



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ  
ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΣΤΟΧΟΥ, ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑ  
ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΣΕ  
ΜΗΚΟΣ – ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

**Φλόρα Ν. Παντελή**

**Υποστήριξη διδακτορικής διατριβής  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»**

**ΑΘΗΝΑ, 2020**

© Copyright

Παντελή Φλώρα του Νικολάου

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, 17237 Δάφνη, Αθήνα

## **Μέλη Επταμελούς Επιτροπής**

### **Αθανασία Σμυρνιώτου**

Καθηγήτρια

Κλασικός Αθλητισμός – Αθλητικοί Δρόμοι

(Επιβλέπουσα)

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

### **Μπογδάνης Γρηγόρης**

Καθηγητής

Διδακτική και Προπονητική Αθλητικών Αλμάτων

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

### **Θεοδώρου Απόστολος**

Επίκουρος Καθηγητής

Αθλητικά Άλματα

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

### **Τσολάκης Χαρίλαος**

Καθηγητής

Διδακτική και Προπονητική Ξιφασκίας

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

### **Παραδείσης Γεώργιος**

Αναπληρωτής Καθηγητής

Κλασικός Αθλητισμός – Αθλητικοί Δρόμοι

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

**Αργειτάκη Πολυξένη**

Επίκουρη Καθηγήτρια

Αθλητικοί Δρόμοι

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

**Ζαχαρόγιαννης Ηλίας**

Αναπληρωτής Καθηγητής

Διδακτική και Προπονητική Αθλητικών Δρόμων

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ “ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ”

ΠΡΑΚΤΙΚΟ  
ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ  
Της Φλώρας Παντελή

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 26/11/2019 για την κρίση και αξιολόγηση της διδακτορικής διατριβής της **κ. Φλώρας Παντελή** με τίτλο: «*Οπτική αντίληψη και έλεγχος μετακίνησης σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου, με εφαρμογή στα αγωνίσματα των εμποδίων και του άλματος σε μήκος – Προπονητική και Διδακτική προσέγγιση*» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Α. Σμυρνιώτου** Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπουσα), **Γ. Μπογδάνη** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Α. Θεοδώρου** Επίκ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Χ. Τσολάκη** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Η. Ζαχαρόγιαννη** Αναπλ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Γ. Παραδείση** Αναπλ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Π. Αργειτάκη** Επίκ. Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών εκλήθησαν σήμερα 17/1/2020 ημέρα Παρασκευή και ώρα 12:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνη του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται και βαθμολογείται ως **ΑΡΙΣΤΗ**.....

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

**Α. Σμυρνιώτου**, Καθηγήτρια του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Γ. Μπογδάνης**, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Α. Θεοδώρου**, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Χ. Τσολάκης**, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Η. Ζαχαρόγιαννης**, Αναπληρωτής Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Γ. Παραδείσης**, Αναπληρωτής Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Π. Αργειτάκη**, Επίκουρη Καθηγήτρια του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Η διδακτορική διατριβή με τίτλο «**Οπτική αντίληψη και έλεγχος μετακίνησης σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου, με εφαρμογή στα αγωνίσματα των εμποδίων και του άλματος σε μήκος – Προπονητική και Διδακτική προσέγγιση**» διαρθρώνεται σε δύο μέρη.

Το πρώτο μέρος αφορά στην αξιολόγηση του μοντέλου μετακίνησης και μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά την εκτέλεση του **άλματος σε μήκος**. Πιο αναλυτικά, έχουν αξιολογηθεί:

- Ο ρόλος της εξειδίκευσης στην ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου των διασκελισμών κατά τη φάση της φόρας στο άλμα σε μήκος.
- Πως το περιβάλλον απόδοσης και οι περιορισμοί της δεξιότητας επηρεάζουν το μοντέλο μετακίνησης στο άλμα σε μήκος.

Ως συνέχεια των αποτελεσμάτων των παραπάνω εργασιών, ακολουθεί το δεύτερο και τελικό στάδιο της διατριβής, το οποίο αφορά στην οπτική αντίληψη και στην ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης κατά την προσέγγιση στόχου με εφαρμογή στους **δρόμους με εμπόδια**.

Οι εργασίες που οδήγησαν στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής είναι οι παρακάτω:

#### Δημοσιεύσεις

Panteli, F., Theodorou, A., Piliandis, Th., & Smirniotou, A. (2014). Locomotor control in the long jump approach run in young novice athletes. *Journal of Sports Sciences*, 32 (2), 149-156. doi: 10.1080/02640414.2013.810344

Panteli, F., Smirniotou, A., & Theodorou, A. (2016). Performance environment and nested task constraints influence long jump approach run: a preliminary study. *Journal of Sports Sciences*, 34 (12), 1116-1123.

#### Ανακοινώσεις

Smirniotou, A., Panteli, F., Argeitaki, P., Kesoglou, I., & Katsikas, C. (2010). Visual control of Step length during the approach phase to the first hurdle. *Book of abstracts of the 15<sup>th</sup> ECSS Congress*, (p. 178), Antalya, Turkey.

Smirniotou, A., Panteli, F., Argeitaki, P., Roussos, T., & Katsikas, C. (2012). Step adjustment approaching the first hurdle. In Meeusen, R., Duchateau, J., Roelands, B., Klass, M., De Geus, B., Baudry, S., Tsolakidis, E. (Eds). *Book of Abstracts of the 17<sup>th</sup> Annual Congress of the ECSS*, (pp. 124-125), Bruges, Belgium.

## Έκφραση Ευχαριστιών

Για την περάτωση της διδακτορικής μου διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Τους καθηγητές της επταμελούς επιτροπής: Α. Σμυρνιώτου, Γ. Μπογδάνη, Α. Θεοδώρου, Χ. Τσολάκη, Γ. Παραδείση, Η. Ζαχαρόγιαννη και Π. Αργειτάκη.

Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα μου κ. Αθανασία Σμυρνιώτου και τον κ. Απόστολο Θεοδώρου για τη σημαντική βοήθεια και στήριξή τους. Όλα αυτά τα χρόνια, και οι δύο – με το δικό τους διαφορετικό τρόπο - συνέβαλαν στο να διατηρήσουν το κίνητρό μου ψηλά και να καταφέρω να ολοκληρώσω τις διδακτορικές μου σπουδές.

Η κ. Σμυρνιώτου – με την «απίστευτη» ικανότητά της να κρατάει ισορροπίες – έχει δείξει τόση μεγάλη κατανόηση και ανοχή όλα αυτά τα χρόνια...με τις ιδέες, τις συμβουλές και την καθοδήγησή της...έχει συμβάλλει όχι μόνο στο να εξελιχθώ ερευνητικά αλλά και στο να εξελιχθώ ως άνθρωπος.

Ο κ. Θεοδώρου με την τεχνογνωσία του, με τις συμβουλές και την αμεσότητα του έχει συμβάλλει σε πολύ μεγάλο ποσοστό στην ολοκλήρωση της διαδικασίας των σπουδών μου. Στο όποιο πρόβλημα έβρισκε τη λύση τόσο άμεσα...και πηγαίναμε γρήγορα στο παρακάτω. Στις διάφορες δυσκολίες που προέκυπταν ανά διαστήματα...τελικά με βοήθησε να παραμείνω στη σωστή κατεύθυνση.

Σας ευχαριστώ και τους δύο πάρα πολύ για τη στήριξη όλα αυτά τα χρόνια!

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον κ. Τσολάκη...γιατί ήταν πάντα εκεί όποτε τον χρειαζόμασταν..!

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το Θωδωρή μου και τον δχρονο γιο μου Βασίλη, οι οποίοι είναι μέρος αυτής της διαδικασίας. Έχουν κατανοήσει την επιθυμία – ανάγκη μου για ακαδημαϊκή εξέλιξη και με την παρουσία τους μου έδιναν δύναμη και κίνητρο να ολοκληρώσω τις σπουδές μου. Τους ευχαριστώ πολύ και τους δύο για την κατανόηση, την υπομονή και τη στήριξή τους!

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου – Νίκο και Κατερίνα – οι οποίοι με έμαθαν να επιδιώκω το μέγιστο των δυνατοτήτων μου! Με δίδαξαν αξίες και με άφησαν να ανακαλύψω τον κόσμο...να δω τι σημαίνει εξέλιξη..! Με έχουν στηρίξει σε όποια επιλογή, έχουν μοιραστεί τις ανησυχίες μου...τις χαρές μου...δεν θα είχα φτάσει εδώ χωρίς αυτούς!

Σας ευχαριστώ όλους πάρα πολύ που με βοηθήσατε να ολοκληρώσω αυτή την πολυετή, απαιτητική αλλά ταυτόχρονα πολύ όμορφη διαδικασία σπουδών!

*That's where we should be!*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου, η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου και η προσαρμογή του μήκους των διασκελισμών αποτελούν βασικές ανθρώπινες δεξιότητες. Κατά την εκτέλεση του άλματος σε μήκος, νεαροί, αρχάριοι αθλητές και αθλήτριες προσαρμόζουν το μήκος των τελευταίων διασκελισμών της φάρας τους σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα (βαλβίδα), υποστηρίζοντας την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου. Η τεχνική του οπτικού ελέγχου δεν εφαρμόζεται μόνο σε συγκεκριμένες μορφές δεξιότητας όπου απαιτείται η τοποθέτηση του πέλματος σε ένα συγκεκριμένο στόχο στο έδαφος, αντίθετα, πρόκειται για την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ελέγχου ο οποίος βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Ο μηχανισμός αυτός οπτικού ελέγχου εφαρμόζεται και κατά την προσέγγιση αγωνιστικών εμποδίων, μια κινητική δεξιότητα η οποία χαρακτηρίζεται από διαφορετικές απαιτήσεις κίνησης και εκτελείται σε ένα περιβάλλον με διαφορετικά ερεθίσματα πληροφόρησης. Ωστόσο, το περιβάλλον απόδοσης και οι περιορισμοί της δεξιότητας επηρεάζουν το μοντέλο των διασκελισμών κατά τη φάση της φάρας και την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου.

Καθώς οι ενέργειες προσέγγισης στόχου έχουν μια εξελίξιμη πορεία, η ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης μπορεί να βελτιωθεί μέσω της μάθησης – εξάσκησης. Ένα μαθησιακό – προπονητικό περιεχόμενο βασισμένο στην προσέγγιση του μοντέλου των περιορισμών, το οποίο προσφέρει όλες τις δυνατότητες για να αναπτυχθούν τα σημαντικά χαρακτηριστικά της δεξιότητας, μπορεί να συμβάλει σε μια βελτιωμένη κινητική συμπεριφορά, από άποψη όχι μόνο μιας βελτιωμένης ικανότητας ρύθμισης του μοντέλου διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης του στόχου αλλά και σε σχέση με τα χαρακτηριστικά τεχνικής της κινητικής δεξιότητας.

**Λέξεις - κλειδιά:** οπτικός έλεγχος, συνδυασμός αντίληψης – κίνησης, δεξιότητες προσέγγισης στόχου, ρύθμιση του μοντέλου μετακίνησης, δρόμος με αγωνιστικά εμπόδια, άλμα σε μήκος, προπονητική παρέμβαση



## **Visual perception and locomotor control when approaching a target, in long jump and hurdling events.**

### **Abstract**

In target directed locomotion, the occurrence of visual control and step adjustment are basic human skills. Assessing the long jump approach run, young, novice long jumpers adjust the final steps of their approach according to the regulatory stimuli (takeoff board), suggesting the use of a continuous visual control process. This control mechanism involved is based on a continuous perception – movement coupling and is implemented regardless of the specificity of tasks (pointing a target or stepping across an obstacle). Even though track and field hurdling is characterized by different task constraints, young athletes also adjust their step pattern in order to effectively clear the hurdle, suggesting a visual regulation similar to that reported for long jumpers. However, step pattern and technical aspects of the approach run are affected by environmental context and nested task constraints.

The regulation of the locomotion pattern according to visual input seems to be an emergent behavior, which could be improved through practice. A learning design based on the constraints-led approach, which contains all the necessary informational elements of the performance environment and provide opportunities to develop the key elements of the skill, could contribute to an improved motor skill in terms not only of an improved ability to regulate step pattern but of technical characteristics as well.

**Key-words:** visual control, target directed locomotion, hurdling event, long jump, regulation, perception – action coupling, constraints, training intervention

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα ελληνικά.....	viii
Περίληψη στα αγγλικά.....	ix
Πίνακας Περιεχομένων .....	x
Κατάλογος πινάκων .....	xiv
Κατάλογος γραφικών παραστάσεων .....	xv
Κατάλογος εικόνων.....	xvi
Κατάλογος συντομογραφιών .....	xvii
Κεφάλαιο I	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	4
1.2 Σημασία της έρευνας .....	5
1.3 Διευκρινίσεις όρων .....	7
Κεφάλαιο II	
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	9
2.1 Θεωρητικές προσεγγίσεις για το συνδυασμό αντίληψης – κίνησης σε δυναμικές ενέργειες αναχαίτισης – Οικολογική δυναμική.....	9
2.1.1 Πως λειτουργεί ο συνδυασμός αντίληψης – κίνησης. ....	9
2.1.2 Οικολογική ψυχολογία .....	10
2.1.3 Θεωρία δυναμικών συστημάτων .....	11
2.1.4 Ενσωμάτωση του θεωρητικού πλαισίου. ....	12
2.1.5 Δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο και συνδυασμός αντίληψης – κίνησης...12	
2.2 Η προσέγγιση του «μοντέλου περιορισμών» σε δυναμικές ενέργειες προσέγγισης στόχου.....	14
2.2.1 Τι είναι η δυναμική κίνηση αναχαίτισης προς στόχο (dynamic interceptive action); .....	14
2.2.2 Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι περιορισμοί κατά την εκτέλεση μιας δυναμικής κίνησης αναχαίτισης / προσέγγισης στόχου; .....	15
2.2.3 Με ποιον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι περιορισμοί στη διαδικασία μάθησης; .....	21

2.2.3.1 Σχεδιασμός μαθησιακών εμπειριών, σύμφωνα με την προοπτική του μοντέλου περιορισμών .....	22
2.2.3.2 Σχεδιασμός της πρακτικής εξάσκησης .....	23
2.2.3.3 Η διαδικασία της εξάσκησης .....	24
2.2.3.4 Τροποποίηση των περιορισμών της δεξιότητας για βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος .....	26
2.3 Ο ρόλος του οπτικού ελέγχου σε αθλητικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν το στοιχείο της μετακίνησης προς ένα στόχο. ....	28
2.3.1 Η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου κατά την εκτέλεση της φάσης της φόρας στο άλμα σε μήκος.....	29
2.3.2 Έλεγχος μετακίνησης και οπτική αντίληψη κατά την προσέγγιση και υπερπήδηση εμποδίων. ....	32
2.3.3 Περιβάλλον απόδοσης και περιορισμοί της δεξιότητας: πως επηρεάζουν την εκτέλεση της φάσης της φόρας σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου. ....	38
2.4 Δρόμοι με εμπόδια .....	46
2.4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των αγωνισμάτων των δρόμων με εμπόδια.....	46
2.4.2 Κινηματικές παράμετροι που προσδιορίζουν έναν αποτελεσματικό διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου. ....	58
2.4.3 Μεθοδική διδασκαλία εκμάθησης και τεχνικής εκπαίδευσης. ....	63
Κεφάλαιο III – Έρευνα 1 <sup>η</sup>	
ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΦΟΡΑΣ ΣΤΟ ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ, ΣΕ ΝΕΑΡΟΥΣ ΑΡΧΑΡΙΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ	
Περίληψη .....	68
Εισαγωγή .....	69
3.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος .....	70
Μεθοδολογία .....	72
3.2.1 Συμμετέχοντες .....	72
3.2.2 Διαδικασία .....	72
3.2.3 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων.....	72
3.2.4 Στατιστική ανάλυση.....	75
Αποτελέσματα .....	76

3.3.1	Γενικά χαρακτηριστικά της φάσης της φόρας .....	76
3.3.2	Μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων .....	76
3.3.3	Κατανομή της προσαρμογής.....	77
3.3.4	Intra-step analysis .....	78
3.3.5	Interstep-number analysis .....	79
	Συζήτηση .....	80
	Συμπεράσματα – Πρακτικές εφαρμογές.....	84

#### Κεφάλαιο IV – Έρευνα 2<sup>η</sup>

##### ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑΣ: ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ.

	Περίληψη .....	85
	Εισαγωγή .....	87
4.1	Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος .....	89
	Μεθοδολογία .....	92
4.2.1	Συμμετέχοντες .....	92
4.2.2	Διαδικασία .....	92
4.2.3	Συλλογή δεδομένων.....	93
4.2.4	Ανάλυση δεδομένων .....	94
4.2.5	Στατιστική ανάλυση.....	96
	Αποτελέσματα .....	97
4.3.1	Γενικά χαρακτηριστικά της φάσης της φόρας.....	97
4.3.2	Μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων .....	97
4.3.3	Κατανομή της προσαρμογής.....	98
4.3.4	Intra-step analysis .....	99
4.3.5	Ανάλυση κινηματικών χαρακτηριστικών .....	99
	Συζήτηση .....	101
	Συμπεράσματα – Πρακτικές εφαρμογές .....	105

#### Κεφάλαιο V – Έρευνα 3<sup>η</sup>

##### ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ.

	Περίληψη .....	106
	Εισαγωγή .....	108

5.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	110
Μεθοδολογία .....	113
5.2.1 Συμμετέχοντες .....	113
5.2.2. Διαδικασία .....	113
5.2.2 Παρεμβατικό πρόγραμμα.....	116
5.2.4 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων.....	117
5.2.5 Στατιστική ανάλυση.....	119
Αποτελέσματα .....	121
5.3.1 Μοντέλο μετακίνησης και μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων κατά την προσέγγιση των δύο πρώτων εμποδίων .....	121
5.3.2 Χαρακτηριστικά τεχνικής εκτέλεσης κατά την προσέγγιση των δύο εμποδίων .....	126
5.3.3 Μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> εμποδίου, στην τελική μέτρηση.....	130
Συζήτηση .....	132
5.4.1 Εφαρμογή του «μοντέλου περιορισμών» στην εκμάθηση του δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια .....	132
5.4.2 Εκδήλωση μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων.....	134
5.4.3 Η επίδραση του παρεμβατικού προγράμματος (constraints learning design) στην τεχνική εκτέλεση του αγωνίσματος .....	137
Συμπεράσματα – Πρακτικές εφαρμογές .....	144
 Κεφάλαιο VI	
ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	147
 Βιβλιογραφία .....	149
 Παραρτήματα.....	161
Παράρτημα Α. Δήλωση συγκατάθεσης.....	161
Παράρτημα Β. Προπονητικό πρόγραμμα για τις 18 προπονητικές συναντήσεις.....	162

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1.</b> Χαρακτηριστικά μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων, στο 1 <sup>ο</sup> και 2 <sup>ο</sup> εμπόδιο.....	125
<b>Πίνακας 2.</b> Προσαρμοσμένες μέσες τιμές των κινηματικών χαρακτηριστικών και για τα δύο εμπόδια στην τελική μέτρηση, και για τις δύο ομάδες. ....	128
<b>Πίνακας 3.</b> Ποσοστιαία μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών από την αρχική στην τελική μέτρηση, και για τις δύο ομάδες.....	129
<b>Πίνακας 4.</b> Σύγκριση των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> εμποδίου, στην τελική μέτρηση, για την ομάδα ελέγχου. ....	130
<b>Πίνακας 5.</b> Σύγκριση των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> εμποδίου, στην τελική μέτρηση, για την πειραματική ομάδα. ....	131

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ

<b>Γράφημα 1.</b> Μέση Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα για κάθε φάση στήριξης, για αγόρια και κορίτσια. ....	77
<b>Γράφημα 2.</b> Ποσοστιαία κατανομή της προσαρμογής και μέση ταχύτητα διασκελισμού. ....	78
<b>Γράφημα 3.</b> Η ποσότητα της προσαρμογής (cm) σε σχέση με τον αριθμό του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση (από τον 5 <sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό). ....	79
<b>Γράφημα 4.</b> Τιμές μέσης Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα (ΚΔ 1, 3) και πέλματος – γραμμής τερματισμού (ΚΔ 2), σε κάθε φάση στήριξης. ....	98
<b>Γράφημα 5.</b> Μέση οριζόντια ταχύτητα στους τρεις τελευταίους διασκελισμούς και κατά την ώθηση. ....	100
<b>Γράφημα 6.</b> Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 1 <sup>ου</sup> εμποδίου, για την πειραματική ομάδα.....	123
<b>Γράφημα 7.</b> Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 1 <sup>ου</sup> εμποδίου, για την ομάδα ελέγχου. ....	123
<b>Γράφημα 8.</b> Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 2 <sup>ου</sup> εμποδίου, για την πειραματική ομάδα. ....	124
<b>Γράφημα 9.</b> Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 2 <sup>ου</sup> εμποδίου, για την ομάδα ελέγχου. ....	124

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1.</b> Τοποθέτηση καμερών κατά την πειραματική διαδικασία.....	73
<b>Εικόνα 2.</b> Υπολογισμός οριζόντιας απόστασης πέλματος – σημείου.....	74
<b>Εικόνα 3.</b> Εκτέλεση της κινητικής δεξιότητας «ώθηση, έξοδος σε βήμα άλμα και προσγείωση στο πόδι αώρησης».....	93
<b>Εικόνα 4.</b> Τοποθέτηση των καμερών κατά την πειραματική διαδικασία.....	94



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

**ΚΒΣ:** Κέντρο Βάρους του Σώματος (centre of mass – CM)

**Διασκ.:** διασκελισμός (step)

**SD:** τυπική απόκλιση (standard deviation)

**TBD:** απόσταση μεταξύ πέλματος και βαλβίδας (toe-board distance)

**TLD:** απόσταση μεταξύ πέλματος και γραμμής (toe-line distance)

**THD:** απόσταση μεταξύ πέλματος και εμποδίου (toe – hurdle distance)

**Adj.P:** προσαρμογή που πραγματοποιείται (adjustment performed)

**Adj.R:** προσαρμογή που απαιτείται (adjustment required)

**VX3rd:** οριζόντια ταχύτητα ΚΒΣ στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν την ώθηση (horizontal velocity of the CM at 3<sup>rd</sup> to last step)

**VX2nd:** οριζόντια ταχύτητα ΚΒΣ στον 2<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν την ώθηση (horizontal velocity of the CM at 2<sup>nd</sup> to last step)

**VXtd:** οριζόντια ταχύτητα ΚΒΣ τη στιγμή της τοποθέτησης (horizontal velocity of the CM at touchdown)

**VXto:** οριζόντια ταχύτητα ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (horizontal velocity of the CM at takeoff)

**VXloss:** απώλεια οριζόντιας ταχύτητας ΚΒΣ κατά τη φάση της στήριξης – ώθησης (loss in horizontal velocity during takeoff)

**VYto:** κατακόρυφη ταχύτητα ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (vertical velocity of CM at takeoff)

**Vto:** ταχύτητα απογείωσης ΚΒΣ (resultant velocity at takeoff)

**Angle takeoff:** γωνία απογείωσης (resultant takeoff angle)

**TOD:** απόσταση ώθησης - απογείωσης πριν από το εμπόδιο (takeoff distance)

**HCD:** μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου (hurdle clearance distance)

**HCT:** χρόνος πτήσης του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου (hurdle clearance time)

## Κεφάλαιο I

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για το σχεδιασμό και την εκτέλεση μιας προκαθορισμένης κίνησης εμπλέκονται γνωστικές και νευρο-κινητικές διαδικασίες σε συνάρτηση με τους «περιορισμούς» που επιβάλλει η δεξιότητα και το περιβάλλον (Rose, 1998; Schmidt, 1988). Αν σκεφτούμε απλές καθημερινές ενέργειες, όπως το να απλώσουμε το χέρι μας για να πιάσουμε ένα αντικείμενο που βρίσκεται ψηλά ή να προσαρμόσουμε το βήμα μας για να ανέβουμε στο πεζοδρόμιο, ή και πιο εξειδικευμένες κινήσεις όπως ένας αθλητής ο οποίος εκτελεί μια κινητική δεξιότητα, όλα αυτά αποτελούν μοναδικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ατόμου, του περιβάλλοντος και της κινητικής δεξιότητας. Είτε πρόκειται για απλές καθημερινές κινήσεις είτε για περισσότερο σύνθετες και εξειδικευμένες κινήσεις, η κινητική συμπεριφορά «απαιτεί» τη συνεργασία τόσο του νευρικού συστήματος όσο και του μυοσκελετικού συστήματος. Το νευρικό σύστημα έχει την ευθύνη της δημιουργίας του σχεδίου κίνησης, ενώ το μυοσκελετικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση και το συνεχή έλεγχο της κίνησης (Rose, 1998; Schmidt, 1988). Για το σχεδιασμό και την εκτέλεση των κινήσεων σημαντικό ρόλο παίζουν οι διαθέσιμες αισθητήριες πληροφορίες.

Η δυναμική των καθημερινών δραστηριοτήτων απαιτεί την ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται τις διαθέσιμες πληροφορίες και να προσαρμόζεται σε διαφορετικές συνθήκες και περιβάλλοντα (Chohan, 2008). Οι διάφορες συμπεριφορές και ενέργειες δεν εξαρτώνται μόνο από το ίδιο το άτομο, αλλά και από το περιβάλλον μέσα στο οποίο συμβαίνουν (Gibson & Pick, 2000; Williams, Davids, & Williams, 1999). Το περιβάλλον απόδοσης αναφέρεται σε συνθήκες που διαμορφώνονται έξω από τον ασκούμενο, όπως η μορφή / φύση της δεξιότητας, οι μέθοδοι εξάσκησης και η ανατροφοδότηση, και επηρεάζει την εκτέλεση των κινητικών δεξιοτήτων. Το περιεχόμενο του περιβάλλοντος απόδοσης (environmental context) αναφέρεται σε ερεθίσματα πληροφόρησης (informational cues) τα οποία δομούν το χώρο μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου (viewer-to-target-space) και το χώρο πέρα από το στόχο (vista space) (Witt, Stefanucci, Riener, & Profit, 2007). Τα διαφορετικά ερεθίσματα πληροφόρησης σε ένα περιβάλλον απόδοσης επηρεάζουν την αντιλαμβανόμενη απόσταση και την οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά / απόδοση (Lappin, Shelton, & Rieser, 2006; Sinai, Ooi, & He, 1998; Witt et al., 2007).

Για την εκτέλεση μιας δεξιότητας, όπως η μετακίνηση προς ένα στόχο, ο ασκούμενος θα πρέπει να αντιλαμβάνεται τη μετακίνησή του, την κατεύθυνση και τα χαρακτηριστικά της δεξιότητας, να συνδυάσει όλα τα προηγούμενα με τις φυσικές ικανότητες και την εμπειρία του, και τελικά να συντονίσει αποτελεσματικά την κίνηση σύμφωνα με τις αντιλαμβανόμενες συνθήκες (De Rugy, Taga, Montagne, Buekers, & Laurent, 2002). Το τρέξιμο μιας απόστασης προς συγκεκριμένους στόχους στο χώρο είναι μια σημαντική απαίτηση για πολλά αθλήματα συμπεριλαμβάνοντας τον κλασικό αθλητισμό (Berg, Wade, & Greer, 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Lee, Lishman, & Thomson, 1982; Maraj, 1999; Montagne, Cornus, Glize, Quaine, & Laurent, 2000; Panteli, Theodorou, Pillianidis, & Smirniotou, 2014; Scott, Li, & Davids, 1997; Smirniotou, Panteli, Argeitaki, Roussos, & Katsikas, 2012), την ενόργανη γυμναστική (Bradshaw, 2004) και το cricket bowling (Renshaw & Davids, 2004, 2006), όπου σύνθετες ενέργειες / κινήσεις – όπως το να εκτελεστεί ένα άλμα – πραγματοποιούνται στο τελείωμα της φάσης της φόρας. Η εκτέλεση / απόδοση αυτών των δεξιοτήτων συχνά απαιτεί από τον ασκούμενο να φτάσει σε μια περιοχή στόχου με απαιτούμενη ακρίβεια και ταχύτητα. Κατά τη διάρκεια της μετακίνησης προς ένα στόχο – όπου ο ασκούμενος προσπαθεί να ρυθμίσει τους διασκελισμούς του ώστε να τοποθετήσει το πόδι του αποτελεσματικά στο στόχο, οι περιορισμοί των δεξιοτήτων που εκτελούνται στο τελείωμα της φάσης της φόρας (nested task constraints) οδηγούν σε διαφοροποιήσεις στα μοντέλα μετακίνησης καθώς και σε μικρές αλλά σημαντικές τροποποιήσεις στις τεχνικές ελέγχου (De Rugy, Montagne, Buekers, & Laurent, 2001; Renshaw & Davids, 2006).

Σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου στο περιβάλλον των αγωνισμάτων του κλασικού αθλητισμού, η μετακίνηση προς ένα στόχο ρυθμίζεται σύμφωνα με τη διαθέσιμη οπτική, ακουστική ή κιναισθητική πληροφορία έτσι ώστε να επιτευχθεί ακριβής τοποθέτηση του ποδιού στο στόχο (Smirniotou, Panteli, Argeitaki, Kesoglou, & Katsikas, 2010; Theodorou & Skordilis, 2012). Το άλμα σε μήκος είναι μια σύνθετη κινητική δεξιότητα, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως μοντέλο κίνησης σε έρευνες που έχουν ασχοληθεί με δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο. Η τοποθέτηση του ποδιού ώθησης στη βαλβίδα με ακρίβεια, ταχύτητα και κατάλληλους κινητικούς μηχανισμούς αποτελεί ένα χαρακτηριστικό της τεχνικής με σημαντικούς χώρο-χρονικούς περιορισμούς. Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι καθώς οι άλτες του μήκους προσεγγίζουν το σημείο

ώθησης (βαλβίδα), προσαρμόζουν το μήκος των διασκελισμών τους σε μια προσπάθεια να αντισταθμίσουν προηγούμενες αποκλίσεις από το τυποποιημένο μοντέλο διασκελισμών μετακίνησης, οι οποίες οφείλονται είτε σε ατομικούς / εσωτερικούς παράγοντες είτε σε εξωτερικούς παράγοντες (Lee et al., 1982). Η ρύθμιση αυτή που πραγματοποιείται στους τελευταίους 4-5 διασκελισμούς της φόρας (Berg et al., 1994; Berg & Greer, 1995; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988, 1993; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Scott et al., 1997) βασίζεται σε ένα οπτικό ερέθισμα (βαλβίδα) το οποίο «τροφοδοτεί» μια διαδικασία συνεχούς ελέγχου, η οποία στηρίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης (Montagne et al., 2000). Αυτή η μορφή ελέγχου εμφανίζεται να είναι ένα προ-υπάρχων και έμφυτο χαρακτηριστικό, ανεξάρτητο από το επίπεδο επιδεξιότητας (Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Lee et al., 1982), την ηλικία (Berg et al., 1994; Panteli et al., 2014) και το επίπεδο εξοικείωσης ή εμπειρίας σε σχέση με τη δεξιότητα (Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997). Το παραπάνω υποδεικνύει ότι η οπτική ρύθμιση που εφαρμόζεται κατά τη μετακίνηση προς ένα στόχο είναι περισσότερο μια έμφυτη συμπεριφορά, ένας φυσικός τρόπος ελέγχου του διασκελισμού παρά μια «προπονημένη» / επίκτητη δεξιότητα (Berg et al., 1994).

Υποστηρίζεται ότι αυτή η μορφή οπτικού ελέγχου δεν εφαρμόζεται μόνο σε συγκεκριμένες μορφές δεξιότητας όπου απαιτείται η τοποθέτηση του πέλματος σε ένα συγκεκριμένο στόχο στο έδαφος (De Ruyg, Montagne, Buekers, & Laurent, 2000; Montagne et al., 2000), αλλά πρόκειται για την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ελέγχου ο οποίος παρατηρείται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά ή τους περιορισμούς της δεξιότητας, και μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και κατά την εκτέλεση μιας δεξιότητας υπέρβασης κάποιου εμποδίου (obstacle) (Cornus, Laurent, & Laborie, 2009). Η ρύθμιση του μήκους των διασκελισμών, με ακρίβεια και σταθερότητα, κατά την προσέγγιση είτε στόχου είτε εμποδίου αποτελεί βασική και απαραίτητη για την καθημερινότητα ανθρώπινη δεξιότητα (Bradshaw & Sparrow, 2001; Patla, 1997). Η προσαρμογή του μήκους των διασκελισμών εμφανίζεται να είναι σημαντικό χαρακτηριστικό για ένα επιτυχημένο πέρασμα εμποδίου στο πλαίσιο της αγωνιστικής δραστηριότητας των εμποδίων του κλασικού αθλητισμού, είτε για να μπορέσει να διατηρηθεί αμετάβλητη η θέση περάσματος του εμποδίου μέσα στην τροχιά κίνησης του ποδιού πρωτοπορίας (1<sup>ο</sup> πόδι) (Sparrow, Shinkfield, Chow, & Begg, 1996) είτε για να μπορέσει να επιτευχθεί ένα «ασφαλές πέρασμα» εμποδίου ρυθμίζοντας τη θέση του 2<sup>ου</sup> ποδιού (Begg & Sparrow, 2000).

Οι δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο μοντέλο μετακίνησης. Κατά την προσέγγιση ενός στόχου ή ενός εμποδίου, καταγράφεται μια αρχικά ανοδική μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων ακολουθούμενη από μια καθοδική τάση μεταβλητότητας. Η μείωση αυτή στις τιμές των τυπικών αποκλίσεων της απόστασης πέλματος – εμποδίου (μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων), συμβαίνει κυρίως 4-3 διασκελισμούς πριν από το εμπόδιο (Cornus et al., 2009). Αν και τα άτομα που προσέγγισαν περπατώντας το εμπόδιο ρύθμισαν τη φόρα τους / μετακίνησή τους οπτικά, με τρόπο παρόμοιο με αυτόν που χρησιμοποίησαν οι άλλες του μήκους προσεγγίζοντας τη βαλβίδα, τα άτομα που περπατούσαν ξεκίνησαν τη ρύθμιση πιο κοντά στο στόχο απ' ό,τι οι άλλες του μήκους (Cornus et al., 2009). Η τοποθέτηση του πέλματος με ακρίβεια πριν από το εμπόδιο μπορεί να σχετίζεται με την προσπάθεια διατήρησης μιας αποτελεσματικής θέσης του σώματος κατά το πέρασμα επάνω από εμπόδια (Sparrow et al., 1996). Ωστόσο, τόσο η προσαρμογή των διασκελισμών όσο και η τοποθέτηση του ποδιού με ακρίβεια επηρεάζονται από τους «περιορισμούς» / χαρακτηριστικά του εμποδίου (Bradshaw & Sparrow, 2001; Cornus et al., 2009). Η θέση του εμποδίου σε ένα περιβάλλον ταχύτητας και η απουσία ενός ορατού στόχου στο έδαφος (σημείο ώθησης) παρέχουν συγκεκριμένες πηγές πληροφόρησης οι οποίες επηρεάζουν την οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά και απόδοση (Witt et al., 2007) και δημιουργούν συγκεκριμένους περιορισμούς της δεξιότητας που εκτελείται στο τελείωμα της φάσης της φόρας, οι οποίοι θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη ρύθμιση των διασκελισμών (Bradshaw & Aisbett, 2006; Davids, Bennett, Savelsbergh, & van der Kamp, 2002; Renshaw & Davids, 2006).

### **1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν προσέγγιση στόχου, ο ασκούμενος θα πρέπει να αντιλαμβάνεται τη μετακίνησή του, τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, και να τα συνδυάσει όλα αυτά με τις φυσικές του ικανότητες και την εμπειρία του, ώστε να καταφέρει να συντονίσει αποτελεσματικά την κίνηση σύμφωνα με τις αντιλαμβανόμενες συνθήκες (De Rugy et al., 2002).

Υποστηρίζεται η ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ελέγχου της μετακίνησης, ο οποίος παρατηρείται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά ή τους περιορισμούς της δεξιότητας και βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης (Cornus et al., 2009). Είτε λοιπόν πρόκειται για δεξιότητες που απαιτούν την τοποθέτηση του πέλματος σε

ένα συγκεκριμένο στόχο στο έδαφος είτε για δεξιότητες υπερπήδησης ενός εμποδίου, η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου και η προσαρμογή του μήκους των διασκελισμών αποτελούν βασικές ανθρώπινες δεξιότητες (Bradshaw & Sparrow, 2001; Patla, 1997). Ωστόσο, το περιβάλλον απόδοσης και οι περιορισμοί της δεξιότητας «επιβάλλουν» προσαρμογές στο μηχανισμό ελέγχου που εμπλέκεται κατά τη μετακίνηση προς ένα στόχο (Panteli et al., 2016).

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν να αξιολογηθεί ο τρόπος εκδήλωσης μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς από αρχάριους αθλητές νεαρής ηλικίας, κατά την εκτέλεση αγωνισμάτων κλασικού αθλητισμού που περιλαμβάνουν δεξιότητες προσέγγισης στόχου, με εφαρμογή στα αγωνίσματα των εμποδίων και στο άλμα σε μήκος. Πρόκειται για δύο αγωνίσματα που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς στόχο, ωστόσο χαρακτηρίζονται από διαφορετικές απαιτήσεις κίνησης και εκτελούνται σε περιβάλλον με διαφορετικό περιεχόμενο και διαφορετικά χαρακτηριστικά στόχου.

Υποστηρίζεται ότι η προσαρμογή του μοντέλου μετακίνησης σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα είναι μια φυσική διαδικασία παρά μια επίκτητη δεξιότητα. Ωστόσο, καθώς οι ενέργειες προσέγγισης στόχου έχουν μια εξελίξιμη πορεία, η ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης μπορεί να βελτιωθεί μέσω της μάθησης – εξάσκησης και της ανάπτυξης. Συνεπώς, δεύτερος σκοπός ήταν η διαμόρφωση κατάλληλων μαθησιακών – προπονητικών περιεχομένων, βασισμένων στην προσέγγιση του μοντέλου των περιορισμών, τα οποία θα προσφέρουν όλες τις δυνατότητες για να αναπτυχθούν τα σημαντικά χαρακτηριστικά της δεξιότητας.

## **1.2 Σημασία της έρευνας**

Τα διαφορετικά στοιχεία πληροφόρησης σε ένα περιβάλλον απόδοσης και οι διαφορετικοί περιορισμοί των κινητικών δεξιοτήτων διαμορφώνουν αντιλήψεις, προθέσεις και κινήσεις με διαφορετικούς τρόπους (Davids, Renshaw, Pinder, Araujo, & Vilar, 2012). Υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία σε σχέση με την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου στη μικρή ηλικία – αρχικά στάδια μάθησης – όπου παρατηρούνται διαφορές, σε σχέση με τους ενήλικες, στις διαδικασίες κινητικού ελέγχου και αντίληψης – κίνησης που απαιτούνται για να επιτευχθεί ένα κινητικό αποτέλεσμα (Chohan, 2008; Williams et al., 1999). Επίσης, υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία που αφορά στην εφαρμογή του οπτικού ελέγχου κατά τη δρομική κίνηση στα αγωνιστικά εμπόδια. Μέσα από αυτή τη μελέτη επιδιώκεται να αποκτηθεί περαιτέρω

γνώση σχετικά με το πώς οι διαφορετικοί περιορισμοί κινητικών δεξιοτήτων και τα αναπτυξιακά - ηλικιακά χαρακτηριστικά επηρεάζουν το συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Επίσης, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης θα μας βοηθήσουν να βγάλουμε πρακτικά συμπεράσματα – εφαρμογές για το σχεδιασμό μαθησιακών εμπειριών και πρακτικής εξάσκησης λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της δεξιότητας και τα «συστατικά» του συνδυασμού πληροφόρησης – κίνησης που τη χαρακτηρίζουν.

### 1.3 Διευκρινίσεις όρων

**Περιορισμοί** (constraints): ορίζονται ως «οριοθετήσεις» ή χαρακτηριστικά τα οποία διαμορφώνουν την εκδήλωση μιας συμπεριφοράς.

**Δρομικός διασκελισμός** (step): ορίζεται ως ο χρόνος και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών στηρίξεων.

**Μήκος διασκελισμού** (step length): ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων στήριξης και υπολογίζεται μέσω της αφαίρεσης δύο διαδοχικών αποστάσεων πέλματος – εμποδίου (toe-hurdle distance)

**Μέτρο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων για κάθε διασκελισμό** (footstep variability): προσδιορίζεται από την τυπική απόκλιση (T.A) των αποστάσεων πέλματος – εμποδίου για κάθε φάση στήριξης, μεταξύ των τεσσάρων προσπαθειών, για κάθε συμμετέχοντα.

**Έναρξη του οπτικού ελέγχου** (onset of visual control): προσδιορίζεται από το σημείο / φάση στήριξης στο οποίο παρατηρείται η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος εμποδίου (mean max SD of THD) η οποία ακολουθείται από μια συστηματική μείωση της μεταβλητότητας.

**ΚΒΣ** (centre of mass): Κέντρο βάρους του σώματος

**Οριζόντια ταχύτητα** (horizontal velocity): η ταχύτητα που αναπτύσσει ο αθλητής κατά τη διάρκεια της δρομικής δραστηριότητας.

**Κατακόρυφη ταχύτητα** (vertical velocity during takeoff): είναι αποτέλεσμα της στήριξης - ώθησης. Κατά τη φάση της ώθησης, ένα μέρος της οριζόντιας ταχύτητας μετατρέπεται σε κατακόρυφη ταχύτητα.

**Ταχύτητα απογείωσης** (resultant velocity at takeoff): η συνισταμένη της οριζόντιας ταχύτητας που αναπτύχθηκε κατά τη φάση της δρομικής δραστηριότητας και της κατακόρυφης ταχύτητας που αναπτύχθηκε κατά την ώθηση.

**Γωνία απογείωσης** (resultant takeoff angle): σχηματίζεται από την εφαπτομένη της ταχύτητας απογείωσης στην τροχιά που διαγράφει το ΚΒΣ, και από το οριζόντιο επίπεδο το οποίο διέρχεται από το ΚΒΣ στη φάση της ενεργητικής ώθησης.

**Μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου** (hurdle clearance distance): ορίζεται ως η απόσταση που καλύπτεται από το σημείο της ενεργητικής ώθησης (τελευταία στήριξη πριν το εμπόδιο) μέχρι και το σημείο προσγείωσης μετά το εμπόδιο, και υπολογίζεται από το άθροισμα των επιμέρους αυτών αποστάσεων.



**Απόσταση ώθησης – απογείωσης (takeoff distance):** ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση που καλύπτεται από το σημείο της ενεργητικής ώθησης (τελευταία στήριξη πριν από το εμπόδιο) μέχρι και την κάθετη προβολή του πήχη του εμποδίου.

**Απόσταση προσγείωσης (landing distance):** ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση που καλύπτεται από την κάθετη προβολή του πήχη του εμποδίου μέχρι και το σημείο στήριξης – προσγείωσης μετά το εμπόδιο.

**Διάρκεια της φάσης πτήσης κατά την υπερπήδηση του εμποδίου (hurdle clearance time):** ορίζεται ως ο χρόνος περάσματος του εμποδίου.

**Ύψος ΚΒΣ επάνω από το εμπόδιο (height of centre of mass above the hurdle):** ορίζεται ως η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του ΚΒΣ και της υψηλότερης επιφάνειας του πήχη του εμποδίου.

**Συντελεστής τεχνικής επιδεξιότητας (technique index) =** επίδοση στην απόσταση με εμπόδια – επίδοση στην απόσταση χωρίς εμπόδια.

## Κεφάλαιο II

### ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

#### **2.1 Θεωρητικές προσεγγίσεις για το συνδυασμό αντίληψης – κίνησης σε δυναμικές ενέργειες αναχαίτισης – Οικολογική δυναμική.**

Καθώς ένα άτομο κινείται μέσα στο περιβάλλον του, οι μετατροπές στο οπτικό του πεδίο μπορούν να συνδυαστούν με τις δυνάμεις που χρησιμοποιούνται για να παραχθεί η κίνηση έτσι ώστε λεπτομερείς, συγκεκριμένες πηγές πληροφόρησης – που χρησιμοποιούνται ως μεταβλητές – να είναι διαθέσιμες για να διαμορφώσουν / περιορίσουν τη συμπεριφορά. Η ιδέα ότι η κίνηση ή μια κινητική ενέργεια «δημιουργεί» πληροφορίες, οι οποίες με τη σειρά τους διαμορφώνουν / περιορίζουν την κίνηση είναι γνωστή ως συνδυασμός αντίληψης – κίνησης.

##### **2.1.1 Πως λειτουργεί ο συνδυασμός αντίληψης – κίνησης.**

Καθώς ένα άτομο κινείται, τα οπτικά ερεθίσματα εναλλάσσονται (οπτική ροή) δημιουργώντας περισσότερες πληροφορίες για να καθοδηγήσουν την τρέχουσα κίνηση (Kugler & Turvey, 1987; Williams et al., 1999). Μια ή περισσότερες μεταβλητές από τη ροή οπτικών πληροφοριών συνδυάζονται με ελεύθερες παραμέτρους του κινητικού συστήματος για να διαμορφώσουν ένα σύστημα ελέγχου. Η ροή πληροφοριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο κινήσεων με ένα προσαρμοστικό τρόπο.

Ο Gibson (1979) αναφέρει ότι «Πρέπει να αντιλαμβανόμαστε για να κινηθούμε, πρέπει επίσης όμως να κινηθούμε για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε». Υποστηρίζεται ότι η συμπεριφορά των ατόμων κατευθύνεται και ρυθμίζεται άμεσα από ακουστικές και οπτικές πληροφορίες που είναι συνεχώς διαθέσιμες μέσα στο περιβάλλον. Η άμεση ρύθμιση της συμπεριφοράς αποτελεί τη βάση για το συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Η ιδέα του συνδυασμού αντίληψης – κίνησης είναι βασική στην οικολογική θεωρία (Gibson, 1979).

Σύμφωνα με την οικολογική προσέγγιση ή άμεση θεωρία, η σχέση μεταξύ αντίληψης και κίνησης θεωρείται άμεση και κυκλική (Gibson, 1979). Η θεωρία της άμεσης αντίληψης σχετίζεται με την οπτική αντίληψη, δίνοντας έμφαση στα μοντέλα ροής οπτικών πληροφοριών. Η οικολογική προσέγγιση σε σχέση με την αντίληψη

αναφέρει ότι υπάρχουν πάρα πολλές πληροφορίες – χρονικές και διαστήματος – συνεχώς διαθέσιμες στους αισθητήριους υποδοχείς, οι οποίες επιτρέπουν στο άτομο να αντιλαμβάνεται άμεσα και με σαφήνεια το σχέδιο και τις «ιδιότητες» των γεγονότων που συμβαίνουν μέσα στο περιβάλλον. Ένα τέτοιο οπτικό πεδίο περιέχει ευμετάβλητες πληροφορίες οι οποίες προσδιορίζουν το σχέδιο των αντικειμένων στο χώρο (Gibson, 1979). Σύμφωνα λοιπόν με την οικολογική προσέγγιση, η πληροφορία είναι σαφής και ξεκάθαρη και διαφέρει πολύ από την έμμεση επεξήγηση των ερεθισμάτων. Η συγκεκριμένη φύση αυτής της ξεκάθαρης πληροφορίας διαμορφώνει το κεντρικό σημείο της άμεσης αντίληψης.

Η οικολογική προσέγγιση συμπεριλαμβάνει την οικολογική ψυχολογία και τη θεωρία δυναμικών συστημάτων. Η οικολογική ψυχολογία ερευνά τις σχέσεις μεταξύ της αντιλαμβανόμενης πληροφορίας και των διαφόρων ενεργειών σε καταστάσεις συγκεκριμένων δεξιοτήτων (Beek, Jacobs, Daffertshofer, & Huys, 2003b). Η θεωρία δυναμικών συστημάτων θεωρεί τους ανθρώπινους οργανισμούς ως οντότητες που συνεχώς μεταβάλλονται μέσα σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες και οι οποίοι υπόκεινται σε πληροφοριακούς περιορισμούς σε σχέση με τη συμπεριφορά. Τα δύο θεωρητικά μοντέλα, ενσωματωμένα μαζί, παρέχουν ένα πλήρες πλαίσιο μέσω του οποίου μπορούν να «εξερευνηθούν» οι ενέργειες αναχαίτισης στόχου, οι οποίες βασίζονται στην αλληλεπίδραση ενός ατόμου με την πληροφορία που παρέχεται από το περιβάλλον με σκοπό την επιτυχημένη εκτέλεση μιας δεξιότητας.

### **2.1.2 Οικολογική ψυχολογία (Ecological Psychology)**

Η οικολογική θεωρία δίνει έμφαση στη σημαντικότητα των σχέσεων μεταξύ του ανθρώπινου οργανισμού και του περιβάλλοντος (Gibson, 1979). Υποστηρίζεται ότι η συμπεριφορά ελέγχεται από το συνδυασμό μεταξύ μιας κίνησης / ενέργειας και της συγκεκριμένης πληροφορίας που παρέχεται μέσω της οπτικής ροής – η οποία διαμορφώνεται από τη συγκεκριμένη ενέργεια (Gibson, 1979). Ο «συνδυασμός αντίληψης – κίνησης» θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια συνεχής σχέση μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος η οποία ρυθμίζει τη συμπεριφορά, με τα χαρακτηριστικά / τις μεταβλητές του ενός να επηρεάζουν τις διαδικασίες του άλλου (Pijpers, Oudejans, & Bakker, 2007). Η κίνηση και η αντίληψη προσαρμόζονται η μία στην άλλη, χωρίς καμία να έχει τα πρωτεία κατά την οργάνωση συμπεριφορών κατεύθυνσης προς στόχο (Bootsma & van Wieringen, 1990). Η σχέση μεταξύ αντίληψης και κίνησης θεωρείται άμεση και κυκλική (Gibson, 1979). Κάθε κίνηση

δημιουργεί συγκεκριμένα οπτικά χαρακτηριστικά στην οπτική ροή (που δημιουργείται σε συνδυασμό με το περιβάλλον), τα οποία διευκολύνουν τη συμπεριφορά με ένα κυκλικό και σταθερό τρόπο (Gibson, 1979). Οι κινήσεις εναλλάσσουν τη μορφή της πληροφορίας που επιλέγεται, «απαιτώντας» από τα άτομα να ενεργήσουν ώστε να αντιληφθούν την πληροφορία, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει την επόμενη ενέργεια / κίνηση (Davids, Button, & Bennett, 2008). Επειδή η άμεση αντίληψη της πληροφορίας από το περιβάλλον απαιτεί κίνηση, ο συνδυασμός αντίληψης – κίνησης περιγράφεται ως ενεργητική διαδικασία (Warren Jr., 1998) και συμβαίνει κατά τη διάρκεια εκτέλεσης / απόδοσης μιας δεξιότητας (Montagne, Fraise, Ripoll, & Laurent, 2000).

