκεκριμένη επιδεξιότητα (Bauer, 1982· Lees & Nolan, 1998· Robertson & Mosher, 1985). Επιπλέον, οι Anderson & Sidaway (1994) εξέτασαν την συναρμογή των κινήσεων σε έξι δοκιμαζόμενους – οι οποίοι δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με το άθλημα του ποδοσφαίρου – κατά τη διαδικασία εκμάθησης εκτέλεσης σουτ με το ΚΜ. Το γενικό συμπέρασμα των ερευνητών ήταν πως η βελτίωση της συναρμογής των κινήσεων των δοκιμαζόμενων στη συγκεκριμένη επιδεξιότητα ήταν αποτέλεσμα της προπόνησης που ακολούθησαν. Επιπλέον, οι Davids et al. (2002) σημειώνουν πως, αν και δεν υπάρχουν πολλές έρευνες πάνω στη συναρμογή και στον έλεγχο στις ποδοσφαιρικές επιδεξιότητες, εντούτοις υπάρχουν ενδείξεις πως ο συνδυασμός του κινητικού ελέγχου και της βιομηχανικής μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για κατάρτιση επιστημονικών προγραμμάτων που αφορούν στον εντοπισμό ταλέντων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Σε έρευνα του Phillips (1985) εξετάστηκε η διαφορά στην αποτελεσματικότητα του σουτ – όσον αφορά στην ομοιογένεια των επιτυχημένων σουτ σε προκαθορισμένο στόχο – μεταξύ ενός παίκτη πρώτης κλάσης και ενός χαμηλότερου επιπέδου ποδοσφαιριστή. Ο πρώτος, παρουσίασε μεγαλύτερη ομοιογένεια στις προσπάθειές του, όμως η διαφορά μεταξύ των δύο παικτών, όσον αφορά στην ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα, δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Σύμφωνα με τον ερευνητή,

το σουτ φαίνεται να είναι μια επιδεξιότητα πολύ αναπτυγμένη σε έμπειρους παίκτες. Το συμπέρασμα του ερευνητή ήταν πως η αποτελεσματικότητα ενός σουτ – κριτήριο της οποίας αποτελεί η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα – δεν διαφέρει ανάμεσα σε έναν ποδοσφαιριστή πρώτης κλάσης και σε έναν χαμηλότερου επιπέδου. Τα συμπεράσματα όμως της παραπάνω εργασίας δεν μπορούν να γενικευτούν, επειδή το δείγμα αποτελούσαν μόλις δύο ποδοσφαιριστές.

Παράλληλα, στην έρευνα των Dos Anjos & Adrian (1986), το δείγμα χωρίστηκε ισοδύναμα σε δύο ομάδες: στην πρώτη συμμετείχαν επιδέξιοι – με πενταετή, τουλάχιστον, αγωνιστική εμπειρία – και στη δεύτερη μη επιδέξιοι – με πολύ μικρή εμπειρία στο ποδόσφαιρο – δοκιμαζόμενοι. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρία σουτ με μέγιστη δύναμη σε στατική μπάλα. Όσον αφορά στα αποτελέσματα, η πρώτη ομάδα επέδειξε υψηλότερες τιμές στην ταχύτητα της μπάλας, συγκρινόμενη με τη δεύτερη, γεγονός που αποδόθηκε στην καλύτερη εκτέλεση από πλευράς των επιδέξιων παικτών, εξαιτίας της εμπειρίας τους.

Επιπλέον, πιο αποτελεσματικοί – όσον αφορά στην ταχύτητα που αποκτάει η μπάλα μετά το σουτ – θεωρούνται οι παίκτες που σουτάρουν και με τα δύο πόδια (Starosta, 1988), αν και η ασυμμετρία που παρουσιάζεται μεταξύ του δεξιού και του αριστερού ποδιού, είναι ένα φαινόμενο αρκετά συχνό.

Συγκεκριμένα, στην έρευνα των Mc Lean & Tumilty (1993) εξετάστηκε η ασυμμετρία των ποδιών σε σχέση με το ποδοσφαιρικό σουτ. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 12 κορυφαίοι νεαροί ποδοσφαιριστές της Αυστραλίας, οι οποίοι δοκίμασαν ένα

χαμηλό και ένα ψηλοκρεμαστό σουτ. Όλοι οι παίκτες – πλην ενός – ήταν δεξιοπόδαροι. Οι προσπάθειες ήταν δύο για κάθε είδος σουτ και για κάθε πόδι, μετά από προσέγγιση τριών βημάτων σε ειδική πλατφόρμα (Rekortan: Voigt Sohne GmbH, Castrop-Rauxel, Germany). Η ταχύτητα της μπάλας μετρήθηκε με ειδικό μηχάνημα (Midex radar gun: Mountain View, California, USA). Τα αποτελέσματα, όσον αφορά στην ταχύτητα της μπάλας, φανέρωσαν υπεροχή του χαμηλού σουτ και του λακτίσματος με το δεξί πόδι. Δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα και στη δύναμη των καμπτήρων ή των εκτεινόντων του γόνατος. Επιπρόσθετα, μόνο στο χαμηλό σουτ με το δεξί πόδι βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του χρόνου τοποθέτησης του ποδιού στήριξης (από το πάτημα έως την επαφή με την μπάλα) και της ταχύτητας της μπάλας. Οι διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των δύο ειδών σουτ αποδόθηκαν στο διαφορετικό χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εκτέλεση τους. Επειδή η ταχύτητα ήταν παρόμοια τόσο μεταξύ των δύο εκτελέσεων με το δεξί, όσο και εκείνων με το αριστερό πόδι, οι ερευνητές συμπέραναν πως άλλοι παράγοντες – εκτός της ταχύτητας του μέλους λακτίσματος – πιθανώς επιδρούν στην τελική ταχύτητα της μπάλας.

Στην έρευνα των Rodano & Tavana (1993) – με δοκιμαζόμενους 10 νεαρούς επαγγελματίες παίκτες – διαπιστώθηκε πως η διαφορά, όσον αφορά στην ταχύτητα της μπάλας μετά το σουτ, ανάμεσα στο μέσο όρο λακτισμάτων και στο καλύτερο λάκτισμα για κάθε δοκιμαζόμενο, ήταν μικρότερη από 6-7%, γεγονός που καταδείκνυε την επιδεξιότητα των

παικτών. Τα δύο καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν από τους δύο επιθετικούς. Οι ερευνητές συμπέραναν πως το ποδοσφαιρικό σουτ επηρεάζεται σημαντικά από τα κινητικά χαρακτηριστικά του κάθε παίκτη.

Επιπλέον, η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα έκτασης της άρθρωσης του γόνατος πριν την επαφή με την μπάλα αποτελεί παράγοντα επιτυχίας ενός σουτ. Η ταχύτητα αυτή φαίνεται πως αυξάνεται με την ηλικία, έως ότου επιτευχθεί η «ώριμη» εκτέλεση (Lees & Nolan, 1998). Η τιμή της μέγιστης γωνιακής ταχύτητας έκτασης του γόνατος διαφέρει από άτομο σε άτομο, ενώ δεν έχει συσχετιστεί με τη δύναμη έκτασης του ποδιού ή με την αποτελεσματικότητα του σουτ.

Τέλος, στην έρευνα του Putnam (1983) εξετάστηκε η τυχόν συμβολή της γωνιακής ταχύτητας του μηρού στην αύξηση της γωνιακής ταχύτητας της κνήμης, κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού λακτίσματος. Οι δοκιμαζόμενοι της έρευνας εκτέλεσαν δύο σουτ με την μπάλα στον αέρα (punt kick). Διαπιστώθηκε επιβράδυνση της γωνιακής ταχύτητας του μηρού κατά το τελικό μέρος της κίνησης πριν το λάκτισμα. Αυτή η επιβράδυνση θεωρήθηκε από τους ερευνητές ότι δεν εξυπηρετεί σκοπούς αύξησης της γωνιακής ταχύτητας της κνήμης, αλλά είναι πιθανώς το αποτέλεσμα της επίδρασης της γωνιακής κίνησης της κνήμης πάνω στο μηρό.

2.3.3. Μυϊκή Δύναμη

Οι δυνάμεις που παράγονται κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ συνίστανται σε δυνάμεις βαρύτητας, μυϊκές, τριβής, αντίδρασης αρθρώσεων και ΕΔΑ (Tant, 1990). Οι αποτελεσματικές δυνάμεις μπορεί να

είναι ένας συνδυασμός των παραπάνω. Σύμφωνα με τις έρευνες που ακολουθούν – και χωρίς να λησμονείται η τεχνική της κίνησης – η μυϊκή δύναμη του παίκτη αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα για την εκτέλεση ενός σουτ και μπορεί να βελτιωθεί με κατάλληλη προπόνηση.

Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα του Mc Lean & Tumilty (1993) δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις παραμέτρους ισοκινητικής δύναμης του γόνατος και της ταχύτητας της μπάλας, σε δείγμα νεαρών ποδοσφαιριστών (12 έφηβοι παίκτες, με μέσο όρο ηλικίας τα 16,8 χρόνια). Οι ερευνητές απέδωσαν το γεγονός αυτό στην ανάγκη για ακρίβεια του σουτ, που απαιτούσε η συγκεκριμένη έρευνα. Το τελικό συμπέρασμα των Mc Lean & Tumilty (1993) ήταν πως χρειάζεται να πραγματοποιηθούν και άλλες έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο.

Αντίθετα, στην έρευνα της Tant (1990) βρέθηκε μικρή συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων γόνατος (στις 180° και στις 300°) και της ταχύτητας της μπάλας, ενώ δεν έγινε συσχέτιση με τους καμπτήρες του ισχίου (στις 180°).

Παράλληλα, οι Rodano & Tavana (1993) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ επηρεάζεται ισχυρά από ορισμένες ελάχιστες διαφορές στη μυϊκή δύναμη των παικτών. Επιπλέον, στην έρευνα των Cabri et al. (1988) βρέθηκε υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στην απόσταση του σουτ και στην δύναμη τόσο των εκτεινόντων, όσο και των καμπτήρων του γόνατος. Ταυτόχρονα, βρέθηκε χαμηλή αλλά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην απόσταση του σουτ και στη δύναμη τόσο των καμπτήρων, όσο και των

εκτεινόντων του ισχίου.

Ομοίως, οι Narici et al. (1988) βρήκαν υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στη μέγιστη ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα και στην ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων του γόνατος και των καμπτήρων του ισχίου. Τέλος, η έρευνα των De Proft et al. (1988) κατέληξε στο συμπέρασμα πως, μετά από εξειδικευμένη προπόνηση δύναμης, η αναμενόμενη αύξηση της μυϊκής δύναμης συντελεί σε παράλληλη αύξηση στην απόσταση που θα διανύσει η μπάλα μετά το σουτ.

2.3.4. Αναλογία Ταχυτήτων Μπάλας / Άκρου Ποδιού

Σύμφωνα με τους Lees & Nolan (1998), η ταχύτητα του ποδιού λακτίσματος είναι συνήθως μικρότερη από την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα, ώστε η αναλογία ταχύτητα μπάλας / ταχύτητα άκρου ποδιού να είναι λίγο μεγαλύτερη από την μονάδα. Όσο μεγαλώνει η αναλογία, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η εκτέλεση της κίνησης. Η συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας ποδιού και ταχύτητας μπάλας είναι συνήθως υψηλή, ώστε να αποτελεί σημαντική παράμετρο στους μηχανισμούς της επαφής του ποδιού με την μπάλα.

Η παραπάνω διαπίστωση επιβεβαιώνεται στην έρευνα των Asami & Nolte (1983), όπου η αναλογία ταχύτητα μπάλας / ταχύτητα άκρου ποδιού σχετιζόταν σε υψηλό βαθμό με την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα. Ανάλογο ήταν το συμπέρασμα των Andersen et al. (1999), όπου βρέθηκε ότι η ταχύτητα του άκρου ποδιού επηρεάζει την τελική ταχύτητα που αποκτά η μπάλα. Επιπλέον, στην έρευνα των Levanon & Darpana (1998) – όπου έξι επιδέξιοι παίκτες εκτέλεσαν σουτ με το ΚΜ και

με το εσωτερικό μέρος του άκρου ποδιού – διαπιστώθηκε πως υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της ταχύτητας του άκρου ποδιού.

Ωστόσο, ο Plagenhoef (1971), αν και θεωρεί σημαντικό παράγοντα για επίτευξη υψηλής ταχύτητας μπάλας την ταχύτητα του άκρου ποδιού, σε έρευνά του διαπίστωσε πως η μεγαλύτερη ταχύτητα του άκρου ποδιού δεν συνοδεύεται πάντοτε από τη μεγαλύτερη ταχύτητα της μπάλας. Σε παρόμοιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Isokawa & Lees (1988), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η υψηλότερη τιμή της ταχύτητας της μπάλας δεν αντιστοιχούσε στην υψηλότερη τιμή της ταχύτητας του άκρου ποδιού. Στον πίνακα 3 του παραρτήματος παρουσιάζονται οι τιμές των ταχυτήτων της μπάλας και οι αντίστοιχες του άκρου ποδιού, των δύο παραπάνω ερευνών.

Ειδικότερα, η ταχύτητα του ποδιού σε σουτ με πλάγια προσέγγιση είναι μικρότερη από εκείνη που σημειώνεται με το σουτ με ευθεία προσέγγιση, επειδή το πόδι τοποθετείται σε γωνία. Η επιφάνεια επαφής όμως, εφάπτεται καλύτερα με τη μπάλα, εξαιτίας της σταθερότητας των οστών της περιοχής. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη αναλογία ταχύτητας μπάλας / ταχύτητας ποδιού, με αποτέλεσμα η μπάλα να αποκτά σχετικά μεγαλύτερη ταχύτητα (Ahrari, 1981).

2.3.5. Ακολουθία της Κίνησης

Μεγάλη σημασία κατά την εκτέλεση του ποδοσφαιρικού σουτ έχει η ακολουθία των κινήσεων των μελών του σώματος και η χρονική στιγμή που αυτή πραγματοποιείται. Τα διάφορα μέλη του σώματος μπορούν να μετακινηθούν είτε όλα μαζί

ταυτόχρονα, είτε το κάθε ένα να διαδέχεται το άλλο, όσον αφορά στην κίνησή του. Επομένως, η κίνηση των μελών του ανθρώπινου σώματος μπορεί να είναι είτε ταυτόχρονη, είτε διαδοχική (Hudson, 1986). Όσον αφορά στο ποδοσφαιρικό σουτ, το λάκτισμα της μπάλας δείχνει να εξαρτάται από μια σωστή χρονική ακολουθία των τμημάτων του σώματος (Putnam, 1983).

Στο ίδιο συμπέρασμα είχε οδηγηθεί και ο Plagenhoef (1971), διατυπώνοντας την άποψη πως η ακολουθία της κίνησης των μελών του σώματος εξαρτάται από το χρονισμό των επιταχύνσεων και των επιβραδύνσεων κάθε τμήματος. Σύμφωνα με τον ερευνητή, ένα σωστά εκτελεσμένο σουτ θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από τα δύο παρακάτω στοιχεία:

1. Μια επαρκή περιστροφή του κορμού, ώστε να επιτρέψει μια πλήρη τοποθέτηση του μηρού του ποδιού λακτίσματος προς τα πίσω.

2. Μια πλήρη κάμψη της άρθρωσης του γόνατος, ώστε να επιτρέψει μια ολοκληρωμένη κίνηση της κνήμης και του άκρου ποδιού.

Στην έρευνα των Robertson & Mosher (1985) εξετάστηκε η θεωρία του Bunn (1972), πιο γνωστή ως θεωρία «του αθροίσματος των δυνάμεων» (summation of forces) ή αλλιώς «του αθροίσματος των επιμέρους ταχυτήτων» (summation of segment velocity). Η θεωρία αυτή αναφέρεται στη διαδοχική συνεισφορά των επιμέρους μελών στην τελική ταχύτητα του συστήματος. Σύμφωνα με τον ερευνητή (Bunn, 1972), όταν επιδιώκεται μέγιστη ταχύτητα ενός αντικειμένου, τότε κάθε νέα δύναμη πρέπει να προστίθεται τη χρονική στιγμή όπου η προηγούμενη (δύναμη) έχει τη μεγαλύτερή της συνεισφορά. Επομένως, για να επιτευχθεί μέγιστη

ταχύτητα στο άκρο ενός μέλους του σώματος, θα πρέπει να συντελεστεί μια διαδοχική πορεία συστολής των μυών, από τους πιο κοντινούς έως τους πιο μακρινούς μύες.

Οι Robertson & Mosher (1985) για να εξετάσουν την παραπάνω θεωρία χρησιμοποίησαν ως δείγμα επτά παίκτες της Καναδέζικης Ολυμπιακής ποδοσφαιρικής ομάδας. Οι δοκιμαζόμενοι κνηματογραφήθηκαν κατά την εκτέλεση σουτ με μέγιστη δύναμη σε στατική μπάλα. Τα αποτελέσματα δικαίωσαν μερικώς την παραπάνω θεωρία. Παρατηρήθηκε πράγματι επιτάχυνση, που προκλήθηκε από τους καμπτήρες του ισχίου και επιβράδυνση, που προκλήθηκε από τους εκτεινόντες σε πλειομετρική συστολή. Εντούτοις, δεν παρατηρήθηκε δραστηριότητα των εκτεινόντων του γόνατος λίγο πριν από την επαφή με την μπάλα. Στην πραγματικότητα οι καμπτήρες ήταν κυρίαρχοι πλειομετρικά, προκαλώντας μείωση στο ρυθμό της έκτασης του γόνατος. Το φαινόμενο αυτό πιθανώς οφείλεται στην προστασία των εκτεινόντων του γόνατος από υπερέκταση ή στην αδυναμία τους να πραγματοποιήσουν μεγαλύτερη συστολή, εξαιτίας της περιορισμένης τους δυνατότητας, όπως προκύπτει από τη σχέση δύναμης-ταχύτητας.

Συμπερασματικά, στην έρευνα των Robertson & Mosher (1985), η θεωρία «του αθροίσματος των δυνάμεων» επιβεβαιώνεται για το ισχίο, όχι όμως και για το γόνατο. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι μύες του ισχίου είναι οι σημαντικότεροι στο ποδοσφαιρικό σουτ, καθώς συνεισφέρουν κατά 90% και είναι υπεύθυνοι τόσο για την κίνηση του μηρού, όσο και για την έκταση του γόνατος. Συνεπώς, τα τεστ και η προπόνηση στο σουτ σε ποδοσφαιριστές, θα πρέπει να περιέχουν αποτίμηση της δύναμης των

καμπτήρων του ισχίου και όχι απαραίτητα των εκτεινόντων του γόνατος.

Η έρευνα της Tant (1990) προσπάθησε να εξετάσει, παράλληλα με την ακολουθία της κίνησης των μελών του σώματος κατά το ποδοσφαιρικό σουτ, και το χρονισμό των κινήσεων. Στην έρευνα αυτή παρατηρήθηκε μια διαδοχική κίνηση των μελών του σώματος από το κέντρο προς τα άκρα. Η ακολουθία της κίνησης των τμημάτων της κνήμης και του άκρου ποδιού είναι ένα καλό παράδειγμα της «μαστιγωτικής ενέργειας ενός αλυσιδωτά δεμένου συστήματος». Ο πρωταρχικός σκοπός μιας ακολουθίας κινήσεων είναι να επιτύχει υψηλή ταχύτητα στο ακραίο μέλος μιας ανοικτής κινηματικής αλυσίδας. Η αρχική περιστροφική κίνηση ξεκινά στο πιο κοντινό τμήμα-μέλος και ακολουθείται από την κίνηση του επόμενου μέλους. Η ερευνήτρια συμπέρανε πως η ακολουθία των τμημάτων του σώματος εξαρτάται από το χρονισμό των επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων κάθε τμήματος. Ο χρονισμός της κίνησης των μελών του σώματος φαίνεται να αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα για την παραγωγή μέγιστης ταχύτητας στο άκρο του τελευταίου μέλους. Σύμφωνα με την ερευνήτρια, ο χρονισμός φαίνεται να είναι πιο σημαντικός παράγοντας από την ακολουθία των μελών του σώματος.

2.3.6. Σταθερότητα Άκρου Ποδιού

Η επιφάνεια επαφής του ποδιού με την μπάλα είναι ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες για επιτυχημένο λάκτισμα. Η ταχύτητα της μπάλας, σύμφωνα με τους Lees & Nolan (1998), βρίσκεται από τη σχέση:

$$v_{\text{μπάλας}} = v_{\text{ποδιού}} \times \left\{ \left[\frac{M}{M+m} \right] \times (1+e) \right\}$$

όπου $v_{\text{μπάλας}}$: ταχύτητα μπάλας,

$v_{\text{ποδιού}}$: ταχύτητα ποδιού,

m: μάζα της μπάλας,

e: συντελεστής αποκατάστασης,

M: αποτελεσματική μάζα λακτίσματος ποδιού

Η αποτελεσματική μάζα λακτίσματος είναι η μάζα που ισοδυναμεί με την επιφάνεια λακτίσματος (άκρο πόδι και κνήμη) και αυξάνεται όσο το μέλος του σώματος γίνεται πιο άκαμπτο από τη μυϊκή ενέργεια. Συνεπώς, η αναλογία $M / (M + m)$ αποτελεί δείκτη «ακαμψίας» του ποδιού κατά την επαφή με την μπάλα και σχετίζεται με την ενεργοποίηση και τη δύναμη των μυών που συμμετέχουν στο σουτ (Lees & Nolan, 1998). Επομένως, η ακαμψία και η σταθερότητα του άκρου ποδιού – και ιδιαιτέρως της επιφάνειας επαφής με την μπάλα – αποτελεί καθοριστική παράμετρο για επιτυχημένο ποδοσφαιρικό σουτ, καθώς και έναν από τους βασικούς μηχανισμούς που ενεργοποιούνται κατά την εκτέλεσή του.

Παράλληλα, ο Plagenhoef (1971) διαπίστωσε πως οι τιμές που αφορούσαν στη μάζα λακτίσματος είχαν μεγάλη διακύμανση, γεγονός που φανερώνει το πόσο δύσκολο είναι να λακτίσει κάποιος την μπάλα σταθερά και με συνοχή στις προσπάθειές του. Ο δοκιμαζόμενος του ερευνητή παρουσίασε μεγαλύτερη ομοιογένεια στις εκτελέσεις των σουτ με πλάγια προσέγγιση, παρά με ευθεία. Το συμπέρασμα του συγγραφέα ήταν πως η τοποθέτηση του ποδιού λακτίσματος σε σχέση με την μπάλα είναι σημαντικότερη παράμετρος από την επίτευξη μέγιστης ταχύτητας του άκρου ποδιού.

