



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ
ΧΕΙΡΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΡΗΠΤΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙ ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΧΕΡΙΟΥ ΡΙΨΗΣ»**

Ζαπαρτίδης Ηλίας

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

“ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ”

ΑΘΗΝΑ 2005

Copyright
Ζαπαρτίδης Π. Ηλίας
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών





ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ
ΧΕΙΡΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΡΗΠΤΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙ ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΧΕΡΙΟΥ ΡΙΨΗΣ»**

Ζαπαρτίδης Ηλίας

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ι. Μπάγιος, Επίκουρος Καθηγητής
Μ. Αναστασιάδης, Καθηγητής
Κ. Μπουντόλος, Καθηγητής

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ”

ΑΘΗΝΑ 2005

Ευχαριστίες

Θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή της παρούσας μελέτης Ιωάννη Μπάγιο για τις ατελείωτες ώρες που διέθεσε, για τη συμπαράστασή του και την καθοδήγηση που μου παρείχε από την αρχή της έρευνας μέχρι και την ολοκλήρωσή της,

Δεν θα μπορούσα να μην εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής τον Καθηγητή Βιομηχανικής Κωνσταντίνο Μπουντόλο για τις σοφές υποδείξεις του και την ουσιαστική συμβολή του στην εκπόνηση της εργασίας και τον Καθηγητή Ειδικής Προπονησιολογίας Μιχάλη Αναστασιάδη για την αμέριστη συμπαράστασή του και την καθημερινή παρότρυνσή του.

Δεν μπορώ να ξεχάσω την ουσιαστική βοήθεια και τεχνική υποστήριξη που είχα από τον Καθηγητή Αθλητικής Παιδαγωγικής Δημήτρη Χατζηχαριστό και τον ευχαριστώ θερμότατα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους φίλους μου και συνεργάτες του εργαστηρίου Αθλητικής Βιομηχανικής Μιχάλη Δαγιακίδη, Μαριλίζα Νικολαΐδου, και Έφη Πλέσσα για τη βοήθεια, τη συμπαράσταση και συμβολή τους στην περάτωση της εργασίας. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη Μαρίνα Γούβαλη και την Ελισσάβετ Ρουσάνογλου για την τεχνική υποστήριξη, που μου προσέφεραν οποιαδήποτε στιγμή και αν το ζήτησα.

Τέλος θέλω ειλικρινά να ευχαριστήσω τις 16 αθλήτριες που πήραν μέρος στην έρευνα αλλά και τις 3 αθλήτριες που προσφέρθηκαν ως δείγμα στην πιλοτική μελέτη που προηγήθηκε.

Ηλίας Π. Ζαπαρτίδης

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΧΕΙΡΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΡΙΠΤΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΧΕΡΙΟΥ ΡΙΨΗΣ»

Ζαπαρτίδης Ηλίας
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η αποτελεσματικότητα της ρίψης (ΑΡ) στη χειροσφαίριση εξαρτάται μεταξύ άλλων, από τα χαρακτηριστικά της ταχύτητας της μπάλας και της ευστοχίας. Βασική επιδίωξη του αθλητή-τριας, ειδικά στη διάρκεια του αγώνα, είναι να διατηρηθεί σε υψηλό επίπεδο η ριπτική απόδοση. Επιπρόσθετα, η μυϊκή δύναμη παραγόμενη από το χέρι ρίψης ενδεχομένως να επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα της συγκεκριμένης απόδοσης. Σκοπός της εργασίας ήταν να εξετασθεί κυρίως η επίδραση Προσομοιωμένης Αγωνιστικής Δραστηριότητας (ΠΑΔ) στην ΑΡ και ειδικότερα σε χαρακτηριστικά της ταχύτητας μπάλας (ΤΜ), της ευστοχίας (ΕΥ), και της μυϊκής δύναμης (ΡΔ), του χεριού ρίψης σε στροφική κίνηση του ώμου. Βασικές υποθέσεις που τέθηκαν προς διερεύνηση ήταν: Α) Η ΑΡ θα παρουσιάσει μείωση λόγω της ΠΑΔ, Β) Θα επέλθουν αλλαγές στην κινηματική αλυσίδα του χεριού ρίψης, Γ) Η ΠΑΔ θα επηρεάσει αρνητικά τη μυϊκή δύναμη των στροφέων του ώμου..

Μέθοδος: 16 αθλήτριες Α1 αγωνιστικής κατηγορίας, χωρίς πρόβλημα τραυματισμού, εκτέλεσαν ειδικά διαμορφωμένο πρωτόκολλο μετρήσεων. Ειδικότερα, αυτό περιελάμβανε προθέρμανση, εκτέλεση 3 ρίψεων από στάση σε ειδικό στόχο και ακολουθούσε για χρόνο 60' (2 ημίχρονα X 30') η ΠΑΔ, με τις πιο αντιπροσωπευτικές τεχνικο-τακτικές δραστηριότητες της χειροσφαίρισης. Κάθε 10 λεπτά η δοκιμαζόμενη εκτελούσε 3 ρίψεις, με ταυτόχρονη καταγραφή της ΤΜ με ειδική συσκευή (ρανταρ) και της ΕΥ με χρήση ψηφιακής βιντεοκάμερας. Η ανάλυση της ευστοχίας έγινε με το σύστημα Logger Pro 3.2. Η ΡΔ αξιολογήθηκε με Cybex II+ σε ταχύτητες 60, 180 και 300 deg/s, σε 3 τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές, πριν την ΠΑΔ, στο ημίχρονο και στο τέλος της ΠΑΔ, σε κίνηση έσω-έξω στροφής ώμου. Σε ένα μέρος του δείγματος καταγράφηκαν με 2 κάμερες υψηλής συχνότητας RedLake 125 Hz οι προσπάθειες ρίψης της μπάλας και αναλύθηκαν 3-διάστατα στη συνέχεια με το πρόγραμμα Peak Motus, Ver 8. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων περιελάμβανε ANOVA για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις με έλεγχο Bonferroni. Η συσχέτιση με το συντελεστή r του Pearson ορίστηκε για επίπεδο σημαντικότητας $p < .05$.

Αποτελέσματα - Συζήτηση: Στα αποτελέσματα της εργασίας πρέπει να τονιστούν τα εξής: Α) Η ΑΡ επηρεάστηκε σημαντικά με τάσεις μείωσης, εξαιτίας της ανάλογης μείωσης της ΕΥ στην εξέλιξη της ΠΑΔ, ενώ η ΤΜ παρέμεινε σταθερή. Η επιβάρυνση του μυοσκελετικού μηχανισμού από την ΠΑΔ, ενδεχομένως επέδρασε στο νευρομυϊκό συντονισμό, με αποτέλεσμα τη μείωση της ακριβούς στόχευσης. Β) Η ΠΑΔ επέφερε μεταβολές στο κινητικό πρότυπο της ρίψης, όπως αυτό εντοπίζεται στο άνω άκρο. Γ) Η ΑΡ εμφανίζει υψηλή αιτιολογική σχέση κυρίως με την ΕΥ παρά με την ΤΜ. Δ) Οι αθλήτριες στην εξέλιξη της ΠΑΔ παρουσιάζουν ικανότητα διατήρησης της μυϊκής δύναμης των έσω-έξω στροφέων του ώμου στην υψηλή κυρίως ταχύτητα των 300 deg/s. Ε) Οι μέγιστες τιμές αλλά και η σχέση έξω/έσω στροφέων της μυϊκής δύναμης του ώμου δεν συσχετίζονται με την ΕΥ και την ΑΡ. ΣΤ) Η ΡΔ των έξω στροφέων συσχετίζεται με την ΤΜ μόνο στην αρχική μέτρηση και στους 180 και 300 deg/s, κάτι που πιθανώς οφείλεται σε μη

επαρκή νευρομυϊκή δραστηριοποίηση ή και σε αλληλεπίδραση μεταξύ των κινήσεων των μελών του άνω άκρου.

Στη βάση αυτών των αποτελεσμάτων μπορούν να διαμορφωθούν προτάσεις όπως: Α) Ειδικός σχεδιασμός προπονητικών επιβαρύνσεων με στόχο την κόπωση των αθλητών, ώστε να επιτυγχάνουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στη ριπτική ικανότητα, Β) Διεξοδική μελέτη του κινητικού προτύπου της ρίψης σε συνδυασμό με την επίδραση των αγωνιστικών επιβαρύνσεων, ώστε να ελέγχεται το τελικό αποτέλεσμα της ΑΡ και Γ) Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ ΑΡ και μυϊκής δύναμης του χεριού ρίψης, σε διαφορετικές συνθήκες ή και σε ειδικές γωνιακές θέσεις μέτρησης της δύναμης.

ABSTRACT

INFLUENCE OF HANDBALL GAME ACTIVITY ON THROWING PERFORMANCE AND RELATION WITH THROWING HAND FORCE

Zapartidis Ilias

Faculty of Physical Education and Sports Science
University of Athens, Greece

Introduction: Throwing performance in handball depends, among others, on ball velocity and accuracy. Main aim of the athlete, especially during the game, is to maintain high level in throwing performance. Additionally, the muscular force produced by the throwing hand possibly affects the final result of this performance.

Aim of this study was mainly to examine the influence of simulated game activity (SGA) in throwing performance and mainly in ball velocity, accuracy and isokinetic strength of the throwing hand in shoulder rotators.

Basic hypotheses to be examined were:

- a) The throwing performance will decrease due to simulated game activity
- b) There will be alterations in muscular coordination of the throwing hand
- c) The simulated game activity will negatively influence the muscular strength of the shoulder rotators

Methods: 16 female handball players of A1 class, with no medical history, were evaluated following a specially formulated measuring protocol. This included warming, 3 shots in a specially made wooden target (1m² surface), followed by 60min (2 sets of 30min), of simulated game activity which included distinctive handball technical and tactical movements. Every 10min the athlete performed 3 shots on the spot from 7m. to the target. Ball velocity was recorded by a special radar velocity device and accuracy was recorded by a digital video camera. Accuracy was analyzed by Logger Pro 3.2 system. Shoulder muscular strength during internal/external rotation was evaluated by Cybex II+ in velocities of 60, 180 and 300 deg/s in 3 different moments: Before the simulated game activity, during half-time and at the end. In 6 subjects, ball throwing was recorded by 2 Redlake 125Hz cameras, and analysed using 3-d analysis system (Peak Motus, ver8).

Statistical analysis of data included ANOVA for repeated measurements. A post hoc test (using Bonferroni probability adjustments) was used to locate significant differences. Significance level for Pearson correlation coefficient was set at $p < .05$

Results: A) Throwing performance was significantly influenced by SGA and tended to decrease due to same decrease in accuracy during SGA, while ball velocity remained unchanged. The loads from the SGA on musculoskeletal system caused by the SGA possibly affected the neuromuscular control, resulting to decrease of accurate aiming.

B) The SGA caused a change to the movement pattern of the upper limb during throwing.

C) The throwing performance seems to be highly correlated more with accuracy than with velocity.

D) During SGA, athletes maintained muscular strength of the internal-external shoulder rotators especially for the velocity of 300 deg/s.

E) Mean peak torque of muscular strength as well as relation of internal-external shoulder rotators, are not related with accuracy and throwing performance.

F) Torque of external shoulder rotators is related with ball velocity only on initial recording at 180-300 deg/s, possibly due to insufficient neuromuscular activation or even to interaction between movements of different arm joints.

Conclusions: A) Special planning of training loads aiming to athletes fatigue may improve throwing performance.

B) Detailed study of throwing movement patterns combined with game loads, lead to a better throwing performance result.

C) Evaluation of relation between throwing performance and muscular strength of throwing hand in different conditions or even in special angular positions of strength measurements.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΓΓΛΙΚΗ	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xiii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xiv

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	3
1.2.1. Το μοντέλο της ρίψης πάνω από τον ώμο	3
1.2.2. Φυσιολογικές απαιτήσεις στο άθλημα της χειροσφαίρισης	6
1.2.3. Ταχύτητα ρίψης της μπάλας	7
1.2.4. Ευστοχία Ρίψης	11
1.3. Γενική μεθοδολογία	13
1.3.1. Δείγμα	13
1.3.2. Όργανα και διαδικασία μέτρησης	13
1.3.3. Ανακαιφαλαίωση του πρωτοκόλλου των μετρήσεων	17
1.3.4. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΧΕΙΡΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΡΗΠΤΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

2.1. Εισαγωγή	19
2.2. Ειδική μεθοδολογία και διαδικασία μέτρησης	21
2.3. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση	22
2.4. Αποτελέσματα	22
2.5. Συζήτηση – Συμπεράσματα	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΣΧΕΣΗ ΡΗΠΤΙΚΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΧΕΡΙΟΥ ΡΙΨΗΣ

3.1. Εισαγωγή	33
3.2. Ειδική μεθοδολογία	36
3.3. Στατιστική επεξεργασία	37
3.4. Αποτελέσματα	37
3.5. Συζήτηση - Συμπεράσματα	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV

Ανακεφαλαίωση – Γενικά συμπεράσματα και προτάσεις.	45
Βιβλιογραφία	47
Παραρτήματα	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1. Ταχύτητα (m/s) αρθρώσεων σώματος και μπάλας σε ριπτική κίνηση, σε άνδρες (♂) και γυναίκες (♀) (Zahalka et al., 1997).	9
Πίνακας 1.2. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση (SD) ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και προπονητικής ηλικίας του δείγματος (N = 16).	13
Πίνακας 2.1. Ταχύτητα (m/s) της μπάλας σε διαφορετικά είδη σουτ στη χειροσφαίριση.	19
Πίνακας 2.2. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση (SD) ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και προπονητικής ηλικίας του δείγματος (N = 6).	22
Πίνακας 2.3. Μέση τιμή (M), τυπική απόκλιση (SD) και συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) της ταχύτητας μπάλας και της ευστοχίας στην αρχική μέτρηση και στη μέτρηση κάθε 10λεπτου.	23
Πίνακας 2.4. Μέση τιμή (M), τυπική απόκλιση (SD) και συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) της ταχύτητας μπάλας και της ευστοχίας στην αρχική μέτρηση και στη μέτρηση κάθε 10λεπτου.	23
Πίνακας 2.5. Σημαντικότητα συσχετίσεων του Δείκτη Αποτελεσματικότητας (ΔΑ) με την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία και οι αντίστοιχοι συντελεστής προσδιορισμού R^2 (%), στην αρχική μέτρηση και σε κάθε δεκάλεπτο της ΠΑΔ.	24
Πίνακας 2.6. Μέση τιμή (M), τυπική απόκλιση (SD) και συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) της γραμμικής ταχύτητας (m/s), του ώμου, του αγκώνα, του καρπού και της μπάλας (N=6).	25
Πίνακας 2.7. Μέση τιμή (M), τυπική απόκλιση (SD) και συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) της χρονικής στιγμής επίτευξης της μέγιστης ταχύτητας του ώμου, του αγκώνα και του καρπού, πριν την απελευθέρωση της μπάλας (s).	25
Πίνακας 2.8. Σημαντικότητα συσχέτισης ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας στην αρχική μέτρηση και στη μέτρηση κάθε 10λεπτου.	27
Πίνακας 2.9. Χρονικές στιγμές των μέγιστων γραμμικών ταχυτήτων των αρθρώσεων (ms πριν την απελευθέρωση της μπάλας).	31

Πίνακας 3.1. Λόγος έξω / έσω στροφών του ώμου για κυρίαρχο (Κ), και μη κυρίαρχο (ΜΚ), άκρο, στις γωνιακές ταχύτητες που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μελέτη. Αναφέρεται η αθλητική ειδικευση και το φύλο του δείγματος (Α=Ανδρες, & Γ=Γυναίκες).	35
Πίνακας 3.2. Μέσες τιμή (Μ), τυπική απόκλιση (SD) και συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) της ροπής δύναμης (Nm) στην έσω στροφή, την έξω στροφή και του λόγου έξω/έσω στροφής ώμου, σε γων. ταχύτητες 60, 180 και 300 deg/s, στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις Α΄ και Β΄ ημιχρόνου.	38
Πίνακας 3.3. Σημαντικότητα συσχετίσεων μεταξύ ροπής δύναμης και ταχύτητας μπάλας, της ευστοχίας και του Δείκτη Αποτελεσματικότητας (ΔΑ) για την έσω στροφή ώμου, την έξω στροφή ώμου και το λόγο έσω/έξω στροφής, σε τρεις γωνιακές ταχύτητες (ΓΤ) (60, 180, 240 deg/s), στην αρχική μέτρηση και τις μετρήσεις στο Α΄ και Β΄ Ημίχρονο (Ημ.).	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1. Κινηματικά χαρακτηριστικά των επιμέρους μελών του σώματος (Muller 1982)	5
Σχήμα 1.2. Ταχύτητα μπάλας σε τρία είδη ρίψης στη χειροσφαίριση. (Δεδομένα επεξεργασμένα από διάφορες πηγές.)	8
Σχήμα 1.3. Τοποθέτηση ραντάρ σε σχέση με την αθλήτρια.	14
Σχήμα 1.4. Απεικόνιση στόχου για την καταγραφή της ευστοχίας.	14
Σχήμα 1.5. Αναπαράσταση της προσομοιωμένης διαδικασίας.	15
Σχήμα 1.6. Διανυθείσα απόσταση ανά δεκάλεπτο αγώνα (ΠΑΔ), * $p < .001$	16
Σχήμα 1.7. Μέσες τιμές καρδιακής συχνότητας σε ηρεμία, πριν, στο ημίχρονο και ανά δεκάλεπτο αγώνα (ΠΑΔ).	16
Σχήμα 1.8. Σύγκριση σωματικής μάζας πριν και μετά τον αγώνα (ΠΑΔ), * $p = .001$	17
Σχήμα 2.1. Δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ) αρχικής μέτρησης (Αρχ) και ανά δεκάλεπτο της ΠΑΔ.	23
Σχήμα 2.2. Δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ), αρχικής μέτρησης (Αρχ) και Α' & Β' ημιχρόνου (* $p = .001$).	24
Σχήμα 2.3. Σημαντικότητα συσχέτισης ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας στην αρχική μέτρηση και στη μέτρηση κάθε 10λεπτου.	27
Σχήμα 2.4. Χρονική στιγμή επίτευξης μέγιστης ταχύτητας για τις αρθρώσεις ώμου, αγκώνα και καρπού στην αρχική μέτρηση (Αρ) και ανά δεκάλεπτο ΠΑΔ.	30
Σχήμα 2.5. Γραμμικές ταχύτητες αρθρώσεων και μπάλας κατά τη διάρκεια της ρίψης στην αρχική προσπάθεια (Α) και στο τελευταίο δεκάλεπτο (Β).	31
Σχήμα 3.1. Αναπαράσταση του πρωτοκόλλου ισοκινητικής αξιολόγησης.	36
Σχήμα 3.2. Σχέση ροπή δύναμης - γωνιακή ταχύτητα, στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις Α' και Β' ημιχρόνου (Ημ.), για την έσω στροφή (αριστερά) και την έξω στροφή (δεξιά).	38
Σχήμα 3.3. Ροπές δύναμης έσω & έξω στροφής ώμου σε γωνιακές ταχύτητες 60, 180 & 300 deg/s στην αρχική μέτρηση πριν την ΠΑΔ, στο ημίχρονο και στο τέλος της ΠΑΔ.	39
Σχήμα 3.4. Σχέση έξω / έσω στροφής ώμου στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις	

Α΄ και Β΄ ημιχρόνου στην γωνιακή ταχύτητα των 180 deg/s (αριστερά) και 300 deg/s (δεξιά). 41

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΠΑΔ	: Προσομοιωμένη αγωνιστική δραστηριότητα
TM	: Ταχύτητα μπάλας
EY	: Ευστοχία
AP	: Αποτελεσματικότητα ρίψης
ΔΑ	: Δείκτης αποτελεσματικότητας
PΔ	: Ροπή δύναμης
ΓΘ	: Γωνιακή θέση
K	: Κυρίαρχο άκρο
MK	: Μη κυρίαρχο άκρο
KΣ	: Καρδιακή συχνότητα
M	: Μέση τιμή
SD	: Τυπική απόκλιση
CV	: Συντελεστής μεταβλητότητας
ns	: Μη σημαντική συσχέτιση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1.1. Εισαγωγή

Η ρίψη της μπάλας στην αγωνιστική χειροσφαίριση θεωρείται από τις βασικές ενέργειες των αθλητών-τριών στην εκτέλεση των προσπαθειών τους. Αποτελεί σημαντική αγωνιστική ικανότητα που συμβάλλει στην απόδοση του αθλητή και κατά συνέπεια της ομάδας. Για την εκτέλεση της ρίψης, είναι αναγκαία η επίτευξη μέγιστης βουλητικής ταχύτητας, η οποία εξαρτάται από το είδος της ρίψης, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται ακρίβεια (ελάχιστη απόκλιση) στη στόχευση. Αν και οι ρόλοι των αθλητών-τριών, λόγω αγωνιστικής θέσης είναι διαφορετικοί, η αποτελεσματική ρίψη της μπάλας πρέπει να είναι ανεπτυγμένη σε όλους με τον ιδανικότερο τρόπο. Στην εξέλιξη μιας αγωνιστικής δραστηριότητας το χέρι ρίψης εκτελεί επαναλαμβανόμενες προσπάθειες. Σ' αυτές επιζητούνται κατάλληλες συνθήκες για να συνδυαστεί υψηλή ταχύτητα της μπάλας με ακρίβεια στη στόχευση, στοιχεία τα οποία προϋποθέτουν, μεταξύ των άλλων, και αναπτυγμένο επίπεδο μυϊκής δραστηριότητας. Η ικανότητα του αθλητή-τριας ρίψης της μπάλας με μέγιστη ελεγχόμενη ταχύτητα αλλά και ακρίβεια και κάτω από συνθήκες επιβάρυνσης του μυοσκελετικού μηχανισμού και γενικά του οργανισμού, είναι αυτή που προδιαγράφεται από τις συνθήκες και απαιτήσεις του αθλήματος.

Κατ' αρχήν υποστηρίζεται πολλαπλώς η θεώρηση ότι, η μυϊκή δύναμη των άνω άκρων επιδρά σημαντικά στη μεταφορά ενέργειας της μπάλας, η οποία με τη σειρά της ορίζει την ταχύτητα αυτής, κατά τη φάση της επιτάχυνσης (Clements et al., 2001; Fleck et al., 1992). Ως εκ τούτου, κρίνεται ως βασική παράμετρος για την αγωνιστική απόδοση στη

χειροσφαίριση και έτσι εξετάζεται ερευνητικά αλλά και στην πρακτική. Μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα της μπάλας περιλαμβάνεται η ηλικία και το φύλο (Pauwels, 1976; Wickstrom, 1977; Fleising et al., 1999; Thomas & French, 1985; Sakurai & Miyashita, 1983; Zahalka et al., 1977; van den Tillaar & Ettema, 2004), η μυϊκή δύναμη και ο νευρομυϊκός συντονισμός (Clements et al., 2001; Bartlett et al., 1989; Fleck et al., 1992; Elliot et al., 1986; Jankelic, 1973; Joris et al., 1985; Hong et al., 2001), το βάρος και η περιφέρεια της μπάλας (Danilov, 1985; Burton et al., 1993; Jankelic, 1973), καθώς και το είδος της εκτελούμενης ρίψης (Atwater 1979; Broer 1973), ενώ αντιφατικές είναι οι απόψεις για την επίδραση που έχουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (Fleising et al., 1999; Feris et al., 1995; Joris et al., 1985; Μπάγιος, 1998).

Η ευστοχία (ή ακρίβεια στόχευσης) σε μια ρίψη μπάλας φαίνεται να επηρεάζεται από λάθη που γίνονται στις αρθρικές περιστροφές (Hore et al., 1996) και δεν δείχνει να συσχετίζεται με την ταχύτητα της μπάλας. Έτσι, δεν χρησιμοποιεί κάποιος αναγκαστικά χαμηλές ταχύτητες για να εκτελέσει εύστοχα μία ρίψη, ενώ μπορεί στην πραγματικότητα να έχει δυσκολία να εκτελέσει την προσπάθεια με διαφορετικές ταχύτητες από εκείνες που χρησιμοποιούνται στην πρακτική (van den Tillaar & Ettema, 2003; Indermill & Husak, 1984).

Από βιο-μηχανικής πλευράς, η ρίψη πάνω από τον ώμο είναι μία σύνθετη και κυρίως δυναμική κίνηση. Σ' αυτήν συμμετέχουν όλα τα τμήματα και οι αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος, όπως εξελίσσονται με υψηλές ταχύτητες και επιταχύνσεις και είναι άμεσα εξαρτώμενα από τον κινητικό μηχανισμό (Atwater, 1979). Η ριπτική

κίνηση αποτελεί μια συνδυαστική αλληλουχία επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων των αρθρώσεων του σώματος κατά μια τμηματική ακολουθία της κίνησης, από τα κοντινότερα προς τα απομακρυσμένα μέλη (Joris et al., 1985). Σε αρκετές έρευνες διερευνάται η ταχύτητα της μπάλας στη χειροσφαίριση (Σκούφας, 2003; Bayios et al., 2001; Elias 1993; Fleck et al., 1992; Filliard, 1989; Joris et al., 1985; Muller, 1982; Jankelic, 1977), ενώ σε άλλες εξετάζεται η ταχύτητα ρίψης από κοινού με την ευστοχία (Neil & Mezey, 1981; Rikli, 1991; Elias, 1993; Μπάγιος, 1998; van den Tillaar & Ettema, 2003), όμως, απουσιάζει ο παράγοντας οποιασδήποτε επιβάρυνσης και η επίδρασή του στην αποτελεσματικότητα της ρίψης.

Παρατηρείται λοιπόν στην υπάρχουσα βιβλιογραφία ένα ερευνητικό κενό στο πρόβλημα της αποτελεσματικότητας της ρίψης στη χειροσφαίριση κατά τη διάρκεια του αγώνα, όπου ο μυοσκελετικός μηχανισμός, αλλά και γενικότερα ο οργανισμός επιβαρύνεται από την αγωνιστική δραστηριότητα. Ειδικότερα, οι συνθήκες έτσι όπως διαδραματίζονται σε έναν αγώνα, διαμορφώνουν απαιτήσεις από τους αθλητές-τριες με συνεχείς μεταβιβάσεις, ρίψεις, άλματα, μετατοπίσεις, ανυψώσεις των χεριών για άμυνα, επαφές με τον αντίπαλο, επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις προς όλες τις διαστάσεις του γηπεδικού χώρου. Η προσπάθεια που καταβάλλουν οι αθλητές για την ολοκλήρωση ενός αγώνα, ενδεχομένως έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης, μεταξύ αυτών και της αποτελεσματικότητας στη ρίψη της μπάλας.

Επομένως, ο βασικός προβληματισμός που μας οδήγησε στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ήταν το κατά πόσο οι συνθήκες του αγώνα μπορούν να επηρεάσουν ή και να

επιδράσουν στην αποτελεσματική ρίψη. Η αποτελεσματικότητα μιας ρίψης εννοείται ότι διαπιστώνεται από την ευστοχία προς την ταχύτητα με την οποία η μπάλα πετυχαίνει το στόχο. Έτσι, ως υπόθεση τέθηκε ότι απόκλιση της μπάλας από το κέντρο ενός προσδιορισμένου στόχου, ενδεχομένως μεταβάλλεται αρνητικά στη διάρκεια του παιχνιδιού, περιορίζοντας με αυτό το τρόπο την ικανότητα του αθλητή να πετύχει το ζητούμενο που είναι η επίτευξη τέρματος.

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση ενός σχεδιασμένου προγράμματος ασκήσεων προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας, στην αποτελεσματικότητα της ρίψης. Ειδικότερα, εξετάστηκε Α) εάν επηρεάζεται η ευστοχία και η ταχύτητα της μπάλας, άρα και η αποτελεσματικότητα ρίψης, όπως και Β) η μυϊκή δύναμη των έσω και έξω στροφών του ώμου, κατά τη διάρκεια προσομοιωμένων αγωνιστικών ασκήσεων σε αθλήτριες χειροσφαίρισης Α1 Εθνικής κατηγορίας.

Επιπροσθέτως, με την τρισδιάστατη κινηματική ανάλυση του χεριού ρίψης και διαμέσου του ποσοτικού περιγραφικού προτύπου της κίνησης, εξετάστηκε εάν μεταβάλλονται και σε ποιο βαθμό τα βιομηχανικά χαρακτηριστικά των μελών που συμμετέχουν στη ρίψη.

Τα διαμορφούμενα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας στοχεύουν να δώσουν απαντήσεις, βασιζόμενα στα εξής σημεία, όπως:

Α) Διαφοροποιείται και σε ποιο βαθμό, η ταχύτητα της μπάλας κατά τη διάρκεια μιας ολοκληρωμένης προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας;

Β) Διαφοροποιείται και σε ποιο βαθμό η ευστοχία, κατά τη διάρκεια μιας ολοκληρωμένης προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας;

Γ) Παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις στην ταχύτητα

της μπάλας και στην ευστοχία, ανάμεσα σε επιμέρους χρονικές φάσεις της προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας;

Δ) Παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στη μυϊκή δύναμη κατά την εσωτερική / εξωτερική στροφή του ώμου, πριν, στο μέσο και μετά την ολοκλήρωση της προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας;

Ε) Παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στη σχέση αγωνιστών-ανταγωνιστών μυών πριν και μετά την ολοκλήρωση της αγωνιστικής δραστηριότητας, στην εξωτερική-εσωτερική στροφή του ώμου;

ΣΤ) Μεταβάλλονται σημαντικά τα βιο-μηχανικά χαρακτηριστικά της ριπτικής κίνησης, με αναφορά στην κινητική αλυσίδα ώμου – βραχίονα – καρπού και μπάλας;

Η παρούσα εργασία αναφέρεται σε γυναίκες αθλήτριες Α1 κατηγορίας, οι οποίες είναι εξοικειωμένες με τη ρίψη της μπάλας και η γενίκευση των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων αφορά αυτόν τον αθλητικό πληθυσμό. Αν και έχει ληφθεί μέριμνα ώστε το πρόγραμμα των κινητικών δραστηριοτήτων που ακολουθούσαν οι δοκιμαζόμενες να προσομοιάζει με εκείνο των αγώνων, εντούτοις, οι συνθήκες μέτρησης ήταν εργαστηριακές και πραγματοποιήθηκαν σε κλειστή αίθουσα αθλοπαιδιών του Πανεπιστημίου, όπως και σε εργαστήριο για τις ανάγκες των δυναμομετρήσεων. Για τη σημασία της έρευνας, να υπογραμμιστεί πως ο σχεδιασμός σε σχέση με τις μεταβολές της απόδοσης, εφαρμόστηκε σε συνθήκες που προσομοίαζαν τις πραγματικές συνθήκες, λόγω του γεγονότος ότι δεν είναι εφικτός να γίνει κατά τη διάρκεια του αγώνα.

1.2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

1.2.1. Το μοντέλο της ρίψης πάνω από τον ώμο

Το κινητικό μοντέλο της ρίψης της μπάλας ανήκει στην κατηγορία των ρίψεων πάνω από τον ώμο, όπου ο κορμός απομακρύνεται από τον άξονα του βραχίονα (Atwater, 1979) και το κύριο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο στόχος (ακρίβεια) και η ταχύτητα. Η διάρκεια της ρίψης κυμαίνεται από 0,3 έως 0,4 s (Atwater, 1979), χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο πρέπει να δραστηριοποιηθούν συντονισμένα και αρμονικά μυϊκές ομάδες και αρθρώσεις των άνω και κάτω άκρων (Atwater, 1979; Muller, 1982; Sakurai & Miyashita, 1983). Το μεγαλύτερο μέρος της κινητικής ενέργειας (περίπου 73%) παράγεται στα τελευταία 50 ms της ριπτικής κίνησης, ενώ στην μπάλα εφαρμόζεται αυξανόμενη δύναμη έως 30 ms πριν την απελευθέρωσή της (Joris et al., 1985). Η κινητική αλυσίδα της ρίψης είναι ανοικτή και σ' αυτή συμμετέχουν σχεδόν όλα τα μοχλικά συστήματα του σώματος (Hong et al., 2001; Panariello, 1991; Hochmuth, 1984), ενώ το τελευταίο και πιο μακρινό μέλος του σώματος που συμμετέχει στη ρίψη (καρπός-παλάμη), είναι ελεύθερο να κινηθεί στο χώρο και όχι εντεταγμένο σ' ένα κλειστό σύστημα επανέναρξης της κίνησης (Kreighbaum & Bartnels, 1981).

Η ριπτική κίνηση αποτελεί αλληλουχία επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων των αρθρώσεων του σώματος, όπως και τμηματική κινητική ακολουθία από τα κοντινότερα προς τα πιο απομακρυσμένα μέλη, έτσι που έχει καθιερωθεί σε αρκετές αθλητικές δραστηριότητες αλλά και στη χειροσφαίριση (Joris et al., 1985; Muller, 1982). Σε παλαιά εργασία με αντικείμενο το μπέιζμπολ, εξετάστηκαν τα χαρακτηριστικά της ρίψης, δηλαδή η ταχύτητα, η επιτάχυνση και η μετατόπιση μελών του σώματος και βρέθηκε ότι όταν το ένα μέλος επιταχύνει, το αμέσως επόμενο αρχίζει να επιβραδύνει πριν ακόμα αποκτήσει την ταχύτητα του μέλους που το

δραστηριοποιεί (Atwater, 1973). Ακολουθεί η άμεση επιτάχυνση του μέλους αυτού, το οποίο φτάνει σε μεγαλύτερη ταχύτητα από το προηγούμενο μέλος, το οποίο έχει ήδη αρχίσει να επιβραδύνει. Ειδικότερα, όταν μια άρθρωση επιβραδύνει, τότε η επόμενη επιταχύνει, έτσι ώστε το ένα μέλος να ξεπερνά την ταχύτητα του προηγούμενου (Sakurai and Miyasita, 1983; Zatsiorsky et al., 1981).