### **2.1.3 Θεωρία δυναμικών συστημάτων (Dynamical systems theory)**

Η θεωρία των συστημάτων δίνει έμφαση στην ανάγκη να θεωρηθούν τα δεδομένα ως ένα σύνολο, παρά να εξετάζονται τμηματικά (Davids et al., 2008). Η θεωρία δυναμικών συστημάτων θεωρεί τους ανθρώπους ως σύνθετους νευροβιολογικούς οργανισμούς οι οποίοι συγκροτούνται από πολλά αλληλεπιδρώντα τμήματα / συστατικά, καθένα από τα οποία ενσωματώνεται και είναι ικανό να επηρεάσει τα άλλα συστατικά (Davids & Baker, 2007). Βασικά χαρακτηριστικά που εκτίθενται από σύνθετα / πολύπλοκα συστήματα περιλαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό ανεξάρτητων και ευμετάβλητων βαθμών ελευθερίας, διαφορετικά επίπεδα που υπάρχουν μέσα στο ίδιο το σύστημα, τη δυνατότητα για μη γραμμικότητα της συμπεριφοράς, την ικανότητα για σταθερές και μη σταθερές μοντελοποιημένες συσχετίσεις, και την ικανότητα των συστατικών ενός υποσυστήματος να περιορίζει ή να επηρεάζει τη συμπεριφορά άλλων υποσυστημάτων (Davids et al., 2008). Θεωρώντας τις ανθρώπινες οντότητες ως ένα σύνολο, που αποτελείται από πολλά ανεξάρτητα αλλά αλληλεπιδρώντα υποσυστήματα, είναι δυνατόν τα πολύπλοκα συστήματα να εξερευνώνται σε πολλαπλά επίπεδα.

Τα δυναμικά συστήματα τονίζουν την επίδραση των αλληλεπιδρώντων περιορισμών στην απόδοση / συμπεριφορά και προβάλλουν τα πλούσια μοντέλα που προκύπτουν μέσω αυτής της αλληλεπίδρασης σε δυναμικά περιβάλλοντα / περιεχόμενα απόδοσης, προτείνοντας ένα πλαίσιο μέσω του οποίου τα άτομα ικανοποιούν τους ατομικούς περιορισμούς τους – ατομικές προσαρμογές – μέσα σε ένα δυναμικό περιβάλλον (Davids, Araujo, Shuttleworth, & Button, 2003a).

#### **2.1.4 Ενσωμάτωση του θεωρητικού πλαισίου (An integrated theoretical framework)**

Η οικολογική δυναμική (ecological dynamics) είναι μια προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί έννοιες και «εργαλεία» από τη θεωρία δυναμικών συστημάτων με σκοπό την κατανόηση της συμπεριφοράς, η οποία προκύπτει μέσω «συνδυασμών» μεταξύ ενός ατόμου και του περιβάλλοντος. Η προσαρμοστική αυτή συμπεριφορά προκύπτει από την αλληλεπίδραση των ατομικών περιορισμών, είναι βασισμένη στις προθέσεις / στους στόχους μιας συγκεκριμένης δεξιότητας, και επηρεάζεται από το περιβάλλον μέσα στο οποίο συμβαίνει (Araujo, Davids, Bennett, Button, & Chapman, 2004; Davids, Araujo, Button, & Renshaw, 2007).

Σύμφωνα με την οικολογική προσέγγιση, οι ενέργειες των ατόμων συνδέονται με ιδιότητες σημαντικών πηγών πληροφόρησης από το περιβάλλον (Gibson, 1979). Η ρύθμιση της συμπεριφοράς εξαρτάται από το συνεχή συνδυασμό των κινήσεων με τις μεταβλητές της αντιλαμβανόμενης πληροφορίας καθ' όλη τη διάρκεια μιας δεξιότητας (Montagne, 2005; Savelsberg, van der Kamp, Oudejans, & Scott, 2004; Turvey & Shaw, 1999). Αν και η αντίληψη είναι μια πολύ-αισθητήρια διαδικασία, η όραση είναι η πιο «έμπιστη» από τις φυσιολογικές αισθήσεις. Οι άνθρωποι δίνουν μεγάλη έμφαση στην οπτική αντίληψη όταν ρυθμίζουν τη συμπεριφορά μέσα σε δυναμικά περιβάλλοντα απόδοσης (Davids et al., 2008) και βασίζονται κυρίως στην όραση ως πηγή πληροφόρησης ακόμα και όταν οι άλλες αισθήσεις είναι διαθέσιμες (Davids et al., 2002; Williams et al., 1999). Καθώς το άτομο κινείται μέσα στο περιβάλλον προκαλεί αλλαγές στη ροή οπτικών πληροφοριών και έτσι προκύπτει ένας συνδυασμός μεταξύ ατόμου και περιβάλλοντος. Η πληροφορία από τη σχετική κίνηση του ατόμου, καθώς και οι ιδιότητες του περιβάλλοντος γίνονται άμεσα αντιληπτά μέσω των μεταβολών των πληροφοριακών ερεθισμάτων στο οπτικό πεδίο.

#### **2.1.5 Δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο και συνδυασμός αντίληψης – κίνησης.**

Δεξιότητες μετακίνησης προς στόχο έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για να εξερευνηθεί η οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά σε σχέση με τους περιορισμούς του διαστήματος μέσα στο περιβάλλον (De Rugy, Montagne, Buekers, & Laurent, 2001). Μια δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο προϋποθέτει τη διαμόρφωση των διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης / φάση της φόρας, ώστε να τοποθετηθεί το πόδι με ακρίβεια σε έναν ορατό στόχο. Εξετάζοντας τους μηχανισμούς ελέγχου της ανθρώπινης κίνησης, η μετακίνηση προς ένα στόχο αποδεικνύει την ύπαρξη ενός

συνεχούς συνδυασμού αντίληψης – κίνησης (Montagne et al., 2000; Renshaw & Davids, 2004). Κατά τη φάση προσέγγισης ενός στόχου στο έδαφος, οι ασκούμενοι αξιολογούν συνεχώς την τρέχουσα θέση τους σε σχέση με την «επιθυμητή» θέση τους, καθώς και την αντιλαμβανόμενη διαφορά μεταξύ των δύο, προσαρμόζοντας τους διασκελισμούς καθ' όλη τη διάρκεια της φόρας για να ελαχιστοποιήσουν αυτή τη διαφορά (Montagne et al., 2000; Renshaw & Davids, 2004). Μικρές προσαρμογές στους διασκελισμούς, καθ' όλη τη διάρκεια της δεξιότητας μετακίνησης προς στόχο, σχετίζονται με την ελεγχόμενη συστηματική συμπεριφορά και επηρεάζουν την εκτέλεση των ενεργειών που πραγματοποιούνται κατά την ολοκλήρωση της δεξιότητας μετακίνησης προς στόχο (Bradshaw & Aisbett, 2006).

Η όραση παίζει σημαντικό ρόλο στην αναγνώριση σημείων και στον έλεγχο της κατεύθυνσης της προσοχής, χαρακτηριστικά τα οποία είναι ενσωματωμένα στη διαδικασία καθοδήγησης κατά τη μετακίνηση προς στόχο (Patla, 1997). Κατά τη μετακίνηση, η πληροφορία για το χρόνο επαφής (χρόνος που απομένει μέχρι την επαφή με το στόχο) αποκτάται συνεχώς από τα αντικείμενα μέσα στο περιβάλλον, με σκοπό τη ρύθμιση της προσαρμογής των διασκελισμών (Scott et al., 1997; Williams et al., 1999). Βασιζόμενοι σε πολλαπλές πηγές πληροφόρησης, οι ασκούμενοι έχουν διαφορετικούς τρόπους να διαχειρίζονται τις σχετικές φυσικές ιδιότητες του περιβάλλοντος και να ελέγχουν τις ενέργειες που συνδέουν τους ίδιους με το περιβάλλον. Η ικανότητα των ατόμων να χρησιμοποιούν πολλαπλές πηγές πληροφόρησης επιτρέπει σε συγκεκριμένες ενέργειες, όπως η μετακίνηση προς στόχο (De Rugy et al., 2000; De Rugy et al., 2001), να εκτελούνται κάτω από ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες ακόμα και όταν η αντιληπτική πληροφορία παρέχεται περιοδικά ή περιορίζεται.

## **2.2 Η προσέγγιση του «μοντέλου περιορισμών» σε δυναμικές ενέργειες προσέγγισης στόχου.**

### **2.2.1 Τι είναι η δυναμική κίνηση αναχαίτισης στόχου (dynamic interceptive action);**

Μια συνήθης πρόκληση στις καθημερινές δραστηριότητες περιλαμβάνει την ακριβή μετακίνηση ή κίνηση με ακρίβεια ενός μέλους του σώματος, στη σωστή χρονική στιγμή, για να αναχαιτίσει ή να προσεγγίσει έναν κινούμενο ή σταθερό στόχο. Αυτές οι κινήσεις ρυθμίζονται συνεχώς από την οπτική πληροφορία που είναι διαθέσιμη στο περιβάλλον απόδοσης (Fajen, 2005; Greenwood, 2014). Για την επιτυχημένη αναχαίτιση ή προσέγγιση ενός στόχου, η συνεχής αντίληψη της οπτικής πληροφορίας χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης της δεξιότητας με σκοπό τη ρύθμιση της συμπεριφοράς.

Πρακτικά παραδείγματα κινήσεων αναχαίτισης ή προσέγγισης στόχου σε ένα αθλητικό περιβάλλον αφορούν σε: το πιάσιμο μπάλας στον αέρα (Oudejans et al., 1996), το χτύπημα της μπάλας στο baseball (Ranganathan & Carlton, 2007), το τρέξιμο φόρας στο άλμα σε μήκος και η τοποθέτηση – ώθηση στη βαλβίδα (Lee, Lishman, & Thomson, 1982), η επιστροφή μιας μπαλιάς στο tennis (Goulet et al., 1989). Υπάρχουν πολλά μοντέλα κίνησης από τον αθλητισμό που παρέχουν κλασσικά παραδείγματα κινήσεων αναχαίτισης σε δυναμικά περιβάλλοντα. Αθλητές υψηλού επιπέδου επιδεικνύουν αξιοσημείωτο συντονισμό και σταθερότητα κατά την εκτέλεση κινήσεων αναχαίτισης υψηλών απαιτήσεων υπό την επίδραση ποικίλων περιορισμών (constraints).

Η ρύθμιση των διασκελισμών κατά την αναχαίτιση στόχων στο έδαφος ή κατά την προσέγγιση εμποδίων είναι βασική κινητική δεξιότητα γνωστή ως “locomotor pointing” (Renshaw & Davids, 2006). Οι προσαρμογές του διασκελισμού βασίζονται στους περιορισμούς πληροφόρησης του περιβάλλοντος, οι οποίοι κυρίως εντοπίζονται μέσω της όρασης (De Rugy, Taga, Montagne, Buekers, & Laurent, 2002).

Η εκτέλεση κινήσεων αναχαίτισης απαιτεί συνδυασμούς μεταξύ σχετικών «συστατικών» του ατομικού κινητικού συστήματος και πηγών πληροφόρησης του περιβάλλοντος για τη ρύθμιση της συμπεριφοράς (Warren, 2006). Λόγω των υψηλών απαιτήσεων που υπάρχουν για να «ικανοποιηθούν» οι κινήσεις αναχαίτισης σε δυναμικά περιβάλλοντα απαιτείται ποιοτική πληροφορία για το περιβάλλον ώστε να

υποστηριχτεί η κίνηση (Withagen, 2004). Συγκεκριμένες πηγές πληροφόρησης που βρίσκονται μέσα στο περιβάλλον, και αναφέρονται ως περιορισμοί πληροφόρησης, διατηρούν μια σχέση σύνδεσης με την κίνηση και είναι απαραίτητες για την κατανόηση της εκτέλεσης / απόδοσης των κινήσεων αναχαίτισης (Greenwood, 2014).

### **2.2.2 Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι περιορισμοί κατά την εκτέλεση μιας δυναμικής κίνησης αναχαίτισης / προσέγγισης στόχου;**

Οι περιορισμοί (constraints) ορίζονται ως «οριοθετήσεις» ή χαρακτηριστικά τα οποία διαμορφώνουν την εκδήλωση μιας συμπεριφοράς (Davids, 2010). Η αλληλεπίδραση των διαφόρων περιορισμών «αναγκάζει» τον ασκούμενο να υιοθετεί σταθερά και αποτελεσματικά κινητικά μοντέλα κατά την εκτέλεση δυναμικών κινήσεων αναχαίτισης στόχου (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw, Chow, Davids, & Hammond, 2010).

Σύμφωνα με τη θεωρία των περιορισμών (constraints theory), ο περιορισμός μιας κίνησης (a movement constraint) ορίζεται ως μια μεταβλητή η οποία διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο η κίνηση μπορεί να είναι οργανωμένη και ελεγχόμενη (Chohan, 2008). Το «μοντέλο των περιορισμών» προτείνει ότι οι περιορισμοί καθοδηγούν τη δυναμική της εξέλιξης της κίνησης. Μπορούν να διαμορφώσουν την εκδήλωση κινητικών μοντέλων, γνωστικών διαδικασιών και διαδικασιών λήψης αποφάσεων (Passos, Araujo, Davids, & Shuttleworth, 2008b). Λόγω της αλληλεξάρτησης των διαφόρων διαδικασιών στο κινητικό σύστημα, μια μικρή αλλαγή σε ένα μέρος του συστήματος μπορεί να επιφέρει μεγάλες αλλαγές στο κινητικό αποτέλεσμα (Renshaw et al., 2010).

Μια προσέγγιση βασισμένη στους περιορισμούς «ανακαλύπτει» συμπεριφορές που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση του ατόμου και του περιβάλλοντος (Davids et al., 2008) και προτείνει πως πολλοί περιορισμοί μπορούν να δράσουν σε ένα δεδομένο σύστημα την ίδια χρονική στιγμή. Στην «εξερεύνηση» συμπεριφορών κινητικής απόδοσης σε δυναμικά περιβάλλοντα είναι σημαντικό να αναγνωριστούν οι πιο σημαντικοί περιορισμοί – «κλειδιά» (key constraints) που κατευθύνουν την κινητική ενέργεια / δραστηριότητα (Greenwood, 2014).

Σύμφωνα με το Newell (1986), οι περιορισμοί διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: ατομικοί (individual or organismic constraints), του περιβάλλοντος (environmental



constraints) και της δεξιότητας (task constraints) (Brymer & Renshaw, 2010; Chohan, 2008; Greenwood, 2014; Renshaw et al., 2010).

Οι ατομικοί περιορισμοί αναφέρονται στα μοναδικά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου και αφορούν σε βιολογικές, φυσικές και ψυχολογικές – γνωστικές παραμέτρους. Οι βιολογικοί παράγοντες αναφέρονται στα γονίδια, στους τύπους των μυϊκών ινών, στο επίπεδο ωρίμανσης και ανάπτυξης. Τα φυσικά χαρακτηριστικά αφορούν στην ηλικία, στο σωματικό ύψος και σωματικό βάρος, στο επίπεδο συναρμοστικών ικανοτήτων, στις τεχνικές δεξιότητες, στο επίπεδο φυσικής κατάστασης. Οι ψυχολογικές – γνωστικές παράμετροι αναφέρονται σε γνωστικές δεξιότητες, στην αντιμετώπιση του stress, στο επίπεδο παρακίνησης, στο επίπεδο αυτοπεποίθησης, στην ικανότητα συγκέντρωσης της προσοχής (Greenwood, 2014).

Αυτές οι παράμετροι επηρεάζουν / διαμορφώνουν τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα προσεγγίζουν μια κινητική δεξιότητα. Οι προσωπικοί – ατομικοί παράγοντες παρέχουν δυνατότητες (affordances) για ενέργειες και παίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό του τρόπου απόδοσης / της κινητικής συμπεριφοράς. Αυτοί οι διαφορετικοί ατομικοί περιορισμοί επιδεικνύουν διάφορες πιθανές στρατηγικές / τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των ειδικών χαρακτηριστικών της δεξιότητας, καθώς επίσης και να οδηγήσουν σε ατομικές προσαρμογές (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010). Είναι ξεκάθαρο ότι οι τρόποι προσέγγισης ή διαχείρισης μιας κινητικής ενέργειας θα ποικίλουν, καθώς κάθε ασκούμενος θα προσπαθεί να «ικανοποιήσει» τους ατομικούς περιορισμούς και θα «χειριστεί» συγκεκριμένες καταστάσεις μέσω των δικών του προσαρμογών (Davids et al., 2008). Για παράδειγμα, κατά τη ρύθμιση του διασκελισμού πριν το πάτημα για το πέρασμα μιας λακούβας, άτομα με διαφορετικό μήκος κάτω άκρων θα χρησιμοποιήσουν διαφορετικούς τρόπους εκτέλεσης της δεξιότητας (task solutions) βασισμένους στα δικά τους (ατομικά) φυσικά χαρακτηριστικά. Μοναδικοί ατομικοί περιορισμοί μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά και παρέχουν συγκεκριμένα «ατομικά μονοπάτια» για την επίτευξη παρόμοιων αποτελεσμάτων απόδοσης (Greenwood, 2014).

Θεωρώντας μια απλή κινητική συμπεριφορά όπως είναι η μετακίνηση, το κινητικό μοντέλο που χρησιμοποιείται εναλλάσσεται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου ανάλογα με τις φυσιολογικές και γνωστικές του ικανότητες. Σύμφωνα με την οικολογική θεωρία, αυτή η εξέλιξη στην κινητικότητα υιοθετείται λόγω των

ατομικών – περιβαλλοντικών δυνατοτήτων (organismic – environmental affordances). Η ωρίμανση και η ανάπτυξη επιτρέπουν για τροποποιήσεις / εναλλαγές στις αντιλαμβανόμενες δυνατότητες καθώς οι αναλογίες των ατομικών χαρακτηριστικών σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος αλλάζουν (Chohan, 2008).

Συγκρίνοντας, για παράδειγμα, το μοντέλο βηματισμού ενός μικρού παιδιού με αυτό ενός υγιή ενήλικα παρατηρείται μια διαφορά στον τρόπο με τον οποίο «χειρίζεται» ο καθένας τους περιορισμούς του μεγέθους του σώματός τους. Τα παιδιά χρησιμοποιούν ένα πιο πλατύ μοντέλο διασκελισμού για να αυξήσουν τη βάση στήριξης και εκτείνουν τα χέρια τους για καλύτερη ισορροπία (Beaty, 2002). Με την ωρίμανση, την ανάπτυξη και την εξάσκηση ο διασκελισμός γίνεται περισσότερο σταθερός και αποτελεσματικός. Ένα μικρό παιδί, λοιπόν, «περιορίζεται» από το δικό του επίπεδο ανάπτυξης, γεγονός που υποδεικνύει ότι η κίνηση είναι προσαρμόσιμη σε κάθε στάδιο εξέλιξης (Chohan, 2008).

Στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται και ο όρος “affordance” για να περιγράψει μια δυνατότητα για ενέργεια / δραστηριότητα, η οποία συνδυάζει την αντικειμενική φύση του περιβάλλοντος με την υποκειμενική φύση του ασκούμενου (Fayan, Riley, & Turvey, 2009). Αυτό σημαίνει ότι ένα συγκεκριμένο περιβάλλον θα έχει συγκεκριμένες ιδιότητες / χαρακτηριστικά και ένα άτομο αντιλαμβάνεται δυνατότητες για κίνηση / ενέργεια μέσα σε αυτό από τη δική του μοναδική προοπτική.

Για παράδειγμα, δύο ασκούμενοι που εκτελούν την ίδια άσκηση με ένα canoe, στο ίδιο περιβάλλον απόδοσης, αλλά με διαφορετικά σωματικά χαρακτηριστικά (σωματικό ύψος και μήκος μελών του σώματος) θα καταλήξουν σε διαφορετικές αντιλήψεις και διαφορετικό κινητικό αποτέλεσμα. Στο ίδιο περιβάλλον απόδοσης, ασκούμενοι με διαφορετικά ατομικά χαρακτηριστικά θα αντιλαμβάνονται με διαφορετικό τρόπο την ίδια κινητική απαίτηση και θα καταλήξουν σε διαφορετικό – ατομικό – κινητικό αποτέλεσμα (Brymer & Renshaw, 2010).

Κατά τη διαδικασία μάθησης μιας κινητικής δεξιότητας, οι ασκούμενοι χρειάζονται απλοποιημένα, ρεαλιστικά περιβάλλοντα απόδοσης όπου θα μπορούν να εναρμονιστούν με πληροφορίες, οι οποίες θα τους καθιστούν ικανούς να λαμβάνουν έξυπνες και κατάλληλα πληροφορημένες αποφάσεις βασισμένες σε μια ολοκληρωμένη κατανόηση των δικών τους ικανοτήτων / δυνατοτήτων σε ένα οποιοδήποτε περιβάλλον (Brymer & Renshaw, 2010). Οι δυνατότητες των

ασκούμενων δεν είναι «στατικές» (static), αντίθετα μπορούν να αλλάξουν σε σχέση με το χρόνο και το περιεχόμενο (Bhalla & Proffitt, 1999).

Σε δυναμικά αθλητικά περιεχόμενα / περιβάλλοντα, η επίδραση των περιορισμών του περιβάλλοντος είναι πολύ σημαντική. Οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί αφορούν σε φυσικούς και κοινωνικο-πολιτιστικούς παράγοντες. Οι φυσικοί παράγοντες αναφέρονται στο άμεσο περιβάλλον εκτέλεσης μιας κινητικής δεξιότητας και στις πληροφορίες που παρέχονται μέσα σε αυτό.

Οι εξωτερικοί φυσικοί αυτοί παράγοντες περιλαμβάνουν:

- Την τοποθεσία / το χώρο εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας, συμπεριλαμβάνοντας την έκταση του χώρου και τις εμπλεκόμενες επιφάνειες (χαρακτηριστικά εδάφους).
- Τις καιρικές συνθήκες (ήλιος, βροχή, αέρας, χιόνι) και τη θερμοκρασία.
- Το επίπεδο φωτισμού.
- Τη βαρύτητα.
- Το υψόμετρο (Brymer & Renshaw, 2010; Chohan, 2008; Greenwood, 2014; Renshaw et al., 2010).

Ως περιβαλλοντικοί περιορισμοί θα μπορούσαν επίσης να θεωρηθούν τα πάρκα, οι παιδικές χαρές, άδειες μεγάλες εκτάσεις – χώροι δηλαδή στους οποίους πολλά δραστήρια παιδιά αποκτούν τις πρώτες αθλητικές εμπειρίες. Η σημαντικότητα αυτών των χώρων δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί, ως προς την ανάπτυξη της επιδεξιότητας στον αθλητισμό, καθώς παρέχουν ένα μη απειλητικό περιβάλλον όπου τα παιδιά μπορούν να μάθουν να παίζουν διάφορα αθλήματα χωρίς την πίεση της παρέμβασης των ενηλίκων (Renshaw et al., 2010).

Μια δεύτερη σημαντική κατηγορία περιορισμών του περιβάλλοντος αναφέρεται σε κοινωνικο – πολιτιστικούς παράγοντες, οι οποίοι αφορούν στο ρόλο των κοινωνικών δομών / περιεχομένων και στις πολιτιστικές – πνευματικές προσδοκίες. Η κινητική μάθηση επηρεάζεται σημαντικά από τις προσδοκίες της ομάδας, από την παρουσία των σημαντικών άλλων όπως είναι ο προπονητής ή οι συναθλητές. Η διαθεσιμότητα της υποστήριξης από τους γονείς, η πρόσβαση σε καλής ποιότητας εξοπλισμό και εγκαταστάσεις είναι επίσης σημαντικοί περιβαλλοντικοί περιορισμοί που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση των ασκούμενων (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010).

Οι περιορισμοί της δεξιότητας αφορούν:

- Στους στόχους της δεξιότητας.

- Στους κανονισμούς της δεξιότητας.
- Σε οριοθετήσεις στο χώρο (spatial boundaries) και σε απαιτήσεις που σχετίζονται με την εκτέλεση της δεξιότητας.
- Στις εφαρμογές ή στον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται κατά τη μαθησιακή διαδικασία (Brymer & Renshaw, 2010; Greenwood, 2014; Renshaw et al., 2010).

Οι περιορισμοί της δεξιότητας αναφέρονται επίσης στο περιεχόμενο του περιβάλλοντος στο οποίο η δεξιότητα εκτελείται (Davids et al., 2008).

Σε αντίθεση με τους άλλους περιορισμούς, οι περιορισμοί της δεξιότητας είναι πιο εύκολο να τροποποιηθούν (π.χ. τροποποίηση του διαθέσιμου εξοπλισμού στους ασκούμενους ή των διαστάσεων του χώρου εξάσκησης, προσδιορισμός συγκεκριμένων κινητικών στόχων). Μικρές τροποποιήσεις στους περιορισμούς της δεξιότητας μπορούν να επιφέρουν μεγάλες αλλαγές στη συμπεριφορά των ασκούμενων (Renshaw, Davids, Phillips, & Kerhervé, in press). Οι περιορισμοί της δεξιότητας παίζουν σημαντικό ρόλο στο να επηρεάσουν τις προθέσεις των ασκούμενων και μπορούν να τροποποιηθούν σε ένα διδακτικό περιβάλλον / περιβάλλον εξάσκησης (Williams et al., 1999) με σκοπό να ενθαρρύνουν συγκεκριμένες συμπεριφορές ή κινητικές λύσεις.

Μια αποτελεσματική τροποποίηση των περιορισμών μιας δεξιότητας θα έπρεπε να κατευθύνει τους ασκούμενους προς την «ανακάλυψη» λειτουργικών μοντέλων συντονισμού και σε συμπεριφορές λήψης αποφάσεων (Renshaw et al., 2010). Ωστόσο, οι αποφάσεις για την τροποποίηση των περιορισμών μιας δεξιότητας θα πρέπει να σχετίζεται με το γνωστικό επίπεδο των ασκούμενων. Τέτοιου είδους τροποποιήσεις στο περιεχόμενο / περιβάλλον μάθησης μπορούν να οδηγήσουν σε μεγάλες αλλαγές στα κινητικά μοντέλα, κατά τη μαθησιακή διαδικασία.

Το μοντέλο περιορισμών του Newell (1986) δίνει έμφαση στις σημαντικές αλληλεπιδράσεις των ατομικών περιορισμών, των περιορισμών του περιβάλλοντος και αυτών της δεξιότητας – σε μια ισορροπημένη προοπτική. Η κατανόηση των μοναδικών – για κάθε ασκούμενο – περιορισμών της δεξιότητας θα βοηθήσει στο σχεδιασμό αποτελεσματικών περιεχομένων μάθησης (Renshaw et al., 2010).

Σύμφωνα με τον Chohan (2008), η επιτυχημένη εκτέλεση μιας καθημερινής δεξιότητας εξαρτάται από την ηλικία και τις φυσικές ικανότητες του ατόμου. Με την ανάπτυξη και την αυξημένη γνώση των περιορισμών μιας δεξιότητας, τα άτομα γίνονται περισσότερο ικανά στο να συσχετίσουν τα χαρακτηριστικά της δεξιότητας με τις προσωπικές τους ικανότητες. Τα μικρότερα παιδιά είναι λιγότερο επιδέξια στο

να συνδυάσουν τις πληροφορίες της κινητικής δεξιότητας ή του περιβάλλοντος με τις δικές τους φυσικές ικανότητες και ατομικούς περιορισμούς.

Μια δραστηριότητα βασίζεται όχι μόνο σε φυσικούς περιορισμούς (physical constraints) αλλά κυρίως σε αντιληπτικές ικανότητες. Κατά την εκτέλεση μιας δυναμικής κίνησης αναχαίτισης προς στόχο, το άτομο θα πρέπει να είναι ικανό να αντιληφθεί τη μετακίνησή του, την κατεύθυνση, και τις ιδιότητες της δεξιότητας, και να μπορέσει να τα συνδυάσει αυτά με τις δικές του φυσικές ικανότητες και την εμπειρία.

Η οικολογική θεωρία υπογραμμίζει τη σημαντικότητα της σύνδεσης μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος για τη ρύθμιση της κίνησης (Turvey & Shaw, 1999). Η απόδοση / εκτέλεση κινήσεων αναχαίτισης στόχου απαιτεί συνδέσεις μεταξύ σχετικών ατομικών συστατικών του κινητικού συστήματος και πηγών πληροφόρησης από το περιβάλλον για τη ρύθμιση της συμπεριφοράς (Warren, 2006; Withagen, 2004). Συγκεκριμένες πηγές πληροφόρησης που υπάρχουν μέσα στο περιβάλλον, και αναφέρονται ως περιορισμοί πληροφόρησης, διατηρούν μια σχέση σύνδεσης με την κίνηση και είναι σημαντικές για την κατανόηση της εκτέλεσης των κινήσεων αναχαίτισης. Η αντίληψη σχετικών περιορισμών πληροφόρησης για το περιβάλλον δημιουργεί τις προϋποθέσεις ώστε οι κινήσεις να επιλέγονται και να προσαρμόζονται για τη ρύθμιση της συμπεριφοράς (Greenwood, 2014).

Το ανθρώπινο κινητικό σύστημα έχει υψηλό βαθμό προσαρμοστικότητας καθώς διαφορετικά «συστατικά» μπορούν να ξανα-συνδυαστούν με ποικίλους τρόπους. Οι φυσικές ιδιότητες που συνδέουν ένα άτομο με ένα περιβάλλον μπορούν να προσδιοριστούν από πολλές πηγές πληροφόρησης, επιτρέποντας για προσαρμοστικότητα των κινήσεων σε ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες (Laurent, Montagne, & Durey, 1996). Για να υπάρξει ασφάλεια και ικανότητα προσαρμογής στο κινητικό σύστημα, είναι απίθανο να υπάρχει μόνο μια πηγή πληροφόρησης στην οποία να βασίζεται η αντιληπτική καθοδήγηση της κίνησης. Αντίθετα, υποστηρίζεται ότι πολλοί περιορισμοί πληροφόρησης – συγκεκριμένοι για τη δεξιότητα – μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατευθύνουν τις κινήσεις αναχαίτισης (Tresilian, 1999). Επίσης, υποστηρίζεται ότι κατά την εκτέλεση της ίδιας κίνησης αναχαίτισης, ένα άτομο μπορεί να χρησιμοποιήσει διαφορετικούς περιορισμούς πληροφόρησης για να επιτύχει παρόμοια αποτελέσματα απόδοσης (Jacobs, Michaels, & Runeson, 2000). Αυτή η προσαρμοστικότητα στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης υποστηρίζει ότι η εκτέλεση / απόδοση μιας δεξιότητας μπορεί να βασιστεί σε πολλές επιλογές

κινήσεων, εξαρτώμενες από τους περιορισμούς της δεξιότητας, του περιβάλλοντος και του ατόμου (Davids, Williams, Button, & Court, 2001). Για τη βελτίωση της κατανόησης του συντονισμού των δυναμικών κινήσεων αναχαίτισης απαιτείται η γνώση των συγκεκριμένων πληροφοριών που είναι υπεύθυνες για τη ρύθμιση των διαδικασιών αντίληψης και κίνησης (Bootsma et al., 1997).

Θεωρώντας ένα πολύπλοκο / σύνθετο σύστημα, όπως η ανθρώπινη συμπεριφορά, η προσέγγιση των «περιορισμών» τονίζει την αλληλεπίδραση των περιορισμών της δεξιότητας, του ατόμου και του περιβάλλοντος σε πολλά επίπεδα. Η ανθρώπινη συμπεριφορά εκδηλώνεται σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα, βασιζόμενη σε πολλαπλούς, αλληλεπιδρώντες περιορισμούς – οι οποίοι διαμορφώνονται από την αντίληψη και την κίνηση (Barker, 1968). Οι περιορισμοί είναι συγκεκριμένοι στην αλληλεπίδραση μεταξύ ατόμου, δεξιότητας και περιβάλλοντος, καταλήγοντας σε αποτελέσματα ρυθμιζόμενης συμπεριφοράς η οποία αλλάζει με το χρόνο (Greenwood, 2014). Επειδή ορισμένοι περιορισμοί οδηγούν σε πηγές πληροφόρησης – ρυθμίζοντας τη συμπεριφορά – σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα απόδοσης, ένα σύστημα περιορισμών «ανακαλύπτει» συμπεριφορές που προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις του ατόμου και του περιβάλλοντος (Davids et al., 2008).

### **2.2.3 Με ποιον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι περιορισμοί στη διαδικασία μάθησης;**

Το μοντέλο περιορισμών προσφέρει ένα πλαίσιο κατανόησης του τρόπου με τον οποίο τα άτομα μαθαίνουν, καθώς και των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος που διαμορφώνουν τη διαδικασία μάθησης. Η έγκυρη κατηγοριοποίηση των περιορισμών για κάθε ασκούμενο βοηθάει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι διαφορές οδηγούν σε διαφορετικά, κατάλληλα αποτελέσματα απόδοσης. Οι προσεγγίσεις του μοντέλου περιορισμών συμβάλλουν στην ανάπτυξη ενός μοντέλου για τον ασκούμενο και για τη μαθησιακή διαδικασία το οποίο θα βελτιώσει περισσότερο την πρακτική εξάσκηση. Η λογική αυτή υποστηρίζει τη δημιουργία καινούργιων κινητικών λύσεων σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης τα οποία παρέχουν ελεγχόμενα «σύνορα» εξερεύνησης μέσα σε δυναμικά περιβάλλοντα, μέσω της παροχής σχετικών με τη δεξιότητα περιορισμών. Σύμφωνα με το μοντέλο περιορισμών, η εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων εξαρτάται από την αυτό-οργάνωση σε σχέση με τους περιορισμούς της δεξιότητας, του ατόμου και του περιβάλλοντος,

καθώς και από τον αποτελεσματικό συνδυασμό αντίληψης και κίνησης (Brymer & Renshaw, 2010).

### **2.2.3.1 Σχεδιασμός μαθησιακών εμπειριών, σύμφωνα με την προοπτική του μοντέλου περιορισμών.**

Οι ασκούμενοι αποκτούν κινητικές δεξιότητες ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης πολλών περιορισμών (Davids, 2010; Davids, Chow, & Shuttleworth, 2005). Το μυαλό, το σώμα και το περιβάλλον συνεχώς επηρεάζουν το ένα το άλλο για να διαμορφώσουν τη συμπεριφορά. Η κινητική μάθηση είναι μια διαδικασία απόκτησης κινητικών μοντέλων τα οποία ικανοποιούν τους περιορισμούς για κάθε άτομο (Davids, Button, & Bennett, 2008). Ο ρόλος του προπονητή / καθηγητή φυσικής αγωγής (ΚΦΑ) σχετίζεται με την αναγνώριση και την τροποποίηση των σημαντικότερων περιορισμών – «κλειδιών» ώστε να διευκολυνθεί η εκδήλωση λειτουργικών κινητικών μοντέλων και συμπεριφορών λήψης αποφάσεων (Chow et al., 2006). Οι προπονητές / ΚΦΑ θα πρέπει να σχεδιάζουν μαθησιακές εμπειρίες οι οποίες να αναγνωρίζουν τη σταθερή και αμοιβαία σύνδεση του ασκούμενου με το περιβάλλον, τη σύνδεση μεταξύ αντίληψης και κίνησης, και τη μη γραμμική φύση της μαθησιακής διαδικασίας. Ο ασκούμενος βρίσκεται στο κέντρο της διαδικασίας και εκδηλώνει κινήσεις και αποφάσεις οι οποίες προκύπτουν από τη μοναδική αλληλεπίδραση των ατομικών περιορισμών, των περιορισμών της δεξιότητας και του περιβάλλοντος. Μικρές αλλαγές στα ατομικά δομικά ή λειτουργικά χαρακτηριστικά – ατομικοί περιορισμοί, στον εξοπλισμό ή στους κανονισμούς της δεξιότητας, ή σε περιβαλλοντικούς περιορισμούς μέσα σε ένα μαθησιακό περιεχόμενο μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες αλλαγές στα κινητικά μοντέλα (Brymer & Renshaw, 2010).

Ως συνέπεια, οι προπονητές / ΚΦΑ θα πρέπει να αναγνωρίσουν τις πιο σημαντικές πηγές πληροφόρησης – τις οποίες οι ασκούμενοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν για το συντονισμό των κινήσεων / ενεργειών – και να επιβεβαιώσουν ότι αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα απόδοσης (performance contexts). Οι ασκούμενοι θα μπορούν τότε να εναρμονίσουν τις κινήσεις τους στις βασικές πηγές πληροφόρησης – μέσω των αισθήσεων (π.χ. όραση, ακοή, αφή) – ώστε να υποστηρίξουν κινητικές συμπεριφορές και συμπεριφορές λήψης αποφάσεων.

Σύμφωνα με την προσέγγιση του μοντέλου περιορισμών, οι προπονητές / ΚΦΑ χρειάζεται να τροποποιούν τους περιορισμούς της δεξιότητας έτσι ώστε να

κατευθύνουν τους ασκούμενους προς λειτουργικούς συνδυασμούς πληροφόρησης – κίνησης, οι οποίοι θα τους επιτρέψουν να επιτύχουν τους στόχους της δεξιότητας (Davids et al., 2001). Ο σχεδιασμός μαθησιακών εμπειριών – αντιπροσωπευτικών των πραγματικών επιδιωκόμενων δεξιοτήτων – είναι σημαντικός με την προϋπόθεση ότι λαμβάνονται υπ’ όψη το περιεχόμενο του περιβάλλοντος και οι ατομικές ανάγκες. Συνεπώς, η εξέλιξη των δεξιοτήτων θα πρέπει να βασίζεται στην κατανόηση των σημαντικών περιορισμών που επιδρούν στους ασκούμενους σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Chow et al., 2009; Kidman, 2005). Σύμφωνα με το μοντέλο περιορισμών, η εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων εξαρτάται από την αυτό-οργάνωση σε σχέση με τους περιορισμούς της δεξιότητας, του ατόμου και του περιβάλλοντος, καθώς και από τον αποτελεσματικό συνδυασμό αντίληψης – κίνησης (Thomas, 2007; Brymer & Renshaw, 2010).

### **2.2.3.2 Σχεδιασμός της πρακτικής εξάσκησης**

Το μοντέλο περιορισμών θα μπορούσε να διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία μέσω της προσέγγισης «διαχείρισης των παρεχόμενων πληροφοριών στους ασκούμενους».

Η διδασκαλία κινητικών δεξιοτήτων «αποσυνθέτοντας» τη δεξιότητα σε «διαχειρίσιμα» συστατικά (task decomposition) είναι μια μέθοδος διδασκαλίας που συνήθως χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της ποσότητας των παρεχόμενων πληροφοριών στους ασκούμενους (Collins, 2004; Smith & Davies, 1995; Thomas, 2007). Ωστόσο, η «αποσύνθεση» σύνθετων μοντέλων συντονισμού μπορεί να προκαλέσει «διάσπαση» του συνδυασμού πληροφόρησης – κίνησης, με αποτέλεσμα να γίνει δύσκολο για τους ασκούμενους να εκτελέσουν τη δεξιότητα (Handford, 2006).

Σε περιπτώσεις «αποσύνθεσης» της κινητικής δεξιότητας, οι αρχάριοι ασκούμενοι θα έχουν την ευκαιρία να εναρμονιστούν με πληροφορίες / χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος μόνο αν διατηρηθούν κατάλληλοι συνδυασμοί αντίληψης – κίνησης στις συνθήκες μάθησης που έχουν διαμορφωθεί. Έτσι λοιπόν, το μοντέλο περιορισμών ενθαρρύνει τη μέθοδο της «απλοποίησης» της κινητικής δεξιότητας (task simplification). Πρόκειται για μια μέθοδο διδασκαλίας η οποία επιτρέπει διαφορετικά συστατικά σύνθετων κινητικών μοντέλων συντονισμού να μαθαίνονται μαζί, διατηρώντας με αυτό τον τρόπο το συνδυασμό πληροφόρησης – κίνησης. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, η ανάπτυξη – εκμάθηση δεξιοτήτων θα



πρέπει να πραγματοποιείται στο πραγματικό περιβάλλον, αλλά κατά περίπτωση το μαθησιακό περιεχόμενο (π.χ. χαρακτηριστικά περιβάλλοντος, στόχος εκτελούμενης κινητικής δεξιότητας) μπορεί να απλοποιείται με στόχο την εξερεύνηση αποτελεσματικών κινήσεων (Boniface & Bunyan, 1994). Υποστηρίζεται επίσης ότι πρόσθετες τροποποιήσεις των περιορισμών της δεξιότητας μπορούν να διευκολύνουν τα μαθησιακά αποτελέσματα αυτής της μεθόδου (Renshaw et al., 2010). Για παράδειγμα, η χρησιμοποίηση μεγαλύτερων και περισσότερο μαλακών μπαλών ή οι μικρότερες χειρολαβές στις ρακέτες θα μπορούσαν να επιτρέψουν στους ασκούμενους να ολοκληρώσουν με επιτυχία την κίνηση του “service” επάνω από το κεφάλι, χωρίς να επηρεαστεί η σημαντική σχέση χρόνου – θέσης στην κίνηση. Για να πραγματοποιηθούν τέτοιου είδους τροποποιήσεις στο μαθησιακό περιβάλλον, απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο προπονητής / Κ.Φ.Α. να έχει πλήρη γνώση των περιορισμών της δεξιότητας και του περιβάλλοντος καθώς και την ικανότητα να παρατηρεί και να ερμηνεύει τους ατομικούς περιορισμούς (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010).

Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να αναφερθεί πως όταν χρησιμοποιούνται τέτοιες μέθοδοι διδασκαλίας, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διαφορές στις αντιληπτικές ικανότητες μεταξύ τόσο των νεαρών, αρχάριων ασκούμενων όσο και των περισσότερο έμπειρων αθλητών (Williams et al., 1999).

### **2.2.3.3 Η διαδικασία της εξάσκησης (the process of practice)**

Σύμφωνα με το μοντέλο περιορισμών, ως αποτέλεσμα της εξάσκησης και της εμπειρίας, οι επιτυχημένοι ασκούμενοι ξεπερνούν τις μόνιμες συμπεριφορικές αλλαγές. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει το να μαθαίνει ο ασκούμενος να προσαρμόζει τα κινητικά μοντέλα ώστε να επιτυγχάνει σταθερά κινητικά αποτελέσματα, ακόμα και σε περιπτώσεις μη αναμενόμενων αλλαγών καθώς το περιεχόμενο του περιβάλλοντος απόδοσης ποικίλει π.χ. λόγω καιρού, διαφορετικής επιφάνειας ή άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων (Liu, Newell, & Mayer-Kress, 2004).

Ως συνέπεια, οι προπονητές / Κ.Φ.Α. θα πρέπει να ενσωματώσουν μια ποικιλία κατάλληλων περιορισμών ώστε να βοηθούν τους ασκούμενους να αναζητούν αποτελεσματικά επιτυχημένες κινητικές λύσεις σε ένα περιβάλλον εξάσκησης. Η διαδικασία αναζήτησης θα έπρεπε να δημιουργεί προϋποθέσεις για προσαρμοστικότητα, ώστε οι ασκούμενοι να μπορούν να παράγουν κινητικές λύσεις

μοναδικές σε σχέση με τους ατομικούς τους περιορισμούς και τους περιορισμούς της δεξιότητας και του περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη αυτής της λειτουργικής μεταβλητότητας στα κινητικά μοντέλα διευκολύνει μια «προσέγγιση ανακάλυψης» (a discovery approach) κατά τη μαθησιακή διαδικασία (μάθημα φυσικής αγωγής / προπόνηση) επιτρέποντας στους ασκούμενους να δημιουργούν αποτελεσματικά μοντέλα συντονισμού τα οποία ικανοποιούν τους περιορισμούς της δεξιότητας (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010).

Η μεταβλητότητα στα κινητικά μοντέλα έχει παραδοσιακά χαρακτηριστεί ως μη λειτουργική (Slifkin & Newell, 1999) καθώς η παραδοσιακή προσέγγιση διδασκαλίας δίνει έμφαση στην ανάπτυξη μιας ιδανικής τεχνικής (ideal technique) (Brisson & Alain, 1996). Ωστόσο, το μοντέλο περιορισμών προτείνει ότι η μεταβλητότητα στα κινητικά μοντέλα θεωρείται ως ένα εσωτερικό χαρακτηριστικό προσαρμοστικής κινητικής συμπεριφοράς το οποίο είναι απαραίτητο ώστε να επιτευχθεί με σταθερότητα ένας κινητικός στόχος σε ένα δυναμικό αθλητικό περιβάλλον (Williams et al., 1999). Πράγματι, τα άτομα βρίσκουν προκλητικό να επαναλαμβάνουν ένα κινητικό μοντέλο ιδανικά μεταξύ των προσπαθειών (Davids, Button, & Bennett, 2008). Η μεταβλητότητα στα κινητικά μοντέλα επιτρέπει ελαστικές και προσαρμοστικές συμπεριφορές του κινητικού συστήματος, ενθαρρύνοντας την ελεύθερη εξερεύνηση η οποία είναι απαραίτητη σε δυναμικά περιβάλλοντα μάθησης και απόδοσης (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010).

Κατά την επιδέξια εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων, είναι σημαντικό να επαναλαμβάνεται με σταθερότητα ένα αποτέλεσμα απόδοσης, παρ' όλο που τα κινητικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη του συγκεκριμένου αποτελέσματος μπορεί να μην επαναλαμβάνονται με έναν ιδανικό τρόπο κάθε φορά. Αυτό το χαρακτηριστικό της «επανάληψης χωρίς επανάληψη» (repetition without repetition) (Bernstein, 1967) παρέχει στους ασκούμενους την ικανότητα να εφεύρουν καινούργιες προσαρμογές για να αντιμετωπίσουν τυπικά κινητικά «προβλήματα».

Ως συνέπεια, οι προπονητές / Κ.Φ.Α. θα πρέπει να αποδεχτούν ότι η μεταβλητότητα στα κινητικά μοντέλα μπορεί να είναι μια ενσωματωμένη διαδικασία στην εκμάθηση και απόκτηση αποτελεσματικών κινητικών μοντέλων – συγκεκριμένων για την επίτευξη του στόχου μιας δεξιότητας. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι οι προπονητές / Κ.Φ.Α. θα πρέπει να επιτρέψουν το «ελεύθερο παιχνίδι» (free play). Η προοπτική του μοντέλου περιορισμών μπορεί να δημιουργήσει καινούργιες κινητικές λύσεις σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης, τα οποία

παρέχουν ελεγχόμενα «σύνορα» εξερεύνησης σε δυναμικά περιβάλλοντα – μέσω της παροχής σχετικών με τη δεξιότητα περιορισμών (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010).

Σε ένα περιβάλλον εξάσκησης, οι μαθησιακές δραστηριότητες θα πρέπει να ενθαρρύνουν την αυτό-οργάνωση με την ύπαρξη περιορισμών, παρέχοντας χαρακτηριστικά «επανάληψης χωρίς επανάληψη» και δημιουργώντας ταυτόχρονα υψηλά επίπεδα μεταβλητότητας σε αντιπροσωπευτικές δεξιότητες, οι οποίες καθιστούν ικανούς τους ασκούμενους να εναρμονιστούν σε «δυνατότητες –κλειδιά» (key affordances) και να αναπτύξουν ποικίλους τρόπους αντιμετώπισης κινητικών «προβλημάτων» σε πραγματικά περιβάλλοντα απόδοσης όπου οι περιορισμοί μεταβάλλονται σταθερά (Brymer & Renshaw, 2010). Ο σχεδιασμός κινητικών δεξιοτήτων ενθαρρύνει την ανάπτυξη προσαρμοσίμων ασκούμενων, οι οποίοι είναι ικανοί να βρουν την καλύτερη κινητική λύση σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Button, Chow, & Rein, 2008).

#### **2.2.3.4 Τροποποίηση των περιορισμών της δεξιότητας για βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος.**

Η τροποποίηση των περιορισμών της δεξιότητας θεωρείται συνήθης τρόπος για τη βελτίωση της απόδοσης των ασκούμενων. Ωστόσο, η τροποποίηση των περιορισμών θα πρέπει να βασίζεται σε χαρακτηριστικά στοιχεία – «κλειδιά» αντιπροσωπευτικά της δεξιότητας (Araujo, Fonseca, Davids, Garganta, Volossovitch, & Brandao, 2010) ώστε να παρέχεται η ευκαιρία στους ασκούμενους να εναρμονίζονται με αυτές τις δυνατότητες (affordances) και να αναπτύξουν κατάλληλους συνδυασμούς πληροφόρησης – κίνησης (Brymer & Renshaw, 2010).

