



**Σχέση Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης και Ριπτικής Απόδοσης
σε Γνωστό και Άγνωστο Στόχο στη Χειροσφαίριση**

Ιωάννης Α. Μπάγιος¹ & Κωνσταντίνος Δ. Μπουντόλος²
¹Τομέας Αθλοπαιδιών, ²Τομέας Βιολογίας της Άσκησης,
ΤΕΦΑΑ, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση των εδαφικών δυνάμεων αντίδρασης στην απόδοση της ρίψης πάνω από τον ώμο, σε γνωστό και άγνωστο στόχο. Το δείγμα αποτελούσαν 15 επιλεκτοί αθλητές της χειροσφαίρισης της Α1 εθνικής κατηγορίας και 15 φοιτητές Φ.Α οι οποίοι εκτέλεσαν συνολικά 10 ρίψεις, με φόρα 3 βήματα, σε συνθήκες γνωστού και άγνωστου στόχου. Η στήριξη του ποδιού πριν τη ρίψη γινόταν πάνω σε ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο (Kistler, 9281, δειγματοληψία 500 Hz), ενώ μετρήθηκε άμεσα η ταχύτητα της μπάλας και η ευστοχία της ρίψης με ξεχωριστές ειδικές συσκευές. Τα συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ των δύο συνθηκών δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους της ριπτικής απόδοσης μεταξύ γνωστού και άγνωστου στόχου, παρά μόνο στο χρόνο στήριξης - ώθησης ($p < .01$). Οι σημαντικές σχέσεις μεταξύ των Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης και Ριπτικής Απόδοσης παρατηρούνται κυρίως ως προς τη πλάγια συνιστώσα (κουμπαίνονται από 23.0 έως 26.7% για τη συνθήκη του γνωστού στόχου και 27.5 έως 33.5% για την αντίστοιχη συνθήκη του άγνωστου στόχου), σε αντίθεση με την προσθοπίστια (Y) και την κατακόρυφη (Z), γεγονός που επιβεβαιώνει τη θεωρία μεταφοράς της ενέργειας από το πόδι στήριξης - αναχαίτισης - ώθησης προς το αντίθετο χέρι ρίψης, με σκοπό να επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα και η ιδανική στόχευση.

Λέξεις κλειδιά: εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης, ρίψη, ευστοχία, ταχύτητα μπάλας, χειροσφαίριση

**Relation between Ground Reaction Forces and Throwing Performance
towards Known and Unknown Visual Target in Team Handball**

Ioannis A. Bayios¹ & Konstandinos D. Boudolos²

¹Division of Games and Sports, ²Division of Sport Medicine and Biology of Exercise,
Department of Physical Education & Sport Science, University of Athens, Hellas

Abstract

The aim of this study was to examine the relationship between Ground Reaction Forces (GRF) and performance of throwing above the shoulder towards known and unknown visual target. Fifteen elite handball athletes of the A1 League and 15 physical education students performed in total 10 throwing attempts each, with a cross-over step, under conditions of known and unknown visual target. The foot contact before the throwing attempt was made on an electronic force plate (Kistler, 9281, sampling rate 500 Hz), whereas ball velocity as well as ball accuracy were measured by using separate specially designed electronic devices. There were no significant differences in the variables of throwing performance between the conditions of known and unknown target, except for the time of foot contact ($p < .01$). Significant relationships were observed between GRF and throwing performance with regard to the lateral component mainly (ranging from 23.0 to 26.7% and 27.5 to 33.5% in the condition of known and unknown target, respectively) and not to the anterior-posterior (Y) and/or the vertical (Z) component, confirming the theory of energy transfer from the foot of contact to the opposite hand of throwing in order to achieve the highest velocity and the optimal accuracy.

Key words: GRF, throwing, accuracy, ball velocity, team handball

Εισαγωγή

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αρκετών αθλημάτων είναι η ρίψη οργάνου, όπως για παράδειγμα στον κλασικό αθλητισμό και τις αθλοπαιδιές. Η ρίψη εκτελείται με τη μέγιστη δυνατή ή και ελεγχόμενη ταχύτητα, σε συνδυασμό με την επιλογή στόχου ή και χωρίς επιλογή στόχου. Ορισμένες φορές ο στόχος αυτός είναι προσδιορισμένος από τους αγωνιστικούς κανονισμούς και εξαρτάται από τις ενέργειες του αθλητή (περίπτωση τερματοφύλακα), που έχουν σκοπό τη φύλαξή του. Η Χειροσφαίριση είναι ένα από τα αθλήματα που διαθέτει τα παραπάνω χαρακτηριστικά δράσης και μεταξύ των άλλων παραγόντων που εξασφαλίζουν την αγωνιστική απόδοση των αθλητών είναι η επιτυχημένη ρίψη της μπάλας. Αυτή ορίζεται κυρίως από την ταχύτητά της κατά την απελευθέρωση και από την ευστοχία της ρίψης, σε σχέση με τη θέση και την αντίδραση του τερματοφύλακα. Αυτό σημαίνει ότι, ο αθλητής που εκτελεί ρίψη προς το χώρο του τέρματος, λαμβάνει την τελική του απόφαση εκτιμώντας τη θέση ή και τις ενέργειες του τερματοφύλακα, σε σχέση με το φυλασσόμενο στόχο.

Μία εύστοχη ρίψη πάνω από τον ώμο απαιτεί ακριβή έλεγχο και δράση των επιμέρους αρθρώσεων του σώματος, έτσι ώστε η μπάλα να απελευθερωθεί την κατάλληλη χρονική στιγμή προς συγκεκριμένη κατεύθυνση (Hore, Watt, & Tweed, 1996), ενώ η επίτευξη μέγιστης ταχύτητας της μπάλας επηρεάζεται από τη συνολική ενεργοποίηση των επιμέρους τμημάτων του σώματος (Atwater, 1979; Toyoshima, Hoshikawa, Miyashita, & Oguri, 1974. Τα κινηματικά χαρακτηριστικά αθλητών εξετάζονται σε διάφορες αγωνιστικές δραστηριότητες, ιδιαίτερα στη ρίψη του μπέιζμπολ (Atwater, 1979; Barrentine, Matsuo, Escamilla, Fleisig, & Andrews, 1998; Feltner, 1989; Fleisig, Escamilla, Andrews, Matsuo, Satterwhite, & Barrentine, 1996; Heise, 1994; Hoshikawa & Toyoshima, 1976; Toyoshima et al., 1974; Wang, Ford, Ford, & Shin, 1995), προκειμένου να υπάρξει αποσαφήνιση της κινηματικής. Με ιδιαίτερο τρόπο έχει ακόμη περιγραφεί η συνεισφορά επιμέρους αρθρώσεων του σώματος που συμμετέχουν ενεργά σε ριπτικές κινήσεις (Putman, 1993). Επίσης έχει αποδειχθεί ότι, η επίτευξη μέγιστης ταχύτητας στην απελευθέρωση της μπάλας επηρεάζεται από την τελική θέση ρίψης του αθλητή και ορίζεται από το εμπρόσθιο πόδι-οδηγό της συγκεκριμένης κίνησης. Το πόδι αυτό, ως σταθερό μέλος της κινητικής αλυσίδας, ελέγχει την κίνηση του σώματος, ώστε να ξεκινήσει με τεχνικό τρόπο η ριπτική δραστηριότητα (Atwater, 1979). Ακόμη παίζει βασικό ρόλο στην εκτέλεση της ρίψης, έτσι ώστε η αποκτηθείσα ενέργεια, εξαιτίας των Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης (ΕΔΑ), να μεταφερθεί προοδευτικά διαμέσου του κορμού στο άνω άκρο χέρι ρίψης και να ολοκληρωθεί πλήρως η δραστηριότητα.