Για τη μεταφορά της ενέργειας από τη μία άρθρωση στην άλλη, οι αγωνιστές μύες που επιταχύνουν τα μέλη πρέπει να ενεργοποιηθούν διαδοχικά, ενώ οι ανταγωνιστές πρέπει να δραστηριοποιηθούν την κατάλληλη στιγμή για να επιβραδύνουν το μέλος που έχει αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα (Zatsiorsky et al., 1981). Η αλληλουχία δράσης αγωνιστών-ανταγωνιστών μυών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μεταφορά της κίνησης, από τον ένα μοχλό της κινητικής ενότητας στον άλλο (Joris et al., 1985; Muller, 1982). Η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα που επιτυγχάνεται από τη δράση των αγωνιστών μυών, συνοδεύεται από ανάλογη επιβράδυνση των ανταγωνιστών μυών κι αυτό προκαλεί την επιτάχυνση του επόμενου μέλους (Muller, 1982; Kreighbaum & Barthels, 1981). Έτσι φαίνεται πως σημαντικό ρόλο στη μεταφορά της κίνησης από την μία άρθρωση στην άλλη, έχουν οι δι-αρθρικοί μύες, όπως οι δικέφαλος και τρικέφαλος βραχιόνιος, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλουν ταυτόχρονα τη γωνιακή ταχύτητα δύο συνεχόμενων αρθρώσεων (Muller, 1982).

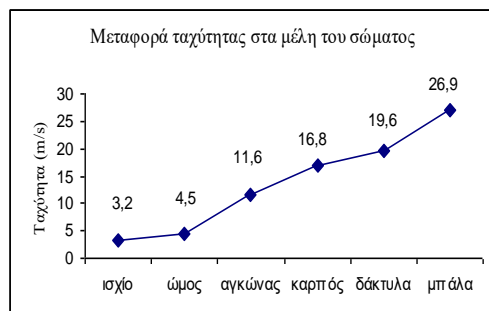
Το πρότυπο της κινητικής αλυσίδας στη ρίψη ξεκινά από τις ευρείες και αργές κινήσεις του κορμού και καταλήγει στις μικρές κινήσεις των δακτύλων. Έτσι, σε όλες τις ρίψεις, η κίνηση αρχίζει από τις μυϊκές ομάδες των κάτω άκρων, περνά από τη λεκάνη και τον κορμό, συνεχίζει διαμέσου του ώμου και του αγκώνα και καταλήγει

στον καρπό και τις άκρες των δακτύλων, όπου η τελική κίνηση μοιάζει με το τελείωμα της κίνησης ενός μαστιγίου (Plagenhoef, 1971). Η μηχανική ενέργεια μεταφέρεται αποτελεσματικότερα με την αλληλουχία κίνησης που ξεκινά από τα βαρύτερα και πλέον δυνατά μέλη του σώματος και κατευθύνεται προς τις άκρες των δακτύλων που είναι ασθενέστερα, αλλά περισσότερο επιδέξια (Daish, 1972).

Τη δράση αγωνιστών-ανταγωνιστών μυών κατά τη διάρκεια της ρίψης στη χειροσφαίριση αλλά και τη μεταφορά της κίνησης από τα κάτω άκρα στις άκρες των δακτύλων και τελικά στην μπάλα, μελέτησε και ο Muller (1982), εστιάζοντας την προσοχή του στην κινηματική αλυσίδα ώμου – βραχίονα – πήχη. Εντόπισε ότι η μυϊκή δραστηριότητα του μείζονα θωρακικού ως αγωνιστή και του δελτοειδή ως ανταγωνιστή για την ωμική ζώνη, του τρικέφαλου και δικέφαλου βραχιόνιου ως αγωνιστή-ανταγωνιστή αντιστοίχως για το βραχίονα και τέλος για τον πήχη, ως αγωνιστές μύες καταγράφηκαν οι κερκιδικός καμπτήρας του καρπού, ωλένιος καμπτήρας και μακρός παλαμικός και ως ανταγωνιστές οι μακρός κερκιδικός εκτείνων τον καρπό, και ωλένιος εκτείνων τον καρπό. Η προσέγγιση αυτή έδειξε ότι ο ανταγωνιστής μυς συμμετέχει πριν ακόμα ο αγωνιστής αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα και παρατηρείται επίσης μία μειωμένη συμμετοχή των αγωνιστών κατά τη μεταφορά της κίνησης. Η δράση των ανταγωνιστών αυξάνεται μετά την παραγωγή μέγιστης ταχύτητας και συνοδεύεται από ανάλογη επιβράδυνση από τους ανταγωνιστές μύες, προκαλώντας επιτάχυνση του επόμενου μέλους. Κατά τον Zatsiorski και τους συνεργάτες του (1981), οι ανταγωνιστές μύες πρέπει να ενεργοποιηθούν την κατάλληλη στιγμή ώστε να επιβραδύνουν το μέλος που

έχει αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα. Η επιτάχυνση του ώμου προς τα εμπρός υποβοηθείται από τον μείζονα θωρακικό και το δελτοειδή, ο οποίος προηγείται χρονικά. Ο ώμος αρχίζει να επιβραδύνει, όταν ο άξονάς του περάσει από κάθετη θέση, σε σχέση με τη φορά ρίψης. Η μέγιστη ταχύτητα του ώμου παρατηρείται στα 60 ms πριν την απελευθέρωση της μπάλας και φτάνει στα 4.5m/s, ενώ η επιτάχυνση στα 35 m/s² και η επιβράδυνση τα 12.1 m/s². Ακολουθεί η κίνηση του βραχίονα και του αγκώνα προς τα εμπρός, με τον αγκώνα να προηγείται του πήχη. Όταν οι άξονες βραχίονα και ώμων τείνουν να γίνουν παράλληλοι, ο πήχης αρχίζει την επιτάχυνσή του προς τα εμπρός, ακολουθούμενος από την έκταση του αγκώνα. Η μέγιστη ταχύτητα του αγκώνα φτάνει στα 11.6 m/s και επιτυγχάνεται περίπου 30 m πριν την απελευθέρωση της μπάλας, με επιτάχυνση 147.3 m/s² και επιβράδυνση 51.1 m/sec² (Muller 1982) (Σχήμα 1.1). Ακολουθεί η κάμψη του καρπού, πριν ακόμη ο αγκώνας φτάσει σε πλήρη έκταση. Η μέγιστη ταχύτητα του καρπού στη φάση αυτή φτάνει στα 16.8 m/s και παρατηρείται 25 ms πριν την απελευθέρωση της μπάλας, με επιτάχυνση 244 m/s².

Οι Pezarat-Correia et al., (1996), εξέτασαν το ρόλο που διαδραματίζουν οι συναγωνιστές-ανταγωνιστές μύες στη ξαφνική έκταση του πήχη, κατά τη διάρκεια της ρίψης στη χειροσφαίριση. Η μυϊκή δράση των έσω-έξω πλατύ



Σχήμα 1.1. Κινηματικά χαρακτηριστικά των επιμέρους μελών του σώματος (Muller, 1982).

μηριαίου, τρικέφαλου βραχιόνου, δικέφαλου βραχιόνιου και βραχιο-οκερκιδικού δείχνει ότι υπάρχει μία ολοκληρωμένη έκταση του αγκώνα κατά τη διάρκεια της ρίψης παρόμοια με εκείνη της βαλλιστικής έκτασης που ακολουθείται κατά τη διάρκεια απλών αρθρικών κινήσεων. Φαίνεται ότι, ο συγχρονισμός των συναγωνιστών μυών και το μέγεθος της μυϊκής δραστηριότητας πριν την έναρξη της κίνησης επηρεάζει σημαντικά την επιτάχυνση, ενώ ο συγχρονισμός των ανταγωνιστών συμφωνεί με τα χαρακτηριστικά της επιβράδυνσης των παλμών, που ελέγχουν το τέλος της φάσης επιτάχυνσης στις βαλλιστικές κινήσεις.

Η αρχή της ακολουθίας της κίνησης από τα εγγύτερα προς τα απομακρυσμένα μέλη επιβεβαιώνεται και από τους Hong et al., (2001), με τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των τμημάτων του σώματος κατά τη ρίψη στο μπέιζμπολ. Ειδικότερα, η ταχύτητα του κορμού αρχίζει να μειώνεται πριν την έκταση του αγκώνα και διαδοχικά η ταχύτητα της αριστερόστροφης περιστροφής μειώνεται σημαντικά μετά από αυτήν. Οι οριζόντιες προσαγωγικές και απαγωγικές κινήσεις, διατηρούν αξιοσημείωτες ταχύτητες μέχρι την έκταση του αγκώνα. Η μόνη απόκλιση από την αρχή της ακολουθίας της κίνησης αφορούσε την εσωτερική στροφή του βραχίονα, η οποία επιταχύνει καθυστερημένα από το απομακρυσμένο χέρι και συνεχίζει να επιταχύνει κι όταν η έκταση του χεριού σχεδόν σταματά τελείως.

Το πρότυπο της ριπτικής κίνησης μελέτησαν οι Hirashima et al., 2002 σε αθλητές του μπέιζμπολ, του τένις και του αμερικανικού ποδοσφαίρου, καθώς και σε μη σχετικούς με ρίψη, μέσα από τη δραστηριότητα 17 μυών. Ειδικότερα, από τους 7 αγωνιστές μύες που συμμετέχουν στη ρίψη (ωλένιος καμπτήρας, στρογγύλος

πρηνιστής, έξω κεφαλή τρικέφαλου, πρόσθια μοίρα δελτοειδή, μείζων θωρακικός, πρόσθιος οδοντωτός στη έκτη μοίρα και πρόσθιος οδοντωτός στην όγδοη μοίρα), ο πρόσθιος οδοντωτός στη έκτη του μοίρα ήταν ο πρώτος που ενεργοποιήθηκε και αμέσως, μετά ο ίδιος μυς στην πρόσφυσή του στην όγδοη μοίρα, και ακολούθησαν κατά σειρά, ο μείζων θωρακικός, η πρόσθια μοίρα του δελτοειδή, ο τρικέφαλος βραχιόνιος, ο στρογγύλος πρηνιστής και ο ωλένιος καμπτήρας του καρπού. Όσον αφορά τη δραστηριότητα των ανταγωνιστών μυών, ο δικέφαλος βραχιόνιος ενεργοποιείται πριν από τον τρικέφαλο, και σταματά τη δραστηριότητά του σχεδόν την ίδια στιγμή κατά την οποία ο τρικέφαλος αρχίζει τη σύσπαση. Ο δικέφαλος ενεργοποιείται για δεύτερη φορά πριν τη στιγμή της απελευθέρωσης. Το ίδιο μοντέλο ακολουθείται και μεταξύ του κερκιδικού εκτείνοντα τον καρπό και του ωλένιου καμπτήρα του καρπού.

Διαφορετική προσέγγιση για την αρχή της ακολουθίας της κίνησης από τα εγγύτερα στα απομακρυσμένα μέλη δίνουν οι Fradet (2004) και συνεργάτες. Χρησιμοποιώντας τρισδιάστατη κινηματική ανάλυση, φαίνεται να μην είναι εμφανής αυτή η ακολουθία σε χειροσφαιριστές, αφού η μέγιστη γραμμική ταχύτητα του ώμου (5.3 ± 0.5 m/s) παρατηρήθηκε 30 ± 10 ms πριν την απελευθέρωση, ενώ η μέγιστη ταχύτητα του αγκώνα (9.7 ± 0.8 m/s) 60 ± 10 ms πριν την απελευθέρωση, και τελικώς, λίγο πριν την απελευθέρωση της μπάλας 20 ms ακολουθεί η μέγιστη ταχύτητα της παλάμης (13.8 ± 1.2 m/s).

Υποστηρίζεται η θεώρηση ότι, κατά τη διάρκεια της ριπτικής κίνησης, σημαντικό ρόλο παίζει ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης στους μύες που συμμετέχουν στη ρίψη (Newton et al., 1997; Heise, 1995; Mero et al., 1994). Οι αγωνιστές μύες οι οποίοι ορίζουν

την προτιθέμενη κίνηση διατείνονται ενεργά και κατόπιν χωρίς παύση, συστέλλονται για να ξεκινήσει η εκτέλεση της ριπτικής κίνησης. Όταν διατείνεται ένας ενεργοποιημένος μυς ή όταν ενεργοποιείται ένας παθητικά διατεινόμενος μυς, αυξάνεται η τάση του και αποθηκεύεται ελαστική ενέργεια στα ελαστικά στοιχεία στη σειρά, ένα μέρος της οποίας μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Αν η διάταση του μυός διαρκέσει για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε η ελαστική ενέργεια χάνεται σε θερμότητα, ενώ εάν αμέσως μετά τη διάταση ακολουθήσει η βράχυνση, όπως γίνεται στις ριπτικές κινήσεις, τότε η αποθηκευμένη ενέργεια διατίθεται για θετική απόδοση έργου (Komi, 1984).

Συνοπτικά, σύμφωνα με το πρότυπο της ριπτικής κίνησης στη χειροσφαίριση, η μηχανική ενέργεια μεταφέρεται αποτελεσματικά με την αλληλουχία της κίνησης που ξεκινά από τα βαρύτερα και πλέον δυνατά μέλη του σώματος και κατευθύνεται προς τις άκρες των δακτύλων που είναι περισσότερο επιδέξια και δίνουν το τελικό εξωτερικό αποτέλεσμα την ταχύτητα στην μπάλα.

1.2.2. Φυσιολογικές απαιτήσεις στο άθλημα της χειροσφαίρισης

Το επίπεδο της φυσικής κατάστασης που απαιτείται από τους χειροσφαιριστές έχει αρκετά αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, λόγω της εξέλιξης των κανόνων του παιχνιδιού, που κατά συνέπεια έχουν επηρεάσει την τεχνική κατάρτιση αλλά και τακτική του κάθε αγώνα. Οι συχνές και σημαντικές αλλαγές στο ρυθμό του παιχνιδιού απαιτούν άριστη αερόβια και αναερόβια ικανότητα (Mikkelsen & Olesen, 1977; Delamarche et al., 1987). Σύμφωνα με τις ποσοτικές αναλύσεις αγώνων χειροσφαίρισης, η συνολική απόσταση της μετατόπισης στο χώρο κατά τη διάρκεια ενός αγώνα χειροσφαίρισης κυμαίνεται από 2.800-

7.000 m, ανάλογα με την αγωνιστική θέση του αθλητή και την ποιοτική στάθμη του αντιπάλου και με πιο αντιπροσωπευτικές τιμές τα 4.500-6.500 μέτρα (Perš et al., 2002; Wallace & Cardinale, 1997; Kotzamanidis et al., 1999; Sichelschmidt & Klein, 1986; Jaworsky et al., 1985). Από τη μετατόπιση αυτή, τα 1.500μ περίπου εξελίσσονται σε αργό τέμπο, τα 300 σε ταχύτητες 100%, 870m με ταχύτητες 75% και 1200m βάδισμα, ενώ με μέσο τέμπο καλύπτονται περίπου 1.500 m (Perš et al., 2002). Η διάρκεια των ταχυτήτων δεν υπερβαίνει τα 2-3 δευτερόλεπτα (Sichelschmidt & Klein, 1986). Κατά τον Czerwinski, (1995) στη διάρκεια ενός αγώνα εκτελούνται κατά μέσο όρο 770 μεταβιβάσεις (678-891) και 53 ρίψεις (26-67). Η καρδιακή συχνότητα δεν ξεπερνά τους 210 σφυγμούς / min και κυμαίνεται από 150-186, όταν ο αντίπαλος είναι αδύναμος και σε 168-210 όταν υπάρχει ισάξιος αντίπαλος (Ignateva, 1980; Delamarche et al., 1987). Η πρόσληψη οξυγόνου κυμαίνεται στα 73-80% της μέγιστης, δηλαδή περίπου 45-52 ml/kg/min, αφού η VO_{2max} έχει τιμές από 50-67 ml/kg/min (Biener, 1982; Mikkelsen & Olesen, 1977). Σε πρόσφατη έρευνα, όπου εξετάστηκαν τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά αθλητών χειροσφαίρισης, σε σύγκριση με εκείνα αθλητών ταχύτητας, αντοχής και μη αθλητών βρέθηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σε ίσες τιμές περίπου μεταξύ αθλητών χειροσφαίρισης (58.7 ± 0.9 ml/kg/min) και ταχύτητας (60.2 ± 1.1 ml/kg/min), υψηλότερη από εκείνη των μη αθλητών, αλλά μικρότερη της VO_{2max} των αθλητών αντοχής (Rannou et al., 2001). Οι τιμές του γαλακτικού οξέος δείχνουν να παραμένουν χαμηλές (3-7mmol/l) και μάλιστα μειώνονται κατά τη διάρκεια του αγώνα (Sichelschmidt & Klein, 1986). Ο Delamarche με τους συνεργάτες του (1987), μέτρησαν τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος,

κατά τη διάρκεια εκπαιδευτικού αγώνα και βρήκαν μέγιστες τιμές από 4-9mmol/l αίματος παρατηρώντας αυτές μεταξύ του 10^{ου} και 25^{ου} λεπτού.

Συνοπτικά, η αγωνιστική χειροσφαίριση έχει απαιτήσεις για προσαρμογή των αθλητών σε μέση καρδιακή συχνότητα να κυμαίνεται στους 160-200 σφυγμούς / min, ανάλογα με το επίπεδο του αντιπάλου και μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου να βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, που αντιστοιχούν και σε αθλητών άλλων αγωνιστικών δραστηριοτήτων.

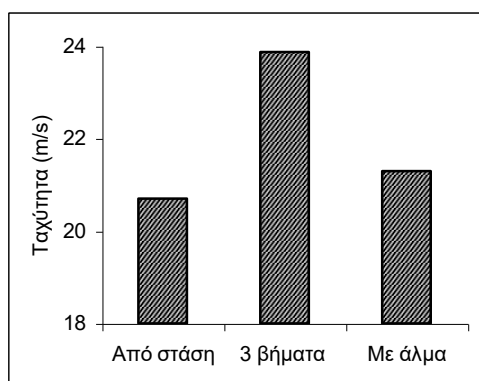
1.2.3 Ταχύτητα ρίψης της μπάλας

Η ταχύτητα με την οποία η μπάλα της χειροσφαίρισης απελευθερώνεται από τα χέρια του αθλητή-τριας έχει γίνει επιμέρους αντικείμενο μελέτης (van den Tillaar and Ettema, 2003; Muller, 1982; Pokrajac, 1979; Kotzamanidis et al., 1995; Joris et al., 1985; Jankelic, 1973; Elias & Janiak, 1990; Zahalka et al., 1997; Fleck et al., 1992; Kastner et al., 1978; Filliard, 1989; Μπάγιος 1998; Σκούφας, 2003). Στις εργασίες αυτές, η ταχύτητα της μπάλας εξετάζεται κάτω από διαφορετικές αρχικές θέσεις του αθλητή, οι ρίψεις γίνονται με διάφορες τεχνικές εκτέλεσης, χρησιμοποιούνται ποικίλα όργανα και πρωτότυπες κατασκευές και οι δοκιμαζόμενοι μπορεί να είναι αρχάριοι έως υψηλού αγωνιστικού επιπέδου. Η ρίψη με 3 βήματα φόρα είναι εκείνη που παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές, σε ό,τι αφορά την ταχύτητα της μπάλας. Είναι γνωστό ότι η ιδιαίτερη τεχνική που απαιτείται για την εκτέλεση των διαφορετικών ρίψεων στη χειροσφαίριση είναι η αιτία ύπαρξης διαφορών στην ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας μεταξύ αυτών των ρίψεων (Bayios & Boudolos, 1998; Joris et al., 1985; Kastner et al., 1978) και αποτελεί βασικό παράγοντα διαφοροποίησης της απόδοσης, καθώς κάθε κίνηση του

σώματος προς την κατεύθυνση της ρίψης προσθέτει δύναμη σ' αυτή (Broer, 1973).

Η μετακίνηση του κέντρου βάρους του σώματος, το τρέξιμο κ.λ.π. προσδίδουν στο σώμα ροπή, η οποία επαγωγικά μεταφέρεται στο χέρι ρίψης και από εκεί στο ριπτόμενο αντικείμενο (μπάλα), διαμέσου των επιμέρους αρθρώσεων του σώματος (Ikegami et al., 1976; Atwater, 1979). Ειδικότερα, στη ρίψη με τρία βήματα αναπτύσσεται η μεγαλύτερη ταχύτητα (Σχήμα 1.2), αφού ο αθλητής εκμεταλλεύεται την αρχική ταχύτητα μετακίνησης που αποκτά κατά τη διάρκεια του βηματισμού.

Οι Elias et al., (1990) μέτρησαν με φωτοκύτταρα την ταχύτητα της μπάλας σε τρία διαφορετικά είδη σουτ (από στάση, με τρία βήματα και με άλμα) και σε τρεις διαφορετικές ομάδες υψηλού επιπέδου (άνδρες, έφηβοι και εθνική νέων) κι αυτή που παρατηρήθηκε με τις υψηλότερες τιμές ήταν η ρίψη με τρία βήματα. Για τη μέτρηση της οριζόντιας ταχύτητας της μπάλας ο Fleck και οι συνεργάτες του (1992), χρησιμοποίησαν κάμερα υψηλής ταχύτητας με 200 f/s σε χειροσφαιριστές της εθνικής ομάδας των Η.Π.Α και κατέγραψαν την ταχύτητα της μπάλας να είναι μεγαλύτερη στη ρίψη με βηματισμό



Σχήμα 1.2. Ταχύτητα μπάλας σε τρία είδη ρίψης στη χειροσφαίριση. (Δεδομένα επεξεργασμένα από διάφορες πηγές.)

χωρίς άλμα (26.7 m/s) απ' ό,τι στην ρίψη με βηματισμό και άλμα (25.2 m/s). Με ένα σύστημα εκπομπής - λήψης ακτινοβολίας καταγραφόταν η ταχύτητα της μπάλας κατά τη ρίψη (Μπάγιος, 1998). Για τον υπολογισμό της στιγμιαίας ταχύτητας της μπάλας λαμβάνονταν η χρονική διάρκεια διαπέρασης της μπάλας και η διάμετρο αυτής. Σε μετρήσεις αθλητών της Α1 εθνικής κατηγορίας, της Α2 και φοιτητών, η ρίψη με τρία βήματα και χωρίς άλμα εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές. Για τη μέτρηση της ταχύτητας της μπάλας ο Filliard (1989) χρησιμοποίησε "gun radar" σε 16 χειροσφαιριστές και έδειξε ότι στη ρίψη με τρία βήματα η ταχύτητα φτάνει τα 71.76 km/h, στη ρίψη με άλμα τα 65.91 km/h και χωρίς φόρα 64.78 km/h. Την ίδια μέθοδο χρησιμοποίησε και ο Σκούφας (2003) για να αξιολογήσει τη βελτίωση της ταχύτητας απελευθέρωσης της μπάλας μετά από διαφορετικές προπονητικές μεθόδους.

Σύμφωνα με τον Joris (1985) και τους συνεργάτες του, η μέγιστη ταχύτητα της μπάλας αποτελεί το άθροισμα των διαφορών της ταχύτητας μεταξύ των μελών του σώματος, ξεκινώντας από τη διαφορά της ταχύτητας μεταξύ του αριστερού αστραγάλου και του εδάφους και φτάνοντας στη διαφορά της ταχύτητας μεταξύ της μπάλας και του δεξιού καρπού. Η αρχή αυτή βασίζεται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, που θεωρεί ότι για κάθε δράση στο απομακρυσμένο τμήμα, υπάρχει μία ίση αλλά αντίθετη αντίδραση στο πλησιέστερο τμήμα.

Κατά τους Herring & Charman (1992), η ταχύτητα της μπάλας αυξάνεται μόνο όταν η έναρξη των ροπών αρχίζει με την έκταση του ώμου, ακολουθούμενη από την έκταση του αγκώνα και τελικά την κάμψη του καρπού. Αν η άρθρωση του αγκώνα φτάσει σε μια μέγιστη ταχύτητα αμέσως πριν τη στιγμή της πλήρους έκτασης, αυτό θα μπορούσε να

οδηγήσει σε μεγάλη ταχύτητα της μπάλας, αλλά όμως και σε αύξηση πιθανότητας τραυματισμού στην άρθρωση. Η πιθανότητα τραυματισμού θα οδηγούσε το ρίπτη σε μείωση της ταχύτητας της μπάλας, πριν την απελευθέρωση (Feltner & Darpena, 1986).

Η διαφοροποίηση της ταχύτητας της μπάλας σχετίζεται με το φύλο. Φαίνεται ότι στις ενήλικες γυναίκες αποφασιστικό ρόλο παίζει η μη αποδοτική τεχνική εκτέλεση της ρίψης, αφού εμφανίζεται μία λανθασμένη κίνηση του βραχίονα (μικρότερη απαγωγή ώμου) και μία σημαντική υστέρηση στα επίπεδα του νευρομυϊκού συντονισμού (Ives et al., 1993), όσο και στην επίτευξη μέγιστης γωνιακής ταχύτητας του χεριού ρίψης, σε σχέση με τους άντρες (Ivey et al., 1985). Ο Wickstrom (1977), θεωρεί ότι η τεχνική που χρησιμοποιεί μία γυναίκα παρομοιάζει με εκείνη ενός προέφηβου.

Τις κινηματικές διαφορές που εμφανίζονται κατά τη ρίψη με άλμα ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες επιπέδου εθνικής κατηγορίας μελέτησε ο Zahalka (1997) με τους συνεργάτες του. Όλες οι τμηματικές ταχύτητες των επιμέρους μελών του σώματος εμφάνισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, με τη μεγαλύτερη δια-

φορά να παρατηρείται στην ταχύτητα του αγκώνα (Πίνακας 1.1).

Παρόμοιες σχέσεις μεταξύ μέγιστης ισομετρικής δύναμης και ταχύτητας μπάλας αναφέρουν οι van den Tillar και Ettema (2004), για γυναίκες ($r = .49$) και άντρες ($r = .43$) αντιστοίχως. Το σωματικό μέγεθος δείχνει να έχει μία ισχυρή θετική επίδραση στην ταχύτητα της μπάλας και την ισομετρική δύναμη. Η ταχύτητα επηρεάζεται από το φύλο, μόνον όταν το σωματικό μέγεθος εκφραζόταν σε μάζα ή ύψος. Όμως αυτή η επίδραση εξηγείται απόλυτα από τις διαφορές μεγέθους, όταν αυτές εκφράζονται ως άλιπη σωματική μάζα.

Αλληλοσυγκρουόμενες απόψεις δίνονται για την επίδραση που ενδεχόμενα έχουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στην ταχύτητα ρίψης. Σύμφωνα με τους Miyashita (1980) και Bowne (1960), όταν ένας αθλητής έχει μακρύτερα μέλη, μπορεί να προσδώσει στην μπάλα μεγαλύτερη γραμμική ταχύτητα, ενώ κατά τους Fleising et al., (1999), ο συνδυασμός μακρύτερου βραχίονα και μεγαλύτερης γωνιακής ταχύτητας έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγαλύτερης γραμμικής ταχύτητας της μπάλας, για τους ενήλικους αθλητές. Οι απόψεις αυτές έχουν ως θεωρητική βάση τη μηχανική της ανθρώπινης κίνησης, σύμφωνα με την οποία, η αύξηση της ακτίνας περιστροφής προκαλεί ανάλογη αύξηση στη δύναμη, κατά τη σχέση της ροπής δύναμης:

$$M = r * F,$$

όπου: M = η ροπή δύναμης, r = η ακτίνα περιστροφής και F = η δύναμη που ασκείται στο σώμα.

επομένως και στη γραμμική ταχύτητα των επιμέρους μελών του σώματος (Μπουντόλος, 1997). Όταν ένας αθλητής ρίχνει την μπάλα με κίνηση πάνω από τον ώμο, ως άξονας περιστροφής φέρεται ο επιμήκης άξονας του βραχίονα που έχει ως μοχλοβραχίονα δύναμης την απόσταση της κατάφυσης του υπεύθυνου για την κίνηση $\mu\upsilon$ και μοχλοβραχίονα

Πίνακας 1.1. Ταχύτητα (m/s) αρθρώσεων και μπάλας σε ριπτική κίνηση, σε άνδρες (♂) και γυναίκες (♀) (Zahalka et al., 1997).

Μέλος	♂	♀
Ισχίο	4.13	3.82
Ώμος	6.93	6.10
Αγκώνας	16.83	9.18
Άκρο Χέρι	20.41	15.20
Μπάλα	25.00	20.88

αντίστασης το μήκος του πήχη και το μήκος της παλάμης (Κόλλιας 1997). Θετικές συσχετίσεις ανάμεσα στην ταχύτητα της μπάλας και το σωματικό ανάστημα, το μήκος άνω και κάτω άκρων καθώς και του πήχη, αναφέρει ο Μπάγιος (1998), επισημαίνοντας όμως ότι απαιτείται παραπέρα διερεύνηση, αφού άλλες εργασίες αναφέρουν ότι δεν υφίσταται τέτοια συσχέτιση (Feris et al., 1995; Joris et al., 1985; Mikkelsen & Olesen, 1977; Pokrajac, 1979). Τα χαρακτηριστικά που δείχνουν να έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη χειροσφαίριση και εμφανίζουν θετική συσχέτιση με την ταχύτητα της μπάλας, είναι το μήκος καρπού και το άνοιγμα παλάμης, αφού προϋπόθεση για μία αποτελεσματική ρίψη είναι η σταθερή λαβή της μπάλας (Burton et al., 1993; Jankelic, 1977), όπως άλλωστε έχει υποστηριχθεί ένα μήκος καρπού τουλάχιστον 19 cm είναι απαραίτητο για μία επιτυχή ρίψη (Jankelic, 1977).

Η μυϊκή δράση και η παραγόμενη δύναμη θεωρούνται απαραίτητες για βελτίωση της απόδοσης της ρίψης (Gorostiaga et al., 2005; Clements et al., 2001). Η παραγωγή μέγιστης ροπής από τους προσαγωγούς του ώμου, έχει υψηλή θετική σχέση με την ταχύτητα της μπάλας (Bartlett et al., 1989), αφού σύμφωνα με τον Jobe και συνεργάτες του (1984), ο μείζων θωρακικός και ο πλατύς ραχιαίος παρουσιάζουν υψηλή δραστηριοποίηση κατά τη ρίψη και συνεισφέρουν στη ριπτική κίνηση παρέχοντας ισχύ, προκειμένου να βοηθήσουν τον υποπλάτιο να κινήσει προς τα εμπρός το βραχίονα. Άλλωστε έχει υπογραμμιστεί ότι, αυξάνοντας τη μυϊκή δύναμη των άνω άκρων αυξάνεται η ταχύτητα ρίψης (Bartlett et al., 1989; Pedegana et al., 1982). Σύμφωνα με τους Feltner και Dapena (1986), μία μεγάλη ροπή παράγει γρηγορότερη κίνηση στο χέρι ρίψης και συνεπώς οδηγεί σε γρηγορότερη αρχική ταχύτητα της μπάλας, ενώ οι μέγιστες

ροπές της προσαγωγής του ώμου και της έκτασης του καρπού και του αγκώνα έχουν δείξει να είναι σημαντικοί δείκτες πρόβλεψης της ταχύτητας ρίψης (Bartlett et al., 1989; Pedegana et al., 1982). Σε πρόσφατη έρευνα των Clemens et al., (2001), σε νεαρούς αθλητές του μπέιζμπολ βρέθηκε ότι οι μέγιστες ροπές (σε αναλογία με το σωματικό βάρος), που εκδηλώθηκαν στην ισομετρική εσωτερική στροφή του ώμου και στην έκταση του αγκώνα έδειξαν σημαντική σχέση με την ταχύτητα ρίψης. Ο Fleck και οι συνεργάτες του (1992), διαπίστωσαν τη σημαντική συσχέτιση μεταξύ της εσωτερικής στροφής του ώμου και της μέγιστης ταχύτητας της μπάλας στη ρίψη με άλμα στη χειροσφαίριση (γωνιακές ταχύτητες 180, 240 και 300 deg/s). Συμφωνία υπάρχει και από τους Pawlowski και Perrin (1989) οι οποίοι αναφέρουν ότι η ισχύς που αναπτύσσεται κατά την εσωτερική στροφή του ώμου έχει θετική συσχέτιση με την ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας. Αντίθετα αποτελέσματα δίνουν οι Bayios et al., (2001). Εξετάζοντας τρία διαφορετικά δείγματα επιπέδων απόδοσης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση της μυϊκής δύναμης των έσω-έξω στροφέων του ώμου με την ταχύτητα της μπάλας. Σε μελέτες επίσης αναδεικνύεται ως σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης της απόδοσης να είναι ο νευρομυϊκός συντονισμός (Elliott et al., 1986; Jankelic 1973; Joris et al., 1985; Wickstrom, 1977), αλλά και η σημαντικότητα της κίνησης των κάτω άκρων και της περιστροφής του κορμού (Pappas et al., 1985). Ο μυϊκός έλεγχος του κορμού, κυρίως όσον αφορά την δεξιόστροφη και αριστερόστροφη κίνηση είναι σημαντικός παράγοντας στη ρίψη με υψηλή ταχύτητα (Hong et al., 2001). Σημαντικό ρόλο στην εξασφάλιση υψηλών ροπών στην ωμική

ζώνη διαδραματίζει και η μετατόπιση του αντίθετου ώμου (Feltner, 1989). Σε μελέτη του αντίθετου χεριού από εκείνου της ρίψης που παρουσίασε ο Murata (2001), φάνηκε ότι η μικρότερη μετατόπιση (στη διεύθυνση του εγκάρσιου και κατακόρυφου άξονα) του αντίθετου από το χέρι ρίψης ώμου, μπορεί να πετύχει υψηλότερες ταχύτητες μπάλας και ότι η μετατόπιση αυτή του αντίθετου ώμου είναι μικρότερη στους επιδέξιους ρίπτες από ό,τι στους μη επιδέξιους.