Τέλος, στην έρευνα των Asami & Nolte (1983) – το δείγμα αποτελείτο

από τέσσερις Γερμανούς επαγγελματίες, έναν διεθνή και δύο ερασιτέχνες παίκτες – εξετάστηκε η επίδραση της ταχύτητας και της σταθερότητας του άκρου ποδιού στην ταχύτητα της μπάλας κατά την εκτέλεση ποδοσφαιρικού σουτ. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν τέσσερα, όσο το δυνατόν ισχυρότερα, σουτ σε τέρμα του χάντμπολ και από απόσταση 10 μέτρων. Βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα της μπάλας και πολλές άλλες παραμέτρους, όπως η ταχύτητα του άκρου ποδιού πριν την επαφή, η ταχύτητα του άκρου ποδιού μετά την επαφή, η αναλογία ταχύτητα μπάλας προς ταχύτητα άκρου ποδιού πριν την επαφή, η μάζα λακτίσματος, ο χρόνος επαφής και η μέση δύναμη. Αντίθετα, η συσχέτιση ανάμεσα στις εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης του ποδιού στήριξης και στην ταχύτητα της μπάλας, δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Στον πίνακα 4 του παραρτήματος αναφέρεται η ταχύτητα της μπάλας, όπως καταγράφηκε σε ορισμένες από τις παραπάνω έρευνες.

2.3.7. Είδος Σουτ

Το είδος σουτ που χρησιμοποιεί ένας δοκιμαζόμενος για να λακτίσει την μπάλα φαίνεται ότι επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα που αποκτά η τελευταία. Αυτό τουλάχιστον διαπιστώνει η έρευνα των Mc Lean & Tumilty (1993), όπου εξετάστηκε η ασυμμετρία των ποδιών σε σχέση με το ποδοσφαιρικό σουτ. Δώδεκα ποδοσφαιριστές δοκίμασαν ένα χαμηλό και ένα ψηλοκρεμαστό σουτ και με τα δύο πόδια, μετά από προσέγγιση τριών βημάτων σε ειδική πλατφόρμα (Rekortan: Voigt Sohne GmbH, Castrop-Rauxel, Germany). Η ταχύτητα της μπάλας μετρήθηκε με ειδικό μηχάνημα (Midex radar gun:

Mountain View, California, USA). Τα αποτελέσματα, όσον αφορά στην ταχύτητα της μπάλας, φανέρωσαν υπεροχή του χαμηλού σουτ και του λακτίσματος με το δεξί πόδι.

Επιπλέον, στην έρευνα των Levanon & Darpena (1998) – όπου έξι ποδοσφαιριστές εκτέλεσαν προσπάθειες με δύο είδη σουτ (με το κεντρικό μετατόρσιο και με το εσωτερικό μέρος του άκρου ποδιού) – το σουτ με το κεντρικό μετατόρσιο υπερτερούσε σημαντικά – όσον αφορά στην επίτευξη υψηλής ταχύτητας στην μπάλα – σε σύγκριση με το σουτ με το εσωτερικό μέρος του άκρου ποδιού (28,6 έναντι 22,5 m/sec).

Αντίθετα, στην έρευνα των Jonsdottir & Finch (1998) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπαθειών με το κεντρικό και με το εσωτερικό μετατόρσιο. Στην έρευνα αυτή το δείγμα αποτελείτο από 11 παίκτριες ποδοσφαίρου, γεγονός που σημαίνει πως, εάν οι δοκιμαζόμενοι ήταν άντρες, πιθανώς τα αποτελέσματα να ήταν διαφορετικά.

Από τα παραπάνω διακρίνεται η σχέση της ταχύτητας που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ, με πολλές παραμέτρους, όπως είναι ο τρόπος προσέγγισης προς την μπάλα, η ακαμψία της επιφάνειας επαφής, η ακολουθία της κίνησης των μελών του παίκτη και άλλες. Συνεπώς, εκείνο που προκαλεί ενδιαφέρον είναι η εξέταση πιθανής συσχέτισης της ταχύτητας της μπάλας με τις ΕΔΑ – γεγονός που θα πρέπει να απασχολήσει περισσότερο τους επιστήμονες και να ερευνηθεί διεξοδικότερα.

2.4. ΕΛΑ

Οι εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στους επιστήμονες και ιδιαίτερος στο χώρο του ποδοσφαίρου (Jónsdóttir & Finch, 1998). Εντούτοις, παραμένει ακόμα αδιευκρίνιστη η επίδραση των δυνάμεων αυτών στην ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά τη διάρκεια του πιο δημοφιλούς ερευνητικού αντικειμένου στο ποδόσφαιρο: του σουτ (Barfield, 1998).

Οι ΕΔΑ των παικτών του ποδοσφαίρου έχουν εξεταστεί κατά το περπάτημα και το τρέξιμο. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Saggini & Vecchiet (1995) εξετάστηκαν οι εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης των ποδοσφαιριστών στις δύο παραπάνω δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, στο κανονικό πάτημα του ποδιού κατά το βάδισμα, η πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης συνιστώσας (F_z) χαρακτηρίζονταν από υψηλές τιμές, ήτοι 1,48 φορά το σωματικό βάρος (ΣΒ) των δοκιμαζόμενων. Η δεύτερη κορύφωση ήταν κατώτερη αλλά όχι στατιστικά σημαντική (σε σύγκριση με μη ποδοσφαιριστές), ενώ η τρίτη ήταν σημαντικά μικρότερη από την κανονική (όλα για την κατακόρυφη δύναμη). Η τιμή της πλάγιας συνιστώσας (F_x) δεν διέφερε από την αντίστοιχη των ατόμων που δεν ασχολούνται με το ποδόσφαιρο. Αντίθετα, η προσθιοπίσθια συνιστώσα (F_y) φάνηκε σημαντικά μεγαλύτερη στη 2^η και στην 3^η κορύφωση. Επιπλέον, υπήρχε υψηλότερη ταχύτητα κατά τη φάση επαφής και μειωμένη κατά την προωστική φάση. Κατά την προσπάθεια του τρεξίματος τα αποτελέσματα ήταν ανάλογα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η ανάπτυξη μιας κινητικής πράξης – όπως το βάδισμα και το τρέξιμο – φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά

από τα διαφοροποιημένα μορφοδομικά χαρακτηριστικά των αθλητριών και των αθλητών ποδοσφαίρου.

Ανάλογα αποτελέσματα με την παραπάνω, έδωσε και η έρευνα των Saggini et al. (1993). Το συμπέρασμα των ερευνητών ήταν πως τα «αποτυπώματα» της εδαφικής αντίδρασης των επαγγελματιών ποδοσφαιριστών είναι επαναληπτικά, χαρακτηριστικά και διαφορετικά από την ομάδα ελέγχου.

2.4.1. ΕΔΑ και Ποδοσφαιρικό Σουτ

Δεν υπάρχουν πολλές έρευνες στη βιβλιογραφία οι οποίες να αναφέρονται ολοκληρωμένα στις ΕΔΑ που παράγονται από το πόδι στήριξης κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Rodano et al. (1988) η υψηλότερη τιμή των ΕΔΑ παρατηρήθηκε στην κατακόρυφη δύναμη (περίπου 2.000 Nt, ήτοι 1,93-2,36 φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων). Οι άλλες δύο ορθογώνιες συνιστώσες κυμάνθηκαν από 0,5 έως 0,88 φορά το σωματικό βάρος. Στην έρευνα αυτή εξετάστηκε και η χρονική στιγμή της κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης. Η μέγιστη δύναμη συμπίπτει με την, προς τα κάτω, επιτάχυνση του ποδιού λακτίσματος και συντελείται 0,08-0,12 δευτερόλεπτα πριν από την επαφή με την μπάλα. Στην έρευνα αυτή δεν εξετάστηκε τυχόν σχέση των ΕΔΑ με την ταχύτητα της μπάλας ή την ακρίβεια του σουτ.

Στην έρευνα των Isokawa & Lees (1988) οι επιστήμονες μελέτησαν τις ΕΔΑ σε συνάρτηση με τη γωνία προσέγγισης. Οι τιμές της κατακόρυφης δύναμης κυμάνθηκαν από 1362-1454 Nt, της προσθιοπίσθιας από 63-398 Nt και της

πλάγιας από 68-583 Nt. Στην έρευνα αυτή έγινε αναφορά στα δυναμογραφήματα των ΕΔΑ, τα σχεδιαγράμματα των οποίων μεταβάλλονταν, όταν διαφοροποιούνταν η γωνία προσέγγισης. Στην ίδια έρευνα καταμετρήθηκε και η ταχύτητα της μπάλας, όμως η τελευταία δεν θα μπορούσε να συσχετιστεί με τις ΕΔΑ, επειδή ένας βασικός παράγοντας – η γωνία προσέγγισης – ήταν ασταθής.

Ταχύτητα μπάλας και ΕΔΑ: Στην έρευνα των Asami & Nolte (1983), όπως έχει ήδη αναφερθεί, βρέθηκε υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα της μπάλας και σε πολλές παραμέτρους. Στην ίδια έρευνα μετρήθηκαν οι ΕΔΑ του ποδιού στήριξης, με τη χρήση μιας δυναμοπλατφόρμας, όμως οι συσχετίσεις ανάμεσα στις δυνάμεις αυτές και στην ταχύτητα της μπάλας δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Η μέση τιμή της κατακόρυφης δύναμης τη στιγμή της επαφής του ποδιού του παίκτη με την μπάλα, έφτασε τα 1820 Nt (περίπου 2,4 φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων).

Παράλληλα, στην έρευνα των Rodano & Tavana (1993) έγινε τρισδιάστατη ανάλυση της προσπάθειας για σουτ. Η διαδικασία περιελάμβανε πέντε εκτελέσεις σουτ με το ΚΜ, με δύο βήματα προσέγγιση. Η κατακόρυφη δύναμη έφτασε τις 2,69 φορές το σωματικό βάρος, ενώ η πλάγια τη 1,24 φορά. Η μέση τιμή της κατακόρυφης δύναμης κατά την επαφή του ποδιού με την μπάλα, ήταν στις 2,04 φορές. Στην έρευνα αυτή δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις ΕΔΑ και στην ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα κατά την εκτέλεση των προσπαθειών.

Στην έρευνα των Jónsdóttir & Finch (1998) εξετάστηκαν οι ΕΔΑ σε δύο είδη λακτίσματος: με το κεντρικό

και με το εσωτερικό μετατόριστο. Το δείγμα αποτελούσαν 11 παίκτριες, μέλη της γυναικείας ομάδας ποδοσφαίρου του πανεπιστημίου της Ιντιάνα. Σε κάθε είδος σουτ πραγματοποιήθηκαν έξι προσπάθειες με προσέγγιση δύο βημάτων. Στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε ανάμεσα στις πρόσθιο-οπίσθιες ΕΔΑ σε σχέση με το είδος λακτίσματος. Παράλληλα, τα αποτελέσματα δεν φανέρωσαν καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά των μεταβλητών που αφορούσαν στο είδος λακτίσματος και στη διαφορετική προσπάθεια σε σχέση με την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα.

Αντίθετα, σε έρευνα του Barfield (1995) καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα και στη μέγιστη πλάγια δύναμη, καθώς και στο χρόνο έως την εκδήλωση της τελευταίας. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι πιθανή αύξηση της πλάγιας δύναμης στο πόδι στήριξης, κατά την εκτέλεση προσπάθειας για σουτ με πλάγια προσέγγιση και δύο βήματα φόρα, ίσως συμβάλλει σε μεγαλύτερη ταχύτητα της μπάλας.

Επιπλέον, στην έρευνα των Dos Anjos & Adrian (1986) επιδέξιοι – με πενταετή, τουλάχιστον, αγωνιστική εμπειρία – και μη επιδέξιοι παίκτες – με πολύ μικρή εμπειρία στο ποδόσφαιρο – σούταραν με μέγιστη δύναμη μια στατική μπάλα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι επιδέξιοι παίκτες παρήγαγαν μεγαλύτερη μέση ταχύτητα στην μπάλα (25,9 m/sec, έναντι 23,4), όπως και υψηλότερες τιμές ΕΔΑ στο πόδι στήριξης, σε σύγκριση με τους μη επιδέξιους. Οι δυνάμεις που εκδηλώθηκαν από τους επιδέξιους ποδοσφαιριστές στο πόδι στήριξης ήταν μεγαλύτερες από εκείνες που παρατηρήθηκαν σε περπάτημα ή

τρέξιμο (Edwards et al., 1984). Οι ερευνητές συμπέραναν πως η μεγαλύτερη ταχύτητα της μπάλας, που παρατηρήθηκε στους επιδέξιους παίκτες είναι πιθανόν να οφείλεται μερικώς στις μεγαλύτερες δυνάμεις που παράγονται σε αυτούς τους παίκτες.

Τέλος, σε έρευνα ανασκόπησης του Barfield (1998) αναφέρεται πως η δύναμη που παράγεται από τον τρόπο προσέγγισης και την τοποθέτηση του ποδιού στήριξης κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ, είναι δυνατόν να επηρεάσει τις δυνάμεις που τελικά συνεισφέρουν στην προώθηση της μπάλας. Στον πίνακα 5 του παραρτήματος παρουσιάζονται οι τιμές των ΕΔΑ, όπως έχουν καταγραφεί στις έρευνες των Asami & Nolte (1983), Dos Anjos & Adrian (1986), Isokawa & Lees (1988), Jónsdóttir & Finch (1998), Rodano &

Tavana (1993) και Rodano et al. (1988).

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί πως οι ΕΔΑ του ποδιού στήριξης κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ, δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς από τους ερευνητές. Επιπλέον, διαφαίνεται μια διχογνωμία σχετικά με το εάν οι υψηλές τιμές των ΕΔΑ επιδρούν στην ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση του λακτίσματος, αν και φαίνεται ότι ορισμένες παραμέτρους των δυνάμεων αυτών είναι δυνατόν να σχετίζονται σημαντικά με την ταχύτητα της μπάλας. Η παρούσα έρευνα επιχείρησε να εξετάσει τις ΕΔΑ που εκδηλώνονται στο πόδι στήριξης κατά τη διάρκεια σουτ με το κεντρικό, το εσωτερικό και το εξωτερικό μετατόριστο, με δύο γωνίες προσέγγισης, καθώς και τυχόν συσχέτισή τους με την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα.

3. ΜΕΘΟΔΟΣ

3.1. Το Δείγμα

Οι δοκιμαζόμενοι ήταν επαγγελματίες παίκτες ποδοσφαίρου ομάδων της Εθνικής Κατηγορίας. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν παίκτες από επαγγελματικές ομάδες, ώστε να υπάρξει ομοιογένεια ως προς την τεχνική κατάρτιση και να περιοριστούν τυχόν φαινόμενα λανθασμένης εκτέλεσης των τριών ειδών σουτ. Ταυτόχρονα, οι ποδοσφαιριστές είχαν ως ισχυρό-καλό πόδι τους το δεξί («δεξιοπόδαροι»), ώστε να αποκλειστούν περιπτώσεις τυχόν διαφορών κατά την εκτέλεση των λακτισμάτων, εξαιτίας πιθανής ασυμμετρίας. Τέλος, ο αριθμός των δοκιμαζόμενων που συμμετείχε στην έρευνα ανήλθε στους εννέα, εκ των οποίων δύο ήταν αμυντικοί, τρεις κεντρώοι και τέσσερις επιθετικοί παίκτες. Το δείγμα προσεγγίστηκε δια μέσου προσωπικής επαφής του ερευνητή, τόσο με τους προπονητές, όσο και με τους ίδιους τους παίκτες.

3.2. Όργανα

Για την καταγραφή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν ειδικά όργανα ηλεκτρονικής δυναμογράφησης και μέτρησης της ταχύτητας της μπάλας κατά την εκτέλεση του σουτ. Επιπλέον, όλες οι προσπάθειες των ποδοσφαιριστών βιντεογραφήθηκαν, προκειμένου να ελεγχθεί η τήρηση της σωστής εκτέλεσης των λακτισμάτων.

3.2.1. Δυναμογράφηση

Το όργανο καταγραφής των ΕΛΑ ήταν ένα φορητό ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο (εικόνα 1), τύπου 9286AA με εσωτερικό ενισχυτή

Kistler. Το συγκεκριμένο δυναμοδάπεδο έχει διαστάσεις (μήκος x πλάτος x ύψος) 600 x 400 x 35 χιλιοστά και τοποθετήθηκε σε ειδική κατασκευή, με τρόπο ώστε να μην προεξέχει από αυτήν. Ταυτόχρονα, ήταν σταθεροποιημένο σε απόσταση 9,15 μέτρων (είναι η απόσταση του σημείου του πέναλτι από το τέρμα, στο ποδόσφαιρο) από τον επιδιωκόμενο στόχο.

Η ειδική κατασκευή (ή αλλιώς: επιφάνεια προσέγγισης) είναι φτιαγμένη από κόντρα πλακέ θαλάσσης και οι διαστάσεις της είναι 3,66 μέτρα μήκος επί 2,50 μέτρα πλάτος. Παράλληλα, είναι υπερυψωμένη από το έδαφος κατά 35 χιλιοστά, έτσι ώστε να μην προεξέχει το ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο που τοποθετήθηκε σε αυτήν. Η κατασκευή αποτελείται από τρία επιμέρους μέρη, όπου το κάθε ένα έχει διαστάσεις 1,22 μέτρα μήκος (3 μέρη επί 1,22 μέτρα = 3,66 μέτρα συνολικά) επί 2,50 μέτρα πλάτος. Στο ένα μέρος έχει αφαιρεθεί τμήμα διαστάσεων 0,61 μέτρα μήκος επί 0,41 μέτρα πλάτος, έτσι ώστε το ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο που τοποθετήθηκε εκεί να μην έρχεται σε επαφή με την κατασκευή – με κίνδυνο αλλοίωσης των πραγματικών μετρήσεων του οργάνου, εξαιτίας κραδασμών. Η ειδική κατασκευή βιδώθηκε στο έδαφος για να μην μετατοπίζεται από τις κινήσεις των παικτών κατά την εκτέλεση των προσπαθειών τους. Η επιφάνεια προσέγγισης με ενσωματωμένο το ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο απεικονίζεται στο σχεδιάγραμμα 2 του παραρτήματος.

3.2.2 Μέτρηση Ταχύτητας Μπάλας

Για τη μέτρηση της ταχύτητας που αποκτούσε η μπάλα κατά την εκτέλεση των σουτ, χρησιμοποιήθηκε

το σύστημα εκπομπής και λήψης ακτινοβολίας laser (ΣΕΛΑ), όπως έχει κατασκευαστεί και χρησιμοποιηθεί από τον Μπάγιο (1998). Η μέτρηση της ταχύτητας στηρίχτηκε στο χρόνο κατά τον οποίο η μπάλα, καθώς διαπερνούσε την υπέρυθρη ακτινοβολία, διέκοπτε την εκπομπή της. Η ταχύτητα καταμετρήθηκε με συνυπολογισμό της διαμέτρου της ποδοσφαιρικής μπάλας, η οποία ήταν 21,7 εκατοστά. Πιο συγκεκριμένα, καταμετρήθηκε η στιγμιαία οριζόντια ταχύτητα της μπάλας, όταν η τελευταία περνούσε από το επίπεδο που όριζαν ο πομπός και οι δέκτες ακτινοβολίας, στο ανάλογο χρονικό διάστημα (t).

Για την εκπομπή της υπέρυθρης ακτινοβολίας κατασκευάστηκε και τοποθετήθηκε ειδικό όργανο (εκπομπέας laser) στην οροφή της κλειστής αίθουσας όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Ειδικός φακός μετατροπής του ίχνους σε γραμμή (line generator) προσαρμόστηκε μπροστά από τη δίοδο laser. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκε από τον εκπομπέα μια γραμμή ακτινοβολίας, πάχους τεσσάρων χιλιοστών, γωνίας 60° και σε κάθετη απόσταση από το έδαφος τεσσάρων μέτρων. Η γραμμή που έφτανε στο έδαφος, απλώνονταν σε μήκος 4,62 μέτρων. Εκεί ήταν τοποθετημένο ένα ειδικό όργανο λήψης της ακτινοβολίας που αποτελείτο από μια συστοιχία δεκτών, συνολικού μήκους 295,2 εκατοστών.

Η ηλεκτρονική λειτουργία του όλου συστήματος μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη: στην εκπομπή της ακτινοβολίας, στη λήψη της ακτινοβολίας και στην καταγραφή της στο ειδικό συχνόμετρο. Το τελευταίο μέρος περιλαμβάνει τα τροφοδοτικά όργανα του συστήματος, τον καταγραφέα παλμών και μια ειδική

κονσόλα στην οποία ελέγχεται ο εκπομπέας και η συστοιχία δεκτών της ακτινοβολίας. Στις εικόνες 2, 3 και 4 του παραρτήματος απεικονίζονται τα παραπάνω επιμέρους όργανα του ΣΕΛΑ.

Κατά τη διέλευση της μπάλας μέσα από τη συστοιχία των δεκτών είναι πιθανόν να υπάρχει ένα μικρό σφάλμα στη μέτρηση της ταχύτητας. Αυτό θα συμβεί επειδή οι δέκτες έχουν μια απόσταση μεταξύ τους και, εάν η μπάλα διέλθει μεταξύ αυτού του μεσοδιαστήματος, τότε η ένδειξη της ταχύτητας που θα καταγραφεί δεν θα είναι απολύτως ακριβής. Σύμφωνα με τους Bayios et al. (2000), η εξίσωση που δίνει το εκατοστιαίο σφάλμα είναι η εξής:

$$\% X = [1 - \sqrt{1 - (S / 2R)^2}] 100$$

όπου: X = το σφάλμα,

2R = η διάμετρος της μπάλας

S = η απόσταση ανάμεσα στους δύο γειτονικούς δέκτες

Όταν η μπάλα διέρχεται ακριβώς πάνω από έναν δέκτη, τότε το σφάλμα είναι μηδενικό. Στην ακριβώς αντίθετη περίπτωση – όταν η μπάλα διέρχεται στο μέσο της αποστάσεως μεταξύ δύο γειτονικών δεκτών – τότε το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να παρουσιαστεί είναι X = 1,80 % (με S = 4,1 εκατοστά και 2R = 21,7 εκατοστά). Η αξιοπιστία του ΣΕΛΑ έχει αξιολογηθεί και έχει κριθεί κατάλληλο – συντελεστής συσχέτισης: 0,99, συντελεστής μεταβλητότητας: 2,2 % – για τη μέτρηση της ταχύτητας της μπάλας σε ομαδικά αθλήματα (Bayios et al., 2000).

Με το παραπάνω σύστημα μπόρεσε να καταμετρηθεί μόνο η οριζόντια στιγμιαία ταχύτητα της μπάλας, επειδή το επίπεδο της ακτινοβολίας ήταν παράλληλο με το επίπεδο του στόχου και κάθετο στο επίπεδο του εδάφους. Επιπλέον, ως μηδενική θεωρήθηκε τυχόν τριβή της μπάλας με τον αέρα.

3.2.3. Βιντεογράφιση

Η όλη διαδικασία καταγράφηκε με κάμερα, η οποία τοποθετήθηκε στη νοητή ευθεία του δυναμοδαπέδου και κάθετα προς την προσδοκώμενη κατεύθυνση της μπάλας. Η βιντεογράφιση των προσπαθειών κρίθηκε απαραίτητη, ώστε να αξιολογηθεί στη συνέχεια η σωστή εκτέλεση των τριών ειδών σουτ, καθώς και της γωνίας προσέγγισης. Η κάμερα που χρησιμοποιήθηκε ήταν Panasonic, τύπου NV-M10E, ταχύτητας 25 frames / sec.

3.2.4. Άλλα Όργανα

Για τη εκτέλεση της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε μια ποδοσφαιρική μπάλα κανονικών διαστάσεων και βάρους (περιμέτρου 68,2 εκατοστών, βάρους 423 γραμμαρίων και διαμέτρου 21,7 εκατοστών). Η μπάλα καταμετρήθηκε με ειδικό όργανο (οστεοδιαμετροδιαβήτη), ώστε να υπολογιστεί με ακρίβεια η διάμετρός της.