Οι βαθμοί ελευθερίας του κινητικού συστήματος (ή οι δυνατότητες των μελών του σώματος) έχουν τη νευροβιολογική ικανότητα να αυτό-οργανώνονται, που σημαίνει να προσαρμόζονται το ένα στο άλλο καθώς οι περιορισμοί της δεξιότητας αλλάζουν. Μέσω αυτών των έμφυτων διαδικασιών του κινητικού συστήματος, η αλληλεπίδραση των περιορισμών του ατόμου, του περιβάλλοντος και της δεξιότητας μπορεί να οδηγήσει στη διαμόρφωση κινητικών μοντέλων. Οποιοδήποτε μοντέλο συντονισμού που προκύπτει κατά τη διαδικασία εξάσκησης και μάθησης (Williams et al., 1999) αποτελεί λειτουργία των μηχανικών αρχών της δομής του ανθρώπινου κινητικού συστήματος καθώς και της αλληλεπίδρασης των περιορισμών της δεξιότητας και του περιβάλλοντος (Renshaw et al., 2010).

Συμπερασματικά, το μοντέλο περιορισμών (Newell, 1986) παρέχει χρήσιμες έννοιες για την καθοδήγηση της πρακτικής εξάσκησης καθώς «συλλαμβάνει» επαρκώς το πλούσιο εύρος των διαφόρων περιορισμών που δρουν στους ασκούμενους κατά την εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων. Το μοντέλο περιορισμών παρέχει ένα πλαίσιο, το οποίο υπογραμμίζει τη σημαντικότητα μιας ισορροπημένης αλληλεπίδρασης μεταξύ των περιορισμών του ατόμου, του περιβάλλοντος και της δεξιότητας. Σύμφωνα με αυτή την προοπτική, όσοι εμπλέκονται στην προώθηση αποτελεσματικών περιεχομένων κινητικής μάθησης θα πρέπει να αναμένουν μεταβλητότητα στις κινητικές λύσεις (Davids et al., 2008). Υποδεικνύεται, λοιπόν, ότι οι προπονητές / Κ.Φ.Α. που επιδιώκουν να σχεδιάσουν αποτελεσματικές μαθησιακές εμπειρίες χρειάζεται να κατανοήσουν τους μοναδικούς περιορισμούς της δεξιότητας, του περιβάλλοντος και του ατόμου που παρέχουν αναφορές για τη δημιουργία ενός μαθησιακού σχήματος με συγκεκριμένο τρόπο για κάθε ασκούμενο (προσαρμογή σε ατομικό επίπεδο) (Brymer & Renshaw, 2010; Renshaw et al., 2010).

### **2.3 Ο ρόλος του οπτικού ελέγχου σε αθλητικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν το στοιχείο της μετακίνησης προς ένα στόχο.**

Στις αθλητικές δραστηριότητες, το τρέξιμο φόρας είναι μια δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο η οποία χρειάζεται να εκτελεστεί αποτελεσματικά – με την απαιτούμενη ταχύτητα προσέγγισης, με ακρίβεια στην καθοδήγηση και κατά την τοποθέτηση στο στόχο, με κατάλληλη θέση του σώματος τη στιγμή της τοποθέτησης στο στόχο – ώστε να ολοκληρωθεί η κατάλληλη ενέργεια / κίνηση στο τελείωμα της φάσης προσέγγισης του στόχου (Hay, 1988). Παραδείγματα περιλαμβάνουν το τρέξιμο φόρας στο cricket bowling ενώ ταυτόχρονα γίνεται προετοιμασία για την απόκτηση της κατάλληλης θέσης για την απελευθέρωση της μπάλας, η φάση προσέγγισης στον ίππο (ενόργανη γυμναστική) ενώ γίνεται προετοιμασία για την τοποθέτηση των χεριών επάνω στον ίππο, και η φάση της φόρας στα οριζόντια άλματα – η εκτέλεση της οποίας προϋποθέτει υψηλή οριζόντια ταχύτητα και κατάλληλη θέση του σώματος κατά την τοποθέτηση στη βαλβίδα ώστε να μπορέσει ο αθλητής να ωθήσει αποτελεσματικά. Η επιτυχημένη εκτέλεση της εκάστοτε κινητικής δεξιότητας σχετίζεται άμεσα με την εκτέλεση της φάσης της φόρας (Hay, 1988; Linthorne, 2007).

Η εκτέλεση της φάσης της φόρας περιλαμβάνει έναν αριθμό συγκεκριμένων περιορισμών συνυφασμένων με τη δεξιότητα όπως: το τρέξιμο μιας συγκεκριμένης απόστασης προσέγγισης (η οποία μπορεί να μεταβάλλεται), υψηλή οριζόντια ταχύτητα, ακρίβεια κατά την τοποθέτηση του πέλματος στο στόχο για την ώθηση, και «απαιτήσεις» / προϋποθέσεις για τον προσανατολισμό / θέση του σώματος για την ολοκλήρωση της τελικής ενέργειας (nested task). Ένα δυναμικό και ευμετάβλητο περιβάλλον απόδοσης και ο συνδυασμός των αλληλεπιδρώντων περιορισμών της δεξιότητας εμφανίζουν τη δεξιότητα της φόρας στον αθλητισμό ως ένα φυσικό «μέσο» - δεξιότητα (natural task vehicle) για να εξερευνηθούν οι διαδικασίες αντίληψης – κίνησης (Glize & Laurent, 1997; Montagne et al., 2000b; Renshaw & Davids, 2004), μέσω των οποίων η προσαρμοστική συμπεριφορά μπορεί επίσης να εξερευνηθεί (Davids et al., 2002; Davids, Button, Araujo, Renshaw, & Hristovski, 2006b).

Η εκτέλεση / απόδοση μιας δεξιότητας μετακίνησης προς στόχο (locomotor pointing performance) έχει εξεταστεί σε διαφορετικά αθλήματα όπως στον κλασικό αθλητισμό – κυρίως στο άλμα σε μήκος (Lee et al., 1982; Hay & Koh, 1988; Glize &

Laurent, 1997; Montagne et al., 2000b, Panteli, et al., 2014; Scott et al., 1997), στο άλμα τριπλούν (Maraj et al., 1998) και στο δρόμο με εμπόδια (Smirniotou, et al., 2010; Smirniotou, et al., 2012), στο cricket bowling (Renshaw & Davids, 2004, 2006), και στο άλμα στον ίππο στην ενόργανη γυμναστική (Bradshaw, 2004).

### **2.3.1 Η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου κατά την εκτέλεση της φάσης της φόρας στο άλμα σε μήκος.**

Το άλμα σε μήκος είναι μια σύνθετη κινητική δεξιότητα, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως μοντέλο κίνησης σε έρευνες που έχουν ασχοληθεί με δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο. Η τοποθέτηση του ποδιού ώθησης στη βαλβίδα με ακρίβεια, ταχύτητα και κατάλληλους μηχανισμούς αποτελεί ένα χαρακτηριστικό τεχνικής με σημαντικούς χώρο-χρονικούς περιορισμούς. Μέχρι τη δεκαετία του 1980 επικρατούσε η άποψη ότι κατά την εκτέλεση της φάσης της φόρας χρησιμοποιούνταν ένα τυποποιημένο μοντέλο τρεξίματος (μοντέλο διασκελισμών) για την προσέγγιση του στόχου. Για να αναχαιτίσουν το στόχο, οι αθλητές αναπαρήγαγαν ένα μαθημένο μοντέλο διασκελισμών από μια συγκεκριμένη απόσταση με σκοπό να επιτύχουν την απαιτούμενη με ταχύτητα και ακρίβεια ώθηση (Lundin & Berg, 1993). Ωστόσο, δεν είναι εφικτό για τους άλλους του μήκους να βασίζονται αποκλειστικά σε ένα σταθερό μοντέλο διασκελισμών έχοντας ως στόχο να πατήσουν με ακρίβεια στη βαλβίδα. Ατομικές και περιβαλλοντικές μεταβολές εμποδίζουν την ακριβή αντιγραφή των διασκελισμών μεταξύ των προσπαθειών (Lee et al., 1982). Ακόμα και μια μικρή απόκλιση 1-2cm ανά διασκελισμό προστίθεται κατά τη διάρκεια των 20 ή και περισσότερων διασκελισμών, καθιστώντας έτσι ένα τέλεια προσχεδιασμένο τρέξιμο φόρας αδύνατο. Συνεπώς, είναι απαραίτητο ο διασκελισμός να ρυθμίζεται σύμφωνα με την αντιλαμβανόμενη πληροφορία έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ακριβής τοποθέτηση του ποδιού στο στόχο (Lee et al., 1982).

Οι Lee και συν. (1982) αξιολογώντας το μοντέλο τρεξίματος / μοντέλο μετακίνησης κατά τη φάση της φόρας σε τρεις άλλτριες του μήκους, διεθνούς επιπέδου, παρατήρησαν μεταβλητότητα στις τοποθετήσεις των πελμάτων για κάθε διασκελισμό, μεταξύ των προσπαθειών. Αρχικά παρατηρήθηκε μια ανοδική τάση στις τιμές της τυπικής απόκλισης (T.A.) της απόστασης πέλματος – βαλβίδα για τα πρώτα  $\frac{3}{4}$  της φόρας (μέση μέγιστη T.A. = 35cm, στον 5<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν τη βαλβίδα), η οποία ακολουθήθηκε από μια μείωση στη μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των

πελμάτων στους τελευταίους 5 διασκελισμούς της φόρας, υποδεικνύοντας τη χρήση ενός οπτικού τρόπου ελέγχου. Η κατανομή της μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων αποτελείται από δύο φάσεις: μια φάση επιτάχυνσης, η οποία χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη της ταχύτητας και από μεγάλη μεταβλητότητα στις τοποθετήσεις των πελμάτων, και μια φάση “zeroing – in” που ακολουθεί κατά την οποία ο αθλητής προσαρμόζει το μοντέλο του διασκελισμού του – χρησιμοποιώντας την τεχνική του οπτικού ελέγχου – με σκοπό να μειώσει τις αποκλίσεις διαστήματος που συσσωρεύτηκαν κατά τη φάση επιτάχυνσης. Κινηματικές και κινητικές αναλύσεις έδειξαν ότι η κατακόρυφη ώθηση που εφαρμόζεται κατά τη φάση στήριξης είναι το μόνο χαρακτηριστικό του διασκελισμού που προσαρμόζεται για τη ρύθμιση της τοποθέτησης του πέλματος (Lee et al., 1982). Η προσαρμογή του μήκους του διασκελισμού επιτυγχάνεται μέσω της τροποποίησης της φάσης αιώρησης του διασκελισμού, δημιουργώντας ένα συνδυασμό μεταξύ του ελέγχου της κατακόρυφης ώθησης και της διαθέσιμης οπτικής πληροφορίας.

Σε μια άλλη μελέτη (Hay, 1988) όπου συμμετείχαν επίσης άλτες και άλτριες διεθνούς επιπέδου παρατηρήθηκε το ίδιο μοντέλο μεταβλητότητας: αρχικά μια ανοδική τάση τις τιμές της τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος – βαλβίδα, η οποία ακολουθήθηκε από μια καθοδική τάση, μεταξύ των προσπαθειών. Υποστηρίζεται ότι οι άλτες του μήκους χρησιμοποιούν την οπτική πληροφορία για να προσαρμόσουν το μήκος των διασκελισμών τους προς το τέλος της φόρας. Το σημείο στο οποίο εμφανίζεται ο οπτικός έλεγχος, το οποίο αντιστοιχεί στο διασκελισμό όπου παρατηρείται η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση, κυμαίνεται κατά μέσο όρο στον 5<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν τη βαλβίδα. Όσον αφορά στην κατανομή της προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών, δεν πραγματοποιήθηκε ισόποσα / αναλογικά σε όλη την απόσταση των τελευταίων 5 διασκελισμών. Το 67,6% της συνολικής προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών πραγματοποιήθηκε στους δύο τελευταίους διασκελισμούς της φόρας. Υποστηρίζεται ότι οι άλτες «καθυστέρησαν» την προσαρμογή του μήκους των διασκελισμών μέχρι το σημείο της προετοιμασίας για την ώθηση πιθανόν για δύο λόγους. Η μία πιθανή εξήγηση είναι ότι οι άλτες μπορεί ηθελημένα να «καθυστέρησαν» τη ρύθμιση του μήκους των διασκελισμών μέχρι να επιτευχθεί η μέγιστη οριζόντια ταχύτητα. Η δεύτερη πιθανή εξήγηση είναι ότι οι άλτες στερούνται συγκεκριμένης πρακτικής εξάσκησης που έχει να κάνει με την προσαρμογή του μήκους του διασκελισμού σύμφωνα με την οπτικά αντιλαμβανόμενη

σχέση τους με τη βαλβίδα και γι' αυτό τείνουν να αναβάλουν τη ρύθμιση των διασκελισμών προς το τέλος της φόρας, αντί να γίνεται νωρίτερα όπως θα έπρεπε.

Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα, οι Montagne και συν. (2000) επιχείρησαν να εξετάσουν τους μηχανισμούς ελέγχου που χρησιμοποιούν οι άλτες στην προσπάθειά τους να πατήσουν με ακρίβεια στη βαλβίδα. Σύμφωνα με τη μέθοδο ανάλυσης “intertrial analysis” που έχει εφαρμοστεί μέχρι τώρα στις εργασίες, ως παράμετρος αξιολόγησης της έναρξης του οπτικού ελέγχου χρησιμοποιείται η μεταβλητότητα της απόστασης πέλματος – βαλβίδα. Η μέθοδος αυτή υποστηρίζει την έναρξη της ρύθμισης των διασκελισμών σε μια συγκεκριμένη τοποθέτηση ή διασκελισμό. Η μεταβλητότητα της απόστασης πέλματος – βαλβίδα είναι μια μέση τυπική απόκλιση (T.A.) – που υπολογίζεται από όλες τις προσπάθειες – χωρίς να λαμβάνει υπ' όψη την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον» μέσα στην κάθε προσπάθεια (Hay, 1993). Αυτή η μεταβλητότητα εξηγεί τις απαραίτητες και σημαντικές ρυθμίσεις, αλλά όχι το μηχανισμό που αποτελεί τη βάση για αυτές τις ρυθμίσεις. Οι Montagne και συν. (2000) πρότειναν τη μέθοδο ανάλυσης “trial-by-trial” με σκοπό να εξετάσουν την ύπαρξη ενός τέτοιου μηχανισμού ελέγχου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς τους παρατηρήθηκε μια σχέση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται και της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιήθηκε από τον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν την ώθηση μέχρι και τη βαλβίδα, υποδεικνύοντας ότι η προσαρμογή που εφαρμόζεται από τον ασκούμενο σε μια προσπάθεια είναι λειτουργία της τρέχουσας κατάστασης του συστήματος «άτομο – περιβάλλον». Υποστηρίζεται επίσης ότι η οπτική ρύθμιση προκύπτει ως αποτέλεσμα της σύνδεσης μεταξύ της τρέχουσας ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται (η οποία εκφράζει την κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον») και του διασκελισμού στον οποίο η ρύθμιση συμβαίνει (που εκφράζει τη χώρο – χρονική εγγύτητα στο στόχο). Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται, τόσο πιο νωρίς εισάγεται / ξεκινάει η ρύθμιση, «αναγκάζοντας» τους συμμετέχοντες να τροποποιήσουν το μήκος των διασκελισμών τους. Η σχέση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται και του διασκελισμού στον οποίο συμβαίνει / ξεκινάει η ρύθμιση είναι σύμφωνη με τη λειτουργία ενός συνεχή μηχανισμού ελέγχου, ο οποίος βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Η μέθοδος ανάλυσης “trial-by-trial” δεν επιβεβαιώνει την έναρξη της ρύθμισης σε μια συγκεκριμένη τοποθέτηση / διασκελισμό, αντίθετα υποστηρίζει ότι οι ρυθμίσεις που



προκύπτουν αποτελούν άμεση λειτουργία της κατάστασης του συστήματος «άτομο – περιβάλλον».

Οι Renshaw & Davids (2006) πρότειναν μια πιθανή στρατηγική ελέγχου κατά το τρέξιμο φόρας, σύμφωνα με την οποία αλλαγές στις τοποθετήσεις των πελμάτων γίνονται καθ' όλη τη διάρκεια της φόρας. Εξετάζοντας τον κάθε διασκελισμό σε όλη τη φόρα, φάνηκε ότι η έναρξη του οπτικού ελέγχου συνέβη πολλές φορές καθ' όλη τη διάρκεια της φόρας, κάνοντας ο αθλητής προσαρμογές του διασκελισμού μόνο όποτε χρειαζόταν και για όσο χρόνο ήταν απαραίτητο, κάθε φορά που ο ίδιος αντιλαμβανόταν ότι η «απόκλιση» που είχε προκύψει «απαιτούσε» αντιστάθμιση (Renshaw & Davids, 2004). Η άποψη αυτή υποστηρίζεται και από τα αποτελέσματα της μελέτης του Greenwood (2014), σύμφωνα με τα οποία ένα σημαντικό ποσοστό ρύθμισης των διασκελισμών πραγματοποιήθηκε στην αρχική φάση της φόρας. Υποστηρίζεται ότι η οπτική προσοχή (visual attention) προς την περιοχή του στόχου προσέγγισης απαιτείται από το ξεκίνημα της φόρας, καθώς σημαντικές ρυθμίσεις διασκελισμών πραγματοποιούνται σε αυτούς τους αρχικούς διασκελισμούς της φόρας (Greenwood, 2014). Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με τις απόψεις της «οικολογικής θεωρίας» η οποία προτείνει ότι: προκύπτει ένας συνδυασμός μεταξύ των ενεργειών ενός ατόμου και της πληροφορίας από το περιβάλλον για τη διευκόλυνση της συμπεριφοράς κατά την εκτέλεση / απόδοση μιας δεξιότητας. Αν η τρέχουσα και η απαιτούμενη συμπεριφορά είναι οπτικά διαθέσιμες, η ρύθμιση θα βασίζεται συνέχεια στην αντίληψη της διαφοράς αυτών των δύο (Montagne et al., 2000b; Renshaw & Davids, 2004) επιτρέποντας έτσι τη ρύθμιση του διασκελισμού καθ' όλη τη διάρκεια της φάσης προσέγγισης προς ένα στόχο (Bradshaw & Sparrow, 2001).

### **2.3.2 Έλεγχος μετακίνησης και οπτική ρύθμιση κατά την προσέγγιση και υπερπήδηση εμποδίων.**

Υποστηρίζεται ότι η τεχνική του οπτικού ελέγχου δεν εφαρμόζεται μόνο σε συγκεκριμένες μορφές δεξιότητας όπου απαιτείται η τοποθέτηση του πέλματος σε ένα συγκεκριμένο στόχο στο έδαφος (De Rugy, et al., 2000; Montagne et al., 2000). Πρόκειται για την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ελέγχου ο οποίος παρατηρείται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά ή περιορισμούς της δεξιότητας, και μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και κατά την εκτέλεση μιας δεξιότητας περάσματος ενός εμποδίου, όπου οι περιορισμοί διαστήματος / χώρου επιβάλλουν διπλή οριοθέτηση

(ακρίβεια κατά την τοποθέτηση του ποδιού τόσο πριν όσο και μετά το εμπόδιο) (Cornus, et al., 2009).

Στο καθημερινό περιβάλλον, το πέρασμα επάνω από εμπόδια απαιτεί την προσαρμογή σημαντικών παραμέτρων της μετακίνησης. Ένα επιτυχημένο πέρασμα εμποδίου προσδιορίζεται από αλλαγές: α) στα χαρακτηριστικά του διασκελισμού (Begg & Sparrow, 2000; Patla & Rietdyk, 1993; Sparrow, Shienkfield, Chow, & Begg, 1996), β) στην τοποθέτηση του ποδιού πριν και μετά το εμπόδιο, και σε σχέση με μια αποτελεσματική θέση σώματος (Sparrow et al., 1996), γ) στην ταχύτητα προσέγγισης (Bradshaw & Sparrow, 2001; Cornus et al., 2009), και δ) στα κινητικά χαρακτηριστικά (δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους) τα οποία σχετίζονται με αλλαγές στην ανύψωση / θέση των μελών του σώματος (Begg, Sparrow, & Lythgo, 1998; Patla & Rietdyk, 1993; Sparrow et al., 1996).

Σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο, η παρουσία εμποδίων επηρεάζει την προσαρμογή των διασκελισμών σε ολόκληρη τη φόρα (Bradshaw & Sparrow, 2001). Για να περάσει επάνω από ένα εμπόδιο, ο ασκούμενος θα πρέπει να ρυθμίσει τη φόρα του ώστε να τοποθετήσει το πόδι του όσο το δυνατόν πιο κοντά στο εμπόδιο (obstacle) (Bradshaw & Sparrow, 2000). Οι περιορισμοί (χαρακτηριστικά) του εμποδίου, όπως η θέση που είναι τοποθετημένο και το ύψος του (Patla, Prentice, Robinson, & Neufeld, 1991), η πιθανή εύθραυστη εμφάνισή του (Patla, Rietdyk, Martin, & Prentice, 1996) και τα χαρακτηριστικά του (μονή έναντι διπλής οριοθέτησης; Bradshaw & Sparrow, 2001), αναγκάζουν τους ανθρώπους να προσαρμόσουν τα μήκη των διασκελισμών τους ανάλογα και να υιοθετήσουν διαφορετικές στρατηγικές προσέγγισης του στόχου (Patla, 1997; Sparrow et al., 1996).

Οι προσαρμογές μετακίνησης που προκύπτουν αντιστοιχούν στις σημαντικές παραμέτρους που σχετίζονται με το πέρασμα ενός εμποδίου (Begg & Sparrow, 2000). Συγκριτικά με τη μετακίνηση χωρίς την ύπαρξη εμποδίων, το αυξημένο ύψος εμποδίου οδηγεί σε αλλαγές που αφορούν στην ανύψωση / τροχιά κίνησης ολόκληρου του σώματος και επηρεάζει τα χαρακτηριστικά των διασκελισμών. Μικρότερα μήκη διασκελισμών του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού, αυξημένη διάρκεια διασκελισμού και χαμηλότερες ταχύτητες διασκελισμού καταγράφηκαν όταν οι συμμετέχοντες είχαν να περάσουν επάνω από μια υπερυψωμένη επιφάνεια 15cm, συγκριτικά με τη μετακίνηση χωρίς περιορισμούς (Begg & Sparrow, 2000). Η μείωση στη οριζόντια ταχύτητα του μηρού και του πέλματος, και η κατακόρυφη μετατόπιση

κατά το πέρασμα του εμποδίου, ως παράμετρος ασφαλούς μετάβασης, επίσης επηρεάζονται από το ύψος του εμποδίου. Ενώ κατά τη μετακίνηση χωρίς εμπόδια η ανύψωση του πέλματος (toe clearance) από το έδαφος κυμαίνεται περίπου στα 3.5cm, όταν οι συμμετέχοντες επιδιώκουν να περάσουν επάνω από ένα εμπόδιο η ανύψωση του πέλματος από το έδαφος αυξάνεται κατά μέσο όρο 10cm (Patla & Rietdyk, 1993). Οι αποστάσεις περάσματος του εμποδίου του μπροστινού μέρους και της φτέρνας των πελμάτων εμφανίζουν μια γραμμική τάση να αυξάνονται με αντίστοιχες αυξήσεις στο ύψος του εμποδίου (6.7cm, 13.4cm, 26.8cm, Patla & Rietdyk, 1993; 0cm, 3.1cm, 7.6cm, 12.6cm, Austin, Garrett, & Bohannon, 1999) παρέχοντας μεγαλύτερο εύρος / περιθώριο ελέγχου της κίνησης των μελών. Οι Chen και συν. (1991) κατέγραψαν κατακόρυφη μετατόπιση του 1<sup>ου</sup> ποδιού μεγαλύτερη από 12cm όταν οι συμμετέχοντες περνούσαν επάνω από ένα εμπόδιο 15cm. Όμοια, μια υπερυψωμένη επιφάνεια 15cm προκάλεσε αύξηση στην κατακόρυφη μετατόπιση του ποδιού η οποία κυμάνθηκε από 8.8cm σε 10.6cm (Begg & Sparrow, 2000). Επί πρόσθετα, αυξήσεις στο μέγεθος του εμποδίου φαίνεται να επηρεάζουν τη θέση του κέντρου βάρους του σώματος (ΚΒΣ) και των μελών του σώματος, με τις αρθρώσεις του ισχίου και του γονάτου του 1<sup>ου</sup> ποδιού να εμφανίζουν μεγαλύτερη κάμψη επιβεβαιώνοντας έτσι μια περισσότερο ασφαλή θέση σώματος (Patla & Rietdyk, 1993).

Η ρύθμιση του μήκους των διασκελισμών, με ακρίβεια και σταθερότητα, κατά την προσέγγιση είτε ενός στόχου είτε ενός εμποδίου αποτελεί βασική ανθρώπινη δεξιότητα (Bradshaw & Sparrow, 2001; Patla, 1997). Η προσαρμογή του μήκους των διασκελισμών εμφανίζεται να είναι σημαντικό χαρακτηριστικό για ένα επιτυχημένο πέρασμα εμποδίου, είτε για να μπορέσει να διατηρηθεί μια αμετάβλητη θέση περάσματος του εμποδίου μέσα στην τροχιά κίνησης του ποδιού πρωτοπορίας (1<sup>ο</sup> πόδι) (Sparrow et al., 1996) είτε για να μπορέσει να επιτευχθεί ένα ασφαλές πέρασμα εμποδίου ρυθμίζοντας τη θέση του 2<sup>ου</sup> ποδιού (Begg & Sparrow, 2000).

Οι Cornus και συν. (2009) προσπάθησαν να αξιολογήσουν τις διαδικασίες αντίληψης – κίνησης στις οποίες βασίζεται η ρύθμιση των διασκελισμών κατά την προσέγγιση ενός χαμηλού εμποδίου (ύψους 2mm, μήκους 1m και μεταβαλλόμενου πλάτους). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ανάλυσης “intertrial analysis” είναι σύμφωνα με αυτά που έχουν παρατηρηθεί για το άλμα σε μήκος (Berg et al., 1994; Lee et al., 1982; Montagne et al., 2000). Η μέση τυπική απόκλιση (T.A.) των αποστάσεων πέλματος – εμποδίου αυξήθηκε στο πρώτο μέρος της φόρας, και στη συνέχεια μειώθηκε κατά μέσο όρο στην 4<sup>η</sup> τοποθέτηση πριν από

το εμπόδιο. Η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση (0.28m) ήταν συγκρίσιμη με τις τιμές που παρατηρήθηκαν στις μελέτες των Berg et al. (1994) και Montagne et al. (2000) (0.29m και 0.27m αντίστοιχα). Όταν τα δεδομένα αξιολογήθηκαν ατομικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μείωση της τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος – στόχου ήταν συστηματική κυρίως μεταξύ 4<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τοποθέτησης πριν από το εμπόδιο, ενώ στο άλμα σε μήκος παρουσιάστηκε συστηματική μείωση της μέσης τυπικής απόκλισης κυρίως μεταξύ 5<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> τοποθέτησης πριν από τη βαλβίδα (Montagne et al., 2000). Ενώ και στις δύο μελέτες οι συμμετέχοντες ρύθμισαν οπτικά τη φόρα τους με παρόμοιο τρόπο, οι άλτες του μήκους «οργάνωσαν» τις ρυθμίσεις τους νωρίτερα σε σχέση με τους συμμετέχοντες που εκτέλεσαν το πέρασμα του εμποδίου με περπάτημα.

Η τιμή της ακρίβειας τοποθέτησης που παρατηρήθηκε στη συγκεκριμένη μελέτη (0.09m) ήταν καλύτερη σε σχέση με τις τιμές που καταγράφηκαν στο άλμα σε μήκος (0.12m) (Montagne et al., 2000) και στη δεξιότητα περάσματος επάνω από μια υπερυψωμένη βέργα (1.01m) (Bradshaw & Sparrow, 2001). Η λειτουργία αυτής της ακρίβειας τοποθέτησης μπορεί να σχετίζεται με τη διατήρηση μιας αποτελεσματικής θέσης σώματος κατά το πέρασμα επάνω από εμπόδια.

Σύμφωνα με τους Lee και συν. (1982) για το άλμα σε μήκος και τους Montagne, Buekers, De Rugy, Camachan, & Laurent (2002) για μια δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο σε εικονικό περιβάλλον, η τυπική απόκλιση του μήκους των διασκελισμών αυξήθηκε στους τελευταίους διασκελισμούς. Αυτές οι ρυθμίσεις του μήκους των διασκελισμών είχαν ως αποτέλεσμα την επίτευξη μιας βέλτιστης τοποθέτησης του ποδιού κατά την προσέγγιση ενός στόχου (Lee et al., 1982). Όταν όμως η τυπική απόκλιση του μήκους των διασκελισμών αυξήθηκε, η τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος – εμποδίου μειώθηκε (Cornus et al., 2009). Η μείωση των τυπικών αποκλίσεων της απόστασης πέλματος – εμποδίου υποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες επιχείρησαν να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ακριβείς στην τελική προσέγγιση, ενώ η αύξηση των τυπικών αποκλίσεων του μήκους των διασκελισμών υπογραμμίζει τις τροποποιήσεις στο μήκος των διασκελισμών ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη τοποθέτηση πέλματος. Θα μπορούσε, λοιπόν, να ειπωθεί ότι η τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος – εμποδίου αποκαλύπτει την ακρίβεια τοποθέτησης στο στόχο, ενώ η τυπική απόκλιση του μήκους των διασκελισμών αποκαλύπτει τη ρύθμιση μιας κινητικής παραμέτρου (το μήκος διασκελισμού) μεταξύ των προσπαθειών.

Με τη μέθοδο ανάλυσης “trial-by-trial”, τα αποτελέσματα (inter-step analysis) έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες τείνουν να υιοθετήσουν διαφορετικές στρατηγικές ρύθμισης για να αλληλεπιδράσουν με το περιβάλλον τους: τη στρατηγική επιμήκυνσης του διασκελισμού (lengthening strategy) και τη στρατηγική βράχυνσης του διασκελισμού (shortening strategy), όμοιες με αυτές που παρατηρήθηκαν σε μια δεξιότητα περπατήματος (Laurent & Thomson, 1988) και στο άλμα σε μήκος (Montagne et al., 2000). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι συμμετέχοντες προτίμησαν να υιοθετήσουν περισσότερο τη στρατηγική επιμήκυνσης του διασκελισμού παρά τη στρατηγική μικρότερου διασκελισμού. Έχει αναφερθεί ότι η στρατηγική μικρότερου μήκους διασκελισμού σημαίνει μείωση των κατακόρυφων και οριζόντιων συστατικών της ώθησης, ενώ για την επιμήκυνση του διασκελισμού θα έπρεπε να συμβεί το αντίθετο (Patla, Robinson, Samways, & Armstrong, 1989). Προτείνεται ότι αυτή η διαφορά θα έπρεπε να ερμηνευτεί σε σχέση με τους βιομηχανικούς και ενεργειακούς περιορισμούς μιας δεξιότητας (Varraine, Bonard, & Pailhous, 2000). Σε μια δεξιότητα μετακίνησης προς ένα στόχο όπου τα άτομα πρέπει να διατηρήσουν μια αποδοτική οριζόντια ταχύτητα, μια αναδιοργάνωση της θέσης του σώματος εμφανίζεται περισσότερο οικονομική κατά τη στρατηγική επιμήκυνσης του διασκελισμού (Laborie, 2001).

Η ποσότητα της προσαρμογής κατανεμήθηκε στους διασκελισμούς με όμοιο τρόπο και για τις δύο «στρατηγικές» ρύθμισης του διασκελισμού. Παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής και του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση – όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της προσαρμογής τόσο νωρίτερα ξεκινάει η ρύθμιση.

Ο διασκελισμός στον οποίο εισάγεται / ξεκινάει η ρύθμιση δεν φαίνεται να συνδέεται απλά με ένα συγκεκριμένο διασκελισμό, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες μελέτες στο άλμα σε μήκος (Berg et al., 1994; Hay, 1988; Lee et al., 1982) ή σε δεξιότητες περάσματος χαμηλού εμποδίου (Bradshaw & Sparrow, 2001). Στην πραγματικότητα, η ρύθμιση του μήκους του διασκελισμού εξαρτάται από την ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται και τη χώρο-χρονική εγγύτητα στο στόχο, και φαίνεται να εφαρμόζεται όταν οι συνθήκες το απαιτούν (Buekers, Montagne, & Laurent, 1999). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας, η ρύθμιση κατανεμήθηκε από τον 5<sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο, ενώ στο άλμα σε μήκος η ρύθμιση κατανεμήθηκε από τον 6<sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό πριν τη βαλβίδα (Montagne et al., 2000). Επίσης, ανεξάρτητα από τη

στρατηγική ρύθμισης του διασκελισμού που χρησιμοποιήθηκε (επιμήκυνσης του διασκελισμού ή βράχυνσής του), οι συμμετέχοντες που εκτέλεσαν τη δεξιότητα με το περπάτημα και το πέρασμα του χαμηλού εμποδίου εισήγαγαν τη ρύθμιση κυρίως στον τελευταίο ή προτελευταίο διασκελισμό, ενώ οι αθλητές του μήκους εισήγαγαν τη ρύθμιση κυρίως μεταξύ 2<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> διασκελισμού πριν τη βαλβίδα (Montagne et al., 2000).

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ανάλυσης “intra-step” αποδεικνύεται ότι η προσαρμογή που εφαρμόζεται από τον συμμετέχοντα σε μια προσπάθεια εξαρτάται από την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον». Η γραμμικότητα της σχέσης μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται αυξήθηκε προοδευτικά από τον 5<sup>ο</sup> στον 1<sup>ο</sup> διασκελισμό, ωστόσο η σχέση αυτή έγινε στατιστικά σημαντική στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό. Στο άλμα σε μήκος, η σχέση αυτή έγινε στατιστικά σημαντική στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό (Montagne et al., 2000). Η αύξουσα κλίση των γραμμών παλινδρόμησης προτείνει ότι καθώς το άτομο πλησιάζει το στόχο, η ποσότητα της προσαρμογής που πραγματοποιείται πλησιάζει την ποσότητα που απαιτείται να προσαρμοστεί. Αυτό σημαίνει ότι η ρύθμιση εφαρμόζεται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά των δεξιοτήτων.

Συμπερασματικά, σε αντίθεση με τη μέθοδο ανάλυσης “intertrial analysis”, η “trial-by-trial” μέθοδος ανάλυσης δεν αποκαλύπτει την ύπαρξη της έναρξης της ρύθμισης σε μια συγκεκριμένη τοποθέτηση / διασκελισμό. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δείχνουν ότι η μορφή του μηχανισμού ελέγχου βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης και οι ρυθμίσεις που πραγματοποιούνται αποτελούν άμεση λειτουργία της κατάστασης του συστήματος «άτομο – περιβάλλον», όπως αυτή προσδιορίζεται από την ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται και τη χώρο-χρονική εγγύτητα στο στόχο. Αυτός ο μηχανισμός ελέγχου που έχει παρατηρηθεί σε δεξιότητες μετακίνησης προς στόχο (De Rugby et al., 2000; Montagne et al., 2000) έχει εφαρμογή και στη δεξιότητα προσέγγισης και πέρασματος ενός εμποδίου (όπως αξιολογήθηκε στη μελέτη των Cornus et al., 2009). Συνεπώς, συμπεραίνεται η ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ελέγχου, ο οποίος εφαρμόζεται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά / περιορισμούς της δεξιότητας (πέρασμα ενός εμποδίου vs τοποθέτηση του πέλματος σε ένα στόχο).

Οι Smirniotou και συν. (2010) αξιολόγησαν την εφαρμογή της τεχνικής του οπτικού ελέγχου κατά την προσέγγιση αγωνιστικών εμποδίων (ύψος εμποδίου

0.76m). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ερευνά τους αναφέρουν ότι συμμετέχοντες χωρίς προηγούμενη εμπειρία στην προπόνηση των εμποδίων προσαρμόζουν το μήκος των τελευταίων διασκελισμών τους κατά τη φάση προσέγγισης στο 1<sup>ο</sup> εμπόδιο, υποστηρίζοντας τη χρήση του οπτικού ελέγχου όπως έχει αναφερθεί και για τους άλλες του μήκους (Berg & Greer, 1995; Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Montagne et al., 2000; Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997). Όσον αφορά στο μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων, παρατηρήθηκε μια ανοδική τάση στις τιμές της τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος – εμποδίου, η οποία ακολουθήθηκε από μια καθοδική τάση της μεταβλητότητας, υποδεικνύοντας μια οπτικά αντιλαμβανόμενη σχέση με το εμπόδιο. Η έναρξη του οπτικού ελέγχου συνέβη στον 5<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 9.69m από αυτό.

Οι δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο μοντέλο μετακίνησης. Κατά την προσέγγιση ενός στόχου ή ενός εμποδίου, καταγράφεται μια αρχικά ανοδική μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων ακολουθούμενη από μια καθοδική τάση μεταβλητότητας. Οι τεχνικές ελέγχου που χρησιμοποιούνται για την προσέγγιση του εμποδίου είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού της οπτικής πληροφορίας με πολλές παραμέτρους που σχετίζονται με τα λειτουργικά - τεχνικά χαρακτηριστικά της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ποδιού κατά την υπερπήδηση του εμποδίου (π.χ. έλεγχος της οριζόντιας και της κατακόρυφης ώθησης, προσδιορισμός των χαρακτηριστικών δύναμης και χρόνου, της ταχύτητας προσέγγισης, κ.α.) (Begg, Sparrow, & Lythgo, 1998).

### **2.3.3 Περιβάλλον απόδοσης και περιορισμοί της δεξιότητας: πως επηρεάζουν την εκτέλεση της φάσης της φόρας σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου.**

Η δυναμική των κινητικών δεξιοτήτων απαιτεί την ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται και να προσαρμόζεται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και περιβάλλοντα (Chohan, 2008). Οι διάφορες συμπεριφορές και ενέργειες δεν εξαρτώνται μόνο από το άτομο που τις εκδηλώνει, αλλά επίσης από το περιβάλλον μέσα στο οποίο συμβαίνουν (Gibson & Pick, 2000; Williams et al., 1999). Σε ένα αθλητικό περιβάλλον, κάθε φορά που ένας αθλητής εκτελεί μια κινητική δεξιότητα, μια μοναδική αλληλεπίδραση συμβαίνει μεταξύ του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος. Το περιβάλλον απόδοσης αναφέρεται σε συνθήκες εξωτερικές από τον ασκούμενο, όπως η μορφή / φύση της δεξιότητας, μέθοδοι εξάσκησης και

ανατροφοδότηση, και επηρεάζει την εκτέλεση των κινητικών δεξιοτήτων. Το περιεχόμενο του περιβάλλοντος απόδοσης (environmental context) αναφέρεται σε πληροφοριακά ερεθίσματα (informational cues) τα οποία δομούν το χώρο μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου (viewer-to-target-space) και το χώρο πέρα από το στόχο (vista space) (Witt et al., 2007).

Σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου, η φάση της φόρας συνδυάζεται με διάφορες σύνθετες ενέργειες που συμβαίνουν κατά την ολοκλήρωσή της (nested tasks), όπως η τοποθέτηση και ώθηση του ποδιού στη βαλβίδα για να εκτελεστεί ένα άλμα ή η τοποθέτηση του ποδιού σε ένα μη ορατό στόχο και η υπερπήδηση ενός εμποδίου, οι οποίες επηρεάζουν το μοντέλο μετακίνησης και τις τεχνικές ελέγχου (De Rugy et al., 2001; Renshaw & Davids, 2006).

Οι Renshaw & Davids (2004) αναφέρουν ότι η μετακίνηση προς ένα στόχο σχετίζεται με τους περιορισμούς της δεξιότητας και του ατόμου. Εξετάζοντας την οπτική ρύθμιση κατά το περπάτημα προς ένα στόχο, οι Bardy & Laurent (1991) υπογράμμισαν την επίδραση των περιορισμών του διαστήματος / χώρου μιας δεξιότητας. Η διανυόμενη απόσταση φαινόταν μεγαλύτερη όταν οι συμμετέχοντες περπατούσαν προς ένα μικρότερο στόχο παρά προς ένα μεγαλύτερο στόχο. Η ρύθμιση των διασκελισμών αυξάνεται όταν οι συμμετέχοντες καλούνται να προσαρμοστούν σε ένα στόχο υψηλών περιορισμών διαστήματος (Begg & Sparrow, 2000; Sparrow et al., 1996). Οι Bradshaw & Sparrow (2001) συγκρίνανε μια δεξιότητα διπλής οριοθέτησης – όπου οι συμμετέχοντες έπρεπε να τοποθετήσουν το πέλμα τους μεταξύ δύο «συνόρων» - με μια δεξιότητα μονής οριοθέτησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς τους, στο στόχο με τη διπλή οριοθέτηση παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη ακρίβεια. Συμπεραίνεται ότι το υψηλό επίπεδο των περιορισμών του διαστήματος επηρέασε τη ρύθμιση των διασκελισμών.

Για να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ του γενικού χαρακτήρα του μηχανισμού ελέγχου – στον οποίο βασίζεται η οπτική ρύθμιση - και των περιορισμών του διαστήματος / χώρου, οι Cornus και συν. (2009) πραγματοποίησαν ένα πείραμα στο οποίο τροποποίησαν τις διαστάσεις (πλάτος) ενός χαμηλού εμποδίου. Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκε μόνο η μέθοδος ανάλυσης “trial-by-trial”, καθώς μόνο με αυτή τη μέθοδο μπορεί να αποκαλυφθεί η ύπαρξη ενός συνεχούς μηχανισμού ελέγχου.

Ανεξάρτητα από τις διαστάσεις (πλάτος) του εμποδίου, οι συμμετέχοντες προτίμησαν να υιοθετήσουν τη «στρατηγική» επιμήκυνσης του διασκελισμού σε



σχέση με τη «στρατηγική» μείωσης του μήκους του διασκελισμού. Σύμφωνα με τους Bradshaw & Sparrow (2001), οι άνθρωποι ρυθμίζουν τους διασκελισμούς τους για να προσαρμοστούν σε ένα στόχο με τέτοιο τρόπο ώστε να ταιριάζει στην κατάσταση.

Σε σχέση με τον καταμερισμό της ποσότητας της προσαρμογής, αν οι συμμετέχοντες έπρεπε να κάνουν μικρή προσαρμογή θα τη ρύθμιζαν στον τελευταίο διασκελισμό. Αν η ποσότητα της προσαρμογής ήταν μεγάλη, οι συμμετέχοντες θα εφάρμοζαν τη ρύθμιση στους 5-4 διασκελισμούς πριν από το χαμηλό εμπόδιο. Συνεπώς, οι ρυθμίσεις που πραγματοποιούνται σχετίζονται άμεσα με την κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον» (ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται) και τη χώρο-χρονική εγγύτητα στο στόχο (διασκελισμός στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση). Η γραμμική συσχέτιση αυτών των δύο μεταβλητών υποδεικνύει τη λειτουργία ενός συνεχούς μηχανισμού οπτικού ελέγχου (Buekers, Montagne, & Laurent, 1999; De Ruyg et al., 2000; Montagne et al., 2000). Επίσης, η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται επιβεβαιώνει τη χρήση ενός συνεχούς μηχανισμού οπτικού ελέγχου βασισμένου σε ένα συνδυασμό αντίληψης – κίνησης (Buekers et al., 1999; Montagne et al., 2000).

Ωστόσο, αυτός ο μηχανισμός ελέγχου εμφανίζεται να λειτουργεί διαφορετικά σε σχέση με τις διαστάσεις του εμποδίου. Παρατηρήθηκαν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την εισαγωγή της ρύθμισης ως λειτουργία του πλάτους του εμποδίου. Για τα εμπόδια μικρότερου πλάτους, η ρύθμιση κατανεμήθηκε από τον 4<sup>ο</sup> ως τον τελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο, ενώ για τα εμπόδια μεγαλύτερου πλάτους ο καταμερισμός της ρύθμισης ξεκίνησε από τον 5<sup>ο</sup> διασκελισμό μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο. Επίσης, για το μικρότερο εμπόδιο, το 71% των προσπαθειών ρυθμίστηκαν στον τελευταίο διασκελισμό ενώ για τις άλλες τρεις συνθήκες (εμπόδια μεγαλύτερου πλάτους) το 76.4% των προσπαθειών ρυθμίστηκαν μεταξύ του τελευταίου και του προτελευταίου διασκελισμού. Το υψηλό επίπεδο των περιορισμών διαστήματος (π.χ. το εμπόδιο μεγαλύτερου πλάτους) απαιτεί από τα άτομα να καταναείμουν τις προσαρμογές σε ένα μεγαλύτερο αριθμό διασκελισμών. Οι άνθρωποι είναι ικανοί να αντιλαμβάνονται με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά των εμποδίων και να αλλάζουν τις στρατηγικές μετακίνησης ώστε να υπάρχει μια ασφαλής απόσταση όταν περνούν επάνω από εμπόδια διαφορετικών χαρακτηριστικών (Patla & Rietdyk, 1993; Patla et al., 1996). Επίσης, τα χαρακτηριστικά του εμποδίου φαίνεται να «περιορίζουν» όχι μόνο τη ρύθμιση του

μήκους του διασκελισμού (Bradshaw & Sparrow, 2001) αλλά και την ακρίβεια τοποθέτησης. Η μέση ακρίβεια τοποθέτησης ήταν 0.18m για το εμπόδιο μικρότερου πλάτους και 0.05m για το εμπόδιο μεγαλύτερου πλάτους. Επίσης, σε μια δεξιότητα διπλής οριοθέτησης – όπου οι συμμετέχοντες έπρεπε να τοποθετήσουν το πέλμα τους μεταξύ δύο «συνόρων» - παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ακρίβεια τοποθέτησης σε σχέση με μια δεξιότητα μονής οριοθέτησης (Bradshaw & Sparrow, 2001). Συμπεραίνεται ότι το υψηλό επίπεδο περιορισμών του διαστήματος συμβάλλει σε μεγαλύτερη ακρίβεια τοποθέτησης.

Η γραμμικότητα της συσχέτισης μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται αυξήθηκε προοδευτικά από τον 4<sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό για τα εμπόδια μικρότερου πλάτους, και από τον 5<sup>ο</sup> διασκελισμό μέχρι τον τελευταίο για τα εμπόδια μεγαλύτερου πλάτους. Ωστόσο, η συσχέτιση αυτή έγινε στατιστικά σημαντική στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό – το αποτέλεσμα αυτό εμφανίζεται διαφορετικό με το αντίστοιχο αποτέλεσμα για το άλμα σε μήκος, όπου η συσχέτιση των δύο μεταβλητών έγινε στατιστικά σημαντική στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν τη βαλβίδα (Montagne et al., 2000). Η «διαχείριση» του πλάτους του εμποδίου έδειξε ότι όταν οι συμμετέχοντες είχαν να περάσουν επάνω από ένα μικρό εμπόδιο συνήθως εισήγαγαν τη ρύθμιση στους τελευταίους διασκελισμούς. Αυτό το αποτέλεσμα υπογραμμίζει το συστηματικό ρόλο της ιδιαιτερότητας των περιορισμών του διαστήματος / χώρου κατά τη μετακίνηση προς ένα στόχο.

Τα παραπάνω αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι ο μηχανισμός ελέγχου βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Επιβεβαιώνεται η ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού οπτικού ελέγχου ο οποίος εφαρμόζεται ανεξάρτητα από το επίπεδο των περιορισμών του διαστήματος / χώρου. Ωστόσο, οι διαστάσεις του εμποδίου φαίνεται να επηρεάζουν τις ρυθμίσεις που πραγματοποιούν οι συμμετέχοντες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι διαστάσεις της βαλβίδας (20cm) στο άλμα σε μήκος είναι μεγαλύτερες από τις διαστάσεις του μικρότερου εμποδίου (5cm) που εξετάστηκε σε αυτό το πείραμα. Ωστόσο, οι άλτες του μήκους οργανώνουν τις ρυθμίσεις τους νωρίτερα συγκριτικά με τους συμμετέχοντες της συγκεκριμένης μελέτης που προσεγγίζουν το εμπόδιο περπατώντας, ανεξάρτητα από τις διαστάσεις του εμποδίου. Ο περιορισμός της υψηλής οριζόντιας ταχύτητας και της ακρίβειας κατά την τοποθέτηση στη βαλβίδα για το άλμα σε μήκος «απαιτεί» από τα άτομα να καταναίμουν τις προσαρμογές σε ένα μεγάλο αριθμό διασκελισμών (Montagne et al.,

2000). Σύμφωνα με το παραπάνω, το υψηλό επίπεδο χρονικών περιορισμών θα «υποχρέωνε» τα άτομα να καταναείμουν τις προσαρμογές σε ένα μεγάλο αριθμό διασκελισμών.

Οι χρονικοί περιορισμοί (π.χ. η ταχύτητα προσέγγισης ενός στόχου) διαμορφώνουν μια συγκεκριμένη λειτουργική συμπεριφορά. Οι Cornus και συν. (2009) αξιολόγησαν το γενικό χαρακτήρα του συνεχούς μηχανισμού οπτικού ελέγχου σε σχέση με διαφορετικούς χρονικούς περιορισμούς σε μια δεξιότητα περάσματος ενός χαμηλού εμποδίου. Σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος ήταν να εξεταστεί πως τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της ταχύτητας προσέγγισης (χρονικοί περιορισμοί) επηρεάζουν τη ρύθμιση που πραγματοποιείται και το συνεχή οπτικό έλεγχο. Ως χρονικοί περιορισμοί ορίστηκαν τρεις διαφορετικές ταχύτητες προσέγγισης ενός εμποδίου: α) μια προτιμώμενη ταχύτητα (1.37m/sec), β) μια αργή ταχύτητα (1.20m/sec), γ) μια γρήγορη ταχύτητα (1.68m/sec).

Ανεξάρτητα από την ταχύτητα προσέγγισης, οι συμμετέχοντες προτίμησαν να «υιοθετήσουν» τη στρατηγική επιμήκυνσης του διασκελισμού σε σχέση με τη στρατηγική μείωσης του μήκους του διασκελισμού.