Τα χαρακτηριστικά της μπάλας (βάρος και περιφέρεια) επηρεάζουν την ταχύτητα ρίψης. Ειδικότερα, η μεταφορά της κίνησης ξεκινάει με την ενεργοποίηση των μεγάλων μυϊκών ομάδων και καταλήγει με την ενεργοποίηση των μικρότερων που είναι και περισσότερο επιδέξιες. Θεωρώντας ως αναφορά της κίνησης το άνω άκρο, αυτό αποτελείται από τον βραχίονα που περιστρέφεται γύρω από τον ώμο, τον πήχη που περιστρέφεται γύρω από τον αγκώνα και το άκρο χέρι που περιστρέφεται γύρω από τον καρπό. Τα σχετικά βάρη των τριών αυτών μελών του σώματος σύμφωνα με τη βιο-μηχανική θεώρηση είναι: βραχίονας=3%, πήχης=2%, άκρο χέρι=1% (Μπουντόλος, 1997). Η κίνηση ξεκινά από τον ώμο, οι μύες του οποίου μεταφέρουν κινητική ενέργεια στο βραχίονα, η ίδια μεταφέρεται στον πήχη με μικρότερη μάζα και από εκεί στο άκρο χέρι, που διαθέτει επίσης ακόμη μικρότερη μάζα. Η σχέση της κινητικής ενέργειας είναι: $E_{KIN} = \frac{1}{2} m V^2$, όπου : $m =$ η μάζα του εκάστοτε μέλους και $V =$ η ταχύτητά του. Επειδή όμως : $E_{\text{βραχίονα}} = E_{\text{πήχη}} = E_{\text{άκρο χέρι}}$ και : $m_{\text{βραχίονα}} > m_{\text{πήχη}} > m_{\text{άκρο χέρι}}$, τότε : $V_{\text{βραχίονα}} < V_{\text{πήχη}} < V_{\text{άκρο χέρι}}$. Αυτό σημαίνει ότι η κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε μέγιστη ταχύτητα ρίψης της μπάλας, όταν η μάζα της μπάλας είναι μικρή. Βέβαια, υπάρχει πάντοτε η αύξηση της ενέργειας που υποβοηθείται από τις αρθρικές μυϊκές

ροπές, οι οποίες αυξάνουν την ενέργεια της κίνησης. Σε οποιαδήποτε αθλητική κίνηση πρέπει να ακολουθείται ομαλός ρυθμός μεταφοράς της κίνησης από το ένα μέλος στο άλλο, προκειμένου να μη χάνεται ενέργεια (Κόλλιας, 1997).

1.2.4. Ευστοχία Ρίψης

Για μία πετυχημένη ρίψη σε αγωνίσματα όπως η χειροσφαίριση, η πιθανή στρατηγική που θα ακολουθήσει ο αθλητής μπορεί να είναι μία απλή, αλλά όσον το δυνατόν γρήγορη ρίψη χωρίς κάποια πρόθεση ακριβούς σκόπευσης. Αυτό σκοπεύει στο ξάφνιασμα του τερματοφύλακα λόγω της ταχύτητας της μπάλας ή ακόμη στη ρίψη με μεγαλύτερη ακρίβεια για να οδηγήσει την μπάλα έξω από το εύρος κίνησης του τερματοφύλακα, αλλά μέσα στο τέρμα. Η ακριβής ρίψη πάνω από τον ώμο απαιτεί έλεγχο της στροφής γύρω από τις αρθρώσεις, ώστε η μπάλα να απελευθερωθεί την κατάλληλη στιγμή και στη διαγραφόμενη τροχιά του χεριού (Hore et al., 1996). Οι μη «ακριβείς» ρίψεις προέρχονται από λάθη στις αρθρικές περιστροφές, όμως, τα λάθη αυτά παρατηρούνται στις αρθρώσεις που διαγράφουν την τροχιά του χεριού, ή σε εκείνες που προκαλούν απελευθέρωση της μπάλας. Σύμφωνα με τον Hore και συνεργάτες (1996), σημαντική σχέση φαίνεται να υπάρχει μεταξύ της ακρίβειας της ρίψης και της διακύμανσης του συγχρονισμού στην έναρξη της έκτασης του καρπού. Η χρονική υστέρηση στην έκταση του αγκώνα και η πρόωρη κάμψη του καρπού, κατά την απελευθέρωση της μπάλας, δείχνουν χαμηλό επίπεδο ευστοχίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, υψηλές και χαμηλές ρίψεις προέρχονται από ακατάλληλο συγχρονισμό έναρξης περιστροφής των δακτύλων, σε σχέση με την περιστροφή των άλλων αρθρώσεων και εν τέλει σε ασύγχρονη απελευθέρωση της μπάλας. Η παρεγκεφαλίδα φαίνεται να είναι

εκείνο το όργανο που παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία αγωνιστικών-ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων στις μονο-αρθρικές κινήσεις, αλλά και στο συντονισμό των πολύ-αρθρικών κινήσεων (Hore, 1995). Η κατεύθυνση της μπάλας ορίζεται από τρεις παράγοντες, τη στιγμή της απελευθέρωσης: από τη διεύθυνση της ταχύτητας του χεριού, τη θέση του χεριού στο χώρο και τον προσανατολισμό του χεριού. Σύμφωνα με τη βαλλιστική θεωρία, ρίψεις που κατευθύνονται υψηλά ή χαμηλά, είναι αποτέλεσμα της τροχιάς του χεριού. Ο προσανατολισμός του χεριού, είναι περισσότερο πολύπλοκος και πάντως μια κλίση του άκρου χεριού προς τα πάνω, οδηγεί την μπάλα ψηλά, ενώ μια ανάλογη κλίση προς τα κάτω χαμηλά.

Τη συνάφεια και το συντονισμό μεταξύ των παραμέτρων απελευθέρωσης της μπάλας και την ευστοχία μελέτησαν οι Kudo et al., (2000) σε προσπάθειες με το αδέξιο χέρι, ρίχνοντας την μπάλα σε σταθερό στόχο. Η ταχύτητα απελευθέρωσης και η απόδοση στην ευστοχία βρέθηκε να έχουν θετική συσχέτιση με την εξάσκηση. Οι επιμέρους παράμετροι που ορίζουν την ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας βρέθηκε να είναι συντονισμένες μεταξύ τους και ετερο-καθοριζόμενες η μία με την άλλη. Φαίνεται ότι υπάρχει μια αντιστάθμιση σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων απελευθέρωσης της μπάλας, η οποία συμβάλει θετικά στην απόδοση όταν στόχος της ρίψης είναι η ευστοχία.

Η εξάσκηση είναι ένας παράγοντας που βελτιστοποιεί την απόδοση (Aggelousis et al., 2001), μέσα από τη σχέση μεταξύ των αλλαγών στη μυο-ηλεκτρική δραστηριότητα και μετά από εξάσκηση στην κίνηση της ρίψης από τον αγκώνα. Στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα φάνηκε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα σκοραρίσματος, μετά

από εξάσκηση και σημαντική αύξηση στην καθυστέρηση της εκκίνησης της δραστηριότητας του ανταγωνιστή μυός. Η διερεύνηση της επίδρασης που έχει η εξωτερική εντολή στην αποτελεσματική ρίψη και ειδικά στην ταχύτητα της μπάλας, σε συνάρτηση με την ευστοχία στη ρίψη πάνω από τον ώμο σε αθλητές χειροσφαίρισης και σε πέντε διαφορετικές οδηγίες, α) ρίξε τη μπάλα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα, β) ρίξε την μπάλα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα και προσπάθησε να πετύχεις το στόχο, γ) πέτυχε το στόχο και ρίξε με τη μεγαλύτερη ταχύτητα, δ) πέτυχε το στόχο και προσπάθησε να ρίξεις με τη μεγαλύτερη ταχύτητα και ε) πέτυχε το στόχο, ήταν το θέμα που απασχόλησε τους van den Tillaar και Eittema, (2003). Βρέθηκε ότι η ταχύτητα της ρίψης μειώνεται όταν η οδηγία αφορά σαφώς και μόνο την ευστοχία "πέτυχε το στόχο", ωστόσο η ευστοχία δεν βελτιώθηκε όταν η εντολή ήταν εστιασμένη σε αυτή. Αξίζει να αναφερθεί ότι η ταχύτητα ρίψης της μπάλας δεν έπεσε ποτέ κάτω από το 85% της μέγιστης, κάτι που υποδηλώνει ότι οι αθλητές επιπέδου ρίχνουν με ακρίβεια και με σχετικά μεγάλες ταχύτητες.

Για την αξιολόγηση της ευστοχίας ένας απλός τρόπος προτείνεται από τον Singer (1983), όπου αντικείμενα τοποθετούνται σε διάφορα μέρη του τέρματος και οι αθλητές πρέπει να τα στοχεύσουν. Τον ίδιο τρόπο χρησιμοποίησε και ο Kristev (1980), για να αξιολογήσει την ευστοχία, αλλά και ο Menschel (1981) με τους συνεργάτες. Μια ειδική ηλεκτρονική κατασκευή για τη μέτρηση της ευστοχίας χρησιμοποιήθηκε από τους Bayios et al., (1998), που είχε τη δυνατότητα να εμφανίζει προεπιλεγμένο στόχο σε διαφορετικά σημεία κάθε φορά και να καταγράφει την πρόσκρουση της μπάλας σε ειδική επιφάνεια, όπως και την απόκλιση αυτής από το επιλεγμένο σημείο. Σε

αγωνιστικές συνθήκες η αποτελεσματικότητα στην ευστοχία μετράται από την κατάληξη της μπάλας ύστερα από τη ρίψη. Η ελεύθερη ρίψη από στάση, από απόσταση επτά μέτρων (πέναλτι) στη χειροσφαίριση, εμφανίζει να έχει υψηλά ποσοστά ευστοχίας. Στο Πανερωπαϊκό πρωτάθλημα ο Czerwinski 2000, κατέγραψε ευστοχία 71.58% στη ρίψη επτά μέτρων, ενώ τα ίδια ποσοστά παρατηρήθηκαν και σε αγώνες της Α1 κατηγορίας της Ελλάδος (Κουτουλούλης 2000).

1.3. Γενική Μεθοδολογία

1.3.1. Δείγμα.

Στην έρευνα συμμετείχαν 16 αθλήτριες χειροσφαίρισης, τυχαία επιλεγμένες από την Α1 αγωνιστική κατηγορία. Από τις μετρήσεις εξαιρέθηκαν οι αθλήτριες που είχαν προηγούμενα μυοσκελετικά προβλήματα και τραυματισμούς που ενδεχομένως θα επηρέαζαν τη ριπτική ικανότητα. Τα βασικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρατίθενται στον Πίνακα 1.2.

Σε όλες τις δοκιμαζόμενες δόθηκαν λεπτομερείς οδηγίες για τη συμμετοχή τους στις μετρήσεις, καθώς επίσης και για τη συμπεριφορά τους μία ημέρα πριν από τη διεξαγωγή αυτών. Η κάθε μία αφού μελετούσε προσεκτικά το έντυπο (Παράρτημα Ι) δήλωνε γραπτώς τη συναίνεση συμμετοχής, ενώ διασφαλιζόνταν τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και η κάθε δοκιμαζόμενη είχε ελεύθερη επιλογή αποχώρησης σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

1.3.2. Όργανα και διαδικασία μέτρησης

Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Για το σωματικό βάρος χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά τύπου Bilance Salus, Milano, με ακρίβεια 100 gr και αυτό μετρήθηκε πριν και μετά το

Πίνακας 1.2.

Μέση τιμή και τυπική απόκλιση (SD) ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και προπονητικής ηλικίας του δείγματος (N=16)

Χαρακτηριστικά Δείγματος	Μέση τιμή, (SD)
Χρονολογική Ηλικία (έτη)	20.50 (1.90)
Σωματική Μάζα (Kg)	62.38 (6.19)
Σωματικό Ανάστημα (m)	1.68 (0.08)
Προπονητική Ηλικία (έτη)	8.50 (1.80)

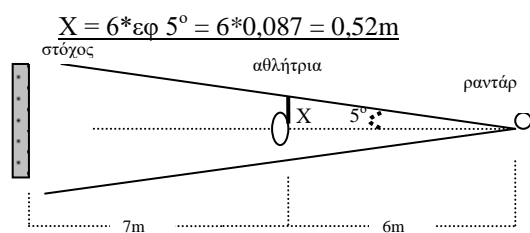
πέρας ολόκληρης της αγωνιστικής δραστηριότητας και από την τελική μέτρηση αφαιρέθηκε η ποσότητα των υγρών που κατανάλωσαν οι αθλήτριες. Το σωματικό ανάστημα μετρήθηκε με επιτοίχιο αναστημόμετρο τύπου Seca, από όρθια θέση με προσέγγιση 0.1 cm.

Μέτρηση ταχύτητας μπάλας

Η μέτρηση της ταχύτητας της μπάλας έγινε σε χιλιόμετρα την ώρα (Km/h) που μετατράπηκαν σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s), με τη χρήση συσκευής ραντάρ (gun radar), της οποίας η λειτουργία βασίζεται στο φαινόμενο Doppler (Filliard 1989). Διάφορες συσκευές ραντάρ έχουν χρησιμοποιηθεί από ερευνητές για τη μέτρηση της ταχύτητας της μπάλας σε αθλοπαιδιές όπως μπέιζμπολ, τένις, χειροσφαίριση κ.λ.π. (DeRenne et al., 1994; Ferris et al., 1995; Pedegana et al., 1982; Fradet et al., 2003; Σκούφας 2003). Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της συσκευής η ακρίβεια της μέτρησης φτάνει στο $\pm 0,0278$ m/s, αρκεί το αντικείμενο το οποίο μετράται να κινείται μέσα σε πεδίο 10° από το επίπεδο της συσκευής. Η τοποθέτηση του ραντάρ ήταν στο ύψος του χεριού ρίψης και αυξομειωνόταν ανάλογα με το ύψος της αθλήτριας. Η απόσταση του οργάνου από την αθλήτρια ήταν στα έξι μέτρα και προσδιορίστηκε από την εξίσωση της εφαπτομένης, έτσι ώστε η κίνηση του χεριού στο χώρο να βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια της συσκευής (Σχήμα 1.3). Μ' αυτό τον τρόπο η μπάλα τη στιγμή της απελευθέρωσης μπορούσε να κινηθεί σε ένα επίπεδο 0,5X0,5 για να

καταγραφεί από τη συχνότητα του οργάνου.

Η αξιοπιστία των μετρήσεων της μέγιστης ταχύτητας της μπάλας με τη χρήση του οργάνου - ραντάρ συσχετίστηκε με σύστημα ανάλυσης κίνησης (2 κάμερες Redlake συνόχτας 125Hz) και βρέθηκε σχετικά υψηλή ($r = .795$, $\alpha = 0.866$, $p < .001$). Η μέση διαφορά στην ταχύτητα μπάλας μεταξύ του ραντάρ και του συστήματος



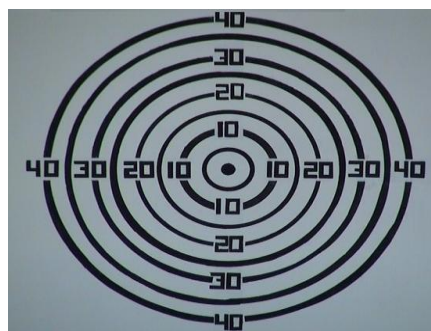
Σχήμα 1.3. Τοποθέτηση ραντάρ σε σχέση με την αθλήτρια

ανάλυσης κίνησης για όλες τις μετρήσεις ήταν 0.95 m/s, με τις υψηλότερες τιμές να δίνει το ραντάρ. Από τα ανωτέρω προκύπτει ένα σφάλμα μέτρησης 5.98%.

Μέτρηση ευστοχίας.

Για τη μέτρηση της ευστοχίας κατασκευάστηκε ξύλινος στόχος 1 m² από το κέντρο του οποίου χαράχθηκαν ομόκεντροι κύκλοι ακτίνας 5, 10, 15, 20, 25, 30, 3 και 40 εκατοστών. (Σχήμα 1.4.).

Η τοποθέτηση του στόχου ήταν στην πλευρά του χεριού ρίψης και σε απόσταση επτά μέτρων από το σημείο



Σχήμα 1.4. Απεικόνιση στόχου για την καταγραφή της ευστοχίας

ρίψης. Η απόκλιση της μπάλας από το κέντρο του στόχου καταγράφηκε κατά τη στιγμή της επαφής της με την επιφάνεια του στόχου χρησιμοποιώντας μια video camera τύπου Sony DCR-TRV-80E, συχνότητας 25Hz, που ήταν τοποθετημένη σε απόσταση 12 μέτρων από το στόχο. Η τοποθέτησή της έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εμποδίζεται η λήψη από την παρεμβολή των δοκιμαζόμενων. Το οπτικό υλικό επεξεργάστηκε και αναλύθηκε με το σύστημα Logger Pro3.2 (Vernier Software), προκειμένου να καταγραφεί σε δύο διαστάσεις η απόκλιση από το στόχο (κέντρο των ομόκεντρων κύκλων).

Μέτρηση Καρδιακής Συχνότητας

Η καταγραφή των καρδιακών παλμών έγινε με τη χρήση φορητού καρδιοπαλμογράφου (Polar Advantage Interface, Polar Electro Oy. Finland), και η ανάλυσή τους έγινε σε H/Y με το αντίστοιχο λογισμικό (Polar Performance Software).

Κινηματικά χαρακτηριστικά χεριού ρίψης

Κάθε προσπάθεια ρίψης της μπάλας βιντεογραφήθηκε με 2 κάμερες RedLake 125 Hz, έτσι ώστε να εξασφαλιστούν τα πληροφοριακά στοιχεία σε 3 διαστάσεις, με έμφαση στις κινηματικές παραμέτρους του ώμου, του αγκώνα και της παλάμης. Το υλικό αυτό επεξεργάζονταν μέσω λογισμικού προγράμματος Peak Motus (Peak Performance Technologies, Inc.). Οι κάμερες ήταν τοποθετημένες σε απόσταση 7 μέτρων από τη θέση ρίψης, με τη κάθε μία σε γωνία 45° ως προς τον άξονα κίνησης. Η ψηφιοποίηση για τη βαθμονόμηση αφορούσε επιλογή 16 σημείων για την πλήρη κάλυψη της κίνησης στο χώρο. Τα ανατομικά σημεία, δηλαδή οι εξεταζόμενες αρθρώσεις του σώματος ήταν: Α) πλάγια κορυφή ακρωμίου για την άρθρωση του ώμου, Β) παρακονδύλιος

απόφυση για την άρθρωση του αγκώνα και Γ) στη στυλοειδή απόφυση της ωλένης για την άρθρωση του καρπού.

Αναλύθηκαν οι γραμμικές ταχύτητες του ώμου, του αγκώνα και του καρπού και επιλέχθηκαν διότι ορίζουν σημαντικά το συντονισμό των μελών του σώματος και μ' αυτά τα σημεία εκτιμάται η συνεισφορά αυτών στην ταχύτητα της μπάλας κατά την απελευθέρωση (Fradet et al., 2004; Joris et al., 1986).

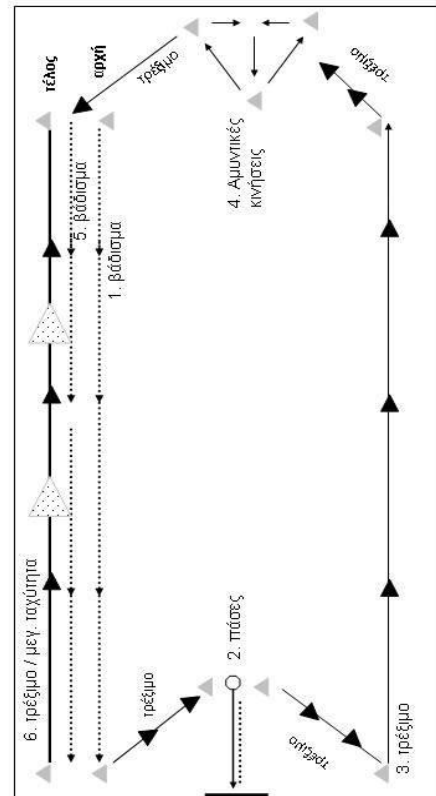
Πρωτόκολλο Προσομοιωμένων Αγωνιστικών Δραστηριοτήτων (ΠΑΔ).

Το πρωτόκολλο ασκήσεων σχεδιάστηκε για να εφαρμοστεί, με τρόπο ώστε να προσομοιώνει κατά το δυνατόν τις τεχνικές και τακτικές κινήσεις της χειροσφαίρισης και βασίστηκε σε δειγματοληψία-ανάλυση των δραστηριοτήτων τεσσάρων παικτών περιφέρειας, από τέσσερις αγώνες, για τις διανυόμενες αποστάσεις και τις εντάσεις (Perš et al., 2002; Sichelschmidt & Klein, 1986).

Η παρατήρηση μέσω βιντεο-ανάλυσης, περιελάμβανε το τελευταίο λεπτό κάθε πεντάλεπτου του αγώνα, για κάθε παίκτη (συνολικός χρόνος παρατήρησης 12 λεπτά για κάθε παίκτη). Από τα δεδομένα φάνηκε ότι κάθε παίκτης εκτελεί κατά μέσο όρο περίπου 30 πάσες το δεκάλεπτο από τις οποίες οι 10 είναι με άλμα, ενώ μέσα στο χρονικό αυτό διάστημα πραγματοποιεί 3 ρίψεις προς το τέρμα και 30 ενεργητικά μαρκάρια. Μετά από την καταγραφή και μελέτη των δραστηριοτήτων, σχεδιάστηκε ένα πρωτόκολλο βασισμένο στις κινητικές και τεχνικές ενέργειες των παικτριών, το οποίο περιλαμβάνει τις εξής κατά σειρά επαναλαμβανόμενες ενέργειες (Σχήμα 1.5).

- A) 1 X 15 μέτρα βάδισμα
- B) 3 πάσες στον τοίχο με μπρος - πίσω κίνηση
- Γ) 1 X 15 μέτρα αργό τέμπο

- Δ) Αμυντικό τρίγωνο
- E) 1 X 15 μέτρα βάδισμα
- ΣΤ) 1 X 15 μέτρα γρήγορο τέμπο



Σχήμα 1.5. Αναπαράσταση των προσομοιωμένων αγωνιστικών δραστηριοτήτων (ΠΑΔ)

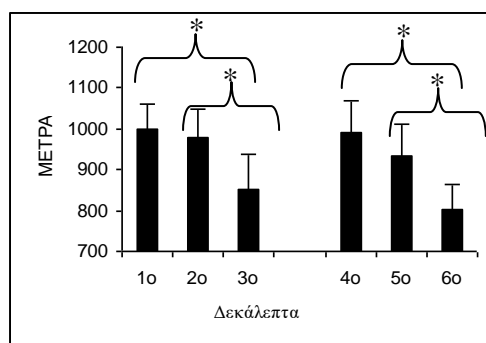
Η κάθε σειρά ασκήσεων επαναλαμβάνονταν για δέκα λεπτά και αμέσως μετά χωρίς διακοπή, η δοκιμαζόμενη εκτελούσε 3 ρίψεις στον ειδικό στόχο για την καταγραφή της ταχύτητας και της ευστοχίας. Σε κάθε τέταρτο και όγδοο κύκλο ασκήσεων, το γρήγορο τέμπο το αντικαθιστούσε 1X 15 μέτρα μέγιστη ταχύτητα, ενώ κατά τη διάρκεια των μεταβιβάσεων η τρίτη πάσα γινόταν με άλμα. Κατά τη διάρκεια της άμυνας (αμυντικό τρίγωνο), η δοκιμαζόμενη εκτελούσε μια κάμψη - έκταση των αγκώνων στο έδαφος (ενεργητικό μαρκάρισμα), η οποία σε κάθε τρίτο κύκλο αντικαθίστατο από ένα άλμα - μπλοκ. Ο κάθε κύκλος των ασκήσεων

διαρκούσε περίπου ένα λεπτό. Αμέσως μετά τις ρίψεις, η διαδικασία ξεκινούσε από την αρχή για τα επόμενα δέκα λεπτά και εφαρμόζονταν δέκα σειρές ασκήσεων. Το δεύτερο στάδιο της δοκιμασίας (β' ημίχρονο), άρχιζε ύστερα από δώδεκα λεπτά, για να καταγραφούν τα αποτελέσματα του δεύτερου μέρους. Οι ταχύτητες με τις οποίες διανύθηκαν οι αποστάσεις ορίστηκαν ως εξής (Perš et al., 2002) :

- A) Βάδισμα $v \leq 1.4$ m/s
- B) Αργό τέμπο $1.4 \text{ m/s} < v < 3.0$ m/s
- Γ) Γρήγορο τέμπο $3.0 \text{ m/s} \leq v < 5$ m/s
- Δ) Μέγιστη ταχύτητα $v \geq 5$ m/s

Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος οι δοκιμαζόμενες είχαν πρόσβαση σε πόσιμο νερό όταν το επιθυμούσαν.

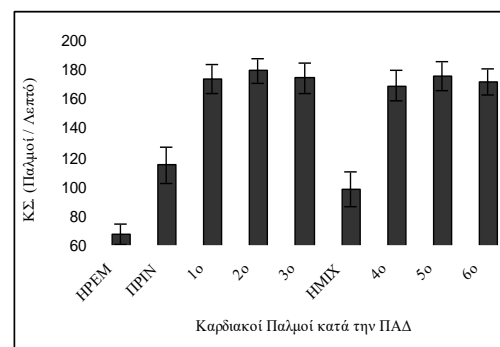
Η μέση απόσταση που διήνυσαν οι αθλήτριες ήταν 5.564,44 ($\pm 271,18$) μέτρα τιμές που συμφωνούν με τη βιβλιογραφία, (Wallace & Cardinale, 1997; Kotzamanidis et al., 1999; Perš et al., 2002). Στο Σχήμα 1.6 φαίνονται οι διανυθείσες αποστάσεις ανά δεκάλεπτο και οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιμέρους χρονικών διαστημάτων. Οι δοκιμαζόμενες περάτωσαν την προσομοιωμένη αγωνιστική διαδικασία με μέσο όρο καρδιακής συχνότητας $174 \pm 3,59$ σφυγμούς το λεπτό (Σχήμα 1.7) με το εύρος των σφυγμών να κυμαίνεται από 161-194. Οι τιμές αυτές



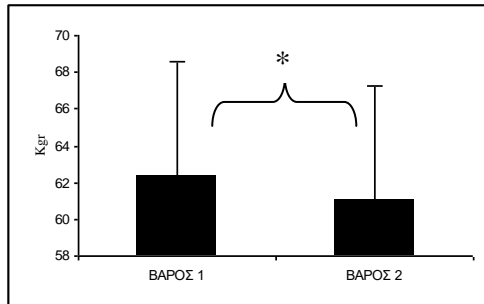
Σχήμα 1.6. Διανυθείσα απόσταση ανά δεκάλεπτο αγώνα (ΠΑΔ), * $p < .001$

βρίσκονται στο εύρος τιμών των (170-190), όπως αναφέρουν οι Wallace & Cardinale, (1997) και οι Delamarche και συνεργάτες (1987). Η Ignateva (1983) παρατήρησε ότι κατά τη διάρκεια αγώνα με ισάξιο αντίπαλο οι σφυγμοί κυμαίνονται από 170-200, ενώ με αδύνατο αντίπαλο από 160-180. Όπως ήταν αναμενόμενο, σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ της ΚΣ σε ηρεμία και όλων των άλλων δειγματοληπτικών μετρήσεων ($p < .001$), καθώς και μεταξύ της μέτρησης πριν αρχίσει η ΠΑΔ και όλων των μετρήσεων ($p < .001$). Επίσης σημαντικές διαφορές σε επίπεδο $p < .001$ βρέθηκαν και μεταξύ του ημιχρόνου και όλων των μετρήσεων που αφορούν στα τρία δεκάλεπτα. Μεταξύ των δεκαλέπτων διαφορές βρέθηκαν ανάμεσα στο 1^ο και το 2^ο ($p = .002$), στο 2^ο με το 3^ο ($p = .010$), το 4^ο με το 5^ο ($p = .002$) και το 6^ο ($p = .001$), στο 4^ο με το 5^ο ($p = .030$) και τέλος στο 5^ο με το 6^ο ($p = .019$).

Οι μέσες τιμές της σωματικής μάζας του δείγματος πριν ($M = 62.37, \pm 6.19$) και μετά την προσομοιωμένη διαδικασία ($M = 61.00, \pm 6.23$) διέφεραν σημαντικά ($t = 11.96, p = .001$), αφού κατά τη διάρκειά της απώλεσαν 1.37 (± 0.46) λίτρα υγρών (Σχήμα 1.8). Συγκεκριμένα οι αθλήτριες έχασαν 2.2% του σωματικού τους βάρους, ενώ η πρόσληψη υγρών δεν ξεπέρασε το 50% της απώλειας.



Σχήμα 1.7. Μέσες τιμές καρδιακής συχνότητας σε ηρεμία, πριν, στο ημίχρονο και ανά δεκάλεπτο αγώνα (ΠΑΔ).



Σχήμα 1.8. Σύγκριση σωματικής μάζας πριν και μετά τον αγώνα (ΠΑΔ), * $p = .001$

Δυναμική αξιολόγηση χεριού ρίψης

Για την αξιολόγηση του χεριού ρίψης χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex II+ (Lumex Corp. Ronconkoma, N.Y.). Σύμφωνα με το εγχειρίδιό του (Cybex, A hand Book for Using, 1983), για τη μέτρηση της ροπής δύναμης της εσωτερικής-εξωτερικής στροφής του ώμου, υπάρχουν τρεις αφετηριακές θέσεις: Α) από όρθια θέση με το βραχίονα σε ουδέτερη θέση και τον αγκώνα σε κάμψη 90°, Β) από καθιστή ή όρθια θέση με το βραχίονα σε κάμψη 90° και τον αγκώνα σε κάμψη 90°, και Γ) από ύπτια θέση στο UBXT (upper body exercise test) με το βραχίονα σε απαγωγή 90° και τον αγκώνα σε κάμψη 90°, η οποία και επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία. Οι γωνιακές ταχύτητες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν στους 60, 180 και 300 deg/s, και αφορούσαν τρεις μετρήσεις, πριν την ΠΑΔ, στο ημίχρονο και στο τέλος της διαδικασίας.

1.3.3. Ανακεφαλαίωση του πρωτοκόλλου των μετρήσεων

Αναλυτικά το πρωτόκολλο των μετρήσεων περιλάμβανε τις εξής ενέργειες, εκ μέρους της κάθε δοκιμαζόμενης:

- Μέτρηση σωματικών μεγεθών (ύψος, βάρος)
- 10 λεπτά γενική προθέρμανση (στην κλειστή αίθουσα)

- ειδική προθέρμανση στο Cybex (στο εργαστήριο)
- 2 λεπτά διάλειμμα
- ισοκινητική δοκιμασία 60 deg/s
- 1,5 λεπτά διάλειμμα
- ισοκινητική δοκιμασία 180 deg/s
- 1,5 λεπτά διάλειμμα
- ισοκινητική δοκιμασία 300 deg/s
- 10 λεπτά ειδική προθέρμανση, εξοικείωση με το χώρο και εκμάθηση των προσομοιωμένων ασκήσεων (στην κλειστή αίθουσα)
- έναρξη αγώνα (ΠΑΔ) (α' 10λεπτο)
- μέτρηση ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας
- β' δεκάλεπτο ΠΑΔ
- μέτρηση ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας
- γ' δεκάλεπτο ΠΑΔ
- μέτρηση ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας
- επανάληψη της ισοκινητικής δοκιμασίας όπως και προηγούμενα
- 6-7 λεπτά διάλειμμα
- επανάληψη της ΠΑΔ για τα δ', ε' και στ' δεκάλεπτα με τις αντίστοιχες μετρήσεις ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας
- τελευταία μέτρηση ισοκινητικής δοκιμασίας όπως και προηγούμενα
- δεύτερη μέτρηση σωματικού βάρους
- αποθεραπεία.

1.3.4. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS, έκδοση 10.0. Η ανάλυση έγινε με βάση τις επιμέρους επιδιώξεις και τα διερευνητικά

ερωτήματα που τέθηκαν στην παρούσα εργασία.

Χρησιμοποιήθηκαν στατιστικές μέθοδοι και τεχνικές όπως:

1. Η αντιπροσωπευτικότητα των τιμών στους δείκτες κεντρικής τάσης (μέσος όρος του δείγματος – MO) και διασποράς (τυπική απόκλιση – SD, και συντελεστής μεταβλητότητας – CV).
2. Η ανάλυση συσχέτισης κατά Pearson (r), σε αποδεκτά επίπεδα σημαντικότητας $p < 0.05$ και ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2).
3. Η ανάλυση διασποράς (ANOVA) των μέσων όρων για επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μεταξύ της αρχικής, της ενδιάμεσης και τελικής προσπάθειας.
4. Η ανάλυση διασποράς (ANOVA) των μέσων όρων για επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μεταξύ όλων των επιμέρους δεκαλέπτων, όπως αυτά προκύπτουν από το πρωτόκολλο των προσπαθειών.
5. Η μετα-ανάλυση (με χρήση προσαρμογής πιθανότητας Bonferroni) για να βρεθούν οι πιθανές σημαντικές διαφορές μεταξύ των προσπαθειών.
6. Η σύγκριση δύο μέσων όρων (έλεγχος t), για εξαρτημένα δείγματα για πιθανές διαφορές μεταξύ του βάρους πριν και μετά την προσομοιωμένη διαδικασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ – ΜΕΛΕΤΗ 1^H**Επίδραση Αγωνιστικής Δραστηριότητας της Χειροσφαίρισης στη Ριπτική Αποτελεσματικότητα****2.1. Εισαγωγή**

Ο βασικός στόχος ενός αθλητή χειροσφαίρισης είναι, μεταξύ των άλλων ενεργειών, να προσδώσει στην μπάλα υψηλή ελεγχόμενη ταχύτητα και συγχρόνως να είναι ακριβής στη στόχευση. Η αποτελεσματικότητα αυτής της ριπτικής ικανότητας εξαρτάται από την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία της και επομένως ο αθλητής κατά τη διάρκεια ενός αγώνα επιζητά να διατηρήσει την ικανότητα υψηλής απόδοσης σ' αυτές τις παραμέτρους (Murray et al., 2001). Η ριπτική αποτελεσματικότητα ορίζεται από το συνδυασμό των δύο μετρούμενων παραμέτρων, δηλαδή από

το λόγο της απόκλισης της μπάλας από το στόχο, προς την ταχύτητα με την οποία επιτυγχάνεται η απελευθέρωση. Ο λόγος αυτός μας δίνει το δείκτη αποτελεσματικότητας (ΔΑ) της ρίψης

Η ρίψη κατά τη μεταβίβαση (πάσα) της μπάλας φτάνει σε ταχύτητα τα 2.5-4.4 m/s (Kotzamanidis et al., 1995; Kaziev et al., 1986), ενώ για επίτευξη τέρματος (σουτ), οι τιμές ποικίλουν ανάλογα με το είδος του σουτ και κυμαίνονται για άνδρες αθλητές, από 16.8 m/s έως 27.0 m/s και για γυναίκες από 17.2 – 23.1 m/s (Πίνακας 2.1). Οι μεγαλύτερες ταχύτητες εμφανίζονται στη ρίψη με φόρα τριών βημάτων, ενώ οι ταχύτητες στις ρίψεις από στάση και με κατακόρυφο άλμα έχουν παρόμοιες τιμές.