Μπροστά από τους δέκτες της υπέρυθρης ακτινοβολίας τοποθετήθηκαν δύο ξύλινες κατασκευές, υπερυψωμένες κατά 12 εκατοστά, ώστε να εμποδίζεται τυχόν άμεση πρόσκρουση της μπάλας με αυτούς. Στόχος των σουτ αποτέλεσε ένα τέρμα χειροσφαίρισης (χάντμπολ), το οποίο βρίσκονταν σε απόσταση 9,15 μέτρων (απόσταση σημείου πέναλτι στο ποδόσφαιρο) από το σημείο τοποθέτησης της μπάλας – στον απέναντι τοίχο της αίθουσας όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Το τέρμα είχε καλυφθεί από τρία στρώματα γυμναστικής, ώστε να απορροφηθεί μεγάλο μέρος της ορμής της μπάλας και να αποφευχθεί, όσο το δυνατόν, τυχόν ανεξέλεγκτη πορεία της τελευταίας. Στο μέσο του

κεντρικού στρώματος είχε ζωγραφιστεί κύκλος διαμέτρου 22 εκατοστών (όσο είναι περίπου η διάμετρος της μπάλας), ο οποίος χρησίμευσε ως ο επιδιωκόμενος στόχος των σουτ των παικτών. Ως επιτυχημένο σουτ θεωρήθηκε εκείνο που η μπάλα πετύχαινε ένα από τα τρία στρώματα γυμναστικής. Οι μέγιστες αποκλίσεις από τον επιδιωκόμενο στόχο παρουσιάζονται στα σχεδιαγράμματα 3 και 4 του παραρτήματος.

Επιπλέον, για τη μέτρηση του σωματικού αναστήματος χρησιμοποιήθηκε ειδικό όργανο (αναστημόμετρο), με ακρίβεια 0,1 εκατοστού. Τέλος, το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων καταμετρήθηκε με ειδικό όργανο (μηχανικός ανθρωποζυγός τύπου Bilance Salus), με ακρίβεια της τάξης του 0,1 κιλού. Στο σχεδιάγραμμα 5 του παραρτήματος παρουσιάζεται σε κάτοψη η θέση των οργάνων για τη διαδικασία των μετρήσεων.

3.3. Διαδικασία Μέτρησης

Οι δοκιμαζόμενοι πριν προσέλθουν στην αίθουσα πραγματοποίησης της έρευνας, είχαν ενημερωθεί για τη διαδικασία και τους πιθανούς της κινδύνους. Την ημέρα της μέτρησης, υπέγραψαν τη δήλωση συγκατάθεσής τους και ενημερώθηκαν λεπτομερέστερα για τον τρόπο εκτέλεσης των προσπαθειών. Όλοι οι παίκτες προσήλθαν με αθλητική περιβολή και κατάλληλα ποδοσφαιρικά παπούτσια εσωτερικού χώρου. Αρχικά – και αφού μετρήθηκε και καταγράφηκε το σωματικό τους βάρος και ανάστημα – πραγματοποιήθηκε προθέρμανση και εξοικείωση των δοκιμαζόμενων με τη διαδικασία.

Στη συνέχεια, ο κάθε ένας εκτέλεσε τρία σουτ για την κάθε συνθήκη από τα 9,15 μέτρα σε στατική μπάλα. Οι συνθήκες ήταν οι έξι παρακάτω: α) ΚΜ, σε 0° γωνία, β) ΚΜ, σε 45° γωνία, γ) ΣΜ, σε 0° γωνία, δ) ΣΜ, σε 45° γωνία, ε) ΞΜ, σε 0° γωνία και στ) ΞΜ, σε 45° γωνία. Επομένως, συνολικά ο κάθε δοκιμαζόμενος εκτέλεσε 18 σουτ προς το στόχο (3 λακτίσματα x 6 συνθήκες). Η σειρά εκτέλεσης των λακτισμάτων ήταν διαφορετική για τον κάθε παίκτη, έτσι ώστε να περιοριστεί τυχόν επίδραση της κούρασης, της μάθησης ή της εξοικείωσης με τη διαδικασία στις επόμενες προσπάθειες των δοκιμαζόμενων.

Από τους δοκιμαζόμενους ζητήθηκε να λακτίσουν την μπάλα με μέγιστη δύναμη, τοποθετώντας το πόδι στήριξης στο ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο που βρισκόταν πλησίον της μπάλας. Η απόσταση τοποθέτησης της μπάλας από το δυναμοδάπεδο εξαρτιόταν από την τεχνική κατάρτιση και τις ιδιαιτερότητες του κάθε παίκτη και οριστικοποιήθηκε κατά την εκτέλεση λακτισμάτων στην προθέρμανση. Η απόσταση αυτή ορίστηκε έτσι ώστε, αφενός να επιτυγχάνεται η σωστή εκτέλεση των λακτισμάτων και αφετέρου το σταθερό πόδι να στηρίζεται κατάλληλα στο δυναμοδάπεδο κατά την εκτέλεση των σουτ.

Οι δοκιμαζόμενοι χρησιμοποιούσαν δύο βήματα για να προσεγγίσουν την μπάλα, ανάλογα με τη γωνία που απαιτείτο κάθε φορά. Για το λόγο αυτό, υπήρχαν σημεία στην ειδική κατασκευή των σημείων που αντιστοιχούσαν στις γωνίες προσέγγισης των 45° και των 0°. Τρεις επιτυχημένες προσπάθειες των δοκιμαζόμενων καταγράφηκαν και επιλέχθηκε για στατιστική

επεξεργασία εκείνη στην οποία επιτεύχθηκε η υψηλότερη τιμή ταχύτητας μπάλας. Αν η τελευταία αποτελούσε ακραία τιμή, τότε λαμβάνονταν η αμέσως υψηλότερη από τις άλλες δύο.

3.4. Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων που προέκυψαν από το ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο πραγματοποιήθηκε δια μέσου ενός φορητού υπολογιστή. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με βάση το λογισμικό πρόγραμμα BioWare της Kistler (Biomechanical Software Analysis System for version 3.0 for Windows 95, type 2812A1-3).

3.4.1. Στατιστική Ανάλυση

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές της έρευνας ήταν οι εξής: α) τα τρία είδη σουτ και β) οι δύο γωνίες προσέγγισης. Παράλληλα, οι εξαρτημένες μεταβλητές ήταν η ταχύτητα μπάλας, χρονικές και δυναμικές παράμετροι από τις ΕΔΑ του ποδιού στήριξης. Οι μεταβλητές των ΕΔΑ που αναλύθηκαν στην παρούσα έρευνα αναφέρονται στον πίνακα 1 και απεικονίζονται στο σχεδιάγραμμα 1 του παραρτήματος.

Για τη ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε αρχικώς περιγραφική στατιστική, ώστε να καταμετρηθούν οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των εξαρτημένων μεταβλητών. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση διασποράς (3 x 2 ΜΑΝΟΒΑ), προκειμένου να διαπιστωθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σε κάθε μεταβλητή ξεχωριστά. Η σημαντικότητα ορίστηκε στο επίπεδο 0,05 ($p < 0,05$). Επιπλέον,

χρησιμοποιήθηκαν μετά-Ανονα συγκρίσεις για να διαπιστωθεί ποιοι μέσοι όροι, μέσα σε κάθε μεταβλητή, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο έλεγχος Tukey (HSD), καθώς θεωρείται σχετικά αυστηρός, αποδίδοντας τη δίκαια σημαντική διαφορά (δηλαδή δεν αποδίδει εύκολα στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων όρων). Τέλος έγινε συσχέτιση των μεταβλητών, με βάση το συντελεστή συσχέτισης r (Pearson), για να διαπιστωθεί εάν η ταχύτητα της μπάλας επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από χρονικές και δυναμικές παραμέτρους των ΕΔΑ.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των στατιστικών προγραμμάτων SPSS και Statistica.

3.4.2. Συνεργάτες

Για την πραγματοποίηση της έρευνας ήταν απαραίτητη η συνδρομή τουλάχιστον δύο συνεργατών, έχοντας ο κάθε ένας ειδικές αρμοδιότητες. Οι ρόλοι των συνεργατών αναφέρονται στο χειρισμό του φορητού ηλεκτρονικού υπολογιστή, και του ηλεκτρονικού μηχανήματος μέτρησης της ταχύτητας της μπάλας.

3.5. Χρονοδιάγραμμα

Ο χρόνος προθέρμανσης και εξοικείωσης των δοκιμαζόμενων με τη διαδικασία ανήρθε σε ένα δεκάλεπτο για τον κάθε ένα ξεχωριστά. Παράλληλα, η εκτέλεση της κάθε προσπάθειας διαρκούσε γύρω στο ένα λεπτό. Επομένως, ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης της όλης διαδικασίας από τον κάθε δοκιμαζόμενο ανήρθε περίπου στα τριάντα λεπτά.

3.6. Πιλοτική Έρευνα

Στο πλαίσιο της επαλήθευσης της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα στις 7 Νοεμβρίου του 2000. Συμμετείχαν τρεις φοιτητές του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) των Αθηνών, οι οποίοι είχαν επιλέξει ως μάθημα ειδικότητας το ποδόσφαιρο. Ο πρώτος δοκιμαζόμενος είχε σωματικό βάρος 70,7 κιλά, ο δεύτερος 66,4 και ο τρίτος 76,3. Η διαδικασία ακολουθήθηκε όπως αναφέρεται παραπάνω (προθέρμανση και εξοικείωση με τη διαδικασία, εκτέλεση των έξι συνθηκών). Η συνολική διαδικασία της μέτρησης και των τριών δοκιμαζόμενων είχε διάρκεια γύρω στη μία ώρα (55 λεπτά).

Η ταχύτητα της μπάλας κυμάνθηκε ανάμεσα στα 17 έως 28 μέτρα το δευτερόλεπτο. Η χαμηλότερη τιμή σημειώθηκε σε σουτ με το ΣΜ υπό γωνία 0° και η υψηλότερη σε σουτ με το ΚΜ υπό γωνία 45° . Η τελευταία ήταν η συνθήκη όπου σημειώθηκε η υψηλότερη, κατά μέσο όρο, τιμή ταχύτητας μπάλας, στις προσπάθειες και των τριών παικτών. Δύο δοκιμαζόμενοι σημείωσαν τις υψηλότερες τους, μέσες, τιμές στην εκτέλεση του σουτ με το ΚΜ – σε σύγκριση με τα άλλα δύο είδη – ενώ ο τρίτος στο σουτ με το ΞΜ.

Παράλληλα, η ταχύτητα της μπάλας συσχετίστηκε με τις μεταβλητές των ΕΔΑ, όπως οι τελευταίες έχουν καθοριστεί παραπάνω. Καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν παρατηρήθηκε (συντελεστής συσχέτισης: Pearson, r), τόσο όσον αφορά στην εφαρμογή των δυνάμεων, όσο και στη χρονική διάρκεια πραγματοποίησής τους.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε αρχικώς με περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις) και στη συνέχεια έγινε πολυπαραγοντική ανάλυση διασποράς (3 x2 Μανονα) και επιμέρους συσχέτιση των μεταβλητών, με βάση το συντελεστή συσχέτισης r (Pearson), σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιβεβαιωθούν ή να απορριφθούν οι ερευνητικές υποθέσεις που έχουν τεθεί, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης, διαφοροποιείται ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες.

2. Οι ΕΔΑ που εκδηλώνονται κατά

την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης, διαφοροποιούνται ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες.

3. Ορισμένες παράμετροι των ΕΔΑ έχουν σημαντική συσχέτιση με την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης

4.1. Χαρακτηριστικά Ερευνητικού Δείγματος

Εννέα επαγγελματίες παίκτες (δύο αμυντικοί, τρεις της μεσαίας γραμμής και τέσσερις επιθετικοί) από δύο ομάδες της Εθνικής κατηγορίας ποδοσφαίρου συμμετείχαν στην έρευνα. Ο μέσος όρος ηλικίας των δοκιμαζόμενων ήταν τα 25,67 χρόνια, ενώ είχαν μέση επαγγελματική εμπειρία τα 7,44 έτη (πίνακα 4.1).

Πίνακας 4-1. Χαρακτηριστικά Ερευνητικού Δείγματος

Χαρακτηριστικά	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Σωματικό Ανάστημα (εκατοστά)	186,10	5,84
Σωματικό Βάρος (κιλά)	80,82	9,95
Χρονολογική Ηλικία (έτη)	25,67	3,68
Επαγγελματική Εμπειρία (έτη)	7,44	3,47

4.2. Ταχύτητα Μπάλας

Με την εκτέλεση των προσπαθειών στις έξι διαφορετικές συνθήκες η μέση ταχύτητα την οποία απέκτησε η μπάλα παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2. Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 27,4 m/sec έως 30,4 m/sec, χωρίς όμως να παρατηρείται στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > 0,05$) μεταξύ των έξι επιμέρους συνθηκών εκτέλεσης. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς το είδος σουτ και ειδικότερα μεταξύ του ΚΜ και του ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), αλλά όχι ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

4.3. Χρονικές και Δυναμικές Παράμετροι της Δράσης του Ποδιού Στήριξης

4.3.1. Χρονικές Παράμετροι

Η ανάλυση του δυναμογραφήματος έδωσε τις χρονικές και δυναμικές παραμέτρους που αντιστοιχούν στη δράση του ποδιού στήριξης ως προς τους τρεις άξονες. Οι χρονικές αφορούν στις κρίσιμες στιγμές κορύφωσης της κατακόρυφης, προσθιοπίσθιας και πλάγιας δύναμης, ενώ και οι τελευταίες σε απόλυτες και σχετικές τιμές αποτέλεσαν αντικείμενο ανάλυσης.

Πίνακας 4-2. Μέσοι Όροι (Τυπικές Αποκλίσεις) της Ταχύτητας της Μπάλας (σε m/sec) και Έλεγχος Σημαντικότητας Ανάμεσα στις Έξι Συνθήκες ($p < 0,05$).

Συνθήκη Εκτέλεσης	Ταχύτητα Μπάλας Μ.Ο. (Τυπ. Απ.)	F	p
KM 0	30,17 (2,02)	2,12	ns
KM 45	30,41 (3,02)		
ΣΜ 0	27,79 (2,89)		
ΣΜ 45	29,12 (2,86)		
ΞΜ 0	27,36 (2,86)		
ΞΜ 45	27,98 (2,09)		

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά)

α) Συνολικός χρόνος (T-gen). Τα δεδομένα του πίνακα 4.3 εμφανίζουν τις μέσες τιμές της παραμέτρου, οι οποίες κυμάνθηκαν από 0,268 έως 0,352 sec. Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν ανάμεσα στις έξι συνθήκες εκτέλεσης δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Εξαίρεση αποτέλεσαν το σουτ με το ΣΜ με 0° (υψηλότερη μέση τιμή) και το ΞΜ με 45° (χαμηλότερη μέση τιμή) που είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ($p = 0,045$). Διαφορά παρατηρήθηκε και στην ανάλυση με βάση το είδος σουτ, καθώς το ΣΜ διέφερε σημαντικά με το ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), αλλά όχι και με βάση τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

β) Χρόνος έως την πρώτη κατακόρυφη κορύφωση (T-Fz1). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου κυμάνθηκαν από 0,023 έως 0,032 sec, χωρίς ωστόσο οι διαφορές να είναι στατιστικά σημαντικές (πίνακες 4.3, 4.6 και 4.8).

γ) Χρόνος έως τη δεύτερη κατακόρυφη κορύφωση (T-Fz2). Η υψηλότερη μέση τιμή της παραμέτρου παρουσιάστηκε στο σουτ με το ΣΜ με 45° (0,109 sec), ενώ η χαμηλότερη στο ΚΜ με 0° (0,077 sec). Ωστόσο, δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακες 4.3, 4.6 και 4.8).

δ) Χρόνος μεταξύ των δύο κατακόρυφων κορυφώσεων (T-Fz12). Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές της παραμέτρου, οι οποίες κυμαίνονται από 0,045 έως 0,082 sec.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακες 4.3, 4.6 και 4.8).

ε) Χρόνος έως την ελάχιστη κατακόρυφη δύναμη (T-Fzm). Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν στις μέσες τιμές της παραμέτρου δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (πίνακες 4.3, 4.6 και 4.8). Οι μέσες τιμές κυμάνθηκαν από 0,038 έως 0,057 sec (πίνακας 4.3).

στ) Χρόνος έως τη μέγιστη πλάγια δύναμη (T-Fx). Δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις μέσες τιμές της παραμέτρου ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες, εξαιρουμένης της γωνίας προσέγγισης (πίνακες 4.3, 4.6 και 4.8). Οι τιμές της παραμέτρου κυμάνθηκαν από 0,034 έως 0,054 sec (πίνακας 4.3).

ζ) Χρόνος έως τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (T-Fy). Ο πίνακας 4.3 παρουσιάζει τις μέσες τιμές της παραμέτρου που κυμάνθηκαν από 0,068 έως 0,086 sec. Οι διαφορές που εμφανίστηκαν ανάμεσα στις μέσες τιμές δεν ήταν σημαντικές (4.3, 4.6 και 4.8).

4.3.2. Δυναμικές Παράμετροι

α) Πρώτη κατακόρυφη κορύφωση (Fz1). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου κυμάνθηκαν από 1897,9 Nt (στο ΣΜ με 0°) έως 2260,3 Nt (στο ΚΜ με 0°). Οι διαφορές ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες εκτέλεσης δεν ήταν σημαντικές (πίνακας 4.4).

Πίνακας 4-3. Μέσοι Όροι (Τυπικές Αποκλίσεις) στις Χρονικές Παραμέτρους (σε sec) του Σουτ με το Κεντρικό (ΚΜ), Εσωτερικό (ΣΜ) και Εξωτερικό Μετατάρσιο (ΞΜ) και Έλεγχος Σημαντικότητας ($p < 0,05$).

Παράμετρος	Είδος Σουτ	Γωνία 0°		Γωνία 45°	
		Μ. Ο. (Τ. Απ.)	Μ. Ο. (Τ. Απ.)	F	p
Συνολικός Χρόνος (T-gen)				2,31	ns
	ΚΜ	0,287 (0,022)	0,282 (0,040)		
	ΣΜ	0,352 (0,118)	0,307 (0,059)		
	ΞΜ	0,282 (0,031)	0,268 (0,021)		
Χρόνος έως την Πρώτη Κορύφωση (T-Fz1)				0,86	ns
	ΚΜ	0,032 (0,006)	0,023 (0,009)		
	ΣΜ	0,029 (0,010)	0,027 (0,014)		
	ΞΜ	0,025 (0,009)	0,026 (0,009)		
Χρόνος έως τη Δεύτερη Κορύφωση (T-Fz2)				0,88	ns
	ΚΜ	0,077 (0,029)	0,088 (0,038)		
	ΣΜ	0,097 (0,050)	0,109 (0,046)		
	ΞΜ	0,080 (0,027)	0,090 (0,026)		
Χρόνος μεταξύ των δύο Κορυφώσεων (T-Fz12)				1,07	ns
	ΚΜ	0,045 (0,029)	0,064 (0,036)		
	ΣΜ	0,067 (0,049)	0,082 (0,048)		
	ΞΜ	0,054 (0,020)	0,063 (0,026)		
Χρόνος έως την Ελάχιστη Κατακόρυφη (T-Fzm)				1,35	ns
	ΚΜ	0,051 (0,018)	0,038 (0,014)		
	ΣΜ	0,057 (0,036)	0,053 (0,025)		
	ΞΜ	0,041 (0,012)	0,039 (0,011)		
Χρόνος έως τη Μέγιστη Πλάγια (T-Fx)				1,67	ns
	ΚΜ	0,035 (0,004)	0,045 (0,022)		
	ΣΜ	0,041 (0,022)	0,054 (0,023)		
	ΞΜ	0,034 (0,006)	0,048 (0,017)		
Χρόνος έως τη Μέγιστη Προσθιοπίσθια (T-Fy)				1,33	ns
	ΚΜ	0,070 (0,040)	0,078 (0,013)		
	ΣΜ	0,068 (0,023)	0,073 (0,023)		
	ΞΜ	0,077 (0,006)	0,086 (0,020)		

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά)

Αντίθετα, υπήρξαν σημαντικές διαφορές ως προς το είδος σουτ και ειδικότερα μεταξύ των ΚΜ και ΣΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), όχι όμως και ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

β) Πρώτη κατακόρυφη κορύφωση σε σχέση με το ΣΒ (Fz1-BW). Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές της παραμέτρου, οι οποίες κυμάνθηκαν από 1,44 (στο ΣΜ με 0°), έως 1,89 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων (στο ΚΜ με 0°). Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες (πίνακας 4.4), ούτε ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8). Αντίθετα, ως προς το είδος σουτ, το

ΣΜ διέφερε σημαντικά από το ΚΜ και το ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7).

γ) Δεύτερη κατακόρυφη κορύφωση (Fz2). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου κυμάνθηκαν από 1687,5 Nt (στο ΣΜ με 0°) έως 2344,4 Nt (στο ΞΜ με 45°) και παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, η χαμηλότερη τιμή εκδηλώθηκε στο σουτ με το ΣΜ με 0°, η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά τόσο από την αντίστοιχη στο ΚΜ με 45° ($p = 0,006$), όσο και από εκείνες του σουτ με το ΞΜ (με ΞΜ 0°: $p = 0,024$ και με ΞΜ 45°: $p = 0,002$). Οι σημαντικές διαφορές που

παρατηρήθηκαν στις μέσες τιμές της παραμέτρου ανάμεσα στις επιμέρους

συνθήκες παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Πίνακας 4-4. Μέσοι Όροι (Τυπικές Αποκλίσεις) στις Δυναμικές Παραμέτρους του Σουτ με το Κεντρικό (ΚΜ), Εσωτερικό (ΣΜ) και Εξωτερικό Μετατόρσιο (ΞΜ) και Έλεγχος Σημαντικότητας ($p < 0,05$).