Για την προτιμώμενη και γρήγορη ταχύτητα, βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση. Η αρχική ρύθμιση εξαρτάται από την ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται. Παρόμοια με τα αποτελέσματα των προηγούμενων πειραμάτων των Cornus και συν. (2009), και αυτά των μελετών των Montagne και συν. (2000) και De Rugby και συν. (2000), τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος παρουσίασαν μια συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται. Η γραμμικότητα αυτής της συσχέτισης αυξήθηκε προοδευτικά από τον 4<sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο για την αργή ταχύτητα, και από τον 3<sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό για την προτιμώμενη και γρήγορη ταχύτητα. Ανεξάρτητα από την ταχύτητα προσέγγισης, η συσχέτιση έγινε στατιστικά σημαντική στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό. Συνεπώς, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη χρήση ενός συνεχούς μηχανισμού οπτικού ελέγχου, ανεξάρτητα από την ταχύτητα προσέγγισης. Ωστόσο, οι χρονικοί περιορισμοί φαίνεται να επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας αυτού του συνδυασμού αντίληψης - κίνησης.

Η συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται έγινε στατιστικά σημαντική στον 3<sup>ο</sup>

διασκελισμό πριν από το εμπόδιο κατά τη δεξιότητα περάσματος ενός χαμηλού εμποδίου, ενώ στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν τη βαλβίδα για το άλμα σε μήκος. Η φάση της φόρας στο άλμα σε μήκος είναι μια δεξιότητα με πολλούς περιορισμούς και η εκτέλεσή της απαιτεί ρύθμιση με ακρίβεια των διασκελισμών σε μέγιστη ταχύτητα, σε αντίθεση με τη δεξιότητα προσέγγισης και περάσματος ενός χαμηλού εμποδίου με περπάτημα. Συγκρίνοντας, λοιπόν, τη δεξιότητα του άλματος σε μήκος – η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλούς χώρο-χρονικούς περιορισμούς (speed / accuracy constraint) – με τη δεξιότητα προσέγγισης και περάσματος ενός χαμηλού εμποδίου με περπάτημα, φαίνεται ότι ο μηχανισμός οπτικού ελέγχου εφαρμόζεται νωρίτερα (4<sup>ος</sup> διασκελισμός) στις υψηλότερες ταχύτητες.

Όταν τα χαρακτηριστικά της φάσης προσέγγισης «επιβάλλουν» λιγότερους χρονικούς περιορισμούς (π.χ. χαμηλότερη ταχύτητα), το άτομο δεν προσαρμόζει τους διασκελισμούς με μεγάλη ακρίβεια. Η χαμηλότερη ταχύτητα δεν φάνηκε να απαιτεί από τους συμμετέχοντες να χρησιμοποιήσουν ένα καταμερισμό της προσαρμογής των διασκελισμών με ακρίβεια ώστε να τοποθετήσουν το πέλμα τους πιο κοντά στο εμπόδιο. Η μη ύπαρξη σημαντικής συσχέτισης μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής και του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση – για την αργή ταχύτητα – οδηγεί στο παραπάνω συμπέρασμα.

Οι συμμετέχοντες σε αυτό το πείραμα εισήγαγαν τη ρύθμιση πιο αργά – κυρίως στον τελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο – συγκριτικά με τους αθλητές του άλματος σε μήκος, οι οποίοι εισήγαγαν τη ρύθμιση κυρίως μεταξύ του 2<sup>ου</sup> και του 4<sup>ου</sup> διασκελισμού πριν τη βαλβίδα (Montagne et al., 2000). Το υψηλό επίπεδο χρονικών περιορισμών που επιβάλλεται στο άλμα σε μήκος φαίνεται να απαιτεί από τους συμμετέχοντες να κατανεύουν τις προσαρμογές σε ένα μεγάλο αριθμό διασκελισμών. Για μια παρόμοια μορφή ρύθμισης, οι προσαρμογές κατανεμήθηκαν σε ένα μικρότερο αριθμό διασκελισμών στην προσέγγιση ενός χαμηλού εμποδίου με περπάτημα.

Οι χρονικοί περιορισμοί διαμορφώνουν μια συγκεκριμένη λειτουργική συμπεριφορά για τον έλεγχο της ρύθμισης των διασκελισμών. Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος αποκαλύπτουν μια αναλογική σχέση μεταξύ των χρονικών περιορισμών και του διασκελισμού στον οποίο συμβαίνει η ρύθμιση. Η συσχέτιση αυτή εκφράζει τη φύση του συνδυασμού αντίληψης – κίνησης.

Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος σε σχέση με την ταχύτητα προσέγγισης δεν είναι σύμφωνα με αυτά των Bradshaw & Sparrow (2001), πιθανόν

λόγω διαφορών στη χρήση των μεθόδων ανάλυσης (intertrial analysis vs trial-by-trial analysis).

Κατά την προσέγγιση ενός στόχου, ο μηχανισμός ελέγχου βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Η ύπαρξη αυτού του μηχανισμού ελέγχου τόσο στις δεξιότητες μετακίνησης προς στόχο (De Rugy et al., 2000; Montagne et al., 2000) όσο και στη δεξιότητα περάσματος ενός εμποδίου υπογραμμίζει τη γενική φύση αυτού του αναγνωρισμένου μηχανισμού ελέγχου. Ωστόσο, το επίπεδο των χρονικών περιορισμών επιβάλλει μια προσαρμογή των δυνατοτήτων: όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα, τόσο νωρίτερα οι συμμετέχοντες εισάγουν με ακρίβεια τον καταμερισμό των προσαρμογών. Αυτές οι προσαρμοστικές δυνατότητες υπογραμμίζουν το ρόλο των περιορισμών της δεξιότητας, καθώς και την προσαρμογή του μηχανισμού ελέγχου που εμπλέκεται κατά τη μετακίνηση προς ένα στόχο.

Η διαχείριση των χώρο-χρονικών περιορισμών, σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου, θα μπορούσε να βοηθήσει τους αθλητές να προσαρμόζονται σε συνεχώς εναλλασσόμενες ρυθμίσεις. Σε αυτή την περίπτωση, οι χώρο-χρονικοί περιορισμοί θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως διευκολυντικοί παράγοντες του περιβάλλοντος (Buekers, 2000) και ο αθλητής θα έπρεπε να «εξασκήσει» τη ρύθμιση των διασκελισμών κάτω από διαφορετικές συνθήκες παρά να προσπαθεί να επαναλαμβάνει το ίδιο μοντέλο τρεξίματος (Davids, Kingsbury, Bennett, & Handford, 2001).

Κατά την προπονητική διαδικασία στο άλμα σε μήκος, για να αυξήσουν τον αριθμό των επαναλήψεων της εκτέλεσης της φόρας – με σκοπό την «υιοθέτηση» ενός σταθερού μοντέλου τρεξίματος – οι αθλητές χρησιμοποιούν συχνά μια βασική άσκηση, τα “περάσματα” φόρας χωρίς ώθηση. Η μορφή αυτής της κινητικής δεξιότητας είναι πιο απλή και λιγότερο απαιτητική σωματικά και αντιληπτικά σε σχέση με την εκτέλεση ενός ολοκληρωμένου άλματος. Οι Bradshaw & Aisbett (2006) αξιολόγησαν την πιθανή διαφοροποίηση στην εφαρμογή της τεχνικής του οπτικού ελέγχου κατά την εκτέλεση δύο διαφορετικών δεξιοτήτων, κατά το τρέξιμο φόρας και την εκτέλεση ολοκληρωμένων αλμάτων και σε περάσματα φόρας χωρίς ώθηση, σε 6 αθλητές εθνικού επιπέδου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, κατά τη φάση επιτάχυνσης, στα περάσματα φόρας, οι αθλητές διατήρησαν ένα μεγαλύτερο μήκος διασκελισμού κατά  $50 \pm 3\text{mm}$  ( $p=0.001$ ) σε σχέση με τη φόρα στο άλμα σε μήκος. Επίσης, η μέση ταχύτητα διασκελισμού στα περάσματα φόρας ήταν γρηγορότερη

κατά  $0.21 \pm 0.59\text{m/sec}$  ( $p=0.001$ ) από τη μέση ταχύτητα που καταγράφηκε κατά τη φόρα στο άλμα σε μήκος.

Παρατηρήθηκαν χωρο-χρονικές διαφορές όσον αφορά στη συνολική οπτική ρύθμιση (global visual regulation) μεταξύ περασμάτων φόρας χωρίς ώθηση και ολοκληρωμένων αλμάτων. Η έναρξη της τεχνικής του οπτικού ελέγχου συνέβη  $3.59 \pm 0.51\text{m}$  ( $p=0.001$ ) μακρύτερα από τη βαλβίδα κατά τη φόρα στο άλμα σε μήκος συγκριτικά με τα περάσματα φόρας χωρίς ώθηση. Ως συνέπεια, η φόρα κατά την εκτέλεση αλμάτων ήταν οπτικά ρυθμιζόμενη και για περισσότερο χρονικό διάστημα (κατά  $1.01 \pm 0.13\text{sec}$ ,  $p=0.001$ ).

Κατά τη φόρα στο άλμα σε μήκος, η τεχνική του οπτικού ελέγχου εφαρμόστηκε για μεγαλύτερη απόσταση, σε περισσότερους διασκελισμούς και για περισσότερο χρόνο, συγκριτικά με τα περάσματα φόρας χωρίς ώθηση. Η πιο γρήγορη (νωρίτερα χρονικά) έναρξη του οπτικού ελέγχου σχετίζεται με μικρές, περισσότερο συστηματικές προσαρμογές στο μήκος των διασκελισμών, συμβάλλοντας στη διατήρηση της οριζόντιας ταχύτητας προσέγγισης (Bradshaw, 2004; Bradshaw & Aisbett, 2006). Αντίθετα, η πιο αργή έναρξη της οπτικής ρύθμισης απαιτεί μεγάλες τροποποιήσεις στο μήκος των διασκελισμών πριν την ώθηση, πιθανόν διακινδυνεύοντας την οριζόντια ταχύτητα κατά την τοποθέτηση και τη μετατροπή της κατά την ενεργητική ώθηση (Lee et al., 1977).

Οι μεταβολές στα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά των τοποθετήσεων των πελμάτων στον προτελευταίο διασκελισμό κατά την προετοιμασία για την ώθηση, οι οποίες παρατηρούνται κατά την εκτέλεση του άλματος, δεν εμφανίζονται στα περάσματα φόρας χωρίς ώθηση. Επίσης, η έναρξη του οπτικού ελέγχου, κατά τα περάσματα φόρας, συνέβη κατά  $38 \pm 6\%$  αργότερα σε σχέση με τη φόρα στο άλμα σε μήκος. Η «αφαίρεση» της ώθησης μπορεί να απλοποιήσει τις αντιληπτικές απαιτήσεις της κινητικής δεξιότητας περιορίζοντας έτσι την ανάγκη να γίνουν προσαρμογές των διασκελισμών από νωρίς (Lee et al., 1977). Οι παραπάνω διαφορές πιθανότατα οφείλονται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά ή «περιορισμούς» των εξεταζόμενων δεξιοτήτων (Bradshaw & Sparrow, 2001; Renshaw & Davids, 2004).

## 2.4 Δρόμοι με εμπόδια

### 2.4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των αγωνισμάτων των δρόμων με εμπόδια

Αναλύοντας τα χαρακτηριστικά της τεχνικής των αγωνισμάτων των δρόμων με εμπόδια διακρίνονται τέσσερις φάσεις (Σμυρνιώτου, 2005).

- Η εκκίνηση και ο δρόμος επιτάχυνσης.
- Η υπερπήδηση / το πέρασμα των εμποδίων.
- Ο δρόμος μεταξύ των εμποδίων.
- Ο δρόμος τερματισμού.

Όσον αφορά στο δρόμο επιτάχυνσης, οι δρομικοί διασκελισμοί μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο χαρακτηρίζονται «ελεγχόμενοι διασκελισμοί». Από τον τρόπο διαμόρφωσής τους – μήκος και συχνότητα – εξαρτάται η ταχύτητα προσέγγισης και η ταχύτητα υπερπήδησης του 1<sup>ου</sup> εμποδίου. Ο αριθμός των διασκελισμών μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο, για τα αγωνίσματα των 60m, 100m και 110m με εμπόδια, κυμαίνεται από 7 έως 8. Η προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου πρέπει να γίνεται με το πόδι ώθησης τοποθετημένο στην ευνοϊκότερη απόσταση πριν από το εμπόδιο, με υψηλή ταχύτητα και χωρίς τον κίνδυνο πρόσκρουσης. Το μήκος και η συχνότητα των δρομικών διασκελισμών επιτάχυνσης προσαρμόζονται ανάλογα με τις προκαθορισμένες από τους κανονισμούς αποστάσεις έτσι ώστε να συνδεθούν ευνοϊκά ο δρόμος επιτάχυνσης με την υπερπήδηση / το πέρασμα του 1<sup>ου</sup> εμποδίου.

Από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο, το μήκος των διασκελισμών αυξάνεται προοδευτικά ως αποτέλεσμα των δυνάμεων ώθησης και του βαθμού ανάπτυξης της ταχύτητας. Ο τελευταίος διασκελισμός – διασκελισμός προσέγγισης – είναι ο πιο σημαντικός. Ο τελευταίος διασκελισμός είναι μικρότερος του προηγούμενου κατά 10-20cm και διευκολύνει ώστε το κέντρο βάρους του σώματος (ΚΒΣ) του αθλητή να βρίσκεται – στιγμιαία – πλησιέστερα στον κατακόρυφο άξονα κίνησης του σώματος, σχεδόν κάθετα στο σημείο στήριξης. Αυτό οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των δυνάμεων επιβράδυνσης και στην αύξηση των δυνάμεων επιτάχυνσης, για μια ακολουθούμενη «δυναμική» εκτίναξη – απογείωση του σώματος προς τα εμπρός και επάνω, και για τη διαμόρφωση ενός ταχύτερου διασκελισμού περάσματος του εμποδίου με μικρότερο ύψος τροχιάς του ΚΒΣ και μικρότερη διάρκεια πτήσης.

Η ανάπτυξη στιγμιαίας υψηλής επιτάχυνσης κατά την έξοδο από το βατήρα και ο υψηλός ρυθμός επιτάχυνσης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο προδικάζουν και το ταχύτερο

πέραςμα του εμποδίου. Για τη διαμόρφωση των ελεγχόμενων διασκελισμών, με σκοπό την ανάπτυξη του αποτελεσματικότερου κινητικού ρυθμού από την εκκίνηση μέχρι το σημείο προσέγγισης / ώθησης, ο αθλητής / τρια θα πρέπει να ανυψώσει προοδευτικά τον κορμό του μετά την εκτέλεση του 3<sup>ου</sup> ή 4<sup>ου</sup> διασκελισμού, αυξάνοντας έτσι τη δρομική γωνία και προσβλέποντας τον πήχη του εμποδίου για μια πλήρη χώρο-χρονική αντίληψη (Σμυρنيώτου, 2005). Με αυτό τον τρόπο, ο αθλητής μπορεί να προσεγγίσει το εμπόδιο σωστά, με καλή ισορροπία του σώματος και σε μια θέση «δυναμικής» στήριξης / ώθησης – απογείωσης, όμοια με αυτή του άλτη του μήκους τη χρονική στιγμή που εγκαταλείπει τη βαλβίδα (Bauman, 1989).

Η τεχνική υπερπήδησης / περάσματος του εμποδίου είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία που επηρεάζουν άμεσα την επίδοση (Bubanj, Stancovic, Racovic, Bubanj, Petrovic, & Mladenovic, 2008; Coh, 2003; Jarver, 1997). Η ευνοϊκότερη τεχνική της υπερπήδησης των αγωνιστικών εμποδίων είναι εκείνη που κάνει τον εμποδιστή / τρια να περνάει επάνω από τα εμπόδια «τρέχοντας» και όχι «πηδώντας» (Σμυρنيώτου, 2005). Αυτό προϋποθέτει την ελαχιστοποίηση του χρόνου περάσματος / υπερπήδησης, ως αποτέλεσμα της μικρότερης ανύψωσης του ΚΒΣ επάνω από τον πήχη του εμποδίου (Bubanj et al., 2008; Coh, 2003; Santos Lima, Claudino, Mezencio, de Oliveira, Amadio, & Serrao, 2013). Το ύψος της παραβολικής τροχιάς που διαγράφει το ΚΒΣ βαλλόμενο από το σημείο απογείωσης είναι αποτέλεσμα της γωνίας με την οποία βάλλεται και της ταχύτητας απογείωσής του.

Η διαμόρφωση του διασκελισμού υπερπήδησης απαιτεί μια σύνθετη κινητική τεχνική με βάση το κινητικό πρότυπο της τεχνικής του “sprinting”. Είναι η εξελικτική πορεία του δρόμου μέγιστης ταχύτητας - “sprinting” με κάποιες διαφοροποιήσεις στις ασύμμετρες κινήσεις των ποδιών κατά το πέραςμα του εμποδίου. Το εμπρός πόδι / πόδι πρωτοπορίας κινείται προς τα εμπρός και επάνω σε οριζόντιο επίπεδο, ενώ, συγχρόνως, το πίσω πόδι / πόδι ώθησης ή «συρόμενο» κινείται σε διαφορετικά επίπεδα, περιφέρεται γύρω από το ισχίο λιγότερο ή περισσότερο παράλληλα προς τον πήχη του εμποδίου. Οι κινήσεις του ποδιού πρωτοπορίας – ως βιομηχανικό πρότυπο τεχνικής – αντιστοιχούν στις κινήσεις του “sprinting” τόσο κατά την περίοδο στήριξης – απογείωσης, όπου παρατηρείται κίνηση προς τα εμπρός και επάνω με «ψηλό γόνατο», όσο και κατά τη φάση στήριξης – προσγείωσης, όπου η στήριξη γίνεται στα μετατάρσια (Σμυρنيώτου, 2005). Το πόδι ώθησης, κατά την προσέγγιση του εμποδίου, ενεργεί με βάση το ίδιο πρότυπο τεχνικής με στήριξη στα μετατάρσια.



Από τους βασικούς παράγοντες που διαμορφώνουν το διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου είναι το ύψος των εμποδίων, το ύψος απογείωσης – εκτίναξης του ΚΒΣ, η γωνία ώθησης (Coh, 2003; Jarver, 1997; Σμυρνιώτου, 2005). Η ποιότητα της υπερπήδησης – περάσματος του εμποδίου εξαρτάται άμεσα από το ύψος του ΚΒΣ κατά τη φάση της απογείωσης. Από βιοκινητικής πλευράς, όσο μικρότερες είναι οι κατακόρυφες μετατοπίσεις του ΚΒΣ τόσο αποδοτικότερη θα είναι η υπερπήδηση του εμποδίου (Bubanji et al., 2008; Coh, 2003). Όσο χαμηλότερο είναι το ύψος των εμποδίων σε σχέση με το ύψος του εμποδιστή τόσο η τροχιά πτήσης του ΚΒΣ επάνω από τον πήχη του εμποδίου θα είναι περισσότερο οριζόντια και το αντίθετο. Συνεπώς, όσο μικρότερο είναι το ύψος της παραβολικής τροχιάς του ΚΒΣ επάνω από τον πήχη του εμποδίου τόσο μικρότερος θα είναι και ο χρόνος πτήσης και μεγαλύτερη η ταχύτητα περάσματος του εμποδίου (Bubanji et al., 2008; Coh, 2003).

Κατά τη χρονική στιγμή της ώθησης – απογείωσης, η γωνία ώθησης καθορίζεται από το μέγεθος των αναπτυσσόμενων οριζόντιων και κάθετων δυνάμεων ώθησης που διαμορφώνουν τις αντίστοιχες ταχύτητες ώθησης – οριζόντια και κάθετη. Η γωνία ώθησης είναι λίγο μεγαλύτερη συγκριτικά με τους δρόμους ταχύτητας, περίπου  $60^{\circ}$  -  $70^{\circ}$ , τόσο όσο χρειάζεται για να ανυψωθεί το ΚΒΣ και να περνά πλησιέστερα επάνω από τον πήχη του εμποδίου χωρίς τον κίνδυνο πρόσκρουσης. Όσο μικρότερη είναι η γωνία ώθησης τόσο μικρότερο είναι το ύψος της παραβολικής τροχιάς του ΚΒΣ και το μήκος του διασκελισμού περάσματος, άρα και ταχύτερο το πέραςμα του εμποδίου.

Σχετικά με το μήκος του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου, αυτό ορίζεται ως το άθροισμα δύο αποστάσεων, ασύμμετρων, σε σχέση με το εμπόδιο: της απόστασης ώθησης – απογείωσης πριν από το εμπόδιο και της απόστασης προσγείωσης μετά το εμπόδιο. Το σώμα κατά την απογείωση θεωρείται βαλλόμενο υπό γωνία (γωνία απογείωσης). Το ΚΒΣ θεωρείται ότι εκτελεί παραβολική τροχιά με το υψηλότερο σημείο της να βρίσκεται επάνω από τον πήχη του εμποδίου. Ωστόσο, στην πρακτική της υπερπήδησης το μεγαλύτερο ύψος της παραβολικής τροχιάς του ΚΒΣ σε σχέση με τα σημεία απογείωσης και προσγείωσης βρίσκεται λίγα εκατοστά, περίπου 15-30cm, μπροστά από τον πήχη του εμποδίου.

Συνήθως, το μήκος του διασκελισμού υπερπήδησης κυμαίνεται από 3.20m-3.50m (Bubanji et al., 2008) (3.67m, Coh, 2003; 3.20m-3.70m, Li et al., 2011) ως άθροισμα των επιμέρους αποστάσεων απογείωσης 1.90m-2.20m (2.09m, Coh, 2003; 2.10m-2.36m, Li et al., 2011) και προσγείωσης 1.00m-1.40m (1.58m, Coh, 2003;

1.32m-1.38m, Li et al., 2011). Η ιδανική αναλογία απόστασης απογείωσης – προσγείωσης είναι 60% - 40% αντίστοιχα.

Οι αποστάσεις αυτές διαφοροποιούνται / αυξομειώνονται ανάλογα με:

- Το ύψος των εμποδίων. Είναι μεγαλύτερες στα αγωνίσματα των 110m και μικρότερες στα αγωνίσματα των 100m και 400m.
- Το βαθμό της «δυναμικής ευκαμψίας» των αρθρώσεων των ισχίων και των γονάτων, σε συνδυασμό με την ευκινησία του ποδιού πρωτοπορίας.
- Την ταχύτητα προσέγγισης του εμποδίου. Μεγαλύτερη ταχύτητα συνεπάγεται αύξηση της απόστασης απογείωσης.
- Το επίπεδο της τεχνικής του εμποδιστή – τεχνικό-κινητική ικανότητα.
- Εξωτερικούς παράγοντες (κατάσταση του ανέμου, ποιότητα του υλικού κατασκευής του στίβου) (Σμυρνιώτου, 2005).

Η μεγαλύτερη απόσταση απογείωσης σε σχέση με αυτή της προσγείωσης είναι αναγκαία για την αποτελεσματικότερη διαμόρφωση του διασκελισμού υπερπήδησης. Μετά το «πάτημα προσέγγισης» χρειάζεται μια χρονική στιγμή τόσο για την ανάπτυξη δυνάμεων ώθησης, μέσω της ολοκληρωμένης έκτασης των αρθρώσεων του ποδιού στήριξης και πρωταρχικά του ισχίου και της ποδοκνημικής, όσο και για την περιστροφική κίνηση του ποδιού πρωτοπορίας προς τα εμπρός και επάνω από την άρθρωση του ισχίου και στη συνέχεια την έκταση της κνήμης προς τα εμπρός και επάνω, οριζόντια προς την κορυφή του πήχη του εμποδίου και χωρίς τον κίνδυνο πρόσκρουσης.

Γενικά, σε ένα αγώνισμα δρόμου με εμπόδια, τα κινηματικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την απόσταση απογείωσης και την απόσταση προσγείωσης για ένα συγκεκριμένο εμποδιστή αλλάζουν από το 1<sup>ο</sup> μέχρι το 10<sup>ο</sup> εμπόδιο, ως συνέπεια της μεταβολής της δρομικής ταχύτητας προσέγγισης (Iskra & Przednowek, 2016). Στα αγωνίσματα των δρόμων 100m και 110m με εμπόδια, η ταχύτητα προσέγγισης στα πρώτα εμπόδια αυξάνεται προοδευτικά ανάλογα με το εμπόδιο – 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> ή ακόμα και πέρα από το 4<sup>ο</sup> εμπόδιο για εμποδιστές υψηλού επιπέδου ως αποτέλεσμα της ικανότητας δυναμικής επιτάχυνσης. Με την αύξηση της δρομικής ταχύτητας – δυναμική της ταχύτητας κίνησης – η απόσταση απογείωσης αυξάνεται και η απόσταση προσγείωσης μειώνεται. Αντίθετα, στα τελευταία εμπόδια της διαδρομής (8<sup>ο</sup>, 9<sup>ο</sup>, 10<sup>ο</sup>) μειώνεται η απόσταση απογείωσης και αυξάνεται η απόσταση προσγείωσης λόγω της μείωσης της τιμής της αποκτημένης ταχύτητας, ως αποτέλεσμα της εμφάνισης νευρομυϊκής κόπωσης (Iskra & Przednowek, 2016).

Μια ταχύτερη, λοιπόν, προσέγγιση των εμποδίων συνοδευόμενη από μια αυξημένη απόσταση απογείωσης, ως αποτέλεσμα της εκτέλεσης ενός βραχύτερου και ταχύτερου προηγούμενου διασκελισμού, δημιουργεί τις πιο ευνοϊκές συνθήκες για τη διαμόρφωση ενός αποτελεσματικού διασκελισμού υπερπήδησης (Σμυρνιώτου, 2005).

Αναλύοντας την τεχνική ενός ολοκληρωμένου διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου διακρίνονται οι εξής περιόδους - φάσεις:

- α. Περίοδος στήριξης πριν από το εμπόδιο.
- β. Περίοδος πτήσης – πέρασμα ή υπερπήδηση.
- γ. Περίοδος στήριξης μετά το εμπόδιο.

Η κάθε περίοδος λόγω των διαφορετικών μηχανικών λειτουργιών χωρίζεται σε επιμέρους φάσεις (Σμυρνιώτου, 2005).

Η περίοδος στήριξης πριν από το εμπόδιο χωρίζεται σε δύο φάσεις. Τη φάση εμπρός στήριξης – προσγείωσης ή επιβράδυνσης (Φάση I) και τη φάση πίσω στήριξης – απογείωσης ή επιτάχυνσης (Φάση II). Η φάση της εμπρός στήριξης – προσγείωσης ή επιβράδυνσης αρχίζει τη χρονική στιγμή όπου το πόδι στήριξης – ώθησης κατά την προσέγγιση του εμποδίου τοποθετείται στο έδαφος με το ΚΒΣ να βρίσκεται λίγα εκατοστά πίσω από το σημείο στήριξης, και τελειώνει τη χρονική στιγμή όπου το ΚΒΣ διέρχεται επάνω από την κατακόρυφο στο σημείο στήριξης. Είναι μια φάση αντίδρασης του εδάφους στη δράση του σώματος, όπου η αναπτυσσόμενη «δύναμη αντίδρασης» είναι προσανατολισμένη αντίθετα προς την κατεύθυνση της κίνησης του σώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στιγμιαία να μειώνεται ο βαθμός της δρομικής ταχύτητας κατά 0.38-0.70m/sec. Λόγω της μηχανικής αυτής λειτουργίας, η φάση αυτή χαρακτηρίζεται ως φάση απόσβεσης – επιβράδυνσης. Συνεπώς, όσο μικρότερη είναι η «δύναμη αντίδρασης» άρα και ο χρόνος δράσης της – μικρότερη διάρκεια της φάσης αυτής – τόσο μικρότερη θα είναι η μείωση της τιμής της δρομικής ταχύτητας / «αρνητική επιτάχυνση». Κατά τη διάρκεια της κινητικής πορείας του σώματος και μέχρι το ΚΒΣ να βρεθεί επάνω στο σημείο στήριξης μειώνεται η στιγμιαία αδράνεια του σώματος και αποθηκεύεται «ελαστική ενέργεια» στους κινητήριους μυς του μοχλικού συστήματος του ποδιού στήριξης. Στη φάση αυτή το σώμα περνά σε μια «συσπειρωτική θέση» για μια ακολουθούμενη «δυναμική» ώθηση –εκτίναξη.

Η φάση της πίσω στήριξης – απογείωσης ή επιτάχυνσης (φάση II) αρχίζει τη χρονική στιγμή όπου το ΚΒΣ προσπερνά την κατακόρυφο στο σημείο στήριξης, κινείται προς τα εμπρός και επάνω έχοντας ανυψωτική πορεία από την έναρξη της

ώθησης και τελειώνει τη χρονική στιγμή όπου τα δάχτυλα του ποδιού εγκαταλείπουν το έδαφος. Στη φάση αυτή οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις αντίδρασης – κατακόρυφες και οριζόντιες – δημιουργούν αντίστοιχες κατακόρυφες και οριζόντιες ταχύτητες κίνησης διαμορφώνοντας την ανυψωτική πορεία του ΚΒΣ.

Ανάλογα με το μέγεθος και τη γωνία δράσης των δυνάμεων αυτών καθορίζεται τόσο η πορεία του ΚΒΣ και κατά συνέπεια το ύψος της παραβολικής τροχιάς του επάνω από τον πήχη του εμποδίου, όσο και η χρονική διάρκεια της πτήσης. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της οριζόντιας δύναμης ώθησης – ως αποτέλεσμα της «δύναμης αντίδρασης» και της συναρμοστικής ικανότητας του εμποδιστή – και κατά συνέπεια της οριζόντιας ταχύτητας, τόσο ταχύτερη θα είναι η υπερπήδηση του εμποδίου (Coh, 2003). Το μέγεθος της κατακόρυφης δύναμης άρα και της κατακόρυφης ταχύτητας θα πρέπει να είναι μεγάλο ώστε το υψηλότερο σημείο της παραβολικής τροχιάς του ΚΒΣ να βρίσκεται ελάχιστα εκατοστά (20-30cm) μπροστά και επάνω από τον πήχη του εμποδίου. Η μεταβολή στην κατακόρυφη ταχύτητα, σε σχέση με τον απλό δρόμο, αντανακλά την ανάγκη του αθλητή να ανυψώσει το ΚΒΣ επάνω από τον πήχη του εμποδίου (Coh, 2003). Οι υψηλού επιπέδου εμποδιστές δημιουργούν μικρότερες κατακόρυφες δυνάμεις – μικρότερη κατακόρυφη ταχύτητα – και αυξάνουν τις οριζόντιες δυνάμεις και κατά συνέπεια την οριζόντια ταχύτητα, συγκριτικά με εμποδιστές χαμηλότερου επιπέδου.

Γενικά, η φάση II είναι μια δυναμική φάση «ώθησης – εκτίναξης», μια φάση στιγμιαίας επιτάχυνσης πριν από το εμπόδιο και χαρακτηρίζεται ως φάση «επίθεσης» (Σμυρνιώτου, 2005). Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά στη φάση αυτή παρουσιάζουν την εξής εικόνα. Σε ότι αφορά στο πόδι αιώρησης – πρωτοπορίας:

- Ο μηρός ανυψώνεται δυναμικά προς τα εμπρός και επάνω, αποκτώντας υψηλή γωνιακή ταχύτητα, φθάνοντας σε οριζόντια θέση με το γόνατο προσανατολισμένο προς τον άξονα κίνησης και τον πήχη του εμποδίου («γόνατο ψηλά»).
- Η κνήμη είναι παράλληλη με το πόδι ώθησης, με γωνία μηρού – κνήμης λίγο μικρότερη από 90°.
- Η «γωνία απαγωγής» - απόσταση μεταξύ των δύο μηρών είναι η μέγιστη δυνατή, περίπου 120°-130°.
- Ο κορμός παρασυρόμενος από το πόδι πρωτοπορίας κινείται προς τα εμπρός και επάνω με αποτέλεσμα το ΚΒΣ να βρίσκεται – πριν την εγκατάλειψη του ποδιού από το έδαφος – περίπου 30-50cm μπροστά από το σημείο ώθησης – απογείωσης.

Σε ότι αφορά στο πόδι ώθησης – εκτίναξης, στην αρχή της απογείωσης οι αρθρώσεις βρίσκονται σε πλήρη έκταση με σειρά δραστηριοποίησης από επάνω προς τα κάτω – ισχίο, γόνατο, ποδοκνημική – μεγιστοποιώντας έτσι το «αποθεματικό δυναμικό» της κάθε άρθρωσης κατά τη διάρκεια της ώθησης – εκτίναξης, αυξάνοντας την «αλματική δύναμη» του ποδιού και δημιουργώντας υψηλή στιγμιαία επιτάχυνση του σώματος προς τα εμπρός και επάνω. Συνεπώς, το πόδι ώθησης εκτίναξης δεν πρέπει να εγκαταλείπει πρόωρα το έδαφος πριν ολοκληρωθεί η «δυναμική δράση» της αλυσίδας των αρθρώσεων (Σμυρνιώτου, 2005). Ο συνολικός χρόνος της φάσης στήριξης - ώθησης πριν από το εμπόδιο είναι 0.180-0.250 sec (Buban et al., 2008). Για εμποδιστές υψηλού επιπέδου έχουν επίσης αναφερθεί τιμές για τη διάρκεια της φάσης στήριξης – ώθησης από 0.100 – 0.120sec (Coh, 2003; Li et al., 2011).

Η γωνία ώθησης είναι περίπου 65°-70° (72.9°, Coh, 2003; 63°-74°, Li et al., 2011) και με το ΚΒΣ προβαλλόμενο μπροστά από το σημείο στήριξης 30-50cm (38cm, Coh, 2003). Επίσης, ο κορμός και το κεφάλι - ως ενιαίο σύνολο – είναι ευθυγραμμισμένα με το πόδι κίνησης, με τους άξονες των ώμων και των ισχίων να είναι παράλληλοι μεταξύ τους και παράλληλοι προς τον πήχη του εμποδίου.

Η φάση στήριξης – ώθησης πριν από το εμπόδιο έχει ως βασικό κινηματικό πρότυπο τεχνικής την τεχνική του δρόμου ταχύτητας και την τεχνική της στήριξης – ώθησης του άλματος σε μήκος. Κατά την προσέγγιση του εμποδίου θα έπρεπε να δημιουργούνται οι ευνοϊκότερες συνθήκες τόσο για την ελαχιστοποίηση των δυνάμεων επιβράδυνσης όσο και για τη μεγιστοποίηση των δυνάμεων επιτάχυνσης. Λόγω της λειτουργίας της, η φάση στήριξης – ώθησης θεωρείται η βασική φάση προετοιμασίας για την υπερπήδηση του εμποδίου (Coh, 2003; Σμυρνιώτου, 2005).

Σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής, στο τέλος της φάσης στήριξης – ώθησης και αρχή της πτήσης, το σώμα του εμποδιστή στο σύνολό του επανακτά μέρος της ταχύτητας που έχει χαθεί στην προηγούμενη φάση στήριξης (φάση I) και αποκτά θετική επιτάχυνση, η οποία εκφράζει το μέγεθος της συνισταμένης των αναπτυσσόμενων οριζόντιων και κατακόρυφων ταχυτήτων λόγω των αντίστοιχων δυνάμεων ώθησης – δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους που τις προκάλεσαν.

Κατά την περίοδο πτήσης – «υπερπήδησης» του εμποδίου, βασικός σκοπός των κινήσεων των μελών του σώματος που εκτελούνται είναι:

- Να διατηρηθεί η κινητική πορεία του ΚΒΣ, που προκαθορίστηκε κατά τη φάση στήριξης – ώθησης (φάση II).

- Να ελαχιστοποιηθούν οι αναπτυσσόμενες περιστροφικές ροπές του σώματος που αναπτύχθηκαν στην αρχή της περιόδου πτήσης λόγω της έκκεντρης ώθησης.
- Να προετοιμαστεί το σώμα για μια αποτελεσματική περίοδο στήριξης πέρα από το εμπόδιο, με καλή ισορροπία και με τη μικρότερη απώλεια ταχύτητας κίνησης – μικρότερη επιβράδυνση.

Το κριτήριο δηλαδή μιας «αποδοτικής» υπερπήδησης είναι η μικρότερη χρονική διάρκεια της φάσης πτήσης, λόγω της απώλειας της ταχύτητας όταν το σώμα βρίσκεται στον αέρα (Bubanj et al., 2008; Coh, 2003; Santos Lima et al., 2013).

Η περίοδος πτήσης χωρίζεται σε δύο φάσεις, στη φάση ανύψωσης (φάση I) και στη φάση υπερπήδησης και καθόδου (φάση II) (Σμυρνιώτου, 2005). Η φάση ανύψωσης (φάση I) αρχίζει τη στιγμή που το πόδι στήριξης εγκαταλείπει το έδαφος και τελειώνει τη χρονική στιγμή όπου η φτέρνα του ποδιού πρωτοπορίας προσπεράσει τον πήχη του εμποδίου. Σε ότι αφορά στο πόδι πρωτοπορίας, η κνήμη του ποδιού αυτού εκτεινόμενη προς τα εμπρός και επάνω κινείται προς την κορυφή του εμποδίου. Η φτέρνα προβάλλεται προς τον πήχη του εμποδίου με κάμψη της ποδοκνημικής, με μηχανικό πλεονέκτημα τη στιγμιαία προδιάταση των γαστροκνημίων μυών, αποθηκεύοντας ελαστική ενέργεια για μια ακολουθούμενη δυναμική έκταση κατά τη φάση της υπερπήδησης και αρχή της προσγείωσης (φάση II). Στην άρθρωση του γονάτου του ποδιού πρωτοπορίας παρατηρείται ελαφριά κάμψη, με γωνία περίπου 170°-175° (162°-180° Li et al., 2011). Επίσης, η γωνία απαγωγής – απόσταση μεταξύ των δύο μηρών - είναι η μέγιστη δυνατή (117°-123°, Bubanj et al., 2008). Σε ότι αφορά στο πόδι ώθησης / «συρόμενο» πόδι, μετά την απόσπαση του ποδιού από το έδαφος, στιγμιαία κινείται πίσω από τον καμπτόμενο κορμό και ακολουθεί μια «δυναμική» περιστροφική αιώρηση γύρω από το σύστοιχο ισχίο, και οριζόντιο πέρασμα του πήχη του εμποδίου με ανάλογη κάμψη των αρθρώσεων ισχίου, γονάτος και ποδοκνημικής. Κατά την έναρξη της φάσης ανύψωσης, ο κορμός και το κεφάλι ως ενιαίο σύνολο – ταυτόχρονα με την έκταση της κνήμης- κάμπτεται προς τα εμπρός, μέχρι τη χρονική στιγμή που το πόδι πρωτοπορίας αρχίζει την προς τα κάτω κινητική του πορεία. Η κάμψη του κορμού γίνεται από τη βάση της σπονδυλικής στήλης / ισχία, με τους άξονες των ώμων και των ισχίων να είναι παράλληλοι μεταξύ τους και κάθετοι προς τον άξονα κίνησης. Σε ότι αφορά στην κίνηση των χεριών, αυτά κινούνται ενεργητικά – εμπρός και πίσω από τον κορμό. Το αντίθετο χέρι από το πόδι πρωτοπορίας, εκτεινόμενο κινείται προς

τα εμπρός πλάι από το πόδι ενώ συγχρόνως το άλλο κινείται προς τα πίσω κοντά στον κορμό (Σμυρνιώτου, 2005).

Η φάση υπερπήδησης και καθόδου (φάση II) αρχίζει τη χρονική στιγμή που το πόδι πρωτοπορίας έχει προσπεράσει τον πήχη του εμποδίου με τη μεγαλύτερη μάζα του σώματος να διέρχεται επάνω από τον πήχη. Τελειώνει τη χρονική στιγμή που το πόδι πρωτοπορίας αρχίζει να κινείται, περιστρεφόμενο από την άρθρωση του σύστοιχου ισχίου, προς τα εμπρός και κάτω. Κατά τη φάση αυτή, το πόδι πρωτοπορίας με ελαφρά κάμψη στην άρθρωση του γονάτου, προσπερνά τον πήχη του εμποδίου και κινείται ενεργητικά προς τα εμπρός και κάτω με δυναμική έκταση της ποδοκνημικής άρθρωσης. Η περιστροφική κίνηση του ποδιού προς τα κάτω γίνεται με την έκταση της άρθρωσης του ισχίου. Το πόδι ώθησης / «συρόμενο» περιστρέφεται δυναμικά γύρω από την άρθρωση του σύστοιχου ισχίου, συσπειρωμένο πλάι από τον κορμό, έτσι ώστε να προσπεράσει τον πήχη του εμποδίου από μια περισσότερο οριζόντια θέση. Είναι σημαντικό το γόνατο να προηγείται του ισχίου και το πέλμα να βρίσκεται σε ραχιαία κάμψη. Στη συνέχεια ο μηρός με προπορευόμενο το γόνατο κινείται προς τα εμπρός και επάνω ενεργητικά. Σε ότι αφορά στα χέρια, το αντίθετο χέρι με το πόδι πρωτοπορίας κινείται δυναμικά προς τα πλάγια και πίσω, συντονισμένο με την ταυτόχρονη και οριζόντια κίνηση του ποδιού ώθησης (συρόμενο πόδι) προς τα εμπρός, χωρίς να παρασύρει τον άξονα των ώμων από την οριζόντια θέση τους. Ο κορμός και το κεφάλι βρίσκονται ευθυγραμμισμένα με τον κατακόρυφο άξονα του σώματος και προσπερνούν τον πήχη του εμποδίου διατηρώντας σε οριζόντια θέση τους άξονες των ώμων και των ισχίων, χωρίς να αναπτύσσονται περιστροφικές ροπές (Σμυρνιώτου, 2005).

Όσον αφορά στην περίοδο στήριξης μετά το εμπόδιο, η περίοδος αυτή εμφανίζει παρόμοια μηχανικά / κινηματικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά με την περίοδο στήριξης πριν από το εμπόδιο. Διακρίνεται σε δύο φάσεις, τη φάση εμπρός στήριξης – προσγείωσης και τη φάση ώθησης – απογείωσης. Η φάση της εμπρός στήριξης – προσγείωσης (φάση I) είναι μια φάση επιβράδυνσης και «φόρτισης» ταυτόχρονα, όπου αναπτύσσονται όχι μόνο «δυνάμεις αντίδρασης» αλλά, συγχρόνως, αποθηκεύεται ελαστική ενέργεια στους κινητήριους μύς των αρθρώσεων του ποδιού στήριξης, και πρωτίστως της ποδοκνημικής. Οι εκτείνοντες μύς στιγμιαία βραχύνονται για μια ακολουθούμενη «δυναμική ώθηση» - εκτίναξη του σώματος προς τα εμπρός κατά τη φάση II. Θεωρείται ότι η φάση αυτή έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα «αποθήκευσης δυναμικού» το οποίο συμβάλλει, σε σχέση με τη φάση II,

στην αποτελεσματικότερη και ομαλότερη μετάβαση στο δρόμο μεταξύ των εμποδίων. Η φάση ώθησης – απογείωσης (φάση II) είναι μια «δυναμική» φάση στιγμιαίας επιτάχυνσης με τα βασικά τεχνικο-κινητικά χαρακτηριστικά του δρόμου ταχύτητας.

Κατά την περίοδο στήριξης μετά το εμπόδιο, το πόδι πρωτοπορίας τοποθετείται ενεργητικά στο έδαφος με τα μετατάρσια και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σημείο της προβολής του ΚΒΣ στο έδαφος, σε μια απόσταση προσγείωσης 1.10m-1.50m από το εμπόδιο (1.58m, Coh, 2003; 1.32m, Coh, Jost, & Skof, 2000; 1.32m-1.38m, Li et al., 2011). Τη χρονική στιγμή της επαφής του πέλματος στο έδαφος, τα ισχία βρίσκονται ελάχιστα πίσω από το σημείο στήριξης (-0.05m, Coh, 2003; -0.15m, Coh et al., 2000) με αποτέλεσμα το ΚΒΣ να βρίσκεται σχεδόν επάνω στον κατακόρυφο άξονα του σώματος. Όταν το σημείο στήριξης βρίσκεται σχεδόν κάτω από το ΚΒΣ αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα «καλής τεχνικής». Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι αναπτυσσόμενες εξωτερικές δυνάμεις – δύναμη αντίδρασης του εδάφους – με αποτέλεσμα να γίνεται μικρότερη η απώλεια δρομικής ταχύτητας και συγχρόνως να επιβαρύνεται λιγότερο το κινητικό σύστημα των αρθρώσεων των ποδιών. Τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης το πόδι βρίσκεται σε πλήρη έκταση (ισχία και γόνατο), η γωνία ώθησης κυμαίνεται από 60°-65° (59°, Coh, 2003; 60°-64°, Li et al., 2011), και το ΚΒΣ βρίσκεται 20-30cm μπροστά από το σημείο στήριξης. Η ισορροπία του σώματος επιτυγχάνεται καλύτερα όταν το ΚΒΣ βρίσκεται αρκετά μπροστά από το σημείο στήριξης (65cm, Coh, 2003) και η συνισταμένη των δυνάμεων ώθησης διέρχεται μέσα από αυτό, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο τη δημιουργία κατακόρυφων και πλάγιων ταλαντεύσεων του κορμού κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης του 1<sup>ου</sup> δρομικού διασκελισμού μετά την υπερπήδηση του εμποδίου (Σμυρνιώτου, 2005).

Σε ότι αφορά στο 2<sup>ο</sup> πόδι / «συρόμενο», αυτό περιστρέφεται γύρω από την άρθρωση του ισχίου με τη μάζα του (μηρός, κνήμη, άκρο πόδι) να βρίσκεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον κορμό (οι γωνίες γόνατος, ποδοκνημικής, ισχίου είναι περίπου 90°). Κινείται, περιστρεφόμενο ενεργητικά, προς τα εμπρός και επάνω και προσπερνά τον κορμό με το γόνατο να προπορεύεται, προσανατολισμένο στον οριζόντιο άξονα κίνησης. Η κίνηση αυτή αυξάνει τη δυναμική δράση του ποδιού στήριξης και προετοιμάζει τη διαμόρφωση ενός αποτελεσματικού 1<sup>ου</sup> διασκελισμού μετά το εμπόδιο.

Ο κορμός, ως ενιαίο σύνολο με το κεφάλι, διατηρεί μια μικρή κλίση προς τα εμπρός παρόμοια με τη δρομική γωνία του δρόμου ταχύτητας, χωρίς καμία



περιστροφική τάση προς το συρόμενο πόδι. Τα χέρια κινούνται ενεργητικά, γύρω από τον άξονα των ώμων, συντονισμένα και συγχρονισμένα με τις κινήσεις των ποδιών, με αποτέλεσμα οι άξονες των ώμων και των ισχίων να παραμένουν μεταξύ τους παράλληλοι και κάθετοι στον οριζόντιο άξονα κίνησης (Σμυρνιώτου, 2005).

Η χρονική διάρκεια της περιόδου στήριξης μετά το εμπόδιο κυμαίνεται από 0.09-0.15sec (0.09-0.12sec, Bubanjan et al., 2008; 0.08sec, Coh, 2003; 0.12sec, Coh et al., 2000; 0.10-0.12sec, Li et al., 2011) και εξαρτάται από το επίπεδο των τεχνικο-κινητικών ικανοτήτων του εμποδιστή.

Από μηχανική – τεχνική άποψη, η υπερπήδηση του εμποδίου είναι η αλλαγή της πορείας του ΚΒΣ προς τα επάνω, όπου τόσο κατά την περίοδο της πτήσης όσο και κατά την περίοδο της στήριξης μετά το εμπόδιο, παρατηρείται μείωση της οριζόντιας ταχύτητας (Coh, 2003; Coh et al., 2000). Βασικό κριτήριο της καλής τεχνικής της υπερπήδησης του εμποδίου αποτελεί η ελαχιστοποίηση της απώλειας της ταχύτητας κίνησης κατά την οριζόντια κατεύθυνση. Όσο αυξάνεται η οριζόντια ταχύτητα κίνησης τόσο «σωστότερη» χαρακτηρίζεται η τεχνική της υπερπήδησης (Σμυρνιώτου, 2005).

Ο δρόμος μεταξύ των εμποδίων πρέπει να θεωρείται ως φυσική συνέχεια των δρομικών κινήσεων του “sprinting” μετά το πέρασμα του κάθε εμποδίου. Κατά τη διάρκεια του δρόμου μεταξύ των εμποδίων, ο εμποδιστής / η εμποδίστρια «προετοιμάζεται» ψυχοκινητικά όχι μόνο για την τεχνική περάσματος του επερχόμενου εμποδίου αλλά και για την τεχνική του δρόμου που ακολουθεί μετά το πέρασμα του εμποδίου.

Τα κινηματικά χαρακτηριστικά των διασκελισμών (μήκος και συχνότητα) μεταξύ των εμποδίων σχετίζονται με το μήκος του διασκελισμού περάσματος των εμποδίων. Η απόσταση μεταξύ των εμποδίων στα 110m με εμπόδια για τους άνδρες είναι 9.14m, στα 100m με εμπόδια για τις γυναίκες είναι 8.50m, ενώ στις μικρότερες αγωνιστικές κατηγορίες (ηλικίες μικρότερες των 15-16 ετών) η αντίστοιχη απόσταση είναι μικρότερη. Ωστόσο, η πραγματική απόσταση μεταξύ δύο εμποδίων που καλύπτεται με δρομικούς διασκελισμούς είναι μικρότερη, όπως προκύπτει αφαιρώντας τις αποστάσεις προσγείωσης και απογείωσης από την απόσταση μεταξύ των εμποδίων. Η απόσταση αυτή διατρέχεται με τρεις χώρο-χρονικά ελεγχόμενους, ασύμμετρους δρομικούς διασκελισμούς, ώστε ο εμποδιστής / η εμποδίστρια να έχει την ίδια κυριαρχία «υπερπήδησης» - το ίδιο πόδι στήριξης – ώθησης και το ίδιο πόδι αιώρησης (Σμυρνιώτου, 2005).