Ειδικότερα, η μεταφορά ενέργειας από μέλη που προηγούνται σε κίνηση σε επόμενα μέλη του σώματος, παίζει σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της ενεργειακής κατάστασης του τελικού μέλους που θα διαχειριστεί τη ρίψη (Joris, Edwards, van Muijen, van Ingen Schenau, & Kemper, 1985). Στην ανθρώπινη κίνηση ο μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας από τα κάτω στα άνω άκρα επηρεάζει την επίτευξη υψηλών ταχυτήτων στα τελικά - ακραία σημεία του σώματος, όπως είναι οι φάλαγγες των δακτύλων (Barrentine et al., 1998). Αυτή η μεταφορά ενέργειας από το ένα μέλος στο άλλο πρέπει να ακολουθεί ομαλό ρυθμό και να μην υπάρχει απώλεια ενέργειας. Επομένως, κατά τη θεώρηση αυτή, η «ροή της ενέργειας» από το κάτω άκρο στήριξης στο αντίθετο μ' αυτό άνω άκρο που χειρίζεται τη ρίψη της μπάλας, φαίνεται να επηρεάζει τη ριπτική απόδοση.

Στο άθλημα της χειροσφαίρισης, η ριπτική απόδοση ορίζεται από το συνδυασμό δύο χαρακτηριστικών, της ευστοχίας στη ρίψη (ΕΥΣΤ), η οποία καταγράφεται σε εκατοστά ή χιλιοστά του μέτρου (cm ή mm) ως απόκλιση από το στόχο, προς την ταχύτητα (σε m/s) με την οποία απελευθερώνεται η μπάλα από το χέρι (ΤΑΜΠ). Ο Δείκτης Ριπτικής Απόδοσης (ΔΡΑ) δίνεται με τη σχέση:

$$\Delta P A = \frac{E Y C T O X I A}{T A X Y T H T A}$$

Η προπονητική διαδικασία δημιουργεί έναν προβληματισμό, με βάση τον οποίο διαμορφώνεται το ερώτημα, κατά πόσο ο ΔΡΑ επηρεάζεται από την αλλαγή των συνθηκών στόχευσης; Έχει ενδιαφέρον να εξεταστεί, εάν η εμφάνιση του στόχου πριν την έναρξη της προσπάθειας του αθλητή ή η εμφάνιση του κατά την εκτέλεση αυτής, θα επηρέαζαν: α) την τοποθέτηση του ποδιού στήριξης - αναχαιτίσης και ώθησης; και β) το Δείκτη Ριπτικής Απόδοσης; Προς αυτή την κατεύθυνση, αναζητείται να βρεθεί αιτιώδης σχέση στη ριπτική κίνηση της μπάλας κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Με άλλα λόγια, επιχειρείται να εξεταστεί η κινητική συμπεριφορά του ποδιού, πάνω στο οποίο θα μετατοπιστεί ολόκληρο το σώμα, ώστε να φθάσει η επιθυμητή ταχύτητα στο αντίθετο χέρι ρίψης και με τη σειρά του αυτό να στοχεύσει αποτελεσματικά. Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η ριπτική απόδοση στη χειροσφαίριση και η σχέση της με τη μηχανική (κινητική) αλληλεπίδραση του ποδιού στήριξης. Η εξέταση των ΕΔΑ του ποδιού σε σχέση με την ΤΑΜΠ και την ΕΥΣΤ σε γνωστό και άγνωστο στόχο, ενδεχομένως να αναδείξει τα θετικά στοιχεία του αποτελέσματος της ρίψης ή και υστέρησης που απαιτούνται βελτίωση. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί η αιτιώδης σχέση μεταξύ της Ριπτικής Απόδοσης σε γνωστό και άγνωστο στόχο στη χειροσφαίριση και της παραγωγής των Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης του ποδιού, που αποτελεί σημείο αναφοράς της στήριξης-αναχαιτίσης-ώθησης και περιστροφής του σώματος για τη ριπτική αυτή προσπάθεια.

Μέθοδος και διαδικασία

Συμμετέχοντες

Δεκαπέντε αθλητές της χειροσφαίρισης (ΟΑ), που συμμετείχαν στο πρωτάθλημα της Α1 εθνικής κατηγορίας και πέτυχαν τα περισσότερα τέρματα σε μια αγωνιστική περίοδο (χρονολογικής ηλικίας 24.9 ± 2.9 ετών, σωματικού αναστήματος 181.3 ± 6.3 εκατοστά, σωματικής μάζας 83.1 ± 5.3 χιλιόγραμμα), συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη. Επίσης, συμμετείχαν 15 φοιτητές Φυσικής Αγωγής (ΟΦ) που διδάχθηκαν το μάθημα της χειροσφαίρισης και διέθεταν σε ικανοποιητικό βαθμό τη ρυθμική ικανότητα (χρονολογικής ηλικίας 21.7 ± 0.9 ετών, σωματικού αναστήματος 181.7 ± 5.5 εκατοστά, σωματικής μάζας 77.1 ± 6.4 χιλιόγραμμα). Προηγήθηκε έλεγχος και αποκλείστηκαν από τις μετρήσεις όσοι δοκιμαζόμενοι είχαν πρόσφατο πρόβλημα τραυματισμού. Στην ΟΑ οι 12 ήταν δεξιόχειρες και οι τρεις αριστερόχειρες, ενώ στην ΟΦ όλοι ήταν δεξιόχειρες. Οι δοκιμαζόμενοι συμμετείχαν στις μετρήσεις, μετά από ενημέρωση, ενώ ακολουθήθηκε η διαδικασία συναίνεσης-συμμετοχής στη μελέτη, σύμφωνα με την ερευνητική - ηθική δεοντολογία του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Διαδικασία μέτρησης

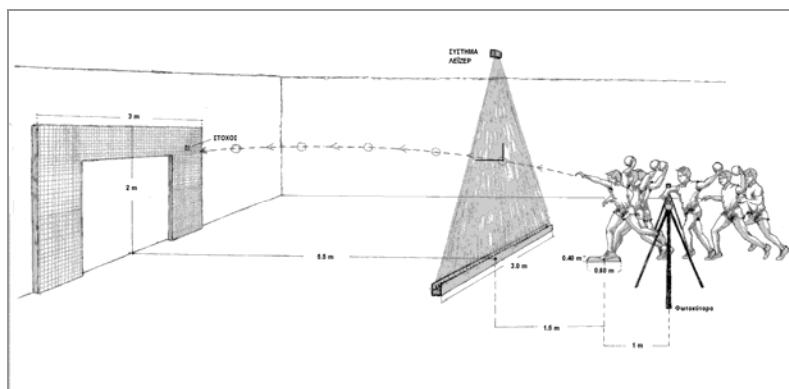
Πριν από κάθε μέτρηση στον κάθε δοκιμαζόμενο δινόταν χρόνος 15 λεπτών για προθέρμανση και δυνατότητα εκτέλεσης ειδικών ασκήσεων, ιδιαίτερα της ωμικής ζώνης του χεριού ρίψης, όπως και των κάτω άκρων. Στη συνέχεια, ο δοκιμαζόμενος, εκτελούσε δοκιμαστικές ρίψεις προς το τέρμα της χειροσφαίρισης και λάμβανε τις οδηγίες για τη μέτρηση. Εξασφαλίστηκε η αποφυγή μάθησης της διαδικασίας, ενώ η βασική οδηγία ήταν να ρίξει την μπάλα με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα απελευθέρωσης και να πετύχει το στόχο, εφαρμόζοντας την αγωνιστική ρίψη πάνω από τον ώμο με στήριξη και φόρα τρία βήματα. Στο τρίτο και τελευταίο βήμα το πόδι που προηγείται της κίνησης (αριστερό για τους δεξιόχειρες, δεξιό για τους αριστερόχειρες) στηρίζονταν πάνω σε ηλεκτρονικό δυναμοδάπεδο (H/Δ, KISTLER type - 9281, δειγματοληψίας 500 Hz), το