Πίνακας 2.1:*Ταχύτητα (m/s) της μπάλας σε διαφορετικά είδη σουτ στη χειροσφαίριση.*

Συγγραφείς		από στάση	με 3 βήματα	με άλμα
Gorostiaga et al., (2005)	A1	23.80 ± 1.90	25.30 ± 2.20	~
	A2	21.80 ± 1.60	22.90 ± 1.40	~
	A1	23.51 ± 2.23	26.27 ± 3.22	22.74 ± 2.16
Bayios (1998)	A2	20.09 ± 1.12	23.22 ± 1.87	20.54 ± 1.63
	A*	16.86 ± 1.59	18.91 ± 1.99	15.54 ± 1.41
		24.20 ± 1.64	24.75 ± 1.80	23.44 ± 2.05
Kotzamanides et al., (1987)		18.48 ± 1.49	21.60 ± 1.30	20.09 ± 1.62
Kotzamanides et al., (1995)		19.60 ± 1.50	21.50 ± 1.70	19.30 ± 1.60
Eliasz et al., (1990)		20.52	23.60	21.00
Mikkelsen & Olessen (1977)		16.86	18.48	17.17
Filliard (1989)*		18.51 ± 0.41	20.32 ± 0.55	~
Kastner et al., (1978)		~	26.70 ± 0.70	25.20 ± 0.54
Fleck et al., (1992)		~	26.90	~
Muller (1982)		~	~	25.00
Zahalka et al., (1997)		~	~	22.90 ± 2.5
Fradet et al., (2002)		~	~	~
Tillaar & Ettema (2004)**		19.1	~	~
Hoff & Almasbakk (1995)**		19.80	23.10	~
Yamamoto et al., (1987)**		19.40	21.20	17.40
Joris et al., (1986)**		17.20 ± 1.4	~	~
Zahalka et al., (1997)**		20.88	~	~

Σημείωση: * Οι τιμές αναφέρονται σε αρχάριους που δεν είναι εξοικειωμένοι με τη ρίψη ή σε αθλητές χαμηλού επιπέδου., **Τιμές Γυναικών.

Φαίνεται ότι στη ρίψη με κατακόρυφο άλμα ο αθλητής εκμεταλλεύεται την ταχύτητα που αναπτύσσει κατά τη διάρκεια των βηματισμών, η οποία όμως αντισταθμίζεται από τις εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης σε σχέση με τη ρίψη από στατική θέση. Σύμφωνα με τον Fitts (1954), όταν μία κίνηση δυσκολεύει, λόγω της μείωσης του μεγέθους του στόχου ή της αύξησης του εύρους της κίνησης, τότε αυτή εκτελείται με μειωμένη ταχύτητα.

Σε παλαιότερη εργασία ο Schmidt με τους συνεργάτες του (1979), ανέφεραν ότι υπάρχει μία αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ ταχύτητας εκτέλεσης και ευστοχίας. Σε έρευνα όμως των Caugaugh et al., (1990), που αφορούσε το σερβίς στο τένις, φάνηκε ότι οι τενίστες δεν εκτελούσαν την κίνηση με το ανάλογο κινητικό πρότυπο όταν τους ζητήθηκε εκτέλεση με το 50-60% της μέγιστης ταχύτητας, ενώ οι αποδοτικότερες εκτελέσεις προσεγγίστηκαν στα σερβίς με ταχύτητες κοντά στη μέγιστη απ' ό,τι στις μικρότερες ταχύτητες. Οι Indermill και Husak (1984), αναφέρουν για τη ρίψη πάνω από τον ώμο, ότι όταν αυτή γίνεται με το 75% της μέγιστης ταχύτητας, τότε είναι ακριβής, παρά όταν γίνεται με το 50 ή το 100% της μέγιστης ταχύτητας. Αυτό φανερώνει ότι σε περισσότερο φυσικές εξειδικευμένες κινήσεις (όπως η κίνηση της ρίψης), δεν χρησιμοποιεί κάποιος αναγκαστικά χαμηλές ταχύτητες για να τις εκτελέσει με ακρίβεια, αλλά μπορεί στην πραγματικότητα να δυσκολεύεται να εκτελέσει την προσπάθεια με ταχύτητες άλλες από εκείνες που χρησιμοποιούνται στην πράξη (van den Tillaar & Ettema, 2003). Η ικανότητα ακρίβειας στη στόχευση δείχνει να εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από την εμπειρία και την εξειδίκευση, αφού ένα

μη εξοικειωμένο με τη ρίψη δείγμα παρουσιάζει διπλάσιες αποκλίσεις από το στόχο σε σχέση με έμπειρους αθλητές. (Μπάγιος, 1998; Lidor et al., 1998). Από την άλλη μεριά, όταν σκοπός της ρίψης είναι αποκλειστικά η ευστοχία, η ταχύτητα της μπάλας μειώνεται αλλά παραμένει σταθερά σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με τη μέγιστη, όταν το άτομο που εκτελεί τη ρίψη έχει προηγούμενες παρόμοιες εμπειρίες (van den Tillaar & Ettema, 2003).

Αλλαγές στα βιο-μηχανικά χαρακτηριστικά της ρίψης και προσαρμογές στις πολυ-αρθρικές κινήσεις του ώμου με μεταβολές στην ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία ενδέχεται να συμβαίνουν μετά από ένα πρωτόκολλο επιβάρυνσης του οργανισμού. Αυτό που αναφέρουν οι Forestier & Nougier (1998), είναι μείωση της ευστοχίας από 75 σε 55% ύστερα από ένα πρωτόκολλο ισομετρικής κόπωσης που εφαρμόστηκε στους καμπτήρες και εκτείνοντες μύες των δακτύλων, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την τελική κίνηση του καρπού κατά τη ρίψη. Συγκεκριμένα ο χρόνος αντίδρασης (δηλαδή ο χρόνος από την εμφάνιση του στόχου μέχρι την έναρξη της κίνησης), αυξήθηκε από 217 σε 233 ms. Αύξηση παρατηρήθηκε και στη διάρκεια κίνησης του αγκώνα και του καρπού (από 473 σε 519 ms και από 428 σε 462 ms αντίστοιχα), ενώ δεν παρατηρήθηκε αλλαγή στη διάρκεια κίνησης στο επίπεδο του χεριού (απελευθέρωση της μπάλας).

Σχετικές πληροφορίες που να αφορούν σε διάφορες μεθόδους επιβάρυνσης του μηχανισμού (καρδιοαναπνευστικού ή μυοσκελετικού) και τη σχέση με τη ριπτική αποτελεσματικότητα δεν παρατηρούνται στη βιβλιογραφία. Επομένως, οι δύο βασικές υποθέσεις

εργασίας που τέθηκαν προς διερεύνηση ήταν: Α) ο Δείκτης Ριπτικής Αποτελεσματικότητας θα παρουσιάσει μείωση λόγω της προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας (ΠΑΔ) και Β) θα επέλθουν αλλαγές στην κινηματική αλυσίδα του άνω άκρου, που είναι υπεύθυνο για την τελική μεταφορά της ενέργειας προς την μπάλα και την απελευθέρωσή της.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της ΠΑΔ στη χειροσφαίριση πάνω στο ΔΑ της ρίψης της μπάλας. Επιπρόσθετα, σε μέρος του δείγματος, εξετάζεται η επίδραση της ΠΑΔ στην κινηματική του χεριού ρίψης και γενικά στο πρότυπο της κινηματικής αλυσίδας που ολοκληρώνει τη ρίψη της μπάλας.

2.2. Ειδική μεθοδολογία και διαδικασία μέτρησης

Για την ΠΑΔ η κάθε δοκιμαζόμενη ακολουθούσε το ειδικά σχεδιασμένο πρωτόκολλο, όπως αυτό δίνεται στη γενική μεθοδολογία του Κεφαλαίου Ι. Πριν την έναρξη της δοκιμασίας είχε προηγηθεί γενική προθέρμανση και εξοικείωση με το χώρο, και τις κινητικές και τεχνικές απαιτήσεις του πρωτοκόλλου. Με τη χρήση του φορητού καρδιο-παλμογράφου καταγραφόταν η καρδιακή συχνότητα στην ηρεμία, πριν την έναρξη της ΠΑΔ και σε κάθε δεκάλεπτο ξεχωριστά, καθώς και πριν την έναρξη του Β' ημιχρόνου της ΠΑΔ. Παράλληλα καταγράφοταν το σύνολο της απόστασης που κάλυπτε η κάθε αθλήτρια, αλλά και η επιμέρους απόσταση σε κάθε δεκάλεπτο.

Για τη μέτρηση της ταχύτητας της μπάλας χρησιμοποιήθηκε συσκευή ραντάρ για αθλητικές μετρήσεις (gun radar). Μετά από μία γενική προθέρμανση δεκαπέντε λεπτών η κάθε δοκιμαζόμενη εκτελούσε ρίψεις στον ειδικό στόχο (Κεφάλαιο Ι-

Μεθοδολογία), προκειμένου να εξοικειωθεί και να προετοιμάσει το χέρι ρίψης για τις προγραμματισμένες μετρήσεις. Κατόπιν άρχισε η διαδικασία των μετρήσεων με τις αθλήτριες να εκτελούν τρεις ρίψεις με κανονική μπάλα χειροσφαίρισης (βάρος 370gr., περιφέρεια 54 εκ.), σε απόσταση επτά μέτρων από τον ειδικό στόχο, με το αντίθετο από το χέρι ρίψης πόδι τοποθετημένο μπροστά σταθερά στο έδαφος (ελεύθερη ρίψη). Η εντολή που δινόταν ήταν: *«ρίξε με δύναμη και πέτυχε το κέντρο του στόχου»*. Κάθε δοκιμαζόμενη εκτέλεσε συνολικά 21 ρίψεις, 3 ρίψεις στην αρχική μέτρηση, χωρίς καμία επιβάρυνση και πριν αρχίσει η ΠΑΔ και από 3 ρίψεις στο τέλος κάθε δεκαλέπτου της ΠΑΔ. Η αξιολόγηση της ευστοχίας έγινε με τον τρόπο που αναφέρεται στη γενική μεθοδολογία του 1^{ου} κεφαλαίου.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των τριών προσπαθειών για την αρχική μέτρηση και το κάθε δεκάλεπτο ξεχωριστά, τόσο για την ταχύτητα της μπάλας, όσο και για την ευστοχία.

Η συλλογή και ανάλυση των κινηματικών χαρακτηριστικών έγινε με 2 κάμερες και τη χρήση συστήματος τρισδιάστατης ανάλυσης κίνησης (Peak Motus). Η επιμέρους αυτή μελέτη αφορούσε τις τελευταίες έξι δοκιμαζόμενες του συνολικού δείγματος, των οποίων τα βασικά σωματομετρικά χαρακτηριστικά και ο χρόνος ενασχόλησης με το άθλημα παρατίθενται στον Πίνακα 2.2.

Συνολικά επεξεργάστηκαν 126 προσπάθειες (21 ρίψεις για κάθε αθλήτρια), για δεδομένα που αφορούσαν γραμμικές ταχύτητες στους τρεις άξονες κίνησης, οβελιαίο, εγκάρσιο και κατακόρυφο. Η ανάλυση όμως έγινε μόνο ως προς τον οβελιαίο

Πίνακας 2.2.

Μέση τιμή (τυπική απόκλιση (SD))
ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και
προπονητικής ηλικίας του δείγματος (N = 6)

Χαρακτηριστικά Δείγματος	Μέση τιμή (SD)
Χρονολογική Ηλικία (έτη)	20.60 (1.80)
Μάζα (Kg)	63.88 (4.20)
Ανάστημα (m)	1.67 (0.07)
Προπονητική Ηλικία (έτη)	8.30 (1.40)

(προσθιοπίσθιο) άξονα, λόγω του ότι η μέτρησης της ταχύτητας με το ραντάρ γινόταν στον ίδιο άξονα, ώστε να υπάρχουν συγκρίσιμα μεταξύ τους αποτελέσματα. Από τις τρεις προσπάθειες που εκτελούσε κάθε φορά η κάθε δοκιμαζόμενη επιλεγόταν για περαιτέρω ψηφιακή ανάλυση η δεύτερη.

2.3. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση

Υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές, τυπικές αποκλίσεις και συντελεστές μεταβλητότητας. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διασποράς για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, ώστε να διερευνηθεί η επίδραση της ΠΑΔ στην ταχύτητα μπάλας και την ευστοχία, άρα και της ριπτικής αποτελεσματικότητας. Έγινε χρήση μετα-ανάλυσης με προσαρμογή *Bonferroni* για να βρεθούν οι πιθανές σημαντικές διαφορές μεταξύ των προσπαθειών. Τέλος εφαρμόστηκε ανάλυση συσχέτισης κατά *Pearson* (*r*) σε επίπεδα σημαντικότητας *p* < .05 και προσδιορίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού (*r*²) της συσχέτισης.

2.4. Αποτελέσματα

Ταχύτητα ρίψης μπάλας και ευστοχία

Η ανάλυση διακύμανσης για

επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έδειξε σημαντική επίδραση της ΠΑΔ μόνο στην ευστοχία (*F*_{6,90} = 5.10, *p* < .001). Συγκεκριμένα κατά τον έλεγχο *Bonferroni* διακρίθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής μέτρησης και του 2^{ου} δεκαλέπτου (*p* = .035), του 3^{ου} (*p* = .009), του 4^{ου} (*p* = .015) και του 6^{ου} δεκαλέπτου (*p* = .002). Δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα της μπάλας, τόσο μεταξύ των δεκαλέπτων, όσο και μεταξύ της αρχικής μέτρησης (πριν αρχίσει η ΠΑΔ) και των επιμέρους δεκαλέπτων (Πίνακας 2.3). Η μεταβλητότητα της ταχύτητας της μπάλας παρέμεινε σταθερά κάτω από το 10%, ενώ της ευστοχίας ήταν μεγαλύτερη και κυμαίνονταν από 22-31% περίπου. Το δείγμα εμφάνισε μία τάση αύξησης της απόκλισης της μπάλας από το στόχο, δηλαδή μείωση της ευστοχίας, στις ρίψεις του τελευταίου δεκάλεπτου κάθε ημιχρόνου. Η περισσότερο εύστοχη ρίψη ήταν εκείνη που καταγράφηκε στην πρώτη μέτρηση, πριν οι αθλήτριες ξεκινήσουν την ΠΑΔ και η πιο άστοχη σημειώθηκε στο τελευταίο δεκάλεπτο του Β΄ ημιχρόνου της ΠΑΔ.

Η ταχύτητα ρίψης της μπάλας κατά την αρχική μέτρηση δείχνει να υστερεί σε σχέση με τις υπόλοιπες ρίψεις, με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στο δεύτερο δεκάλεπτο, χωρίς όμως η υστέρηση αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της ευστοχίας εμφανίστηκε μόνον σε μία από τις επτά μετρήσεις, δηλαδή στο 2^ο δεκάλεπτο (*p* = .043).

Πίνακας 2.3.

Μέση τιμή (*M*), τυπική απόκλιση (*SD*) και συντελεστής μεταβλητότητας (*CV%*) της ταχύτητας μπάλας και της ευστοχίας στην αρχική μέτρηση και στη μέτρηση κάθε 10λεπτου.

Μέτρηση	Ταχύτητα μπάλας (m/s)			Ευστοχία (cm)		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>CV%</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>CV%</i>
Αρχική	16.2	1.48	9.1	20.3	5.49	27.02
1°	16.5	1.64	9.9	28.3	7.78	27.55
2°*	16.9	1.52	9.0	27.5	7.73	28.07
3°*	16.6	1.64	9.9	31.6	8.66	27.36
4°*	16.6	1.42	8.5	29.2	7.06	24.18
5°	16.8	1.57	9.3	29.6	9.22	31.14
6°*	16.6	1.59	9.6	33.1	7.33	22.08

Σημείωση: * Σημαντική διαφορά μέτρησης 10λεπτου με αρχική μέτρηση ($p < .05$)

Δείκτης Αποτελεσματικότητας (ΔΑ)

Η ανάλυση διακύμανσης των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων έδειξε σημαντική επίδραση της ΠΑΔ στο ΔΑ της ρίψης μεταξύ των δεκαλέπτων και της αρχικής μέτρησης ($F_{6,90} = 4.19$, $p = .001$). Οι έλεγχοι *t* με προσαρμογή *Bonferroni* έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής μέτρησης και του 3^{ου} ($p = .030$), του 4^{ου} ($p = .025$) και του 6^{ου} δεκαλέπτου ($p = .003$). Ο ΔΑ ήταν με την έναρξη των μετρήσεων υψηλός (1,28), ενώ στο 6^ο δεκάλεπτο ήταν ο χαμηλότερος εξ όλων (2,01) (Πίνακας 2.4, Σχήμα 2.1).

Ο ΔΑ παρουσίασε σημαντική συσχέτιση ($p < .001$), με την απόκλιση της μπάλας από το στόχο και στις επτά φάσεις διεξαγωγής των μετρήσεων. Αντίθετα, η ταχύτητα της μπάλας εμφάνισε σημαντική συσχέτιση με το ΔΑ μόνον στην αρχική μέτρηση και στο 2^ο δεκάλεπτο (Πίνακας 2.5).

Ο έλεγχος διακύμανσης του ΔΑ έγινε και μεταξύ των μέσων τιμών της αρχικής μέτρησης, των τριών δεκαλέπτων του α' ημιχρόνου και των μέσων τιμών των τριών δεκαλέπτων του β' ημιχρόνου, για να διαπιστωθεί αν αυτός διαφοροποιείται ανά ημίχρονο.

Πίνακας 2.4.

Μέσες τιμές (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*) και συντελεστής μεταβλητότητας (*CV%*) του ΔΑ στην αρχική μέτρηση και σε κάθε δεκάλεπτο της ΠΑΔ.

Μέτρηση	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>CV%</i>
Αρχική	1.28	0.4	32.5
1°	1.73	0.5	31.7
2°	1.66	0.5	33.0
3°*	1.92	0.5	28.5
4°*	1.77	0.5	26.5
5°	1.77	0.5	30.3
6°*	2.01	0.5	23.4

Σημείωση: * Σημαντική διαφορά μέτρησης 10λεπτου με αρχική μέτρηση ($p < .05$)



Σχήμα 2.1. Δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ) αρχικής μέτρησης (Αρχ) και ανά δεκάλεπτο της ΠΑΔ

Πίνακας 2.5.

Σημαντικότητα συσχετίσεων του Δείκτη Αποτελεσματικότητας (ΔΑ) με την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία και οι αντίστοιχοι συντελεστές προσδιορισμού R^2 (%), στην αρχική μέτρηση και σε κάθε δεκάλεπτο της ΠΑΔ.

Μέτρηση	ΤΜ		ΕΥ		
	p	R ²	p	R ²	
Αρχική	*	42	*	90	
1 ^ο	ns	20	*	89	
2 ^ο	*	54	*	90	
10λ	3 ^ο	ns	6	*	89
ΠΑ	4 ^ο	ns	17	*	85
Δ	5 ^ο	ns	2	*	92
	6 ^ο	ns	14	*	83

Σημείωση: * Σημαντική συσχέτιση, ns μη σημαντική συσχέτιση ($p < .05$)

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική επίδραση της ΠΑΔ ($F_{2,30} = 17.53, p = .001$) μεταξύ της αρχικής μέτρησης και του Α' και Β' ημιχρόνου (Σχήμα 2.2).

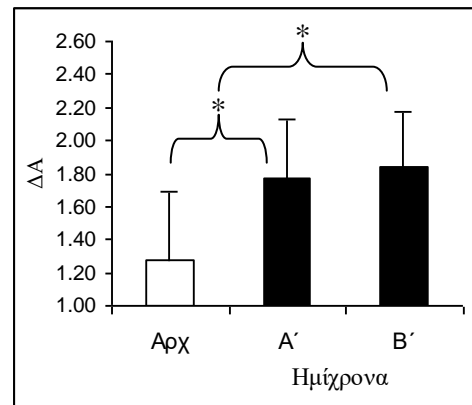
Κινηματικά χαρακτηριστικά του χεριού ρίψης

Στον Πίνακα 2.6 δίνονται οι γραμμικές ταχύτητες της άρθρωσης του ώμου, αγκώνα, καρπού και της μπάλας, κατά την αρχική μέτρηση και στα επιμέρους δεκάλεπτα. Τα δεδομένα αφορούν στις τελευταίες έξι δοκιμαζόμενες του δείγματος (Κεφάλαιο II, Πίνακας 2.2, ειδική μεθοδολογία και διαδικασία μέτρησης). Η ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις δεν ανέδειξε κάποια σημαντική διαφορά. Οι γραμμικές ταχύτητες των αρθρώσεων παραμένουν σταθερές κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ.

Η μεταφορά της ενέργειας ξεκινά από τον ώμο με ταχύτητα που κυμαίνεται από 2.74 - 3.13 m/s, συνεχίζει διαμέσου του αγκώνα με ταχύτητα από 5.13 - 6.18 m/s, του καρπού (ταχύτητα 7.88 - 8.46 m/s) και καταλήγει στην μπάλα η οποία τελικά απελευθερώνεται με γραμμική

ταχύτητα που κυμαίνεται από 14.23 - 15.37 m/s.

Η σύγκριση μεταξύ όλων των τιμών (αρχικής και δεκαλέπτων) για τη χρονική στιγμή επίτευξης των μέγιστων ταχυτήτων των αρθρώσεων δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 2.7). Η συγκεκριμένη ανάλυση έγινε για να διαπιστωθεί αν οι δοκιμαζόμενες εκτελούν την κίνηση σύμφωνα με το ιδανικό βιο-μηχανικό πρότυπο που αναφέρεται στη βιβλιογραφία, και αν αυτό μεταβάλλεται εξαιτίας της ΠΑΔ.



Σχήμα 2.2. Δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ), αρχικής μέτρησης (Αρχ) και Α' & Β' ημιχρόνου (* $p = .001$)

Πίνακας 2.6.

Μέση τιμή (*M*), τυπική απόκλιση (*SD*) και συντελεστής μεταβλητότητας (*CV%*) της γραμμικής ταχύτητας (*m/s*), του ώμου, του αγκώνα, του καρπού και της μπάλας (*N=6*)

Μέτρηση	Δείκτες	Ωμος	Αγκώνας	Καρπός	Μπάλα	
Αρχική	<i>M</i>	2.75	5.13	7.93	14.23	
	<i>SD</i>	0.56	0.57	0.82	0.77	
	<i>CV%</i>	20.52	11.17	10.28	5.43	
10λεπτο ΠΑΔ	1°	<i>M</i>	2.77	5.73	8.01	14.65
		<i>SD</i>	0.59	0.82	0.92	0.69
		<i>CV%</i>	21.17	14.36	11.52	4.74
	2°	<i>M</i>	3.05	5.39	8.46	15.37
		<i>SD</i>	0.43	0.81	0.49	0.89
		<i>CV%</i>	14.18	14.98	5.74	5.79
	3°	<i>M</i>	2.83	5.70	8.25	14.80
		<i>SD</i>	0.73	0.37	0.84	1.00
		<i>CV%</i>	25.91	6.49	10.18	6.75
	4°	<i>M</i>	2.97	6.18	8.32	15.16
		<i>SD</i>	0.78	1.15	0.63	1.98
		<i>CV%</i>	26.10	18.62	7.58	13.08
	5°	<i>M</i>	3.13	5.77	7.88	15.07
		<i>SD</i>	0.33	0.64	1.56	0.75
		<i>CV%</i>	10.61	11.09	19.83	4.97
	6°	<i>M</i>	2.74	5.52	8.40	14.91
		<i>SD</i>	0.23	0.35	0.46	0.97
		<i>CV%</i>	8.44	6.30	5.53	6.52

Σημείωση: Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ αρχικής μέτρησης και μέτρησης 10λεπτου καθώς και μεταξύ μετρήσεων κάθε 10λεπτου ($p>.05$)

Πίνακας 2.7.

Μέση τιμή (*M*), τυπική απόκλιση (*SD*) και συντελεστής μεταβλητότητας (*CV%*) της χρονικής στιγμής επίτευξης της μέγιστης ταχύτητας του ώμου, του αγκώνα και του καρπού, πριν την απελευθέρωση της μπάλας (*s*).

Μέτρηση	Στατιστικά	Ωμος	Αγκώνας	Καρπός	
Αρχική	<i>M</i>	0.084	0.071	0.039	
	<i>SD</i>	0.020	0.020	0.010	
	<i>CV%</i>	20.9	29.2	38.5	
10λεπτο ΠΑΔ	1°	<i>M</i>	0.103	0.071	0.037
		<i>SD</i>	0.030	0.020	0.010
		<i>CV%</i>	29.4	27.4	21.1
	2°	<i>M</i>	0.116	0.076	0.037
		<i>SD</i>	0.030	0.020	0.010
		<i>CV%</i>	27.6	25.8	34.3
	3°	<i>M</i>	0.085	0.077	0.039
		<i>SD</i>	0.020	0.020	0.010
		<i>CV%</i>	22.5	21.1	21.4
	4°	<i>M</i>	0.088	0.074	0.034
		<i>SD</i>	0.030	0.030	0.010
		<i>CV%</i>	34.3	34.8	43.3
	5°	<i>M</i>	0.075	0.080	0.037
		<i>SD</i>	0.020	0.010	0.010
		<i>CV%</i>	31.4	18.7	34.1
	6°	<i>M</i>	0.103	0.071	0.037
		<i>SD</i>	0.030	0.020	0.010
		<i>CV%</i>	29.4	27.4	21.1

2.5. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ταχύτητα μπάλας και ευστοχία

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ταχύτητα της μπάλας παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ. Οι υψηλότερες τιμές της ταχύτητας μη στατιστικά σημαντικές, σε σχέση με την αρχική μέτρηση, μπορεί να οφείλονται στην παρατεταμένη άσκηση που υποβάλλεται ο κινητικός μηχανισμός με έμφαση στις αρθρώσεις. Αντίθετα, η ευστοχία (απόκλιση από το στόχο) ενώ παρουσίασε χαμηλή τιμή στην αρχική μέτρηση, κατόπιν σταθεροποιήθηκε στα δύο πρώτα δεκάλεπτα με την απόκλιση της μπάλας από το κέντρο του στόχου να κυμαίνεται από 27.5 – 28.3 cm. Στο τρίτο δεκάλεπτο η απόκλιση έφτασε στα 31.6 εκ. Σταθεροποίηση της ευστοχίας υπήρξε στα δύο πρώτα δεκάλεπτα του β' ημιχρόνου (29.2 και 29.6 εκ. αντιστοίχως), για να καταλήξει στο τελευταίο δεκάλεπτο της ΠΑΔ στην υψηλότερη τιμή απόκλισης (33.1 εκατοστά), άρα και μη ευστοχίας. Η ικανότητα ακριβής στόχευσης αποτελεί πολύπλοκη διαδικασία που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης και πάντως δεν μπορεί να εξαντληθεί στην παρούσα εργασία. Ο Fleishman (1972) την ταξινομεί στις αντιληπτικο-κινητικές ικανότητες και τη διαχωρίζει από τις επιδεξιότητες θεωρώντας ότι αποτελεί ένα συνδυασμό προσωπικών χαρακτηριστικών που επηρεάζεται από γενετικούς παράγοντες και την εμπειρία. Ενδεχομένως, κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ να μειώνεται η αντίληψη των πληροφοριών από το περιβάλλον και να αδυνατεί η προσοχή στον εστιασμένο στόχο, που σε συνδυασμό με την επιβάρυνση του κινητικού μηχανισμού να επιφέρει ελάττωση της απόδοσης στην ευστοχία. Για να εκτελεσθεί μία ρίψη με ευστοχία, απαιτείται υψηλή

ακρίβεια συγχρονισμού, ενεργοποίησης των μυών και απελευθέρωσης της μπάλας, εμπλέκοντας μύες, τένοντες, σκελετικό και κεντρικό νευρικό σύστημα (Watts, 2004; Chowdhary & Challis, 1999). Είναι γνωστό ότι η άσκηση μεταβάλλει τη νευρομυϊκή δραστηριότητα (Enoka & Stuart, 1992) και επομένως οι αλλαγές αυτές να επηρεάζουν το γενικότερο συντονισμό των κινήσεων με αποτέλεσμα τις λιγότερο εύστοχες ρίψεις.

Η ικανότητα στόχευσης σε κανονικές συνθήκες (1^η μέτρηση), συμφωνεί με τα δεδομένα που αφορούν αθλητές και αναφέρουν απόκλιση μπάλας από το στόχο 20.90 ± 7.79 cm (Μπάγιος 1998). Ο Bergemann (1999) αξιολόγησε την ευστοχία στη χειροσφαίριση και κατέληξε σε διαπιστωμένο ποσοστό της τάξης του 65%, για αθλητές μέλη της Ολυμπιακής ομάδας των ΗΠΑ.

Το εύρος τιμών του δείγματος που αφορά την ταχύτητα μπάλας της παρούσας εργασίας, κυμαίνεται μεταξύ 13.33 και 18.89 m/s κατά την πρώτη μέτρηση και φαίνεται να προσεγγίζει το εύρος τιμών που αναφέρουν οι Joris et al., 1985 (14.9-20.3 m/s), σε ρίψεις που έγιναν με ένα βήμα φόρα και ως εκ τούτου πρόσθεσαν αρχική ταχύτητα στην τελική ρίψη. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι στις προηγούμενες μελέτες οι δοκιμαζόμενοι είχαν ως κύριο σκοπό να ρίξουν την μπάλα με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα, χωρίς να περιορίζονται από τον παράγοντα της ακρίβειας στη στόχευση. Όταν σκοπός είναι η ευστοχία, η ταχύτητα της μπάλας μειώνεται χωρίς ωστόσο η μείωση να ξεπεράσει το 85% της μέγιστης ταχύτητας της μπάλας (van den Tillar & Ettema, 2003).

Η σχέση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της ευστοχίας βρέθηκε στατιστικά σημαντική μόνον στο

δεκάλεπτο που η πρώτη των παραμέτρων παρουσίασε την υψηλότερη μέση τιμή (16.9 ± 1.52 m/s) (Πίνακας 2.8). Στην παρούσα μελέτη οι αθλήτριες είχαν να συνδυάσουν ταχύτητα και ευστοχία, όπως περίπου συμβαίνει σε πραγματικές συνθήκες. Σε άλλες περιπτώσεις που το δείγμα αποτελούν έμπειροι αθλητές παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές σχέσεις μεταξύ ευστοχίας και ταχύτητας, ή δεν υπάρχει μεταξύ τους συσχέτιση (Μπάγιος 1998).

Ειδικότερα, όταν έμπειροι αθλητές εκτελούν μία ρίψη με μέγιστη ταχύτητα είναι πιθανόν και η κινητική συμπεριφορά να είναι επιτυχημένη, καθώς η κινητική ενέργεια της ρίψης είναι άμεσα συνδεδεμένη με τα τεχνικά και τακτικά χαρακτηριστικά του παιχνιδιού.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με εκείνα των van den Tillar & Ettema (2003) που αναφέρονται σε χειροσφαιριστές, αλλά και με εκείνα των Indermill και Husak (1984), οι οποίοι αναφέρουν ότι όταν η ταχύτητα της μπάλας αυξηθεί από το 50 στο 75% της μέγιστης, η απόδοση βελτιώνεται και επειδή στη ρίψη οι περισσότερες εμπειρίες προέρχονται από ταχύτητες

μεταξύ 75-85% της μέγιστης, οι αθλητές έχουν εξοικειωθεί.

Η επίδραση της ΠΑΔ στη Ριπτική Αποτελεσματικότητα

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επιβάρυνση που υφίσταται ο οργανισμός από την προσομοιωμένη αγωνιστική δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας στόχευσης, ενώ η ταχύτητα με την οποία ρίπτεται η μπάλα δεν αλλάζει (Πίνακας 2.3). Συγκεκριμένα η απόκλιση της μπάλας από το στόχο μεγαλώνει όσο εξελίσσεται η ΠΑΔ και πλησιάζει στις μεγαλύτερες τιμές της στο τελευταίο δεκάλεπτο κάθε ημιχρόνου.

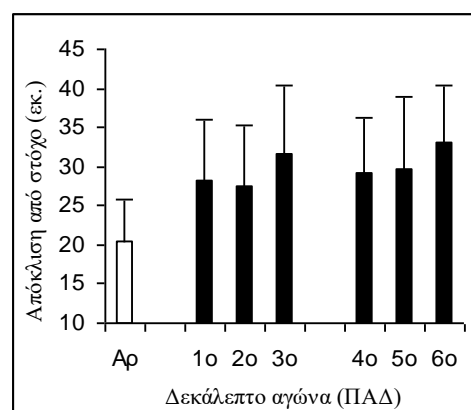
Στο Σχήμα 2.3 φαίνεται η προοδευτική τάση απόκλισης της μπάλας από το στόχο που είναι εμφανής και στα δύο ημίχρονα. Οι σημαντικές διαφορές αφορούσαν την αρχική μέτρηση με το 2°, 3°, 4° και 6° δεκάλεπτο. Ο ΔΑ της ρίψης κυμαίνεται μεταξύ 1.66 και 1.73 στο δύο πρώτα δεκάλεπτα του Α' ημιχρόνου της ΠΑΔ και παραμένει σταθερός στο 1.77 στα δύο πρώτα δεκάλεπτα του Β' ημιχρόνου, για να φτάσει στο 1.92 στο

Πίνακας 2.8.