Παράμετρος	Είδος Σουτ	Γωνία 0°		Γωνία 45°		F	P
		M. Ο. (T. Απ.)	M. Ο. (T. Απ.)	M. Ο. (T. Απ.)	M. Ο. (T. Απ.)		
Πρώτη κορύφωση (Fz1) σε Nt						1,80	ns
	ΚΜ	2260,3 (315,8)		2126,0 (357,5)			
	ΣΜ	1897,9 (259,9)		1960,5 (323,7)			
	ΞΜ	2177,2 (324,6)		2187,5 (312,0)			
Πρώτη Κορύφωση σε Σχέση με το ΣΒ (Fz1-BW)						1,93	ns
	ΚΜ	1,89 (0,33)		1,71 (0,35)			
	ΣΜ	1,44 (0,39)		1,52 (0,48)			
	ΞΜ	1,78 (0,33)		1,80 (0,34)			
Δεύτερη Κορύφωση (Fz2) σε Nt						4,68	0,001
	ΚΜ	2155,5 (384,8)		2281,1 (345,4)			
	ΣΜ	1687,5 (348,6)		1962,6 (361,2)			
	ΞΜ	2203,6 (258,8)		2344,4 (308,4)			
Δεύτερη Κορύφωση σε Σχέση με το ΣΒ (Fz2-BW)						7,02	0,000
	ΚΜ	1,74 (0,30)		1,91 (0,39)			
	ΣΜ	1,16 (0,45)		1,51 (0,44)			
	ΞΜ	1,81 (0,18)		1,99 (0,22)			
Ελάχιστη Κατακόρυφη Δύναμη (Fzm) σε Nt						3,40	0,010
	ΚΜ	1825,0 (336,1)		1680,4 (293,8)			
	ΣΜ	1369,9 (344,5)		1544,3 (249,3)			
	ΞΜ	1833,0 (222,2)		1754,6 (302,0)			
Ελάχιστη Κατακόρυφη Δύναμη σε Σχέση με το ΣΒ (Fzm-BW)						3,34	0,011
	ΚΜ	1,32 (0,30)		1,15 (0,37)			
	ΣΜ	0,76 (0,51)		0,99 (0,41)			
	ΞΜ	1,34 (0,17)		1,24 (0,34)			
Μέγιστη Πλάγια (Fx) σε Nt						15,24	0,000
	ΚΜ	694,7 (95,5)		997,2 (160,7)			
	ΣΜ	536,8 (197,5)		892,4 (137,5)			
	ΞΜ	538,7 (148,4)		894,6 (152,7)			
Μέγιστη Πλάγια σε Σχέση με το ΣΒ (FX-BW)						9,33	0,000
	ΚΜ	0,90 (0,20)		1,28 (0,20)			
	ΣΜ	0,70 (0,31)		1,15 (0,27)			
	ΞΜ	0,70 (0,24)		1,15 (0,22)			
Μέγιστη Προσθιοπίσθια (Fy) σε Nt						7,06	0,000
	ΚΜ	-1050,4 (138,6)		-845,4 (218,7)			
	ΣΜ	-762,4 (182,2)		-659,7 (191,7)			
	ΞΜ	-986,4 (95,0)		-933,6 (130,1)			
Μέγιστη Προσθιοπίσθια σε Σχέση με το ΣΒ (Fy-BW)						5,60	0,000
	ΚΜ	-1,35 (0,22)		-1,08 (0,28)			
	ΣΜ	-0,98 (0,27)		-0,85 (0,26)			
	ΞΜ	-1,27 (0,16)		-1,20 (0,22)			

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά)

Επιπλέον, ως προς το είδος σουτ, το ΚΜ είχε σημαντική διαφορά από το ΚΜ και το ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7). Αντίθετα, δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

δ) Δεύτερη κατακόρυφη κορύφωση σε σχέση με το ΣΒ (Fz2-BW). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου κυμάνθηκαν από 1,17 έως 1,99 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων (πίνακας 4.4).

Παράλληλα, υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες. Όπως και στη δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης (Fz2), η χαμηλότερη μέση τιμή παρουσιάστηκε στο σουτ με το ΣΜ με 0°, η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις αντίστοιχες των

ΚΜ και ΞΜ και στις δύο προσεγγίσεις τους (με ΚΜ 0°: $p = 0,011$, με ΚΜ 45°: $p = 0,000$, με ΞΜ 0°: $p = 0,003$ και με ΞΜ 45°: $p = 0,000$). Στον πίνακα 4.5 παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές της παραμέτρου.

Πίνακας 4-5. Έλεγχος Σημαντικότητας Ανάμεσα στις Έξι Συνθήκες με Post Hoc (Tukey HSD) στις Δυναμικές Παράμετρους ($p < 0,05$).

Παράμετρος	Συνθήκες	p
Fz2		0,001
	ΣΜ 0 – ΚΜ 45	0,006
	– ΞΜ 0	0,024
	– ΞΜ 45	0,002
Fz2-BW		0,000
	ΣΜ 0 – ΚΜ 0	0,011
	– ΚΜ 45	0,000
	– ΞΜ 0	0,003
	– ΞΜ 45	0,000
Fzm		0,010
	ΣΜ 0 – ΚΜ 0	0,023
	– ΞΜ 0	0,019
Fzm-BW		0,012
	ΣΜ 0 – ΚΜ 0	0,024
	– ΞΜ 0	0,019
Fx		0,000
	ΚΜ 0 – ΚΜ 45	0,001
	ΣΜ 0 – ΚΜ 45	0,000
	– ΣΜ 45	0,000
	– ΞΜ 45	0,000
	ΞΜ 0 – ΚΜ 45	0,000
	– ΣΜ 45	0,000
	– ΞΜ 45	0,000
	Fx-BW	
ΚΜ 0 – ΚΜ 45		0,025
ΣΜ 0 – ΚΜ 45		0,000
– ΣΜ 45		0,003
– ΞΜ 45		0,004
ΞΜ 0 – ΚΜ 45		0,000
– ΣΜ 45		0,003
– ΞΜ 45		0,004
Fy		
	ΣΜ 0 – ΚΜ 0	0,007
	ΣΜ 45 – ΚΜ 0	0,000
	– ΞΜ 0	0,001
	– ΞΜ 45	0,011
Fy-BW		0,000
	ΣΜ 0 – ΚΜ 0	0,023
	ΣΜ45 – ΚΜ 0	0,001
	– ΞΜ 0	0,006
	– ΞΜ 45	0,030

Πίνακας 4-6. Έλεγχος Σημαντικότητας των Εξαρτημένων Παραμέτρων της Έρευνας ως προς το Είδος Σουτ ($p < 0,05$).

Παράμετρος	F	p
BV	4,604	0,015
T-gen	4,351	0,018
T-Fz1	0,233	ns
T-Fz2	1,628	ns
T-Fz12	1,548	ns
T-Fzm	2,348	ns
T-Fx	0,991	ns
T-Fy	1,957	ns
Fz1	3,997	0,025
Fz1-BW	4,187	0,021
Fz2	9,493	0,000
Fz2-BW	14,077	0,000
Fzm	6,998	0,002
Fzm-BW	6,798	0,003
Fx	4,426	0,017
Fx-BW	2,654	ns
Fy	13,066	0,000
Fy-BW	10,261	0,000

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά)

Παράλληλα – όπως και στη δεύτερη κορυφή της κατακόρυφης δύναμης (Fz2) – παρουσιάστηκαν διαφορές ως προς το είδος σουτ, με το ΣΜ να διαφέρει σημαντικά με τα ΚΜ και ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7). Σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε και ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

ε) Ελάχιστη κατακόρυφη δύναμη (Fzm). Τα δεδομένα του πίνακα 4.4 παρουσιάζουν τις μέσες τιμές της παραμέτρου, οι οποίες κυμάνθηκαν από 1369,9 έως 1833,0 Nt. Ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα, η χαμηλότερη μέση τιμή εκδηλώθηκε και πάλι στο σουτ με το ΣΜ με 0° , η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις αντίστοιχες στο ΚΜ με 0° ($p = 0,023$) και στο ΞΜ με 0° ($p = 0,019$). Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Ως προς το είδος σουτ, το ΣΜ διέφερε με τα ΚΜ και ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), ενώ ως προς τη γωνία προσέγγισης δεν παρατηρήθηκε

στατιστικά σημαντική διαφορά (πίνακας 4.8).

στ) Ελάχιστη κατακόρυφη δύναμη σε σχέση με το ΣΒ (Fzm-BW). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου (πίνακας 4.4) κυμάνθηκαν από 0,76 έως 1,34 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων. Όπως και στην παράμετρο ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη (Fzm), η χαμηλότερη μέση τιμή παρουσιάστηκε στο σουτ με το ΣΜ με 0° , η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις αντίστοιχες των ΚΜ σε 0° ($p = 0,024$) και ΞΜ με 0° ($p = 0,019$). Στον πίνακα 4.5 παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές της παραμέτρου.

Ως προς το είδος σουτ – όπως και στην παράμετρο ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη (Fzm) – το ΣΜ διέφερε με τα ΚΜ και ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), ενώ ως προς τη γωνία προσέγγισης δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά (πίνακας 4.8).

ζ) Μέγιστη πλάγια δύναμη (Fx). Από 536,8 έως 997,2 Nt κυμάνθηκαν οι μέσες τιμές της παραμέτρου

(πίνακας 4.4). Οι χαμηλότερες μέσες τιμές παρουσιάστηκαν στο σουτ με το ΣΜ με 0° και στο ΞΜ με 0°, οι οποίες διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τις αντίστοιχες στο ΚΜ με 45°, στο ΣΜ με 45° και στο ΞΜ με 45°.

Αναλυτικότερα, παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των ΣΜ με 0° και ΚΜ με 45° ($p = 0,000$), ΣΜ με 0° και ΣΜ με 45° ($p = 0,000$) ΣΜ με 0° και ΞΜ με 45° ($p = 0,000$), ΞΜ

με 0° και ΚΜ με 45° ($p = 0,000$), ΞΜ με 0° και ΣΜ με 45° ($p = 0,000$) και ΞΜ με 0° και ΞΜ με 45° ($p = 0,000$). Επιπλέον, η μέση τιμή στο σουτ με το ΚΜ με 0° διέφερε στατιστικά σημαντικά με την αντίστοιχη του σουτ με ΞΜ με 45° ($p = 0,001$). Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές της μεταβλητής παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Πίνακας 4-7. Έλεγχος Σημαντικότητας ως προς το Είδος Σουτ με Post Hoc (Tukey HSD) στις Εξαρτημένες Παραμέτρους ($p < 0,05$).

Παράμετρος	Συνθήκες	p
BV	ΚΜ – ΞΜ	0,013
T-gen	ΣΜ – ΞΜ	0,022
Fz1	ΣΜ – ΚΜ	0,042
Fz1-BW	ΣΜ – ΚΜ	0,037
	ΣΜ – ΞΜ	0,045
Fz2	ΣΜ – ΚΜ	0,003
	ΣΜ – ΞΜ	0,001
Fz2-BW	ΣΜ – ΚΜ	0,000
	ΣΜ – ΞΜ	0,000
Fzm	ΣΜ – ΚΜ	0,011
	ΣΜ – ΞΜ	0,004
Fzm-BW	ΣΜ – ΚΜ	0,013
	ΣΜ – ΞΜ	0,004
Fx	ΚΜ – ΣΜ	0,033
	ΚΜ – ΞΜ	0,036
Fy	ΣΜ – ΚΜ	0,000
	ΣΜ – ΞΜ	0,000
Fy-BW	ΣΜ – ΚΜ	0,001
	ΣΜ – ΞΜ	0,001

Ως προς το είδος σουτ, το ΚΜ διέφερε με τα ΣΜ και ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), ενώ σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε και ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

η) Μέγιστη πλάγια δύναμη σε σχέση με το ΣΒ (Fx-BW). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου (πίνακας 4.4) είχαν διακύμανση από 0,70 έως 1,28 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων. Όπως και στην παράμετρο μέγιστη πλάγια δύναμη (Fx), οι χαμηλότερες μέσες τιμές παρουσιάστηκαν στο σουτ με το ΣΜ με 0° και στο ΞΜ με 0° και διέφεραν σημαντικά από τις αντίστοιχες στο

ΚΜ με 45°, στο ΣΜ με 45° και στο ΞΜ με 45°. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών ΣΜ με 0° και ΚΜ με 45° ($p = 0,000$), ΣΜ με 0° και ΣΜ με 45° ($p = 0,003$) ΣΜ με 0° και ΞΜ με 45° ($p = 0,004$), ΞΜ με 0° και ΚΜ με 45° ($p = 0,000$), ΞΜ με 0° και ΣΜ με 45° ($p = 0,003$) και ΞΜ με 0° και ΞΜ με 45° ($p = 0,004$).

Επιπλέον, σημειώθηκε σημαντική διαφορά και μεταξύ των δύο ειδών σουτ με το ΚΜ ($p = 0,025$). Οι παραπάνω στατιστικά σημαντικές διαφορές της παραμέτρου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Τέλος, σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε ως προς τη γωνία

προσέγγισης (πίνακας 4.8), όχι όμως ως προς το είδος σουτ (πίνακας 4.6).

Πίνακας 4-8. Έλεγχος Σημαντικότητας των Εξαρτημένων Παραμέτρων της Έρευνας ως προς τη Γωνία Προσέγγισης ($p < 0,05$).

Παράμετρος	F	p
BV	1,026	ns
T-gen	1,754	ns
T-Fz1	1,550	ns
T-Fz2	1,144	ns
T-Fz12	2,067	ns
T-Fzm	1,423	ns
T-Fx	6,237	0,016
T-Fy	2,570	ns
Fz1	0,056	ns
Fz1-BW	0,058	ns
Fz2	3,872	ns
Fz2-BW	6,173	0,017
Fzm	0,041	ns
Fzm-BW	0,030	ns
Fx	66,972	0,000
Fx-BW	41,028	0,000
Fy	7,179	0,010
Fy-BW	5,765	0,020

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά)

θ) Μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (Fy). Οι μέσες τιμές της παραμέτρου κυμάνθηκαν από 659,7 έως 1050,4 Nt και παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4. Ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Ειδικότερα, η χαμηλότερη μέση τιμή παρουσιάστηκε στο σουτ με το ΣΜ με 45° και διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη στο ΚΜ με 0° ($p = 0,000$) και από εκείνες στο ΞΜ (με ΞΜ 0°: $p = 0,001$ και με ΞΜ 45°: $p = 0,011$). Χαμηλή ήταν και η μέση τιμή στο ΣΜ με 0°, η οποία διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη στο ΚΜ με 0° ($p = 0,007$). Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές της παραμέτρου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Ως προς το είδος σουτ, το ΣΜ διέφερε από τα ΚΜ και ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), ενώ σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε και ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

ι) Μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη σε σχέση με το ΣΒ (Fy-BW). Από

0,85 έως 1,35 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων, κυμάνθηκαν οι μέσες τιμές της μεταβλητής. Όπως και στην παράμετρο μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (Fy), στο ΣΜ με 45° βρέθηκε η χαμηλότερη μέση τιμή και διέφερε σημαντικά από εκείνες στο ΚΜ με 0° ($p = 0,001$) και στο σουτ με ΞΜ (με ΞΜ 0°: $p = 0,006$ και με ΞΜ 45°: $p = 0,030$). Επιπλέον, η μέση τιμή στο σουτ με ΣΜ με 0° διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη στο ΚΜ με 0° ($p = 0,023$). Οι σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Ως προς το είδος σουτ – όπως και στην παράμετρο μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (Fy) – το ΣΜ διέφερε από τα ΚΜ και ΞΜ (πίνακες 4.6 και 4.7), ενώ σημαντική ήταν η διαφορά και ως προς τη γωνία προσέγγισης (πίνακας 4.8).

4.4. Συσχετίσεις μεταξύ Ταχύτητας Μπάλας, Χρονικών και Δυναμικών Παραμέτρων

4.4.1. Συσχετίσεις ΕΛΑ και Ταχύτητας Μπάλας

Στις εκτελέσεις προσπαθειών με ευθεία προσέγγιση, η ταχύτητα της μπάλας συσχετιζόνταν σημαντικά με τη δεύτερη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (Fz2). Δηλαδή, η τιμή της τελευταίας φαίνεται ότι επηρέαζε σημαντικά την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα, στις εκτελέσεις με ευθεία προσέγγιση, ανεξαρτήτως είδους σουτ. Παράλληλα, στο σουτ με το ΚΜ η ταχύτητα της μπάλας συσχετιζόνταν σημαντικά με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη (Fzm) και στις δύο προσεγγίσεις (ευθεία και πλάγια). Όλες οι υπόλοιπες συσχετίσεις που παρουσιάστηκαν, εμφανίστηκαν μεμονωμένα σε κάποια από τις επιμέρους συνθήκες, γεγονός που δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων.

α) Συνθήκη εκτέλεσης με κεντρικό μετατάρσιο, με ευθεία και υπό γωνία προσέγγιση: Στο ΚΜ με 0° η ταχύτητα της μπάλας συσχετιζόνταν στατιστικά σημαντικά με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη ($r = 0,73$), τη δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης ($r = 0,76$), τη μέγιστη πλάγια δύναμη

εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ ($r = 0,74$) και τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ ($r = 0,85$). Επιπλέον, στο ΚΜ με 45° η ταχύτητα της μπάλας συσχετιζόνταν σημαντικά μόνο με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη ($r = 0,72$).

β) Συνθήκη εκτέλεσης με εσωτερικό μετατάρσιο, με ευθεία και υπό γωνία προσέγγιση: Η ταχύτητα της μπάλας στο ΣΜ με 0° συσχετιζόνταν στατιστικά σημαντικά με τη δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης ($r = 0,76$) και τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη ($r = 0,85$). Αντίθετα, στο ΣΜ με 45° η ταχύτητα της μπάλας δεν συσχετιζόνταν σημαντικά με καμία από τις χρονικές ή τις δυναμικές παραμέτρους.

γ) Συνθήκη εκτέλεσης με εξωτερικό μετατάρσιο, με ευθεία και υπό γωνία προσέγγιση: Στο ΕΜ με 0° η ταχύτητα της μπάλας είχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το συνολικό χρόνο ($r = 0,75$), τη δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης ($r = 0,86$), το χρόνο μέχρι τη μέγιστη πλάγια δύναμη ($r = 0,68$) και το χρόνο μέχρι τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη ($r = 0,72$). Παράλληλα, στο ΕΜ με 45° η

Πίνακας 4-9. Παράμετροι με Στατιστικά Σημαντική Συσχέτιση με την Ταχύτητα της Μπάλας, ανά Συνθήκη (Συντελεστής Συσχέτισης Pearson, $N = 9$, $p < 0,05$).

Συνθήκη	Παράμετρος	r
ΚΜ 0	Fz2	0,76
	Fzm	0,73
	Fx-BW	-0,74
	Fy-BW	0,85
ΚΜ 45	Fzm	0,72
ΣΜ 0	Fz2	0,76
	Fy	-0,85
ΣΜ 45	---	---
ΕΜ 0	T-gen	0,75
	Fz2	0,86
	T-Fx	0,68
	T-Fy	0,72
ΕΜ 45	Fy-BW	0,84

Πίνακας 4-10. Συσχετίσεις Ανάμεσα στις Παραμέτρους των Συνθηκών ΚΜ 0° και ΚΜ 45° (Συντελεστής Συσχέτισης Pearson, $p < 0,05$).

	BV	T-Ge	T-Fz1	T-Fz2	T-F12	T-Fm	T-Fx	T-Fy	ΚΜ 0								Fy	Fy-BW	
									Fz1	Fz1 BW	Fz2	Fz2 BW	Fm	Fm BW	Fx	Fx-BW			
BV	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,76	ns	,73	ns	ns	ns	ns	ns	,85
T-Ge	ns	---	ns	ns	ns	ns	,83	ns	ns	ns	ns	ns	,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fz1	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fz2	ns	ns	ns	---	,98	,80	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-F12	ns	ns	ns	,97	---	,75	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fm	ns	ns	,88	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fx	ns	,67	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	,73	ns	,75	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fy	ns	ns	ns	,72	,72	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz1 BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	,71	,90	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz2 BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	,79	ns	ns	ns	ns	ns
Fm	,72	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	,72	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fm BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fx	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns
Fx BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns
Fy	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns
Fy BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns
Fy BW	ns	,73	ns	ns	ns	ns	,73	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---

ΚΜ 45

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική συσχέτιση)

ταχύτητα της μπάλας συσχετίζονταν σημαντικά μόνο με τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη εκφραζομένη σε σχέση με το ΣΒ ($r = 0,84$).

Στον πίνακα 4.9 παρουσιάζονται οι χρονικές και δυναμικές παράμετροι με στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την ταχύτητα της μπάλας. Παράλληλα, στους πίνακες 4.10, 4.11 και 4.12 παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα σε όλες τις επιμέρους παραμέτρους ανά συνθήκη.

4.4.2. Συσχετίσεις Χρονικών Παραμέτρων

Ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης της προσπάθειας συσχετίζονταν στατιστικά σημαντικά με τη μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζομένη σε σχέση

με το ΣΒ, όταν η προσέγγιση ήταν πλάγια (στο ΚΜ με 45°: $r = -0,70$, στο ΣΜ με 45°: $r = -0,68$, στο ΞΜ με 45°: $r = -0,71$). Παράλληλα, υπήρξε συσχέτιση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης της προσπάθειας με το χρόνο μέχρι τη μέγιστη πλάγια δύναμη και στις δύο προσεγγίσεις του σουτ με το ΚΜ (με ευθεία: $r = 0,83$, με πλάγια: $r = 0,67$). Στο σουτ με το ΣΜ ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης της προσπάθειας είχε σημαντική συσχέτιση με τις παραμέτρους α) μέγιστη πλάγια δύναμη (με ευθεία προσέγγιση: $r = -0,78$, με πλάγια: $r = -0,81$), β) μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζομένη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = -0,67$, με πλάγια: $r = -0,68$) και γ) μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (με ευθεία: $r = 0,72$, με πλάγια: $r = 0,73$).

Πίνακας 4-11. Συσχετίσεις Ανάμεσα στις Παραμέτρους των Συνθηκών ΣΜ 0° και ΣΜ 45° (Συντελεστής Συσχέτισης Pearson, $p < 0,05$).

	BV	T-Ge	T-Fz1	T-Fz2	T-F12	T-Fm	T-Fx	T-Fy	ΣΜ 0									Fy	Fy-BW
									Fz1	Fz1 BW	Fz2	Fz2 BW	Fm	Fm BW	Fx	Fx-BW			
BV	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,76	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,85	ns
T-Ge	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,68	ns	ns	ns	-,78	-,69	-,78	-,67	,72	ns	ns
T-Fz1	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fz2	ns	ns	ns	---	,98	,86	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-F12	ns	ns	ns	ns	---	,80	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,69	ns	ns	ns	ns	,68
T-Fm	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fx	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fy	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	-,69	-,87	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz1	ns	ns	ns	ns	ns	,82	ns	,68	---	,69	ns	ns	,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz1 BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,79	---	ns	ns	ns	,77	,69	,72	ns	ns	-,82
Fz2	ns	ns	ns	ns	,96	ns	ns	ns	,69	ns	---	,80	,88	ns	ns	ns	ns	-,83	ns
Fz2 BW	ns	-,80	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,67	,77	,75	---	,85	,92	,78	,77	-,82	-,88	ns
Fm	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,79	,68	,74	,78	---	,89	ns	ns	-,89	-,77	ns
Fm BW	ns	ns	,69	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,86	ns	,82	,80	---	,81	,82	-,80	-,90	ns
Fx	ns	-,81	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,85	ns	,74	---	,98	-,72	-,87	ns
Fx BW	ns	-,68	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,72	ns	,81	,89	---	ns	-,87	ns
Fy	ns	,73	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,83	-,80	ns	ns	-,67	ns	---	,88	ns
Fy BW	ns	,80	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,87	ns	ns	-,80	-,67	,92	---	ns

ΣΜ 45

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική συσχέτιση)

Επιπλέον, ο χρόνος μέχρι την πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης συσχετιζόταν με το χρόνο μέχρι την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη, στις συνθήκες ΚΜ με 45° ($r = 0,88$), ΣΜ με 45° ($r = 0,82$), ΞΜ με 0° ($r = 0,91$, και ΞΜ με 45° ($r = 0,88$). Ο χρόνος μέχρι τη δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης είχε σημαντική συσχέτιση με το χρόνο μεταξύ των δύο κορυφώσεων της κατακόρυφης δύναμης σε όλες τις συνθήκες (ΚΜ με 0°: $r = 0,98$, ΚΜ με 45°: $r = 0,97$, ΣΜ με 0°: $r = 0,98$, ΣΜ με 45°: $r = 0,96$, ΞΜ με 0°: $r = 0,96$ και ΞΜ με 45°: $r = 0,95$), ενώ στο σουτ με το ΞΜ συσχετιζόταν με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ

(Fzm-BW) και στις δύο προσεγγίσεις (με ευθεία προσέγγιση: $r = 0,73$, με πλάγια: $r = 0,73$). Τέλος, ο χρόνος μέχρι τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη είχε σημαντική συσχέτιση με την πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης στο σουτ με ΣΜ, ανεξαρτήτως προσέγγισης (με ευθεία: $r = -0,69$, με πλάγια: $r = 0,68$). Στους πίνακες 4.10 έως 4.12 παρουσιάζονται οι σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα σε όλες τις μεταβλητές ανά συνθήκη.