οποίο βρισκόταν στο ίδιο επίπεδο. Με τη χρήση ειδικού λογισμικού BioWare της ίδιας εταιρείας αναλύθηκαν τα χρονικά-δυναμικά χαρακτηριστικά της τοποθέτησης του ποδιού. Χρησιμοποιήθηκε η ίδια μπάλα για την κατηγορία ανδρών - εφήβων (περιφέρεια 59 εκατοστά και βάρος 450 γραμμάρια). Η απελευθέρωση της μπάλας γινόταν από το σημείο εκτέλεσης της ρίψης των 7 μέτρων, με αποκλειστικό στόχο το τέρμα. Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε συνολικά δέκα (10) ρίψεις, πέντε (5) για κάθε μια εκ των δύο (2) συνθηκών: α) σε γνωστό εκ των προτέρων στόχο, και β) σε στόχο που εμφανιζόταν με την έναρξη της προσπάθειας και πριν από την τοποθέτηση του ποδιού στήριξης στο Η/Δ. Στην πρώτη συνθήκη (Γνωστός Στόχος) εμφανιζόταν φωτεινό τετράγωνο πλευράς 4 εκατοστών στις εσωτερικές διαστάσεις του τέρματος της χειροσφαίρισης, σε απροσδιόριστο σημείο κάθε φορά και ο δοκιμαζόμενος γνώριζε το στόχο πριν την εκκίνηση της προσπάθειας. Στη δεύτερη (Άγνωστος Στόχος), το φωτεινό τετράγωνο εμφανιζόταν αυτοματοποιημένα από δέσμη φωτοκύτταρων που βρισκόταν σε απόσταση 1 m από το Η/Δ, μετά την έναρξη της προσπάθειας του δοκιμαζόμενου και πριν από τον τελευταίο (τρίτο) βηματισμό (σχεδιάγραμμα 1).

Η κάθε συνθήκη ρίψης δίνονταν με τυχαία σειρά, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση της μάθησης, της κόπωσης ή οτιδήποτε άλλο θα επηρέαζε με συστηματικό τρόπο τα αποτελέσματα. Μεταξύ των ρίψεων οι δοκιμαζόμενοι είχαν χρόνο ανάπαυσης περίπου 60 s. Η καλύτερη προσπάθεια, από άποψης μέγιστης ταχύτητας και ευστοχίας, που ήταν πλησίον του μέσου όρου των 5 ρίψεων, για κάθε συνθήκη, χρησιμοποιήθηκε για περαιτέρω ανάλυση.

Μέτρηση ταχύτητας μπάλας

Η οριζόντια (στιγμιαία) ταχύτητα της μπάλας, τη στιγμή της απελευθέρωσης από το χέρι του δοκιμαζόμενου, μετρήθηκε με πρωτότυπη ηλεκτρονική συσκευή λέιζερ και υπολογίστηκε από τη διάμετρο της μπάλας (178 mm) και το χρόνο (dt) διακοπής της δέσμης λέιζερ (Bayios, Georgiadis & Boudolos, 2000). Η συσκευή τοποθετήθηκε σε απόσταση 5.5 m από το τέρμα της χειροσφαίρισης και 1.5 m από το



Σχεδιάγραμμα 1.

Θέση των οργάνων και διαδικασία μέτρησης κατά τη ρίψη μπάλας. Καταγραφή Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης του εμπρόσθιου ποδιού στήριξης, μέτρηση στιγμιαίας ταχύτητας και ευστοχίας.

σημείο του πέναλτι ή του σημείου τοποθέτησης του Η/Δ. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της συσκευής χρησιμοποιήθηκε μηχανικός τρόπος ρίψης μπάλας σε ταχύτητες από 7- 17 m/s και υπολογίστηκε ο ενδοταξικός συντελεστής συσχέτισης (ICC 3,1) σε .99. Ο συντελεστής μεταβλητότητας κυμάνθηκε εντός των ρίψεων μεταξύ 1.2 έως 2.2%, ενώ το ποσοστό λάθους της συσκευής υπολογίστηκε από την εξίσωση:

$$\% \text{ σφάλμα} = \left[1 - \sqrt{1 - (S / 2R)^2} \right] 100$$

όπου R - η ακτίνα της μπάλας και S - η απόσταση μεταξύ δύο δεκτών ακτινοβολίας λέιζερ.

Μέτρηση Ευστοχίας

Η ευστοχία μετρήθηκε με ειδική ηλεκτρονική συσκευή (Bayios, Georgiadis, & Boudolos, 1998). Τη συσκευή αποτελούσαν τρεις σταθεροί πίνακες που τοποθετήθηκαν στην εσωτερική επιφάνεια του τέρματος και κεντρική μονάδα επεξεργασίας των φωτεινών σημάτων. Οι πίνακες εξασφάλιζαν οπτικό σήμα στους δοκιμαζόμενους και συνέλεγαν στη συνέχεια την πληροφορία πρόσκρουσης της μπάλας. Έτσι, με βάση τις συντεταγμένες του φωτεινού στόχου (οπτικό μήνυμα-στόχος) και τις συντεταγμένες του σημείου πρόσκρουσης της μπάλας (σημείο στόχευσης) πάνω στους πίνακες καταγράφονταν στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας η απόκλιση της μπάλας από το φωτεινό στόχο. Το σφάλμα μέτρησης της ΕΥΣΤ κυμάνθηκε από 0 έως 28.3 mm σύμφωνα με σχέση: Σφάλμα μέτρησης ΕΥΣΤ = D × √ 2, όπου D - η απόσταση του κέντρου πρόσκρουσης της μπάλας από έναν ορισμένο αισθητήρα πρόσκρουσης. Επομένως, στη συγκεκριμένη μελέτη, μετρήθηκαν ή υπολογίστηκαν συνολικά οι εξής παράμετροι:

A) *Παράμετροι Ριπτικής Απόδοσης:* Ταχύτητα Μπάλας (σε m/s)- (ΤΑΜΠ), Ευστοχία Ρίψης (σε cm)-(ΕΥΣΤ) και Δείκτης Ριπτικής Απόδοσης (ΔΡΑ), Χρόνος στήριξης-ώθησης του ποδιού κατά τη ρίψη, (ΧΣΩ) (σε s).