Το μήκος των τριών διασκελισμών διαφοροποιείται στη μεταξύ των εμποδίων απόσταση ανάλογα με τα σωματικά χαρακτηριστικά και το επίπεδο των δυναμικών και τεχνικό-κινητικών ικανοτήτων του εμποδιστή. Για έναν αποτελεσματικό δρόμο μεταξύ των εμποδίων, με υψηλό ελεγχόμενο κινητικό ρυθμό, θα πρέπει ο 1<sup>ος</sup> διασκελισμός μετά την προσγείωση να είναι ο βραχύτερος και «ισχυρότερος» των τριών, ο 2<sup>ος</sup> διασκελισμός να είναι μεγαλύτερος και ο ταχύτερος, και ο 3<sup>ος</sup> διασκελισμός να είναι βραχύτερος του προτελευταίου και ταχύτερος του 1<sup>ου</sup> διασκελισμού.

Πιο συγκεκριμένα, ο 1<sup>ος</sup> διασκελισμός μετά την προσγείωση είναι ο σημαντικότερος τόσο για την επανάκτηση της απολεσθείσας ταχύτητας κίνησης λόγω του περάσματος του εμποδίου, όσο και για τη διαμόρφωση ενός ακολουθούμενου «δυναμικού» δρομικού διασκελισμού – μεγαλύτερου σε μήκος και ταχύτερου σε σχέση με τους άλλους δύο. Είναι ένας «διασκελισμός ανάπτυξης ταχύτητας» και επανάκτησης της ταχύτητας που χάθηκε κατά την περίοδο πτήσης επάνω από το εμπόδιο. Το μήκος του κυμαίνεται από 1.55-1.65m, τιμές που αφορούν σε άνδρες και γυναίκες.

Ο 2<sup>ος</sup> διασκελισμός είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος από τους τρεις, με μήκος περίπου 2.00-2.10m για τους άνδρες και 1.90-2.00m για τις γυναίκες. Είναι ένας «δυναμικός» διασκελισμός ανάπτυξης υψηλής μέσης δρομικής ταχύτητας με όλα τα κινηματικά χαρακτηριστικά του “sprinting”.

Ο 3<sup>ος</sup> διασκελισμός είναι λίγο βραχύτερος του προηγούμενου (2<sup>ου</sup>). Είναι προπαρασκευαστικός διασκελισμός και διευκολύνει την αποτελεσματικότερη εκτέλεση ενός «δυναμικού» διασκελισμού περάσματος του εμποδίου. Το μήκος του κυμαίνεται από 1.85-1.90m για τους άνδρες και 1.75-1.90m για τις γυναίκες. Η μικρή μείωση (κατά 0.15-0.20m) του μήκους αυτού του διασκελισμού σε σχέση με τον προηγούμενο έχει ως μηχανικό αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση των «δυνάμεων αναστολής» - δύναμη αντίδρασης του εδάφους, και συγχρόνως την προετοιμασία του κινητικού συστήματος των αρθρώσεων του ποδιού στήριξης. Η αύξηση της δυναμικής ικανότητας των αρθρώσεων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των δυνάμεων ώθησης – απογείωσης, με συνέπεια την αύξηση της στιγμιαίας επιτάχυνσης (Σμυρνιώτου, 2005). Όλα αυτά διαμορφώνουν ένα διασκελισμό περάσματος του εμποδίου και όχι άλματος επάνω από τον πήχη. Όπως έχει αναφερθεί, το ύψος πτήσης του ΚΒΣ επάνω από το εμπόδιο πρέπει να είναι το μικρότερο δυνατό και ο χρόνος διάρκειας της φάσης πτήσης σύντομος, με στόχο τη μικρότερη μείωση της ταχύτητας

κίνησης κατά την υπερπήδηση του εμποδίου (Coh, 2003; Santos Lima et al., 2013). Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του 3<sup>ου</sup> διασκελισμού κατά τη φάση της στήριξης – απογείωσης είναι η μεγάλη ανύψωση του γόνατος, η ολοκληρωμένη έκταση των αρθρώσεων του ποδιού ώθησης, η μικρή κλίση του κορμού προς τα εμπρός και η μεγαλύτερη έκταση του χεριού προς τα εμπρός (Σμυρνιώτου, 2005; Jarver, 1997).

Οι τρεις ασύμμετροι, «ελεγχόμενοι» δρομικοί διασκελισμοί που πραγματοποιούνται μεταξύ των εμποδίων έχουν τα βασικά τεχνικό-κινητικά χαρακτηριστικά των διασκελισμών του δρόμου μέγιστης δρομικής ταχύτητας (sprinting). Οι δρομικές κινήσεις του σώματος, και κυρίως των χεριών και των ποδιών, θα πρέπει να εκτελούνται όχι μόνο «δυναμικά» και «συντονισμένα», αλλά συγχρόνως με χαλαρότητα ώστε να έχει ο εμποδιστής τη δυνατότητα να αναπτύσσει υψηλή μέση δρομική ταχύτητα.

Κατά τη χρονική διάρκεια του δρόμου μεταξύ των εμποδίων, τα μάτια – μετά από κάθε υπερπήδηση – θα πρέπει να εστιάζουν στην κορυφή του πήχη του επόμενου εμποδίου, ώστε να μπορεί ο αθλητής να αποκτή σαφή αντίληψη του χώρου και του χρόνου, να εκτιμά την απόσταση σε σχέση με το μήκος και τη συχνότητα των διασκελισμών και να προσεγγίζει το εμπόδιο πατώντας στο ευνοϊκότερο σημείο ώθησης για την αποτελεσματικότερη υπερπήδηση (Σμυρνιώτου, 2005).

Μετά το πέρασμα του 10<sup>ου</sup> εμποδίου, η απόσταση μέχρι τον τερματισμό διατρέχεται με δυναμικούς διασκελισμούς (6-7 διασκελισμούς για τους άνδρες, 7-8 διασκελισμούς για τις γυναίκες), με προοδευτικά αυξανόμενο μήκος. Οι αθλητές / τριες ενεργούν σύμφωνα με την τεχνική του «δρόμου μέγιστης ταχύτητας». Αυξάνουν τη δύναμη της ταχύτητας κίνησης – «δεύτερη επιτάχυνση», εκτελώντας δυναμικότερους και ταχύτερους διασκελισμούς, κλίνοντας τον κορμό προς τα εμπρός και εκτελώντας δυναμικότερες αιωρήσεις των χεριών (Σμυρνιώτου, 2005).

#### **2.4.2 Κινηματικές παράμετροι που προσδιορίζουν έναν αποτελεσματικό διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου.**

Η τεχνική του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα – επίδοση στο δρόμο με εμπόδια (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Coh et al., 2000). Ένα αποτελεσματικό μοντέλο τεχνικής που αφορά στην υπερπήδηση του εμποδίου προσδιορίζεται από τις ακόλουθες κινηματικές παραμέτρους.

Το αποτελεσματικό πέρασμα του εμποδίου προσδιορίζεται από το μήκος του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου. Το μήκος του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου ορίζεται ως η απόσταση που καλύπτεται από το σημείο της ενεργητικής ώθησης (τελευταία στήριξη πριν το εμπόδιο) μέχρι και το σημείο προσγείωσης μετά το εμπόδιο, και υπολογίζεται από το άθροισμα των επιμέρους αυτών αποστάσεων. Για το συνολικό μήκος του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου έχουν καταγραφεί τιμές όπως: 3.67m (Coh, 2003),  $3.64\text{m} \pm 0.15$  (Coh & Iskra, 2012; Coh et al., 2000), 3.20m- 3.70m (Li et al., 2011), 3.30m-3.50m (Bubanjan et al., 2008) και 3.40m (Salo & Grimshaw, 1998) για άνδρες αθλητές, ενώ για γυναίκες αθλήτριες έχουν αναφερθεί τιμές όπως  $2.90\text{m} \pm 0.09$  (Salo & Grimshaw, 1998) και 3.00m-3.20m (Bubanjan et al., 2008). Η αναλογία της απόστασης ώθησης - απογείωσης και της απόστασης προσγείωσης σε σχέση με το συνολικό μήκος διασκελισμού είναι συγκεκριμένη για κάθε εμποδιστή, και εξαρτάται από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του αθλητή και από τη γωνία ώθησης (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Coh & Iskra, 2012; Jarver, 1997; Li et al., 2011; Salo & Grimshaw, 1998), η ιδανική αναλογία μεταξύ της απόστασης ώθησης - απογείωσης και της απόστασης προσγείωσης είναι 60/40. Οι τιμές που έχουν καταγραφεί για την απόσταση ώθησης - απογείωσης πριν από το εμπόδιο είναι: 2.09m (Coh, 2003),  $2.31\text{m} \pm 0.04$  (Coh & Iskra, 2012; Coh et al., 2000), 1.75m-2.36m (Li et al., 2011) και  $1.99\text{m} \pm 0.04$  (Salo & Grimshaw, 1998) για άνδρες αθλητές, ενώ για γυναίκες αθλήτριες οι τιμές που έχουν καταγραφεί είναι  $1.88\text{m} \pm 0.11$  (Salo & Grimshaw, 1998). Για την απόσταση προσγείωσης μετά το εμπόδιο έχουν αναφερθεί οι ακόλουθες τιμές: 1.58m (Coh, 2003),  $1.32\text{m} \pm 0.11$  (Coh & Iskra, 2012; Coh et al., 2000), 1.32m-1.43m (Li et al., 2011) και  $1.41\text{m} \pm 0.09$  (Salo & Grimshaw, 1998) για άνδρες αθλητές, ενώ για γυναίκες αθλήτριες οι τιμές που έχουν καταγραφεί είναι  $1.02\text{m} \pm 0.14$  (Salo & Grimshaw, 1998).

Η φάση της ώθησης πριν / μπροστά από το εμπόδιο είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία που επηρεάζουν την αποτελεσματική τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου, καθώς προσδιορίζει άμεσα την τροχιά της κίνησης του ΚΒΣ (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012). Η διάρκεια της φάσης της ώθησης κυμαίνεται από 0.100-0.130sec για εμποδιστές υψηλού επιπέδου (Coh, 2003; Li et al., 2011), ωστόσο, έχουν αναφερθεί και μεγαλύτερες τιμές 0.132-0.147sec (Coh & Iskra, 2012) οι οποίες αντιστοιχούν σε πιο μέτριες επιδόσεις. Η φάση της ώθησης διακρίνεται σε δύο επιμέρους φάσεις: τη φάση τοποθέτησης (braking phase) και τη φάση της ενεργητικής

ώθησης (propulsion phase). Η φάση τοποθέτησης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομη χρονικά και εξαρτάται από τη γωνία τοποθέτησης του ποδιού στήριξης/ώθησης. Η φάση της ενεργητικής ώθησης ολοκληρώνεται με το σχηματισμό της γωνίας ώθησης, η οποία κυμαίνεται από 69°-73°. Όσο μικρότερη είναι η γωνία ώθησης τόσο πιο χαμηλή θα είναι η τροχιά πτήσης του ΚΒΣ επάνω από το εμπόδιο και κατά συνέπεια μικρότερη η διάρκεια της φάσης πτήσης (Coh & Iskra, 2012). Οι προαναφερθείσες παράμετροι συμβάλλουν στην ενεργητική τοποθέτηση του ποδιού ώθησης στο έδαφος και στην «επιθετική κλίση» των ώμων προς το εμπόδιο (Coh, 2003).

Η ταχύτητα περάσματος του εμποδίου, η οποία εκδηλώνεται με την οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εκτέλεση της φάσης της ώθησης. Κατά τη φάση της τοποθέτησης, η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κυμαίνεται περίπου στα 8.5m/sec, ενώ κατά τη φάση της ενεργητικής ώθησης αυξάνεται σε 9.3m/sec για εμποδιστές υψηλού επιπέδου (Coh, 2003; Li et al., 2011). Για αθλητές χαμηλότερου επιπέδου, η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κατά τη φάση της ενεργητικής ώθησης κυμαίνεται από 7.00-7.50m/sec (Coh & Iskra, 2012; Salo & Grimshaw, 1998). Είναι σημαντικό να μπορεί ο αθλητής να αυξάνει την οριζόντια ταχύτητά του κατά τη φάση της ώθησης με αποτελεσματικό τρόπο.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος κατά τη φάση της ώθησης είναι η κατακόρυφη ταχύτητα, η οποία τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης κυμαίνεται από 1.60-2.35m/sec (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Li et al., 2011; Salo & Grimshaw, 1998).

Η οριζόντια και η κατακόρυφη ταχύτητα προσδιορίζουν την ταχύτητα απογείωσης του ΚΒΣ, η οποία μπορεί να φτάσει στα 9.40m/sec για εμποδιστές υψηλού επιπέδου (Coh, 2003) και στα 7.55m/sec  $\pm$  0.50 για εμποδιστές χαμηλότερου επιπέδου (Coh & Iskra, 2012), και τη γωνία απογείωσης η οποία κυμαίνεται περίπου στις 10°-15° (Coh, 2003; Li et al., 2011; Salo & Grimshaw, 1998). Η σχέση αυτών των δύο παραμέτρων ταχύτητας υποδεικνύει την ικανότητα του αθλητή για μια αποτελεσματική μετάβαση από το διασκελισμό τρεξίματος στο διασκελισμό ώθησης – απογείωσης.

Η ποιοτική εκτέλεση υπερπήδησης του εμποδίου σχετίζεται άμεσα με το ύψος του ΚΒΣ κατά τη φάση της ώθησης. Από βιομηχανικής απόψεως, ένας αποτελεσματικός δρόμος με εμπόδια είναι αυτός στον οποίο οι κατακόρυφες μετατοπίσεις του ΚΒΣ είναι οι μικρότερες δυνατές (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012). Ο αθλητής πρέπει να διατηρεί μια υψηλή θέση του ΚΒΣ κατά τη φάση της ώθησης.

Από τη φάση τοποθέτησης μέχρι τη φάση ενεργητικής ώθησης το ΚΒΣ ανυψώνεται. Το μέγιστο ύψος που μπορεί να φτάσει το ΚΒΣ εξαρτάται από τον τρόπο εκτέλεσης της φάσης της ώθησης και από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012).

Επί πρόσθετα στις προαναφερθείσες κινηματικές παραμέτρους, η ταχύτητα περάσματος του εμποδίου εξαρτάται επίσης και από την ταχύτητα κίνησης του 1<sup>ου</sup> ποδιού / ποδιού πρωτοπορίας κατά τη φάση της ώθησης, η οποία προσδιορίζεται από την ταχύτητα αιώρησης του γονάτου και από την ταχύτητα κίνησης του πέλματος (Coh, 2003). Απαιτείται «επιθετική» κίνηση του ποδιού πρωτοπορίας προς το εμπόδιο. Για αθλητές υψηλού επιπέδου έχουν καταγραφεί τιμές για την ταχύτητα αιώρησης του γονάτου οι οποίες φτάνουν στα 13m/sec και για την ταχύτητα κίνησης του πέλματος η τιμή κυμαίνεται περίπου στα 18.2m/sec (Coh, 2003).

Το κριτήριο για αποτελεσματική τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου είναι η συντομότερη δυνατή διάρκεια της φάσης πτήσης (ο χρόνος περάσματος του εμποδίου) καθώς ο εμποδιστής χάνει ταχύτητα στον αέρα (Coh, 2003; Santos Lima et al., 2013). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ο χρόνος της φάσης πτήσης κυμαίνεται από 0.34-0.40sec (Bubanj et al., 2008), 0.38-0.40sec (Coh et al., 2000) για αθλητές μέτριου επιπέδου, 0.30-0.36sec (Coh, 2003; Li et al., 2011) για εμποδιστές υψηλού επιπέδου. Το ύψος του ΚΒΣ επάνω από το εμπόδιο σχετίζεται άμεσα με τους χρόνους περάσματος του εμποδίου. Όσο πιο χαμηλή είναι η τροχιά πτήσης του ΚΒΣ τόσο μικρότερης διάρκειας θα είναι η φάση πτήσης.

Η φάση προσγείωσης αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία της τεχνικής των εμποδίων. Κατά τη φάση προσγείωσης, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά η μετάβαση από το πέρασμα του εμποδίου στη δρομική κίνηση (Coh & Iskra, 2012). Για να είναι αποδοτική η μετάβαση αυτή από την άκυκλη κίνηση σε μια κυκλική κίνηση απαιτείται υψηλό επίπεδο τεχνικών και κινητικών ικανοτήτων (Coh, 2003). Ο χρόνος επαφής στο έδαφος κατά τη φάση προσγείωσης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομος ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες απώλειες οριζόντιας ταχύτητας (Coh & Iskra, 2012). Ο χρόνος επαφής κυμαίνεται από 0.08-0.12sec (Bubanj et al., 2008; Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Li et al., 2011). Επίσης, στη φάση προσγείωσης πρέπει να διατηρείται μια υψηλή θέση του ΚΒΣ ως αποτέλεσμα της πλήρους έκτασης του ποδιού στο ισχία και στο γόνατο, η οποία εξαρτάται κυρίως από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε αθλητή. Τη στιγμή αυτή το ΚΒΣ βρίσκεται ακριβώς επάνω στο πόδι στήριξης (Coh, 2003;

Coh & Iskra, 2012). Η «ομαλή» προσγείωση (“soft” landing) μετά το εμπόδιο (braking phase) υποδεικνύεται και από την κατακόρυφη ταχύτητα η οποία έχει αρνητική τιμή (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Salo & Grimshaw, 1998).

Η υψηλή θέση του ΚΒΣ, η κατεύθυνση της κίνησης του γονάτου του 2<sup>ου</sup> ποδιού («συρόμενου»), η κάμψη του κορμού προς τα εμπρός, ο συγχρονισμός της κίνησης των χεριών σε σχέση με την κίνηση του 2<sup>ου</sup> ποδιού, και μια «σταθερή θέση» ισορροπίας είναι τα στοιχεία που συνεισφέρουν στη διατήρηση της οριζόντιας ταχύτητας του ΚΒΣ μετά το πέρασμα του εμποδίου, το οποίο είναι προαπαιτούμενο για ένα αποτελεσματικό μοντέλο τρεξίματος για το επόμενο εμπόδιο.

Κατά τη φάση της προσγείωσης (braking phase), η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ για εμποδιστές υψηλού επιπέδου φτάνει τα 8.77m/sec (Coh, 2003), ενώ για εμποδιστές χαμηλότερου επιπέδου η τιμή της οριζόντιας ταχύτητας είναι πιο μικρή και κυμαίνεται μεταξύ 6.8-7.3m/sec (Coh & Iskra, 2012; Salo & Grimshaw, 1998). Κατά τη φάση υπερπήδησης του εμποδίου, δηλαδή από τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης πριν το εμπόδιο μέχρι και τη φάση της προσγείωσης μετά το εμπόδιο, παρατηρείται απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας κατά 0.30-0.50m/sec ανάλογα με το επίπεδο των αθλητών (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Salo & Grimshaw, 1998).

Το μοντέλο τρεξίματος μεταξύ των εμποδίων είναι μια παράμετρος που επίσης επηρεάζει την τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου, και προσδιορίζεται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Coh, 2003):

- Τη μέση ταχύτητα κίνησης.
- Τις επιμέρους ταχύτητες των ενδιάμεσων διασκελισμών (ξεχωριστά για κάθε διασκελισμό).
- Τα μήκη των διασκελισμών και τη μεταξύ τους αναλογία.
- Τη «διαδρομή» που διαγράφουν τα μέλη του σώματος (ξεχωριστά το καθένα) του εμποδιστή.

Ο 1<sup>ος</sup> διασκελισμός μετά το πέρασμα του εμποδίου είναι ο μικρότερος, ο 2<sup>ος</sup> είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος και ο ταχύτερος, ενώ ο 3<sup>ος</sup> είναι μικρότερος από το 2<sup>ο</sup> έτσι ώστε ο εμποδιστής να μπορέσει να ωθήσει από μια ιδανική απόσταση πριν το εμπόδιο. Το μέσο μήκος των τριών ενδιάμεσων διασκελισμών εξαρτάται από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε αθλητή και το επίπεδο δύναμής του. Στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό παρατηρείται μια ελαφρώς μικρότερη οριζόντια ταχύτητα ως αποτέλεσμα της άμεσης προετοιμασίας του αθλητή για την ώθηση μπροστά από το εμπόδιο, ενώ ένα μέρος της οριζόντιας ταχύτητας του ΚΒΣ μετατρέπεται σε

κατακόρυφη ταχύτητα. Ωστόσο, η κατακόρυφη και η οριζόντια ταχύτητα προσδιορίζουν άμεσα την ταχύτητα περάσματος του ΚΒΣ επάνω από το εμπόδιο.

Τόσο κατά την υπερπήδηση των εμποδίων όσο και κατά το τρέξιμο μεταξύ των εμποδίων παρατηρούνται κατακόρυφες ταλαντεύσεις των ισχίων, του κεφαλιού, των ώμων και του ΚΒΣ. Οι ταλαντεύσεις αυτές θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες (Coh, 2003). Κατά την υπερπήδηση του εμποδίου, ο αθλητής χαμηλώνει την τροχιά πτήσης του ΚΒΣ κάμπτοντας τον κορμό του προς τα εμπρός, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο ευνοϊκές συνθήκες για μια ενεργητική προσγείωση (Coh, 2003).

Συμπερασματικά, η αποτελεσματική τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου μπορεί να προσδιοριστεί από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Την οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κατά τη φάση της ώθησης μπροστά από το εμπόδιο.
- Το ύψος του ΚΒΣ κατά τη διάρκεια της ώθησης.
- Την ταχύτητα κίνησης του γονάτου του ποδιού πρωτοπορίας.
- Τη διάρκεια της φάσης πτήσης.
- Τη μικρότερη δυνατή απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας του ΚΒΣ κατά την υπερπήδηση του εμποδίου.
- Μια υψηλή θέση του ΚΒΣ κατά την προσγείωση.
- Ένα σύντομο χρόνο επαφής στο έδαφος κατά τη φάση προσγείωσης.
- Τις μικρότερες δυνατές κατακόρυφες ταλαντεύσεις του ΚΒΣ, του κεφαλιού, των ώμων και των ισχίων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρασμα του εμποδίου (Coh, 2003).

#### **2.4.3 Μεθοδική διδασκαλία εκμάθησης και τεχνικής εκπαίδευσης**

Η τεχνική εκπαίδευση αποτελεί ένα από τα βασικότερα «συστατικά» της αθλητικής προπονητικής πρακτικής στο σχεδιασμό των προπονητικών προγραμμάτων με προκαθορισμένους εκπαιδευτικούς και προπονητικούς στόχους. Έχει ως βασικό στόχο την αξιοποίηση όλων των «δυναμικών» (φυσικών), κινητικών και συναρμοστικών ικανοτήτων (επιδεξιότητα, ακρίβεια, σταθερότητα και ρυθμός) που απαιτούνται για την επίτευξη υψηλής απόδοσης στα αγωνίσματα των δρόμων με εμπόδια (Σμυρνιώτου, 2005).



Όπως έχει αναφερθεί, οι δρόμοι με εμπόδια είναι αγωνίσματα «τεχνικο-δυναμικά» ή αλλιώς δρομικά αγωνίσματα «επιδεξιότητας», «ακρίβειας», «σταθερότητας» και «ελέγχου» των κινήσεων σε συνδυασμό με τη «μυϊκή ισχύ».

Στα αρχικά στάδια μάθησης, κύριος σκοπός της προπονητικής διαδικασίας είναι να αποκτήσει ο αρχάριος εμποδιστής τις απαραίτητες κινητικές δεξιότητες που αφορούν στη βασική τεχνική των επιμέρους τμημάτων του αγωνίσματος. Ωστόσο, το μαθησιακό περιβάλλον θα πρέπει να είναι «ευμετάβλητο» σε μελλοντικές αλλαγές που πιθανόν να χρειαστούν λόγω των «ατομικών περιορισμών» του αρχάριου εμποδιστή και των απαιτήσεων του περιβάλλοντος. Δηλαδή, η φάση της μύησης στη βασική τεχνική θα πρέπει να έχει τέτοια «δυναμική» και «προσαρμοστικότητα» ώστε να δίνεται η ευκαιρία στον εμποδιστή να μαθαίνει τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνικής, αλλά με τρόπο που να μπορεί αργότερα να τα εφαρμόσει κάτω από διαφορετικές συνθήκες (Σμυρνιώτου, 2005).

Ο προγραμματισμός της προπονητικής διαδικασίας και η επιλογή των καταλληλότερων γενικών και ειδικών ασκήσεων από τον προπονητή θα πρέπει να βασίζονται σε δύο βασικά στοιχεία της κινητικής μάθησης που έχει βρεθεί ότι αυξάνουν τη δυνατότητα εκμάθησης – απόκτησης μιας κινητικής δεξιότητας και τα οποία είναι: η «μεταβλητότητα» (variability) της προπονητικής διαδικασίας και η «βοηθητική αλληλεπίδραση» των συναφών επιμέρους δεξιοτήτων (contextual interference) (Lee, Chamberlain, & Hodges, 2001; Schmidt & Lee, 2005).

Η διαφορετικότητα και μεταβλητότητα των βασικών στοιχείων της δομής ενός προπονητικού προγράμματος οδηγεί τον προπονητή να θέτει στόχους οι οποίοι συστηματικά διαφέρουν κατά την προπονητική διαδικασία – από μέρα σε μέρα ή και μέσα στην ίδια προπονητική μονάδα (Schmidt & Lee, 2005). Ο εμποδιστής, δηλαδή, εκτελεί την ίδια άσκηση κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες χρησιμοποιώντας διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των εμποδίων, ταχύτητες, ύψη εμποδίων κτλ. (Shibayama et al., 2015). Το στοιχείο της «βοηθητικής αλληλεπίδρασης» μεταξύ των ασκήσεων εκμάθησης επιδρά στη σχέση μεταξύ μάθησης και εκτέλεσης μιας κίνησης και αντανάκλα την εκμάθηση και εκτέλεση μιας δεξιότητας μέσα στο πλαίσιο λειτουργίας κάποιας άλλης δεξιότητας (Schmidt & Lee, 2005). Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά στοιχεία της μαθησιακής διαδικασίας βοηθούν τους αρχάριους εμποδιστές να μαθαίνουν αποτελεσματικά τα συνθετικά στοιχεία της τεχνικής, π.χ. της υπερπήδησης των εμποδίων και της διάνυσης των ενδιάμεσων αποστάσεων, με

τρόπο που να ταιριάζει περισσότερο στα βιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά τους – ατομικούς περιορισμούς.

Στη μικρή ηλικία, η τεχνικό-κινητική εκπαίδευση είναι ιδιαίτερα σημαντική και θα πρέπει να διατίθεται περισσότερος χρόνος κατά την προπονητική διαδικασία με σκοπό την ανάπτυξη, βελτίωση και τελειοποίηση των τεχνικό-κινητικών ικανοτήτων των νεαρών αθλητών. Όσο περισσότερο ένα παιδί, νεαρός, αρχάριος εμποδιστής εξασκείται εκτελώντας πολλές γενικές και ειδικές ασκήσεις με τα δομικά κινηματικά χαρακτηριστικά του “sprinting” και της υπερπήδησης του εμποδίου τόσο περισσότερο μαθαίνει και βελτιώνεται σχετικά με αυτά.

Η μάθηση των επιμέρους δεξιοτήτων των δρόμων με εμπόδια εκτιμάται ως μια συνεχής και μεθοδική διαδικασία. Για τη μεθοδική εκμάθηση των επιμέρους δομικών στοιχείων των δρόμων με εμπόδια, οι ειδικές ασκήσεις εκμάθησης θα πρέπει να έχουν τα ίδια περίπου κινηματικά και δυναμικά χαρακτηριστικά – πρότυπο τεχνικής – τόσο σε ότι αφορά στο δρόμο ταχύτητας όσο και στην υπερπήδηση των εμποδίων, και να εκτελούνται κάτω από συνθήκες «συνειδητής» διαδικασίας (Σμυρνιώτου, 2005). Η εκμάθηση – ανάπτυξη της βασικής τεχνικής των εμποδίων στηρίζεται σε μια μεθοδική προσέγγιση εκπαιδευτικών – προπονητικών προγραμμάτων με αρχικές ασκήσεις – ασκήσεις μύησης, βασικές και ειδικές ασκήσεις.

Οι νεαροί, αρχάριοι αθλητές λόγω έλλειψης τεχνικής ικανότητας / επιδεξιότητας σε σχέση με το εμπόδιο και φυσικών χαρακτηριστικών – σωματικό ύψος και μήκος διασκελισμού, δυσκολεύονται να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του αγωνίσματος του δρόμου με εμπόδια. Γι’ αυτό το λόγο υπάρχουν συγκεκριμένες μεθοδικές αρχές που εφαρμόζονται κατά την εκμάθηση και ανάπτυξη της τεχνικής των εμποδίων κατά το βασικό στάδιο της προπονητικής διαδικασίας. Κύριος σκοπός είναι η εκμάθηση της τεχνικής περάσματος / υπερπήδησης του εμποδίου να συνδυάζεται σωστά με τα κινηματικά χαρακτηριστικά του “sprinting” και να πραγματοποιείται ταυτόχρονα με την «αποτελεσματική διαχείριση» / «απόκτηση» των αποστάσεων ανάμεσα στα εμπόδια (Jarver, 1997).

Η μεθοδική προσέγγιση για τη διδασκαλία – εκπαίδευση και πρακτική εξάσκηση της τεχνικής των εμποδίων βασίζεται στις ακόλουθες παραμέτρους που προσδιορίζουν ένα αποτελεσματικό μοντέλο τεχνικής.

- Μέγιστη επιτάχυνση από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο.
- Ομαλή (με ροή) μετάβαση από το δρόμο ταχύτητας (sprinting) στο διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου.

- Οριζόντιος και γρήγορος διασκελισμός υπερπήδησης του εμποδίου, με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας. Επιτυγχάνεται μέσω των παρακάτω ενεργειών:
  - ❖ Ενεργητική προσέγγιση (επίθεση) στο εμπόδιο.
  - ❖ Γρήγορη και σε ευθεία γραμμή κίνηση του 1<sup>ου</sup> ποδιού.
  - ❖ Βέλτιστη κίνηση προς τα εμπρός του 2<sup>ου</sup> ποδιού – «τραβάω» το 2<sup>ο</sup> πόδι μπροστά.
  - ❖ Να συντονιστούν χρονικά οι κινήσεις του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού.
  - ❖ Η προσγείωση να γίνεται στο μπροστινό μέρος του πέλματος, στην κάθετη προβολή του ΚΒΣ.
- Αποτελεσματική μετάβαση από το διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου στο δρόμο ταχύτητας (sprinting), με τον 1<sup>ο</sup> διασκελισμό να καλύπτει «ικανοποιητική απόσταση».
- Απόκτηση ρυθμού σε ότι αφορά στους 3 διασκελισμούς που πραγματοποιούνται μεταξύ των εμποδίων.
- Αποφυγή κινήσεων έξω από τον άξονα κίνησης / περιστροφών (ο άξονας των ώμων και ο άξονας των ισχίων να είναι παράλληλοι μεταξύ τους και κάθετοι στον άξονα κίνησης) (Jarver, 1997).

Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Σμυρνιώτου, 2005; Jarver, 1997; Rogers, 2000), ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης – εκμάθησης της βασικής τεχνικής των εμποδίων θα πρέπει να περιλαμβάνει τις ακόλουθες βασικές δεξιότητες.

- Ανάπτυξη ρυθμικού γρήγορου τρεξίματος (sprinting) επάνω από επίπεδα ή χαμηλά εμπόδια, ώστε να «δημιουργηθούν» οι βασικές έννοιες του ρυθμού για τα εμπόδια σε απλοποιημένες συνθήκες.
- Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1<sup>ου</sup> ποδιού. Σκοπός είναι η εκμάθηση της σωστής τεχνικής εκτέλεσης των κινήσεων προβολής του γονάτου, περάσματος επάνω από τον πήχη του εμποδίου και προσγείωσης του 1<sup>ου</sup> ποδιού, αρχικά σε απλοποιημένες συνθήκες και προοδευτικά σε συνθήκες που να πλησιάζουν στο μοντέλο του αγωνίσματος.
- Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 2<sup>ου</sup> ποδιού («συρόμενο» πόδι). Σκοπός είναι η εκμάθηση της σωστής τεχνικής εκτέλεσης της κίνησης του 2<sup>ου</sup> ποδιού – τράβηγμα προς τα εμπρός – και ο συντονισμός / σύνδεση της κίνησης αυτής με τον 1<sup>ο</sup> διασκελισμό τρεξίματος μετά το εμπόδιο.

- Βελτίωση εκτέλεσης και διόρθωση της συνολικής κίνησης, με σκοπό να πλησιάζει το αγωνιστικό μοντέλο.

## Κεφάλαιο III

### Έρευνα 1<sup>η</sup>

**Έλεγχος μετακίνησης και οπτική ρύθμιση κατά τη φάση της φόρας στο άλμα σε μήκος, σε νεαρούς αρχάριους αθλητές.**

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μέρος της διδακτορικής διατριβής και βασίζεται στο άρθρο που έχει δημοσιευθεί:

Panteli, F., Theodorou, A., Pilianidis, Th., & Smirniotou, A. (2014). Locomotor control in the long jump approach run in young novice athletes. *Journal of Sports Sciences*, 32 (2), 149-156. doi: 10.1080/02640414.2013.810344

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή αξιολογήθηκε ο τρόπος εκδήλωσης μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς, σε νεαρούς αθλητές χωρίς μεγάλη εξειδίκευση στο άλμα σε μήκος, καθώς προσέγγιζαν τη βαλβίδα. Βιντεοσκοπήθηκε και αναλύθηκε η φόρα 27 νεαρών αθλητών και αθλητριών (ηλικίας 12-13 ετών), κατά τη διάρκεια επίσημου αγώνα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι νεαροί αθλητές προσαρμόζουν το μήκος των τελευταίων διασκελισμών της φόρας τους, υποδεικνύοντας την εφαρμογή ενός μηχανισμού οπτικού ελέγχου. Η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου ξεκίνησε στον 5<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> διασκελισμό από τη βαλβίδα για τα αγόρια και κορίτσια αντίστοιχα. Το μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων εμφανίζεται να είναι όμοιο με αυτό που έχει παρατηρηθεί για αθλητές υψηλότερου επιπέδου, ωστόσο οι νεαροί αθλητές εμφάνισαν ελαφρώς υψηλότερες τιμές μεταβλητότητας. Παρά το λιγότερο ανεπτυγμένο επίπεδο αντιληπτικό – κινητικών ικανοτήτων και τη μικρότερη εμπειρία των νεαρών αθλητών, φαίνεται ότι ακόμα και μια σύντομη περίοδος ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης μπορεί να συμβάλλει σε ένα υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας κατά το τρέξιμο φόρας και σε μικρότερη απόκλιση κατά την τοποθέτηση του ποδιού στη βαλβίδα.

**Λέξεις – κλειδιά:** οπτική ρύθμιση, αντίληψη, άλμα σε μήκος

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο περιβάλλον του κλασικού αθλητισμού, η εκτέλεση δεξιοτήτων προσέγγισης στόχου ρυθμίζονται σύμφωνα με τη διαθέσιμη οπτική, ακουστική ή κιναισθητική πληροφορία με σκοπό να επιτευχθεί η τοποθέτηση του πέλματος με ακρίβεια στο στόχο (Smirniotou, Panteli, Argeitaki, Kesoglou & Katsikas, 2010; Theodorou & Skordilis, 2012). Το άλμα σε μήκος είναι μια σύνθετη κινητική δεξιότητα, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως μοντέλο κίνησης σε έρευνες που έχουν ασχοληθεί με δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο. Η τοποθέτηση του ποδιού ώθησης στη βαλβίδα με ακρίβεια, ταχύτητα και κατάλληλους μηχανισμούς αποτελεί ένα χαρακτηριστικό τεχνικής με σημαντικούς χωρο – χρονικούς περιορισμούς. Καθώς οι άλτες του μήκους προσεγγίζουν τη βαλβίδα, προσαρμόζουν το μήκος των διασκελισμών τους σε μια προσπάθεια να αντισταθμίσουν προηγούμενες αποκλίσεις από το τυποποιημένο μοντέλο διασκελισμών, οι οποίες οφείλονται είτε σε ατομικούς / εσωτερικούς παράγοντες είτε σε εξωτερικούς παράγοντες (Lee et al., 1982). Η ρύθμιση αυτή που πραγματοποιείται στους τελευταίους 4-5 διασκελισμούς της φόρας (Berg & Greer, 1995; Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988, 1993; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Scott et al., 1997) βασίζεται σε ένα οπτικό ερέθισμα (βαλβίδα) το οποίο «τροφοδοτεί» μια διαδικασία συνεχούς ελέγχου, η οποία στηρίζεται στο συνδυασμό αντίληψης κίνησης (Montagne et al., 2000). Αυτή η μορφή ελέγχου εμφανίζεται να είναι ένα προ-υπάρχων και έμφυτο χαρακτηριστικό, ανεξάρτητο από το επίπεδο επιδεξιότητας (Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Lee et al., 1982), την ηλικία (Berg et al., 1994) και το επίπεδο εξοικείωσης ή εμπειρίας σε σχέση με τη δεξιότητα (Scott et al., 1997). Υποστηρίζεται ότι σε δεξιότητες προσέγγισης στόχου η ρύθμιση του διασκελισμού σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα είναι περισσότερο ένας φυσικός τρόπος ελέγχου της μετακίνησης παρά μια μαθημένη / επίκτητη δεξιότητα (Berg et al., 1994).

Σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν το στοιχείο της μετακίνησης προς στόχο η επιτυχημένη απόδοση προϋποθέτει επιδεξιότητα στην αντίληψη καθώς και αποτελεσματική και με ακρίβεια εκτέλεση των κινητικών μοντέλων. Υποστηρίζεται ότι η «επιδέξια» αντίληψη προηγείται της κατάλληλης κίνησης (Williams, Davids, & Williams, 1999). Οι αθλητές υψηλού επιπέδου χαρακτηρίζονται από περισσότερο ανεπτυγμένες αντιληπτικές ικανότητες και διαδικασίες επεξεργασίας πληροφοριών

λόγω της μεγαλύτερης εμπειρίας τους και της ήδη υπάρχουσας γνώσης – ειδικής και γενικής (Williams, 2000). Αντιθέτως, οι λιγότερο ανεπτυγμένες διαδικασίες συγκέντρωσης της προσοχής και αποθήκευσης πληροφοριών στη μνήμη που χαρακτηρίζουν τους λιγότερο έμπειρους και νεαρούς αθλητές (Ste-Marie, Clark, & Latimer, 2002) τους κάνουν λιγότερο «ευαίσθητους» να αντιλαμβάνονται και να επεξεργάζονται τις πληροφορίες που παρέχονται συνεχώς από το περιβάλλον κατά την εκτέλεση μιας δεξιότητας που περιλαμβάνει μετακίνηση προς στόχο (Magill, 2004). Η ανάπτυξη οπτικών ικανοτήτων (οπτική οξύτητα, οπτικός εντοπισμός, διαφοροποίηση μορφής – φόντου) βελτιώνεται με την ηλικία. Μέχρι την ηλικία των 12 ετών οι οπτικές ικανότητες έχουν σχεδόν αναπτυχθεί, αλλά είναι ακόμα διαφορετικές σε σχέση με το επίπεδο των ενηλίκων (Gallahue & Ozmun, 1998). Παρά το ότι ο έλεγχος πολύπλοκων κινητικών δεξιοτήτων απαιτεί την ενσωμάτωση τόσο της οπτικής όσο και της κιναισθητικής ανατροφοδότησης, τα παιδιά βασίζονται κυρίως στην οπτική πληροφορία για να καθοδηγήσουν την κίνησή τους σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον (Berard & Vallis, 2006).

### **3.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία σε σχέση με την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου από νεαρούς (12 – 13 ετών), αρχάριους αθλητές που έχουν ασχοληθεί με το άλμα σε μήκος. Εφόσον η προσαρμογή των διασκελισμών μέσω του οπτικού ερεθίσματος θεωρείται μια έμφυτη συμπεριφορά, αναμένεται από τους νεαρούς, αρχάριους αθλητές να χρησιμοποιήσουν αυτή την τεχνική ελέγχου. Λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο γνωστικό – αντιληπτικών ικανοτήτων, τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά και το επίπεδο φυσικών ικανοτήτων της συγκεκριμένης ηλικιακής κατηγορίας, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογηθεί ο τρόπος εκδήλωσης μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς από νεαρούς αθλητές κατά την εκτέλεση της φάσης της φόρας στο άλμα σε μήκος.

Για την αξιολόγηση μιας οπτικά καθοδηγούμενης κινητικής συμπεριφοράς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης “inter-trial analysis” (Berg et al., 1994; Berg & Mark, 2005; Bradshaw & Aisbett, 2006; Bradshaw & Sparrow, 2001; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Montagne et al., 2000). Η μέθοδος αυτή αξιολογεί τη μεταβλητότητα του μοντέλου των διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης του στόχου. Η τυπική απόκλιση (T.A) των αποστάσεων πέλματος – βαλβίδας για κάθε φάση στήριξης, μεταξύ των προσπαθειών, για κάθε συμμετέχοντα ορίζεται ως το

μέτρο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων για κάθε διασκελισμό. Η έναρξη του οπτικού ελέγχου προσδιορίζεται από το σημείο / φάση στήριξης στο οποίο παρατηρείται η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος βαλβίδας (mean max SD of TBD) η οποία ακολουθείται από μια συστηματική μείωση της μεταβλητότητας (Berg et al., 1994; Bradshaw & Sparrow, 2001).

Η κατανομή της προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση που προτείνει ο Hay (1988):

$$\text{Adj. \%} = [(S_i - S_{i-1}) / (S_{\text{max}} - S_j)] \times 100$$

Η εκδήλωση ενός συνδυασμού αντίληψης – κίνησης κατά τη φάση της φόρας αξιολογήθηκε με τη μέθοδο ανάλυσης “trial-by-trial analysis” (Montagne et al., 2000). Διερευνήθηκε πιθανή συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται κατά την εκτέλεση των δρομικών διασκελισμών προσεγγίζοντας τη βαλβίδα (intra-step analysis). Η ανάλυση αυτή «καθιερώνει» την ικανότητα των συμμετεχόντων να «πραγματοποιούν» προσαρμογές διασκελισμών αναλογικές με την ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται ώστε να είναι «ακριβείς» κατά την τοποθέτηση στο σημείο ώθησης. Επίσης, διερευνήθηκε η σχέση μεταξύ της συνολικής ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται (cm) και του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση (inter-step analysis). Όσο μεγαλύτερη είναι η συνολική ποσότητα της προσαρμογής που πραγματοποιείται, τόσο νωρίτερα θα πρέπει να ξεκινάει η ρύθμιση και το αντίθετο. Η διαφορά μεταξύ της απόστασης της βαλβίδας και της μέσης απόστασης της βαλβίδας για τον τρέχον διασκελισμό (n), μεταξύ των προσπαθειών, για τον κάθε συμμετέχοντα επιδεικνύει την προσαρμογή που απαιτείται. Η διαφορά μεταξύ του μήκους του επόμενου διασκελισμού (n+1) και του μέσου μήκους διασκελισμού μεταξύ των προσπαθειών για τον κάθε συμμετέχοντα επιδεικνύει την ποσότητα της προσαρμογής που πραγματοποιείται (π.χ. αν ο τρέχον διασκελισμός (n) είναι ο 3<sup>ος</sup> διασκελισμός πριν τη βαλβίδα, ο επόμενος διασκελισμός (n+1) είναι ο 2<sup>ος</sup> διασκελισμός – προτελευταίος - πριν τη βαλβίδα).



## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 3.2.1 Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη ήταν 27 (18 αγόρια και 9 κορίτσια) νεαροί (ηλικίας 12-13 ετών), αρχάριοι αθλητές και αθλήτριες του άλματος σε μήκος (μέση ατομική επίδοση στο άλμα σε μήκος:  $4,50 \pm 0,58\mu$  για τα αγόρια και  $4,05 \pm 0,37\mu$  για τα κορίτσια). Τα παιδιά που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη εργασία είχαν ενταχθεί σε ένα «οργανωμένο» πρόγραμμα προπόνησης με κατεύθυνση τον κλασσικό αθλητισμό για 1,5-2 χρόνια. Ως μέρος αυτής της διαδικασίας, τους τελευταίους 8 μήνες είχαν εξασκηθεί – προπονηθεί σε ειδικές ασκήσεις για τα αλματικά αγωνίσματα.

### 3.2.2 Διαδικασία

Ο αθλητικός χώρος όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι ανοιχτή αθλητική εγκατάσταση – στάδιο αγωνιστικών προδιαγραφών. Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων δόθηκε έγκριση από την ελληνική ομοσπονδία κλασσικού αθλητισμού (ΕΑΣ ΣΕΓΑΣ Δυτικής Αττικής).

Επειδή οι συμμετέχοντες ήταν ανήλικοι, αρχικά ενημερώθηκαν οι γονείς τους για το σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας και ζητήθηκε γραπτή δήλωση συγκατάθεσης από αυτούς προκειμένου να συμμετάσχουν τα παιδιά τους στο ερευνητικό πρόγραμμα.

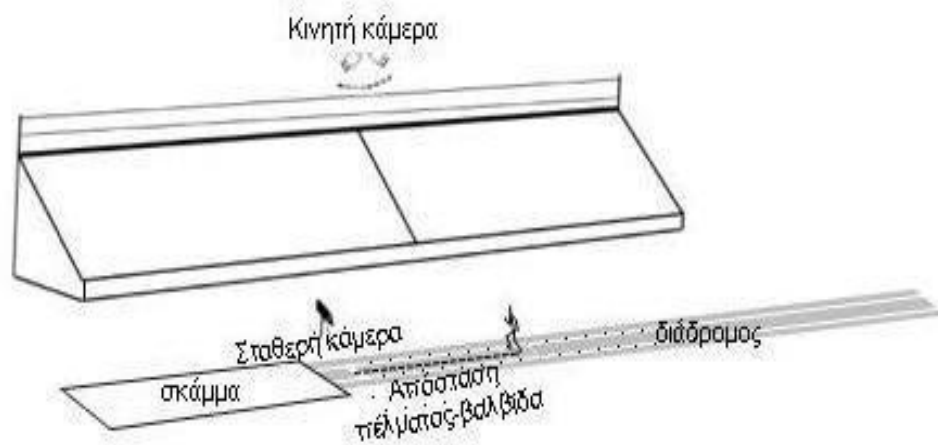
Βιντεοσκοπήθηκε και αναλύθηκε η φόρα των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια επίσημου αγώνα. Σύμφωνα με τους κανονισμούς του αγωνίσματος για τη συγκεκριμένη ηλικιακή κατηγορία (ΣΕΓΑΣ – Τεχνικές Διατάξεις 2012), κάθε συμμετέχοντας εκτέλεσε από τρία ολοκληρωμένα άλματα.

### 3.2.3 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Το πειραματικό πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε στη συγκεκριμένη μελέτη είναι σύμφωνο με τα πρωτόκολλα που έχουν εφαρμοστεί μέχρι τώρα στις εργασίες που έχουν ασχοληθεί με την οπτική ρύθμιση σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν το στοιχείο της μετακίνησης προς ένα στόχο (Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Scott et al., 1997). Κατά μήκος του διαδρόμου, στον οποίο εκτελέστηκε η δεξιότητα, τοποθετήθηκαν λευκά σημάδια σε διαδοχικές αποστάσεις του 1μ το ένα από το άλλο - και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου - με

σκοπό να υπολογιστεί η οριζόντια απόσταση μεταξύ πέλματος και βαλβίδας (TBD: toe – board distance). Η φάση της φόρας βιντεοσκοπήθηκε με μια κάμερα υψηλής ανάλυσης (SONY HDR – SR10, Sony Coorporation, Japan) με συχνότητα καταγραφής 50 οπτικά πεδία / δευτερόλεπτο. Η κάμερα αυτή πραγματοποίησε κινητή λήψη και τοποθετήθηκε σε μια απόσταση 15μ από το μέσο του διαδρόμου – στον οποίο εκτελέστηκε η κινητική δεξιότητα – και σε ύψος 5μ από το οριζόντιο επίπεδο, έτσι ώστε τα λευκά σημάδια και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου να είναι ορατά. Η κάμερα εστίαζε στα πέλματα των συμμετεχόντων και κατέγραψε όλη την απόσταση της φάσης της φόρας για κάθε συμμετέχοντα (Εικόνα 1).

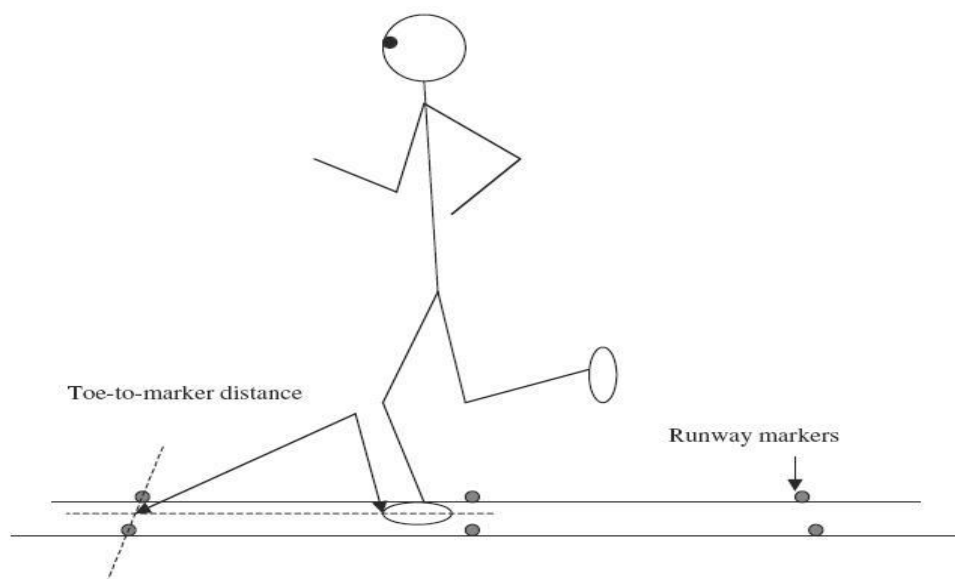
Επειδή η κάμερα πραγματοποιούσε κινητή λήψη και το επίπεδο βιντεοσκόπησης δεν ήταν παράλληλο με το οριζόντιο επίπεδο, για την εγκυρότητα της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε και μια δεύτερη σταθερή κάμερα – υψηλής ανάλυσης (Casio EXF1, Casio Computer Co. Ltd, Shibuya, Japan), με συχνότητα καταγραφής 300 οπτικά πεδία / δευτερόλεπτο. Η κάμερα αυτή τοποθετήθηκε σε μια απόσταση 12μ από το διάδρομο του μήκους και σε ύψος 2μ από το οριζόντιο επίπεδο, με τον οπτικό της άξονα να είναι κάθετος στη βαλβίδα. Η 2<sup>η</sup> κάμερα κατέγραψε τους τρεις τελευταίους διασκελισμούς της φόρας για κάθε συμμετέχοντα (Εικόνα 1). Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των δεδομένων δεν επηρεάζουν τη συμμετοχή των αθλητών στο αγώνισμα. Συνολικά, βιντεοσκοπήθηκαν και αναλύθηκαν 81 περάσματα φόρας (27 συμμετέχοντες x 3 προσπάθειες).