4.4.3. Συσχετίσεις Δυναμικών Παραμέτρων

Η πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης, στο σουτ με το ΣΜ, ανεξαρτήτως προσέγγισης, είχε σημαντική συσχέτιση με α) την πρώτη

κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = 0,69$, με πλάγια: $r = 0,79$) και β) με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων κατακόρυφη δύναμη (με ευθεία: $r = 0,67$, με πλάγια: $r = 0,79$). Παράλληλα, η πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης

εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ είχε σημαντική συσχέτιση με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στο σουτ με το ΣΜ, ανεξαρτήτως προσέγγισης (με ευθεία: $r = 0,77$, με πλάγια: $r = 0,86$).

Πίνακας 4-12. Συσχετίσεις Ανάμεσα στις Παραμέτρους των Συνθηκών ΞΜ 0° και ΞΜ 45° (Συντελεστής Συσχέτισης Pearson, $p < 0,05$).

	BV	T-Ge	T-Fz1	T-Fz2	T-F12	T-Fm	T-Fx	T-Fy	ΞΜ 0								ΞΜ 45								
									Fz1 BW	Fz2 BW	Fm BW	Fx BW	Fy BW	Fz1 BW	Fz2 BW	Fm BW	Fx BW	Fy BW							
BV	---	,75	ns	ns	ns	ns	,68	,72	ns	ns	,86	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
T-Ge	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fz1	ns	ns	---	,79	ns	,91	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fz2	ns	ns	ns	---	,96	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-F12	ns	ns	ns	,95	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,69	ns	ns	-,81	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fm	ns	ns	,88	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fx	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	,87	ns	ns	,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T-Fy	ns	ns	ns	,69	ns	ns	ns	---	ns	ns	,77	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	,71	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz1 BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	,85	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fz2 BW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,79	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fm	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,79	ns	ns
Fm BW	ns	ns	ns	-,73	-,86	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,72	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fx	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	,94	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fx BW	ns	-,71	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,74	---	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fy	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	---	ns	ns
Fy BW	,84	ns	ns	ns	ns	,70	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	,75	---	ns

ns: not significant (όχι στατιστικά σημαντική συσχέτιση)

Η δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης είχε σημαντική συσχέτιση με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη, σε όλες τις συνθήκες, εξαιρουμένης εκείνης στο σουτ με το ΞΜ σε 45° (KM με 0°: $r = 0,90$, KM με 45°: $r = 0,71$, ΣΜ με 0°: $r = 0,88$, ΣΜ με 45°: $r = 0,74$ και ΞΜ με 0°: $r = 0,85$). Ταυτόχρονα, η δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης στο σουτ με το ΣΜ, ανεξαρτήτως

προσέγγισης, συσχετιζόταν με τη δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = 0,80$, με πλάγια: $r = 0,75$) και με τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (με ευθεία: $r = -0,83$, με πλάγια: $r = -0,83$).

Η δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στο σουτ με ΣΜ, ανεξαρτήτως γωνίας προσέγγισης, είχε σημαντική συσχέτιση με τις

παραμέτρους α) ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη (με ευθεία: $r = 0,85$, με πλάγια: $r = 0,78$), β) ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = 0,92$, με πλάγια: $r = 0,82$), γ) μέγιστη πλάγια δύναμη (με ευθεία: $r = 0,78$, με πλάγια: $r = 0,85$), δ) μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = 0,77$, με πλάγια: $r = 0,72$), ε) μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη (με ευθεία: $r = -0,82$, με πλάγια: $r = -0,80$) και στ) μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = -0,88$, με πλάγια: $r = -0,87$).

Επιπλέον, η ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη είχε σημαντική συσχέτιση με την ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, σε όλες τις συνθήκες, εξαιρουμένης εκείνης στο σουτ με το ΞΜ σε 0° (ΚΜ με 0° : $r = 0,72$, ΚΜ με 45° : $r = 0,74$, ΣΜ με 0° : $r = 0,89$, ΣΜ με 45° : $r = 0,80$ και ΞΜ με 45° : $r = 0,72$). Η ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στο σουτ με το ΣΜ, ανεξαρτήτως γωνίας, συσχετιζόταν με τη μέγιστη πλάγια δύναμη (με ευθεία: $r = 0,81$, με πλάγια: $r = 0,74$) και με τη μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (με ευθεία: $r = 0,82$, με πλάγια: $r = 0,81$).

Η μέγιστη πλάγια δύναμη είχε σημαντική συσχέτιση με τη μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, σε όλες τις συνθήκες (ΚΜ με 0° : $r = 0,88$, ΚΜ με 45° : $r = 0,67$, ΣΜ με 0° : $r = 0,98$, ΣΜ με 45° : $r =$

$0,89$, ΞΜ με 0° : $r = 0,94$ και ΞΜ με 45° : $r = 0,74$). Η τελευταία συσχετιζόταν με τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στα σουτ με το ΚΜ και το ΣΜ, ανεξαρτήτως γωνίας (ΚΜ με 0° : $r = -0,71$, ΚΜ με 45° : $r = -0,73$, ΣΜ με 0° : $r = -0,87$ και ΣΜ με 45° : $r = -0,67$). Τέλος, η μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη είχε σημαντική συσχέτιση με τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, σε όλες τις συνθήκες, εξαιρουμένης εκείνης στο σουτ με το ΞΜ σε 0° (ΚΜ με 0° : $r = 0,69$, ΚΜ με 45° : $r = 0,88$, ΣΜ με 0° : $r = 0,88$, ΣΜ με 45° : $r = 0,92$ και ΞΜ με 45° : $r = 0,75$). Στους πίνακες 4.10 έως 4.12 παρουσιάζονται οι σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα σε όλες τις μεταβλητές ανά συνθήκη.

4.5. Επιβεβαίωση ή Απόρριψη Ερευνητικών Υποθέσεων

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων επιβεβαιώνει ή απορρίπτει τις ερευνητικές υποθέσεις που έχουν τεθεί, ως εξής:

1. Η ταχύτητα της μπάλας μετά από κάθε εκτέλεση αποκτά μια τιμή, η οποία δεν διαφοροποιείται σημαντικά ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες.

2. Οι χρονικές και δυναμικές παράμετροι, έτσι όπως εκδηλώθηκαν από τη δράση του ποδιού στήριξης στις έξι συνθήκες εκτέλεσης, διαφοροποιούνται κυρίως στις δυναμικές.

3. Η ταχύτητα της μπάλας που αναπτύσσεται σε κάθε συνθήκη εκτέλεσης συσχετίζεται σε σημαντικό βαθμό με ορισμένες χρονικές και δυναμικές παραμέτρους.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, ακολουθεί μια συζήτηση σε συνδυασμό με βιβλιογραφικές πηγές, με σκοπό να διευκρινιστούν οι ερευνητικές υποθέσεις που έχουν τεθεί, όπως: Α) Η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης, διαφοροποιείται ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες, Β) Οι ΕΔΑ που εκδηλώνονται κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης, διαφοροποιούνται ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες και Γ) Ορισμένες παράμετροι των ΕΔΑ έχουν σημαντική συσχέτιση με την ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση προσπάθειας ποδοσφαιρικού λακτίσματος με τρία είδη σουτ και δύο γωνίες προσέγγισης

5.1. Ταχύτητα Μπάλας

Οι μέσες τιμές της ταχύτητας της μπάλας κυμάνθηκαν από 27,36 (σουτ με ΕΜ σε 0°) έως 30, 41 m/sec (σουτ με ΚΜ σε 45°), χωρίς ωστόσο να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες. Οι τιμές της ταχύτητας της μπάλας στην παρούσα έρευνα ήταν παρόμοιες με εκείνες που κατέγραψαν άλλοι ερευνητές (Asami & Nolte, 1983· Dos Anjos & Adrian, 1986· Levanon & Dapena, 1998· Plagenhoef, 1971· Phillips, 1985· Robertson & Mosher, 1985· Rodano & Tavana, 1993· Zerniche & Roberts, 1978).

Πιο συγκεκριμένα, οι Asami & Nolte (1983) κατέγραψαν μέση τιμή ταχύτητας της μπάλας 29,9 m/sec, οι Dos Anjos & Adrian (1986) 25,9 m/sec, οι Levanon & Dapena (1998) 28,6 m/sec, οι Zerniche & Roberts (1978) 27,4 m/sec, ο Plagenhoef (1971) 27,95 m/sec, ο Phillips (1985) 29,5 m/sec, οι Robertson & Mosher (1985) 26,39 m/sec και οι Rodano & Tavana (1993) από 22,3 έως 30 m/sec. Οι κάποιες διαφορές που υπάρχουν στην τιμή της ταχύτητας της μπάλας ανάμεσα στις παραπάνω έρευνες, προφανώς οφείλονται στη διαφορετική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, καθώς και στο διαφορετικό δείγμα που συμμετείχε σε κάθε μία από αυτές. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της ταχύτητας της μπάλας στην παρούσα έρευνα απεικονίζονται στο σχεδιάγραμμα 8 του παραρτήματος .

Στην παρούσα έρευνα η μπάλα αποκτούσε υψηλότερη ταχύτητα σε κάθε είδος σουτ, όταν ο δοκιμαζόμενος εκτελούσε προσπάθεια με πλάγια προσέγγιση, σε σύγκριση με την ευθεία, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες. Ανάλογα είναι τα συμπεράσματα στα οποία έχουν οδηγηθεί και άλλοι ερευνητές. Συγκεκριμένα, ο Plagenhoef (1971), ο Ahrari (1981) και οι Isokawa & Lees (1988) αναφέρουν πως υπάρχουν διαφορές ως προς την απόκτηση υψηλής ταχύτητας της μπάλας, στην εκτέλεση σουτ με πλάγια και με ευθεία προσέγγιση – με τις πλάγιες προσεγγίσεις να παρουσιάζουν υψηλότερη ταχύτητα σε απόλυτες τιμές – όμως, οι διαφορές αυτές δεν ήταν πάντα στατιστικά σημαντικές.

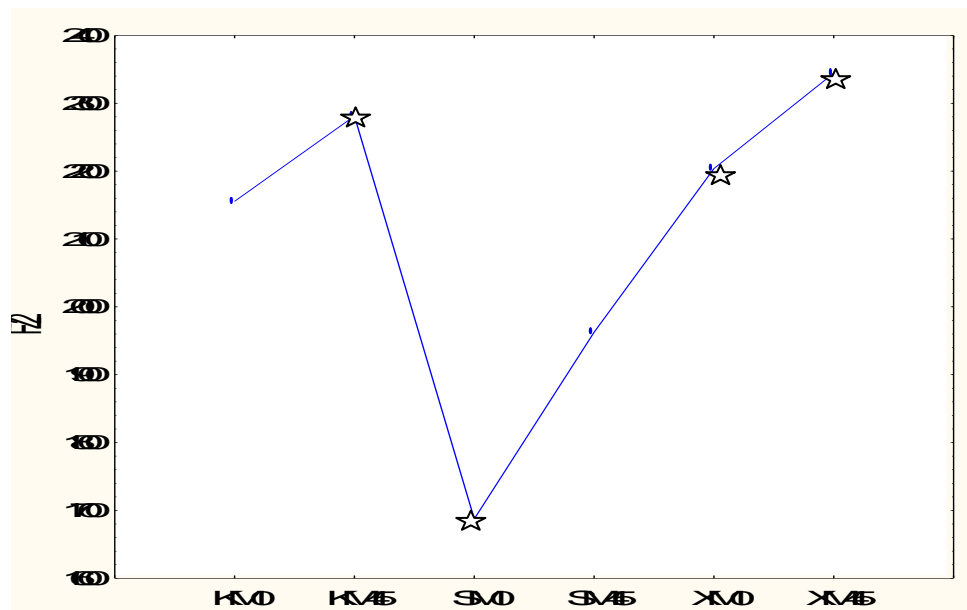
5.2. Χρονικές και Δυναμικές Παράμετροι στις Επιμέρους Συνθήκες

5.2.1. Χρονικές Παράμετροι

Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκαν μικρές αποκλίσεις στις χρονικές παραμέτρους ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες, χωρίς ωστόσο οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε το σουτ με ΣΜ με 0° το οποίο διέφερε στατιστικά σημαντικά – και οριακά – από το σουτ με ΞΜ με 45° , όσον αφορά στο συνολικό χρόνο εκτέλεσης των προσπαθειών.

Οι μη σημαντικές διαφορές στους συνολικούς, αλλά και στους επιμέρους

χρόνους, φανερώνουν πως το χρονικό πρότυπο εκδήλωσης των ΕΔΑ δεν τροποποιείται ανάμεσα στις έξι συνθήκες εκτέλεσης. Πιθανώς, ο χρονισμός της κίνησης – ο οποίος σύμφωνα με τις έρευνες των Plagenhoef (1971), Putnam (1983) και Tant (1990) είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για τη σωστή εκτέλεση προσπάθειας για ποδοσφαιρικό σουτ – είναι αντίστοιχος και στις έξι διαφορετικές περιπτώσεις. Οι έρευνες της βιβλιογραφίας που ασχολήθηκαν με τα χρονικά χαρακτηριστικά του σουτ σε συνδυασμό με τις ΕΔΑ, εξέτασαν κυρίως τη χρονική στιγμή της επαφής του ποδιού λακτίσματος με την μπάλα – μια παράμετρος που δεν εξετάστηκε στη συγκεκριμένη έρευνα.



Σχήμα 5-1. Μέσες τιμές (σε Nt) της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης, στις έξι συνθήκες ($KM 0 = KM 0^\circ$, $KM 45 = KM 45^\circ$, $SM 0 = SM 0^\circ$, $SM 45 = SM 45^\circ$, $XM 0 = XM 0^\circ$, $XM 45 = XM 45^\circ$). Με ☆ σημειώνονται οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

5.2.2. Δυναμικές Παράμετροι

α) Κατακόρυφη Δύναμη: Η δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης παρουσίασε υψηλότερη μέση τιμή από την πρώτη (στο

σχεδιάγραμμα 6 του παραρτήματος απεικονίζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης). Πιο συγκεκριμένα, η υψηλότερη μέση τιμή στην πρώτη

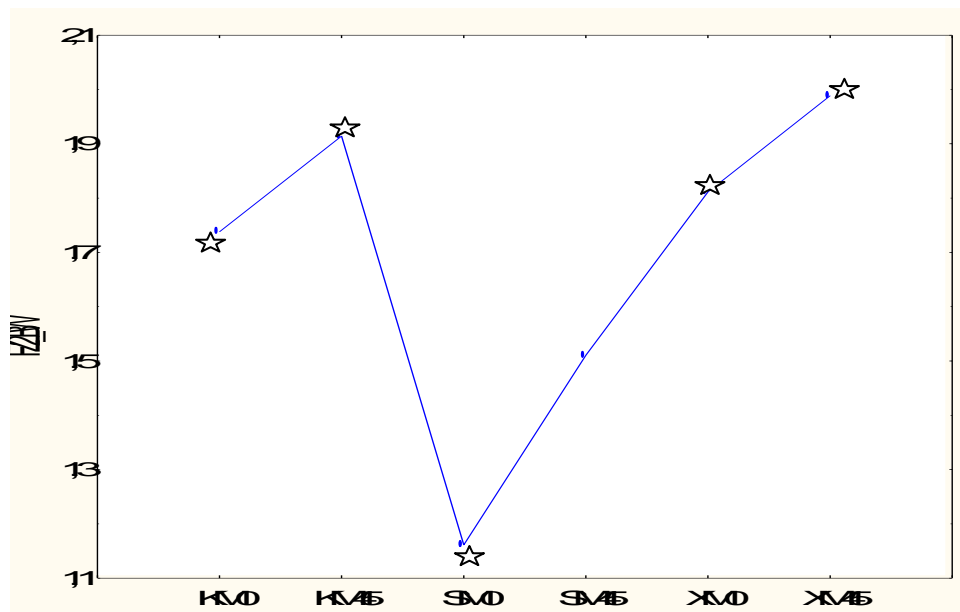
κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης εμφανίστηκε στο σουτ με το ΚΜ σε 0° (2260,3 Nt), ενώ στη δεύτερη κορύφωση στο σουτ με το ΞΜ σε 45° (2344,4 Nt).

Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα και στις μέσες τιμές των παραπάνω δυνάμεων, εκφραζόμενες σε σχέση με το σωματικό βάρος (1,89 φορές το ΣΒ στην πρώτη κορύφωση και 1,99 φορές το ΣΒ στη δεύτερη). Παράλληλα, η μέγιστη μέση τιμή της ελάχιστης, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφης δύναμης παρουσιάστηκε στο σουτ με το ΞΜ σε 0° , η ελάχιστη το ΣΜ επίσης σε 0° , ενώ ανάλογες ήταν οι τιμές εκφραζόμενες σε σχέση με το σωματικό βάρος. Οι μέσες τιμές των δυναμικών παραμέτρων ανά συνθήκη παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φάνηκε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες, στις παραμέτρους α) δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης (σχήμα 5.1), β) δεύτερη κορύφωση

της κατακόρυφης δύναμης εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (σχήμα 5.2), γ) ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη (σχήμα 5.3) και δ) ελάχιστη, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφη δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (σχήμα 5.4).

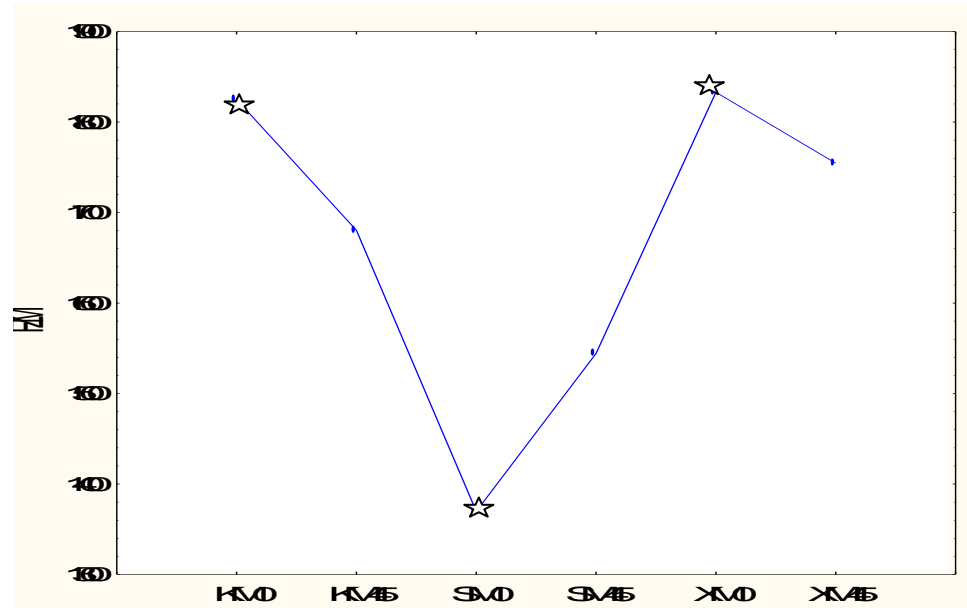
Παράλληλη αύξηση της γωνίας προσέγγισης και των ΕΔΑ υπήρξε στην παράμετρο της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης, στην οποία σημειώθηκαν οι υψηλότερες μέσες τιμές. Πιο συγκεκριμένα, στο σουτ με ΞΜ, οι ΕΔΑ κυμάνθηκαν από 2203,6 Nt (με προσέγγιση 0°) έως 2344,4 Nt (με 45°), δηλαδή σε επίπεδα από 1,81 έως 1,99 φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων. Η χαμηλότερη μέση τιμή – και με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις δύο προηγούμενες – σημειώθηκε στο σουτ με ΣΜ με 0° (1687,5 Nt δηλαδή 1,16 φορές το ΣΒ). Τα παραπάνω αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με ορισμένες βιβλιογραφικές πηγές, αλλά διαφωνούν με κάποιες άλλες.



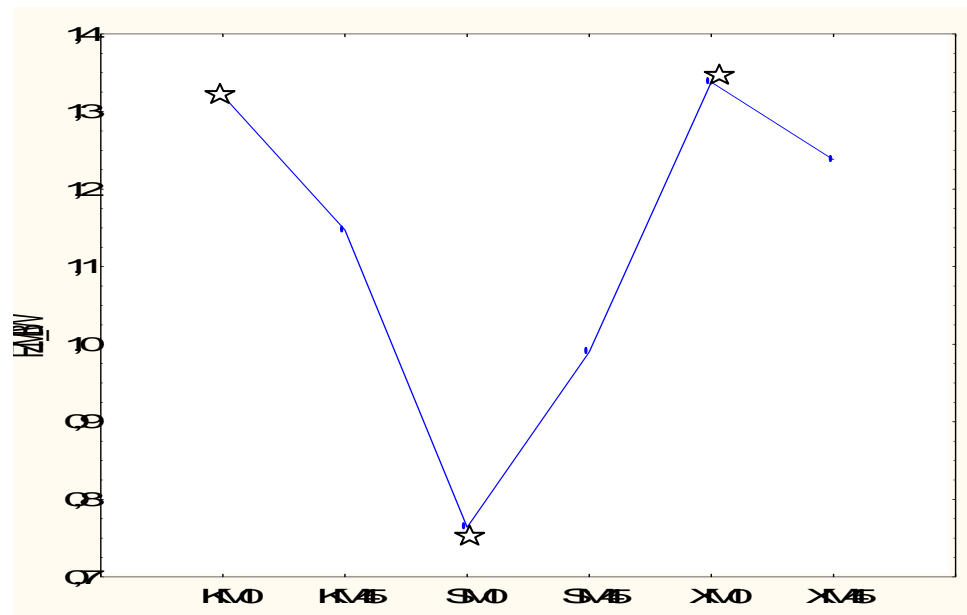
Σχήμα 5-2. Μέσες τιμές της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης, εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στις έξι συνθήκες (ΚΜ 0 = ΚΜ 0° , ΚΜ 45 = ΚΜ 45° , ΣΜ 0 = ΣΜ 0° , ΣΜ 45 = ΣΜ 45° , ΞΜ 0 = ΞΜ 0° , ΞΜ 45 = ΞΜ 45°). Με ☆ σημειώνονται οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές

Στην έρευνα των Isokawa & Lees (1988) ο μέσος όρος της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αυξάνονταν ανάλογα με την αύξηση της γωνίας προσέγγισης και κυμαίνονταν από 1362 έως 1454 Nt (από 0° έως 90°). Ομοίως, στην παρούσα έρευνα η μέση

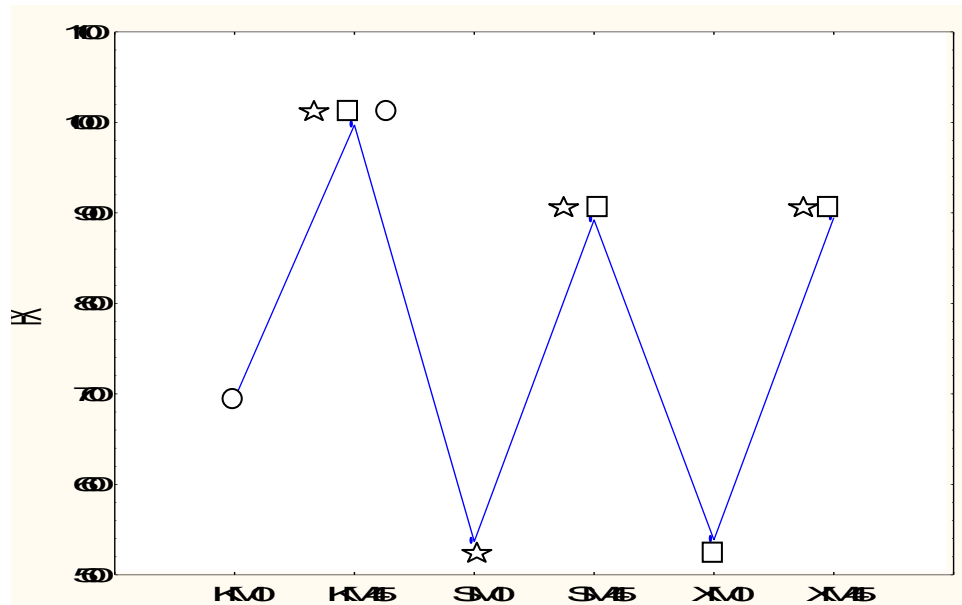
τιμή της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης αυξάνονταν, με την αλλαγή της γωνίας προσέγγισης από ευθεία σε πλάγια. Σε καμία όμως, από τις δύο παραπάνω έρευνες οι διαφορές μεταξύ των προσεγγίσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.