B) *Παράμετροι ΕΔΑ:* Προσθιοπίθια και Πλάγια συνιστώσα των Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης: 1) X & Y - Ελάχιστη τιμή, (X₁, Y₁), σε μονάδες (N), 2) X & Y - Χρονική στιγμή επίτευξης, (X₂, Y₂), σε μονάδες (s), 3) X & Y - Μέγιστη τιμή, (X₃, Y₃), σε μονά-

δες (N), 4) X & Y - Χρονική στιγμή επίτευξης, (X₄, Y₄) σε μονάδες (s), 5) X & Y - Τετραγωνική ρίζα μέσου - (X₅, Y₅), 6) X & Y - Εύρος - (X₆, Y₆). Επίσης, για την Κατακόρυφη συνιστώσα των Εδαφικών Δυνάμεων Αντίδρασης: 1) Z - Μέγιστη τιμή, (Z₁), 2) Z - Σχετική της μέγιστης τιμής ως προς το ΣΒ, (Z₂), 3) Z - Χρονική στιγμή επίτευξης της μέγιστης, (Z₃), 4) Z - Μέση τιμή, (Z₄), 5) Z - Τυπική απόκλιση, (Z₅), 6) Z - Κλίση - (Z₆), 7) Z - Τετραγωνική ρίζα μέσου - (Z₇), 8) Z - Εύρος- (Z₈).

Για την εξέταση των σημαντικών διαφορών μεταξύ των παραμέτρων, σε συνθήκες γνωστού και άγνωστου στόχου, εφαρμόστηκε η ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA), με συμμεταβλητή την τιμή στο γνωστό στόχο. Στις συσχέτισεις μεταξύ των παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Pearson, καθώς και ο συντελεστής προοδιορισμού (r² - %). Η στατιστική σημαντικότητα ορίστηκε στα επίπεδα, p<.05 και p<.01 και η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το SPSS 10.

Αποτελέσματα

Στον πίνακα 1 δίνονται τα δεδομένα της ριπτικής απόδοσης με αναφορά στην ΤΑΜΠ, στην ΕΥΣΤ, στο ΔΡΑ και στο ΧΣΩ, για τις δύο ομάδες των δοκιμαζόμενων, αλλά και στο σύνολό τους, σε γνωστό και άγνωστο στόχο ρίψης. Η ανάλυση όμως, που ακολουθεί στη συνέχεια γίνεται επί του συνόλου των δοκιμαζόμενων (N=30), διότι ως τέτοιο διαθέτει αντιπροσωπευτική εικόνα ενός δείγματος, με δοκιμαζόμενους που χαρακτηρίζονται από υψηλή και μέση αποτελεσματικότητα στη ρίψη της μπάλας. Από τα δεδομένα φαίνεται πως μόνον ο ΧΣΩ διαφέρει μεταξύ των συνθηκών γνωστού και άγνωστου στόχου (F_{1,29}=14.4, p<.001, η²=.348) και με συμμεταβλητή την τιμή του γνωστού στόχου, ενώ δεν παρατηρούνται (p>.05) σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες παραμέτρους της ριπτικής απόδοσης.

Στον πίνακα 2 δίνονται οι συσχέτισεις μεταξύ των παραμέτρων της ριπτικής απόδοσης στις δύο συνθήκες. Οι παράμετροι ΤΑΜΠ, ΕΥΣΤ, ΔΡΑ, ΧΣΩ, διαθέτουν μεταξύ τους υψηλή συσχέτιση (r²=70.1%, 34.8%, 47.7% και 54.0% αντιστοίχως). Στη συνθήκη γνωστού στόχου, ο ΔΡΑ συσχετίζεται σημαντικά με

Πίνακας 1. Μέσος όρος ± τυπική απόκλιση των παραμέτρων ριπτικής απόδοσης στις δύο συνθήκες ρίψης, για τις δύο ομάδες (αθλητών και φοιτητών) και στο σύνολο των δοκιμαζόμενων.

Παράμετροι	Γνωστός Στόχος			Άγνωστος Στόχος		
	ΟΑ (N=15)	ΟΦ (N=15)	Σύνολο (N=30)	ΟΑ (N=15)	ΟΦ (N=15)	Σύνολο (N=30)
ΤΑΜΠ (m/s)	26.3±3.21	18.9±2.0	22.6±4.6	25.2±2.9	18.2±2.0	21.7±4.3
ΕΥΣΤ (cm)	18.4±7.6	41.5±13.7	30.0 ±16.0	21.7±6.8	45.9±21.0	32.8 ±19.7
ΔΡΑ	0.72±0.32	2.27±1.1	1.50±1.1	0.88±0.31	2.43±1.02	1.65±1.1
ΧΣΩ (s)	0.306±0.03	0.409±0.08	0.357 ± 0.07*	0.343±0.05	0.441±0.09	0.392 ± 0.08*

* p<.001

Πίνακας 2. Συντελεστές συσχέτισης r και προσδιορισμού (r²) μεταξύ των παραμέτρων ριπτικής απόδοσης στις συνθήκες γνωστού και άγνωστου στόχου (N=30)

		Γνωστός Στόχος				Άγνωστος Στόχος			
		TAMΠ	ΕΥΣΤ	ΔΡΑ	ΧΣΩ	TAMΠ	ΕΥΣΤ	ΔΡΑ	ΧΣΩ
TAMΠ	Γνωστός Στόχος	-							
ΕΥΣΤ		-.72 (52.1)	-						
ΔΡΑ		-.78 (61.3)	.96 (92.5)	-					
ΧΣΩ		-.65 (41.7)	.55 (29.8)	.61 (37.2)	-				
TAMΠ	Άγνωστος Στόχος	.84 (70.1)				-			
ΕΥΣΤ			.59 (34.8)			-.57 (32.0)	-		
ΔΡΑ				.69 (47.7)		-.74 (54.1)	.96 (92.9)	-	
ΧΣΩ					.74 (54.0)				-

την TAMΠ (r²=61.3%), όπως και με την ΕΥΣΤ (r²=92.5%). Το ίδιο όμως δεν παρατηρείται στη συνθήκη με άγνωστο το στόχο, όπου η σχέση του ΔΡΑ με την TAMΠ μειώνεται (r²=54.1%), ενώ διατηρείται στο ίδιο υψηλό επίπεδο με την προηγούμενη συνθήκη η σχέση με την ΕΥΣΤ (r²=92.9%). Ο ΧΣΩ συσχετίζεται με το ΔΡΑ στη συνθήκη του γνωστού στόχου (r²=37.2%), κάτι που δεν συμβαίνει στη συνθήκη του άγνωστου στόχου (p>.05). Επιπρόσθετα, και στις δύο συνθήκες ρίψης παρατηρείται σημαντικά υψηλή σχέση ανάμεσα στην TAMΠ και την ΕΥΣΤ (r²=52.1% και 32.0%, αντιστοίχως).

Στον πίνακα 3 δίνονται οι σημαντικές συσχετίσεις (p<.01) μεταξύ του ΧΣΩ και των ΕΔΑ σε σχέση με τους τρεις άξονες (Χ, Υ και Ζ). Οι περισσότερες σχέσεις αφορούν κυρίως στη συνθήκη με το γνωστό στόχο και είναι αντιστοίχως σημαντικές σε απόλυτο αριθμό 4, 3 και 1, ως προς τους αντίστοιχους άξονες των ΕΔΑ (Χ), (Υ) και (Ζ), ενώ ως προς τη συνθήκη του άγνωστου στόχου, 2, 3 και 1.

Τα δεδομένα του πίνακα 4 παρουσιάζουν τη σημαντικότητα των σχέσεων (p<.001, p<.01) μεταξύ του ΔΡΑ σε γνωστό και άγνωστο στόχο αντιστοίχως, με τις παραμέτρους των ΕΔΑ ως προς τους άξονες Χ,

Υ και Ζ. Ο ΔΡΑ συσχετίζεται σημαντικά μόνον με τις παραμέτρους των ΕΔΑ ως προς τον άξονα Χ, τόσο στη συνθήκη του γνωστού στόχου όσο και στην αντίστοιχη του άγνωστου στόχου.