Σημαντικότητα συσχέτισης ταχύτητας μπάλας και ευστοχίας στην αρχική μέτρηση (Α) και στη μέτρηση κάθε 10λεπτου.

	Α	10/Λεπτά ΠΑΔ					
		1	2	3	4	5	6
Α	ns	~	~	~	~	~	~
1	1	~	ns	~	~	~	~
	2	~	~	*	~	~	~
Λ	3	~	~	~	ns	~	~
	4	~	~	~	~	ns	~
Π	5	~	~	~	~	~	ns
	6	~	~	~	~	~	ns

Σημείωση: *Σημαντική συσχέτιση, ns μη σημαντική συσχέτιση ($p < .05$)



Σχήμα 2.3. Απόκλιση της μπάλας από τον στόχο (cm) στην αρχική μέτρηση (Αρ) και ανά δεκάλεπτο ΠΑΔ.

τελευταίο δεκάλεπτο του Α' ημιχρόνου και στο 2,01 στο τέλος της ΠΑΔ (Σχήμα 2.1). Όπως προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων ευστοχίας και ταχύτητας μπάλας, ο ΔΑ επηρεάζεται κυρίως από την ευστοχία και όχι από την ταχύτητα της μπάλας. Αυτό υποδηλώνει ότι η ΠΑΔ επηρέασε κυρίως τον κινητικό συντονισμό (Forestier & Nougier, 1998), ή κατά μια άλλη θέση μείωσε τη διαδικασία της πληροφόρησης από το περιβάλλον και την απόδοση της αντίληψης (Tomporowski, 2003), αφού οι δοκιμαζόμενες μπόρεσαν να διατηρήσουν σταθερή ταχύτητα ρίψης. Μελέτες που αναφέρονται στη νοητική διαδικασία και την άσκηση, υπογραμμίζουν ότι η άσκηση ανάλογα με την ένταση και τη διάρκειά της πιθανόν να ελαττώνει τη συγκέντρωση του ατόμου (Brisswalter & Arcelin, 1997). Αφού η ταχύτητα της μπάλας παρέμεινε σταθερή, είναι πιθανόν οι αθλήτριες να γνώριζαν από προηγούμενες εμπειρίες ότι η ριπτική τους απόδοση μειώνεται με την πάροδο του αγώνα. Έτσι κατέβαλλαν περισσότερη νοητική προσπάθεια στη ρίψη και προετοιμάζαν τον εαυτό τους για να διατηρήσουν την απόδοσή τους. Η ρίψη πάνω από τον ώμο είναι μία πολύπλοκη και σύνθετη κίνηση, η οποία εμπλέκει περιστροφές όλων των αρθρώσεων του άνω άκρου και σύμφωνα με τον Hore (1996), η κυριότερη αιτία που επηρεάζει την κατεύθυνση της μπάλας είναι ο προσανατολισμός του χεριού στο χώρο τη στιγμή της απελευθέρωσης της μπάλας και κυρίως ο ακατάλληλος συγχρονισμός έναρξης περιστροφής των δακτύλων. Αυτή η διαφορά στον προσανατολισμό του χεριού πρέπει να προέρχεται από λάθη στην περιστροφή των αρθρώσεων που παρήγαγαν την κίνηση (Hore et al., 1996). Άλλωστε στο μπέιζμπολ έχει γίνει αποδεκτό ότι

η κόπωση των μυών του κορμού προκαλεί γρηγορότερη απελευθέρωση της μπάλας και ανύψωση της τροχιάς της (Hirashima et al., 2001). Φαίνεται λοιπόν, ότι η διαδικασία της ΠΑΔ επηρέασε τον κινητικό μηχανισμό και οδήγησε σε λάθη στις αρθρικές κινήσεις, με αποτέλεσμα να παρατηρηθούν λιγότερο εύστοχες ρίψεις. Έχει αναφερθεί πως, οι υποδοχείς που βρίσκονται μέσα και γύρω από τον αρθρικό θύλακα και έχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης της συχνότητας και της διεύθυνσης της κίνησης, επηρεάζονται από την κόπωση και αφού η ορθή αίσθηση της θέσης της άρθρωσης είναι απαραίτητη για τον κανονικό συντονισμό και συγχρονισμό των μυών, αν ο συγχρονισμός αυτός αδυνατίσει ως αποτέλεσμα ανεπαρκούς ιδιοδεκτικότητας, μπορεί να οδηγήσει σε αστάθεια του ώμου (Lee et al., 2003) και δυσλειτουργία της άρθρωσης που ίσως επηρεάσει την κινηματική αλυσίδα με αποτέλεσμα την χαμηλότερη απόδοση.

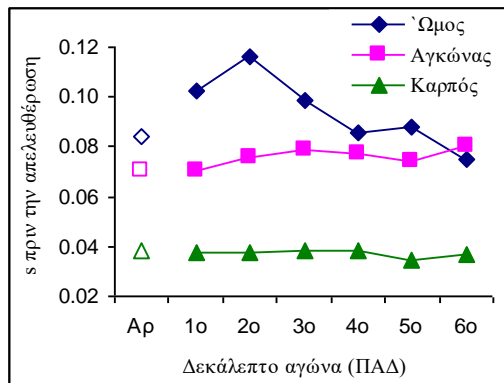
Δεν υπάρχουν έρευνες που να εξετάζουν την επίδραση της αγωνιστικής δραστηριότητας στη ριπτική αποτελεσματικότητα της χειροσφαίρισης, έτσι στοιχειώδης σύγκριση με άλλες μελέτες δεν μπορεί να γίνει. Οι Tipp και συνεργάτες (2004), αναφέρουν ότι η λειτουργική κόπωση του άνω άκρου επηρέασε την αισθητικοκινητική λειτουργία αθλητών του μπέιζμπολ ύστερα από συνεχόμενες ρίψεις της μπάλας, οδηγώντας τους σε λανθασμένη επανατοποθέτηση του χεριού ρίψης σε σχέση με τον θώρακα ύστερα από την κόπωση. Σημαντική μείωση της ταχύτητας της μπάλας κατά 2 m/s και αλλαγές σε κινηματικές παραμέτρους (μέγιστη εξωτερική στροφή ώμου, γωνία του γόνατος κατά την απελευθέρωση της μπάλας, και πτώση

του αγκώνα) αναφέρουν οι Murray και συνεργάτες (2001) για αθλητές μπέιζμπολ, κατά τη διάρκεια πραγματικού αγώνα. Στα αποτελέσματα φάνηκε μείωση του εύρους κίνησης της εξωτερικής στροφής του ώμου κατά 9^ο περίπου στην τελευταία ρίψη. Η γωνία στην άρθρωση του γόνατος, κατά τη στιγμή της απελευθέρωσης της μπάλας, μειώθηκε από 140^ο που ήταν στην πρώτη προσπάθεια σε 132^ο. Σημαντικές μειώσεις παρουσιάστηκαν στη ροπή οριζόντιας απαγωγής κατά την απελευθέρωση αλλά και στη μέγιστη ροπή οριζόντιας απαγωγής που συμβαίνει κοντά στην απελευθέρωση. Στην παρούσα μελέτη δεν βρέθηκαν μεταβολές στην ταχύτητα της μπάλας, κι αυτό ίσως οφείλεται στη φύση και τις διαφορές των δύο αθλημάτων, οι αθλητές του μπέιζμπολ είναι αναγκασμένοι να πραγματοποιούν συνεχόμενες ρίψεις, χωρίς αερόβιες επιβαρύνσεις, ενώ οι χειροσφαιριστές αντιμετωπίζουν πληθώρα επιβαρύνσεων κατά τη διάρκεια του αγώνα, χωρίς ωστόσο να εκτελούν συνεχόμενες ρίψεις. Η κόπωση συνοδεύεται με μείωση της απόδοσης σε κάποιες, αλλά όχι όλες τις επιδεξιότητες στο τένις (Davey et al., 2002). Ύστερα από μία δοκιμασία κτυπημάτων από το ειδικό μηχάνημα εκτόξευσης της μπάλας και μίας προσομοιωμένης αγωνιστικής διαδικασίας, η ακρίβεια στα κτυπήματα εδάφους μειώθηκε κατά 69%, ενώ η ακρίβεια στο σερβίς που εκτελείται στη δεξιά πλευρά του γηπέδου κατά 30%. Είναι γενικά αποδεκτό ότι, η έναρξη της κόπωσης συνοδεύεται από μείωση της επιδεξιότητας, και όπως αναφέρουν οι Jensen και συνεργάτες (2000), η κόπωση επηρεάζει την ακριβή εκτέλεση κινήσεων στο χώρο. Η κόπωση ίσως είναι η αιτία λανθασμένης τοποθέτησης των μελών

του σώματος, κακής μεταβίβασης ή άστοχης ρίψης ή αδυναμίας αυτοσυγκέντρωσης. Αποτελεί περιορισμό της εργασίας ότι δεν καταγράφηκε η αντιλαμβανόμενη αίσθηση της κόπωσης ή δεν μετρήθηκαν τυχόν ενεργειακές μεταβολές κατά την ΠΑΔ. Παρ' όλα αυτά, η μέση καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζόμενων έφτασε τους 174 σ/λ (Σχήμα 1.2), ποσοστό περίπου 95% της μέγιστης που καταγράφηκε στη συγκεκριμένη διαδικασία.

Κινηματικά χαρακτηριστικά χεριού ρίψης

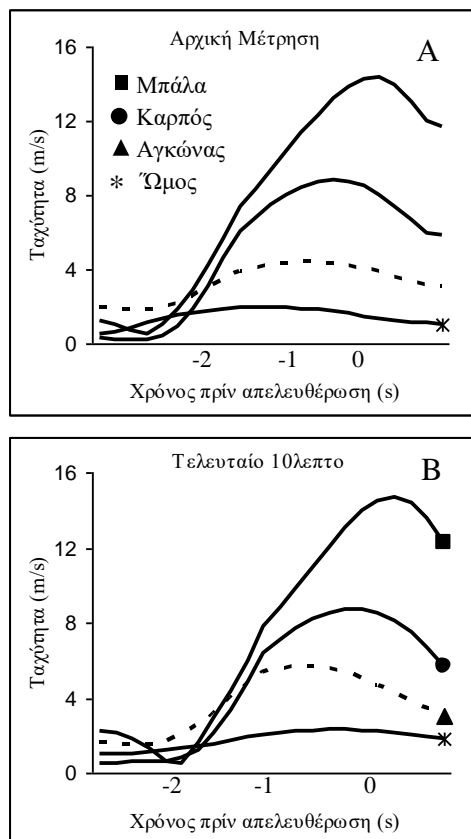
Μία πρώτη ανάλυση των αποτελεσμάτων που αναφέρονται στα κινηματικά χαρακτηριστικά του δείγματος (Πίνακες 2.6 & 2.7) δείχνει ότι αυτά δεν επηρεάζονται από την ΠΑΔ. Οι μέγιστες γραμμικές ταχύτητες των αρθρώσεων και ο χρόνος που αυτές επιτυγχάνονται δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των μετρήσεων. Εκείνο που δείχνει να αλλάζει είναι το κινητικό πρότυπο της ρίψης (Σχήμα 2.4). Στην πρώτη μέτρηση (Αρ), πριν αρχίσει η ΠΑΔ, η μέγιστη ταχύτητα του ώμου προηγείται εκείνης του αγκώνα, ακολουθεί μία ταχύτερη εμφάνιση της μέγιστης ταχύτητας του ώμου, η οποία προοδευτικά πλησιάζει χρονικά την ταχύτητα του αγκώνα. Στην τελευταία μέτρηση, η χρονική στιγμή εμφάνισης της μέγιστης ταχύτητας του αγκώνα προηγείται εκείνης του ώμου. Η χρονική στιγμή εμφάνισης της μέγιστης ταχύτητας του καρπού παραμένει σταθερή σε όλες τις μετρήσεις. Παράλληλα παρατηρείται μία προοδευτική αύξηση του χρόνου (πριν την απελευθέρωση της μπάλας) που επιτεύχθηκε η μέγιστη ταχύτητα του αγκώνα, με εξαίρεση στο 5^ο δεκάλεπτο.



Σχήμα 2.4. Χρονική στιγμή επίτευξης μέγιστης ταχύτητας για τις αρθρώσεις ώμου, αγκώνα και καρπού στην αρχική μέτρηση (Ar) και ανά δεκάλεπτο ΠΑΔ.

Στο 4^ο δεκάλεπτο, τέσσερις από τις έξι δοκιμαζόμενες παρουσίασαν ταύτιση της στιγμής εμφάνισης της μέγιστης ταχύτητας του ώμου και του καρπού, ως να προήρχετο η κίνηση από ένα άκαμπτο σώμα. Είχαμε υποθέσει ότι ο κινητικός συντονισμός θα παρουσίαζε μία αναδιοργάνωση στην προσπάθειά του να αμβλύνει τις επιπτώσεις της ΠΑΔ. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την υπόθεσή μας, αφού παρατηρήθηκαν αλλαγές στις χρονικές στιγμές εμφάνισης των μέγιστων ταχυτήτων του ώμου και του αγκώνα. Έχει αναφερθεί ότι, εξισορροπητικοί μηχανισμοί σε διάφορα επίπεδα του νευρομυϊκού συστήματος ίσως δρουν για να καθυστερήσουν την επιρροή της κόπωσης και έτσι να επιμηκύνουν την ακρίβεια της κινητικής δραστηριότητας (Enoka & Stuart, 1992). Είναι γενικώς αποδεκτό ότι ο τρόπος με τον οποίο το νευρικό σύστημα συνεργάζεται με τους μύες μεταβάλλεται κατά την διάρκεια παρατεταμένης άσκησης βοηθώντας τον αθλητή να παρατείνει την προσπάθεια (Patla, 1987; Enoka & Stuart, 1992; Rodacki et al., 2000; Bonnard et al., 1994). Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των Forestier & Nougier (1998), οι οποίοι

εφαρμόζοντας ένα πρωτόκολλο κόπωσης στους καμπτήρες του καρπού σε έξι αθλητές χειροσφαίρισης βρήκαν ότι στη συνθήκη της κόπωσης η μέγιστη ταχύτητα του χεριού εμφάνισε χρονική σύμπτωση με τη μέγιστη ταχύτητα του αγκώνα. Αυτό δεν συνέβαινε σε κανονικές συνθήκες, όπου η τελική ταχύτητα του χεριού ήταν αποτέλεσμα του αθροίσματος των ταχυτήτων όλων των αρθρώσεων και έτσι η μέγιστη ταχύτητα και ο χρόνος για την απόκτησή της στο επίπεδο του αγκώνα ήταν μικρότερος από εκείνον του καρπού. Οι van den Tillar & Ettema (2003), αναφέρουν επίσης μία αύξηση του χρόνου, πριν την απελευθέρωση, όταν οι δοκιμαζόμενοι εστίαζαν την προσοχή τους στο να πετύχουν το στόχο. Είναι πιθανό αυτό να συνέβη στην άρθρωση του αγκώνα και στην προσπάθεια των δοκιμαζόμενων να επικεντρώσουν το ενδιαφέρον τους στο στόχο ξεπερνώντας την κόπωση της ΠΑΔ. Δεν συνέβη όμως αυτό στην άρθρωση του ώμου, η οποία εμφανίζεται περισσότερο σταθερή επειδή βρίσκεται κοντύτερα στον κεντρικό άξονα του σώματος. Στο Σχήμα 2.5 παρουσιάζεται ένα τυπικό παράδειγμα των γραμμικών αρθρικών ταχυτήτων και της μπάλας στην τελευταία (B) και την αρχική (A) μέτρηση, για την ίδια αθλήτρια. Φαίνεται καθαρά ότι η καμπύλη που αντιπροσωπεύει την ταχύτητα του αγκώνα στην τελευταία μέτρηση έχει μετατοπιστεί ελαφρά προς τα αριστερά και πάνω, υποδηλώνοντας την ταχύτερη εμφάνιση της μέγιστης ταχύτητας του αγκώνα και μια αύξηση της ταχύτητας της συγκεκριμένης άρθρωσης. Η αλλαγή αυτή στο κινητικό μοντέλο, είναι πολύ πιθανόν να συμβαίνει λόγω της προσπάθειας του μυοσκελετικού μηχανισμού να προφυλάξει τις αρθρώσεις του ώμου και του αγκώνα.



Σχήμα 2.5. Γραμμικές ταχύτητες αρθρώσεων και μπάλας κατά τη διάρκεια της ρίψης στην αρχική προσπάθεια (A) και στο τελευταίο δεκάλεπτο (B).

Η ακολουθία της αλυσίδας από τα κοντινότερα προς τα περισσότερο απομακρυσμένα μέλη του σώματος (proximal-to-distal sequence), παράγει υψηλές δυνάμεις και ροπές στις αρθρώσεις του ώμου και του αγκώνα (Atwater, 1979; Feltner & Dapena, 1986; Fleisig et al., 1995; Hirashima et al., 2001), με συνέπεια οι ρίπτες να υποφέρουν από τραυματισμούς (Noffal, 2003; Atwater, 1979; Feltner & Dapena, 1986; Fleisig et al., 1995). Επομένως, η αναδιοργάνωση αυτή του κινητικού μηχανισμού προσφέρει στους αθλητές μία λιγότερο επικίνδυνη κίνηση του άνω άκρου.

Το βιο-μηχανικό πρότυπο που χαρακτηρίζει τη ρίψη πάνω από τον ώμο αποτελεί μία ακολουθία της κίνησης από τα κοντινότερα στα

απομακρυσμένα μέλη του σώματος (Atwater, 1979; Hong et al., 2000; Hirashima et al., 2002). Το πρότυπο αυτό επιβεβαιώνεται και από τα δεδομένα της παρούσας εργασίας. Αν και κάθε δοκιμαζόμενη ακολουθεί το προσωπικό της πρότυπο, όλες εκτός από μία, εμφάνισαν την ακολουθία της κίνησης στην κινηματική αλυσίδα κατά τη συνθήκη χωρίς επιβάρυνση. Έτσι στις πέντε από τις έξι δοκιμαζόμενες οι μέγιστες ταχύτητες των αρθρώσεων εμφάνισαν μία χρονική ακολουθία, με τη μέγιστη του ώμου να προηγείται, ακολουθούμενη από τη μέγιστη ταχύτητα του αγκώνα και τέλος του καρπού (Σχήμα 2.6).

Περιορισμένος αριθμός μελετών έχει εξετάσει την κινηματική του χεριού ρίψης στη χειροσφαίριση. Οι Fradet (2003) και συνεργάτες παρουσιάζουν διαφορετικά αποτελέσματα σε χειροσφαιριστές που εμφάνισαν τη μέγιστη ταχύτητα του αγκώνα να προηγείται χρονικά εκείνης του ώμου. Στη μελέτη των Joris και συνεργάτες (1985) αναφέρονται μόνον οι ταχύτητες του ισχίου, του αγκώνα και του καρπού, χωρίς να υπολογίζεται εκείνη του ώμου (Πίνακας 2.9).

Παρόμοια αποτελέσματα με εκείνα της Fradet και των συνεργατών της περιγράφουν και οι van den Tillar & Ettema (2003), χωρίς όμως να αναφέρουν τις χρονικές στιγμές επίτευξης των μέγιστων ταχυτήτων των αρθρώσεων.

Πίνακας 2.9.

Χρονικές στιγμές των μέγιστων γραμμικών ταχυτήτων των αρθρώσεων (ms πριν την απελευθέρωση της μπάλας)

Συγγραφείς	Ώμος	Αγκώνας	Καρπός
Fradet 2003	30 (±10)	60 (±10)	20 (±10)
Joris et al., 1985	~	65 (±12)	24 (±10)
Παρούσα	80 (±20)	70 (±20)	38 (±10)

Από την παραπάνω συζήτηση των αποτελεσμάτων μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Η ρίψη της μπάλας και το αποτέλεσμα όπως εκφράζεται με την τελική ταχύτητα αυτής δεν επηρεάζεται σημαντικά από την Προσομοιωμένη Αγωνιστική Δραστηριότητα.

2. Η ικανότητα ευστοχίας της ρίψης επηρεάζεται αρνητικά και μειώνεται στην εξέλιξη της Προσομοιωμένης Αγωνιστικής Δραστηριότητας. Το μυοσκελετικό σύστημα, με έμφαση στο άνω άκρο και η γενική επιβάρυνση του οργανισμού ενδεχομένως να επιδρούν στο νευρομυϊκό συντονισμό, με αποτέλεσμα τη μείωση της ακριβούς στόχευσης.

3. Ο Δείκτης ριπτικής αποτελεσματικότητας εμφανίζει τάση προς μείωση στο τέλος κάθε ημιχρόνου με τη μεγαλύτερη να εμφανίζεται στο τέλος της ΠΑΔ. Η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στην ανάλογη μείωση της ευστοχίας.

4. Ο Δείκτης ριπτικής αποτελεσματικότητας εμφανίζει υψηλή αιτιολογική σχέση κυρίως με την ευστοχία, παρά με την ταχύτητα ρίψης της μπάλας.

5. Η Προσομοιωμένη Αγωνιστική Δραστηριότητα στη χειροσφαίριση επιφέρει μεταβολές στο κινητικό πρότυπο της ρίψης, όπως εντοπίζεται στο άνω άκρο, και με περισσότερη έμφαση αυτών στα δύο τελευταία δεκάλεπτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ – ΜΕΛΕΤΗ 2^H

Σχέση Ριπτικής Αποτελεσματικότητας με τη Δυναμική του Χεριού Ρίψης

3.1. Εισαγωγή

Η μυϊκή δύναμη που παράγεται από μέλη του σώματος, μεταξύ αυτών και των άνω άκρων, σε ορισμένες αθλητικές δραστηριότητες προσδίδει ένα τελικό αποτέλεσμα, όπως για παράδειγμα είναι η ρίψη ενός αθλητικού οργάνου (π.χ. σφαίρα, μπάλα κ.α). Η σχέση μεταξύ της παραγόμενης δύναμης και του αποτελέσματος αυτού ενδεχομένως να βοηθά στην αιτιολόγηση μιας απόδοσης, όπως στην περίπτωση είναι και η ριπτική. Προς αυτή την κατεύθυνση, η ταχύτητα της μπάλας και η σχέση της με την ισοκινητική δύναμη έχει γίνει αντικείμενο μελέτης από αρκετούς ερευνητές, κυρίως για το άθλημα του μπέιζμπολ. Τα συμπεράσματα είναι αντιφατικά για το κατά πόσο η δύναμη των στροφών του ώμου παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την ταχύτητα της μπάλας. Οι Pedegana και συνεργάτες (1982), διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ ισοκινητικής δύναμης των στροφών του ώμου και της ταχύτητας μπάλας σε αθλητές μπέιζμπολ και βρήκαν σημαντικότητα μόνο με την εξωτερική στροφή του ώμου, σε ταχύτητες 60 και 180 deg/s. Στη χειροσφαίριση, ο Fleck με τους συνεργάτες του (1992), εξέτασαν τη σχέση μεταξύ ροπής της έσω και έξω στροφής του ώμου, καθώς και της έκτασης και κάμψης του αγκώνα με την ταχύτητα της μπάλας σε αθλητές μέλη της εθνικής ομάδας των ΗΠΑ. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικότητα μεταξύ της μέγιστης ταχύτητας της μπάλας και της ροπής δύναμης για όλες τις ταχύτητες 180, 240 και 300 deg/s, στην εσωτερική

στροφή του ώμου και την έκταση και κάμψη του αγκώνα στη ρίψη με άλμα. Σε πρόσφατη έρευνα (Bayios et al., 2001), εξετάστηκε η σχέση μεταξύ της ισοκινητικής δύναμης των έσω και έξω στροφών του ώμου (γωνιακές ταχύτητες 60, 180 και 300 deg/s) με την ταχύτητα της μπάλας σε τρία διαφορετικά σουτ στη χειροσφαίριση (από στάση, με τρία βήματα, και με κατακόρυφο άλμα) και σε διαφορετικού επιπέδου δοκιμαζόμενους. Ενώ η ταχύτητα της μπάλας βρέθηκε να διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών ομάδων, εντούτοις δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις μεταξύ ταχύτητας μπάλας και δύναμης στροφών του ώμου. Εξαιρεση αποτέλεσε η έσω στροφή ώμου στις ταχύτητες 180 και 300 deg/s στο σουτ με κατακόρυφο άλμα σε δοκιμαζόμενους-αθλητές μέσου αγωνιστικού επιπέδου. Η δύναμη της εξωτερικής στροφής ήταν 60% εκείνης της εσωτερικής στην ταχύτητα 60 deg/s, 54% στις 180 deg/s και 49% στη μέγιστη εξεταζόμενη γωνιακή ταχύτητα 300 deg/s.

Αθλητές καλαθοσφαίρισης, πετοσφαίρισης, μπέιζμπολ, χειροσφαίρισης και μη αθλούμενοι, εξεταζόμενοι ισοκινητικά στη γλυνοβραχιόνια άρθρωσή τους σε ταχύτητες 60 και 180 deg/s και σε κίνηση κάμψης / απαγωγής / έξω στροφής και έκτασης / προσαγωγής / έσω στροφής σε κυρίαρχο και μη κυρίαρχο άκρο (Baltaci και Tunay (2004), έδειξαν: οι αθλητές της χειροσφαίρισης παρόμοιες τιμές ροπής δύναμης με τους υπόλοιπους αθλητές και μη αθλούμενους στην κίνηση της κάμψης/απαγωγής/έξω στροφής στην ταχύτητα 60deg/s, ενώ υστερούν σε σχέση με τους αθλητές του μπέιζμπολ

στην έκταση/προσαγωγή/έσω στροφή και στις δύο ταχύτητες. Η σχέση έξω / έσω στροφής ήταν 58% και 60% για τις ταχύτητες 60 και 180 deg/s στους χειροσφαιριστές, ενώ οι αθλητές του μπέιζμπολ εμφάνισαν σχέση 68% και 66% αντιστοίχως.

Σε μια γενική εικόνα οι μύες που συμμετέχουν στην έξω στροφή του ώμου παράγουν περίπου το 60 – 80% της ροπής δύναμης, που παράγουν οι έσω στροφείς. Η συγκριτική σχέση της δύναμης έξω / έσω στροφής του ώμου σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες δίνουν λόγο 2:3 (Beach et al., 1992; Ivey et al., 1985). Ωστόσο, λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων που διαθέτουν οι αθλητικές δραστηριότητες, η σχέση αυτή διαφέρει σε συγκεκριμένους πληθυσμούς που ασχολούνται με αθλήματα ρίψης και χρησιμοποιούν την έσω-έξω στροφή του ώμου στο κινητικό τους πρότυπο (Perrin 1993; Noffal, 2003). Μια σχέση 0.58 σύγκεντρης έξω προς έσω στροφής και 0.63 έκκεντρης σε ταχύτητα 90 deg/s αναφέρουν οι Mulligan et al., (2004), ενώ για την ταχύτητα των 180 deg/s οι αντίστοιχες σχέσεις είναι 0.70 και 0.77 στην έκκεντρη για νεαρούς αθλητές μπέιζμπολ.

Ανισομέρειες στη ροπή δύναμης και στο τενόντιο στροφικό πέταλο δίνονται για τους υδατοσφαιριστές με τους έξω στροφείς να παράγουν το 59% και 54% της δύναμης των έσω στροφέων, σε γωνιακές ταχύτητες 30 deg/s και 180 deg/s αντιστοίχως (McMaster et al., 1991). Αντίθετα, η ροπή των έξω στροφέων για μη αθλούμενους ήταν στο 75% των έσω στροφέων (ταχύτητα 30 deg/s) και το 67% (ταχύτητα 180 deg/s), (Πίνακας 3.1). Το λόγο μεταξύ έκκεντρης δύναμης των εξωτερικών στροφέων και σύγκεντρης δύναμης των εσωτερικών στροφέων του ώμου σε

ταχύτητα 300 deg/s εξήγαγε σε πρόσφατη μελέτη ο Noffal (2003) και τη συνέκρινε με το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο άκρο αθλητών μπέιζμπολ και μη αθλητών. Το κυρίαρχο άκρο των αθλητών, βρέθηκε με σημαντικά μικρότερο λόγο ($p < 0.05$) από εκείνο των μη αθλητών, με σημαντικά υψηλότερη σύγκεντρη ροπή δύναμης εσωτερικής περιστροφής για τους ρίπτες. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ του μη κυρίαρχου άκρου των αθλητών και των μη αθλητών.

Προς την ίδια κατεύθυνση, τη σχέση ροπής δύναμης του ώμου στην κάμψη - έκταση και εξωτερική - εσωτερική στροφή μελέτησαν οι Cook και συνεργάτες (1987) σε ρίπτες του μπέιζμπολ διαφορετικών θέσεων και σε γωνιακές ταχύτητες 180 και 300 deg/s. Τα αποτελέσματα φανερώνουν μεγαλύτερες ροπές δύναμης στους εκτείνοντες και τους έσω στροφείς από ό,τι στους καμπτήρες και τους έξω στροφείς του ώμου, στατιστικά σημαντικές είναι οι διαφορές μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου, στην έξω / έσω στροφή του ώμου των αθλητών που εκτελούν ρίψη, και για τις δύο γωνιακές ταχύτητες. Με υψηλότερες γωνιακές ταχύτητες 180, 300 και 450 deg/s οι Newsham και συνεργάτες (1998) μελέτησαν την ισοκινητική κατατομή αθλητών μπέιζμπολ, χωρίς να διαπιστώσουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της δύναμης του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου άκρου, ενώ αντίθετα στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ της εσωτερικής και εξωτερικής στροφής του ώμου, για όλες τις γωνιακές ταχύτητες.

Η προσπάθεια των Ivey και συνεργάτες (1985) για να προσδιοριστούν οι διαφορές της ισοκινητικής δύναμης μεταξύ ανδρών και γυναικών, ατόμων που δεν ασχολούνται με αθλητισμό, στην έσω -

Πίνακας 3.1.

Λόγος έξω / έσω στροφέων του ώμου για κυρίαρχο (K), και μη κυρίαρχο (MK), άκρο, στις γωνιακές ταχύτητες που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μελέτη. Αναφέρεται η αθλητική ειδίκευση και το φύλο του δείγματος (A=Άνδρες, & Γ=Γυναίκες)

Συγγραφείς	Αθλητική Ειδίκευση	Φύλο	Γωνιακή Ταχύτητα (o/s)					
			60		180		300	
			K	MK	K	MK	K	MK
Bayios et al., (2001)	Χειροσ/ριστές	A	0.60	~	0.54	~	0.49	~
Noffal, (2001)	Μπέιζμπολ	A	~	~	~	~	0.65	0.73
	ρίπτες	A	~	~	~	~	0.75	0.80
Μπέιζμπολ μη								
Newsham et al., (1998)	ρίπτες	A	~	~	0.67	0.73	0.64	0.67
Ellenbecker & Mattalino, (1997)	Μπέιζμπολ	A	~	~	~	~	0.70	0.78
Wilk et al., (1993)	Μπέιζμπολ	A	~	~	0.65	0.64	0.61	0.70
Beach et al., (1992)	Κολυμβητές	A & Γ	0.70	0.71	~	~	~	~
McMaster et al., (1991)	Μη αθλητές	A	~	~	0.67	0.71	~	~
	Υδατος/ριστές	A	~	~	0.55	0.56	~	~
Maddux et al., (1989)	Μη αθλητές	A	0.63	0.62	~	~	~	~
	Μη αθλητές	Γ	0.70	0.71	~	~	~	~
Brown et al., (1988)	Μπέιζμπολ	A	~	~	~	~	0.65	0.65
Aldernik & Kuck, (1986)	Μπέιζμπολ	A	~	~	~	~	0.70	0.75

έξω στροφή του ώμου, στις ταχύτητες 60 και 180 deg/s, έδειξαν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου. Η ροπή δύναμης των ανδρών ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη των γυναικών, αλλά η διαφορά μειώθηκε όταν έγινε αναγωγή των δεδομένων ως προς το σωματικό βάρος.

Την ύπαρξη ή μη διαφορών στη μυϊκή κόπωση μεταξύ εξωτερικής / εσωτερικής στροφής του ώμου του επικρατέστερου άκρου, αλλά και μεταξύ των δύο άκρων σε νεαρούς αθλητές τένις υψηλού επιπέδου μελέτησαν οι Ellenbecker και Roeter (1999). Τα αποτελέσματα έδειξαν σχετική κόπωση $69.1 \pm 15.3\%$ για την έξω στροφή και την έσω στροφή του επικρατούντος άκρου $82.93 \pm 14.8\%$, ενώ για το αντίθετο χέρι τα ποσοστά ήταν $71.13 \pm 15.07\%$ και $83.9 \pm 16.5\%$ αντιστοίχως. Τα στοιχεία αυτά συμφωνούν με παλαιότερη μελέτη που έγινε σε τενίστες (γωνιακή ταχύτητα

300 deg/s – 15 επαναλήψεις) και η σχετική κόπωση των έξω στροφέων ήταν 67-69% και των έσω στροφέων 87-88% (Chandler et al., 1992). Μικρότερες τιμές σχετικής κόπωσης στους έξω και έσω στροφέες κολυμβητών (80% για τους έξω στροφέες και 105% για τους έσω) δίνουν οι Beach et al., (1992), οι οποίοι μέτρησαν τους δοκιμαζόμενους σε 50 επαναλήψεις σε ταχύτητα 240 deg/s. Αυτές οι μειωμένες τιμές κόπωσης δείχνει να οφείλονται στις ιδιαίτερες μυοσκελετικές προσαρμογές που απαιτούνται από τα προπονητικά προγράμματα των κολυμβητών (Ellenbecker & Roeter 1999).