Σχήμα 5-3. Μέσες τιμές (σε Nt) της ελάχιστης, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφης δύναμης, στις έξι συνθήκες (ΚΜ 0 = ΚΜ 0°, ΚΜ 45 = ΚΜ 45°, ΣΜ 0 = ΣΜ 0°, ΣΜ 45 = ΣΜ 45°, ΧΜ 0 = ΧΜ 0°, ΧΜ 45 = ΧΜ 45°). Με ☆ σημειώνονται οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Σχήμα 5-4. Μέσες τιμές της ελάχιστης, μεταξύ των δύο κορυφώσεων, κατακόρυφης δύναμης, εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στις έξι συνθήκες (ΚΜ 0 = ΚΜ 0°, ΚΜ 45 = ΚΜ 45°, ΣΜ 0 = ΣΜ 0°, ΣΜ 45 = ΣΜ 45°, ΧΜ 0 = ΧΜ 0°, ΧΜ 45 = ΧΜ 45°). Με ☆ σημειώνονται οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Σχήμα 5-5. Μέσες τιμές (σε Nt) της μέγιστης πλάγιας δύναμης, στις έξι συνθήκες ($KM 0 = KM 0^\circ$, $KM 45 = KM 45^\circ$, $SM 0 = SM 0^\circ$, $SM 45 = SM 45^\circ$, $XM 0 = XM 0^\circ$, $XM 45 = XM 45^\circ$). Με ☆, ○ και □ σημειώνονται οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στην παρούσα έρευνα, η μέση τιμή της δεύτερης μέγιστης κατακόρυφης δύναμης – στην οποία σημειώθηκαν οι υψηλότερες τιμές ΕΔΑ – δεν ξεπέρασε τις δύο φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων, αντίθετα με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Asami & Nolte, 1983; Dos Anjos & Adrian, 1986; Rodano & Tavana, 1993).

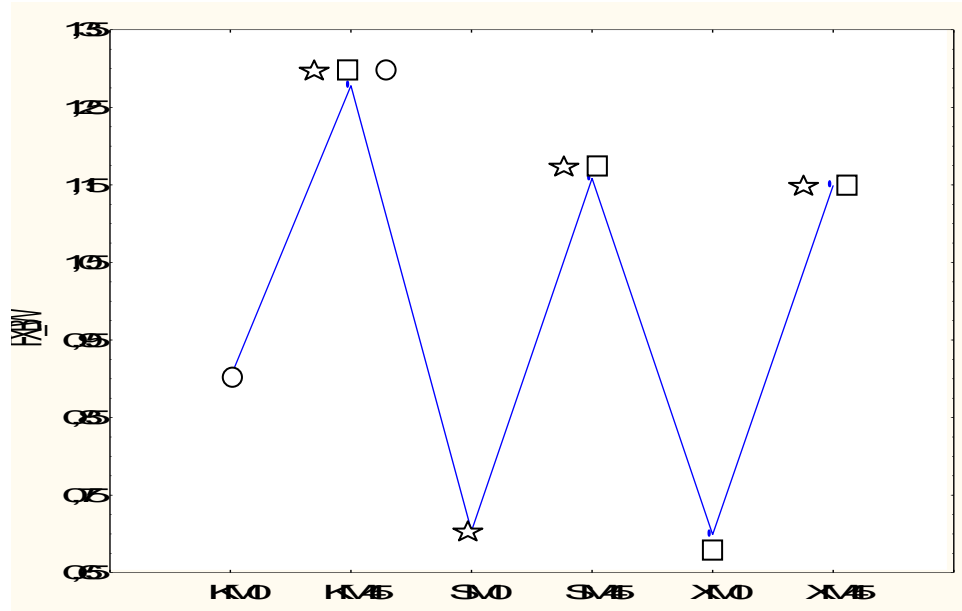
Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Asami & Nolte (1983) ο μέσος όρος της κατακόρυφης δύναμης κατά τη στιγμή της επαφής του ποδιού με την μπάλα έφτασε τα 1820 Nt, δηλαδή 2,39 φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων. Επιπλέον, στην έρευνα των Rodano & Tavana (1993) ο μέσος όρος της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης άγγιξε τις 2,69 φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων. Τέλος στην έρευνα των Dos Anjos & Adrian (1986) η μέγιστη κατακόρυφη δύναμη έφτασε τα 2796 Nt (δηλαδή 3,84 φορές το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων).

Η διαφορά στα αποτελέσματα της παρούσας με των προηγούμενων ερευνών, πιθανώς οφείλεται στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, καθώς και στο δείγμα που αποτελείτο από Έλληνες επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές των ΕΔΑ ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες αποτυπώθηκαν και στα δυναμογραφήματα, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο σχεδιάγραμμα 7 του παραρτήματος.

β) Πλάγια δύναμη: Η υψηλότερη μέση τιμή της μέγιστης πλάγιας δύναμης εκδηλώθηκε σε σουτ με το KM σε 45° , φτάνοντας τα 997,2 Nt, (δηλαδή 1,28 φορά το ΣΜ). Η χαμηλότερη μέση τιμή ήταν σχεδόν στο μισό της υψηλότερης (536,8 Nt) και παρουσιάστηκε σε σουτ με το ΣΜ σε 0° . Σε κάθε είδος, η τιμή της πλάγιας προσέγγισης υπερτερούσε εκείνης με ευθεία, έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι

υπήρχε σημαντική διαφορά τόσο στη μέγιστη πλάγια δύναμη σε απόλυτες τιμές (σχήμα 5.5), όσο και στη μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (σχήμα 5.6). Επιπλέον, οι πλάγιες ΕΔΑ αυξάνονταν

με την αύξηση της γωνίας προσέγγισης (από 0° σε 45°), ενώ το αντίθετο συνέβη με τις προσθιοπίσθιες ΕΔΑ. Σε ανάλογο συμπέρασμα είχε καταλήξει και η έρευνα των Isokawa & Lees (1988), όπου ο μέσος όρος της



Σχήμα 5-6. Μέσες τιμές της μέγιστης πλάγιας δύναμης, εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στις έξι συνθήκες (KM 0 = KM 0° , KM 45 = KM 45° , SM 0 = SM 0° , SM 45 = SM 45° , XM 0 = XM 0° , XM 45 = XM 45°). Με ☆, ○ και □ οι τιμές με στατιστικά σημαντικές διαφορές.

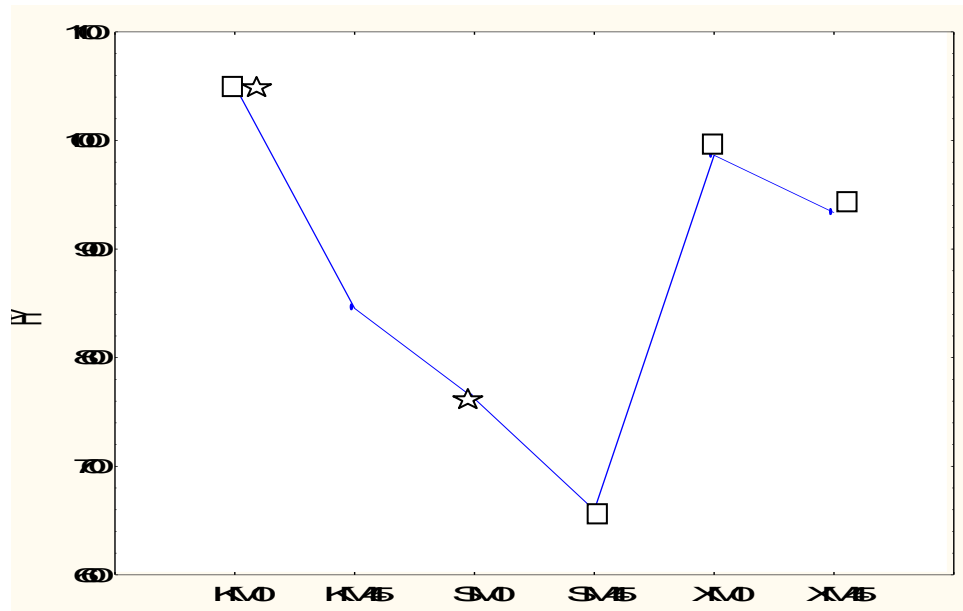
μέγιστης πλάγιας δύναμης αυξάνονταν ανάλογα με την αύξηση της γωνίας προσέγγισης και κυμάνθηκε από 68 έως 583 Nt (από 0° έως 90°).

Στην παρούσα έρευνα η μέγιστη πλάγια δύναμη κυμάνθηκε από 537 Nt (δηλαδή 0,7 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων) έως 997 Nt (1,28 φορά το ΣΒ), αποτέλεσμα που συμφωνεί με τα αντίστοιχα των παραπάνω βιβλιογραφικών πηγών. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Rodano & Tavana (1993) ο μέσος όρος της μέγιστης πλάγιας δύναμης έφτασε τη 1,24 φορά το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων, ενώ σε αυτή των Dos Anjos & Adrian (1986) η μέση τιμή της πλάγιας δύναμης άγγιξε τα 1047 Nt. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές των ΕΔΑ ανάμεσα στις επιμέρους συνθήκες

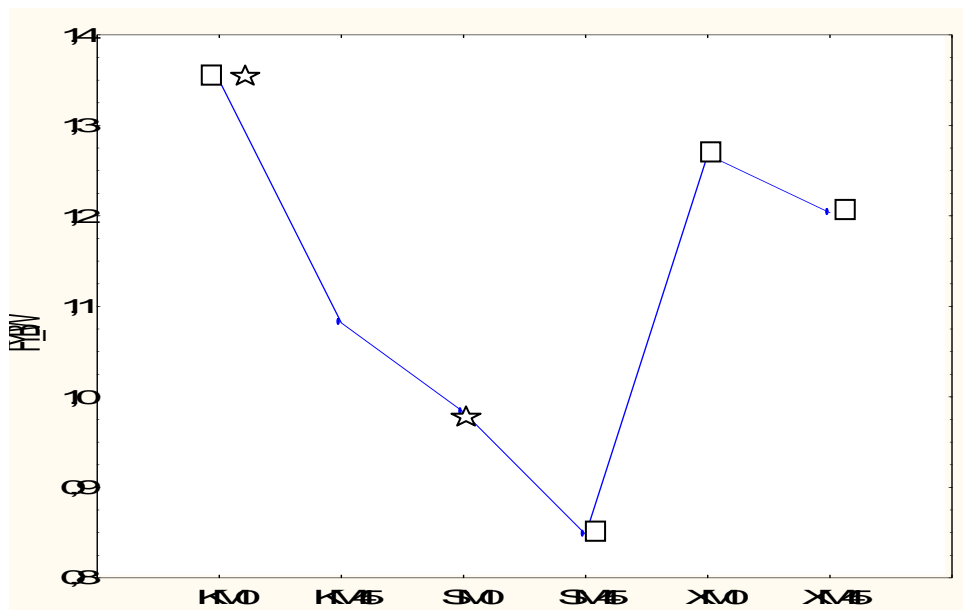
απεικονίζονται στο σχεδιάγραμμα 7 του παραρτήματος.

γ) Προσθιοπίσθια δύναμη: Οι μέσες τιμές της μέγιστης προσθιοπίσθιας δύναμης παρουσίασαν την ακριβώς αντίθετη εικόνα, σε σύγκριση με τις αντίστοιχες της πλάγιας δύναμης, καθώς, σε κάθε είδος σουτ, η τιμή της ευθείας προσέγγισης υπερτερούσε εκείνης με πλάγια, αλλά αυτή τη φορά δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά. Η υψηλότερη μέση τιμή παρουσιάστηκε στο σουτ με το KM σε 0° (1050,4 Nt δηλαδή 1,35 φορά το σωματικό βάρος), ενώ η χαμηλότερη στο ΣΜ σε 45° (659,7 Nt δηλαδή 0,85 φορά το σωματικό βάρος).

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας κατέδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο στη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη σε απόλυτες



Σχήμα 5-7. Μέσες τιμές (σε Νt) της μέγιστης προσθιοπίσθιας δύναμης, στις έξι συνθήκες (ΚΜ 0 = ΚΜ 0°, ΚΜ 45 = ΚΜ 45°, ΣΜ 0 = ΣΜ 0°, ΣΜ 45 = ΣΜ 45°, ΧΜ 0 = ΧΜ 0°, ΧΜ 45 = ΧΜ 45°). Με ☆ και □ σημειώνονται οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Σχήμα 5-8. Μέσες τιμές της μέγιστης προσθιοπίσθιας δύναμης, εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ, στις έξι συνθήκες (ΚΜ 0 = ΚΜ 0°, ΚΜ 45 = ΚΜ 45°, ΣΜ 0 = ΣΜ 0°, ΣΜ 45 = ΣΜ 45°, ΧΜ 0 = ΧΜ 0°, ΧΜ 45 = ΧΜ 45°). Με ☆ και □ οι τιμές που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

τιμές (σχήμα 5.7), όσο και στη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το ΣΒ (σχήμα 5.8). Οι προσθιοπίσθιες ΕΔΑ αυξάνονταν με τη μείωση της γωνίας προσέγγισης (από 0° σε 45°), αποτέλεσμα που είχε καταγραφεί και

στην έρευνα των Isokawa & Lees (1988) – όπου ο μέσος όρος της μέγιστης προσθιοπίσθιας δύναμης αυξάνονταν αντιστρόφως ανάλογα με την αύξηση της γωνίας προσέγγισης και κυμάνθηκε από 63 έως 398 Νt (από 90° έως 0°). Επιπλέον, στην

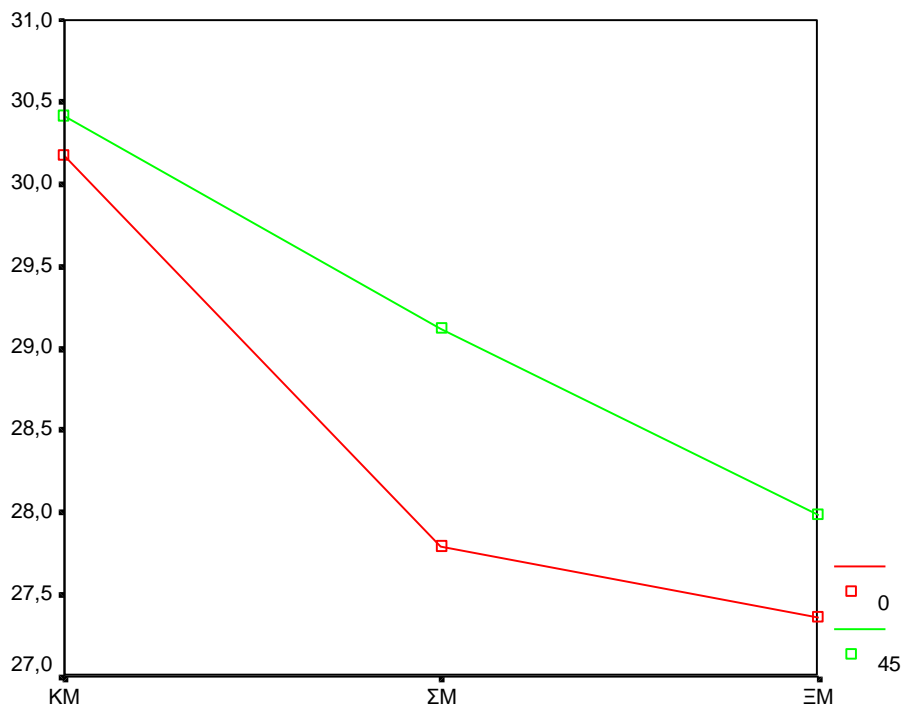
έρευνα των Dos Anjos & Adrian (1986) η μέση τιμή της προσθιοπίσθιας δύναμης ανήλθε στα 839 Nt (δηλαδή 1,15 φορά το ΣΒ των δοκιμαζόμενων).

Στην παρούσα έρευνα η μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη κυμάνθηκε από 659,7 Nt (0,85 φορά το ΣΒ) έως 1050,4 Nt (1,35 φορά το ΣΒ). Οι τιμές αυτές δείχνουν ελαφρώς υψηλότερες, συγκριτικά με τις αντίστοιχες των παραπάνω ερευνών και πιθανώς αυτό να οφείλεται στο διαφορετικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε. Οι σημαντικές διαφορές των ΕΔΑ στις επιμέρους

συνθήκες απεικονίζονται στα δυναμογραφήματα στο σχεδιάγραμμα 7 του παραρτήματος.

5.3. Είδος Σουτ και Γωνία Προσέγγισης

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με βάση το είδος σουτ φανέρωσε σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε όλες σχεδόν τις δυναμικές παραμέτρους των ΕΔΑ – τόσο σε απόλυτες, όσο και σε σχετικές τιμές –, με μοναδική εξαίρεση τη μέγιστη πλάγια δύναμη εκφραζόμενη σε σχέση με το σωματικό βάρος (πίνακας 4.6).



Σχήμα 5-9. Μέσες τιμές της ταχύτητας της μπάλας με βάση το είδος σουτ (ΚΜ, ΣΜ, ΞΜ) και τη γωνία προσέγγισης (0 και 45).

Οι μετά-Απονα συγκρίσεις κατέδειξαν το σουτ με το ΣΜ ως το είδος εκείνο στο οποίο καταγράφονται οι χαμηλότερες τιμές των ΕΔΑ, με σημαντική διαφορά από τα ΚΜ και ΞΜ (πίνακας 4.7). Σημαντική διαφορά ανάμεσα στις προσθιοπίσθιες ΕΔΑ σε σχέση με το είδος λακτίσματος (με το ΚΜ και με το ΣΜ), παρατηρήθηκε και

σε προγενέστερη έρευνα των Jónsdóttir & Finch (1998).

Παράλληλα, στην παρούσα έρευνα καταγράφηκε σημαντική διαφορά μεταξύ του σουτ με το ΚΜ με το σουτ με το ΞΜ, όσον αφορά στην ταχύτητα της μπάλας (πίνακας 4.7, σχήμα 5.9). Αντίθετα, το σουτ με το ΣΜ δεν διέφερε από τα άλλα δύο είδη.

Σημαντικές διαφορές μεταξύ ειδών σουτ – ως προς την ταχύτητα της μπάλας – έχουν καταγραφεί και σε προηγούμενες έρευνες. Πιο συγκεκριμένα, οι Mc Lean & Tumilty (1993) παρατήρησαν ότι ένα χαμηλό σουτ υπερτερεί σε σύγκριση με ένα ψηλοκρεμαστό.

Επιπλέον, σε έρευνα των Levanon & Darpana (1998) το σουτ με το κεντρικό μετατόρισιο υπερτερούσε σημαντικά – όσον αφορά στην επίτευξη υψηλής ταχύτητας στην μπάλα – σε σύγκριση με το σουτ με το εσωτερικό μέρος του άκρου ποδιού (28,6 έναντι 22,5 m/sec). Αντίθετα, στην έρευνα των Jonsdottir & Finch (1998) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές, ως προς την ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα, κατά την εκτέλεση προσπαθειών με το κεντρικό και με το εσωτερικό μετατόρισιο. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν γυναίκες-παίκτριες ποδοσφαίρου: συνεπώς, τα αποτελέσματα μπορεί να ήταν διαφορετικά εάν το δείγμα αποτελείτο από άντρες ποδοσφαιριστές.

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με βάση τη γωνία προσέγγισης κατάγραψε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις πλάγιες και στις προσθιοπίσθιες δυνάμεις των ΕΔΑ – τόσο σε απόλυτες, όσο και σε σχετικές τιμές (πίνακας 4.8). Παράλληλα και στην έρευνα των Isokawa & Lees (1988) παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο στις πλάγιες, όσο και στις προσθιοπίσθιες ΕΔΑ, με τη διαφοροποίηση της γωνίας προσέγγισης από 0° μέχρι και 90° (πίνακας 5 του παραρτήματος).

Επιπλέον, στην παρούσα έρευνα η ταχύτητα της μπάλας δεν διαφοροποιούνταν στατιστικά σημαντικά, όταν άλλαζε η γωνία προσέγγισης από 0° σε 45° (πίνακας

4.8). Σε προγενέστερες έρευνες της βιβλιογραφίας καταγράφηκαν διαφορές στην ταχύτητα της μπάλας με ευθεία και πλάγια προσέγγιση, οι οποίες δεν ήταν πάντοτε σημαντικές.

Πιο συγκεκριμένα, ο Plagenhoef (1971) κατέγραψε υπεροχή της πλάγιας προσέγγισης, όσον αφορά στην επίτευξη υψηλής ταχύτητας, σε σύγκριση με την ευθεία προσέγγιση, αποτέλεσμα που απέδωσε στην υψηλή ταχύτητα και στη σταθερότητα του άκρου ποδιού κατά την επαφή (πίνακας 2 του παραρτήματος). Πάντως, ο ερευνητής σημείωσε πως – εάν παραβλεφθεί ο τρόπος με τον οποίο παράγεται η ταχύτητα του άκρου ποδιού – μία πλάγια προσέγγιση δεν υπερτερεί σε σύγκριση με την ευθεία.