Συζήτηση

Ριπτική Απόδοση σε Γνωστό και Άγνωστο Στόχο

Ταχύτητα Μπάλας. Οι παράμετροι τη Ριπτικής Απόδοσης στη Χειροσφαίριση, όπως αυτές προκύπτουν από ρίψη σε γνωστό ή άγνωστο στόχο, δεν διαφοροποιούνται σημαντικά συγκρινόμενες μεταξύ τους. Οι τιμές της μέγιστης TAMΠ μειώνονται σε απόλυτο βαθμό στη δεύτερη συνθήκη (από 22.6 σε 21.7 m/s), τούτο όμως δεν επιβεβαιώνεται με στατιστική σημαντικότητα. Μία πιθανή ερμηνεία που μπορεί να δοθεί είναι ότι, η ρίψη με 3 βήματα φόρα, κατ' τα άλλα σημαντική από αγωνιστικής πλευράς, δίνει την κινητική ευχέρεια στο δοκιμαζόμενο να προετοιμάσει το χέρι ρίψης κι έτσι να μην επηρεαστεί, κατά την έναρξη της προσπάθειας, από το γεγονός

Πίνακας 3. Συντελεστές συσχέτισης (r) και προσδιορισμού (r²) μεταξύ του ΧΣΩ και των παραμέτρων της πλάγιας (Χ), προσοπίθιας (Υ) και της κατακόρυφης (Ζ) ΕΔΑ, σε συνθήκες γνωστού και άγνωστου στόχου (N=30).

Συνθήκη		ΕΔΑ (Χ)	Χ ₁	Χ ₂	Χ ₃	Χ ₄	Χ ₅	Χ ₆		
ΧΣΩ	Γνωστός Στόχος	4	.226 (5.1)	.858** (73.6)	-.534* (28.5)	.401 (16.1)	-.532* (24.6)	-.485* (23.5)		
	Άγνωστος Στόχος	2	-.187 (3.5)	.782** (61.2)	-.435 (18.9)	.650** (42.3)	-.277 (7.7)	-.112 (1.3)		
		ΕΔΑ (Υ)	Υ ₁	Υ ₂	Υ ₃	Υ ₄	Υ ₅	Υ ₆		
ΧΣΩ	Γνωστός Στόχος	3	.238 (5.7)	.714** (51.0)	-.351 (12.3)	-.185 (3.4)	-.485* (23.5)	-.518* (26.8)		
	Άγνωστος Στόχος	3	.392 (15.4)	.698** (48.7)	-.230 (5.3)	.054 (0.3)	-.451* (20.3)	-.473* (22.4)		
		ΕΔΑ (Ζ)	Ζ ₁	Ζ ₂	Ζ ₃	Ζ ₄	Ζ ₅	Ζ ₆	Ζ ₇	Ζ ₈
ΧΣΩ	Γνωστός Στόχος	1	-.346 (12.0)	-.267 (7.1)	.514* (26.4)	-.169 (2.9)	-.378 (14.3)	-.231 (5.3)	-.230 (5.3)	-.285 (8.1)
	Άγνωστος Στόχος	1	-.279 (7.8)	-.247 (6.1)	.780** (60.8)	-.130 (1.7)	-.359 (12.9)	.208 (4.3)	-.193 (3.7)	-.277 (7.7)

** p <.001, * p <.01.

Πίνακας 4. Συντελεστές συσχέτισης r και προσδιορισμού (r^2) μεταξύ του ΔΡΑ και των παραμέτρων της πλάγιας (X), προσθοπίσθιας (Y) και κατακόρυφης (Z) ΕΔΑ, σε συνθήκες γνωστού και άγνωστου στόχου (N=30).

Συνθήκη		ΕΔΑ (X)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆		
ΔΡΑ	Γνωστός Στόχος	4	.317 (10.0)	.480* (23.0)	-.493* (24.3)	-.007 (0.0)	-.496* (24.6)	-.517* (26.7)		
	Άγνωστος Στόχος	2	.053 (0.3)	.340 (11.6)	-.579* (33.5)	.243 (5.9)	-.524* (27.5)	-.374 (14.0)		
		ΕΔΑ (Y)	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆		
ΔΡΑ	Γνωστός Στόχος	0	.052 (0.3)	.281 (7.9)	-.373 (13.9)	-.363 (13.2)	-.233 (5.4)	-.315 (9.9)		
	Άγνωστος Στόχος	0	.292 (8.5)	.420 (17.6)	-.308 (9.5)	-.262 (6.9)	-.247 (6.1)	-.350 (12.3)		
		ΕΔΑ (Z)	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈
ΔΡΑ	Γνωστός Στόχος	0	-.007 (0.0)	.119 (1.4)	.193 (3.7)	.151 (2.3)	-.078 (0.6)	-.296 (8.8)	.098 (1.0)	.014 (0.0)
	Άγνωστος Στόχος	0	-.313 (9.8)	-.208 (4.3)	.385 (14.8)	-.060 (0.4)	-.420 (17.6)	.302 (9.1)	-.154 (2.4)	-.306 (9.4)

** $p < .001$, * $p < .01$.

της μη γνώσης του στόχου. Επιπλέον, κρίνεται ότι η απόσταση του 1 m που μεσολαβούσε μεταξύ της νοητής γραμμής, για την έναρξη εμφάνισης του στόχου (στη συνθήκη του άγνωστου) δεν περιόριζε σημαντικά τους δοκιμαζόμενους και έτσι υπήρχε δυνατότητα προετοιμασίας και επίτευξης μέγιστης ΤΑΜΠ. Το στοιχείο αυτό φαίνεται να υποστηρίζεται και από το ότι το 73% της κινητικής ενέργειας παράγεται στα τελευταία 50 ms (Joris et al., 1985), ενώ η διάρκεια της ρίψης από την τοποθέτηση του ποδιού στήριξης - ώθησης μέχρι την απελευθέρωση της μπάλας κυμαίνεται μεταξύ των 300 έως 400 ms (Atwater, 1979), όπως παρατηρείται και στην παρούσα μελέτη.

Ευστοχία. Την ίδια κατεύθυνση ακολουθεί και η ΕΥΣΤ της ρίψης, με μικρή αύξηση της απόκλισης στη δεύτερη συνθήκη (από 30.0 σε 32.8 cm), χωρίς όμως να είναι σημαντική η διαφορά. Το χέρι ρίψης στην κίνηση πάνω από τον ώμο βρίσκεται σε ετοιμότητα να διαγράψει οροθετημένη τροχιά. Ειδικότερα, αυτό συμβαίνει για την κάθε άρθρωση που συμμετέχει δραστήρια στην προσπάθεια, αλλά και την μπάλα, από το σημείο που «προετοιμάζεται» η ρίψη μέχρι και το σημείο απελευθέρωσης αυτής, προκειμένου να βρει τελικό στόχο. Η ακρίβεια στόχευσης απαιτεί συγχρονισμό στην έναρξη της έκτασης του αγκώνα και της κάμψης του καρπού (Hore et al., 1996), ενώ διαπιστώνεται σημαντική σχέση μεταξύ της ευστοχίας και της διακύμανσης του συγχρονισμού κατά την έναρξη της έκτασης του καρπού. Τα αποτελέσματα δείχνουν να μην αλλάζει σε σημαντικό βαθμό το κινηματικό πρότυπο και έτσι οι διαγραφόμενες τροχιές των αρθρικών κέντρων και της μπάλας δεν διαφοροποιούνται σημαντικά εξαιτίας του χρόνου καθυστέρησης που τους δόθηκε για τον άγνωστο στόχο. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, το χέρι ρίψης ως ακραίο μέλος του σώματος φαίνεται να έχει το

χρόνο να «συγκροτηθεί», αφού πριν την τελική κίνηση ρίψης προηγείται η τοποθέτηση του ποδιού και η μεταφορά της ενέργειας με κάποια σχετική καθυστέρηση στο κρίσιμο σημείο της πηχεοκαρπικής άρθρωσης και της μπάλας.