Από τα παραπάνω φαίνεται πως οι περισσότερες έρευνες εξετάζουν τα δυναμικά χαρακτηριστικά μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου ή ακόμη εστιάζουν τη μελέτη στις ροπές δύναμης, όπως αυτές καταγράφονται σε συνθήκες χωρίς καμία επιβάρυνση. Ειδικότερα, για τη χειροσφαίριση, δεν έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη

μελέτη των μεταβολών που μπορούν να προέλθουν κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ή ακόμη και κατά τη διάρκεια προσομοιωμένων αγωνιστικών δραστηριοτήτων.

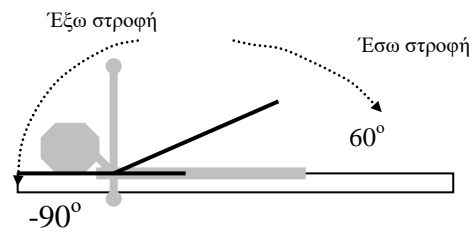
Ως βασικές υποθέσεις της παρούσας μελέτης ορίστηκαν: Α) ότι η Προσομοιωμένη Αγωνιστική Δραστηριότητα (ΠΑΔ), θα επηρεάσει αρνητικά τη ροπή δύναμης των στροφών του ώμου και Β) ότι η ροπή δύναμης δεν συσχετίζεται με την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία, επομένως και με το Δείκτη ριπτικής Αποτελεσματικότητας.

Επομένως, σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι αφ' ενός η διερεύνηση της μεταβολής της δύναμης του χεριού ρίψης κατά την εξέλιξη της Προσομοιωμένης Αγωνιστικής Δραστηριότητας και αφ' ετέρου η σχέση της δύναμης με την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ.

3.2. Ειδική μεθοδολογία

Οι δοκιμαζόμενες 16 αθλήτριες εκτέλεσαν την προσομοιωμένη αγωνιστική δραστηριότητα (ΠΑΔ), όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο Ι, παράγραφος 1.3). Η δυναμική του χεριού ρίψης αξιολογήθηκε με ισοκινητικό δυναμόμετρο (Κεφάλαιο Ι - γενική μεθοδολογία - όργανα και διαδικασία μέτρησης). Το εύρος κίνησης (Σχήμα 3.1), ήταν 150 deg, με 0 – 90 deg εξωτερικής στροφής και 0 – 60 deg εσωτερικής στροφής (Noffal 2003; Ellenbecker & Roetert, 1999; Ellenbecker & Mattalino, 1997). Το ισοκινητικό δυναμόμετρο δεν έχει τη δυνατότητα να φτάσει τις ταχύτητες που παράγονται κατά τη ρίψη και κυμαίνονται από 6000 – 7000 deg/s και πρέπει να χρησιμοποιηθούν μικρότερες ταχύτητες. Από την άλλη μεριά, σύμφωνα με τους Cook et al., (1987), ταχύτητα άνω των 300 deg/s είναι πολύ

γρήγορη για να καταγράψει με ακρίβεια την μέγιστη ροπή που παράγεται κατά τη διάρκεια της σύσπασης, καθώς φαίνεται να υπάρχει μια υποσυνείδητη προσπάθεια επιβράδυνσης του χεριού κατά το τέλος του κινητικού εύρους. Έτσι επιλεχθηκαν ως καταλληλότερες γωνιακές ταχύτητες αυτές των 60, 180 και 300 deg/s



Σχήμα 3.1. Αναπαράσταση του πρωτοκόλλου ισοκινητικής αξιολόγησης

Η βαθμονόμηση του ισοκινητικού δυναμόμετρου έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειρίδιου του οργάνου Cybex. Το μήκος της λαβής του χεριού της συσκευής αυξομειωνόταν ανάλογα με το μήκος του πήχη της κάθε δοκιμαζόμενης, έτσι ώστε το κέντρο της άρθρωσης του ώμου να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με το κέντρο περιστροφής του δυναμόμετρου. Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν δοκιμαστικές προσπάθειες στις επιλεγμένες γωνιακές ταχύτητες και ακολουθούσε διάλειμμα 90 δευτερολέπτων. Η μέτρηση γινόταν κατά σειρά, με τις ταχύτητες 60-180-300 deg/s. Σε κάθε ταχύτητα η δοκιμαζόμενη εκτελούσε 5 μέγιστες επαναλήψεις με ενδιάμεσα διαλείμματα 90 δευτερολέπτων, μεταξύ της κάθε γωνιακής ταχύτητας. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης η κάθε δοκιμαζόμενη ενθαρρύνονταν λεκτικά για να πετύχει το μέγιστο της απόδοσης. Για την ανάλυση των δεδομένων εξετάστηκαν η δεύτερη, η τρίτη και τέταρτη επανάληψη σε κάθε ταχύτητα. Η ανάλυση των δεδομένων

έγινε μέσω του προγράμματος BIOPAC. Το λογισμικό αυτό υποστηρίζει την αυτόματη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και τη γραφική του απεικόνιση στον υπολογιστή. Οι μετρήσεις για την αξιολόγηση της ροπής δύναμης έγιναν σε τρεις φάσεις: Α) πριν την έναρξη της ΠΑΔ, Β) στο μέσο (ημίχρονο) της ΠΑΔ και Γ) μετά το πέρας της ΠΑΔ (αγώνα). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και καταγράφηκαν αφορούσαν τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Μέση μέγιστη ροπή δύναμης εσωτερικής στροφής στις ταχύτητες 60 deg/s, 180 deg/s και 300 deg/s
- Μέση μέγιστη ροπή δύναμης εξωτερικής στροφής στις ίδιες ταχύτητες.
- Σχέση μέγιστης ροπής εξωτερικής / εσωτερικής στροφής.
- Γωνιακή θέση μέγιστης ροπής εσωτερικής στροφής.
- Γωνιακή θέση μέγιστης ροπής εξωτερικής στροφής

Οι μετρήσεις έγιναν χωρίς διόρθωση βαρύτητας, επειδή το εύρος της κίνησης που εξετάστηκε, αφορούσε την εσωτερική και εξωτερική περιστροφική μυϊκή δράση, τόσο κατά τη φορά, όσο και αντίθετα της φοράς της βαρύτητας κατά ίσο τρόπο (Noffal, 2003; Ellenbecker & Roetert, 1999; Ellenbecker & Mattalino, 1997). Όλες οι δοκιμαζόμενες εξοικειώθηκαν με το περιβάλλον του εργαστηρίου, την διαδικασία μέτρησης και τα όργανα.

3.3. Στατιστική επεξεργασία

Υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές, τυπικές αποκλίσεις και συντελεστές μεταβλητότητας. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διασποράς για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση της ΠΑΔ στη ροπή δύναμης

των έσω και έξω στροφών του ώμου. Έγινε χρήση μετα-ανάλυσης με προσαρμογή *Bonferroni* για να βρεθούν οι πιθανές σημαντικές διαφορές μεταξύ των προσπαθειών. Τέλος, εφαρμόστηκε ανάλυση συσχέτισης κατά *Pearson (r)* σε αποδεκτά επίπεδα σημαντικότητας $p < .05$ και υπολογίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2) της συσχέτισης.

3.4 Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της δυναμικής αξιολόγησης του χεριού ρίψης και ειδικά για την έσω στροφή ώμου, την έξω στροφή του ώμου και για το λόγο έξω/έσω στροφής ώμου, σε όλες τις επιλεγμένες ταχύτητες και για τις τρεις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν (πριν την ΠΑΔ, στο ημίχρονο και μετά το πέρας της ΠΑΔ). Με την αύξηση της εξεταζόμενης ταχύτητας η μεταβλητότητα του δείγματος σε όλα τα μηχανικά χαρακτηριστικά αυξάνεται ανάλογα, και ιδιαίτερα στην κίνηση της εξωτερικής στροφής.

Η σχέση της εξωτερικής με την εσωτερική περιστροφή του ώμου δεν έδωσε σημαντικές διαφορές για καμία ταχύτητα και για τις τρεις μετρήσεις (Πίνακες 3.2). Στις 60 deg/s η σχέση δείχνει να παραμένει σταθερή και κυμαίνεται μεταξύ 75 και 78%, αντίθετα, στις 180 deg/s παρουσιάζεται μία τάση προοδευτικής μείωσης υπέρ της έσω στροφής από 83% σε 76%, χωρίς ωστόσο η διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική, όπως και στις 300 deg/s η τάση αντιστρέφεται υπέρ της εξωτερικής στροφής, αλλά και εδώ χωρίς σημαντικές διαφορές. Στο Σχήμα 3.2. απεικονίζεται η σχέση ροπή δύναμης -γωνιακή ταχύτητα, στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις Α' και Β' ημίχρονου (Ημ.) της ΠΑΔ, για την έσω στροφή (αριστερά) και την

έξω στροφή (δεξιά). Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέγιστη ροπή δύναμης μεταξύ των μετρήσεων για όλες τις ταχύτητες, τόσο για την έσω όσο και για την έξω στροφή. Εξαίρεση αποτελεί μόνον η έξω στροφή ώμου στους 180 deg/s με σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής μέτρησης και του Α' ημιχρόνου ($p=.005$), καθώς επίσης και μεταξύ της

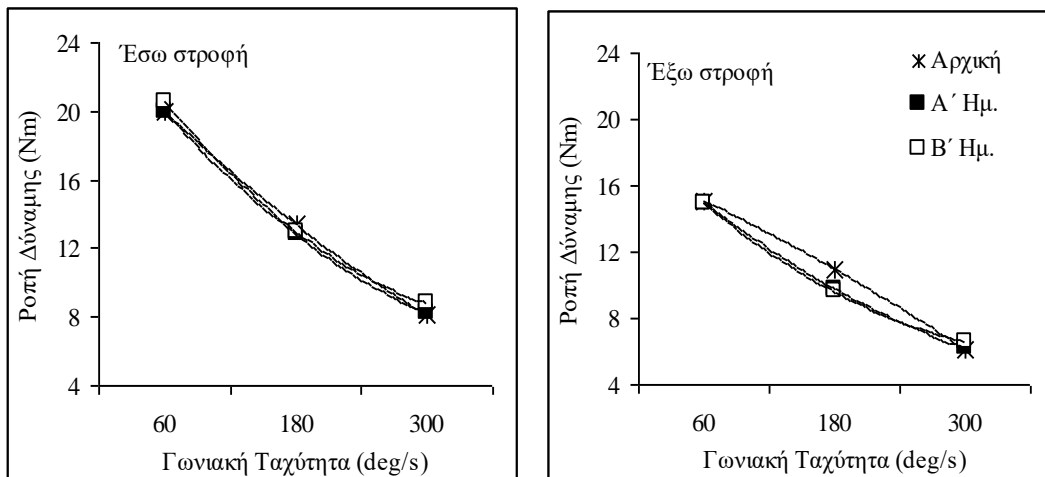
αρχικής μέτρησης και του Β' ημιχρόνου ($p=.005$) (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2.

Μέση τιμή (M), τυπική απόκλιση (SD) και συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) της ροπής δύναμης (Nm) στην έσω στροφή, την έξω στροφή και του λόγου έξω/έσω στροφής ώμου, σε γων. ταχύτητες 60, 180 και 300 deg/s, στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις Α' και Β' ημιχρόνου.

Είδος κίνησης	Μετρήσεις	Γωνιακή Ταχύτητα (deg/s)					
		60		180		300	
		M (SD)	CV%	M (SD)	CV%	M (SD)	CV%
Έσω στροφή	Αρχική	20.05 (3.97)	19.8	13.37 (2.94)	22.0	8.10 (3.51)	43.4
	Α'	19.97 (3.83)	19.2	12.78 (3.40)	26.6	8.23 (3.55)	43.1
	Β'	20.58 (3.91)	19.0	12.98 (3.72)	28.7	8.76 (3.31)	37.8
Έξω στροφή	Αρχική	15.09 (3.91)	26.6	10.98 (3.43)	31.2	6.09 (2.77)	45.6
	Α'	15.05 (3.31)	22.0	9.79 (3.50)*	35.7	6.19 (3.02)	48.7
	Β'	14.88 (3.53)	23.7	9.56 (3.78)*	39.6	6.58 (2.82)	42.9
Λόγος έξω/έσω στροφής	Αρχική	0.76 (0.19)	24.5	0.83 (0.22)	26.3	0.76 (0.17)	21.9
	Α'	0.78 (0.20)	25.7	0.80 (0.25)	31.4	0.79 (0.24)	30.3
	Β'	0.75 (0.23)	30.0	0.76 (0.27)	35.5	0.82 (0.30)	36.4

Σημείωση: *, Σημαντική διαφορά μεταξύ μέτρησης 1^{ου} και 2^{ου} Ημ. με αρχική μέτρηση ($p<.05$).



Σχήμα 3.2. Σχέση ροπή δύναμης - γωνιακή ταχύτητα, στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις Α' και Β' ημιχρόνου (Ημ.), για την έσω στροφή (αριστερά) και την έξω στροφή (δεξιά).

Πίνακας 3.3.

Σημαντικότητες συσχετίσεων μεταξύ ροπής δύναμης και ταχύτητας μπάλας, της ευστοχίας και του Δείκτη Αποτελεσματικότητας (ΔΑ) για την έσω στροφή ώμου, την έξω στροφή ώμου και το λόγο έσω/έξω στροφής, σε τρεις γωνιακές ταχύτητες (ΓΤ) (60, 180, 240 deg/s), στην αρχική μέτρηση και τις μετρήσεις στο Α' και Β' Ημίχρονο (Ημ.).

ΓΤ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Ταχύτητα μπάλας			Ευστοχία			ΔΑ		
		Αρχ.	Α' Ημ.	Β' Ημ.	Αρχ.	Α' Ημ.	Β' Ημ.	Αρχ.	Α' Ημ.	Β' Ημ.
60	Έσω στροφή	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Έξω στροφή	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Λόγος έσω/έξω στροφής	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
180	Έσω στροφή	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Έξω στροφή	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Λόγος έσω/έξω στροφής	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
300	Έσω στροφή	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Έξω στροφή	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Λόγος έσω/έξω στροφής	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Σημείωση: * Σημαντική διαφορά, ns μη σημαντική διαφορά ($p < .05$)

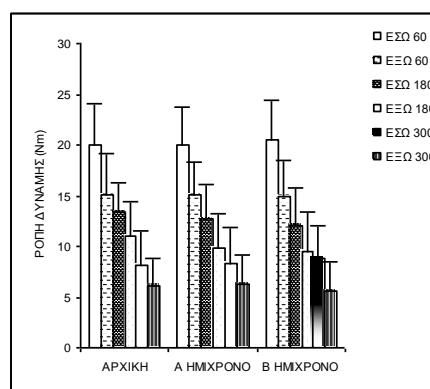
Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της ροπής δύναμης για την εσωτερική και εξωτερική περιστροφή του ώμου με την ευστοχία ή το δείκτη αποτελεσματικότητας (ΔΑ) της ρίψης. Η ταχύτητα της μπάλας παρουσίασε σημαντική σχέση μόνον στην αρχική μέτρηση με την έξω στροφή στους 180 deg/s ($p = .004$) και 300deg/s ($p = .004$) και στην έσω στροφή στους 300 deg/s, $p = .011$ (Πίνακας 3.3.). Επίσης σημαντική σχέση, $p = .020$, παρουσίασε η ταχύτητα της μπάλας με τη σχέση έξω / έσω στροφών στην αρχική μέτρηση των 180 deg/s.

Οι γωνιακές θέσεις εμφάνισης της μέγιστης ροπής δεν άλλαξαν κατά την ΠΑΔ και κυμάνθηκαν: στην έσω στροφή των 60 deg/s από 25-114°, στην έξω στροφή των 60 deg/s από 15-140°, στην έσω στροφή των 180 deg/s από 45-136°, στην έξω στροφή των 180 deg/s από 24-118°, στην έσω στροφή των 300 deg/s από 55-123° και τέλος στην έξω στροφή των 300 deg/s από 15-98°.

3.5. Συζήτηση - συμπεράσματα

Στη μελέτη αυτή φαίνεται ότι η

ροπή δύναμης του τενόντιου στροφικού πετάλου παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ, για όλες τις ταχύτητες και για τις τρεις μετρήσεις, τόσο για την εσωτερική όσο και την εξωτερική στροφή του ώμου (Σχήμα 3.3). Εξαίρεση αποτελεί η έξω στροφή του ώμου στους 180 deg/s, που παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ αρχικής μέτρησης και των δύο ημιχρόνων (Α' και Β') και συγκεκριμένα μία προοδευτική μείωση της ροπής δύναμης κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ.



Σχήμα 3.3. Ροπές δύναμης έσω & έξω στροφής ώμου σε γωνιακές ταχύτητες 60, 180 & 300 deg/s στην αρχική μέτρηση πριν την ΠΑΔ, στο ημίχρονο και στο τέλος της ΠΑΔ.

Η ροπή δύναμης στην εσωτερική στροφή παρουσιάζει σταθερές τιμές μεταξύ των μετρήσεων στη χαμηλή και την ενδιάμεση ταχύτητα. Αυτό ενδεχομένως να συμβαίνει επειδή οι μύες που συμμετέχουν στην εσωτερική στροφή του ώμου είναι σαφώς δυνατότεροι από εκείνους που συμμετέχουν στην εξωτερική στροφή (Brown et al., 1988). Φαίνεται λοιπόν μία ικανότητα των αθλητριών να διατηρήσουν τα επίπεδα της μυϊκής δύναμης στην άρθρωση του ώμου, κυρίως στην υψηλή ταχύτητα των 300 deg/s, που πρέπει να οφείλεται στις ιδιαίτερες μυοσκελετικές προσαρμογές που απαιτούνται από τα προπονητικά προγράμματα και σκοπό έχουν να εξασφαλίσουν σταθερή απόδοση κατά τη διάρκεια του αγώνα. Το είδος της προσομοιωμένης αγωνιστικής δραστηριότητας (ΠΑΔ) που εφαρμόστηκε στη συγκεκριμένη μελέτη ίσως να μην επηρέασε αποφασιστικά τις συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες. Ο μηχανισμός της κόπωσης είναι σχετικός με τη δύναμη η οποία εκδηλώνεται και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το συνολικό αθλητικό υπόβαθρο, την ένταση και τη διάρκεια κατά την οποία η δραστηριότητα διατηρείται, από τον τύπο της επιβάρυνσης καθώς και τον τύπο των μυϊκών ινών (Linnamo et al., 2000, Enoka & Stuart, 1992).

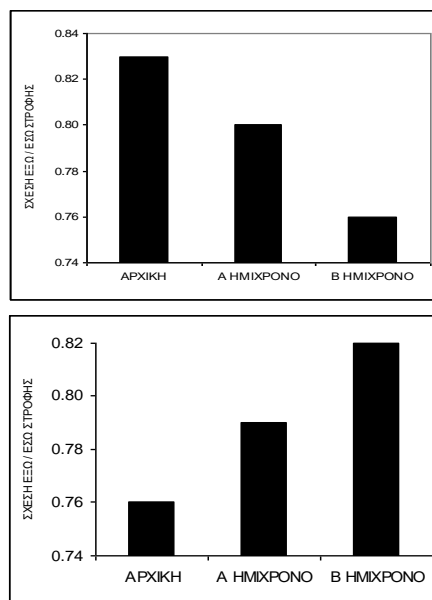
Στην παρούσα μελέτη φάνηκε μια τάση σημαντικής σχέσης μεταξύ της ταχύτητας μπάλας και της μέγιστης ροπής δύναμης του ώμου, μόνον στην αρχική μέτρηση. Η σχέση αυτή αφορούσε τις γωνιακές ταχύτητες 180 και 300 deg/s στην έξω στροφή ώμου, και 300 deg/s στην έσω στροφή ώμου. Πιθανή εξήγηση μπορεί να δοθεί με το ότι στην αρχική μέτρηση δεν υπήρξε κατάλληλη νευρομυϊκή προετοιμασία λόγω της προθέρμανσης των

αθλητριών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η ριπτική κίνηση να μην εκτελεστεί αποτελεσματικά και να επηρεαστεί από την αλληλεπίδραση των κινήσεων των μελών του άνω άκρου. Οι Pedegana και συνεργάτες (1982), αναφέρουν επίσης σχέση της ταχύτητας της μπάλας με τους έξω στροφείς. Συγκεκριμένα, συσχέτιση της ταχύτητας μπάλας βρέθηκε με την έκταση του αγκώνα, την έξω στροφή του ώμου, την έκταση και κάμψη του ώμου και την έκταση του καρπού, η οποία εμφάνισε τη μεγαλύτερη εξ' αυτών. Περαιτέρω ανάλυση όμως έδειξε, ότι μόνον η έκταση του αγκώνα συσχετιζόμενη με την έκταση του καρπού, συμβάλει στην πρόγνωση της ταχύτητας ρίψης, από τις υπόλοιπες κινήσεις. Παρατηρούνται όμως ασυμφωνίες μεταξύ μελετών διαφόρων ερευνητών κυρίως από τον χώρο του μπέιζμπολ σε ό,τι αφορά τη σχέση της έσω – έξω στροφής ώμου με την ταχύτητα της μπάλας, όπως και στην παρούσα μελέτη σημαντική σχέση βρέθηκε μόνο στην αρχική μέτρηση. Αυτό φυσικά δεν μπορεί να ενισχύσει τη βεβαιότητα ότι η ταχύτητα της μπάλας έχει άμεση σχέση με τη δύναμη των έσω και έξω στροφέων του ώμου. Η υπόθεση είναι, ότι οι αθλήτριες που χρησιμοποιούν τη ρίψη πάνω από τον ώμο, δεν χρειάζονται επιπλέον δύναμη ή ισχύ που να προέρχεται από τον ώμο κατά τη διάρκεια της κίνησης και ενώ βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Από τη στιγμή που ο ώμος λαμβάνει θέση στο τέλος μίας μακριάς κινηματικής αλυσίδας, που χρησιμοποιείται στη ριπτική κίνηση, η ροπή που παράγεται διαμέσου των κάτω άκρων και του κορμού φαίνεται να είναι αρκετή, ώστε να ελαττωθεί η πραγματικά απαιτούμενη δύναμη στη γλυνοβραχιόνια άρθρωση (Manske et al., 2004). Την υπόθεση αυτή ενισχύουν παλαιότερες έρευνες που

αφορούν στη χειροσφαίριση. Συγκεκριμένα στη μελέτη των Fleck και συνεργάτες (1992), δεν βρέθηκαν σημαντικές σχέσεις μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας στη ρίψη με επαφή στο έδαφος (3 βήματα φόρα) και της έσω / έξω στροφής του ώμου, σε καμία από τις γωνιακές ταχύτητες (180, 240, 300 deg/s). Παρόμοια αποτελέσματα δίνονται από τους Bayios και συνεργάτες (2001) για γωνιακές ταχύτητες 60, 180 και 300 deg/s και ρίψεις που έγιναν από στάση, όπως στην παρούσα μελέτη και με τρία βήματα αρχική ταχύτητα. Ωστόσο, οι Fleck και συνεργάτες αναφέρουν σημαντικές σχέσεις της ταχύτητας της μπάλας με την έσω / έξω στροφή ώμου στη ρίψη με άλμα, για όλες τις γωνιακές ταχύτητες. Μία πιθανή εξήγηση μπορεί να δοθεί από το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της ρίψης με άλμα, ο αθλητής δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί τις εδαφικές δυνάμεις αντίδρασης και να αυξήσει την ταχύτητα της μπάλας μεταφέροντας την ενέργεια από τα κάτω άκρα στον κορμό και από εκεί στη μπάλα. (Bayios et al., 2001). Μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ ροπής στροφών ώμου και ταχύτητας μπάλας δίνουν και οι Bartlett και συνεργάτες (1989) για αθλητές μπέιζμπολ και σε γωνιακή ταχύτητα 90 deg/s, η οποία είναι μία ενδιάμεση ταχύτητα μεταξύ των 60 και 180 deg/s. Οι Clements και συνεργάτες (2001) μελετώντας αθλητές του μπέιζμπολ αναφέρουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ισομετρικής εξωτερικής περιστροφής με την ταχύτητα της μπάλας, αλλά όχι σημαντική με την εσωτερική περιστροφή του ώμου σε ταχύτητα 120 deg/s. Η ταχύτητα της μπάλας δεν μπορεί να εξαρτάται αποκλειστικά από τη μυϊκή δύναμη των άνω άκρων. Ο νευρομυϊκός συντονισμός των μυών των άνω άκρων σε συνεργασία με τον

κορμό και τα κάτω άκρα είναι ουσιώδης για ακριβή και αποδοτική ρίψη (Hong et al., 2001).

Τα αποτελέσματα που αφορούν στη σχέση της έξω προς την έσω στροφή και ορίζουν την μυϊκή ισορροπία στη γλυνοβραχιόνια άρθρωση, για μεν την αρχική μέτρηση έδειξαν μία σαφή υπεροχή της έσω στροφής, καθώς οι μύες που συμμετέχουν στην έξω στροφή παράγουν το 76, 83 και 76% αντίστοιχα της δύναμης που παράγουν οι έσω στροφείς στις γωνιακές ταχύτητες 60, 180 και 300 deg/s. Διαφορά παρατηρείται στην τάση της έξω / έσω στροφής, μεταξύ της ταχύτητας των 180 και 300 deg/s (Σχήμα 3.4). Όπως αναφέρθηκε, οι μύες που συμμετέχουν στην εσωτερική στροφή του ώμου και ειδικότερα ο πλατύς ραχιαίος και ο μείζονας θωρακικός, είναι δυνατότεροι μύες από εκείνους που συμμετέχουν στην εξωτερική στροφή του ώμου.



Σχήμα 3.4. Σχέση έξω / έσω στροφής ώμου στην αρχική μέτρηση και στις μετρήσεις Α' και Β' ημιχρόνου στην γωνιακή ταχύτητα των 180 deg/s (αριστερά) και 300 deg/s (δεξιά).

Επομένως θεωρείται φυσιολογικό να εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή, όταν αξιολογούνται σε χαμηλές και μέτριες ταχύτητες. Σε υψηλές όμως ταχύτητες, όπου οι εξωτερικοί στροφείς εκδηλώνουν υψηλή δραστηριοποίηση κατά τη διάρκεια της ρίψης στη φάση της επιβράδυνσης (Jobe et al., 1984; Brown, 1988), η σχέση αυτή δείχνει να αλλάζει χωρίς ωστόσο να είναι σημαντική. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην ταχύτητα των 300 deg/s δεν εμφανίστηκε τάση μείωσης της ροπής στην έξω, αλλά ούτε και στην έσω στροφή ώμου. Όμως η εξωτερική στροφή ώμου βελτίωσε την απόδοσή της, σε σχέση με την εσωτερική μεταξύ των τριών μετρήσεων. Ίσως αυτό να οφείλεται στην προσπάθεια του μυοσκελετικού μηχανισμού να εμποδίσει καταστάσεις τραυματισμού στην άρθρωση του ώμου. Και αυτό είναι λογικό γιατί κατά τη ρίψη παράγονται υψηλές ταχύτητες που φτάνουν κατά μέσο όρο τους 6.000 deg/s (Newsham et al., 1998; Pedegana et al., 1982), έτσι και ο έλεγχος της επιβράδυνσης του χεριού ρίψης θεωρείται αναγκαίος. Αποτυχία ομαλής και ταχείας επιβράδυνσης του χεριού αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμού (Newsham et al., 1998). Φαίνεται πως η δύναμη που πρέπει να παράγουν από κοινού οι έξω στροφείς, για να επιβραδύνουν την άρθρωση μετά την απελευθέρωση της μπάλας, πρέπει να παραμείνει υψηλή, ιδίως όταν ο ρίπτης είναι κουρασμένος.

Αν και δεν υπάρχουν ανάλογες μελέτες για να γίνει σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων, ωστόσο οι Ellenbecker & Roetert (1999), εφαρμόζοντας ένα πρωτόκολλο ισοκινητικής κόπωσης σε τενίστες βρήκαν ότι οι έξω στροφείς κουράζονται περισσότερο από τους έσω. Τα δεδομένα έδειξαν μια σχετική κόπωση 69% για την έξω στροφή, ενώ

για την έσω το ποσοστό ήταν 83%. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Chandler και συνεργάτες (1992), που βρήκαν σχετική κόπωση έξω στροφέων 67% ύστερα από 15 επαναλήψεις σε ταχύτητα 300 deg/sec σε τενίστες, ενώ για την έσω στροφή το ποσοστό ήταν 87%. Οι μύες που συμμετέχουν στην έξω στροφή του ώμου (υπακάνθιος, ελλάσων στρογγύλος ωμοπλάτης), δεν συνεισφέρουν μόνο στην επιβράδυνση του χεριού αλλά επιτελούν και σημαντική λειτουργία ως σταθεροποιητές του βραχίονα σε ριπτικές κινήσεις, προστατεύοντας μ' αυτό τον τρόπο την άρθρωση (Cook et al. 1987; Jobe et al., 1984). Αν η κόπωση στους έξω στροφείς συνέβαινε με ταχύτερο ρυθμό από εκείνον των έσω στροφέων, αυτό θα είχε συνέπειες στο μηχανισμό της κίνησης, λόγω της απώλειας αυτής της απαραίτητης σταθεροποίησης (Ellenbecker & Roetert, 1999).

Αν συγκρίνουμε τις διαφορές στην παραγωγή μέγιστης δύναμης μεταξύ έξω και έσω στροφής της αρχικής μέτρησης, με άλλες μελέτες, φαίνεται να συμφωνούν αν και υπάρχει μία σχετική υστέρηση των έσω στροφέων ως προς τη δύναμη που εκδηλώνουν σε σχέση με τους έξω στροφείς από αυτή που αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Στην ταχύτητα των 300 deg/s, όπου υπάρχουν και οι περισσότερες πηγές, η σχέση αυτή διαμορφώνεται μεταξύ 65 και 70% για αθλητές μπέϊζμπολ (Newsham et al., 1998; Alderink & Kuck, 1986; Noffal, 2003; Cook et al., 1987). Οι Bayios και συνεργάτες αναφέρουν σχέση 45% για αθλητές χειροσφαίρισης A1 και A2 κατηγορίας. Οι ανισορροπίες στους αγωνιστές / ανταγωνιστές μύες αυξάνονται, όταν η προπόνηση είναι εστιασμένη μόνο σε μία μυϊκή ομάδα. Οι McMaster και συνεργάτες (1991)

βρήκαν σχέση έξω / έσω στροφέων 0.55 σε ταχύτητα 180 deg/s και θεώρησαν ότι αυτό οφείλεται στην εξειδικευμένη προπόνηση των πολιτών. Αυτή όμως η εξειδίκευση που οδηγεί σε αύξηση της ασυμμετρίας στην άρθρωση του ώμου, ίσως αποτελεί παράγοντα τραυματισμού στην άρθρωση (Cook et al., 1987; Ellenbecker & Mattalino, 1997).

Τέλος, η ταχοδυναμική σχέση παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ, υποδηλώνοντας ότι η εναλλασσόμενη σχέση βράχυνσης - διάτασης εξελίσσεται φυσιολογικά κατά τη διάρκεια όλης της διαδικασίας (Σχήμα 3.2). Η μέγιστη ροπή σημείωσε πτώση 40% περίπου μεταξύ 60 και 300deg/s στην αρχική μέτρηση, τόσο στην έσω όσο και την έξω στροφή. Η αντίστοιχη μείωση της ροπής στην τελευταία μέτρηση φτάνει στο 43% για την έσω και 44% για την έξω στροφή, τιμές που θεωρούνται φυσιολογικές (Osternig 1986).

Τα βασικά συμπεράσματα της συγκεκριμένη μελέτης είναι:

- 1 Οι αθλήτριες παρουσίασαν στην εξέλιξη της Προσομοιωμένης Αγωνιστικής Δραστηριότητας μια ικανότητα διατήρησης των επιπέδων μυϊκής δύναμης των έσω και έξω στροφέων του ώμου στην υψηλή ταχύτητα (300 deg/s).
- 2 Η Προσομοιωμένη Αγωνιστική Δραστηριότητα μείωσε σημαντικά τη μέγιστη ροπή δύναμης μόνο στην εξωτερική στροφή του ώμου στους 180 deg/s.
- 3 Οι μέγιστες τιμές αλλά και σχέση έξω / έσω στροφέων της ροπή δύναμης του ώμου δεν συσχετίζονται με την ευστοχία και τον ΔΑ.

- 4 Η ροπή δύναμης των έξω στροφέων συσχετίζεται με την ταχύτητα της μπάλας μόνο στην αρχική μέτρηση στους 180 και 300 deg/s. Αυτό ίσως οφείλεται σε ακατάλληλη νευρομυϊκή δραστηριοποίηση, λόγω μη επαρκούς προθέρμανσης, ή και σε αλληλεπίδραση μεταξύ των κινήσεων των μελών του άνω άκρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

Ανακεφαλαίωση –**Γενικά συμπεράσματα και προτάσεις**

Η αποτελεσματικότητα της ρίψης στη χειροσφαίριση, εξαρτάται από την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία της. Στόχος του αθλητή-τριας κατά τη διάρκεια του αγώνα είναι να διατηρήσει τη ριπτική ικανότητα σε υψηλά επίπεδα, κι αυτό επιτυγχάνεται μέσα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα, η παραγόμενη μυϊκή δύναμη από μέλη του σώματος, μεταξύ αυτών και των άνω άκρων, σε ορισμένες αθλητικές δραστηριότητες εξετάζεται στη βάση της σχέσης με το τελικό αποτέλεσμα, προκειμένου να αιτιολογηθεί η απόδοση, όπως στην περίπτωση αυτή είναι η ριπτική.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση της Προσομοιωμένης Αγωνιστικής Δραστηριότητας (ΠΑΔ), στην αποτελεσματικότητα της ρίψης μπάλας στη χειροσφαίριση και σε χαρακτηριστικά που αφορούν στην ταχύτητα, στην ευστοχία και στη δυναμική του χεριού ρίψης.