Επιπλέον, στην έρευνα του Ahrari (1981) – όπου οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν σουτ με το ΚΜ, με τρία είδη βημάτων προσέγγισης (με δύο, τρία και τέσσερα βήματα) και δύο γωνίες προσέγγισης (ευθεία και πλάγια) – δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την ταχύτητα της μπάλας, με τη διαφοροποίηση της γωνίας προσέγγισης. Τέλος οι Isokawa & Lees (1988) – οι οποίοι κατέγραψαν τη διαφοροποίηση της ταχύτητας της μπάλας σε σχέση με τη μεταβολή της γωνίας προσέγγισης – συμπέραναν πως η ιδανικότερη γωνία προσέγγισης βρίσκεται γύρω στις 45°, επειδή μια γωνιακή προσέγγιση αφήνει το πόδι να κλίνει προς το μπροστινό επίπεδο, ώστε να τοποθετείται καλύτερα κάτω από την μπάλα – με αποτέλεσμα τη σωστότερη επαφή (πίνακας 2 του παραρτήματος).

5.4. Σχέση Ταχύτητας Μπάλας και Χρονικών και Δυναμικών Παραμέτρων

Στην παρούσα έρευνα δεν παρουσιάστηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις περισσότερες χρονικές ή δυναμικές παραμέτρους και στην ταχύτητα της μπάλας. Εξαίρεση αποτέλεσε η στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης και της ταχύτητας της μπάλας στην περίπτωση των εκτελέσεων σουτ με ευθεία προσέγγιση (στους πίνακες 4.10 έως 4.12 παρουσιάζονται οι σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα σε όλες τις μεταβλητές ανά συνθήκη). Στις βιβλιογραφικές πηγές δεν έχει διευκρινιστεί επαρκώς εάν οι υψηλές τιμές των ΕΔΑ επιδρούν στην ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση του λακτίσματος. Ειδικότερα, η ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα δεν επηρεάζονταν από τις αλλαγές στη χρονική εκτέλεση των προσπαθειών, όπως έδειξε η στατιστική ανάλυση (συντελεστής συσχέτισης: Pearson). Εξαίρεση αποτέλεσε το σουτ με ΞΜ με 0°, όπου βρέθηκε σημαντική συσχέτιση της ταχύτητας της μπάλας με τις παραμέτρους συνολικός χρόνος ($r = 0,75$), χρόνος μέχρι τη μέγιστη πλάγια ($r = 0,68$) και χρόνος μέχρι τη μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη ($r = 0,72$). Δηλαδή όσο αυξάνονταν ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης της προσπάθειας – ή ο χρόνος μέχρι την εκδήλωση της μέγιστης πλάγιας ή της μέγιστης προσθιοπίσθιας δύναμης – τόσο αυξάνονταν και η ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα, κατά την εκτέλεση σουτ με το ΞΜ με ευθεία προσέγγιση. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε μόνο στην παραπάνω συνθήκη, οπότε δεν μπορεί να εξαχθεί ένα γενικότερο συμπέρασμα για τυχόν θετική επίδραση ορισμένων χρονικών παραμέτρων στην ταχύτητα που αποκτά η μπάλα.

Όσον αφορά στις βιβλιογραφικές πηγές, στην έρευνα των Asami & Nolte (1983) δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της κατακόρυφης δύναμης κατά τη στιγμή της επαφής του ποδιού στήριξης με την μπάλα. Επιπλέον, στην έρευνα των Rodano & Tavana (1993) δεν παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις ΕΔΑ και στην ταχύτητα της μπάλας κατά την εκτέλεση των προσπαθειών με το ΚΜ.

Αντίθετα, οι Dos Anjos & Adrian (1986) συμπέραναν πως η μεγαλύτερη ταχύτητα της μπάλας που παρατηρήθηκε σε εξοικειωμένους – με τη συγκεκριμένη επιδεξιότητα – δοκιμαζόμενους, σε σύγκριση με αρχάριους, είναι πιθανόν να οφείλεται μερικώς στις μεγαλύτερες ΕΔΑ που παράγονται στους πρώτους. Τέλος, σε έρευνα του Barfield (1995) καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα που αποκτούσε η μπάλα και στη μέγιστη πλάγια δύναμη, καθώς και στο χρόνο έως την εκδήλωση της τελευταίας. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι πιθανή αύξηση της πλάγιας δύναμης στο πόδι στήριξης, κατά την εκτέλεση προσπάθειας για σουτ με πλάγια προσέγγιση και δύο βήματα φόρα, ίσως συμβάλλει σε μεγαλύτερη ταχύτητα της μπάλας. Το συμπέρασμα αυτό δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, όπου δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της μέγιστης πλάγιας δύναμης σε κανένα από τα τρία είδη σουτ με πλάγια προσέγγιση. Η διαφορά αυτή ίσως οφείλεται στη διαφορετική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, καθώς στην έρευνα του Barfield (1995) χρησιμοποιήθηκε γωνία προσέγγισης μεταξύ των 45 και 60°,

ενώ η ταχύτητα της μπάλας μετρήθηκε με όργανο Gun Radar (Jugs Tribar Radar Gun), ακρίβειας 0,2 m/sec.

Γενικά, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν έρχονται σε διαφωνία με τις παραπάνω έρευνες. Η διαφορά της συγκεκριμένης έρευνας με τις υπόλοιπες έγκειται στο ότι δεν κατέγραψε τις ΕΔΑ κατά τη στιγμή της επαφής του ποδιού στήριξης με την μπάλα (όπως η έρευνα των Asami & Nolte, 1983), ούτε μόνο τη μία μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (όπως οι Dos Anjos & Adrian, 1986). Αντίθετα, καταγράφηκαν οι δύο μέγιστες κορυφώσεις της κατακόρυφης δύναμης. Αυτό είχε ως συνέπεια η μέγιστη μέση τιμή της κατακόρυφης δύναμης να βρίσκεται σε ορισμένες συνθήκες στη πρώτη κορύφωση (KM με 0° και ΣΜ με 0°) και σε άλλες στη δεύτερη (KM με 45° , ΣΜ με 45° , ΞΜ με 0° και ΞΜ με 45°). Η τελευταία (δηλαδή η δεύτερη κορύφωση) ίσως αποτελεί την ειδοποιό διαφορά στα σουτ με ευθεία προσέγγιση, επειδή – σε απόλυτες τιμές – είχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την ταχύτητα της μπάλας. Η δεύτερη κορύφωση, η οποία δεν αποτελεί τη μέγιστη μέση τιμή της κατακόρυφης δύναμης στις δύο από τις τρεις συνθήκες των σουτ με ευθεία προσέγγιση (KM με 0° και ΣΜ με 0°), είναι πιθανόν να οφείλεται σε μία εξισορροπιστική κίνηση του σώματος του δοκιμαζόμενου, η οποία ίσως επιδρά στην τελική ταχύτητα που αποκτά η μπάλα. Εντούτοις, εντύπωση προκαλεί η μη ύπαρξη στατιστικά σημαντικής συσχέτισης μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης εκφραζόμενης σε σχέση με το ΣΒ, σε κανένα από τα είδη σουτ με ευθεία προσέγγιση. Πάντως, το γεγονός είναι πως οι ΕΔΑ αξίζουν να τύχουν περισσότερης διερεύνησης, καθώς είναι πιθανόν να

επηρεάζουν ένα πολύ σημαντικό παράγοντα για επιτυχία στο ποδόσφαιρο, όπως είναι η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση ενός λακτίσματος.

5.5. Συμπεράσματα

Η συζήτηση των αποτελεσμάτων της έρευνας που προηγήθηκε, οδηγεί στην εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων, με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα:

Α. Η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση σουτ σε στατική μπάλα με δύο βήματα προσέγγιση από το σημείο του πέναλτι (9,15 μέτρα), δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στις έξι επιμέρους συνθήκες της παρούσας έρευνας που αφορούν σε τρία είδη σουτ (κεντρικό, εσωτερικό ή εξωτερικό μετατάρσιο) και δύο γωνίες προσέγγισης (0° ή 45°). Αντίθετα, εάν εξεταστεί μόνο το είδος σουτ, τότε το σουτ με το KM διαφέρει σημαντικά από το σουτ με το ΞΜ.

Β. Οι ΕΔΑ που παράγονται από το πόδι στήριξης κατά την εκτέλεση ποδοσφαιρικού σουτ μπορεί να διαφοροποιηθούν στατιστικά σημαντικά, εάν αλλάξει η γωνία προσέγγισης και το είδος σουτ. Γενικά, τις χαμηλότερες μέσες τιμές ΕΔΑ (επομένως και τις χαμηλότερες επιβαρύνσεις στο πόδι στήριξης) παρουσιάζει το σουτ με το ΣΜ με ευθεία προσέγγιση.

Γ. Στα τρία είδη (κεντρικό, εσωτερικό ή εξωτερικό μετατάρσιο) η μέγιστη πλάγια δύναμη με προσέγγιση 45° υπερτερεί της αντίστοιχης με ευθεία προσέγγιση, έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά.

Δ. Η ταχύτητα που αποκτά η μπάλα δεν επηρεάζεται από τις περισσότερες χρονικές και δυναμικές παραμέτρους των ΕΔΑ. Εξαίρεση ίσως, αποτελεί η

δεύτερη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη στην απόλυτη τιμή της, όμως θα πρέπει να επιβεβαιωθεί και από άλλες ερευνητικές προσπάθειες στο μέλλον.

Τα συμπεράσματα από την εργασία οδηγούν στις παρακάτω προτάσεις για μελλοντικές έρευνες:

A. Περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της ταχύτητας που αποκτά η μπάλα κατά την εκτέλεση ποδοσφαιρικού σουτ και της δεύτερης κορύφωσης της κατακόρυφης δύναμης.

B. Διερεύνηση της αγωνιστικής θέσης των ποδοσφαιριστών (επιθετικός, κεντρικός ή αμυντικός παίκτης) σε συνδυασμό με την ταχύτητα που θα αποκτήσει η μπάλα κατά την εκτέλεση ενός ποδοσφαιρικού σουτ.

Γ. Εφαρμογή της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας σε μελλοντικές έρευνες, διαφοροποιώντας τις συνθήκες (απόσταση, επιλογή χρονικών και δυναμικών παραμέτρων, είδος σουτ, τρόπος προσέγγισης, δείγμα).

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahrari, M. A. (1981). *Three types of approach: their effect on distance and accuracy in two styles of instep kick in soccer*. Master Dissertation, University of Western Illinois. Illinois.
- Andersen, T. B., Doerge, H. C., & Thomsen, F. I. (1999). Collisions in soccer kicking. *Sports Engineering*, 2 (2), 121-125.
- Anderson, D. I., & Sidaway, B. (1994). Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65 (2), 93-99.
- Asami, T., & Nolte, V. (1983). Analysis of powerful ball kicking. In H. Matsui, & K. Kobayashi (Eds.), *Biomechanics VIII-B* (pp. 695-700). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Bauer, G. (1982). *Αυτό είναι το ποδόσφαιρο*. Αθήνα: εκδόσεις Αλκυών.
- Barfield, W. R. (1995). Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and nondominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*, 29, 251-272.
- Barfield, W. R. (1998). The biomechanics of kicking in soccer. *Clinics in Sports Medicine*, 17 (4), 711-728.
- Bayios, I., Georgiadis, G., Boudolos, K. (2000). A new concept for measuring ball velocity in team sports. In J. Avela, P. V. Komi & J. Komulainen (Eds.) *Proceedings of the 5th Annual Congress of the European College of Sport Sciences* (p. 155). Jyväskylä, Finland.
- Cabri, J., De Proft, E., Dufour, W., & Clarys, J. P. (1988). The relation between muscular strength and kick performance. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 186-193). London: E. & F. N. Spon.
- Davids, K., Lees, A., & Burwitz, L. (2000). Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer. Implications for talent identification and skill acquisition. *Journal of Sports Sciences*, 18, 703-714.
- De Proft, E., Cabri, J., Dufour, W., & Clarys, J. P. (1988). Strength training and kick performance in soccer players. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 108-113). London: E. & F. N. Spon.
- Dos Anjos, L. A., & Adrian, M. J. (1986). Forças de reação do solo na perna de sustentação de jogadores habilidosos e não habilidosos durante chutes numa bola de futebol. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 8 (1), 129-133.
- Douge, B. (1988). Football: the common threads between the games. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 449-455). London: E. & F. N. Spon.
- Edwards, R. H. T., Newham, D. J., Jones, D. A., & Chapman, S. J. (1984). Role of mechanical damage in pathogenesis of proximal myopathy in man. *Lancet*, 8376, 548-552.
- Godik, M., Fales, I., & Blashak, I. (1993). Changing the kicking accuracy of soccer players depending on the type, value and aims of training and competitive loads. In T. Reilly, J., Clarys, & A. Stibbe (Eds.), *Science and football II* (pp. 254-260). London: E. & F.

- N. Spon.
Harcourt, R. (1971). *Soccer and rugby training schemes for schools*. London, England: The Schoolmaster Publishing.
- Hudson, J. L. (1986). Coordination of segments in the vertical jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18 (2), 242-251.
- Isokawa, M., & Kojima, T. (1995). Biomechanics and medicine. *Journal of Sports Sciences*, 13, 510.
- Isokawa, M., & Lees, A. (1988). A Biomechanical analysis of the instep kick in motion in soccer. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 449-455). London: E. & F. N. Spon.
- Jones, C. (1997). *High-performance soccer*. Champaign, USA: Human Kinetics Publishers.
- Jónsdóttir, M. K., & Finch, A. (1998). Ball velocity and kinetics of the supporting foot during two soccer kicks, performed by female soccer players. In Riehle, H., & Vieten, M. M. (Eds.) *ISBS '98 proceedings of the XVI symposium of the International Society of Biomechanics in Sports* (pp. 128-131). Konstanz, Germany: UVK-Universitätsverlag.
- Lees, A., & Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: a review. *Journal of Sports Sciences*, 16 (3), 211-234.
- Levanon, J., & Dapena, J. (1997). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (6), 917-927.
- Luxbacher, J. A. (1996). *Soccer: steps to success*. Champaign, USA: Human Kinetics Publishers.
- Μπάγιος, Ι. Α. (1998). *Παράγοντες που επηρεάζουν την ευστοχία και την ταχύτητα ρίψης στη χειροσφαίριση*. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Mc Avoy, N. (1998). *Teaching soccer fundamentals*. Champaign, USA: Human Kinetics Publishers.
- Mc Lean, B. D., & Tumilty, D. (1993). Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, 27 (4), 260-262.
- Narici, M. V., Sirtori, M. D., & Morgan, P. (1988). Maximum ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 429-433). London: E. & F. N. Spon.
- Opavsky, P. (1988). An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two types of soccer kick. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 460-467). London: E. & F. N. Spon.
- Phillips, S. J. (1985). Invariance of elite kicking performance. In D. A. Winter, R. W. Norman, R. P. Wells, K. C. Hayes, & A. E. Patla (Eds.), *Biomechanics IX-B* (pp. 539-542). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Plagenhoef, S. (1971). *Patterns of human motion*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Putnam, C. A. (1983). Interaction between segments during a kicking motion. In H. Matsui, & K. Kobayashi (Eds.), *Biomechanics VIII-B* (pp. 695-700). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Robertson, D. G. E., & Mosher, R. E. (1985). Work and power of the leg muscles in soccer kicking. In D. A. Winter, R. W. Norman, R. P.

- Wells, K. C. Hayes, & A. E. Patla (Eds.), *Biomechanics IX-B* (pp. 533-538). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Rodano, R., Cova, P., & Vigaro, R. (1988). Design of a football boot: A theoretical and experimental approach. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 416-425). London: E. & F. N. Spon.
- Rodano, R., & Tavana, R. (1993). Three dimensional analysis of the instep kick in professional soccer players. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and football* (pp. 357-361). London: E. & F. N. Spon.
- Saggini, R., Calligaris, A., Montanari, G., Tjouroudis, N., & Vecchiet, L. (1993). The foot-ground reaction in the soccer player. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and football* (pp. 341-344). London: E. & F. N. Spon.
- Saggini, R., & Vecchiet, L. (1995). The foot-ground reaction in the male and female soccer players. In A. Barabas & G. Fabian (Eds.) *Biomechanics in Sport XII: proceedings of the 12th symposium of the International Society of Biomechanics in Sports* (pp. 213-215). Budapest: International Society of Biomechanics in Sports.
- Starosta, W. (1988). Symmetry and asymmetry in shooting demonstrated by elite soccer players. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 346-355). London: E. & F. N. Spon.
- Tant, C. L. (1990). *Segmental interactions of a three-dimensional soccer instep kick motion*. Doctor Dissertation, Texas Woman's University, Denton, Texas.
- Wickstrom, R. L. (1975). Developmental kinesiology. *Exercise and Sports Science Reviews*, 3, 163-192.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Μεταβλητές των ΕΛΑ που Καταμετρήθηκαν και Αξιολογήθηκαν στην Παρούσα Έρευνα.

Μεταβλητή	Ορισμός
Fz1	πρώτη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης
Fz1-BW	έκφραση Fz1 σε σχέση με το ΣΒ
Fz2	δεύτερη κορύφωση της κατακόρυφης δύναμης
Fz2-BW	έκφραση Fz2 σε σχέση με το ΣΒ
Fzm	ελάχιστη κατακόρυφη δύναμη, μεταξύ Fz1 και Fz2
Fzm-BW	έκφραση Fzm σε σχέση με το ΣΒ
Fy	μέγιστη προσθιοπίσθια δύναμη
Fy-BW	έκφραση Fy σε σχέση με το ΣΒ
Fx	μέγιστη πλάγια δύναμη
Fx-BW	έκφραση Fx σε σχέση με το ΣΒ
T-gen	συνολικός χρόνος προσπάθειας
T-Fz1	χρόνος μέχρι την Fz1
T-Fz2	χρόνος μέχρι την Fz2
T-Fz12	χρόνος μεταξύ Fz1 και Fz2
T-Fzm	χρόνος μέχρι την Fzm
T-Fy	χρόνος μέχρι την Fy
T-Fx	χρόνος μέχρι την Fx

Πίνακας 2. Ταχύτητα Μπάλας (m / sec) και Γωνία Προσέγγισης κατά την Εκτέλεση Σουτ.

Έρευνα	Είδος σουτ	Προσέγγιση	Ταχ. μπάλας
Plagenhoef (1971)	KM ράγκμπι	πλάγια	29,11
	ποδόσφαιρο, μη στατική μπάλα	πλάγια	29,11
	ποδόσφαιρο, στατική μπάλα	πλάγια	27,95
	ποδόσφαιρο, μη στατική μπάλα	ευθεία	26,7
	ράγκμπι, με το δάκτυλο	ευθεία	24,99
	KM ράγκμπι	ευθεία	24,99
	ποδόσφαιρο, στατική μπάλα	ευθεία	23,84
Isokawa & Lees (1988)	KM	0°	18,73
	KM	15°	19,12
	KM	30°	19,87
	KM	45°	20,14
	KM	60°	19,46
	KM	90°	19,13

Πίνακας 3. Ταχύτητα (m / sec) του Άκρου Ποδιού και της Μπάλας, κατά την Εκτέλεση Σουτ.

Έρευνα	Είδος σουτ	Ταχ. ποδιού	Ταχ. μπάλας
Plagenhoef (1971)	KM ράγκμπι	24,14	29,11
	ποδόσφαιρο, μη στατική μπάλα	19,81	29,11
	ποδόσφαιρο, στατική μπάλα	19,57	27,95
	ποδόσφαιρο, μη στατική μπάλα	21,55	26,7
	ράγκμπι, με το δάκτυλο	23,80	24,99
	KM ράγκμπι	20,33	24,99
Isokawa & Lees (1988)	ποδόσφαιρο, στατική μπάλα	19,81	23,84
	KM 0°	18,08	18,73
	KM 15°	18,29	19,12
	KM 30°	18,32	19,87
	KM 45°	18,01	20,14
	KM 60°	18,09	19,46
	KM 90°	15,38	19,13

Πίνακας 4. Ταχύτητα Μπάλας (m / sec) κατά το Ποδοσφαιρικού Σουτ σε Έρευνες.

Έρευνα	Δείγμα	Παρατηρήσεις	Ταχύτητα μπάλας
Isokawa & Lees (1988)	Ποδοσφαιριστές	KM, 45°	20,14
Mc Lean & Tumilty (1993)	Έφηβοι	χαμηλό σουτ	21,94
Phillips (1985)	Ειδικός	μέγιστο	29,5
Phillips (1985)	Ποδοσφαιριστής	μέγιστο	30,7
Robertson & Mosher (1985)	Ολυμπιακή	μέγιστο	26,39
Rodano & Tavana (1993)	έφηβοι	KM	22,3-30
Asami & Nolte (1983)	Μείγμα	μέγιστο	29,9
Zerniche & Roberts (1978)	Επιδέξιοι	μέγιστο	27,4
Dos Anjos & Adrian (1986)	έμπειροι	μέγιστο	25,94
Dos Anjos & Adrian (1986)	αρχάριοι	μέγιστο	23,47
Levanon & Dapena (1998)	επιδέξιοι	KM	28,6
Plagenhoef (1971)	Επαγγελματίας	πλάγια προσεγ.	27,95
Plagenhoef (1971)	Επαγγελματίας	ευθεία προσεγ.	23,84

Πίνακας 5. ΕΔΑ του Ποδιού Στήριξης κατά την Εκτέλεση Ποδοσφαιρικού Σουτ (ΣΒ: Σωματικό Βάρος, Nt: Newton).

Έρευνα	Κατακόρυφη(Fz)	Πρόσθια (Fy)	Πλάγια (Fx)
Asami & Nolte, 1983	1820 Nt (2,39 ΣΒ)		
Dos Anjos & Adrian, 1986	2796 Nt (3,84 ΣΒ)	839 Nt (1,15 ΣΒ)	1047 Nt
Rodano et al, 1988	2000 Nt (1,93-2,36 ΣΒ)	600 Nt (0,5-0,8 ΣΒ)	600 Nt (0,5-0,8 ΣΒ)
Isokawa & Lees, 1988	0° 1362 Nt	0° 398 Nt	0° 68 Nt
	15° 1395 Nt	15° 388 Nt	15° 212 Nt
	30° 1410 Nt	30° 377 Nt	30° 328 Nt
	45° 1432 Nt	45° 306 Nt	45° 433 Nt
	60° 1439 Nt	60° 243 Nt	60° 489 Nt
	90° 1454 Nt	90° 63 Nt	90° 583 Nt
Rodano & Tavana, 1993	2,69 ΣΒ		1,24 ΣΒ
Jónsdóttir & Finch, 1998	ΣΜ, φτέρνα: 1238,6 ± 381,1 Nt (203% ΣΒ)	ΣΜ, φτέρνα: 304,1 ± 160,4 Nt (50% ΣΒ)	ΣΜ, φτέρνα: 152,4 ± 82,5 Nt (25% ΣΒ)
	ΚΜ, φτέρνα: 1340 ± 341,5 Nt (222% ΣΒ)	ΚΜ, φτέρνα: 354,6 ± 154,8 Nt (58% ΣΒ)	ΚΜ, φτέρνα: 167,7 ± 130,4 Nt (27% ΣΒ)
	ΣΜ, δάκτυλο: 984,6 ± 470,4 Nt (163% ΣΒ)		
	ΚΜ, δάκτυλο: 1098 ± 608 Nt (181% ΣΒ)		

Πίνακας 6. Έλεγχος Σημαντικότητας των Εξαρτημένων Παραμέτρων Ανάμεσα στις Έξι Συνθήκες της Έρευνας ($p < 0,05$).