Εικόνα 1. Τοποθέτηση καμερών κατά την πειραματική διαδικασία.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα κινηματικής ανάλυσης APAS 2010 (Ariel Dynamics Inc., Trabuco Canyon, CA). Για να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ πέλματος - βαλβίδας (TBD) για κάθε διασκελισμό σε κάθε προσπάθεια του κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο 5 σημείων. Ένα σημείο αντιστοιχεί στη μύτη του πέλματος τη στιγμή της τοποθέτησης και τα υπόλοιπα τέσσερα σημεία σχηματίζουν ένα ορθογώνιο περίγραμμα γύρω από τη μύτη του ποδιού (Εικόνα 2). Η τυπική απόκλιση (TA) της απόστασης πέλματος – βαλβίδας υπολογίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφουν οι Hay & Koh (1988). Σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφουν οι παραπάνω ερευνητές, απαιτείται ο προσδιορισμός της οριζόντιας απόστασης μεταξύ του πέλματος και της γραμμής που σχηματίζεται από τα δύο πλησιέστερα ψηφιοποιημένα σημεία (απόσταση μεταξύ πέλματος – σημείου) (toe-to-marker distance). Η απόσταση μεταξύ πέλματος – βαλβίδας (TBD) υπολογίζεται προσθέτοντας την απόσταση μεταξύ πέλματος – σημείου και την απόσταση μεταξύ σημείου – βαλβίδας.

*W.P. Berg, L.S. Mark / Human Movement Science 24 (2005) 496–531*



Εικόνα 2. Υπολογισμός οριζόντιας απόστασης πέλματος – σημείου.

Η εγκυρότητα της διαδικασίας για τον υπολογισμό των αποστάσεων πέλματος-σημείου και σημείου-βαλβίδας αξιολογείται καταγράφοντας παπούτσια τοποθετημένα σε γνωστές – μετρημένες αποστάσεις κατά μήκος του διαδρόμου (Scott et al., 1997; Theodorou & Skordilis, 2012). Τα παπούτσια τοποθετήθηκαν σε αποστάσεις – από το μπροστινή άκρη της βαλβίδας – 0.10μ, 1.0μ, 2.0μ, 3.0μ, 5.0μ, και ανά 2μ μέχρι τα

25μ, έτσι ώστε να καλυφθεί ολόκληρη η βιντεοσκοπημένη απόσταση. Διαφορές της τάξεως του  $\pm 1\text{cm}$  μεταξύ της ψηφιοποιημένης απόστασης και της πραγματικής απόστασης παπουτσιού-βαλβίδας θεωρούνται αποδεκτές (Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Scott et al., 1997). Επί πρόσθετα, για να ελεγχθούν πιθανές αποκλίσεις λόγω της θέσης της βαλβίδας στην άκρη του βιντεοσκοπημένου πεδίου από την κινητή κάμερα, χρησιμοποιήθηκε και η 2<sup>η</sup> σταθερή κάμερα για να επιβεβαιωθεί η εγκυρότητα της διαδικασίας. Οι αποστάσεις πέλματος – βαλβίδα, για κάθε έναν από τους τρεις τελευταίους διασκελισμούς της φόρας, υπολογίστηκαν μέσω της καταγραφής και από τις δύο κάμερες (κινητή και σταθερή). Η μεταξύ τους σύγκριση εμφάνισε μια διαφορά μικρότερη του 1% η οποία θεωρείται αποδεκτή για τους σκοπούς της συγκεκριμένης μελέτης. Κατά συνέπεια, μόνο τα δεδομένα από την κινητή κάμερα χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της οριζόντιας απόστασης πέλματος - βαλβίδα.

Η μέση οριζόντια ταχύτητα ( $V$ ) για κάθε διασκελισμό υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση:  $V = d / t$ , όπου  $d$  είναι το μήκος (m) του διασκελισμού και  $t$  είναι ο χρόνος / διάρκεια (s) του διασκελισμού, όπως καταγράφηκαν από την κινητή κάμερα. Ένας διασκελισμός ορίζεται ως ο χρόνος και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών στηρίξεων (Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay & Nohara, 1990). Το μήκος διασκελισμού ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων στήριξης και υπολογίζεται μέσω της αφαίρεσης δύο διαδοχικών αποστάσεων πέλματος – βαλβίδας (toe-board distance) (Berg & Greer, 1995).

### 3.2.4 Στατιστική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ( $M$ ,  $SD$ ) για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης των αποστάσεων πέλματος – βαλβίδα για κάθε φάση στήριξης και για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης του μήκους των διασκελισμών μεταξύ των προσπαθειών. Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων έγινε χρησιμοποιώντας το Kolmogorov - Smirnov test. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $r$  Pearson και η ανάλυση απλής παλινδρόμησης (linear regression analysis) για τους σκοπούς της μεθόδου “trial-by-trial” analysis.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

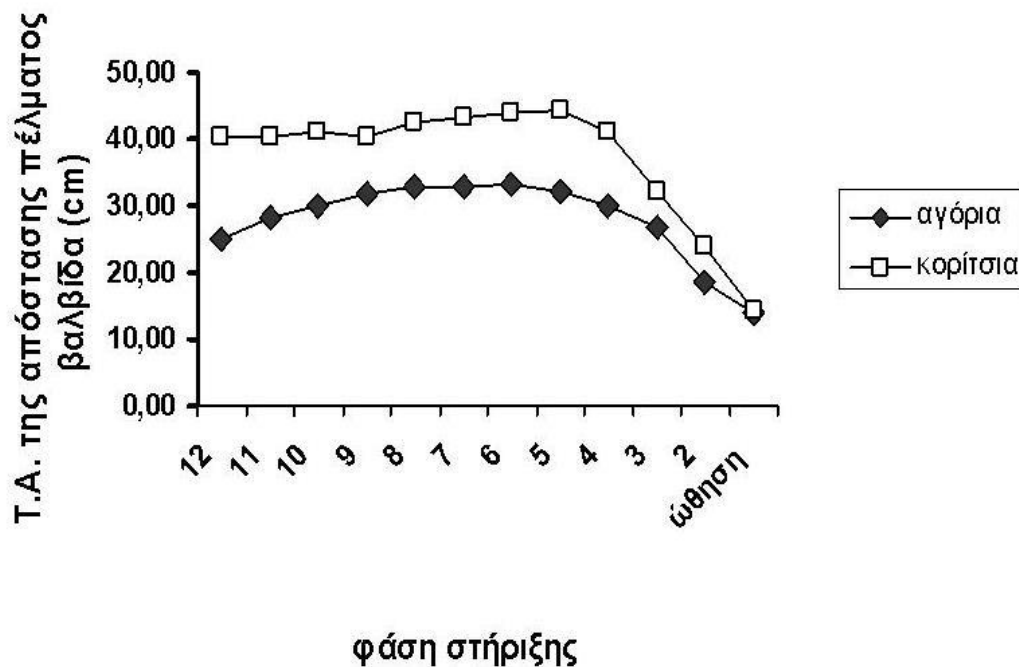
### 3.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά της φάσης της φόρας

Το μήκος της φόρας των αγοριών κυμαίνεται από 18μ έως 26μ (μέση απόσταση:  $22.36 \pm 2.27\mu$ ) και αποτελείται από 13-16 διασκελισμούς. Για τα κορίτσια, το μήκος της φόρας τους κυμαίνεται από 18μ έως 23μ (μέση απόσταση:  $20.81 \pm 1.89\mu$ ) και αποτελείται από 12-15 διασκελισμούς. Το μήκος των τριών τελευταίων διασκελισμών πριν την ώθηση ταιριάζει με τα χαρακτηριστικά τεχνικής του αγωνίσματος «3<sup>ος</sup> διασκ. πριν την ώθηση κανονικός – μεγάλος προτελευταίος – μικρός τελευταίος» (Hay, 1986). Ο τελευταίος διασκελισμός είναι ο πιο μικρός (αγόρια: 174.64cm, κορίτσια: 165.91cm). Ο προτελευταίος διασκελισμός είναι ο μεγαλύτερος από τους τρεις (αγόρια: 184.41cm, κορίτσια: 170.92cm). Ο τρίτος διασκελισμός πριν την ώθηση είναι μικρότερος σε σχέση με τον προτελευταίο και μεγαλύτερος σε σχέση με τον τελευταίο διασκελισμό (αγόρια: 176.76cm, κορίτσια: 167.25cm). Τόσο τα αγόρια όσο και τα κορίτσια ξεκίνησαν τη φόρα τους από όρθια θέση και αύξησαν προοδευτικά την ταχύτητά τους μέχρι τη βαλβίδα πετυχαίνοντας στον τελευταίο διασκελισμό μια μέση τελική ταχύτητα  $7.74\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  και  $6.92\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  για τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα.

### 3.3.2 Μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων

Οι συμμετέχοντες – αγόρια και κορίτσια – εμφάνισαν μια αρχικά ανοδική τάση μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων η οποία ακολουθήθηκε από μια καθοδική τάση μεταβλητότητας καθώς προσέγγιζαν τη βαλβίδα (Γράφημα 1). Για τα αγόρια, η τιμή της μέσης μέγιστης τυπικής απόκλισης (TA) της απόστασης πέλματος βαλβίδα (mean max SD of TBD) ήταν 33.39cm ( $\pm 22.72\text{cm}$ ) και καταγράφηκε στην 6<sup>η</sup> φάση στήριξης (5<sup>ο</sup> διασκελισμό από τη βαλβίδα) και σε μια μέση απόσταση 9.01m ( $\pm 83.14\text{cm}$ ) από τη βαλβίδα. Για τα κορίτσια, η τιμή της μέσης μέγιστης τυπικής απόκλισης (TA) της απόστασης πέλματος βαλβίδα (mean max SD of TBD) ήταν 44.32cm ( $\pm 25.53\text{cm}$ ) και καταγράφηκε στην 5<sup>η</sup> φάση στήριξης (4<sup>ο</sup> διασκελισμό από τη βαλβίδα) και σε μια μέση απόσταση 6.96m ( $\pm 70.74\text{cm}$ ) από τη βαλβίδα. Ακολουθώντας το σημείο στο οποίο εμφανίζεται η μέση μέγιστη T.A της απόστασης πέλματος - βαλβίδα, παρατηρείται μια καθοδική τάση μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων στους τελευταίους διασκελισμούς της φόρας. Η μέση

τιμή της Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα στον τελευταίο διασκελισμό ήταν 14.00cm ( $\pm 14.78$ cm) για τα αγόρια και 14.22cm ( $\pm 11.69$ cm) για τα κορίτσια.

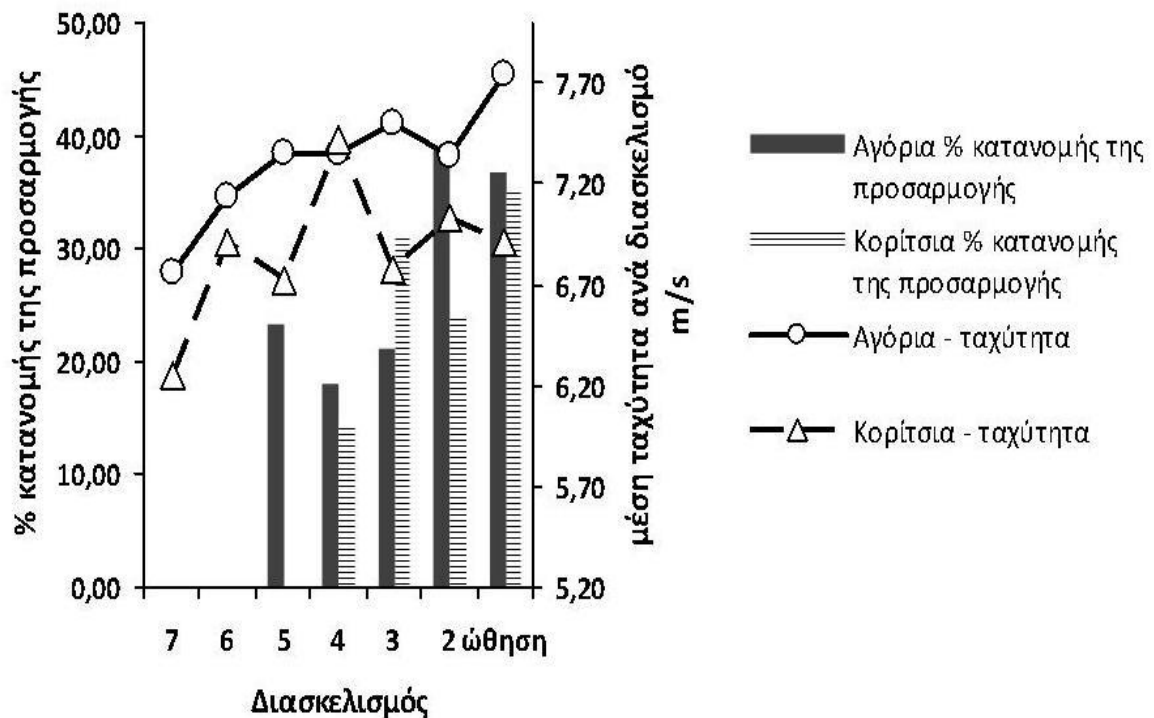


**Γράφημα 1.** Μέση Τ.Α. της απόστασης πέλματος - βαλβίδα για κάθε φάση στήριξης, για αγόρια και κορίτσια.

### 3.3.3 Κατανομή της προσαρμογής

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 2, ακολουθώντας το σημείο έναρξης του οπτικού ελέγχου, τόσο για τα αγόρια όσο και για τα κορίτσια, το μεγαλύτερο ποσοστό προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών πραγματοποιήθηκε στους τελευταίους διασκελισμούς της φόρας (75.34% και 58.93% για τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα).

Παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση της μέσης οριζόντιας ταχύτητας στους διασκελισμούς όπου κατανεμήθηκε το μεγαλύτερο μέρος της προσαρμογής (προτελευταίος διασκελισμός για τα αγόρια, 3<sup>ος</sup> διασκελισμός από τη βαλβίδα και τελευταίος διασκελισμός για τα κορίτσια – Γράφημα 2). Ωστόσο, η ανάλυση παλινδρόμησης δεν αποκάλυψε σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο παραμέτρων ούτε για τα αγόρια ( $R = 0.380$ ,  $p = 0.528$ ) ούτε για τα κορίτσια ( $R = 0.107$ ,  $p = 0.864$ ).



**Γράφημα 2.** Ποσοστιαία κατανομή της προσαρμογής και μέση ταχύτητα διασκελισμού.

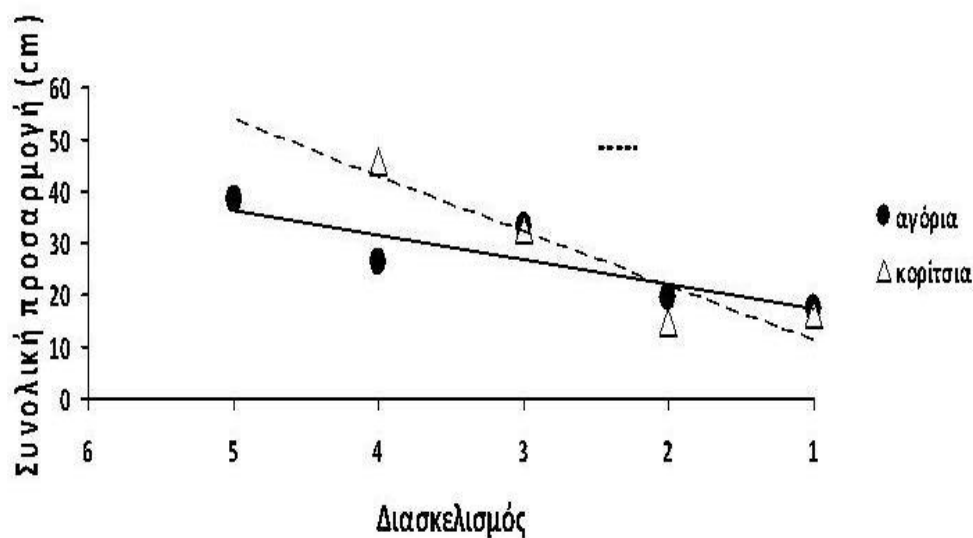
### 3.3.4 Intra-step analysis

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης, που πραγματοποιήθηκε στους 9 τελευταίους διασκελισμούς της φόρας, των προσπαθειών που ρυθμίστηκαν σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα, παρουσίασαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της προσαρμογής που πραγματοποιήθηκε (adjustment performed – adj.P) και της προσαρμογής που απαιτείται (adjustment required – adj.R) (intra-step analysis, Montagne et al., 2000) για κάθε διασκελισμό που ακολουθεί μετά από το σημείο έναρξης του οπτικού ελέγχου (5<sup>ος</sup> διασκ. για τα αγόρια και 4<sup>ος</sup> διασκ. για τα κορίτσια) (αγόρια: 6<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = -0.0157x - 0.4867$ ,  $R^2 = 0.0292$ ,  $p = 0.350$ ,  $r = 0.171$ ; 5<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = 0.0456x + 0.8872$ ,  $R^2 = 0.153$ ,  $p = 0.027$ ,  $r = 0.391$ ; 4<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = 0.0856x - 1.1264$ ,  $R^2 = 0.201$ ,  $p = 0.01$ ,  $r = 0.448$ ; 3<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = 0.2652x + 0.9908$ ,  $R^2 = 0.5075$ ,  $p = 0.000$ ,  $r = 0.712$ ; προτελευταίος διασκ.:  $y = 0.4436x + 0.5857$ ,  $R^2 = 0.3572$ ,  $p = 0.000$ ,  $r = 0.598$ ; τελευταίος διασκ.:  $y = 0.244x + 0.0526$ ,  $R^2 = 0.353$ ,  $p = 0.000$ ,  $r = 0.594$ ) (κορίτσια: 6<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = -0.0115x + 0.0401$ ,  $R^2 = 0.045$ ,  $p = 0.414$ ,  $r = 0.212$ ; 5<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = 0.0111x + 0.633$ ,  $R^2 = 0.0347$ ,  $p = 0.474$ ,  $r = 0.186$ ; 4<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = 0.0586x + 0.1442$ ,

$R^2 = 0.5756$ ,  $p = 0.000$ ,  $r = 0.759$ ; 3<sup>ος</sup> διασκ.:  $y = 0.2495x - 0.6791$ ,  $R^2 = 0.4735$ ,  $p = 0.002$ ,  $r = 0.688$ ; προτελευταίος διασκ.:  $y = 0.2539x - 0.8256$ ,  $R^2 = 0.2623$ ,  $p = 0.036$ ,  $r = 0.512$ ; τελευταίος διασκ.:  $y = 0.5494x - 0.2937$ ,  $R^2 = 0.4396$ ,  $p = 0.004$ ,  $r = 0.663$ ).

### 3.3.5 Interstep – number analysis

Η ανάλυση απλής παλινδρόμησης αποκάλυψε ότι μια μικρή ποσότητα συνολικής προσαρμογής σχετίζεται με μια πιο αργή (χρονικά) έναρξη της ρύθμισης, ενώ μια μεγαλύτερη ποσότητα συνολικής προσαρμογής οδηγεί σε μια νωρίτερα χρονικά έναρξη της ρύθμισης (αγόρια:  $y = 4.832x + 12.381$ ;  $R^2 = 0.755$ ,  $p = 0.056$ ,  $SEE = 5.03$ ; κορίτσια:  $y = 10.648x + 0.77$ ;  $R^2 = 0.875$ ,  $p = 0.0064$ ,  $SEE = 6.34$ ) (Γράφημα 3).



**Γράφημα 3.** Η ποσότητα της προσαρμογής (cm) σε σχέση με τον αριθμό του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση (από τον 5<sup>ο</sup> μέχρι τον τελευταίο διασκελισμό).



## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι οι νεαροί αρχάριοι αθλητές παρουσίασαν μια αρχικά ανοδική τάση μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων η οποία ακολουθήθηκε από μια καθοδική τάση καθώς προσέγγιζαν τη βαλβίδα, υποδεικνύοντας την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου. Αν και οι συμμετέχοντες στη συγκεκριμένη εργασία δεν είχαν μεγάλη εξειδίκευση στο άλμα σε μήκος, εκδήλωσαν ένα μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων (ανοδική – καθοδική τάση των τιμών της τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος – βαλβίδα) όμοιο με αυτό που έχει παρατηρηθεί για περισσότερο έμπειρους και μεγαλύτερης ηλικίας αθλητές (high school athletes) (Berg, et al., 1994), για αθλητές υψηλού επιπέδου (Hay, 1988; Lee et al., 1982) και μη προπονημένους ενήλικες (Scott et al., 1997). Η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου ξεκίνησε στον 5<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν τη βαλβίδα, και σε μια απόσταση 9.01m και 6.96m από το σημείο ώθησης, για αγόρια και κορίτσια αντίστοιχα. Το σημείο της φόρας στο οποίο ξεκινάει η οπτική ρύθμιση των διασκελισμών παρουσιάζεται εξαιρετικά όμοιο τόσο για τους αρχάριους όσο και για τους αθλητές υψηλού επιπέδου. Ωστόσο, όταν το σημείο έναρξης του οπτικού ελέγχου εκφράζεται ως απόλυτη απόσταση εμφανίζονται σημαντικές διαφορές (7.91m από τη βαλβίδα για αθλητές γυμνασίου, Berg et al., 1994; 8.42m για άλτριες υψηλού επιπέδου και 10.73m για άλτες υψηλού επιπέδου, Hay, 1988) πιθανότατα λόγω διαφορετικών σωματομετρικών (σωματικό ύψος, μήκος κάτω άκρων) και δυναμικών (δύναμη, ταχύτητα) χαρακτηριστικών μεταξύ παιδιών και ενηλίκων. Τα δεδομένα αυτά φαίνεται να υποστηρίζουν την άποψη ότι η έναρξη του οπτικού ελέγχου εμφανίζεται να σχετίζεται με τους αντιλαμβανόμενους περιορισμούς και τον αριθμό των διασκελισμών μέχρι τη βαλβίδα και όχι με την απόλυτη απόσταση σε σχέση με τη βαλβίδα.

Για τους νεαρούς άλτες και άλτριες (12-13 ετών) καταγράφηκαν υψηλότερες τιμές μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων. Η τιμή της μέσης μέγιστης τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος – βαλβίδα (mean max SD of TBD) ήταν 33.39cm για τα αγόρια και 44.32cm για τα κορίτσια. Οι τιμές αυτές είναι μεγαλύτερες από αυτές που έχουν καταγραφεί για αθλητές γυμνασίου (29cm: Berg et al., 1994) και για άλτες υψηλού επιπέδου (14-30cm: Hay, 1988), υποδεικνύοντας ότι οι νεαροί, αρχάριοι αθλητές εμφανίζουν ένα λιγότερο σταθερό μοντέλο τρεξίματος στο 1<sup>ο</sup> μέρος της φόρας σε σχέση με περισσότερο επιδέξιους και μεγαλύτερης ηλικίας αθλητές,

πιθανότατα λόγω περιορισμένης εξειδικευμένης προπόνησης και μικρότερης εμπειρίας (Berg et al., 1994) ή / και ατομικών «περιορισμών» που σχετίζονται με την ηλικία και την ανάπτυξή τους. Ένα λιγότερο σταθερό μοντέλο τρεξίματος θα μπορούσε πιθανά να αποδοθεί σε όχι καλά αναπτυγμένη αίσθηση ρυθμού ανάπτυξης της ταχύτητας, σε μη ανεπτυγμένη κιναισθητική ικανότητα, και σε μη επαρκείς δυναμικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τους νεαρούς αθλητές. Ωστόσο, όταν συγκρίνεται η μέγιστη τιμή μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων των νεαρών, αρχάριων αθλητών με αυτήν που καταγράφηκε για μη προπονημένους ενήλικες (58cm: Scott et al., 1997) γίνεται φανερό ότι ακόμα και μια σύντομη περίοδος ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης μπορεί να συμβάλλει σε ένα υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας στο μοντέλο τρεξίματος της φόρας. Ακολουθώντας το σημείο έναρξης του οπτικού ελέγχου (τοποθέτηση / διασκελισμός όπου παρατηρείται η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος – βαλβίδα), παρατηρείται μια καθοδική τάση της μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων για τους διασκελισμούς που απομένουν μέχρι τη βαλβίδα, και η μέση τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος – βαλβίδα μειώνεται και στην τελευταία τοποθέτηση (τοποθέτηση στη βαλβίδα) η τιμή της κυμαίνεται στα 14cm για τα αγόρια και στα 14.22cm για τα κορίτσια. Η τιμή της μεταβλητότητας του τελευταίου διασκελισμού είναι συγκρίσιμη με αυτήν που έχει αναφερθεί για αθλητές γυμνασίου (15cm: Berg & Greer, 1995), ελαφρώς υψηλότερη από την τιμή που έχει καταγραφεί για αθλητές υψηλού επιπέδου (11cm: Hay, 1988) και χαμηλότερη από την τιμή μεταβλητότητας που αφορά σε μη προπονημένους ενήλικες (25cm: Scott et al., 1997), προτείνοντας ότι η ειδική με τη δεξιότητα προπόνηση είναι απαραίτητη για να περιορίσει τις αποκλίσεις κατά την τοποθέτηση του ποδιού στη βαλβίδα (Bradshaw & Aisbett, 2006). Αν και η οπτική ρύθμιση ξεκίνησε στον 5<sup>ο</sup> διασκελισμό από τη βαλβίδα για τα αγόρια και στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό για τα κορίτσια, το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών πραγματοποιήθηκε στους δύο τελευταίους διασκελισμούς της φόρας. Αυτό το μοντέλο κατανομής της προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών είναι παρόμοιο με αυτό που έχει παρατηρηθεί για άλλες υψηλού επιπέδου (Hay, 1988) και αθλητές γυμνασίου (Berg et al., 1994). Λαμβάνοντας υπ' όψη αυτό το αποτέλεσμα, οι Berg και συν. (1994) αναφέρουν ότι η διαδικασία της μάθησης (ηθελημένη ή συμπτωματική) εμφανίζεται να επηρεάζει ελάχιστα τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται η προσαρμογή του μήκους των διασκελισμών κατά την εκτέλεση της

φάσης της φόρας στο άλμα σε μήκος. Αντίθετα, ο Hay (1988) αναφέρει ότι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της κατανομής της προσαρμογής των διασκελισμών πραγματοποιείται στους δύο τελευταίους διασκελισμούς της φόρας θα μπορούσε να αποδοθεί στην έλλειψη συγκεκριμένης εξάσκησης για την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου. Πράγματι, στην παρούσα μελέτη οι νεαροί αθλητές και αθλήτριες έκαναν μεγάλες τροποποιήσεις στο μήκος των τελευταίων δύο διασκελισμών της φόρας χωρίς όμως να επηρεαστεί σημαντικά η οριζόντια ταχύτητα. Αν και παρατηρήθηκε μια ελαφριά μείωση της οριζόντιας ταχύτητας στους διασκελισμούς στους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι μεγαλύτερες προσαρμογές (Γράφημα 2), δεν παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο παραμέτρων.

Αξιολογώντας την ύπαρξη ενός μηχανισμού ελέγχου, ο οποίος βασίζεται στο «συνδυασμό αντίληψης – κίνησης», κατά την εκτέλεση της φόρας του άλματος σε μήκος σε παιδιά ηλικίας 12-13 ετών, παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται και της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται για κάθε διασκελισμό μετά την έναρξη του οπτικού ελέγχου μέχρι τη βαλβίδα (5 και 4 τελευταίοι διασκελισμοί για τα αγόρια και τα κορίτσια, αντίστοιχα). Το αποτέλεσμα αυτό υποστηρίζει την άποψη ότι η προσαρμογή που εφαρμόστηκε από τα μικρά παιδιά σε κάθε προσπάθεια αποτελεί λειτουργία της τρέχουσας κατάστασης του συστήματος «άτομο – περιβάλλον». Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συνολικής ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και του διασκελισμού στον οποίο ξεκινάει η ρύθμιση. Όσο μεγαλύτερη ήταν η ποσότητα της προσαρμογής τόσο νωρίτερα ξεκινούσε η εφαρμογή της ρύθμισης και το αντίθετο, υποστηρίζοντας ότι κατά τη διάρκεια της φόρας οι νεαροί, αρχάριοι αθλητές εφαρμόζουν ένα συνεχή μηχανισμό ελέγχου, ο οποίος προσδιορίζεται από την προσαρμογή που απαιτείται και τη χωρο-χρονική εγγύτητα στο στόχο. Συμπεραίνεται ότι οι νεαροί, αρχάριοι άλτες καθώς προσεγγίζουν τη βαλβίδα χρησιμοποιούν ένα συνεχή μηχανισμό ελέγχου – ο οποίος βασίζεται στο συνδυασμό «αντίληψης – κίνησης», όμοιο με αυτόν που περιγράφεται και για ενήλικους άλτες (Montagne et al., 2000).

Όλοι οι συμμετέχοντες (παιδιά και ενήλικες) στις προαναφερθείσες έρευνες, παρά τα χαρακτηριστικά τους και το επίπεδο αντιληπτικό-κινητικής τους εμπειρίας, είναι ικανοί να «συντονίσουν» μια κίνηση αποτελεσματικά σύμφωνα με τις αντιλαμβανόμενες συνθήκες και τους ατομικούς περιορισμούς τους (Chohan, 2008). Αν και το αποτέλεσμα θεωρείται παρόμοιο για όλους τους συμμετέχοντες, οι

διαδικασίες κινητικού ελέγχου και οι διαδικασίες αντίληψης – κίνησης που απαιτούνται για να επιτευχθεί το κινητικό αποτέλεσμα ποικίλουν και βελτιώνονται με την ηλικία και την εμπειρία (Chohan, 2008). Στο σημείο αυτό δημιουργείται το ερώτημα αν η προπονητική διαδικασία, σε σχέση με μια απαιτητική κινητική δεξιότητα όπως είναι το άλμα σε μήκος, θα μπορούσε να αντισταθμίσει τους περιορισμούς που προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά των νεαρών συμμετεχόντων (ωρίμανση, γνωστικό – αντιληπτική ανάπτυξη).

Ο Scott και συν. (1997) αναφέρει ότι ενήλικες, οι οποίοι δεν είχαν κάνει ειδική σε σχέση με τη δεξιότητα προπόνηση, χρησιμοποίησαν την οπτική ανατροφοδότηση για να προσεγγίσουν τη βαλβίδα. Ενώ οι παραπάνω συμμετέχοντες δεν ήταν εξοικειωμένοι με το άλμα σε μήκος, οι αντιληπτικές και κιναισθητικές ικανότητες που είχαν αναπτύξει μέσα από τις καθημερινές τους δραστηριότητες (Chohan, 2008; Gallahue & Ozmun, 1998; Rose, 1997) αποδείχτηκαν ωφέλιμες για την εκτέλεση της συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας. Οι νεαροί συμμετέχοντες της δικής μας μελέτης, ενώ στερούνται - λόγω ηλικίας - φυσικών / δυναμικών χαρακτηριστικών και αντιληπτικών διαδικασιών για να επεξεργαστούν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες (Chohan, 2008; Magill, 2004) κατά τη διάρκεια της μετακίνησης προς τη βαλβίδα, φαίνεται να είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με τη δεξιότητα, πιθανότατα λόγω της μικρής τους ενασχόλησης με το άλμα σε μήκος ως μέρος της γενικότερης προπονητικής διαδικασίας που είχαν ενταχθεί. Αν και η προπονητική ενασχόληση με το άλμα σε μήκος ήταν μικρής διάρκειας, είχε ως αποτέλεσμα οι νεαροί συμμετέχοντες να επιτύχουν ένα περισσότερο σταθερό μοντέλο κίνησης κατά το πρώτο μέρος της φόρας, μικρότερη μεταβλητότητα στον τελευταίο διασκελισμό και μεγαλύτερη ακρίβεια κατά την τοποθέτηση στη βαλβίδα των 20cm, συγκριτικά με τους μη προπονημένους ενήλικες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, μέσω της προπόνησης / εξάσκησης οι νεαροί αθλητές εξοικειώνονται περισσότερο με την εκτέλεση της κινητικής δεξιότητας, ενώ ταυτόχρονα η οπτική αντίληψη βελτιώνεται με την ανάπτυξη και την απόκτηση κινητικών εμπειριών (Chohan, 2008), συμβάλλοντας σε μια καλύτερη εκτίμηση της χωρό – χρονικής σχέσης τους με το στόχο (βαλβίδα).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι νεαροί, αρχάριοι αθλητές και αθλήτριες του άλματος σε μήκος προσαρμόζουν τους τελευταίους διασκελισμούς της φόρας τους σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα (βαλβίδα), υποστηρίζοντας τη χρήση ενός συνεχούς μηχανισμού οπτικού ελέγχου. Στα αρχικά στάδια μάθησης, η εκτέλεση δεξιοτήτων μετακίνησης προς στόχο επηρεάζεται κυρίως από την οπτική πληροφορία. Εφόσον οι ατομικοί περιορισμοί ή τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος μπορούν να «εμποδίσουν» την ακριβή επανάληψη ενός μοντέλου μετακίνησης μεταξύ των προσπαθειών του ίδιου ατόμου, οι αθλητές θα έπρεπε να ενθαρρύνονται να προσαρμόζονται συνέχεια σε μεταβαλλόμενες συνθήκες (Renshaw & Davids, 2004). Κατά τη διαμόρφωση προπονητικών προγραμμάτων ή περιεχομένων μάθησης, θα πρέπει να περιλαμβάνονται ασκήσεις οι οποίες θα «απαιτούν» την προσαρμογή των διασκελισμών και την ηθελημένη εφαρμογή του οπτικού ελέγχου, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο τους νεαρούς αθλητές να αντιλαμβάνονται καλύτερα τη χωρό – χρονική σχέση τους με το στόχο (Bradshaw & Aisbett, 2006; Maraj, 1999). Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης υποστηρίζουν ότι ακόμα και μια σύντομη περίοδος ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης μπορεί να συμβάλει σε ένα περισσότερο σταθερό μοντέλο μετακίνησης και σε μικρότερες αποκλίσεις κατά την τοποθέτηση στο στόχο.

Για να μπορέσει να αποκτηθεί περισσότερη γνώση σε σχέση με την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου στην προπονητική διαδικασία νεαρών αθλητών, τα παραπάνω αποτελέσματα θα μπορούσαν να εξεταστούν σε σχέση με τους διαφορετικούς μηχανισμούς ελέγχου που εφαρμόζονται για να προσδιοριστεί η χωρό – χρονική εγγύτητα στο στόχο.

## Κεφάλαιο IV

### Έρευνα 2<sup>η</sup>

**Περιβάλλον απόδοσης και περιορισμοί της δεξιότητας: πως επηρεάζουν το μοντέλο μετακίνησης στο άλμα σε μήκος.**

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μέρος της διδακτορικής διατριβής και βασίζεται στο άρθρο που έχει δημοσιευθεί:

Panteli, F., Smirniotou, A., & Theodorou, A. (2016). Performance environment and nested task constraints influence long jump approach run: a preliminary study. *Journal of Sports Sciences*, 34 (12), 1116-1123.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογηθούν πιθανές διαφοροποιήσεις στο μοντέλο μετακίνησης και στα χαρακτηριστικά τεχνικής εκτέλεσης της φάσης της φόρας, σε νεαρούς αθλητές και αθλήτριες του άλματος σε μήκος, τροποποιώντας το περιβάλλον απόδοσης (διάδρομος του μήκους vs διάδρομος στο στίβο) και τις ενέργειες που εκτελούνται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας (ώθηση και έξοδος σε βήμα άλμα vs ολοκληρωμένο άλμα). Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι το μοντέλο μετακίνησης και τα χαρακτηριστικά τεχνικής εκτέλεσης της φάσης της φόρας επηρεάζονται από το περιεχόμενο του περιβάλλοντος απόδοσης και από τους περιορισμούς των δεξιοτήτων που εκτελούνται στο τελείωμα της φάσης της φόρας. Όσον αφορά στο περιβάλλον απόδοσης, όταν η κινητική δεξιότητα «τρέξιμο φόρας και έξοδος σε βήμα άλμα» εκτελείται στο διάδρομο του μήκους οι νεαροί αθλητές προσαρμόζουν τους διασκελισμούς τους για να πατήσουν με ακρίβεια στη βαλβίδα και προετοιμάζονται για τη φάση της ώθησης (μεγάλος προτελευταίος – μικρός τελευταίος διασκελισμός). Αντίθετα, όταν η ίδια δεξιότητα εκτελείται σε ένα διάδρομο στο στίβο, δεν παρατηρείται η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου, δεν γίνεται προσπάθεια για προσαρμογή των διασκελισμών ούτε προετοιμασία για την ώθηση. Όσον αφορά στους περιορισμούς των δεξιοτήτων που εκτελούνται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας, όταν εκτελούνται ολοκληρωμένα άλματα - αντί μόνο έξοδος σε βήμα άλμα - παρατηρείται ένα υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας

κατά το τρέξιμο φόρας και η προσαρμογή των διασκελισμών βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης κίνησης. Η εξάσκηση - εκτέλεση της φάσης της φόρας σε ένα περιβάλλον απόδοσης που δεν παρέχει τις απαραίτητες πηγές πληροφόρησης, που υπάρχουν στο πραγματικό περιβάλλον εκτέλεσης της δεξιότητας, δημιουργεί μια «μη ρεαλιστική» εκτίμηση της εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας.

**Λέξεις – κλειδιά:** οπτική πληροφόρηση, περιορισμοί στόχου, περιορισμοί δεξιότητας, νεαροί αθλητές, άλμα σε μήκος

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δυναμική των καθημερινών δραστηριοτήτων απαιτεί την ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται και να προσαρμόζεται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και περιβάλλοντα (Chohan, 2008). Οι διάφορες ενέργειες και συμπεριφορές δεν εξαρτώνται μόνο από το άτομο που τις εκδηλώνει, αλλά και από το περιβάλλον μέσα στο οποίο συμβαίνουν (Gibson & Pick, 2000; Williams, Davids, & Williams, 1999). Σε ένα αθλητικό περιβάλλον, κάθε φορά που ένας αθλητής εκτελεί μια κινητική δεξιότητα, αυτό αποτελεί μοναδική αλληλεπίδραση μεταξύ του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος. Το περιβάλλον απόδοσης (performance environment) αναφέρεται σε συνθήκες «εξωτερικές» από τον ασκούμενο, όπως στα χαρακτηριστικά της δεξιότητας, σε μεθόδους εξάσκησης, στην ανατροφοδότηση, και επηρεάζει την εκτέλεση των κινητικών δεξιοτήτων. Το περιεχόμενο του περιβάλλοντος απόδοσης (environmental context) αναφέρεται σε ερεθίσματα πληροφόρησης (informational cues) τα οποία δομούν το χώρο μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου (viewer-to-target-space) και το χώρο πέρα από το στόχο (vista space) (Witt, Stefanucci, Riener, & Proffitt, 2007). Τα διαφορετικά ερεθίσματα πληροφόρησης σε ένα περιβάλλον απόδοσης επηρεάζουν την αντιλαμβανόμενη απόσταση και την οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά (Lappin, Shelton, & Rieser, 2006; Sinai, Ooi, & He, 1998; Witt et al., 2007). Έχει αναφερθεί ότι το περιβάλλον απόδοσης μπορεί να επηρεάσει τις κινήσεις των συμμετεχόντων στους οποίους ζητήθηκε να περπατήσουν προς έναν αποθηκευμένο στη μνήμη στόχο (Iosa, Fusco, Morone, & Paolucci, 2012) καθώς και την ικανότητα ενός παρατηρητή να εκτιμήσει την απόσταση μέχρι το στόχο (Lappin et al., 2006).

Κατά την εκτέλεση μιας κινητικής δεξιότητας, όπως είναι η μετακίνηση προς ένα στόχο, ο ασκούμενος θα πρέπει να αντιλαμβάνεται τη μετακίνησή του, την κατεύθυνση και τα χαρακτηριστικά της δεξιότητας, να συνδυάσει όλα τα παραπάνω με τις φυσικές ικανότητες και την εμπειρία του, και να καταφέρει να συντονίσει αποτελεσματικά την κίνηση σύμφωνα με τις αντιλαμβανόμενες συνθήκες (De Rugy, Taga, Montagne, Beukers, & Laurent, 2002). Το τρέξιμο μιας απόστασης προς συγκεκριμένους στόχους στο χώρο είναι μια σημαντική απαίτηση για πολλά αθλήματα συμπεριλαμβάνοντας τον κλασικό αθλητισμό (Berg, Wade, & Greer, 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Lee, Lishman, & Thomson, 1982; Maraj, 1999; Montagne, Cornus, Glize, Quaine, & Laurent, 2000; Panteli, Theodorou,



Pillianidis, & Smirniotou, 2014; Scott, Li, & Davids, 1997; Smirniotou, Panteli, Argeitaki, Roussos, & Katsikas, 2012), την ενόργανη γυμναστική (Bradshaw, 2004) και το cricket bowling (Renshaw & Davids, 2004, 2006), όπου σύνθετες ενέργειες / κινήσεις – όπως το να εκτελεστεί ένα άλμα – πραγματοποιούνται στο τελείωμα της φάσης της φόρας. Η απόδοση αυτών των διαφορετικών ενεργειών που εκτελούνται στο τελείωμα της φάσης της φόρας συχνά απαιτούν από τον ασκούμενο να φτάσει σε μια περιοχή στόχου με υψηλή ταχύτητα και ακρίβεια. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά κίνησης – περιορισμοί δεξιοτήτων που εκτελούνται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας (nested task constraints) μπορούν να επηρεάσουν το μοντέλο μετακίνησης και τις τεχνικές ελέγχου (De Rugy, Montagne, Beukers, & Laurent, 2001; Renshaw & Davids, 2004, 2006).

Το άλμα σε μήκος είναι μια σύνθετη κινητική δεξιότητα, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως μοντέλο κίνησης σε έρευνες που έχουν ασχοληθεί με δεξιότητες που περιλαμβάνουν μετακίνηση προς ένα στόχο. Η ρύθμιση που πραγματοποιείται στους τελευταίους 4-5 διασκελισμούς της φόρας (Berg & Greer, 1995; Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988, 1993; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Scott et al., 1997) βασίζεται σε ένα οπτικό ερέθισμα (βαλβίδα) το οποίο «τροφοδοτεί» μια διαδικασία συνεχούς ελέγχου, η οποία στηρίζεται στο συνδυασμό αντίληψης - κίνησης (Montagne et al., 2000). Ωστόσο, οι περιορισμοί των κινήσεων που εκτελούνται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας (nested task constraints) επηρεάζουν τη ρύθμιση των διασκελισμών (Bradshaw & Sparrow, 2001; Davids, Bennett, Savelsbergh, & Van Der Kamp, 2002; Renshaw & Davids, 2006).

Στο άλμα σε μήκος, για τη σωστή εκτέλεση της φόρας – με ρυθμό, ταχύτητα, ακρίβεια και κατάλληλους μηχανισμούς κατά την ώθηση – συνήθως χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ειδικές ασκήσεις: α) τρέξιμο φόρας στο διάδρομο του μήκους ή σε ένα διάδρομο στο στίβο, β) τρέξιμο φόρας με ώθηση είτε στη βαλβίδα του μήκους είτε χρησιμοποιώντας κάποιο σημάδι ή γραμμή σε ένα διάδρομο στο στίβο, και γ) τρέξιμο φόρας συνδυασμένο με ολοκληρωμένο άλμα μέσα στο σκάμμα. Σε αυτές τις ασκήσεις, η δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο εκτελείται σε διαφορετικά περιβάλλοντα απόδοσης και υπό την επίδραση διαφορετικών περιορισμών που προσδιορίζουν τις συμπεριφορικές προσαρμογές που είναι απαραίτητες για την οργάνωση και τον έλεγχο της κίνησης. Όταν οι περιορισμοί της δεξιότητας - που εκτελείται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας – αυξάνονται, όπως το να εκτελεστεί ένα ολοκληρωμένο άλμα αντί για ένα απλό

πέρασμα από τη βαλβίδα ή ένα σημείο ώθησης, οι τεχνικές οπτικής ρύθμισης που χρησιμοποιούν οι άλτες του μήκους τροποποιούνται (Bradshaw & Aisbett, 2006). Επίσης, για να επιτευχθεί αποτελεσματική απόδοση, οι αθλητές θα πρέπει να εξασκούνται σε ένα περιβάλλον μάθησης / απόδοσης με περιεχόμενα και περιορισμούς που παρέχουν δυνατότητες για να αναπτυχθούν τα σημαντικά χαρακτηριστικά της δεξιότητας. Η αντίληψη των ατόμων για τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντός τους επηρεάζει την απόδοση των κινητικών δεξιοτήτων (Gibson & Pick, 2000), και οι διαφορετικές πηγές της αντιλαμβανόμενης πληροφορίας παρουσιάζουν διαφορετικές δυνατότητες για ενέργειες / κινήσεις (Pinder, Davids, Renshaw, & Araujo, 2011).

#### **4.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Βασιζόμενοι στα παραπάνω, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να διερευνηθεί αν οι τεχνικές οπτικής ρύθμισης που εφαρμόζονται κατά το τρέξιμο φόρας από νεαρούς αθλητές και αθλήτριες του άλματος σε μήκος αλλάζουν τροποποιώντας α) το περιβάλλον εκτέλεσης της δεξιότητας (διάδρομος του μήκους vs διάδρομος στο στίβο) και β) τις ενέργειες / δεξιότητες που εκτελούνται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας (ώθηση και έξοδος σε βήμα άλμα vs ολοκληρωμένο άλμα). Μια νωρίτερα χρονικά έναρξη του οπτικού ελέγχου αναμένεται να συμβεί όταν εκτελείται η ώθηση στο διάδρομο του μήκους σε σχέση με το διάδρομο στο στίβο, καθώς και όταν εκτελείται ολοκληρωμένο άλμα σε σχέση μόνο με την ώθηση και έξοδο σε βήμα άλμα. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης θα βοηθήσουν στο να προκύψουν συμπεράσματα σε σχέση με την πρακτική εφαρμογή των μέσων προπόνησης που χρησιμοποιούν οι προπονητές για την αποτελεσματική εκτέλεση της φάσης της φόρας και τη σύνδεσή της με την ώθηση, και για τη διαμόρφωση αντιπροσωπευτικών περιβαλλόντων μάθησης.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν α) η εκδήλωση μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά το τρέξιμο φόρας στο άλμα σε μήκος και β) η τεχνική εκτέλεση της κινητικής δεξιότητας, η οποία προσδιορίζεται με βάση συγκεκριμένες κινηματικές παραμέτρους.

Για την αξιολόγηση μιας οπτικά καθοδηγούμενης κινητικής συμπεριφοράς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης “inter-trial analysis” (Berg et al., 1994; Berg & Mark, 2005; Bradshaw & Aisbett, 2006; Bradshaw & Sparrow, 2001; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Montagne et al., 2000; Panteli et al., 2014). Η

μέθοδος αυτή αξιολογεί τη μεταβλητότητα του μοντέλου των διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης του στόχου. Η τυπική απόκλιση (T.A) των αποστάσεων πέλματος – στόχου (βαλβίδα ή γραμμής τερματισμού) για κάθε φάση στήριξης, μεταξύ των τεσσάρων προσπαθειών, για κάθε συμμετέχοντα ορίζεται ως το μέτρο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων για κάθε διασκελισμό. Η έναρξη του οπτικού ελέγχου προσδιορίζεται από το σημείο / φάση στήριξης στο οποίο παρατηρείται η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος στόχου (mean max SD) η οποία ακολουθείται από μια συστηματική μείωση της μεταβλητότητας.