Η ΠΑΔ όπως σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε, απεικονίζει σε ικανοποιητικό βαθμό τις συνθήκες του παιχνιδιού της χειροσφαίρισης. Παραμένει ωστόσο απαραίτητη η μελέτη της φύσης του παιχνιδιού, η οποία πρέπει να δίνει σφαιείς ποσοτικές πληροφορίες για τις εντάσεις των δραστηριοτήτων, τα κινητικά πρότυπα και τις μεταβολικές διεργασίες που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του αγώνα.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζεται σε δύο επιμέρους μελέτες με σαφή σχέση μεταξύ τους. Στην πρώτη, εξετάστηκε η πιθανή

επίδραση της ΠΑΔ στο δείκτη αποτελεσματικότητας της ρίψης, δηλαδή στην ταχύτητα της μπάλας και στην ευστοχία, καθώς και στο πρότυπο της κινηματικής ενότητας του χεριού ρίψης. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε, ήταν τα εξής:

1. Η ρίψη της μπάλας και το αποτέλεσμα όπως εκφράζεται με την τελική ταχύτητα αυτής, δεν επηρεάζεται σημαντικά από την Προσομοιωμένη Αγωνιστική Δραστηριότητα
2. Η ικανότητα ευστοχίας της ρίψης επηρεάζεται αρνητικά και μειώνεται στην εξέλιξη της Προσομοιωμένης Αγωνιστικής Δραστηριότητας. Το μυοσκελετικό σύστημα, με έμφαση στο άνω άκρο και η γενική επιβάρυνση του οργανισμού ενδεχομένως να επιδρούν στο νευρομυϊκό συντονισμό, με αποτέλεσμα τη μείωση της ακριβούς στόχευσης.
3. Ο Δείκτης Ριπτικής Αποτελεσματικότητας εμφανίζει τάση προς μείωση πριν τη διακοπή του ημιχρόνου, με τη μεγαλύτερη να καταγράφεται στο τέλος της ΠΑΔ. Η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στην ανάλογη μείωση της ευστοχίας.
4. Ο Δείκτης Ριπτικής Αποτελεσματικότητας εμφανίζει υψηλή αιτιολογική σχέση κυρίως με την ευστοχία, παρά με την ταχύτητα ρίψης της μπάλας.
5. Η Προσομοιωμένη Αγωνιστική Δραστηριότητα στη χειροσφαίριση επιφέρει μεταβολές στο κινητικό πρότυπο της ρίψης, όπως εντοπίζεται στο άνω άκρο, και με περισσότερη έμφαση αυτών στα δύο τελευταία δεκάλεπτα.

Η δεύτερη μελέτη είχε ως σκοπό α) να διερευνήσει τη μεταβολή της δύναμηστου χεριού ρίψης κατά την εξέλιξη της ΠΑΔ και β) να εξετάσει τη σχέση της δύναμης με την ταχύτητα της μπάλας και την ευστοχία, κατά τη διάρκεια της ΠΑΔ.

Τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- 1 Οι αθλήτριες διατήρησαν το ίδιο επίπεδο μυϊκής δύναμης των έσω-έξω στροφέων του ώμου στην υψηλή ταχύτητα κίνησης, ενώ στη μεσαία, η δύναμη μειώθηκε στην εξωτερική στροφή.
- 2 Οι μέγιστες τιμές αλλά και σχέση έξω / έσω στροφέων της μυϊκής δύναμης του ώμου δεν συσχετίζονται με την ευστοχία ρίψης και το Δείκτη Αποτελεσματικότητας.
- 3 Η δύναμη των έξω στροφέων συσχετίζεται με την ταχύτητα της μπάλας μόνο στην αρχική μέτρηση στους 180 και 300 deg/s. Αυτό ίσως οφείλεται σε ακατάλληλη νευρομυϊκή δραστηριοποίηση, λόγω προθέρμανσης, ή και σε αλληλεπίδραση μεταξύ των κινήσεων των μελών του άνω άκρου.

Οι προτάσεις στις οποίες καταλήγει η παρούσα εργασία, μετά από τα παραπάνω συμπεράσματα, είναι οι ακόλουθες τόσο στην πρακτική όσο και στην ερευνητική προοπτική:

Η προσομοιωμένη αγωνιστική δραστηριότητα στη χειροσφαίριση επιδρά σε ένα βαθμό αρνητικά στην ικανότητα της ευστοχίας, παρασύροντας και το δείκτη της ριπτικής αποτελεσματικότητας. Αυτό, μπορεί να κατευθύνει τους ειδικούς του αθλήματος να σχεδιάζουν ανάλογες

προπονητικές επιβαρύνσεις, με στόχο την κόπωση των αθλητών-τριών, ώστε να επιτυγχάνουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στη ριπτική ικανότητα.

Οι παρατηρούμενες μεταβολές στα ακραία μέλη του κινητού προτύπου του χεριού ρίψης, χρειάζονται ενδελεχή μελέτη, σε συνδυασμό με την επίδραση που ενδεχομένως να έχουν οι αγωνιστικές δραστηριότητες για να ελεγχθεί το τελικό αποτέλεσμα της ριπτικής αποτελεσματικότητας.

Αν και δεν είναι ξεκάθαρη η σχέση μεταξύ ριπτικής αποτελεσματικότητας και μυϊκής δύναμης χεριού ρίψης της μπάλας, εν τούτοις, η αξιολόγηση της δύναμης μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς για παραπέρα μελέτη σε επιλεγμένες γωνιακές ταχύτητες ή ακόμη και σε διαφορετική συνθήκη, π.χ. ισομετρική, καθώς και σε ειδικές γωνιακές θέσεις μέτρησης της δύναμης του χεριού ρίψης.

Τέλος τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας μπορούν να αποτελέσουν την απαρχή ερευνητικών αναζητήσεων στην προπονητική της σύγχρονης χειροσφαίρισης και ειδικά στην κατεύθυνση μελέτης διαφόρων ικανοτήτων (τεχνικών και τακτικών), έτσι όπως πραγματικά εξελίσσονται στη διάρκεια μιας αγωνιστικής δραστηριότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aggelousis, N., Mavromatis, G., Gourgoulis, V., Pollatou, E., Malliou, V. & Kioumartzoglou, E. (2001). Modifications of neuromuscular activity and improvement in performance of a novel motor skill. *Perceptual and Motor Skills*, 93, (1), 239-248.
- Alderink, G. and Kuck, D. (1986). Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7, (4), 163-172.
- Atwater, A. (1979). Biomechanics of overarm throwing movements and throwing injuries. *Exercise and Sport Science Reviews*, 43-85.
- Baltaci, G. and Tunay, B. (2004). Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14, 231-238.
- Bartlett, L.R., Storey, M. and Simons, B. (1989). Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 17, (1), 89-91.
- Bayios, I., Anastasopoulou, È., Sioudris, D. and Boudolos, K. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 229-235.
- Bayios I. and Boudolos, K. (1998). *Accuracy and throwing velocity in handball*. In Proceedings of the XVIth International Symposium on Biomechanics in Sports. Universitätsverlag Konstanz.
- Beach, M., Whitney, S. & Dickoff-Hoffman, S. (1992). Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 16, (6), 262-268.
- Bergemann, B. (1999). Analysis of selected physical and performance attributes of the United States Olympic team handball players: preliminary study. *The Sport Journal*, on line.
- Biener, K. (1982). Sportmedizinisches profil des handballspielers. *Sport medizin. Profile der Einzelsportarten*, 42-63.
- Bonnard, M., Sirin, A.V., Oddsson, L. & Thorstensson, A. (1994). Different strategies to compensate for the effects of fatigue revealed by neuromuscular adaptation processes in humans. *Neuroscience Letters*, 166, 101-105
- Bowne, M. (1960). Relationship of selected measures of acting body levers to ball throwing velocities. *Research Quarterly of Sports and Exercise*, 31, 392-402.
- Brisswalter, J and Arcelin, R. (1997). Influence of physical exercise on simple reaction time: effect of physical fitness. *Perceptual*

- and *Motor Skills*, 85, 1019-1027.
- Broer, M.R. and Houtz, S.J. (1967). *Patterns of Muscular Activity in Selected Sport Skills*. Springfield, Thomas.
- Brown, L., Niehues, S., Harrah, A., Yavorsky, P & Hirshman, P. (1988). Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 16, (6), 577-585.
- Burton, A. W., Greer, N.L. & Wiese, D.M. (1993). Variation in grasping and throwing patterns as a function of ball size. *Pediatric Exercise Science*, 5, 25-41.
- Cauraugh, J.H., Gabert, T.E. & White, J.J. (1990). Tennis serving velocity and accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 70, 719-722.
- Chandler, T., Kibler, W., Stracener, E., Ziegler, A. & Pace, B. (1992). Shoulder strength, power and endurance in college tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 20, 455-458.
- Chowdhary, A. and Challis. J. (1999). Timing accuracy in human throwing. *J. Theor. Biol.*, 201, 219-229.
- Clements, A., Ginn, K. & Hemley, E. (2001). Correlation between muscle strength and throwing speed in adolescent baseball players. *Physical Therapy in Sport*, 2, 123-131.
- Cook, E., Gray, V., Savinar-Nogue, E. & Medeiros, J. (1987). Shoulder antagonistic strength ratios: a comparison between college-level baseball pitchers and nonpitchers. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8, (9), 451-461.
- Czerwinski, J. (2000). Statistical analysis and remarks on the game character on the European Championship in Croatia. *Handball periodical, EHF*, 1, 5-10, Vienna, Austria.
- Czerwinski, J. (1995). The influence of technical abilities of players on the tactical selection in the handball game. *Handball periodical, EHF*, Vienna, Austria.
- Daish, B. (1972). *The physics of the ball game*. London.
- Danilov, A. (1985). *Motoricke predispozicije za priridno bacanje kao osnova efikasnosti obucavanje sutiranja kod mladih rukometasa*. Rukomet, (pp. 4-6), Teorja praktika fiz. Koulouri. Beograd.
- Davey, P., Thorpe, R. & Williams, C. (2002). Fatigue decreases tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 311-318.
- Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P. & Lessard, Y. (1987). Extent of anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 55-59.
- DeRenne, C., Buxton, B.P., Hetzler, R.K. & Ho, K.W. (1994). Effects of under and overweighed implement training on pitching velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8, 247-25.
- Dillman, C.J., Fleising, G.S. & Andrews, J.R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of*

- Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 18, 402-408.
- Eliasz, J. (1993). The relationship between throwing velocity and motor ability parameters of high performance handball players. *Ariel Dynamics Worldwide, On Line Reference Library*.
- Eliasz, J., Janiak, J. (1990). *Predkosc lotu pilki podczas rzutw w pilke recznej. Sport Wyczynowy*, 9/10, 309-310, 17-23.
- Ellenbecker, T.S. and Roetert. E.P (1999). Testing isokinetic muscular fatigue of shoulder internal and external rotation in elite junior tennis players. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 29, (5), 275-281.
- Ellenbecker, TVS and Mattalino, A.(1997). Concentric is kinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 25, (5), 323-328.
- Elliott, B., Grove, J.R., Gipson, B. & Thurston, B (1986). A three-dimensional cinematographic analysis of the fastball and curveball pitches in baseball. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2, (1), 20-28.
- Enoka, R. and Stuart, D. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 72, (5), 1631-1648.
- Falter, ME. and Dapena, J.(1986). Dynamics of the shoulder and elbow joints of the throwing arm during a baseball pitch. *International Journal of Sport Biomechanics* 2, 235-259.
- Feltner, M.E. (1989). Three-dimensional interactions in a two-segment kinetic chain. Part II: application to the throwing arm in baseball pitching. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 420-450.
- Ferris, D.P., Signorile, J.F. & Caruso, J.F. (1995). The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 32-36.
- Filliard, R. (1989). L' effet Doppler. *Science et Motricite*, 7, 42-44.
- Fitts, M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
- Fleck, S.J., Smith, S.L, Craid, M.W., Denabam, T., Snow, R.E. & Mitchel, M.L. (1992). Upper extremity isokinetic torque ant throwing velocity in team handball. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6, 120-124.
- Fleishman, E. (1972). On the relationship between abilities, learning and human performance. *American Psychologist*, 27, 1017-1032. Στο: *Εισαγωγή στη κινητική συμπεριφορά (1994)*, Ζέρβας, Ι. Αθήνα.
- Fleisig, G., Barrentine, S, Zheng, N., Escamilla, R. & Andrews, J. (1999). Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various level of development. *Journal of Biomechanics*, 32, 1371-1375.
- 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.
- Forestier, N. and Nougier, V. (1998). The effects of muscular fatigue on the coordination of a multijoint movement in human. *Neuroscience Letters*, 252, 187-190.
- Fradet, L., Botcazou, M., Durocher, C., Cretual, A., Multon, F., Prioux, J. & Delamarche, P. (2004). Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *Journal of Sports Sciences*, 22, 439-447.
- Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med*, 26, 225-232
- Heise, G. (1995). EMG changes in agonist muscles during practice of a multijoint throwing skill. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 5, (2), 81-94.
- Herring, R.M. and Chapman, A.E. (1992). Effects of changes in segmental values and timing of both torque and torque reversal in simulated throws. *Journal of Biomechanics*, 18, 409-414.
- Hirashima, M., Kudo, K. and Ohtsuki, T. (2003). Utilization and Compensation of Interaction Torques During Ball-Throwing Movements. *Journal of Neurophysiology*, 89, 1784-1796.
- 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 Sciences*, 20, 301-310.
- Hochmuth, G. (1984). *Biomechanik Sportlicher Bewegungen*. Berlin-Ost: Sportverlag.
- Hoff, J. and Almasbakk, B. (1995). The effects of maximum training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, (4), 255-258.
- Hong, D.A, Cheung, T.K and Roberts, E.M. (2001). A three-dimensional, six-segment chain analysis of forceful overarm throwing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11, 95-112.
- Hore, J., Watts, S. & Martin, J. (1996). Finger flexion does not contribute to ball speed in overarm throws. *Journal of Sports Sciences*, 14, 335-342.
- Hore J., Watts S., Martin, J. & Miller, B. (1995). Timing of finger opening and ball release in fast and accurate overarm throws. *Experimental Brain Research*, 103, (2), 277-286.
- Ignateva, V. (1980). Isledovanie sorevnotelnih nagrousok gandbolistov viscih razriadov. *Theoria I Praktika Fiz. Kulturi*, 9, 12-14.
- Ikegami, Y., Miura, M., Matsui, H. & Hashimoto, I. (1976). Biomechanical analysis of the javelin throw. *Biomechanics V-13, 1B*, 271-277.
- Indermill, C. and Husak, W.S. (1984). Relationship between speed and accuracy in an overarm throw. *Perceptual and Motor Skills*, 59, 219-222.
- Ives, J., Kroll, W. & Bultman, L. (1993). Rapid movement kinematic and electromyographic control characteristics in males and

- females. *Research Quarterly of Sports and Exercise*, 64, 274-283.
- Ivey, F., Calhoun, H., Rusche, K. & Bierschenk, J. (1985). Isokinetic testing of shoulder strength: Normal values. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66, 384-386.
- Jankelic, J. (1977). *Korelacija izmedju antropometrijskih o motorickih varijabli I dimenzija stadandnih ucila kao factor ranog usmaravanja u oblasti fizicke culture*. Doctoral dissertation, F.F.V., Beograd.
- Jankelic, J. (1973). *Biomechanicke karakteristike sutiranja bicem I njena uloga u savremenom vrhunskom rukometu*. IV Skola, Rukometa (pp. 79-124), Beograd.
- Jaworski, J., Krawczyk, A. & Norkowski, H. (1985). *Pilka reczna* (pp. 1-10), Warszawa.
- Jensen, B., Laursen, B. & Sjøgaard, G. (2000). Aspects of shoulder function in relation to exposure demands and fatigue – a mini review. *Clinical Biomechanics*, 15, (1), S17-S20.
- Jobe, W., Moynes, D., Tibone, E. & Perry, J. (1984). An EMG analysis of the shoulder in pitching. *The American Journal of Sports Medicine*, 12, (3), 128-220.
- Joris, H., van Muyen, E., van Ingen Schenau, G. and Kemper H. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of Biomechanics*, 18, (6), 409-414.
- Kastner, I., Pollany, R. & Sobotha, R. (1978). Der Sclangwurf im handball. *Leistungsport*, 4, 287-297.
- Kaziev, M., Golomazov, C., Baslikov, I. & Blasova, I. (1986). Soversehstvovanie priema miatza pri raziznih sotzetaniiah vremeni prosiezivanja i skorosti poleta. *Theoria i Practica Fizitzeskoi Koultouri*, 7, 48-51.
- Komi, P.V (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effect of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerci. Sports. Sci. Rev./ACSM*, 12, 169-179.
- Kotzamanidis, C., Karakechagias, A., Kyparos, A., Giavroglou, A. & Tsarouhas, R. (1995). The relationship between the physical and strength variables of the lower limbs and the velocity of ball release in various types of handball throws. *EHF Handball*.
- Kotzamanidis, C., Chatzikotoulas, K. & Giannakos, A. (1999). Optimization of the training plan of the handball game. *Handball. Periodical for coaches, referees and lectures*, 6, (2), 64-71.
- Kreighbaum, E. and Barthels, K.M. (1981). *Biomechanics, a Qualitative Approach for Studying Human Movement*. Mineapolis: Burgers.
- Kristev, N. (1980). *Basketball, Volleyball, Handball. Ispitni isiskavnia i konstrolni normativo po teoria i praktika*. Sofia.
- 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.
- Lee, H.M., Liau, J.J., Cheng, C.K.,

- Tan, C.M & Shih, J.T. (2003). Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clinical Biomechanics*, 18, 843-847.
- Lidor, R., Argov, E. & Daniel, S. (1998). An exploratory study of perceptual-motor abilities of woman: novice and skilled players of team handball. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 279-288.
- Linnamo, V., Newton, R.U., Häkkinen, K., Komi, P.V., Davie, A., McGuigan, M. & Triplett-Mcbride, T. (2000). Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10, 417-424.
- MacMaster, C., Long, C. & Caiozzo V. (1991). Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *The American Journal of Sports Medicine*, 19, (1), 72-75.
- Menschel, C., Stein & Fahmann, L. (1981). *Handball*. Sportverlag, Berlin.
- Manske, R., Tajchman, C., Stranghoner, T. & Ellenbecker, T. (2004). Difference in isokinetic torque acceleration energy of the rotator cuff: competitive male pitchers versus male nonathletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Mero, A., Komi, P.V., Korjus, T., Navarro, E and Gregor, R.J. (1994). Body segment contribution to javelin throwing during final thrust phases. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 166-177.
- Mikkelsen, F. and Olesen, M. (1977). Maximal ballhastighet. *Idrottsfysiologi*, 18, 30-37.
- Miyashita, M., Tsunoda, T., Sakurai, S., Nishizono, H. & Mizuno, T. (1980). Muscular activities in the tennis serve and overhead throwing. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 2, (2), 52-58.
- Muller, E. (1982). Zur Bewegungsubertragung bei Wurfbewegungen: Eine biokinematische und electromyographische analyse von wurfbewegungen mit handballen. *Leistungssport*, 12 (4), 52-58.
- Mulligan, IJ, Biddington, WB, Barnhard, BD & Ellenbecker TS. Isokinetic profile of shoulder internal and external rotators of high school aged baseball pitchers. *Strength and Conditioning Research*, 18, (4), 861-866
- Murata, A. (2001). Shoulder joint movement of the non-throwing arm during baseball pitch – comparison between skilled and unskilled pitchers. *Journal of Biomechanics*, 34, 1643-1647.
- Murray, T., Cook, T., Werner, S., Schlege, T. & Hawkins, R. (2001). The effects of extended play on professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, (2), 137-14.
- Neil, GI. and Mezey, A. (1981). *Modern team handball, beginner to expert*. Physical Education Department. McGill University, Montreal, Canada.
- Newsham, K., Keith, C., Saunders, J. & Goffinett, S. (1998). Isokinetic profile of baseball pitchers' internal/external rotation 180, 300, 450° * s⁻¹. *Medicine & Science in Sports &*

- Exercise*, 30, (10), 1489-1495.
- Newton, R.U., Murphy, A.J., Humphries, B.J., Wilson, G.J., Kraemer, W.J. & Häkkinen, K. (1997). Influence of load and stretch-shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 333-342.
- Noffal, G. (2003). Isokinetic Eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *The American Journal of Sports Medicine*, 31, (4), 537-541.
- Osternig, L. (1986). Isokinetic dynamometry: Implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14, 45-80.
- Panariello, R. (1991). The closed kinetic chain in strength training. *National Strength and Conditioning Association*, 13, 29-33.
- Pappas, A.M., Zawacki, R.M & McCarthy, C.F. (1985). Rehabilitation of the pitching shoulder. *American Journal of Sports Medicine*, 13, 223-235.
- Pauwels, J. (1976). *The relationship between somatic development and motor ability, and throwing velocity in handball for secondary school students*. Biomechanics of Sports and Kinanthropometry. University of Leuven, Symposia Specialist Inc. (pp 357-369).
- Pawlowski, D. and Perrin, D. (1989). Relationship between shoulder and elbow isokinetic peak torque, torque acceleration energy, average power, and total work and throwing velocity in intercollegiate pitchers. *Athletic Training*, 24, 129-131.
- Pedegana, L.R., Elsner, R.C., Roberts, D., Lang, I. & Farewell, V. (1982). The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *American Journal of Sports Medicine*, 10, 352-354.
- Perrin, D. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*. Champaign IL. Human Kinetics Publishers.
- Perš, J., Bon, M., Kovačič, S., Šibila, M. & Dežman, B. (2002). Observation and analysis of large-scale human motion. *Human Movement Science*, 21, 295-311.
- Pezarat-Correia, P., Veloso, A., Armada, P., Bentes, L., Coelho, L. & Santos, P. (1996). *The muscular pattern in elbow ballistic extension during shot at goal in the handball*. First Annual Congress Frontiers in Sport Science, Sport Science Faculty, University of Nice, France.
- Plagenhoef, S. (1971). *Patterns of Human Motion : A cinematographic analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Pokrajac, B. (1979). *Zavisnost pocetne brzine elementarnih bacanja u rukometnom sportu od aktuelnih antropometrijskih dimenzija, nivoa repetitivnog potencijala aktuelnih misicnih grupa I stepena uvezbanosti kod ombladinaca od 19-20 godine*. Master's Thesis. University of Belgrade.
- Rannou, F., Priou, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A. & Delamarche, P. (2001).

- Physiological profile of handball players. *The Journal of Medicine and Physical Fitness*, 41, 349-353.
- Rikli, RE. (1991). Softball for boys and girls: Skills test manual. VA : AAHPERD, Reston.
- Rodacki, A., Fowler, N. & Bennett, S. (2001). Multi-segment coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, (7), 1157-1167.
- Sakurai, M. and Miyasita, M. (1983). Development aspects of overarm throwing related to age and sex. *Human Movement Science*, 2, 67-76.
- Schmidt, R., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J. & Quinn, J. (1979). Motor output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Reviews*, 86, 415-451
- Sichelschmidt, P. and Klein, G.D. (1986). *Belastungssteuerung in training*. Handballtraining 7.
- Singer, E. (1983). *Hallenhandball Technik – Taktik – Konditionsarbeit*. Stuttgart.
- Thomas, J.R and French, K.E. (1985). Gender differences across age in motor performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 98, 260-282.
- Tomporowski, P. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 112, 297-324.
- Toyoshima, S., Hoshikawa, T., Miyashita, M. & Oguri, T. (1974). *Contribution of the body parts to throwing performance*. In: Nelson R.C, Morehouse, C.A. (eds). *Biomechanics IV*. University Park Press, Baltimore.
- Tripp, B., Boswell, L., Gansneder, B. & Shultz, S. (2004). Functional fatigue decreases 3-dimensional multijoint position reproduction acuity in the overhead-throwing athlete. *Journal of Athletic Training*, 39, (4), 316-320.
- van den Tillaar, R. & Ettema G. (2003). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 423- 434.
- van den Tillaar, R. & Ettema G. (2003). Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team handball players. *Perceptual and Motor Skills*, 97, 731-742.
- van Den Tillaar, R. and Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 91, (4), 413-418.
- Wallace, B. and Cardinale, M. (1997). Conditioning for team Handball. *Strength and Conditioning*, 19, (6), 7-12.
- Watts, S., Pessoto, i. & Hore, J. (2004). A simple rule for controlling overarm throws to different targets. *Experimental Brain Research*, 159, (3), 329-339.
- Wickstrom, R.L. (1977). *Fundamental motor patterns*, (pp. 91-117). Philadelphia. Lea & Febiger.
- Zahalka, F., Tuma, M. & Bunk, V. (1997). *.3D analysis of men's and women's jump shot in handball*. Second Annual Congress of the European College of Sport Science. Book of Abstracts I (pp360-361). Copenhagen, Denmark.
- Zatsiorsky, V., Lanka, G. & Shalmanov, A. (1981). *Biomechanical analysis of shot*

- putting technique. *Exercise and Sport Science Reviews*, 9, 353-389.
- Κόλλιας, Η. (1977). *Βιοκινητική της αθλητικής κίνησης*. Θεσσαλονίκη.
- Κουτουλούλης, Α. (2000). *Η επίδραση της ρίψης 7 μέτρων στο τελικό αποτέλεσμα της χειροσφαίρισης*. Β' Συνέδριο Αθλητισμός κατά την Παιδική και Εφηβική Ηλικία. Θεσσαλονίκη.
- Μπάγιος, Ι. (1998). *Παράγοντες που επηρεάζουν την ευστοχία και την ταχύτητα ρίψης στη χειροσφαίριση*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τ.Ε.Φ.Α.Α., Αθήνα.
- Μπουντόλος, Κ. (1996). *Αθλητική Βιομηχανική*. Αθήνα
- Σκούφας, Δ. (2003). *Αξιολόγηση μεθόδων προπόνησης για την βελτίωση της ταχύτητας απελευθέρωσης της μπάλας στη βασική ρίψη χωρίς φόρα*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Ε.Φ.Α.Α., Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

I	Γραπτή συναίνεση και αποδοχή διαδικασιών μέτρησης	59
II	Πρωτόκολλα μετρήσεων	60
	Πρωτόκολλο καταγραφής ταχύτητας μπάλας, ευστοχίας και διανυθείσας απόστασης	61
	Πρωτόκολλο ισοκινητικής αξιολόγησης	62
III	Παράθεση δεδομένων	63
	Χαρακτηριστικά δείγματος και διανυθείσες αποστάσεις	63
	Δεδομένα ροπής δύναμης 60 deg/s	64
	Δεδομένα ροπής δύναμης 180 deg/s	65
	Δεδομένα ροπής δύναμης 300 deg/s	66
	Δεδομένα σχέσης έξω / έσω στροφής ώμου	67
	Δεδομένα μέσης και μέγιστης ΚΣ	67
	Δεδομένα δείκτη αποτελεσματικότητας	67
	Δεδομένα χρονικής στιγμής εμφάνισης μέγιστων ταχυτήτων αρθρώσεων	68
	Δεδομένα γραμμικών ταχυτήτων αρθρώσεων	68

ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΗΣ.....

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
 ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
 ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
 Εργαστήριο Αθλητικής Βιο-μηχανικής
 Καθηγητής Κωνσταντίνος Δ. ΜΠΟΥΝΤΟΛΟΣ

Γραπτή Συναίνεση και Αποδοχή των Διαδικασιών Μέτρησης

η κάτωθι υπογεγραμμένη.....

δηλώνω ότι έχω ενημερωθεί για το σκοπό και τις διαδικασίες της έρευνας με θέμα: “*Επίδραση προσομοιωμένων αγωνιστικών δραστηριοτήτων στην αποτελεσματικότητα της ρίψης πάνω από τον ώμο στη χειροσφαίριση*” που διεξάγεται στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος « Βιολογία της Άσκησης ». Μου έγιναν γνωστές οι μετρήσεις και οι δοκιμασίες που πρόκειται να υποβληθώ και οι κίνδυνοι που πιθανώς να προκύψουν από αυτές. Γνωρίζω ότι λαμβάνονται όλα τα μέτρα από τους διεξάγοντες την έρευνα για την αποφυγή οποιουδήποτε σωματικού τραυματισμού και λαμβάνω μέρος στις μετρήσεις συνειδητά και αβίαστα με σκοπό να βοηθήσω στη συλλογή πληροφοριών για την παραγωγή καινούργιας γνώσης.

Μου είναι σαφές ότι μπορώ να αποσύρω την συμμετοχή μου και να αποχωρήσω σε οποιοδήποτε στάδιο των μετρήσεων, χωρίς να χρειάζεται να δικαιολογήσω την απόφασή μου και χωρίς να υποστώ οποιαδήποτε επίπτωση. Έχω λάβει τη διαβεβαίωση ότι τα προσωπικά μου στοιχεία και τα δεδομένα από τις μετρήσεις είναι αυστηρά εμπιστευτικά και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για τους γνωστούς σε μένα σκοπούς της έρευνας. Θα μπορώ να έχω πρόσβαση σ’ αυτά μετά από συνεννόηση με τους υπευθύνους.

Έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω συναινώ να λάβω μέρος ως δοκιμαζόμενη στη συγκεκριμένη εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχω στις δοκιμασίες που προβλέπονται από το πρωτόκολλο της έρευνας ακολουθώντας τις οδηγίες των υπευθύνων της έρευνας.

Ημερομηνία

.....

Υπεύθυνος εργασίας

.....