Δείκτης Ριπτικής Απόδοσης. Ο ΔΡΑ που αποτελεί τη σχέση ΕΥΣΤ προς την ΤΑΜΠ δείχνει σε απόλυτες τιμές τη ρίψη σε γνωστό στόχο, ενώ στη συνθήκη του άγνωστου στόχου διαφοροποιείται σε μη στατιστικά σημαντικό επίπεδο (από 1.50 σε 1.65). Για την αμετάβλητη αυτή κατάσταση της αγωνιστικής ρίψης, που διαθέτει προσομοιωμένα χαρακτηριστικά, ο δείκτης αυτός ακολουθεί να μεν απόλυτη μείωση, αλλά επειδή πρόκειται για προσπάθεια που αποτελεί γνωστό αντικείμενο σε διαφορετικό επίπεδο μάθησης (αθλητές και φοιτητές), δεν είναι ικανή η συνθήκη του άγνωστου στόχου να επηρεάσει το αποτέλεσμα. Δηλαδή, σε ήδη γνωστά κινηματικά πρότυπα, όπως είναι αυτή της ρίψης μπάλας, πρέπει να γίνουν πιο «δύσκολες» οι συνθήκες ώστε να προσομοιωθεί ο άγνωστος στόχος και να αναμένουμε διαφορετικά αποτελέσματα ριπτικής απόδοσης.

Χρόνος στήριξης-ώθησης. Σε αντίθεση με τις δύο προηγούμενες παραμέτρους της ριπτικής απόδοσης, αλλά και το ΔΡΑ, ο χρόνος στήριξης - αναχαιτίσης και ώθησης του ποδιού διαφέρει σημαντικά ($p=.005$), από 0.357 σε 0.392 s, μεταξύ των δύο συνθηκών και οι τιμές αυτές συμφωνούν με άλλες πηγές (Atwater, 1979). Η αύξηση του χρόνου στήριξης κατά 35 ms δηλώνει πως το πρώτο μέλος του σώματος, που είναι το πόδι επαφής, βρίσκεται σε μεγαλύτερη δυσκολία να ανταποκριθεί χρονικά στο οπτικό ερέθισμα με τη συνθήκη του άγνωστου στόχου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, για να μπορεί να «οργανώσει» τη μεταφορά ενέργειάς του στα ανώτερα μέλη (άνω άκρα) του σώματος και να καταλήξει αυτή στο χέρι ρίψης και την μπάλα, απαιτεί περισσότερο χρόνο δράσης. Ο χρόνος αυτός λειτουργεί τόσο για

την αναχαίτιση της κίνησης λόγω φόρας (επιβραδυντική φάση), όσο και για τη μεταφορά της ενέργειας που απαιτεί το χέρι ρίψης (Hong, Cheung, & Roberts, 2001). Επομένως, ο ανθρώπινος κινητικός μηχανισμός στην προκειμένη περίπτωση ανταποκρίνεται μέσα σε εύλογα κινητικά πλαίσια και συμπεριφέρεται αποτελεσματικά, γιατί ο τελικός σκοπός είναι η ρίψη με το αντίθετο χέρι και η μηχανική συμπεριφορά του ποδιού βρίσκεται στη διάθεση της ορθής εκτέλεσης της ρυθμικής κίνησης.

Σχέση μεταξύ παραμέτρων Ρυθμικής Απόδοσης

Η παράμετροι της Ρυθμικής Απόδοσης ανεξαρτήτου συνθήκης εκτέλεσης, συσχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους, με συντελεστές προσδιορισμού που κυμαίνονται από 34.8 έως 70.1%. Η σχέση αυτή επιβεβαιώνει τη θεωρία για την αγωνιστική ρίψη της μπάλας, όπου το κριτήριο που επιζητούμε είναι η μέγιστη ταχύτητα αυτής και η μικρότερη δυνατή απόκλιση από το στόχο. Αυτή η κατάσταση παρατηρείται τόσο όταν ο στόχος είναι γνωστός, αλλά κι όταν αλλάζει η συνθήκη στόχου, αυξάνοντας την πιθανή δυσκολία. Σε αντίθεση με καθημερινές κινήσεις και σε άτομα που δεν εξειδικεύονται στη ρίψη αυτού του είδους, η ταχύτητα κίνησης επιφέρει αναγκαστικά και αστοχία (Fitts, 1954). Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με εκείνα των Van den Tillar & Etema (2003), που σε γνωστό στόχο δεν βρήκαν καμία σχέση, επισημαίνοντας όμως ότι, όταν οι δοκιμαζόμενοι έριχναν την μπάλα με μεγαλύτερη ταχύτητα παρουσιαζόταν τάση μεγαλύτερης ευστοχίας. Ειδικότερα, φάνηκε πως η ΤΑΜΠ δεν μειώθηκε κάτω από το 85% της μέγιστης και στις περιπτώσεις εκείνες που η προτεραιότητα δινόταν στην ΕΥΣΤ και όχι στην ΤΑΜΠ. Η απόκλιση από την αρχή του Fitts, (από Schmidt, 1988) επιβεβαιώνεται τόσο με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, όσο και από αυτή των Kudo, Tsutsui, Ishikura, Ito, & Yamamoto. (2000), όπου αναφέρεται ότι η ταχύτητα απελευθέρωσης και η απόδοση στην ευστοχία βρίσκεται σε θετική συσχέτιση με την εξάσκηση. Στην ερμηνεία αυτής της σχέσης να υπογραμμιστεί το γεγονός ότι, οι αθλητές ειδικεύονται σε σημαντικό βαθμό τόσο στη μέγιστη ταχύτητα ρίψης όσο και στο αποτέλεσμα της, που είναι ο απόλυτος στόχος.

Συνθήκη Γνωστού Στόχου. Ο γνωστός στόχος, παρουσιάζεται πιο προσιτός και «εύκολος» με μια έννοια, κι αυτό επιβεβαιώνεται με τους σημαντικούς συντελεστές προσδιορισμού που κυμαίνονται μεταξύ 30 και 92.5 %. Σ' αυτόν τον προσδιορισμό συμμετέχει και ο χρόνος στήριξης - αναχαίτισης και ώθησης του ποδιού με τους υπόλοιπους δείκτες. Είναι φανερό πως η δράση του ποδιού στην επαφή με το έδαφος λειτουργεί θετικά και παίζει το σημαντικό του ρόλο στην έναρξη λειτουργίας της κινηματικής αλυσίδας και της μεταφοράς της ενέργειας προς τα

ανώτερα μέλη του σώματος (Joris et al., 1985; Hong et al., 2001). Βασικό ρόλο στο ΔΡΑ παίζει κυρίως η συνάφεια με την ευστοχία κατά 92.5% και στη συνέχεια η ταχύτητα της μπάλας 61.3%, με την οποία η μπάλα απελευθερώνεται από το χέρι.