Η κατανομή της προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση που προτείνει ο Hay (1988):

$$\text{Adj. \%} = [(S_i - S_{i-1}) / (S_{\text{max}} - S_j)] \times 100$$

Η εκδήλωση ενός συνδυασμού αντίληψης – κίνησης κατά τη φάση της φόρας αξιολογήθηκε με τη μέθοδο ανάλυσης “trial-by-trial analysis”. Διερευνήθηκε πιθανή συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται και της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται κατά την εκτέλεση των δρομικών διασκελισμών προσεγγίζοντας το στόχο (βαλβίδα ή γραμμή τερματισμού) (intra-step analysis). Η ανάλυση αυτή «καθιερώνει» την ικανότητα των συμμετεχόντων να «πραγματοποιούν» προσαρμογές διασκελισμών αναλογικές με την ποσότητα της προσαρμογής που απαιτείται ώστε να είναι «ακριβείς» κατά την τοποθέτηση στο σημείο ώθησης. Επίσης, διερευνήθηκε η σχέση μεταξύ της συνολικής ποσότητας της προσαρμογής που πραγματοποιείται (cm) και του διασκελισμού στον οποίο εισάγεται η ρύθμιση (inter-step analysis). Όσο μεγαλύτερη είναι η συνολική ποσότητα της προσαρμογής που πραγματοποιείται, τόσο νωρίτερα θα πρέπει να ξεκινάει η ρύθμιση και το αντίθετο. Η διαφορά μεταξύ της απόστασης του στόχου και της μέσης απόστασης του στόχου για τον τρέχον διασκελισμό (n), μεταξύ των προσπαθειών, για τον κάθε συμμετέχοντα επιδεικνύει την προσαρμογή που απαιτείται. Η διαφορά μεταξύ του μήκους του επόμενου διασκελισμού (n+1) και του μέσου μήκους διασκελισμού μεταξύ των προσπαθειών για τον κάθε συμμετέχοντα επιδεικνύει την ποσότητα της προσαρμογής που πραγματοποιείται (π.χ. αν ο τρέχον διασκελισμός (n) είναι ο 3<sup>ος</sup> διασκελισμός πριν το στόχο, ο επόμενος διασκελισμός (n+1) είναι ο 2<sup>ος</sup> διασκελισμός – προτελευταίος - πριν το στόχο).

Οι κινηματικές παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν:

- Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ στους τρεις τελευταίους διασκελισμούς της φόρας.
- Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κατά τη φάση της ενεργητικής ώθησης.
- Η κατακόρυφη ταχύτητα του ΚΒΣ κατά τη φάση της ενεργητικής ώθησης.
- Η γωνία απογείωσης.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 4.2.1 Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη ήταν 7 νεαροί αθλητές και αθλήτριες του άλματος σε μήκος (3 αγόρια και 4 κορίτσια), ηλικίας 13-14 ετών, με μέση ατομική επίδοση στο άλμα σε μήκος  $6,00 \pm 0,14\mu$  για τα αγόρια και  $4,90 \pm 0,09\mu$  για τα κορίτσια (Σ.Υ.:  $1,66 \pm 0,05\mu$ , Σ.Β.:  $53,01 \pm 8,91\kappa$ ). Οι νεαροί αθλητές και αθλήτριες που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη εργασία είχαν ενταχθεί σε ένα «οργανωμένο» πρόγραμμα προπόνησης με κατεύθυνση τον κλασσικό αθλητισμό για 2 χρόνια. Ως συνέχεια αυτού προπονούνταν για ένα χρόνο, με συχνότητα 4-5 φορές / εβδομάδα, με προσανατολισμό τα αλματικά αγωνίσματα.

### 4.2.2. Διαδικασία

Επειδή οι συμμετέχοντες ήταν ανήλικοι, αρχικά ενημερώθηκαν οι γονείς τους για το σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας και ζητήθηκε γραπτή δήλωση συγκατάθεσης από αυτούς προκειμένου να συμμετάσχουν τα παιδιά τους στο ερευνητικό πρόγραμμα.

Ο αθλητικός χώρος όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν κλειστή αθλητική εγκατάσταση – προπονητήριο αγωνιστικών προδιαγραφών (IAAF, 2014). Ο χώρος αυτός είναι αντιπροσωπευτικός του πραγματικού περιβάλλοντος στο οποίο εκτελείται η κινητική δεξιότητα (Rose, 1997).

Οι δεξιότητες που αξιολογήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη αποτελούν το βασικό ασκησιολόγιο που χρησιμοποιείται κατά την προπονητική διαδικασία για το άλμα σε μήκος, με σκοπό τη σωστή εκτέλεση της φάσης της φόρας και τη σύνδεσή της με τη φάση της ώθησης. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν οι εξής δεξιότητες:

Κινητική δεξιότητα 1 (ΚΔ1): Τρέξιμο φόρας, ώθηση - έξοδος σε βήμα άλμα και προσγείωση στο πόδι αιώρησης, στο διάδρομο του μήκους (Εικόνα 3).

Κινητική δεξιότητα 2 (ΚΔ2): Τρέξιμο φόρας, ώθηση - έξοδος σε βήμα άλμα και προσγείωση στο πόδι αιώρησης, σε ένα διάδρομο στο στίβο, όπου το σημείο ώθησης ήταν η γραμμή τερματισμού (πλάτους 5cm).

Κινητική δεξιότητα 3 (ΚΔ3): Τρέξιμο φόρας και ολοκληρωμένο άλμα, στο διάδρομο του μήκους.

Κάθε συμμετέχων εκτέλεσε 4 προσπάθειες σε κάθε κινητική δεξιότητα, με 8 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών. Όλοι οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν τη

φόρα τους από στατική θέση. Κάθε συμμετέχων χρησιμοποίησε το ίδιο μήκος φόρας και στις τρεις κινητικές δεξιότητες, το οποίο ήταν ατομικά προσδιορισμένο για τον καθένα.. Η κάθε μια κινητική δεξιότητα αξιολογήθηκε σε διαφορετική μέρα, με τυχαία σειρά, και μεσολαβούσαν 24 ώρες αποκατάστασης μεταξύ των δοκιμασιών.

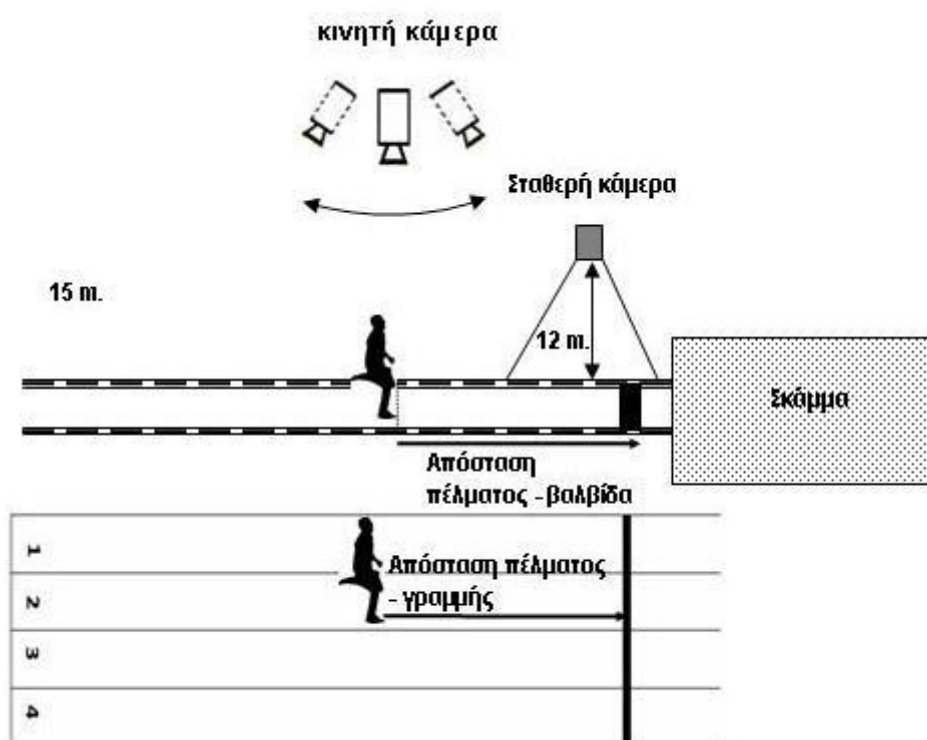


Εικόνα 3. Εκτέλεση της κινητικής δεξιότητας «ώθηση, έξοδος σε βήμα άλμα και προσγείωση στο πόδι αιώρησης».

#### 4.2.3 Συλλογή δεδομένων

Όσον αφορά στη συλλογή των δεδομένων, το πειραματικό πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε στη συγκεκριμένη μελέτη είναι σύμφωνο με τα πρωτόκολλα που έχουν εφαρμοστεί μέχρι τώρα στις εργασίες που έχουν ασχοληθεί με την οπτική ρύθμιση σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν το στοιχείο της μετακίνησης προς ένα στόχο (Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997). Όλες οι προσπάθειες βιντεοσκοπήθηκαν. Κατά μήκος του διαδρόμου, στον οποίο εκτελέστηκε η δεξιότητα, τοποθετήθηκαν λευκά σημάδια σε διαδοχικές αποστάσεις του 1μ το ένα από το άλλο - και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου - με σκοπό να υπολογιστεί η οριζόντια απόσταση μεταξύ πέλματος - βαλβίδας (TBD: toe – board distance) και πέλματος – γραμμής τερματισμού (TLD: toe - line distance). Η φάση της φόρας, για κάθε κινητική δεξιότητα, βιντεοσκοπήθηκε με μια κάμερα υψηλής ανάλυσης (SONY HDR – SR10, Sony Corporation, Japan) με συχνότητα καταγραφής 50 οπτικά πεδία / δευτερόλεπτο. Η κάμερα αυτή πραγματοποίησε κινητή λήψη και τοποθετήθηκε σε μια απόσταση 15μ από το μέσο του διαδρόμου – στον οποίο εκτελέστηκε η κινητική δεξιότητα – και σε

ύψος 5μ από το οριζόντιο επίπεδο, έτσι ώστε τα λευκά σημάδια και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου να είναι ορατά. Η κάμερα εστίαζε στα πέλματα των συμμετεχόντων και κατέγραψε όλη την απόσταση της φάσης της φόρας για κάθε συμμετέχοντα (Εικόνα 4). Χρησιμοποιήθηκε και μια δεύτερη σταθερή κάμερα – υψηλής ανάλυσης (Casio EXF1, Casio Computer Co. Ltd, Shibuya, Japan), με συχνότητα καταγραφής 300 οπτικά πεδία / δευτερόλεπτο. Η κάμερα αυτή τοποθετήθηκε σε μια απόσταση 12μ από το διάδρομο του μήκους, με τον οπτικό της άξονα να είναι κάθετος στον άξονα κίνησης. Η 2<sup>η</sup> κάμερα κατέγραψε τους τρεις τελευταίους διασκελισμούς της φόρας και τη φάση της ώθησης (Εικόνα 4). Συνολικά, βιντεοσκοπήθηκαν και αναλύθηκαν 84 περάσματα φόρας (7 συμμετέχοντες x 4 προσπάθειες x 3 κινητικές δεξιότητες).



Εικόνα 4. Τοποθέτηση των καμερών κατά την πειραματική διαδικασία.

#### 4.2.4 Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα κινηματικής ανάλυσης APAS 2010 (Ariel Dynamics Inc., Trabuco Canyon, CA). Για να υπολογιστούν οι αποστάσεις μεταξύ πέλματος - βαλβίδας (TBD) και πέλματος -

γραμμής τερματισμού (TLD) για κάθε διασκελισμό σε κάθε προσπάθεια του κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο 5 σημείων. Ένα σημείο αντιστοιχεί στη μύτη του πέλματος τη στιγμή της τοποθέτησης και τα υπόλοιπα τέσσερα σημεία σχηματίζουν ένα ορθογώνιο περίγραμμα γύρω από τη μύτη του ποδιού (Εικόνα 2). Η τυπική απόκλιση (TA) των αποστάσεων πέλματος – βαλβίδας και πέλματος – γραμμής τερματισμού υπολογίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφουν οι Hay & Koh (1988). Η εγκυρότητα της διαδικασίας για τον υπολογισμό των αποστάσεων πέλματος-σημείου και σημείου-βαλβίδας ή/και γραμμής τερματισμού αξιολογείται καταγράφοντας παπούτσια τοποθετημένα σε γνωστές – μετρημένες αποστάσεις κατά μήκος του διαδρόμου (Scott et al., 1997; Theodorou & Skordilis, 2012).

Όσον αφορά στις βιντεοσκοπημένες προσπάθειες από τη σταθερή κάμερα, για την ψηφιοποίηση χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο 22 ανατομικών σημείων του σώματος (μύτη του πέλματος, 5<sup>ο</sup> μετατάρσιο, φτέρνα, αστράγαλος, γόνατο, ισχίο, ώμος, αγκώνας, καρπός, 5<sup>ο</sup> μετακάρπιο - και στις δύο πλευρές του σώματος, 7<sup>ο</sup> αυχενικός σπόνδυλος και η κορυφή του κεφαλιού) το οποίο ορίζεται σε κάθε οπτικό πεδίο (frame). Οι συντεταγμένες του ΚΒΣ υπολογίστηκαν για κάθε οπτικό πεδίο σύμφωνα με τα ανατομικά δεδομένα της έρευνας του Dempster (1995). Για την ομαλοποίηση της ψηφιοποίησης χρησιμοποιήθηκε ένα 2<sup>ο</sup> βαθμού κατωδιαβατό φίλτρο Butterworth (second-order low-pass Butterworth filter) με συχνότητα αποκοπής από 6.2 έως 11.2 Hz. Για την εγκυρότητα των αναλύσεων χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο της έρευνας του Winter (1990).

Ένας διασκελισμός ορίζεται ως ο χρόνος και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών στηρίξεων (Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay & Nohara, 1990). Το μήκος διασκελισμού ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων στήριξης και υπολογίζεται μέσω της αφαίρεσης δύο διαδοχικών αποστάσεων πέλματος – βαλβίδας (toe-board distance) (Berg & Greer, 1995). Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό από τη βαλβίδα (VX3rd) μετρήθηκε τη στιγμή της τελευταίας επαφής του πέλματος (last frame) στην 3<sup>η</sup> φάση στήριξης πριν από τη βαλβίδα. Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ στον προτελευταίο διασκελισμό από τη βαλβίδα (VX2nd) μετρήθηκε τη στιγμή της τελευταίας επαφής του πέλματος (last frame) στην 2<sup>η</sup> φάση στήριξης πριν από τη βαλβίδα. Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ στον τελευταίο διασκελισμό (VXlast) μετρήθηκε τη στιγμή της τοποθέτησης του ποδιού στη βαλβίδα (τη στιγμή της πρώτης επαφής (first frame) του ποδιού με το έδαφος). Η οριζόντια



και κατακόρυφη ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης ( $V_{Xto}$  και  $V_{Yto}$ ) μετρήθηκαν τη στιγμή της τελευταίας επαφής του πέλματος στη βαλβίδα πριν την ενεργητική ώθηση (Berg & Greer, 1995; Hay, Miller, & Cantera, 1986). Η γωνία απογείωσης προσδιορίζεται από την οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης και υπολογίζεται με την εξίσωση:

$$\Theta(TO) = \tan^{-1}[V_y(TO) / V_x(TO)]$$

#### 4.2.5 Στατιστική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ( $M$ ,  $SD$ ) για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης των αποστάσεων πέλματος – βαλβίδα και πέλματος – γραμμή τερματισμού για κάθε φάση στήριξης, και για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης του μήκους των διασκελισμών μεταξύ των προσπαθειών. Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων έγινε χρησιμοποιώντας το Kolmogorov - Smirnov test. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $r$  Pearson και η ανάλυση απλής παλινδρόμησης (linear regression analysis) για τους σκοπούς της μεθόδου “trial-by-trial” analysis. Για την αξιολόγηση πιθανών διαφορών στα κινηματικά χαρακτηριστικά μεταξύ των τριών κινητικών δεξιοτήτων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Repeated ANOVA) και η διόρθωση Bonferroni.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά της φάσης της φόρας

Το μήκος της φάσης της φόρας των συμμετεχόντων κυμαίνεται από 19.5m έως 27m (μέση απόσταση:  $22.11 \pm 3.21\text{m}$ ) και αποτελείται από 12-16 διασκελισμούς. Για τις ΚΔ 1 και 3, η δομή (μήκος) των τελευταίων δύο διασκελισμών πριν την ώθηση ταιριάζει με το μοντέλο τεχνικής του αγωνίσματος (Hay, 1986) με τον προτελευταίο διασκελισμό να είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος (ΚΔ1: 214.80cm, ΚΔ3: 209.64cm) και τον τελευταίο διασκελισμό να είναι ο μικρότερος (ΚΔ1: 194.25cm, ΚΔ3: 195.55cm). Για την ΚΔ2, το μήκος των διασκελισμών αυξάνεται προοδευτικά μέχρι τη γραμμή τερματισμού (189.22cm και 194.15cm για τον προτελευταίο και τελευταίο διασκελισμό, αντίστοιχα).

### 4.3.2 Μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων

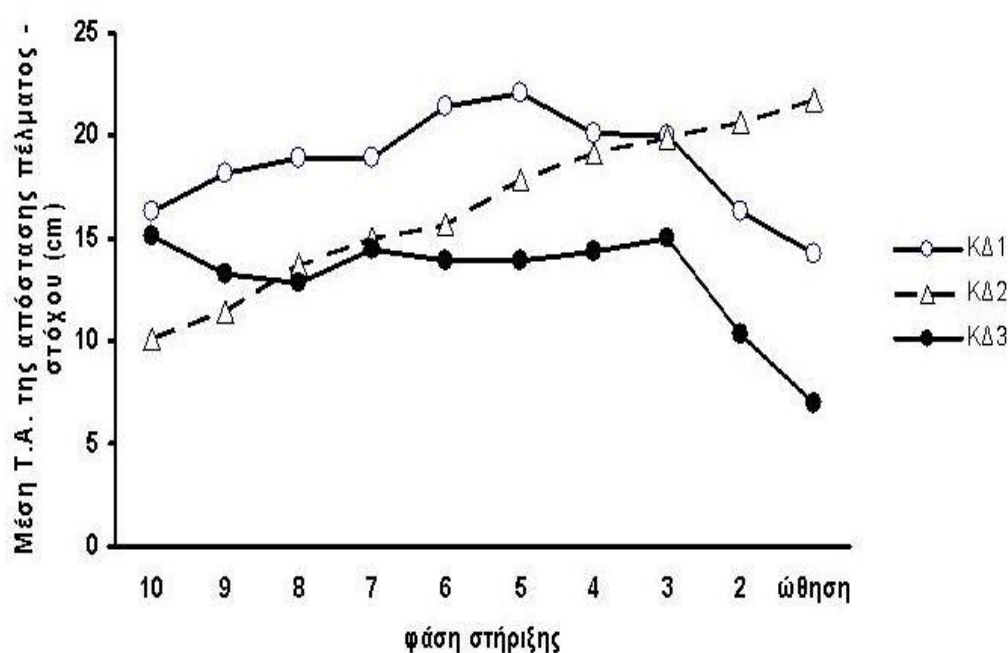
Κατά την εκτέλεση της ΚΔ1 (τρέξιμο φόρας και ώθηση, στο διάδρομο του μήκους), οι συμμετέχοντες εμφάνισαν μια αρχικά ανοδική τάση μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων η οποία ακολουθήθηκε από μια καθοδική τάση καθώς προσέγγιζαν τη βαλβίδα. Η τιμή της μέσης μέγιστης Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα (mean max SD of TBD) ήταν 22.11cm ( $\pm 6.99\text{cm}$ ) και καταγράφηκε στην 5<sup>η</sup> φάση στήριξης (4<sup>ος</sup> διασκελισμός από τη βαλβίδα) και σε μια μέση απόσταση 8.04m ( $\pm 37.03\text{cm}$ ) από τη βαλβίδα.

Κατά την εκτέλεση της ΚΔ2 (τρέξιμο φόρας και ώθηση, σε ένα διάδρομο στο στίβο), οι συμμετέχοντες εμφάνισαν μια προοδευτικά ανοδική τάση μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων καθώς προσέγγιζαν τη γραμμή τερματισμού. Η τιμή της μέσης μέγιστης Τ.Α. της απόστασης πέλματος – γραμμή τερματισμού (mean max SD of TLD) ήταν 21.78cm ( $\pm 17.71\text{cm}$ ) και καταγράφηκε στην τελευταία φάση στήριξης (τελευταίος διασκελισμός) και σε μια μέση απόσταση 1.09m ( $\pm 45.71\text{cm}$ ) από τη γραμμή τερματισμού.

Κατά την εκτέλεση της ΚΔ3 (τρέξιμο φόρας και ολοκληρωμένο άλμα, στο διάδρομο του μήκους), όμοια με την ΚΔ1, οι συμμετέχοντες εμφάνισαν το ίδιο μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων (ανοδική - καθοδική τάση των τιμών της Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα) καθώς προσέγγιζαν τη βαλβίδα. Η τιμή της μέσης μέγιστης Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα (mean max SD of TBD) ήταν 14.95cm ( $\pm 9.65\text{cm}$ ) και καταγράφηκε στην 3<sup>η</sup> φάση στήριξης

(2<sup>ος</sup> διασκελισμός από τη βαλβίδα) και σε μια μέση απόσταση 4.27m ( $\pm 14.88\text{cm}$ ) από τη βαλβίδα.

Ακολουθώντας το σημείο όπου εμφανίζεται η μέση μέγιστη Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα, παρατηρείται μια καθοδική τάση μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων για τους υπόλοιπους διασκελισμούς. Η τιμή της μεταβλητότητας στον τελευταίο διασκελισμό είναι 14.23cm ( $\pm 6.81\text{cm}$ ) και 6.92cm ( $\pm 5.11\text{cm}$ ) για τις ΚΔ 1 και 3 αντίστοιχα (Γράφημα 6).



Γράφημα 4. Τιμές μέσης Τ.Α. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα (ΚΔ 1, 3) και πέλματος – γραμμής τερματισμού (ΚΔ 2), σε κάθε φάση στήριξης.

### 4.3.3 Κατανομή της προσαρμογής

Για τις ΚΔ 1 και 3, το μεγαλύτερο ποσοστό της προσαρμογής του μήκους των διασκελισμών - ακολουθώντας το σημείο έναρξης της ρύθμισης - πραγματοποιήθηκε στους δύο τελευταίους διασκελισμούς της φόρας (61.99% και 62.08% για τις ΚΔ 1 και 3, αντίστοιχα). Για την ΚΔ2, η κατανομή της προσαρμογής δεν μπορούσε να υπολογιστεί λόγω της συνεχώς ανοδικής τάσης της μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων μέχρι τη γραμμή τερματισμού.

#### 4.3.4 Intra-step analysis

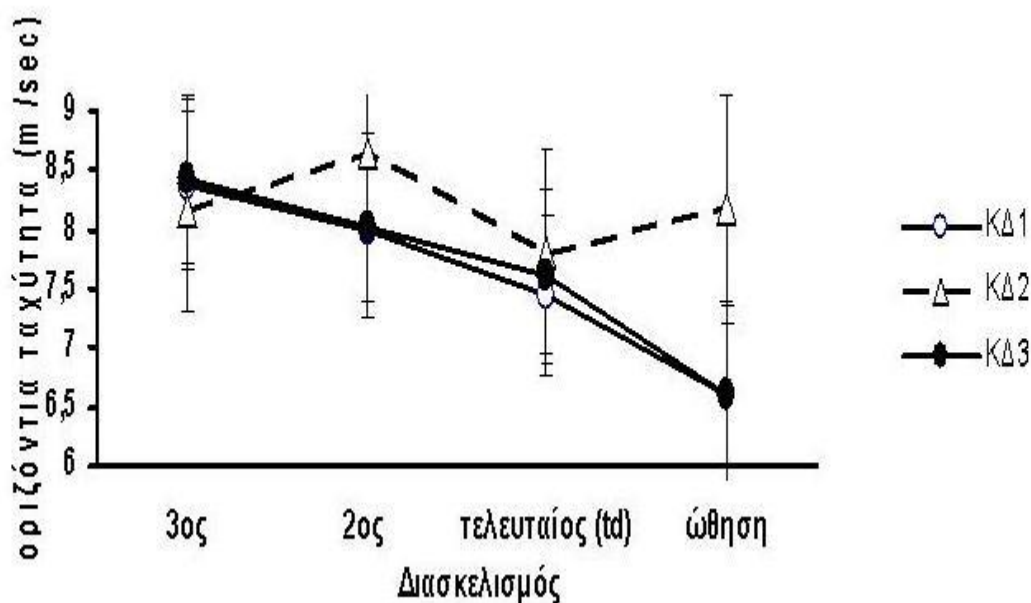
Παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της προσαρμογής που πραγματοποιείται (adj.P) και της προσαρμογής που απαιτείται (adj.R) (intra-step analysis, Montagne et al., 2000) στον τελευταίο ( $r = 0.68$ ,  $p = 0.015$ ) και προτελευταίο διασκελισμό ( $r = 0.86$ ,  $p = 0.0000$ ) της φόρας, μόνο για την ΚΔ3. Για τις ΚΔ 1 και 2 δεν βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της προσαρμογής που πραγματοποιείται (adj.P) και της προσαρμογής που απαιτείται (adj.R), σε κανένα διασκελισμό. Η ανάλυση απλής παλινδρόμησης αποκάλυψε ένα σημαντικό συντελεστή  $\beta = 0.68$  ( $R^2 = 0.463$ ,  $p = 0.015$ ,  $\text{adj.P} = 0.326 + 0.607 \text{ adj.R}$ ) για τον τελευταίο διασκελισμό και ένα σημαντικό συντελεστή  $\beta = 0.86$  ( $R^2 = 0.747$ ,  $p = 0.000$ ,  $\text{adj.P} = 1.076 + 0.569 \text{ adj.R}$ ) για τον προτελευταίο διασκελισμό.

#### 4.3.5 Ανάλυση κινηματικών χαρακτηριστικών

Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Repeated ANOVA) δεν αποκάλυψε σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ΚΔ για τη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα στον 3<sup>ο</sup> διασκ (VX3rd) ( $F(2,12) = 4.47$ ,  $p > 0.05$ ) (ΚΔ1:  $8.38 \pm 0.73 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ΚΔ2:  $8.15 \pm 0.70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ΚΔ3:  $8.43 \pm 0.84 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Για τη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα στον προτελευταίο διασκ (VX2nd) παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΚΔ ( $F(2,12) = 37.27$ ,  $p < 0.001$ ). Η διόρθωση Bonferroni ( $\alpha = 0.05/3 = 0.017$ ) έδειξε ότι η οριζόντια ταχύτητα στον προτελευταίο διασκ (VX2nd) ήταν σημαντικά υψηλότερη κατά την εκτέλεση της ΚΔ2 ( $8.65 \pm 0.77 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) σε σχέση με την ΚΔ 1 ( $7.98 \pm 0.69 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) και την ΚΔ 3 ( $8.03 \pm 0.75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) (ΚΔ1 vs ΚΔ2:  $t(6) = -6.21$ ,  $p < 0.001$ , ΚΔ2 vs ΚΔ3:  $t(6) = 7.01$ ,  $p < 0.001$ ), ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΚΔ 1 και 3 (ΚΔ1 vs ΚΔ3:  $t(6) = -0.91$ ,  $p = 0.411$ ). Όσον αφορά στη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα κατά την τοποθέτηση στον τελευταίο διασκελισμό (VXlast) δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ΚΔ ( $F(2,12) = 2.62$ ,  $p > 0.05$ ) (ΚΔ1:  $7.44 \pm 0.68 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ΚΔ2:  $7.81 \pm 0.73 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ΚΔ3:  $7.61 \pm 0.86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Για τη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα κατά την ενεργητική ώθηση (VXto) παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ΚΔ ( $F(2,12) = 90.31$ ,  $p < 0.001$ ). Η διόρθωση Bonferroni ( $\alpha = 0.05/3 = 0.017$ ) έδειξε ότι η οριζόντια ταχύτητα κατά την ενεργητική ώθηση (VXto) ήταν σημαντικά υψηλότερη κατά την εκτέλεση της ΚΔ2 ( $8.17 \pm 0.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) σε σχέση με την ΚΔ 1 ( $6.60 \pm 0.77 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) και την ΚΔ 3 ( $6.59 \pm 0.96 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) (ΚΔ1 vs ΚΔ2:  $t(6) = -10.82$ ,  $p < 0.001$ , ΚΔ2 vs ΚΔ3:  $t(6) = 18.83$ ,  $p < 0.001$ ), ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν

σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΚΔ 1 και 3 (ΚΔ1 vs ΚΔ3:  $t(6) = 0.01$ ,  $p = 0.991$ ) (Γράφημα 7).

Για τη μεταβλητή κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VYto) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ΚΔ ( $F(2,12) = 5.63$ ,  $p > 0.05$ ) (ΚΔ1:  $2.82 \pm 0.80 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ΚΔ2:  $1.77 \pm 0.63 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ΚΔ3:  $3.13 \pm 0.62 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Η γωνία απογείωσης ήταν  $23.1^\circ$ ,  $12^\circ$  και  $25.4^\circ$  για τις ΚΔ 1, 2 και 3, αντίστοιχα.



Γράφημα 5. Μέση οριζόντια ταχύτητα στους τρεις τελευταίους διασκελισμούς και κατά την ώθηση.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης υποστηρίζουν την άποψη ότι οι τεχνικές οπτικής ρύθμισης που εφαρμόζονται κατά το τρέξιμο φόρας από νεαρούς αθλητές και αθλήτριες του άλματος σε μήκος αλλάζουν τροποποιώντας το περιβάλλον απόδοσης (διάδρομος του μήκους vs διάδρομος στο στίβο) και τους περιορισμούς της δεξιότητας που εκτελείται στο τελείωμα της φάσης της φόρας (ώθηση και έξοδος σε βήμα άλμα vs ολοκληρωμένο άλμα). Όσον αφορά στο περιβάλλον απόδοσης, όταν η δεξιότητα «τρέξιμο φόρας + ώθηση» εκτελείται στο διάδρομο του μήκους, το μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων προτείνει τη χρήση του οπτικού ελέγχου ο οποίος εισάγεται στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν τη βαλβίδα. Αντίθετα, όταν η ίδια δεξιότητα πραγματοποιήθηκε σε ένα διάδρομο στο στίβο, οι συμμετέχοντες δεν προσπάθησαν να προσαρμόσουν τους διασκελισμούς τους ώστε να προσεγγίσουν με ακρίβεια τη γραμμή τερματισμού. Η διαφορά αυτή στο μοντέλο μετακίνησης θα μπορούσε να αποδοθεί στο διαφορετικό «περιεχόμενο» του περιβάλλοντος απόδοσης (Lappin et al., 2006; Witt et al., 2007) και στους περιορισμούς / χαρακτηριστικά του στόχου (Bradshaw & Sparrow, 2001). Διαφορετικά ερεθίσματα πληροφόρησης στο περιβάλλον απόδοσης επηρεάζουν τη συγκέντρωση της προσοχής, καθώς και την αντιλαμβανόμενη απόσταση σε σχέση με το στόχο (Iosa et al., 2012) και τις τεχνικές ελέγχου που χρησιμοποιούνται κατά τη μετακίνηση (Lappin et al., 2006). Η αντίληψη των ατόμων για τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντός τους επηρεάζει την εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων (Gibson & Pick, 2000; Patla, Tomescu, & Ishac, 2004). Όταν η δεξιότητα «τρέξιμο φόρας με ώθηση» εκτελείται στο διάδρομο του μήκους, ο χώρος μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου προσδιορίζεται από ένα ξεχωριστό διάδρομο πλάτους 1.20m και μια ξύλινη βαλβίδα στο έδαφος (με διαστάσεις: 20+10cm μήκος και 1.20m πλάτος), ενώ ο χώρος πέρα από το στόχο οριοθετείται από το σκάμμα. Αντίθετα, όταν η ίδια δεξιότητα εκτελείται σε ένα διάδρομο στο στίβο, ο χώρος μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου προσδιορίζεται από ένα διάδρομο πλάτους 1.20m (δεξιά και αριστερά του οποίου υπάρχουν ίδιες διαδρομές με ίδια χαρακτηριστικά επιφάνειας) και μια γραμμή τερματισμού (5cm μήκους και 1.20m πλάτους), ενώ πέρα από το στόχο εκτείνεται για 20-30m μια περιοχή τρεξίματος. Συνεπώς, οι διαφορές στο μοντέλο μετακίνησης θα μπορούσαν να αποδοθούν στα διαφορετικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν το

χώρο μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου, καθώς και το χώρο πέρα από το στόχο (Witt et al., 2007).

Οι παραπάνω διαφορές σχετικά με το περιεχόμενο του περιβάλλοντος απόδοσης δεν επηρέασαν μόνο τη χωρο-χρονική σχέση μεταξύ του αθλητή και της φόρας του αλλά και την εκτέλεση της δεξιότητας. Όταν οι συμμετέχοντες εκτελούσαν την ώθηση από τη βαλβίδα, εφάρμοσαν το μοντέλο διασκελισμού «μεγάλος προτελευταίος – μικρός τελευταίος διασκελισμός» που είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις τεχνικής εκτέλεσης του αγωνίσματος, συνοδευόμενο από μια προοδευτική μείωση στην οριζόντια ταχύτητα – το οποίο ήταν αναμενόμενο να συμβεί σε νεαρούς αθλητές καθώς «προετοιμάζονταν» για την ώθηση. Αντίθετα, όταν το τρέξιμο φόρας με ώθηση εκτελείται σε ένα περιβάλλον «ταχύτητας», οι συμμετέχοντες προσέγγισαν το στόχο χωρίς να υιοθετήσουν τα χαρακτηριστικά του μοντέλου τεχνικής του αγωνίσματος αναφορικά με το μήκος των διασκελισμών. Εφόσον δεν πραγματοποιήθηκε προετοιμασία για την ώθηση, διατηρήθηκε υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα στους δυο τελευταίους διασκελισμούς και οι νεαροί αθλητές ώθησαν από τη γραμμή τερματισμού με μικρότερη κατακόρυφη ταχύτητα (Vyto - ΚΔ2: 1.77m/sec vs ΚΔ1: 2.82m/sec) και γωνία απογείωσης (ΚΔ2: 12° vs ΚΔ1: 23,1°), χαρακτηριστικά που δεν συμφωνούν με το πρότυπο τεχνικής της φάσης της ώθησης του άλματος σε μήκος. Ωστόσο, θα έπρεπε να αναφερθεί ότι ο περιορισμός της επιφάνειας προσγείωσης στο διάδρομο του στίβου (μια σκληρή επιφάνεια έναντι της μαλακής άμμου) μπορεί να έχει αποτρέψει τους συμμετέχοντες από το να ωθήσουν με μια επαρκή γωνία απογείωσης.

Στο ίδιο περιβάλλον απόδοσης (διάδρομος του μήκους) οι άλτες εκτελούν πολλές επαναλήψεις της φόρας τους συνδεδεμένη είτε με ώθηση και έξοδο σε βήμα άλμα είτε με ολοκληρωμένα άλματα, ως μέρος της προπονητικής τους διαδικασίας. Και στις δύο δεξιότητες, οι κοινές ενέργειες που εκτελούνται στο τελείωμα της φόρας είναι η τοποθέτηση του ποδιού ώθησης με ακρίβεια στη βαλβίδα και η κατάλληλη ταχύτητα μετακίνησης. Όταν οι συμμετέχοντες εκτελούσαν ολοκληρωμένα άλματα, εμφάνισαν το ίδιο μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων (ανοδική – καθοδική τάση των τυπικών αποκλίσεων της απόστασης πέλματος – βαλβίδα) και ποσοστό κατανομής της προσαρμογής των διασκελισμών, με αυτό που παρατηρήθηκε όταν εκτελούσαν τρέξιμο φόρας με ώθηση. Ωστόσο, όταν εκτελούνταν ολοκληρωμένα άλματα η έναρξη του οπτικού ελέγχου συνέβη πιο κοντά στη βαλβίδα (στον προτελευταίο διασκελισμό) συγκριτικά με την εκτέλεση της

δεξιότητας «τρέξιμο φόρας με ώθηση». Επίσης, κατά την εκτέλεση ολοκληρωμένων αλμάτων, επιτεύχθηκε ένα υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας κατά το τρέξιμο της φόρας (μέση μέγιστη T.A. της απόστασης πέλματος – βαλβίδα: 22.11cm για το «τρέξιμο φόρας με ώθηση» και 14.95cm για τα ολοκληρωμένα άλματα) και μεγαλύτερη ακρίβεια κατά την τοποθέτηση του ποδιού στη βαλβίδα (last step variability).

Οι παραπάνω διαφορές θα μπορούσαν να αποδοθούν στους διαφορετικούς περιορισμούς των δεξιοτήτων που εκτελούνται στο τέλος της φοράς (Renshaw & Davids, 2006) ή στην πολυπλοκότητα της δεξιότητας (Bradshaw & Sparrow, 2001). Παρ' όλο που το «τρέξιμο φόρας με ώθηση» θεωρείται λιγότερο σύνθετη δεξιότητα συγκριτικά με ένα ολοκληρωμένο άλμα, η προσαρμογή των διασκελισμών ξεκίνησε δύο διασκελισμούς νωρίτερα. Το αποτέλεσμα αυτό δεν είναι σύμφωνο με την άποψη των Bradshaw & Aisbett (2006), οι οποίοι αναφέρουν ότι οι απαιτήσεις μιας πιο απλής κινητικής δεξιότητας επιτρέπουν στους αθλητές να ξεκινούν την προσαρμογή των διασκελισμών τους πιο αργά κατά τη διάρκεια της φοράς. Ωστόσο, στη μελέτη τους το τρέξιμο φόρας δεν συνδυαζόταν με ώθηση. Η ανάγκη να αναπτυχθεί μέγιστη οριζόντια ταχύτητα και κατακόρυφη ταχύτητα κατά την εκτέλεση ενός ολοκληρωμένου άλματος θα μπορούσε εν μέρει να εξηγήσει την πιο αργή έναρξη των προσαρμογών των διασκελισμών (Renshaw & Davids, 2006). Αν και δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά, η οριζόντια ταχύτητα στους τελευταίους τρεις διασκελισμούς της φόρας και η κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης ήταν υψηλότερες όταν οι συμμετέχοντες εκτελούσαν ολοκληρωμένα άλματα συγκριτικά με το τρέξιμο φόρας με ώθηση. Έχει αναφερθεί ότι η φάση της οπτικής ρύθμισης περιορίζεται / μειώνεται σε υψηλότερες ταχύτητες, σε ασκούμενους με μικρή εμπειρία (Bradshaw, 2001).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι το υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας που παρατηρήθηκε στο μοντέλο διασκελισμών κατά την εκτέλεση ολοκληρωμένων αλμάτων πιθανόν να σχετίζεται με την αντίληψη των συμμετεχόντων για την πολυπλοκότητα και τις απαιτήσεις της δεξιότητας. Η εκτέλεση μιας σύνθετης κινητικής δεξιότητας, όπως είναι ένα ολοκληρωμένο άλμα σε μήκος, πιθανά να ωφελείται από μια μεγαλύτερη «δέσμευση» διαδικασιών οπτικής προσοχής. Ίσως και γι' αυτό το λόγο να παρατηρήθηκε μόνο κατά την εκτέλεση ολοκληρωμένων αλμάτων σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας της προσαρμογής που απαιτείται και της ποσότητας της προσαρμογής που



πραγματοποιείται στους δύο τελευταίους διασκελισμούς της φόρας, υποστηρίζοντας ότι η ρύθμιση των διασκελισμών βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Οι διαφορετικοί περιορισμοί των δεξιοτήτων διαμορφώνουν αντιλήψεις, προθέσεις και κινήσεις με διαφορετικούς τρόπους (Davids, Renshaw, Pinder, Araujo, & Vilar, 2012). Η έλλειψη εκδήλωσης ενός συνδυασμού αντίληψης – κίνησης κατά την εκτέλεση της δεξιότητας «τρέξιμο φόρας με ώθηση» θα μπορούσε να αποδοθεί στους διαφορετικούς περιορισμούς της δεξιότητας, στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τις απαιτήσεις της δεξιότητας και την ερμηνεία των ερεθισμάτων πληροφόρησης για το περιβάλλον απόδοσης.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Για μια αποτελεσματική εκτέλεση / απόδοση μιας δεξιότητας, οι αθλητές θα πρέπει να εξασκούνται σε περιβάλλοντα μάθησης τα οποία παρέχουν δυνατότητες για να αναπτυχθούν τα σημαντικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης δεξιότητας. Αν και από τη συγκεκριμένη μελέτη προκύπτουν πρακτικές εφαρμογές για την προπονητική διαδικασία του άλματος σε μήκος, ωστόσο τα αποτελέσματα αφορούν σε ένα μικρό δείγμα νεαρών αθλητών. Όσον αφορά στο περιβάλλον απόδοσης, όταν η κινητική δεξιότητα «τρέξιμο φόρας και έξοδος σε βήμα άλμα» εκτελείται στο διάδρομο του μήκους οι νεαροί αθλητές προσαρμόζουν τους διασκελισμούς τους για να πατήσουν με ακρίβεια στη βαλβίδα και προετοιμάζονται για τη φάση της ώθησης (μεγάλος προτελευταίος – μικρός τελευταίος διασκελισμός). Αντίθετα, όταν η ίδια δεξιότητα εκτελείται σε ένα διάδρομο στο στίβο, δεν παρατηρείται η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου, δεν γίνεται προσπάθεια για προσαρμογή των διασκελισμών ούτε προετοιμασία για την ώθηση. Όσον αφορά στους περιορισμούς των δεξιοτήτων που εκτελούνται κατά την ολοκλήρωση της φάσης της φόρας, όταν εκτελούνται ολοκληρωμένα άλματα - αντί μόνο έξοδος σε βήμα άλμα - παρατηρείται ένα υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας κατά το τρέξιμο φόρας και η προσαρμογή των διασκελισμών βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης κίνησης. Η λιγότερο απαιτητική δεξιότητα «τρέξιμο φόρας και έξοδος σε βήμα άλμα» θα μπορούσε να χρησιμοποιείται συχνά ως μέσο προπόνησης με σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των ασκούμενων να ρυθμίζουν το μοντέλο μετακίνησής τους, και κατά συνέπεια να μπορούν να εμφανίζουν ένα υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας κατά το τρέξιμο και μεγαλύτερη ακρίβεια τοποθέτησης του ποδιού ώθησης στη βαλβίδα.

## Κεφάλαιο V

### Έρευνα 3<sup>η</sup>

**Έλεγχος μετακίνησης και οπτική αντίληψη κατά την προσέγγιση και υπερπήδηση αγωνιστικών εμποδίων.**

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογηθεί ο τρόπος εκδήλωσης μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς, από νεαρούς αθλητές, κατά τη φάση προσέγγισης των δύο πρώτων εμποδίων ενός δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια. Δεύτερος σκοπός ήταν να διερευνηθεί αν ένα πρόγραμμα τεχνικής εκπαίδευσης θα μπορούσε να συμβάλλει στη βελτιωμένη ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης όσο και μιας καλύτερης τεχνικής εκτέλεσης του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίζεται το παρεμβατικό πρόγραμμα διδασκαλίας - εκμάθησης της κινητικής δεξιότητας του «δρόμου με εμπόδια». Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίζονται: α) η εκδήλωση μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων και β) η εκμάθηση της πρότυπης τεχνικής εκτέλεσης του αγωνίσματος.

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 24 αρχάριοι αθλητές και αθλήτριες κλασσικού αθλητισμού, με προπονητική εμπειρία 2 – 2,5 χρόνια, ηλικίας 13 ετών. Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις – αρχική και τελική μέτρηση. Μετά την αρχική μέτρηση, οι 24 συμμετέχοντες συγκροτήθηκαν με τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες – πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Στη συνέχεια ξεκίνησε η εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος, το οποίο είχε διάρκεια 6 εβδομάδες κατά τις οποίες πραγματοποιήθηκαν 18 προπονητικές συναντήσεις (3 ΠΣ / εβδ.). Με την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος, στη 19<sup>η</sup> προπονητική συνάντηση, πραγματοποιήθηκε η τελική μέτρηση. Και στις δύο μετρήσεις τα παιδιά εκτέλεσαν από 4 προσπάθειες (δρόμος από την εκκίνηση μέχρι και την υπερπήδηση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου), οι οποίες βιντεοσκοπήθηκαν και αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη μεταβλητότητα του μοντέλου μετακίνησης και οι κινηματικές παράμετροι που καθορίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνικής του αγωνίσματος. Η στατιστική ανάλυση περιλαμβάνει: α) περιγραφική στατιστική (Μ.Ο, Τ.Α.), β) μοντέλο ανάλυσης συνδυακόμενης (ANCOVA), γ) υπολογισμό της

ποσοστιαίας μεταβολής από την αρχική στην τελική μέτρηση και έλεγχο t-test για ανεξάρτητα δείγματα για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών.

Υποστηρίζεται η ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού οπτικού ελέγχου κατά την προσέγγιση αγωνιστικών εμποδίων. Ως αποτέλεσμα της ειδικής σε σχέση με τη δεξιότητα προπόνησης, οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν μια βελτιωμένη ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης. Επίσης, οι νεαροί αθλητές υιοθέτησαν στην τελική μέτρηση έναν καλύτερο ρυθμό ανάπτυξης της ταχύτητας κατά την προσέγγιση των εμποδίων. Σε συνάρτηση με τη μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα και τη μεγαλύτερη απόσταση απογείωσης κατάφεραν να πραγματοποιήσουν έναν γρηγορότερο και με χαμηλότερη τροχιά πτήσης διασκελισμό υπερπήδησης των εμποδίων, χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν ένα βελτιωμένο μοντέλο τεχνικής του αγωνίσματος.

**Λέξεις - κλειδιά:** οπτικός έλεγχος, συνδυασμός αντίληψης – κίνησης, ρύθμιση του μοντέλου μετακίνησης, δρόμος με αγωνιστικά εμπόδια, προπονητική παρέμβαση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στον κλασικό αθλητισμό, τα αγωνίσματα των εμποδίων αποτελούν μια σύνθετη (complex) και διαδοχική (sequential) κινητική δεξιότητα, η οποία εκτελείται σε ένα «κλειστό» περιβάλλον μάθησης (closed learning environment) και χαρακτηρίζεται από υψηλούς χώρο-χρονικούς περιορισμούς (Hay & Schoebel, 1990). Ο δρόμος με εμπόδια περιλαμβάνει τρέξιμο προς διαδοχικούς στόχους (εμπόδια τοποθετημένα σε συγκεκριμένες αποστάσεις), οι οποίοι «εξαναγκάζουν» τους αθλητές να προσαρμόσουν τους διασκελισμούς τους (Bradshaw & Sparrow, 2001). Το χαρακτηριστικό της τεχνικής της τοποθέτησης του ποδιού ώθησης σε ένα «μη ορατό» στόχο με ακρίβεια, ταχύτητα και κατάλληλους μηχανισμούς με σκοπό την αποτελεσματική υπερπήδηση του εμποδίου θέτει σημαντικές απαιτήσεις στον αθλητή (Hay & Schoebel, 1990). Η αποτελεσματική τεχνική στα «ψηλά εμπόδια» (δρόμοι 100m και 110m με εμπόδια) απαιτεί από τον αθλητή να τρέξει την απόσταση (13m για τις γυναίκες, 13.72m για τους άνδρες) από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο με μέγιστη ταχύτητα και εκτελώντας 8 διασκελισμούς, στη συνέχεια να τοποθετήσει ενεργητικά το πόδι ώθησης σε ένα «μη ορατό» στόχο (σημείο ώθησης), να περάσει το εμπόδιο συγκεκριμένου ύψους με τη μικρότερη δυνατή απώλεια οριζόντιας ταχύτητας και με έναν οριζόντιο και γρήγορο διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου, και στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί μια αποτελεσματική μετάβαση από το διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου στη δρομική κίνηση (Jarver, 1997). Το να μάθει ο αθλητής να «διαχειρίζεται» την απόσταση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο ή τις ενδιάμεσες αποστάσεις των εμποδίων και το ύψος του εμποδίου αποτελεί σημαντική απαίτηση για έναν εμποδιστή. Η τάση των αρχάριων εμποδιστών να φτάνουν στο εμπόδιο είτε πολύ κοντά είτε πολύ μακριά υποκινεί υπερβολικές προσαρμογές στο μοντέλο των διασκελισμών τους, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια ταχύτητας.

Οι Smirniotou και συν. (2010) αναφέρουν ότι συμμετέχοντες χωρίς προηγούμενη εμπειρία στην προπόνηση των εμποδίων προσαρμόζουν το μήκος των τελευταίων διασκελισμών τους κατά τη φάση προσέγγισης στο 1<sup>ο</sup> εμπόδιο (ύψος εμποδίου 0.76m), υποστηρίζοντας τη χρήση του οπτικού ελέγχου όπως έχει αναφερθεί και για τους άλλες του μήκους (Berg & Greer, 1995; Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Montagne et al., 2000; Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997). Παρ' όλα αυτά στο περιβάλλον απόδοσης των

εμποδίων εμφανίζονται διαφορετικά πληροφοριακά ερεθίσματα – περιορισμοί, συγκριτικά με το περιβάλλον απόδοσης του άλματος σε μήκος, τα οποία δομούν το χώρο μεταξύ του παρατηρητή και του στόχου (viewer-to-target space) όπως και το χώρο πέρα από το στόχο («vista space» Witt et al., 2007) και πιθανά επηρεάζουν την αντιλαμβανόμενη απόσταση και την οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά (Lappin et al., 2006; Panteli et al., 2016; Sinai et al., 1998; Witt et al., 2007). Το ύψος του εμποδίου (η απόσταση της υψηλότερης επιφάνειας του πήχη από το έδαφος) είναι ένας από αυτούς τους περιορισμούς και επηρεάζει τις τροχιές που διαγράφουν τα μέλη του σώματος, την τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου και τη γωνιακή ταχύτητα (Austin, Garrett, & Bohannon, 1999; Jarver, 1997). Συνεπώς, η ύπαρξη σχετικών με τη δεξιότητα περιορισμών κατά τη διάρκεια της εξάσκησης – προπόνησης είναι σημαντική για την αποτελεσματική μάθηση καθώς επιτρέπει το συνδυασμό πληροφόρησης – κίνησης και βελτιώνει την ικανότητα της οπτικής αντίληψης (Pinder, Davids, Renshaw, & Araujo, 2011; Savelsbergh & van der Kamp, 2000).