Η δοκιμαζόμενη

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ &
ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ
& ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΣΚΗΣΗΣ

Εργαστήριο Αθλητικής Βιο-μηχανικής
Καθηγητής Κωνσταντίνος Δ. ΜΠΟΥΝΤΟΛΟΣ

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Όνοματεπώνυμο:	Προπονητική εμπειρία:
Ημερομηνία Γέννησης :	Τηλέφωνο:
Διεύθυνση:	Σύλλογος:

Σωμ. Ανάστημα:	Λήψη υγρών :
Σωμ Βάρος 1:	Σωμ. Βάρος 2:

Εξεταστές: 1.	2
---------------	---

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΠΑΛΑΣ - ΕΥΣΤΟΧΙΑΣ & ΔΙΑΝΥΘΕΙΣΑΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ :

ΚΩΔΙΚΟΣ. :

ΤΑΧΥΤΗΤΑ - ΕΥΣΤΟΧΙΑ

Χ Κ	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

A	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

B	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

Γ	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

Δ	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

E	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

ΣΤ	1H	2H	3H	ΜΟ
Km/h				
Cm				

CIRCUIT

A				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

1B	2 E	3 AT	4 AN	5 B	6 GT
----	-----	------	------	-----	------

B				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

1B	2 E	3 AT	4 AN	5 B	6 GT
----	-----	------	------	-----	------

Γ				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

1B	2 E	3 AT	4 AN	5 B	6 GT
----	-----	------	------	-----	------

Δ				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

1B	2 E	3 AT	4 AN	5 B	6 GT
----	-----	------	------	-----	------

E				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

1B	2 E	3 AT	4 AN	5 B	6 GT
----	-----	------	------	-----	------

ΣΤ				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

1B	2 E	3 AT	4 AN	5 B	6 GT
----	-----	------	------	-----	------

ΓΡΗΓΟΡΟ ΤΕΜΠΟ : 10-15 Km / h

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤ : 17 - 20 Km / h

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΟΝ/ΜΟ :

ΚΩΔΙΚΟΣ:

ΠΡΙΝ	2η	ΓΘ	3η	ΓΘ	4η	ΓΘ	ΜΟ ΡΟΠΗ	ΜΟ ΓΩΝ.ΘΕΣΗ	ΕΞΩ / ΕΣΩ
60 ΕΣΩ									
60 ΕΞΩ									
180 ΕΣΩ									
180 ΕΞΩ									
300 ΕΣΩ									
300 ΕΞΩ									
ΜΕΣΗ									
60 ΕΣΩ									
60 ΕΞΩ									
180 ΕΣΩ									
180 ΕΞΩ									
300 ΕΣΩ									
300 ΕΞΩ									
ΤΕΛΟΣ									
60 ΕΣΩ									
60 ΕΞΩ									
180 ΕΣΩ									
180 ΕΞΩ									
300 ΕΣΩ									
300 ΕΞΩ									

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΥΘΕΙΣΣΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

Α/Α	ΗΛΙΚΙΑ	ΥΨΟΣ	ΑΕ	ΒΑΡΟΣ 1	ΒΑΡΟΣ 2	Λ. ΥΓΡΩΝ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	A	B	C	D	E	F	
01	SI	19.66	1.71	9	62.8	61.3	1.5	5320	930	900	826	980	935	750
02	LF	21.19	1.72	12	60.4	59.3	0.5	5926	1000	1100	826	1100	1100	800
03	MM	24.52	1.87	8	70	68.9	1	5955	1100	1100	1000	1100	855	800
04	PF	18.65	1.72	6	63.7	61.5	0.9	5344	930	866	900	930	930	788
05	EM	21.39	1.75	9	74.9	73.2	1	5328	1000	881	744	1000	866	837
06	TE	19.42	1.63	8	63.5	62.15	1.35	5378	926	1000	800	926	866	860
07	TE	21.64	1.63	8	58.1	56.7	0.8	5536	926	946	900	1000	926	838
08	XK	21.58	1.67	12	57	56.1	0.5	5355	963	963	800	900	846	783
09	SK	19.29	1.61	8	51.6	49.2	0.9	5929	1100	1000	900	1083	1000	846
10	PX	17.09	1.56	6	53	52	0.5	5950	1000	1055	1000	1000	1055	845
11	DA	23.59	1.72	10	61.6	60.8	0.5	5370	1015	1000	855	845	855	800
12	KE	19.29	1.76	8	69	68	0.5	5325	1000	915	785	1000	870	755
13	HE	19.20	1.62	8	59.5	58.05	1.45	5496	1015	1000	700	926	1000	855
14	AT	19.05	1.58	6	60.5	59.6	1	5312	1000	1000	800	957	900	655
15	MB	21.20	1.67	9	63.3	61.7	0.8	5581	1100	926	900	1000	900	755
16	MN	21.20	1.67	9	69.1	67.65	0.75	5926	1000	1000	900	1100	1026	900

Επίδραση ΠΑΔ στη Ριπτική Αποτελεσματικότητα και σχέση με Δυναμική Χεριού Ρίψης

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΡΟΠΗΣ 60 deg / sec

A/A	60 Α ΕΣΩ			60 Α ΕΞΩ			60 Β ΕΣΩ			60 Β ΕΞΩ			60 Γ ΕΣΩ			60 Γ ΕΞΩ			
	ΡΟΠΗ	ΓΘ	ΡΟΠ	ΡΟΠΗ	ΓΘ	ΡΟΠΗ	ΡΟΠΗ	ΓΘ	ΡΟΠΗ	ΡΟΠΗ	ΓΘ	ΡΟΠΗ	ΡΟΠΗ	ΓΘ	ΡΟΠΗ	ΡΟΠΗ	ΓΘ		
	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	
01 SI	1H	17.73	17.60	79.36	11.85	11.73	92.47	21.18	20.74	43.25	16.09	15.07	118.02	22.77	22.20	74.03	15.87	14.34	27.13
	2H	17.73		104.74	11.42		86.08	20.43		38.69	13.96		109.89	21.34		39.62	13.63		29.89
	3H	17.34		104.58	11.93		87.48	20.60		33.81	15.16		101.20	22.49		45.43	13.53		27.13
02 LF	1H	23.61	22.36	37.98	17.51	17.27	115.28	20.22	18.55	88.52	16.81	16.52	108.25	20.00	18.60	45.55	17.15	16.28	61.90
	2H	20.90		45.01	17.11		109.60	18.49		34.74	15.34		116.63	18.17		110.41	15.78		55.28
	3H	22.55		39.60	17.20		112.58	16.92		34.33	17.40		120.68	17.63		32.30	15.91		107.13
03 MV	1H	23.62	21.29	62.37	22.06	20.07	107.96	22.96	20.44	90.48	21.79	21.49	94.58	19.12	17.96	98.67	23.74	22.89	100.99
	2H	20.36		62.10	18.20		106.32	20.02		100.59	20.61		86.12	17.89		113.96	23.49		100.62
	3H	19.88		56.91	19.94		104.13	18.34		29.89	22.07		103.45	16.86		31.80	21.45		104.68
04 PF	1H	22.60	18.17	35.91	20.97	18.37	103.26	21.31	19.25	34.01	20.30	18.69	113.08	17.60	16.48	34.63	13.56	15.46	104.81
	2H	16.72		34.35	17.28		116.29	18.26		42.10	18.01		109.32	16.22		30.03	15.80		122.94
	3H	15.18		36.20	16.85		120.66	18.18		38.60	17.76		102.32	15.61		32.76	17.04		117.62
05 EM	1H	20.68	18.60	24.08	18.91	18.95	121.11	18.19	18.84	30.91	18.36	18.13	123.66	20.22	20.76	30.50	19.63	19.15	119.75
	2H	17.71		21.99	19.11		120.31	20.68		28.25	17.32		120.95	21.31		25.92	19.96		88.25
	3H	17.40		26.36	18.82		120.82	17.66		31.64	18.70		50.96	20.75		30.95	17.86		83.12
06 TE	1H	19.17	18.38	26.31	21.87	20.66	122.31	18.59	17.25	38.08	17.69	16.02	107.99	21.15	22.10	70.41	19.19	17.18	117.82
	2H	18.09		25.33	21.76		115.99	15.73		34.46	15.05		122.31	22.10		45.01	16.12		125.28
	3H	17.87		47.64	18.37		121.22	17.43		90.95	15.33		118.52	23.05		41.91	16.23		104.46
07 SG	1H	21.24	19.41	25.28	15.17	14.25	127.98	20.81	21.08	28.79	14.96	14.38	125.41	23.32	23.42	27.71	16.17	15.80	113.66
	2H	19.34		29.87	14.27		130.41	20.89		31.49	13.84		97.71	24.07		30.41	15.02		86.09
	3H	17.66		23.66	13.31		121.22	21.54		20.41	14.35		122.44	22.86		27.71	16.23		125.55
08 XK	1H	24.22	22.75		10.89	10.34	92.80	23.65	23.58	70.30	9.90	9.68	102.62	24.74	23.32	76.68	14.07	13.69	114.22
	2H	22.76			9.92		140.02	24.43		76.96	9.65		104.21	23.62		69.21	14.18		115.30
	3H	21.26			10.22		132.73	22.66		94.70	9.50		117.52	21.60		62.70	12.81		63.01
09 SK	1H	9.23	9.24	23.33	7.45	6.63	97.54	12.12	11.85	22.93	13.54	12.08	109.97	11.19	10.16	22.65	10.97	10.69	114.84
	2H	9.53		19.94	6.17		96.73	11.80		19.95	12.03		113.22	9.08		20.76	10.84		110.51
	3H	8.96		21.80	6.28		99.29	11.63		21.85	10.66		109.16	10.22		22.12	10.27		111.59
10 PX	1H	25.57	25.62	36.72	15.96	15.75	124.57	19.40	18.03	28.33	13.82	13.59	130.52	19.07	19.87	24.14	11.62	10.93	125.11
	2H	26.23		34.96	16.61		125.25	17.70		24.55	13.95		120.51	20.18		37.53	10.34		125.65
	3H	25.07		28.88	14.68		125.92	16.98		27.39	12.99		121.33	20.36		36.72	10.83		121.60
11 DA	1H	21.18	23.09	65.10	14.11	13.33	117.00	26.91	26.90	39.69	12.01	11.69	129.98	23.88	23.04		13.53	12.48	114.30
	2H	23.18		34.82	13.38		116.59	27.55		32.12	11.36		128.49	22.05			12.44		120.38
	3H	24.92		38.61	12.50		122.95	26.23		32.12	11.71		119.97	23.20			11.46		119.16
12 KE	1H	17.52	18.97	35.22	17.39	15.42	117.56	17.32	17.18	42.75	12.91	12.19	122.94	22.83	23.12	42.75	12.21	11.55	62.66
	2H	20.50		38.45	14.68		123.47	16.33		42.75	12.42		114.89	23.82		29.30	11.03		124.55
	3H	18.88		38.45	14.18		124.01	17.90		43.83	11.24		40.60	22.72		27.69	11.40		124.55
13 HE	1H	23.76	23.57	40.19	13.82	11.96	81.16	24.74	25.70	43.42	13.81	13.10	46.65	28.48	25.89	47.73	11.96	10.37	69.30
	2H	23.08		24.00	12.02		79.00	27.28		38.02	12.69		55.28	23.63		40.19	11.77		75.23
	3H	23.88		67.14	10.04		116.75	25.08		45.58	12.81		52.58	25.56		42.34	7.36		14.30
14 AT	1H	19.61	18.30	39.10	14.38	13.35	97.34	19.72	16.36	32.91	14.79	14.20	117.83	19.77	18.13	41.74	13.81	14.25	117.05
	2H	18.49		43.96	13.15		110.28	15.07		19.69	13.65		123.49	17.80		31.56	14.71		107.35
	3H	16.80		31.56	12.53		108.66	14.28		31.76	14.17		115.67	16.83		30.27	14.24		123.45
15 MB	1H	18.73	17.98	29.15	13.00	12.94	126.56	19.24	19.16	29.23	13.51	13.43	125.44	19.37	18.93	42.83	13.50	13.45	112.31
	2H	16.91		40.19	12.75		49.60	18.93		44.59	13.32		75.17	18.69		29.69	13.36		106.55
	3H	18.31		29.69	13.06		103.42	19.32		30.61	13.45		112.23	18.71		29.25	13.50		125.52
16 MN	1H	24.02	25.42	50.43	19.86	20.35	122.14	24.22	24.68	49.86	19.91	20.50	104.39	24.80	25.36	47.17	18.82	19.50	107.16
	2H	24.10		49.89	20.45		105.97	24.27		51.68	20.49		103.37	25.22		48.83	19.52		98.17
	3H	28.15		50.96	20.73		99.49	25.54		43.85	21.11		108.31	26.05		50.42	20.15		103.37

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΡΟΠΗΣ 180 deg / sec

A/A	180 A ΕΞΩ			180 A ΕΞΩ			180 Β ΕΞΩ			180 Β ΕΞΩ			180 Γ ΕΞΩ			180 Γ ΕΞΩ					
	ΡΟΠΗ		ΓΘ	ΡΟΠΗ		ΓΘ	ΡΟΠΗ		ΓΘ	ΡΟΠΗ		ΓΘ	ΡΟΠΗ		ΓΘ	ΡΟΠΗ		ΓΘ			
	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg	Nm	MO	deg
01 SI	1H	14.10	14.18	104.22	11.66	11.35	76.16	14.09	14.40	104.65	11.48	10.99	75.68	13.88	13.84	123.12	10.16	9.84	94.21		
	2H	14.00		111.91	11.75		84.66	14.39		112.86	11.53		84.93	14.77		108.15	8.96		74.90		
	3H	14.42		108.17	10.64		77.82	14.72		104.08	9.96		78.68	12.88		124.41	10.40		33.89		
02 LF	1H	13.25	13.06	59.55	13.13	12.91	73.79	13.31	12.84	105.28	12.19	10.79	72.71	14.01	12.87	82.58	13.20	11.38	43.39		
	2H	12.07		65.82	13.24		82.58	12.63		79.60	10.33		38.52	12.95		82.85	10.91		32.03		
	3H	13.87		63.66	12.38		79.06	12.57		136.16	9.84		67.44	11.64		78.12	10.03		44.20		
03 MM	1H	18.69	17.55	97.28	19.00	17.66	70.97	18.94	17.87	99.77	18.83	18.16	80.63	17.07	15.89	98.58	19.36	17.91	73.83		
	2H	18.13		99.12	17.88		76.84	17.59		101.63	18.13		77.52	14.88		100.59	17.60		66.60		
	3H	15.82		105.62	16.09		66.52	17.07		91.49	17.51		86.12	15.73		99.77	16.79		62.23		
04 PF	1H	18.87	16.71	93.45	15.81	15.19	85.05	12.87	13.34	79.05	13.92	13.87	72.16	10.13	11.15	66.01	12.00	11.70	96.36		
	2H	16.49		91.00	15.08		76.62	14.33		99.38	14.75		88.48	10.82		70.24	11.69		97.20		
	3H	14.75		83.95	14.69		76.40	12.82		79.92	12.93		89.17	12.51		59.93	11.41		95.85		
05 EM	1H	11.11	11.56	50.29	15.03	14.20	87.44	12.22	11.27	47.76	13.23	12.65	82.58	12.23	12.84	53.24	15.08	14.65	95.28		
	2H	11.14		48.43	14.49		86.77	10.49		65.11	13.17		94.38	13.50		55.82	15.22		92.30		
	3H	12.42		50.02	13.09		88.94	11.08		49.12	11.55		97.12	12.77		51.10	13.66		91.63		
06 TE	1H	11.44	12.32	50.96	14.55	14.27	85.01	13.93	14.21	60.16	12.34	12.52	73.93	18.95	17.81	65.28	12.90	12.32	91.95		
	2H	12.93		64.86	14.58		96.21	14.58		63.38	13.88		85.70	17.97		67.98	13.58		70.95		
	3H	12.58		64.84	13.68		90.52	14.11		67.17	11.35		95.77	16.51		76.48	10.47		63.11		
07 SG	1H	14.50	14.55	75.95	11.27	11.67	69.06	13.86	13.53	56.36	10.32	9.31	78.52	14.96	15.58	100.28	11.85	10.74	67.98		
	2H	14.64		73.38	11.91		70.41	14.77		75.01	8.80		47.71	15.32		68.52	10.06		61.76		
	3H	14.50		74.20	11.84		61.72	11.97		75.28	8.80		61.22	16.47		83.39	10.31		55.28		
08 XK	1H	13.15	12.83	103.10	6.44	5.47	120.05	15.68	15.66	99.14	6.06	6.57	79.18	15.72	15.51	92.80	6.76	6.55	118.47		
	2H	12.98		96.92	4.95		97.40	15.50		93.12	6.87		56.68	15.79		90.27	6.26		118.15		
	3H	12.37		108.17	5.01		96.85	15.81		102.94	6.77		60.31	15.02		86.78	6.64		116.89		
09 SK	1H	7.39	7.47	64.29	7.59	6.70	100.24	6.82	5.96	53.75	7.49	6.81	96.73	6.00	5.37	49.96	7.06	6.33	85.64		
	2H	7.57		64.29	6.30		93.89	5.83		52.67	6.73		89.16	5.44		44.56	6.68		90.51		
	3H	7.46		53.34	6.21		100.78	5.24		47.80	6.23		85.64	4.67		53.21	5.26		79.83		
10 PX	1H	16.84	17.22	57.13	10.63	10.88	88.89	13.51	13.53	51.58	8.76	8.78	99.16	16.48	15.58	63.21	9.34	9.13	80.51		
	2H	17.80		53.75	10.72		88.08	13.95		49.69	9.17		86.18	15.71		61.86	8.97		67.53		
	3H	17.02		57.80	11.30		89.56	13.14		45.37	8.42		96.46	14.56		69.97	9.09		60.37		
11 DA	1H	13.52	13.85	71.05	7.58	8.52	97.54	13.19	13.83	53.75	4.06	5.10	110.65	12.33	11.25		4.43		4.51		
	2H	13.26		72.26	9.21		97.54	13.31		63.21	5.50		88.48	9.58			3.76				
	3H	14.78		75.91	8.79		104.02	15.00		60.78	5.73		110.65	11.84			5.33				
12 KE	1H	13.03	12.60	76.12	7.50	7.17	95.50	8.98	8.13	55.13	7.30	6.79	81.50	8.44	8.35	94.96	3.39	3.39	55.94		
	2H	12.86		65.36	7.21		93.34	8.68		65.36	6.00		72.35	8.92		83.66	3.33		23.92		
	3H	11.91		57.28	6.82		81.50	6.74		64.29	7.07		55.94	7.69		95.50	3.45		24.46		
13 HE	1H	14.87	14.71	84.93	10.20	9.13	44.50	18.91	17.90	63.37	6.49	6.12	23.46	19.29	17.55	69.83	9.09	7.61	25.09		
	2H	15.01		82.24	10.14		26.17	17.60		79.00	6.19		44.76	17.88		76.85	7.31		27.24		
	3H	14.26		87.10	7.06		50.16	17.20		83.32	5.68		22.92	15.49		77.39	6.42		27.24		
14 AT	1H	10.04	9.20	66.34	8.55	8.22	69.83	8.86	8.39	62.83	7.40	7.74	70.92	9.69	9.22	62.67	8.17	7.92	70.82		
	2H	9.39		68.22	8.05		62.83	8.40		54.20	8.24		61.75	9.12		57.84	7.71		69.81		
	3H	8.18		82.78	8.05		56.90	7.90		68.22	7.59		46.65	8.86		50.56	7.90		63.54		
15 MB	1H	9.67	9.59	74.63	9.61	9.19	73.82	9.95	9.17	79.74	8.20	8.05	31.31	9.10	8.34	64.67	7.73	7.00	52.83		
	2H	10.00		69.25	9.36		63.60	8.82		56.07	8.13		53.91	6.69		64.13	7.16		60.63		
	3H	9.08		81.89	8.59		30.50	8.75		73.28	7.82		62.52	9.22		64.67	6.10		64.94		
16 MN	1H	15.92	16.56	79.00	14.77	13.20	76.85	15.61	14.51	71.46	13.75	12.33	72.80	16.88	16.60	107.04	12.82	12.00	49.89		
	2H	16.51		79.00	12.75		67.41	14.93		76.85	11.20		66.06	17.04		69.30	11.27		52.04		
	3H	17.25		81.43	12.08		66.06	13.00		75.23	12.04		66.06	15.86		70.38	11.92		54.20		

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΡΟΠΗΣ 300 deg / sec

Α/Α	ΡΟΠΗ	300 Α ΕΞΩ			300 Β ΕΞΩ			300 Β ΕΞΩ			300 Γ ΕΞΩ			300 Γ ΕΞΩ					
		Nm	ΜΟ	deg	Nm	ΜΟ	deg	Nm	ΜΟ	deg	Nm	ΜΟ	deg	Nm	ΜΟ	deg			
01 SI	1H	12.02	12.28	122.1	9.04	8.32	67.5	12.40	12.50	118.6	9.18	9.09	52.8	10.54	10.74	104.7	9.62	8.92	84.3
	2H	12.32		123.2	8.33		63.4	12.84		120.9	9.22		66.1	10.66		118.7	9.09		67.5
	3H	12.50		112.5	7.59		49.6	12.25		123.5	8.86		45.4	11.02		112.2	8.05		76.2
02 LF	1H	9.94	9.45	103.4	9.16	8.47	67.3	9.38	9.31	101.8	7.84	7.39	78.0	10.04	9.65	115.3	7.74	7.17	43.4
	2H	9.35		98.7	8.31		65.7	9.21		103.9	7.05		69.5	9.42		113.1	7.57		42.8
	3H	9.06		92.8	7.94		49.5	9.32		108.3	7.27		56.4	9.48		110.4	6.20		49.4
03 MM	1H	12.62	12.34	100.7	10.88	10.28	49.7	11.63	10.61	112.3	11.70	11.21	38.3	12.47	12.57	123.6	13.35	12.95	54.8
	2H	12.62		101.0	10.10		49.2	10.33		111.0	10.20		40.0	13.06		116.7	13.46		67.6
	3H	11.78		100.9	9.85		50.9	9.86		117.4	11.73		32.6	12.19		116.1	12.03		54.4
04 PF	1H	13.42	12.77	110.4	11.40	11.09	75.6	10.30	10.96	104.2	11.25	10.66	77.7	6.81	7.51	92.8	8.15	7.07	84.2
	2H	12.89		120.7	11.09		60.2	10.56		98.7	10.11		73.0	6.98		103.5	6.91		84.2
	3H	11.99		114.4	10.77		76.4	12.01		96.4	10.61		79.1	8.73		86.7	6.16		94.6
05 EM	1H	8.17	7.86	94.1	7.64	7.51	62.3	8.25	8.02	74.1	7.91	8.61	65.8	9.69	9.54	74.4	10.96	11.19	63.2
	2H	7.36		95.9	7.14		59.3	7.88		71.8	9.35		67.8	9.40		71.9	11.55		71.9
	3H	8.06		74.9	7.76		56.1	7.92		71.2	8.58		71.0	9.53		70.6	11.05		71.5
06 TE	1H	6.27	6.47	63.7	6.46	6.58	75.8	9.80	9.65	77.2	6.86	6.95	83.5	11.49	11.63	83.5	7.94	7.97	81.8
	2H	6.08		78.8	6.77		75.3	9.72		85.3	6.80		79.1	11.61		83.4	7.69		78.0
	3H	7.06		68.5	6.50		76.9	9.41		71.5	7.17		74.7	11.80		87.3	8.27		78.0
07 SG	1H	9.55	9.22	93.4	7.76	7.17	39.1	7.66	7.35	84.2	5.86	5.78	38.1	6.75	7.18	92.0	6.22	6.50	56.5
	2H	9.62		94.7	6.78		41.5	7.48		100.7	5.24		42.8	6.58		86.1	6.97		35.3
	3H	8.49		81.5	6.96		42.8	6.92		73.7	6.26		39.6	8.21		89.7	6.31		38.1
08 XK	1H	4.24	3.88	99.8	2.54	2.93	91.5	6.72	7.59	114.0	2.48	2.89	70.3	9.16	10.04	117.5	3.40	3.33	69.7
	2H	3.59		98.8	3.11		91.5	8.01		110.2	3.10		70.1	10.87		113.1	2.08		63.9
	3H	3.80		108.8	3.15		91.2	8.04		111.2	3.07		70.0	10.09		116.9	4.51		61.7
09 SK	1H	3.60	3.75	62.7	2.70	1.88	81.0	2.01	2.03	72.4	2.46	2.22	75.5	2.17	1.91	77.1	3.48	2.73	79.7
	2H	3.46		55.9	1.86		77.8	2.38		57.5	2.27		72.7	2.13		57.5	2.73		73.2
	3H	4.19		61.6	1.08		78.6	1.71		65.2	1.94		69.4	1.43		60.2	1.97		75.4
10 PX	1H	10.84	11.71	91.3	7.03	6.80	20.8	11.15	9.76	66.2	5.43	5.69	59.1	10.94	12.02	95.4	6.16	6.64	53.7
	2H	11.99		79.2	6.65		22.7	9.49		75.9	5.81		55.9	12.62		93.5	7.03		56.4
	3H	12.31		75.9	6.71		24.7	8.66		78.6	5.82		55.4	12.49		90.5	6.72		54.0
11 DA	1H	8.61	8.05	98.1	4.58	4.37	68.9	7.75	7.73	112.1	3.93	3.13	54.6	8.20	8.52	119.4	5.80	5.90	86.2
	2H	8.36		100.0	4.51		97.8	8.65		87.8	3.40		87.8	8.37		111.1	5.77		97.0
	3H	7.18		90.0	4.02		82.4	6.80		83.5	2.07		76.2	9.00		118.6	6.14		85.4
12 KE	1H	3.80	4.23	78.3	3.09	3.03	55.7	2.17	1.96	81.0	2.36	2.20	18.5	8.57	8.44	85.8	3.48	3.44	55.7
	2H	4.58		72.9	3.47		68.6	1.27		90.6	2.42		26.6	8.96		85.8	3.35		22.8
	3H	4.33		89.6	2.53		54.6	2.42		86.1	1.80		66.4	7.79		94.4	3.48		23.9
13 HE	1H	11.30	11.67	77.9	6.30	6.30	27.2	12.59	12.62	96.3	7.00	6.30	25.4	13.50	13.29	91.9	5.78	6.62	14.8
	2H	11.55		93.6	6.83		26.2	12.20		85.5	6.55		27.2	13.31		97.3	7.40		22.4
	3H	12.17		89.8	5.77		30.7	13.07		88.7	5.37		26.7	13.07		98.4	6.67		25.4
14 AT	1H	3.96	3.96	74.7	3.49	3.13	66.1	6.21	5.08	62.8	5.17	4.67	40.5	3.80	3.78	83.3	4.37	4.24	39.1
	2H	3.65		81.2	3.15		49.9	4.58		74.7	4.70		49.9	3.78		70.4	4.10		41.8
	3H	4.27		81.2	2.75		44.8	4.45		60.7	4.14		47.7	3.75		77.1	4.23		42.6
15 MB	1H	2.51	2.94	81.4	2.11	3.03	64.7	4.23	3.64	76.5	2.59	2.92	87.3	4.01	3.63	71.1	2.86	3.73	60.4
	2H	3.18		77.6	3.51		59.6	3.54		78.7	3.02		57.1	2.76		76.8	3.82		31.3
	3H	3.12		77.6	3.47		59.3	3.16		79.7	3.15		72.2	4.13		79.7	4.52		39.9
16 MN	1H	8.31	9.05	86.6	7.07	6.62	61.2	12.30	12.95	104.9	8.92	9.29	51.0	7.47	9.64	78.5	7.16	6.90	58.0
	2H	8.59		86.6	6.46		48.8	12.49		109.2	9.70		61.8	11.01		87.6	7.50		54.2
	3H	10.25		94.6	6.32		53.1	14.06		98.7	9.26		60.7	10.45		83.3	6.05		41.3

Παράρτηματα

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΣΗΣ ΕΞΩ/ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΗΣ ΩΜΟΥ

ΜΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

A/A	S60A	S180A	S300A	S60B	S180B	S300B	S60C	S180C	S300C	ΗΡΕΜΙ/HRBB	HRA	MaxA	HRB	MaxB	HRC	MaxC	ΗΜΙΧΡ	HRD	MaxD	HRE	MaxE	HRF	MaxF	
01 SI	0.67	0.80	0.68	0.73	0.76	0.73	0.65	0.71	0.83	78	124	170	185	181	186	177	187	106	154	177	180	183	173	183
02 LF	0.77	0.99	0.90	0.89	0.84	0.79	0.88	0.88	0.74	78	123	180	187	184	187	178	183	111	166	182	178	182	175	181
03 MM	0.94	1.01	0.83	1.05	1.02	1.06	1.27	1.13	1.03	58	133	187	194	191	194	189	193	117	184	190	187	190	184	190
04 PF	1.01	0.91	0.87	0.97	1.04	0.97	0.94	1.05	0.94	72	104	180	188	175	191	178	190	103	174	181	176	187	169	190
05 EM	1.02	1.23	0.96	0.96	1.12	1.07	0.92	1.14	1.17	78	120	192	196	193	197	190	195	117	184	193	192	196	190	198
06 TE	1.12	1.16	1.02	0.93	0.88	0.72	0.78	0.69	0.68	66	112	169	174	173	176	163	172	98	157	169	163	173	155	168
07 TE	0.73	0.80	0.78	0.68	0.69	0.79	0.67	0.69	0.91	60	116	162	169	171	181	167	178	79	158	163	160	170	164	171
08 XK	0.45	0.43	0.76	0.41	0.42	0.38	0.59	0.42	0.33															
09 SK	0.72	0.90	0.50	1.02	1.14	1.09	1.05	1.18	1.43	72	134	178	197	185	197	178	188	107	173	181	176	182	170	179
10 PX	0.61	0.63	0.58	0.75	0.65	0.58	0.55	0.59	0.55	62	129	186	198	193	202	191	202	103	187	200	194	203	185	204
11 DA	0.58	0.62	0.54	0.43	0.37	0.41	0.54	0.40	0.69	64	95	167	186	178	187	176	191	90	170	183	171	183	169	181
12 KE	0.81	0.57	0.72	0.71	0.83	1.12	0.50	0.41	0.41	68	114	161	175	170	179	164	179	102	172	182	176	183	174	187
13 HE	0.51	0.62	0.54	0.51	0.34	0.50	0.40	0.43	0.50	76	98	165	180	174	184	159	175	87	156	175	163	176	163	176
14 AT	0.73	0.89	0.79	0.87	0.92	0.92	0.79	0.86	1.12	60	101	179	190	187	199	181	192	88	175	185	183	188	175	186
15 MB	0.72	0.96	1.03	0.70	0.88	0.80	0.71	0.84	1.03	66	105	168	180	174	181	169	180	93	166	176	171	185	167	177
16 MN	0.80	0.80	0.73	0.83	0.85	0.72	0.77	0.72	0.72	66	121	164	175	170	175	162	173	81	165	174	171	174	167	177

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

A/A	DBB1	DBB2	DBB3	DBBX	DA1	DA2	DA3	DAX	DB1	DB2	DB3	DBX	DC1	DC2	DC3	DCX	DD1	DD2	DD3	DDX	DE1	DE2	DE3	DEX	DF1	DF2	DF3	DFX
01 SI	1.39	1.61	0.84	1.27	1.94	2.44	0.88	1.76	2.58	0.70	0.09	1.11	2.69	2.94	1.75	2.46	3.03	2.19	0.63	1.91	1.82	1.66	1.26	1.58	1.92	2.03	3.51	2.46
02 LF	0.24	1.15	0.55	0.64	1.70	0.70	0.70	1.03	0.69	0.30	0.61	0.54	1.36	0.72	0.95	1.02	1.19	0.16	1.80	1.09	2.31	0.76	0.66	1.25	2.17	1.16	1.90	1.73
03 MM	1.83	1.71	1.36	1.64	0.49	1.60	1.23	1.12	1.43	1.76	1.73	1.63	2.40	1.59	2.56	2.19	1.87	0.43	0.96	1.09	3.05	2.57	1.94	2.50	0.76	0.63	2.42	1.29
04 PF	0.86	1.30	1.33	1.15	1.61	1.13	1.74	1.49	2.56	3.16	1.03	2.25	1.27	3.51	2.15	2.31	1.19	3.35	2.15	2.26	2.55	3.73	2.49	2.92	1.41	1.58	3.28	2.08
05 EM	0.95	1.20	1.44	1.19	4.00	1.14	1.71	2.31	1.28	0.94	1.42	1.20	1.14	2.35	2.22	1.89	0.36	1.80	1.87	1.34	1.91	1.38	0.05	1.10	1.79	1.01	1.04	1.28
06 TE	1.60	1.09	0.66	1.09	0.83	1.52	0.93	1.11	2.54	0.59	2.01	1.71	2.25	2.32	0.72	1.75	3.05	1.07	1.45	1.86	2.16	1.88	1.71	1.92	2.08	3.74	1.63	2.50
07 TE	1.08	1.54	0.83	1.15	0.90	1.04	1.62	1.20	1.81	0.95	1.30	1.35	2.95	2.61	3.38	2.94	1.66	1.14	1.55	1.44	3.45	1.00	1.93	2.24	0.57	2.58	0.76	1.15
08 XK	1.99	0.77	2.14	1.67	6.28	0.64	3.09	3.18	0.96	2.39	4.13	2.52	0.89	1.71	2.22	1.67	1.43	1.55	1.51	1.50	0.34	2.87	0.98	1.39	3.25	1.87	2.64	2.58
09 SK	1.19	1.40	0.05	0.87	2.07	1.79	2.20	2.02	2.60	0.95	2.51	2.03	1.85	0.58	3.00	1.79	0.28	2.08	2.63	1.67	2.94	1.93	1.26	2.06	2.14	1.68	2.61	2.15
10 PX	0.72	1.18	1.09	0.99	2.61	1.16	0.49	1.41	2.08	0.71	1.69	1.47	2.33	2.08	1.09	1.84	0.21	2.48	2.78	1.80	1.05	1.05	1.73	1.28	1.77	1.81	1.78	1.78
11 DA	1.02	0.45	0.79	0.76	2.60	1.48	0.92	1.67	1.91	1.05	0.50	1.18	2.12	1.99	1.27	1.79	1.75	1.60	1.48	1.61	1.81	0.83	1.52	1.39	3.26	2.10	1.19	2.17
12 KE	0.99	2.06	0.99	1.36	3.68	1.20	2.14	2.27	3.16	0.80	0.70	1.54	3.05	1.29	0.91	1.76	2.11	1.60	1.39	1.70	1.70	1.13	2.84	1.89	2.49	2.05	0.67	1.74
13 HE	3.02	1.70	0.84	1.85	2.07	1.83	1.42	1.78	0.99	2.10	1.55	1.54	0.23	2.43	1.48	1.38	1.97	1.67	2.45	2.03	0.81	0.07	2.64	1.18	3.23	2.18	1.06	2.13
14 AT	3.14	1.33	2.40	2.25	0.73	1.67	3.27	1.88	2.57	3.04	2.28	2.62	1.96	2.97	0.42	1.75	2.97	2.54	2.46	2.65	0.99	1.74	1.27	1.32	1.38	1.45	3.76	2.22
15 MB	1.34	0.13	2.11	1.18	0.17	3.34	1.89	1.80	1.92	1.24	2.97	2.09	1.11	1.13	1.42	1.23	1.24	3.29	3.53	2.69	2.91	1.09	2.29	2.10	3.40	2.12	2.24	2.59
16 MN	1.86	1.28	0.91	1.36	1.54	0.84	2.82	1.73	3.54	0.23	1.70	1.81	2.69	4.55	1.78	3.00	1.25	2.25	1.47	1.67	2.90	0.78	2.98	2.16	3.19	1.89	1.84	2.35

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΣΤΙΓΜΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΜΕΓ. ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

A.A	tshbb	telbb	twrb	tsha	tela	twra	tshb	telb	twrb	tshc	telc	twrc	tshd	teld	twrd	tshe	tele	twre	tshf	telf	twrf
11 DA	0.084	0.084	0.052	0.092	0.084	0.044	0.108	0.100	0.060	0.100	0.084	0.052	0.100	0.100	0.036	0.092	0.100	0.052	0.100	0.084	0.052
12 KE	0.108	0.060	0.052	0.124	0.060	0.044	0.108	0.068	0.036	0.092	0.084	0.052	0.084	0.084	0.036	0.068	0.092	0.044	0.076	0.084	0.044
13 HE	0.092	0.068	0.028	0.148	0.052	0.028	0.148	0.044	0.028	0.148	0.044	0.028	0.068	0.068	0.036	0.140	0.036	0.012	0.060	0.076	0.024
14 AT	0.092	0.084	0.028	0.108	0.100	0.036	0.108	0.076	0.028	0.092	0.100	0.036	0.116	0.084	0.052	0.100	0.092	0.028	0.092	0.092	0.036
15 MB	0.068	0.092	0.052	0.076	0.076	0.044	0.068	0.076	0.044	0.084	0.092	0.044	0.076	0.076	0.044	0.060	0.076	0.044	0.084	0.092	0.044
16 MN	0.060	0.036	0.020	0.068	0.052	0.028	0.156	0.092	0.028	0.076	0.068	0.020	0.068	0.052	0.028	0.066	0.050	0.026	0.036	0.052	0.020

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

A.A	vshbb	velbb	vwrbb	vsha	vela	vwra	vshb	velb	vwrbb	vshc	velc	vwrc	vshd	veld	vwrdd	vshe	vele	vwre	vshf	velf	vwrf
11 DA	2.76	5.03	7.51	2.62	5.31	7.70	2.91	5.57	8.11	2.75	5.68	7.91	3.94	7.35	9.06	3.13	5.41	8.19	2.80	5.36	7.61
12 KE	2.17	5.00	6.88	2.85	5.81	7.73	3.05	5.36	8.33	3.47	5.34	7.14	3.28	6.35	8.61	3.21	5.69	7.71	2.87	5.48	8.22
13 HE	3.06	6.06	9.01	2.87	6.58	9.22	2.97	6.36	8.16	2.94	5.51	9.17	2.26	6.15	8.81	3.12	6.68	9.24	2.79	5.88	8.58
14 AT	3.22	4.89	7.76	2.65	4.31	6.73	2.69	4.12	8.50	2.07	5.56	8.44	2.68	4.00	7.36	3.14	4.83	4.98	2.79	4.92	8.93
15 MB	3.31	5.46	7.63	3.73	6.34	7.71	3.89	6.03	8.27	3.80	6.41	7.62	3.65	6.81	7.91	3.60	5.79	7.90	2.92	5.78	8.35
16 MN	1.96	4.36	8.80	1.91	6.04	8.95	2.79	4.90	9.42	1.96	5.66	9.20	2.01	6.44	8.17	2.57	6.20	9.23	2.28	5.69	8.73