Παράμετρος	F	Σημαντικότητα
BV	2,124	0,079
T-gen	2,309	0,059
T-Fz1	0,857	0,517
T-Fz2	0,883	0,500
T-Fz12	1,073	0,387
T-Fzm	1,350	0,260
T-Fx	1,668	0,161
T-Fy	1,326	0,269
Fz1	1,796	0,131
Fz1-BW	1,930	0,107
Fz2	4,679	0,001
Fz2-BW	7,015	0,000
Fzm	3,395	0,010
Fzm-BW	3,340	0,011
Fx	15,239	0,000
Fx-BW	9,330	0,000
Fy	7,061	0,000
Fy-BW	5,596	0,000

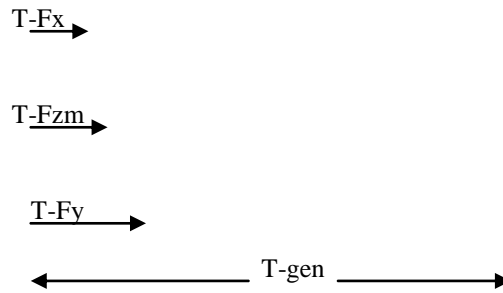
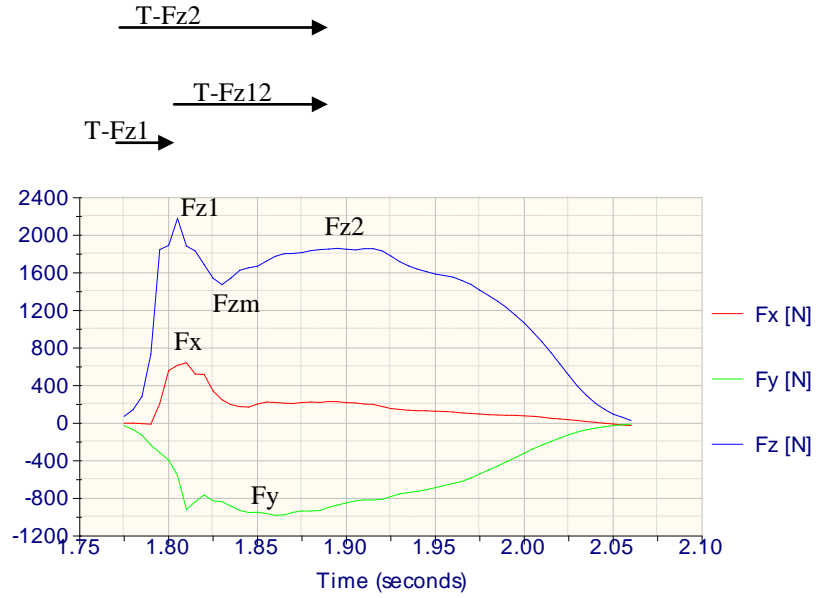
Πίνακας 7. Έλεγχος Σημαντικότητας των Εξαρτημένων Παραμέτρων της Έρευνας ως προς το Είδος Σουτ ($p < 0,05$).

Παράμετρος	F	Σημαντικότητα
BV	4,604	0,015
T-gen	4,351	0,018
T-Fz1	0,233	0,793
T-Fz2	1,628	0,207
T-Fz12	1,548	0,223
T-Fzm	2,348	0,106
T-Fx	0,991	0,379
T-Fy	1,957	0,152
Fz1	3,997	0,025
Fz1-BW	4,187	0,021
Fz2	9,493	0,000
Fz2-BW	14,077	0,000
Fzm	6,998	0,002
Fzm-BW	6,798	0,003
Fx	4,426	0,017
Fx-BW	2,654	0,081
Fy	13,066	0,000
Fy-BW	10,261	0,000

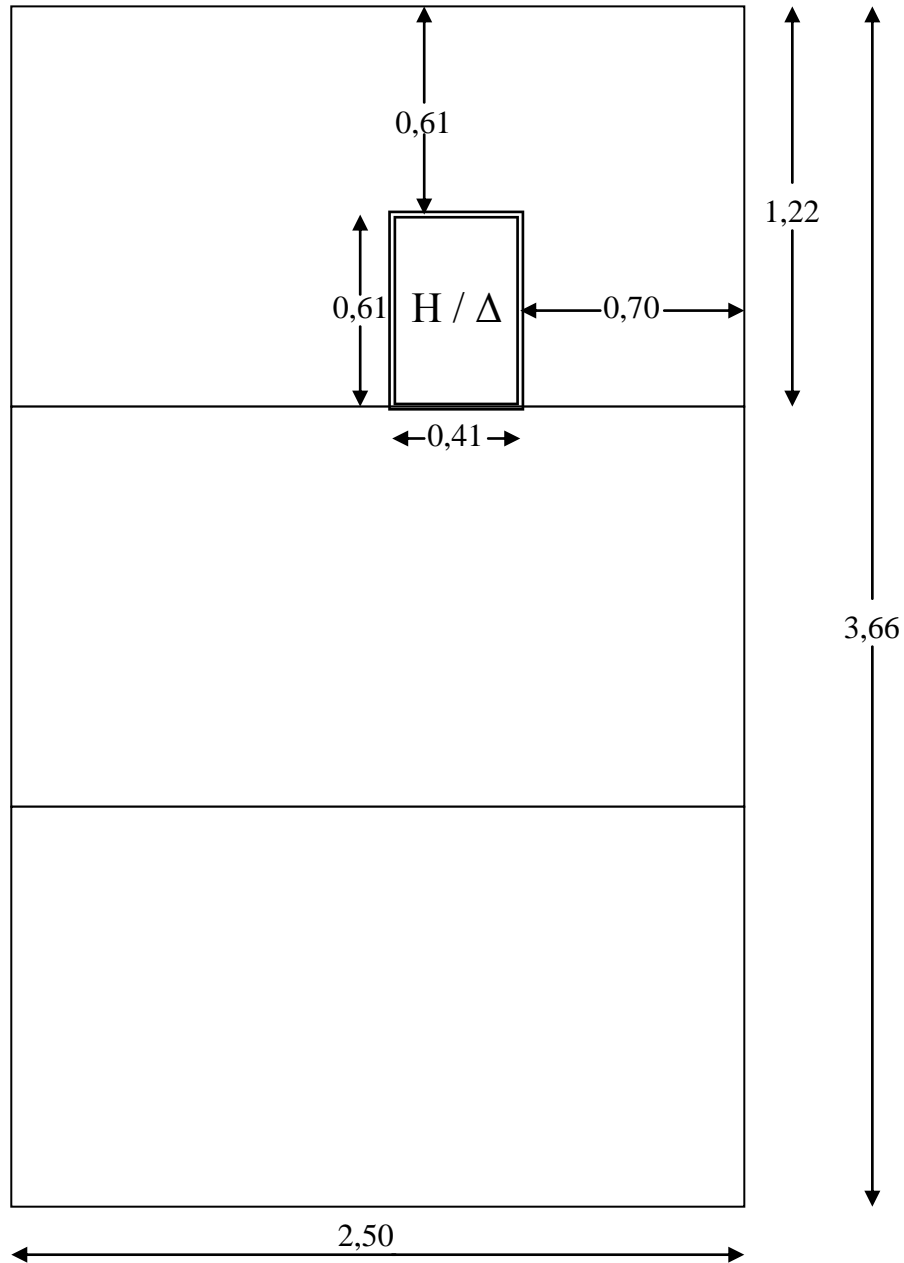
Πίνακας 8. Έλεγχος Σημαντικότητας των Εξαρτημένων Παραμέτρων της Έρευνας ως προς τη Γωνία Προσέγγισης ($p < 0,05$).

Παράμετρος	F	Σημαντικότητα
BV	1,026	0,316
T-gen	1,754	0,192
T-Fz1	1,550	0,219
T-Fz2	1,144	0,290
T-Fz12	2,067	0,157
T-Fzm	1,423	0,239
T-Fx	6,237	0,016
T-Fy	2,570	0,115
Fz1	0,056	0,813
Fz1-BW	0,058	0,811
Fz2	3,872	0,055
Fz2-BW	6,173	0,017
Fzm	0,041	0,841
Fzm-BW	0,030	0,864
Fx	66,972	0,000
Fx-BW	41,028	0,000
Fy	7,179	0,010
Fy-BW	5,765	0,020

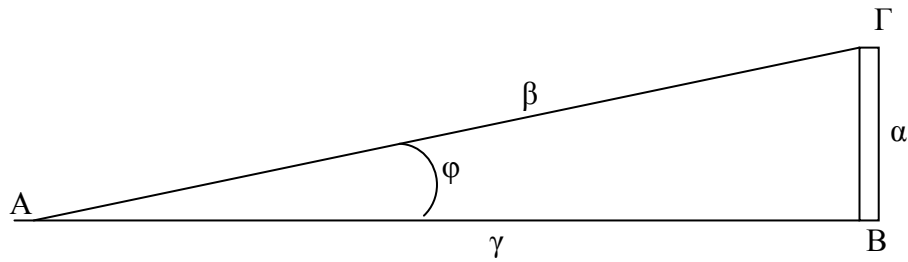
Σχεδιάγραμμα 1. Μεταβλητές των ΕΔΑ που Καταμετρήθηκαν και Αξιολογήθηκαν στην Παρούσα Έρευνα.



Σχεδιάγραμμα 2. Σχηματική Απεικόνιση της Ειδικής Κατασκευής (Επιφάνεια Προσέγγισης) με Ενσωματωμένο το Ηλεκτρονικό Δυναμοδάπεδο (H / Δ). Οι Αποστάσεις Δίνονται σε Μέτρα.

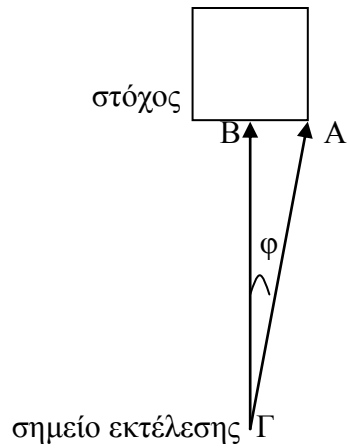


Σχεδιάγραμμα 3. Πλάγια Απεικόνιση της Πιθανής Πορείας της Μπάλας και Τυχόν Αποκλίσεις.



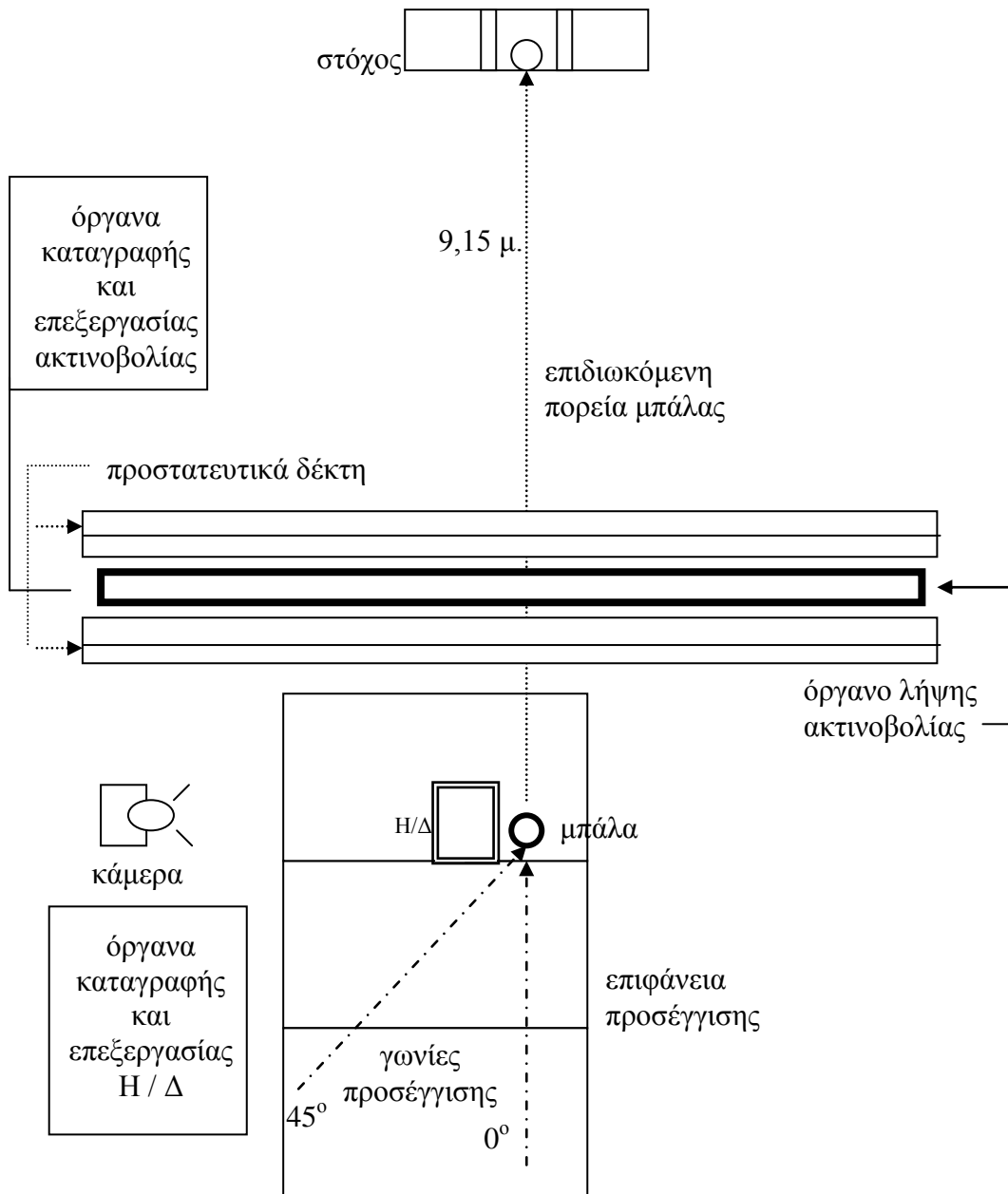
- A. σημείο εκτέλεσης της προσπάθειας για σουτ
- α. ύψος στόχου: 2 μέτρα
- B. κάτω μέρος στόχου
- β. απόσταση από το σημείο εκτέλεσης μέχρι το πάνω μέρος στόχου: 9,16 μ.
- Γ. πάνω μέρος στόχου
- γ. οριζόντια απόσταση από το σημείο εκτέλεσης μέχρι το στόχο: 9,15 μ.
- φ. γωνία που σχηματίζεται όταν η μπάλα οδηγείται στο υψηλότερο σημείο του στόχου: $12,5^\circ$

Σχεδιάγραμμα 4. Πρόσθια Απεικόνιση της Πιθανής Πορείας της Μπάλας και Τυχόν Αποκλίσεις.

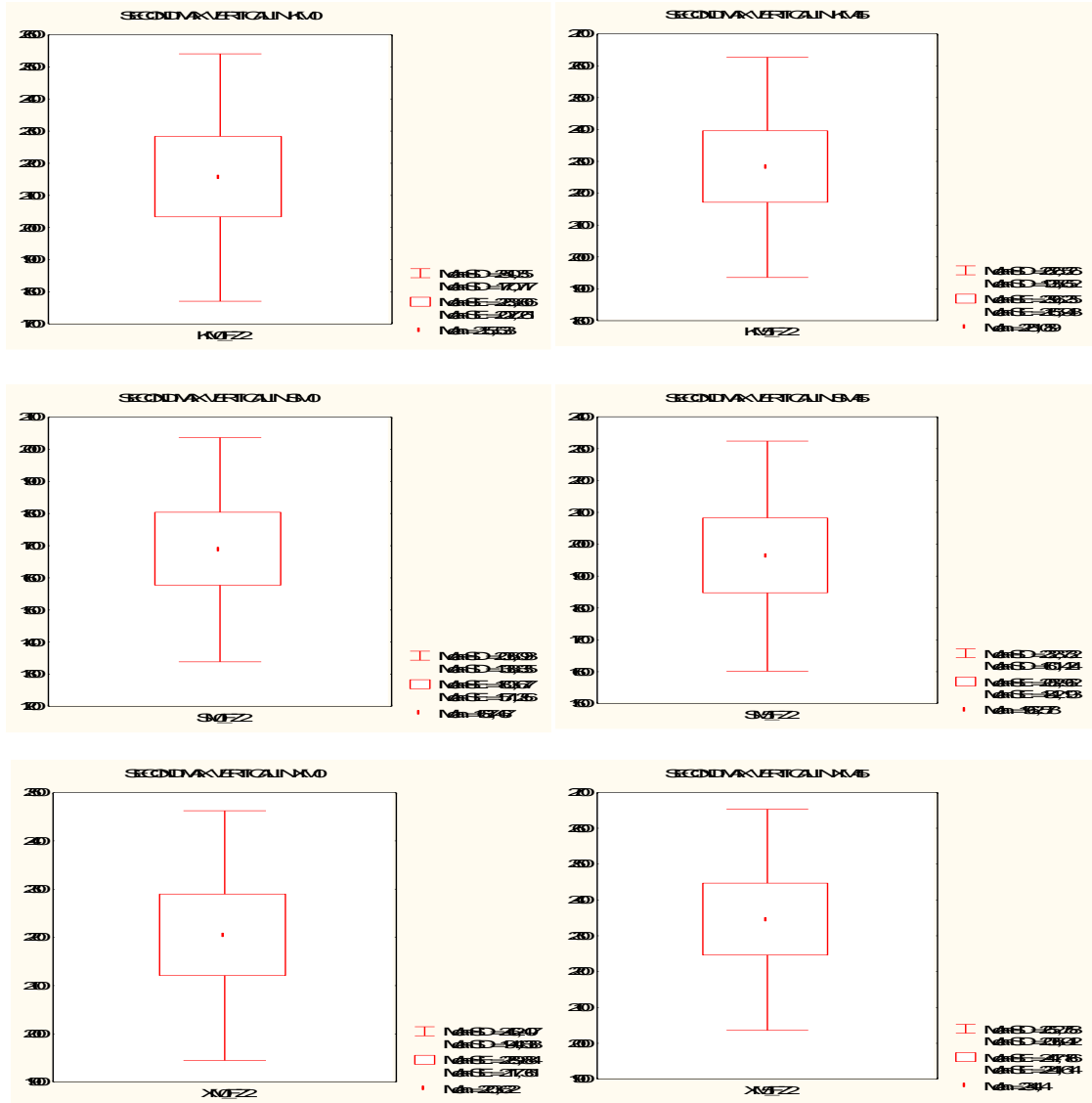


- A. πλάγιο σημείο στόχου
- B. κεντρικό σημείο στόχου
- Γ. σημείο εκτέλεσης
- A-B. 1,5 μέτρα
- B-Γ. 9,15 μέτρα
- A-Γ. 9,27 μέτρα
- ϕ . γωνία που σχηματίζεται μέχρι το πιο πλάγιο επιτρεπτό όριο: $9,5^\circ$

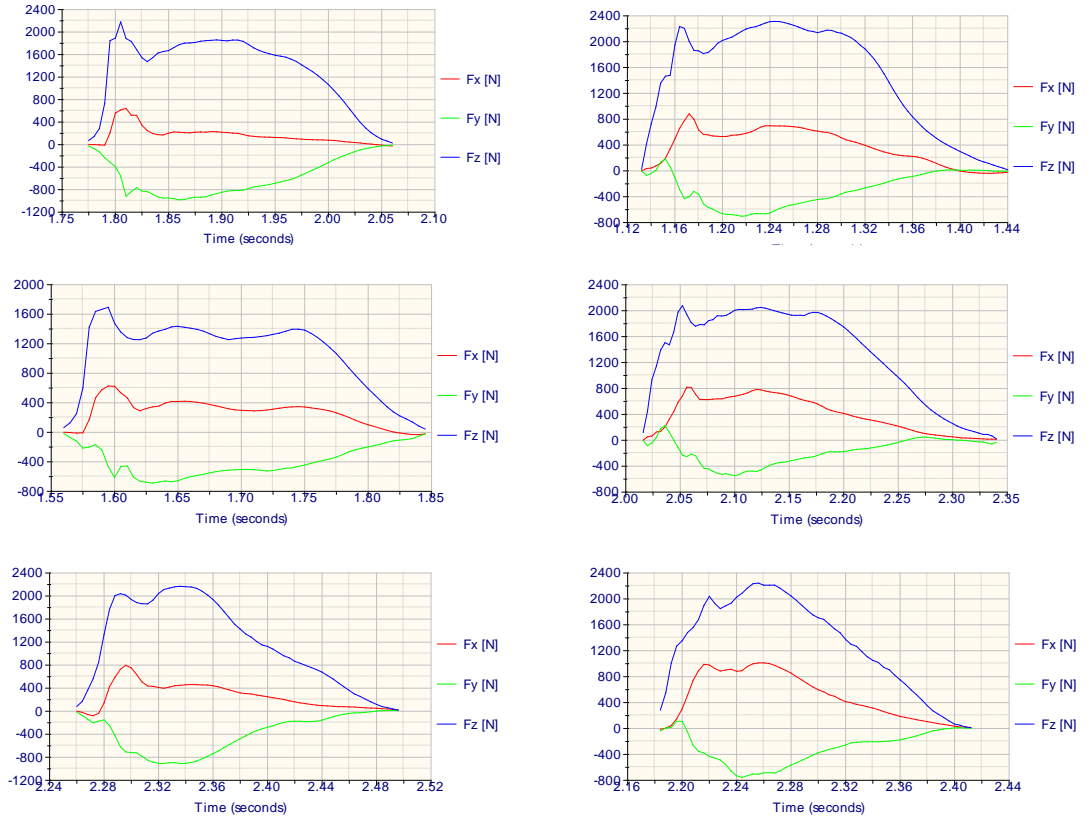
Σχεδιάγραμμα 5. Η Θέση των Οργάνων κατά τη Διαδικασία Μέτρησης (σε Κάτοψη).



Σχεδιάγραμμα 6. Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις της Δεύτερης Κορύφωσης της Κατακόρυφης Δύναμης ($Fz2$) στις Έξι Συνθήκες: ΚΜ με 0° (ΚΜ 0), ΚΜ με 45° (ΚΜ 45), ΣΜ με 0° (ΣΜ 0), ΣΜ με 45° (ΣΜ 45), ΞΜ με 0° (ΧΜ 0), ΞΜ με 45° (ΧΜ 45).



Σχεδιάγραμμα 7. Πρότυπα Δυναμογραφήματα, Αντιπροσωπευτικά των Έξι Συνθηκών (ΚΜ με 0°, ΚΜ με 45°, ΣΜ με 0°, ΣΜ με 45°, ΞΜ με 0°, ΞΜ με 45°), με τις Τρεις Συνιστώσες (Fz, Fx, Fy) των ΕΛΑ.



Σχεδιάγραμμα 8. Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις της Ταχύτητας που Αποκτούσε η Μπάλα στις Έξι Επιμέρους Συνθήκες: ΚΜ με 0° (ΚΜ 0), ΚΜ με 45° (ΚΜ 45), ΣΜ με 0° (ΣΜ 0), ΣΜ με 45° (ΣΜ 45), ΞΜ με 0° (ΧΜ 0), ΞΜ με 45° (ΧΜ 45).