Συνθήκη Άγνωστου Στόχου. Σ' αυτή τη συνθήκη περιορίζονται οι αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων της ρυθμικής απόδοσης. Συγκεκριμένα, ενώ η ΤΑΜΠ, η ΕΥΣΤ και ο ΔΡΑ ακολουθούν την ίδια και σταθερή αιτιώδη μεταξύ τους σχέση και στη συνθήκη του άγνωστου στόχου με συντελεστές προσδιορισμού που κυμαίνονται μεταξύ 32 και 92.9%, το ίδιο δεν συμβαίνει και με το ΧΣΩ του ποδιού. Η έλλειψη σημαντικών σχέσεων των προηγούμενων παραμέτρων με το χρόνο δράσης (αναχαίτισης και ώθησης) επιβεβαιώνει τη θεωρία της μηχανικής αλληλεπίδρασης του σώματος με το εξωτερικό περιβάλλον (Robertson & Winter, 1980). Δηλαδή, η καθυστέρηση της στήριξης οφείλεται στην προετοιμασία για καλύτερη ετοιμότητα του μηχανισμού και προώθησης της ενέργειας στο χέρι ρίψης και μπάλας. Αυτό βεβαίως λειτουργεί και στη βάση του προσωπικού αγωνιστικού στυλ, με αποτέλεσμα η αλλαγή της συνθήκης του στόχου να εμφανίζει διαφορετική σχέση μεταξύ της δράσης του ποδιού και ρίψης μπάλας.

Σχέση ΕΔΑ με παραμέτρους Ρυθμικής Απόδοσης.

Οι προκαλούμενες ΕΔΑ, εξαιτίας της στήριξης - αναχαίτισης και ώθησης του ποδιού που προηγείται της ρυθμικής κίνησης και αποτελεί το σημείο «περιστροφής» γύρω από το διαμήκη (κατακόρυφο) άξονα, εξετάζονται και ως προς τις τρεις (3) συνιστώσες (X, Y και Z). Τα αποτελέσματα μπορούν να ερμηνευτούν προς την κατεύθυνση: α) των σχέσεων μεταξύ ΧΣΩ και ΕΔΑ και στις δύο συνθήκες στόχου, και β) των σχέσεων μεταξύ ΔΡΑ και ΕΔΑ, επίσης και στις δύο συνθήκες.

Σχέσεις μεταξύ Χρόνων Στήριξης- Ώθησης και ΕΔΑ. Η ρίψη της μπάλας ξεκινά από το πόδι στήριξης-αναχαίτισης και ώθησης και προοδευτικά μεταφέρεται η «ενέργεια» στο αντίθετο χέρι που συγκρατεί την μπάλα. Το πόδι, κατά την αλληλεπίδρασή του με το έδαφος, προκαλεί εδαφικές συνιστώσες αντίδρασης και ως προς τους τρεις άξονες. Από τους συντελεστές προσδιορισμού που κυμαίνονται από 20.3 έως και 73.6 % (πίνακας 3), η σχέση αυτή λειτουργεί εξίσου σημαντικά και στις δύο συνθήκες στόχου, εμφατικά όμως παρατηρείται ως προς τις συνιστώσες X και Y και μόνον για μία παράμετρο στη συνιστώσα Z. Η ερμηνεία που μπορεί να δοθεί είναι ότι, η επιλεγείσα ρίψη με τρία (3) βήματα φόρα, εκτελείται σε κινηματική, άρα και κινητική κυρίως δύο διαστάσεων. Ήτοι, η κίνηση εκτελείται ως προς το μετωπιαίο επίπεδο και γύρω από τον προσθοπίθιο άξονα (Y) με απαγωγικές κυρίως

κινήσεις των άνω άκρων. Η ίδια γίνεται και ως προς το οβελιαίο επίπεδο και γύρω από πλάγιο άξονα (X) με κινήσεις κάμψης – έκτασης τόσο των κάτω άκρων όσο και των άνω άκρων. Σε ό,τι αφορά την ίδια κίνηση ως προς τον εγκάρσιο-οριζόντιο επίπεδο και γύρω από το διαμήκη – κατακόρυφο άξονα, λόγω του χαρακτήρα της ρίψης, δεν φαίνεται να επηρεάζεται το είδος της ρίψης. Εκτός εάν το πόδι στήριξης οριστεί ως σημείο περιστροφής και το σώμα ως ανοιχτή κινηματική αλυσίδα, ώστε να πρέπει να «περάσει» σε εμπρόσθια θέση. Η περιστροφική όμως αυτή κίνηση εκτελείται ως προς το ίδιο εγκάρσιο επίπεδο, αφού ο στόχος (γνωστός ή άγνωστος) βρίσκεται εντός των διαστάσεων του τέρματος. Επομένως, τα αποτελέσματα των σχέσεων ΧΣΩ και ΕΔΑ επιβεβαιώνουν τη χρονική και κινητική αλληλεπίδραση, κυρίως σε διαστάσεις που επιβάλλεται να γίνει η αποτελεσματική προετοιμασία για την τελική ρίψη της μπάλας, σε διαφορετικές συνθήκες στόχου.

Σχέση μεταξύ Δείκτη Ριπτικής Απόδοσης και ΕΔΑ. Το τελικό αποτέλεσμα της ρίψης φαίνεται να μην επηρεάζεται σημαντικά, εκτός από τις ΕΔΑ ως προς το οβελιαίο επίπεδο και γύρω από τον πλάγιο άξονα (X). Οι συντελεστές προσδιορισμού κυμαίνονται σε χαμηλά μεν επίπεδα (23 έως 33.5 %), σημαντικά όμως για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Η ερμηνεία που μπορεί να δοθεί στις προσδιοριστικές αυτές σχέσεις επιβεβαιώνουν και πάλι τη θεωρία, που υποστηρίζει ότι το χέρι ρίψης πριν ξεκινήσει την προσπάθεια εκτείνεται και απαίγεται σε πλήρη μορφή προς τα πίσω, ώστε να είναι σε θέση και ετοιμότητα για την έναρξη της ριπτικής κίνησης. Από το σημείο αυτό και γύρω από τον κατακόρυφο άξονα και ως προς ένα αμετακίνητο εγκάρσιο

επίπεδο, το χέρι όπως είναι «οπλισμένο» και τη στιγμή της στήριξης - αναχαίτισης του ποδιού αρχίζει να αποκτά ταχύτητα με κάμψη στην άρθρωση του αγκώνα και διαδοχική μεταφορά της ενέργειας από την ωμική άρθρωση, στην άρθρωση του αγκώνα, στη συνέχεια στην πήχεοκαρπική άρθρωση και τέλος στην μπάλα (Joris et al., 1985). Η ταχύτητα εξελίσσεται σύμφωνα με το οβελιαίο επίπεδο και γύρω από τον πλάγιο άξονα και εξ' αυτού του λόγου, οι σχέσεις εντοπίζονται σημαντικές, όπως και οι συντελεστές προσδιορισμού με τις παραμέτρους των ΕΔΑ (X συνιστώσα).

Είναι φανερό πως οι σχέσεις αυτές στηρίζουν τη θεωρητική βάση του κινηματικού και κινητικού προτύπου της ρίψης στη χειροσφαίριση, η οποία επιβεβαιώνει την αρχή της μεταφοράς ενέργειας μεταξύ των μελών του σώματος (Joris et al., 1985; Hong et al., 2001; Hirashima et al., 2002). Η μεταφορά αυτή γίνεται μέσω παθητικού μηχανισμού που δεν απαιτεί υψηλή μυϊκή λειτουργία, αρκεί να υπάρχει ομαλή πορεία και ρυθμός, (Atwater, 1979). Επομένως, το χέρι ρίψης ακολουθεί αυτό το μηχανισμό μεταφοράς ενέργειας και προσπαθεί να εξασφαλίσει την απαραίτητη οικονομία στις κινήσεις (για το λόγο αυτό δεν παρατηρήθηκαν σχέσεις γύρω από προσθοπίσθιο και τον κατακόρυφο άξονα). Επίσης, η απουσία σημαντικών συντελεστών προσδιορισμού μεταξύ του ΔΡΑ και των ΕΔΑ σε Y και Z άξονες, έδειξε: α) ότι το χέρι ρίψης λειτουργεί αποτελεσματικά και β) δεν υπήρξε μείωση της συνολικής ενέργειας του χεριού ρίψης. Επομένως, η ροή ενέργειας του χεριού ρίψης ήταν αποτελεσματική, επηρεάστηκε όπως έπρεπε από τις ΕΔΑ ως προς την X συνιστώσα και απέφυγε να εκδηλωθεί ως προς τις συνιστώσες Y και Z.

Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η μελέτη αυτή στοχεύει να εξηγήσει τη ριπτική ικανότητα στη Χειροσφαίριση και ειδικότερα να δώσει τις αιτιώδεις σχέσεις ανάμεσα στην ταχύτητα, την ευστοχία και την αποτελεσματικότητά της με τις Εδαφικές Δυνάμεις Αντίδρασης του ποδιού στήριξης. Επιβεβαιώνει τη θεωρία που αναφέρεται στη μεταφορά ενέργειας από τα κάτω άκρα στο χέρι ρίψης, όπως επίσης αναδεικνύει τη σημαντικότητα των σχέσεων ανάμεσα στους δείκτες ριπτικής ικανότητας και εδαφικής στήριξης. Αυτό επιβάλλεται να υποδεικνύεται και στην πρακτική της προπονητικής διαδικασίας, είτε πρόκειται για φθασμένους αθλητές ή αρχάριους. Η σημαντική διαφορά στη ριπτική ικανότητα, κάτω από διαφορετικές συνθήκες στόχευσης επιβεβαιώνουν την αντίληψη που θέλει να υποστηρίξει, ότι η ριπτική ικανότητα στον αθλητισμό διαθέτει ταυτόχρονα την ιδιαιτερότητα της μέγιστης ταχύτητας και της απόλυτης ευστοχίας, ενώ στην καθημερινότητα η θεωρία αυτή δεν έχει την ίδια ισχύ. Σε ό,τι αφορά στη ριπτική ικανότητα, ως μια πλευρά της ανθρώπινης κινητικής δραστηριότητας, αυτή αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του παιδιού αλλά και του φθασμένου αθλητή των ριψεων ή των αθλοπαιδιών. Τα παιδιά ρίχνοντας αντικείμενα στοχεύουν στην κινητική τους εκτόνωση, ενώ οι αθλητές με τη ρίψη έχουν σκοπό την αγωνιστική απόδοση. Τα παιδιά κατά την πορεία της κινητικής τους εξέλιξης και με κλίση σ' αυτή την ικανότητα, προσπαθούν να ειδικευτούν ως ταλέντα σε αγωνιστικά αθλήματα. Οι φθασμένοι αθλητές, όπως της χειροσφαίρισης, εντείνουν τις ενέργειες προκειμένου να βελτιώσουν τη ριπτική τους ικανότητα και την τεχνική, επειδή ακριβώς επηρεάζει θετικά την απόδοσή τους. Η μελέτη αυτή έρχεται να ενισχύσει το γνωστικό πεδίο που αναφέρεται στη βελτίωση των αγωνιστικών και μη ικανοτήτων, όπως μεταξύ άλλων είναι και η ριπτική. Με άλλα λόγια, η πρακτική διάσταση είναι πως η πετυχημένη ρίψη ενός αντικειμένου ξεκινά από τη σωστή στήριξη στο έδαφος για να καταλήξει στο χέρι που επιφορτίζεται με την τελική προσπάθεια της ρίψης.

Βιβλιογραφία

- Atwater, A. (1979). Biomechanics of over arm throwing movements and throwing injuries. *Exercise and Sport Science Reviews*, 7, 43-85.
- Barrentine, W., Matsuo, T., Escamilla, F., Fleisig, S., & Andrews, R. (1998). Kinematic Analysis of the Wrist and Forearm during Baseball Pitching. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 24 -39.
- Bayios, I., Georgiadis, G., & Boudolos, D. (1998). An innovative device for measuring the accuracy of throwing in handball. *International Symposium on Biomechanics in Sports, Proceedings I*, p. 59-61.
- Bayios, I., Georgiadis, G., & Boudolos, D. (2000). A new concept for measuring ball velocity in team sports. *5th Annual Congress of the European College of Sport Science, Proceedings*, p. 155.
- Feltner, M., & Dapena, J. (1989). Three dimensional interactions in a two segments kinetic chain. Part I: general model. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 403-419.
- Fitts, M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381 - 391.
- Fleisig, G., Escamilla, R., Andrews, J., Matsuo, T., Satterwhite, Y., & Barrentine, S. (1996). Kinematic and kinetic comparison between baseball pitching and football passing. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 207-224.
- Heise, G. (1994). Segment interactions of the arm during the practice of a novel, multijoint throwing skill. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 352-373.
- Hirashima, M., Kadota, H., Sakurai, S., Kudo, K., & Ohtsuki, T. (2002). Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk during overarm throwing. *Journal of Sports Science*, 20, 301-310.
- Hong, A., Cheung, K., & Roberts, M. (2001). A three-dimensional, six-segment chain analysis of forceful overarm throwing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11, 95-112.
- Hore, J., Watt, S., & Tweed, D. (1996). Errors in the control of joint rotation associated with inaccuracies in overarm throws. *Journal of Neurophysiology*, 75, 1013-1025.
- Hoshikawa, T., & Toyoshima, S. (1976). Contribution of body segments to ball velocity during throwing with no preferred hand. In P.V.Komi (Ed.), *Biomechanics V-B*. (pp.109-117). Baltimore: University Park Press.
- Joris, H., Edwards van Muijen, A., van Ingen Schenau, G., & Kemper, H. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of Biomechanics*, 18, 409-414.
- Kudo, K., Tsutsui, S., Ishikura, T., Ito, T., & Yamamoto, Y. (2000). Compensatory coordination of release parameters in a throwing task. *Journal of Motor Behavior*, 32, 337-345.
- Putman, C. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: Descriptions and explanations. *Journal of Biomechanics*, 26, Suppl. 1, 125-135.
- Robertson, A., & Winter, A. (1980). Mechanical energy generation, absorption and transfer amongst segments during walking. *Journal of Biomechanics*, 13, 845-854.
- Schmidt, R. (1988). *Motor Control and Learning, A Behavioral Emphasis*. Champaign Il: Human Kinetics.
- Toyoshima, S., Hoshikawa, T., Miyashita, M., & Oguri, T. (1974). Contribution of the body parts to throwing performance. In R.C. Nelson, & C.A. Morehouse (Eds.), *Biomechanics IV* (pp. 169-174). Baltimore: University Park Press.
- Van Den Tillaar, R., & Ettema, E. (2003). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 423-434.
- Van Den Tillaar, R., & Ettema, E. (2003). Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematic of overarm throwing by experienced team handball players. *Perceptual and Motor Skills*, 97, 731-742.
- Wang, Y.T., Ford, H.T., Ford, H.T., Jr., & Shin, D.M. (1995). Three dimensional kinematic analysis of baseball pitching. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 43-48.