Η εξάσκηση δραστηριοτήτων σε ένα περιβάλλον με «περιορισμούς» δημιουργεί υψηλά επίπεδα μεταβλητότητας κατά την εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων και «αναγκάζει» τους ασκούμενους να εξασκηθούν σε «ευμετάβλητα» κινητικά μοντέλα και να ανακαλύπτουν κινητικές λύσεις ως αποτέλεσμα μιας συνεχούς αλληλεπίδρασης των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος (Moy, Renshaw, & Davids, 2016). Σύμφωνα με την προσέγγιση του μοντέλου περιορισμών (constraints – led model), προτείνεται η διαμόρφωση αντιπροσωπευτικών περιβαλλόντων μάθησης – εξάσκησης, τα οποία θα περιέχουν όλες τις απαραίτητες πηγές πληροφόρησης – κίνησης που υπάρχουν στο πραγματικό περιβάλλον εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας (Moy et al., 2016; Pinder, Renshaw, & Davids, 2009). Στο δρόμο με αγωνιστικά εμπόδια, ήδη από τα αρχικά στάδια μάθησης, οι αθλητές πρέπει να ενθαρρύνονται να προσαρμόζουν το μοντέλο των διασκελισμών τους ώστε να περνούν το εμπόδιο χωρίς απώλεια ταχύτητας και ισορροπίας. Σε μια προσπάθεια να ενσωματωθεί ένας γρήγορος και συνεχής ρυθμός με καλή τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου, η βιβλιογραφία (Jarver, 1997; Rogers, 2000; Shibayama, Fujii, & Ae, 2015) προτείνει να εκτελούνται κατά την εξάσκηση – προπόνηση δεξιότητες με διαφορετικές απαιτήσεις, διαφορετικούς περιορισμούς στόχου, ποικίλες αποστάσεις ανάμεσα στα εμπόδια, διαφορετικά ύψη εμποδίων και ταχύτητες προσέγγισης. Στις προαναφερθείσες μορφές κινητικών δεξιοτήτων, η δεξιότητα μετακίνησης προς στόχο εκτελείται κάτω από διαφορετικούς περιορισμούς

οι οποίοι προσδιορίζουν τις απαραίτητες συμπεριφορικές προσαρμογές έτσι ώστε η κίνηση να είναι οργανωμένη και ελεγχόμενη.

Τα διαφορετικά πληροφοριακά στοιχεία σε ένα περιβάλλον απόδοσης και οι διαφορετικοί περιορισμοί των κινητικών δεξιοτήτων διαμορφώνουν αντίληψεις, προθέσεις και κινήσεις με διαφορετικούς τρόπους (Davids, Renshaw, Pinder, Araujo, & Vilar, 2012). Το περιβάλλον απόδοσης των αγωνιστικών εμποδίων και οι «απαιτήσεις» εκτέλεσης ή οι περιορισμοί της συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας παρέχουν συγκεκριμένες πηγές πληροφόρησης οι οποίες διαμορφώνουν την αντίληψη για τις δυνατότητες εκτέλεσης κινήσεων των ασκούμενων και επηρεάζουν την οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά / απόδοση.

### **5.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία που αφορά στην εφαρμογή του οπτικού ελέγχου κατά τη δρομική κίνηση στα αγωνιστικά εμπόδια, και κυρίως στη μικρή ηλικία – αρχικά στάδια μάθησης – όπου παρατηρούνται διαφορές, σε σχέση με τους ενήλικες, τόσο σε επίπεδο αναπτυξιακών χαρακτηριστικών και φυσικών ικανοτήτων όσο και στις διαδικασίες κινητικού ελέγχου και αντίληψης – κίνησης που απαιτούνται για να επιτευχθεί ένα κινητικό αποτέλεσμα (Chohan, 2008; Williams et al., 1999).

Πρώτιστος σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογηθεί ο τρόπος εκδήλωσης μιας οπτικά καθοδηγούμενης κινητικής συμπεριφοράς από αρχάριους αθλητές νεαρής ηλικίας, 13 ετών, κατά τη φάση προσέγγισης των δύο πρώτων εμποδίων (ύψους 0.76m) ενός δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια. Υποστηρίζεται ότι η οπτική «επίδραση» στην προσαρμογή του μοντέλου μετακίνησης είναι μια φυσική διαδικασία παρά μια επίκτητη δεξιότητα. Καθώς η ενέργεια προσέγγισης στόχου έχει μια εξελίξιμη πορεία, αυτή η δεξιότητα προσαρμογής του μοντέλου μετακίνησης μπορεί να βελτιωθεί μέσα από τη μάθηση / εξάσκηση και τη φυσική ανάπτυξη (Berg et al., 1994; Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997). Συνεπώς, δεύτερος σκοπός ήταν να διερευνηθεί αν ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα τεχνικής εκπαίδευσης, βασισμένο στο μοντέλο περιορισμών, θα μπορούσε να συμβάλλει στην εκμάθηση – υιοθέτηση ενός βελτιωμένου μοντέλου τεχνικής του αγωνίσματος. Ένα βελτιωμένο μοντέλο τεχνικής του αγωνίσματος προσδιορίζεται μέσω της ικανότητας ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης κατά την προσέγγιση των εμποδίων και με μια βελτιωμένη τεχνική εκτέλεση του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις της τεχνικής του αγωνίσματος.

Ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίζεται ο τρόπος διδασκαλίας – εκμάθησης. Η ανεξάρτητη μεταβλητή διακρίνεται σε δύο επίπεδα: α) το πρόγραμμα προπονητικής παρέμβασης για την εκμάθηση της τεχνικής της κινητικής δεξιότητας του «δρόμου με εμπόδια» (πειραματική ομάδα), β) πρόγραμμα προπόνησης με πολύπλευρη κατεύθυνση στον κλασικό αθλητισμό χωρίς να περιλαμβάνει ασκησιολόγιο διδασκαλίας σχετικό με τα εμπόδια (ομάδα ελέγχου).

Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίζονται: α) η εκδήλωση μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων και β) η εκμάθηση της πρότυπης τεχνικής εκτέλεσης του αγωνίσματος, η οποία οριοθετείται με βάση συγκεκριμένες κινηματικές παραμέτρους.

Η εκδήλωση μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων αξιολογείται μέσω της εφαρμογής ενός μηχανισμού οπτικού ελέγχου, ο οποίος βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Για να διερευνηθεί η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου / της οπτικής ρύθμισης θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος ανάλυσης “inter-trial analysis” (Berg et al., 1994; Berg & Mark, 2005; Bradshaw & Aisbett, 2006; Bradshaw & Sparrow, 2001; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Montagne et al., 2000; Panteli et al., 2014, 2016). Η μέθοδος αυτή αξιολογεί τη μεταβλητότητα του μοντέλου των διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης του στόχου. Ένας διασκελισμός ορίζεται ως ο χρόνος και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών στηρίξεων. Το μήκος διασκελισμού ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων στήριξης και υπολογίζεται μέσω της αφαίρεσης δύο διαδοχικών αποστάσεων πέλματος – εμποδίου (toe-hurdle distance). Η τυπική απόκλιση (T.A) των αποστάσεων πέλματος – εμποδίου για κάθε φάση στήριξης, μεταξύ των τεσσάρων προσπαθειών, για κάθε συμμετέχοντα ορίζεται ως το μέτρο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων για κάθε διασκελισμό. Η έναρξη του οπτικού ελέγχου προσδιορίζεται από το σημείο / φάση στήριξης στο οποίο παρατηρείται η μέση μέγιστη τυπική απόκλιση της απόστασης πέλματος εμποδίου (mean max SD of THD) η οποία ακολουθείται από μια συστηματική μείωση της μεταβλητότητας.

Η εκμάθηση της πρότυπης τεχνικής εκτέλεσης του αγωνίσματος προσδιορίζεται από συγκεκριμένες κινηματικές παραμέτρους που καταγράφονται παρακάτω:

- Οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της τοποθέτησης (VXtd – horizontal velocity of CM at touchdown).



- Οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης ( $V_{Xto}$  - horizontal velocity of CM at takeoff).
- Απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας κατά τη φάση της ώθησης (πριν από το εμπόδιο) ( $V_{Xloss}$  - loss in horizontal velocity during takeoff).
- Κατακόρυφη ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης ( $V_{Yto}$  - vertical velocity of CM at takeoff).
- Ταχύτητα απογείωσης ( $V_{to}$  – resultant velocity at takeoff).
- Γωνία απογείωσης (takeoff angle - resultant takeoff angle).
- Απόσταση ώθησης - απογείωσης (πριν από το εμπόδιο) (TOD - takeoff distance).
- Μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου (HCD - hurdle clearance distance).
- Διάρκεια φάσης πτήσης κατά την υπερπήδηση του εμποδίου (HCT - hurdle clearance time).
- Συντελεστής τεχνικής επιδεξιότητας (technique index) = επίδοση στην απόσταση 22m με 2 εμπόδια – επίδοση στην απόσταση 22m χωρίς εμπόδια.

Για το σκοπό της συγκεκριμένης εργασίας διερευνήθηκαν οι εξής υποθέσεις:

α) Κατά τη δρομική κίνηση στα αγωνιστικά εμπόδια αναμένεται η εφαρμογή ενός συνεχούς μηχανισμού οπτικού ελέγχου, βασισμένου στο συνδυασμό αντίληψης - κίνησης. Ωστόσο, οι περιορισμοί της δεξιότητας του δρόμου με εμπόδια θα επηρεάσουν τις ρυθμίσεις (regulation)/ τις προσαρμογές (adjustment) που θα πραγματοποιήσουν οι συμμετέχοντες.

β) Το πρόγραμμα τεχνικής εκπαίδευσης της κινητικής δεξιότητας του δρόμου με εμπόδια θα συμβάλλει σε μια βελτιωμένη ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης κατά την προσέγγιση των εμποδίων και σε μια καλύτερη τεχνική εκτέλεση του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου.

Μέσα από αυτή τη μελέτη επιδιώκεται να αποκτηθεί περαιτέρω γνώση σχετικά με το πώς οι διαφορετικοί περιορισμοί κινητικών δεξιοτήτων και τα αναπτυξιακά - ηλικιακά χαρακτηριστικά επηρεάζουν το συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Επίσης, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης θα μας βοηθήσουν να βγάλουμε πρακτικά συμπεράσματα – εφαρμογές για το σχεδιασμό μαθησιακών εμπειριών και πρακτικής εξάσκησης λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της δεξιότητας και τα «συστατικά» του συνδυασμού πληροφόρησης – κίνησης που τη χαρακτηρίζουν.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 5.2.1 Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη ήταν 24 νεαροί, αρχάριοι αθλητές και αθλήτριες με προπονητική εμπειρία στον κλασσικό αθλητισμό 2 – 2,5 χρόνια (αγόρια  $n = 10$ , κορίτσια  $n = 14$ ), με μέσο όρο ηλικίας  $13 \pm 0,5$  έτη (σωματικό βάρος  $45 \pm 4,2$ κ, σωματικό ύψος  $1,59 \pm 0,04$ μ).

Όσον αφορά στο επίπεδο της κινητικής ανάπτυξης, οι συμμετέχοντες – ουσες με βάση την ηλικία τους «βρίσκονται» στη φάση των ειδικευμένων δεξιοτήτων κίνησης (Gallahue & Ozmun, 1998). Στη φάση αυτή τα παιδιά προσπαθούν να τελειοποιήσουν τις θεμελιώδεις κινητικές δεξιότητες, να τις συνδυάσουν και να τις εφαρμόσουν σε αθλήματα και σε παιχνίδια. Η κινητική ικανότητα των παιδιών προοδευτικά βελτιώνεται μέσω της εξάσκησης. Τα παιδιά είναι πρόθυμα να μάθουν – να αποκτήσουν καινούργια, περισσότερο πολύπλοκα και πιο εξειδικευμένα κινητικά πρότυπα.

Τα παιδιά που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη εργασία έχουν ενταχθεί σε ένα «οργανωμένο» πρόγραμμα προπόνησης με κατεύθυνση τον κλασσικό αθλητισμό, σύμφωνα με το οποίο αθλούνται 3-4 φορές την εβδομάδα από 1 ώρα και 30 λεπτά. Όλοι οι συμμετέχοντες έχουν μια προπονητική εμπειρία τουλάχιστον 2 ετών. Η προπονητική διαδικασία στην οποία έχουν ενταχθεί οι νεαροί αθλητές έχει ως προσανατολισμό την ανάπτυξη και εξέλιξη των θεμελιωδών κινητικών δεξιοτήτων και την ακόλουθη εφαρμογή αυτών σε πιο σύνθετες και ολοκληρωμένες μορφές αθλητικών δραστηριοτήτων.

Πιο συγκεκριμένα, η φιλοσοφία των προγραμμάτων «ανάπτυξης» του κλασσικού αθλητισμού για τα παιδιά ηλικίας 10-13 ετών είναι η πολύπλευρη κινητική τους ανάπτυξη, μέσα από ασκησιολόγιο με παιγνιώδη χαρακτήρα, και η εκμάθηση βασικών κινητικών δεξιοτήτων από όλες τις κατηγορίες αγωνισμάτων – δρόμοι, άλματα, ρίψεις.

### 5.2.2 Διαδικασία

Ο αθλητικός χώρος όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις και το παρεμβατικό πρόγραμμα είναι ανοιχτή αθλητική εγκατάσταση – στάδιο αγωνιστικών προδιαγραφών (IAAF, 2014). Ο χώρος αυτός είναι αντιπροσωπευτικός του πραγματικού περιβάλλοντος στο οποίο εκτελείται η κινητική δεξιότητα (Rose, 1997).

Επειδή οι συμμετέχοντες είναι ανήλικοι, αρχικά ενημερώθηκαν οι γονείς τους για το σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας και ζητήθηκε γραπτή δήλωση συγκατάθεσης από αυτούς προκειμένου να συμμετάσχουν τα παιδιά τους στο ερευνητικό πρόγραμμα (Παράρτημα Α).

Όσον αφορά στη διαδικασία του ερευνητικού προγράμματος, πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις: μια αρχική μέτρηση (pre-test) πριν την έναρξη του παρεμβατικού προγράμματος και μια τελική μέτρηση (post-test) αφού ολοκληρώθηκε το παρεμβατικό πρόγραμμα (18<sup>η</sup> προπονητική συνάντηση).

Μετά την αρχική μέτρηση, οι 24 συμμετέχοντες – ουσες συγκροτήθηκαν με τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες – μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου. Τα παιδιά της πειραματικής ομάδας εντάχθηκαν σε ένα πρόγραμμα προπόνησης, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Μεταξύ των προπονητικών συναντήσεων μεσολαβούσε μια μέρα αποχής.

Κάθε προπονητική συνάντηση είχε διάρκεια 1 ώρα και 30 λεπτά (90 min) τα οποία κατανεμήθηκαν ως εξής:

- 20min: Προθέρμανση (1200-1600m συνεχόμενο τρέξιμο, δυναμικές διατάσεις, βασικές δρομικές ασκήσεις, επιταχύνσεις).
- 60min: Κύριο μέρος προπονητικής συνάντησης.
- 10min: Παιχνίδι μη σχετικό με το διδακτικό – προπονητικό περιεχόμενο, αποκατάσταση.

Η διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος ήταν 6 εβδομάδες, κατά τις οποίες πραγματοποιήθηκαν 18 προπονητικές συναντήσεις (3 προπονητικές συναντήσεις / εβδομάδα).

Πιο αναλυτικά, η αρχική μέτρηση πραγματοποιήθηκε ακριβώς πριν την έναρξη του παρεμβατικού προγράμματος. Και στις δύο μετρήσεις – αρχική και τελική - όλα τα παιδιά έκαναν ακριβώς την ίδια προετοιμασία (1200μ αργό συνεχόμενο τρέξιμο, διατάσεις, δρομικές ασκήσεις, 2 επιταχύνσεις 40μ) διάρκειας 20 λεπτών. Έπειτα, το κάθε παιδί εκτέλεσε από δύο δοκιμαστικές προσπάθειες – τρέξιμο και υπερπήδηση του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμποδίου. Στη συνέχεια εκτέλεσε 4 φορές τρέξιμο από την εκκίνηση μέχρι και την υπερπήδηση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου, με «υποκειμενικά» μέγιστη ένταση. Και οι 4 αυτές προσπάθειες βιντεοσκοπήθηκαν, και αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη μεταβλητότητα του μοντέλου μετακίνησης και οι κινηματικές παράμετροι που καθορίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνικής

της δεξιότητας. Επίσης, χρονομετρήθηκε η απόσταση του δρόμου χωρίς και με εμπόδια .

Μετά την αρχική μέτρηση, οι 24 συμμετέχοντες συγκροτήθηκαν με τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες – μια ομάδα ελέγχου (N=11) και μια πειραματική (N = 13) – και ξεκίνησε η εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος. Στην αρχική μέτρηση αξιολογήθηκαν 25 συμμετέχοντες, αλλά ένας συμμετέχοντας από την ομάδα ελέγχου δεν ήρθε στην τελική μέτρηση.

Οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας εντάχθηκαν σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα προπόνησης για 6 εβδομάδες. Σκοπός του προπονητικού προγράμματος ήταν η εκμάθηση – απόκτηση βασικών κινητικών δεξιοτήτων του δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια με κατεύθυνση την ανάπτυξη και εξέλιξη της συνολικής κίνησης ώστε να προσομοιάζει στο αγωνιστικό μοντέλο. Η υιοθέτηση μιας καλύτερης δρομικής προσέγγισης και η βελτιωμένη τεχνική κατά την υπερπήδηση του εμποδίου συνεπάγεται τη μεγαλύτερη εκδήλωση σταθερότητας στο κινητικό μοντέλο, μεταξύ των προσπαθειών, η οποία θα οδηγεί σε ένα καλύτερο κινητικό αποτέλεσμα / επίδοση.

Η ομάδα ελέγχου δεν δέχτηκε κάποια ειδική μορφή παρέμβασης. Οι νεαροί συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου συνέχισαν να γυμνάζονται πολύπλευρα στο πλαίσιο του προγράμματος προπόνησης που είχαν ενταχθεί, χωρίς ωστόσο να ασχοληθούν καθόλου στην προπόνηση τους με το αγώνισμα των εμποδίων.

Αφού ολοκληρώθηκε το παρεμβατικό πρόγραμμα, στην 19<sup>η</sup> προπονητική συνάντηση, πραγματοποιήθηκε η τελική μέτρηση.

Η κινητική δεξιότητα που αξιολογήθηκε αποτελεί μέρος του αγωνιστικού δρόμου με εμπόδια, και συγκεκριμένα το δρόμο από την εκκίνηση μέχρι και το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο. Σύμφωνα με τους κανονισμούς του αγωνίσματος για τη συγκεκριμένη ηλικιακή κατηγορία [Παμπαίδες – Παγκορασίδες Β (ΠΠ-ΠΚ Β)], το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο βρίσκεται σε μια απόσταση 19,5μ από τη γραμμή εκκίνησης. Η απόσταση αυτή αντιστοιχεί στην απόσταση όπου ολοκληρώνεται περίπου η φάση επιτάχυνσης και οι νεαροί αρχάριοι αθλητές (ηλικίας < 15 ετών) έχουν αναπτύξει τη μέγιστη τιμή της ταχύτητάς τους (Letzelter, 2006).

Βιντεοσκοπήθηκε και χρονομετρήθηκε μια συνολική απόσταση 22μ – 12μ από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο, 7.5μ η ενδιάμεση απόσταση μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμποδίου, 2.5μ μετά το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο μέχρι και την προσγείωση του 2<sup>ου</sup> ποδιού. Οι συγκεκριμένες αποστάσεις είναι αυτές που ορίζονται από τους επίσημους

κανονισμούς του αγωνίσματος για τη συγκεκριμένη ηλικιακή κατηγορία (ΠΠ – ΠΚ Β) (ΣΕΓΑΣ – Τεχνικές διατάξεις 2017). Επειδή οι συμμετέχοντες –ουσες στην παρούσα μελέτη ήταν 2<sup>η</sup> χρονιά στην αγωνιστική κατηγορία ΠΠ – ΠΚ Β και τα σωματομετρικά τους χαρακτηριστικά δεν διέφεραν σημαντικά, η ενδιάμεση απόσταση των εμποδίων που επιλέχτηκε για την αξιολογούμενη δεξιότητα ήταν αυτή που αντιστοιχεί στην απόσταση που τρέχουν τα αγόρια στο αγώνισμα 60μ με εμπόδια.

Υπεύθυνη τόσο για τη διαδικασία του ερευνητικού προγράμματος όσο και για την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος – προπονητική διαδικασία ήταν η ίδια προπονήτρια – Πτυχιούχος του ΣΕΦΑΑ Αθηνών, με πολυετή εμπειρία στην προπονητική διαδικασία αθλητών και αθλητριών των αναπτυξιακών κατηγοριών.

### **5.2.3 Παρεμβατικό πρόγραμμα**

Για τη διδασκαλία μιας εξειδικευμένης κινητικής δεξιότητας, όπως είναι ο δρόμος με εμπόδια, θα πρέπει πρώτα να αναπτυχθούν οι θεμελιώδεις κινητικές δεξιότητες που την απαρτίζουν – όπως το τρέξιμο, η ώθηση και η υπερπήδηση του εμποδίου (Gallahue & Ozmun, 1998). Για τη διαμόρφωση του παρεμβατικού προγράμματος, επιλέχθηκαν οι ασκήσεις που «εξυπηρετούν» την εκμάθηση – εξέλιξη και το συνδυασμό των βασικών κινητικών δεξιοτήτων του δρόμου με εμπόδια, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της δεξιότητας και τα «συστατικά» του συνδυασμού πληροφόρησης / αντίληψης – κίνησης που τη χαρακτηρίζουν.

Η αλληλουχία των κινητικών ενεργειών στο δρόμο με εμπόδια απαιτεί την εκμάθηση της αποτελεσματικής τεχνικής υπερπήδησης του εμποδίου, τη διαχείριση της απόστασης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο και τη διαχείριση – «κατάκτηση» των συγκεκριμένων ενδιάμεσων αποστάσεων των εμποδίων καθώς και του ύψους των εμποδίων. Η υιοθέτηση μιας καλύτερης δρομικής προσέγγισης και η βελτιωμένη τεχνική κατά την υπερπήδηση του εμποδίου συνεπάγεται την εκδήλωση μιας βελτιωμένης ικανότητας ρύθμισης του κινητικού μοντέλου, μεταξύ των προσπαθειών, η οποία θα οδηγεί σε ένα καλύτερο κινητικό αποτέλεσμα / επίδοση. Βελτιωμένη ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> εμποδίου συνεπάγεται βελτιωμένη ικανότητα των νεαρών αθλητών να προσαρμόζονται στους περιορισμούς της δεξιότητας με αποτέλεσμα:

- να προσεγγίζουν ένα «ιδανικό» - μη ορατό - σημείο απογείωσης πριν το εμπόδιο με υψηλή οριζόντια ταχύτητα,

- να προετοιμάζουν το σώμα για μια αποτελεσματική περίοδο στήριξης - προσγείωσης μετά από κάθε εμπόδιο, με καλή ισορροπία και με τη μικρότερη απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας / ταχύτητας κίνησης,
- να αποκτούν την «ιδανική» θέση του σώματος σε σχέση με το χώρο / απόσταση σε κάθε διασκελισμό (Σμυρνιώτου, 2005; Coh, 2003; Jarver, 1997).

Να σημειωθεί πως όταν χρησιμοποιείται ο όρος «υψηλή οριζόντια ταχύτητα» εννοείται η υποκειμενικά ιδανική υψηλή δρομική ταχύτητα με την οποία μπορεί να «κινηθεί αποδοτικά» ο κάθε ασκούμενος σε συγκεκριμένη απόσταση.

Το παρεμβατικό πρόγραμμα διαμορφώθηκε σύμφωνα με τις μεθοδικές αρχές που εφαρμόζονται κατά τη βασική φάση προπόνησης (Jarver, 1997, p. 37-41) με κατεύθυνση την εκμάθηση και εξέλιξη της τεχνικής των εμποδίων (Παράρτημα Β).

#### **5.2.4 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Το πειραματικό πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε στη συγκεκριμένη μελέτη είναι σύμφωνα με τα πρωτόκολλα που έχουν εφαρμοστεί μέχρι τώρα στις εργασίες που έχουν ασχοληθεί με την οπτική ρύθμιση σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν το στοιχείο της μετακίνησης προς ένα στόχο (Berg et al., 1994; Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay, 1988; Hay & Koh, 1988; Panteli et al., 2014; Panteli et al., 2016; Scott et al., 1997). Κατά μήκος του διαδρόμου, στον οποίο εκτελέστηκε η δεξιότητα, τοποθετήθηκαν λευκά σημάδια σε διαδοχικές αποστάσεις του 1μ το ένα από το άλλο - και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου - με σκοπό να υπολογιστεί η οριζόντια απόσταση μεταξύ πέλματος και εμποδίου (THD: toe – hurdle distance). Η φάση της δρομικής δραστηριότητας μέχρι και το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο βιντεοσκοπήθηκε με μια κάμερα υψηλής ανάλυσης (SONY HDR – SR10, Sony Corporation, Japan) με συχνότητα καταγραφής 50 οπτικά πεδία / δευτερόλεπτο. Η κάμερα αυτή πραγματοποίησε κινητή λήψη και τοποθετήθηκε σε μια απόσταση 15μ από το μέσο του διαδρόμου – στον οποίο εκτελέστηκε η κινητική δεξιότητα – και σε ύψος 5μ από το οριζόντιο επίπεδο, έτσι ώστε τα λευκά σημάδια και από τις δύο πλευρές του διαδρόμου να είναι ορατά. Η κάμερα εστίαζε στα πέλματα των συμμετεχόντων και κατέγραψε όλη την απόσταση της δρομικής δραστηριότητας μέχρι και το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο.

Χρησιμοποιήθηκαν άλλες δύο κάμερες – σταθερές – υψηλής ανάλυσης (Casio EXF1, Casio Computer Co. Ltd, Shibuya, Japan), με συχνότητα καταγραφής 300 οπτικά πεδία / δευτερόλεπτο. Η κάθε μια τοποθετήθηκε σε μια απόσταση 15μ από το διάδρομο με τον οπτικό της άξονα να είναι κάθετος στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο

αντίστοιχα. Η 1<sup>η</sup> σταθερή κάμερα κατέγραψε τους τρεις τελευταίους διασκελισμούς, τη φάση της ενεργητικής ώθησης και το διασκελισμό υπερπήδησης του 1<sup>ου</sup> εμποδίου. Αντίστοιχα, η 2<sup>η</sup> σταθερή κάμερα κατέγραψε τους τρεις ενδιάμεσους διασκελισμούς από το 1<sup>ο</sup> στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο, τη φάση της ενεργητικής ώθησης και το διασκελισμό υπερπήδησης του 2<sup>ου</sup> εμποδίου.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα κινηματικής ανάλυσης APAS 2010 (Ariel Dynamics Inc., Trabuco Canyon, CA). Για να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ πέλματος - εμποδίου (THD) για κάθε διασκελισμό σε κάθε προσπάθεια του κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο 5 σημείων. Ένα σημείο αντιστοιχεί στη μύτη του πέλματος τη στιγμή της τοποθέτησης και τα υπόλοιπα τέσσερα σημεία σχηματίζουν ένα ορθογώνιο περίγραμμα γύρω από τη μύτη του ποδιού. Η τυπική απόκλιση (TA) της απόστασης πέλματος – εμποδίου υπολογίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφουν οι Hay & Koh (1988). Σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφουν οι παραπάνω ερευνητές, απαιτείται ο προσδιορισμός της οριζόντιας απόστασης μεταξύ του πέλματος και της γραμμής που σχηματίζεται από τα δύο πλησιέστερα ψηφιοποιημένα σημεία (απόσταση μεταξύ πέλματος – σημείου) (toe-to-marker distance). Η απόσταση μεταξύ πέλματος – εμποδίου (THD) υπολογίζεται προσθέτοντας την απόσταση μεταξύ πέλματος – σημείου και την απόσταση μεταξύ σημείου – εμποδίου. Η εγκυρότητα της διαδικασίας για τον υπολογισμό των αποστάσεων πέλματος-σημείου και σημείου-εμποδίου αξιολογείται καταγράφοντας παπούτσια τοποθετημένα σε γνωστές – μετρημένες αποστάσεις κατά μήκος του διαδρόμου (Scott et al., 1997; Theodorou & Skordilis, 2012). Διαφορές της τάξεως του  $\pm 1\text{cm}$  μεταξύ της ψηφιοποιημένης απόστασης και της πραγματικής απόστασης παπουτσιού-εμποδίου θεωρούνται αποδεκτές (Hay & Koh, 1988; Lee et al., 1982; Scott et al., 1997).

Όσον αφορά στις βιντεοσκοπημένες προσπάθειες από τις σταθερές κάμερες, για την ψηφιοποίηση χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο 22 ανατομικών σημείων του σώματος (μύτη του πέλματος, 5<sup>ο</sup> μετατάρσιο, φτέρνα, αστράγαλος, γόνατο, ισχίο, ώμος, αγκώνας, καρπός, 5<sup>ο</sup> μετακάρπιο - και στις δύο πλευρές του σώματος, 7<sup>ος</sup> αυχενικός σπόνδυλος και η κορυφή του κεφαλιού) το οποίο ορίζεται σε κάθε οπτικό πεδίο (frame). Οι συντεταγμένες του ΚΒΣ υπολογίστηκαν για κάθε οπτικό πεδίο σύμφωνα με τα ανατομικά δεδομένα της έρευνας του Dempster (1995). Για την ομαλοποίηση της ψηφιοποίησης χρησιμοποιήθηκε ένα 2<sup>ο</sup> βαθμού κατωδιαβατό φίλτρο Butterworth (second-order low-pass Butterworth filter) με συχνότητα

αποκοπής από 6.2 έως 11.2 Hz. Για την εγκυρότητα των αναλύσεων χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο της έρευνας του Winter (1990).

Ένας διασκελισμός ορίζεται ως ο χρόνος και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών στηρίξεων (Bradshaw & Aisbett, 2006; Hay & Nohara, 1990). Το μήκος διασκελισμού ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων στήριξης και υπολογίζεται μέσω της αφαίρεσης δύο διαδοχικών αποστάσεων πέλματος – βαλβίδας (toe-board distance) (Berg & Greer, 1995). Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κατά την τοποθέτηση στον τελευταίο διασκελισμό (VXtd) μετρήθηκε τη στιγμή της τοποθέτησης του ποδιού στο έδαφος (τη στιγμή της πρώτης επαφής (first frame) του ποδιού με το έδαφος). Η οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VXto και VYto) μετρήθηκαν τη στιγμή της τελευταίας επαφής του πέλματος στο έδαφος πριν την ενεργητική ώθηση (Berg & Greer, 1995; Hay, Miller, & Cantera, 1986). Η ταχύτητα απογείωσης είναι η συνισταμένη της οριζόντιας και κατακόρυφης ταχύτητας τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης και υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:  $V_{to} = \sqrt{VX_{to}^2 + VY_{to}^2}$

Η γωνία απογείωσης προσδιορίζεται από την οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα του ΚΒΣ τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης και υπολογίζεται με την εξίσωση:

$$\Theta(to) = \tan^{-1}[VY_{to} / VX_{to}]$$

Το μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου (hurdle clearance distance) ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση που καλύπτεται από το σημείο της ενεργητικής ώθησης (τελευταία στήριξη πριν το εμπόδιο) μέχρι και το σημείο προσγείωσης μετά το εμπόδιο (στιγμή πρώτης στήριξης), και υπολογίζεται από το άθροισμα των επιμέρους αυτών αποστάσεων. Η απόσταση ώθησης – απογείωσης (takeoff distance) ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση που καλύπτεται από το σημείο της ενεργητικής ώθησης (τελευταία στήριξη πριν από το εμπόδιο) μέχρι και την κάθετη προβολή του πήγης του εμποδίου. Η διάρκεια της φάσης πτήσης κατά την υπερπήδηση του εμποδίου (hurdle clearance time) ορίζεται ως ο χρόνος περάσματος του εμποδίου από τη στιγμή της τελευταίας στήριξης του ποδιού ώθησης πριν το εμπόδιο μέχρι και τη στιγμή πρώτης στήριξης του ποδιού πρωτοπορίας μετά το εμπόδιο.

### 5.2.5 Στατιστική ανάλυση

Οι τιμές των συνεχών μεταβλητών παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας των αριθμό των συμμετεχόντων (N), την μέση τιμή, τυπική απόκλιση, διάμεσο και ενδοτεταρτημοριακό εύρος (σε περίπτωση που τα δεδομένα δεν ακολουθούν



κανονική κατανομή). Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων έγινε χρησιμοποιώντας το Shapiro Wilks test.

Χρησιμοποιήθηκε το μικτό μοντέλο της ανάλυσης διακύμανσης κατά 2 παράγοντες, την παρέμβαση (control - experimental group) και τον χρόνο (πριν την παρέμβαση – μετά την παρέμβαση) για τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης των 2 παραγόντων και την σύγκριση των απόλυτων τιμών των μεταβλητών ανάμεσα στις ομάδες σε κάθε χρονική εκτίμηση.

Για την διαχρονική σύγκριση των μεταβλητών ανά ομάδα (pre vs post) χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση τ-τεστ κατά ζεύγη.

Για να αξιολογηθούν οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις ομάδες διαχρονικά, υπολογίστηκε η ποσοστιαία μεταβολή των μεταβλητών από την κατάσταση πριν την παρέμβαση σε αυτή μετά. Οι συγκρίσεις των ποσοστιαίων αυτών μεταβολών των μεταβλητών ανάμεσα στις ομάδες πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το τ-τεστ για ανεξάρτητα δείγματα και σε περίπτωση που δεν ικανοποιήθηκαν οι προϋποθέσεις της κανονικής κατανομής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney test .

Το μοντέλο ανάλυσης συνδιακύμανσης (Analysis of Covariance) χρησιμοποιήθηκε για την σύγκριση των απόλυτων τιμών των μεταβλητών στην κατάσταση μετά την παρέμβαση, ανάμεσα στις 2 ομάδες, προσαρμόζοντας παράλληλα και την τιμή των μεταβλητών πριν την παρέμβαση ώστε να υπάρχει έλεγχος της επίδρασης τυχόν διαφορών πριν την παρέμβαση στις 2 ομάδες.

Για τη σύγκριση των μεταβλητών μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμποδίου, ανά ομάδα, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση τ-τεστ για εξαρτημένα δείγματα.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS vr 21.00 (IBM Corporation, Somers, NY, USA). Όλα τα τεστ είναι διπλής κατεύθυνσης (two-sided). Η τιμή p-value <0.05 καθορίστηκε σαν επίπεδο στατιστικά σημαντικής διαφοράς, επίσης καταγράφονται και οι οριακές στατιστικά σημαντικές διαφορές (0.05<P<0.1).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 5.3.1 Μοντέλο μετακίνησης και μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων κατά την προσέγγιση των δύο πρώτων εμποδίων

Στην αρχική μέτρηση, και οι δύο ομάδες παρουσίασαν ένα μοντέλο φόρας / μετακίνησης με 8 διασκελισμούς για να διανύσουν την απόσταση των 12μ από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο. Όσον αφορά στη μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου, και οι δύο ομάδες παρουσίασαν μια αρχικά ανοδική τάση στις τιμές της τυπικής απόκλισης (TA) της απόστασης πέλματος – εμποδίου, η οποία ακολουθήθηκε από μια μείωση στη μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων στους τελευταίους διασκελισμούς πριν το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο, υποδεικνύοντας τη χρήση / εφαρμογή ενός οπτικού τρόπου ελέγχου του μοντέλου μετακίνησης (Γράφημα 6, 7).

Για τους συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου, η τιμή της μέσης μέγιστης TA της απόστασης πέλματος – εμποδίου είναι 29.03cm ( $\pm 36.73$ ) και καταγράφηκε στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό (ή 5<sup>η</sup> φάση στήριξης) πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 7m ( $\pm 67.21$ cm) από αυτό. Για την πειραματική ομάδα, η τιμή της μέσης μέγιστης TA είναι 21.92cm ( $\pm 33.00$ ) και καταγράφηκε επίσης στον 4<sup>ο</sup> διασκελισμό (ή 5<sup>η</sup> φάση στήριξης) πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 7.16m ( $\pm 69.89$ cm) από αυτό (πίνακας 1).

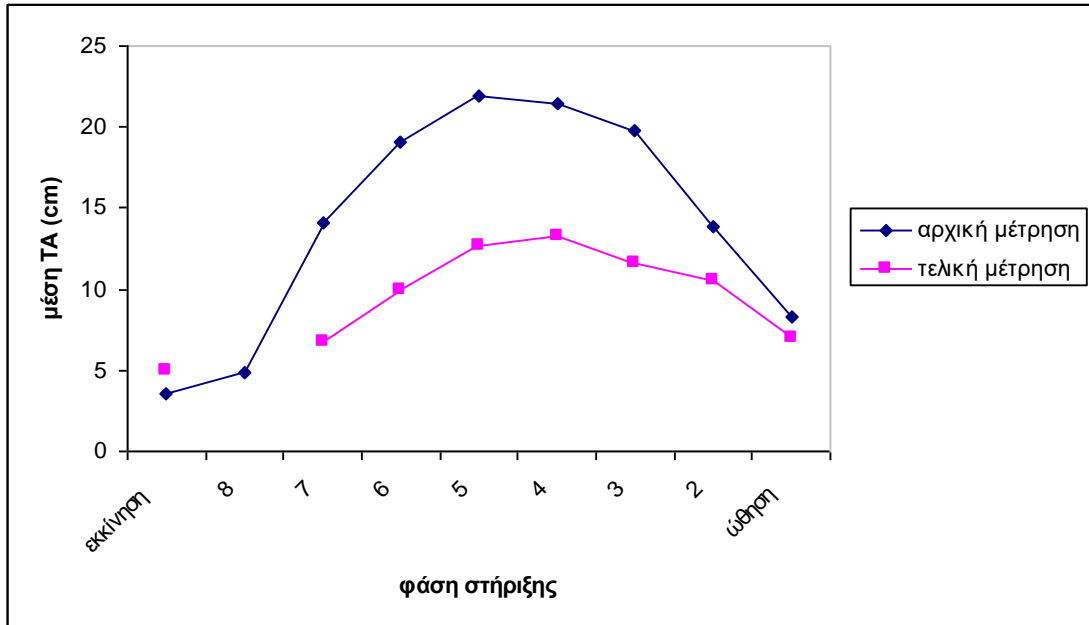
Κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου, οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων εκδήλωσαν ένα μοντέλο μετακίνησης με 3 ή 4 διασκελισμούς για να καλύψουν την απόσταση των 7.5μ (απόσταση μεταξύ των 2 εμποδίων) (Γράφημα 8, 9). Για την ομάδα ελέγχου, η τιμή της μέσης μέγιστης TA είναι 11.48cm ( $\pm 11.03$ ) και καταγράφηκε στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 3.37m ( $\pm 37.95$ cm) από αυτό. Για την πειραματική ομάδα, η τιμή της μέσης μέγιστης TA είναι 19.93cm ( $\pm 19.69$ ) και καταγράφηκε στον προτελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 1.62m ( $\pm 36.50$ cm) από αυτό (πίνακας 1).

Στην τελική μέτρηση, οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας διένυσαν την απόσταση των 12μ - από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο - με 7 διασκελισμούς (Γράφημα 6), ενώ οι συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου διένυσαν την ίδια απόσταση με ένα μοντέλο 8 διασκελισμών όπως και στην αρχική μέτρηση (Γράφημα 7).

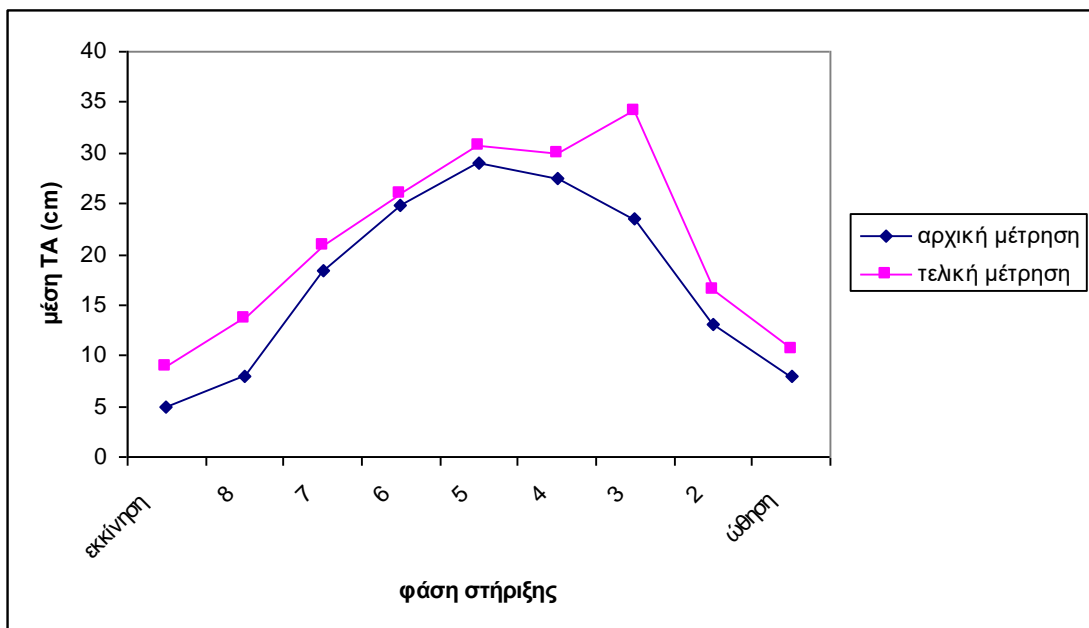
Όσον αφορά στη μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων κατά τη φάση προσέγγισης του 1<sup>ου</sup> εμποδίου, παρατηρήθηκε ένα παρόμοιο μοντέλο μεταβλητότητας (ανοδική – καθοδική τάση των τιμών της TA της απόστασης πέλματος – εμποδίου) και για τις δύο ομάδες. Ωστόσο, η έναρξη του οπτικού ελέγχου ξεκίνησε πιο κοντά στο εμπόδιο σε σχέση με την αρχική μέτρηση, στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό (4<sup>η</sup> φάση στήριξης) πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 6.36m ( $\pm 21.34\text{cm}$ ) από αυτό για την πειραματική ομάδα και στον προτελευταίο διασκελισμό (3<sup>η</sup> φάση στήριξης) πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 4.40m ( $\pm 41.73\text{cm}$ ) από αυτό για την ομάδα ελέγχου.

Όσον αφορά στην τιμή της μέσης μέγιστης TA της απόστασης πέλματος – εμποδίου καθώς και στην τιμή της μεταβλητότητας στον τελευταίο διασκελισμό παρατηρήθηκε μια τάση με χαμηλότερες τιμές για την πειραματική ομάδα ( $13.31 \pm 6.03\text{cm}$  και  $6.96 \pm 3.28\text{cm}$  αντίστοιχα) τόσο σε σχέση με την αρχική μέτρηση όσο και σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $34.21 \pm 27.57\text{cm}$  και  $10.60 \pm 5.24\text{cm}$  αντίστοιχα).

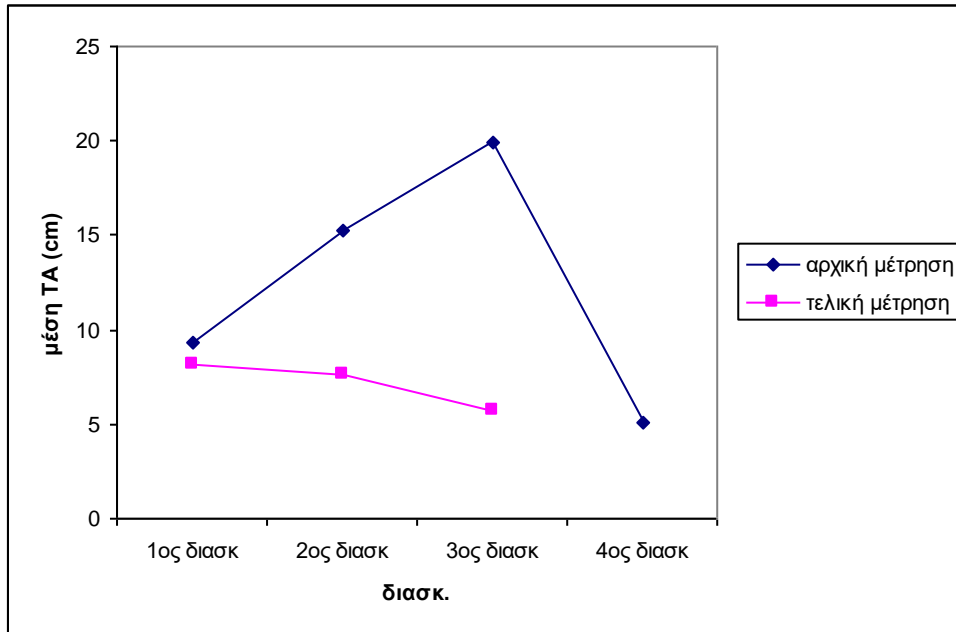
Κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου, οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων εκδήλωσαν ένα μοντέλο μετακίνησης με 3 διασκελισμούς για να διανύσουν την ενδιάμεση απόσταση των 7,5μ (Γράφημα 8, 9). Για τους συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας καταγράφηκε μια τάση για χαμηλότερη τιμή της μέσης μέγιστης TA της απόστασης πέλματος – εμποδίου ( $8.15\text{cm} \pm 5.35$ ) στον 3<sup>ο</sup> διασκελισμό πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 4.87m ( $\pm 19.58\text{cm}$ ) από αυτό συγκριτικά τόσο με την αρχική μέτρηση όσο και με την ομάδα ελέγχου ( $10.88\text{cm} \pm 11.39$ ). Η μεγαλύτερη αυτή τιμή της μεταβλητότητας για την ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε στον προτελευταίο διασκελισμό πριν το εμπόδιο και σε μια απόσταση 3.30m ( $\pm 31.17\text{cm}$ ) από αυτό. Επίσης, η τιμή της μεταβλητότητας στον τελευταίο διασκελισμό πριν το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο εμφανίζει την τάση να είναι μικρότερη για την πειραματική ομάδα ( $5.74\text{cm} \pm 2.09$ ) συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ( $9.34\text{cm} \pm 10.12$ ) (Πίνακας 1).



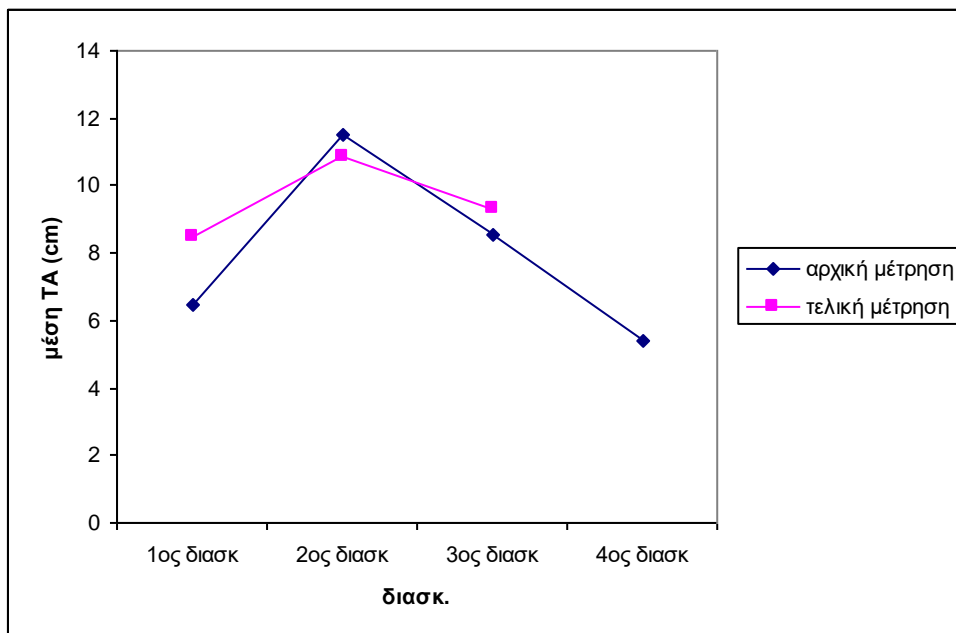
**Γράφημα 6.** Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου, για την πειραματική ομάδα.



**Γράφημα 7.** Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου, για την ομάδα ελέγχου.



**Γράφημα 8.** Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου, για την πειραματική ομάδα.



**Γράφημα 9.** Μεταβλητότητα της τοποθέτησης των πελμάτων κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου, για την ομάδα ελέγχου.

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικά μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων, στο 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> εμπόδιο

		1 <sup>ο</sup> εμπόδιο		2 <sup>ο</sup> εμπόδιο	
		Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση
Πειραματική ομάδα	Μέση μέγιστη ΤΑ (cm)	21,92 ±33,00	13,31 ±6,03	19,93 ±19,69	8,15 ±5,35
	Διασκ. μέσης μέγιστης ΤΑ	4ος	3ος	προτελευταίος	3ος
	Απόσταση (m) μέσης μέγιστης ΤΑ	7,16 ±0,70	6,36 ±0,21	1,62 ±0,37	4,87 ±0,20
	Μεταβλητότητα τελευταίου διασκ. (cm)	8,30 ±4,51	6,96 ±3,28	5,04 ±2,55	5,74 ±2,09
		Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση
Ομάδα ελέγχου	Μέση μέγιστη ΤΑ (cm)	29,03 ±36,73	34,21 ±27,57	11,48± 11,03	10,88 ±11,39
	Διασκ. μέσης μέγιστης ΤΑ	4ος	προτελευταίος	3ος	προτελευταίος
	Απόσταση (m) μέσης μέγιστης ΤΑ	7 ±0,67	4,40 ±0,42	3,37 ±0,38	3,30 ±0,31
	Μεταβλητότητα τελευταίου διασκ. (cm)	7,99 ±5,41	10,60 ±5,24	5,37 ±2,18	9,34 ±10,12

### 5.3.2 Χαρακτηριστικά τεχνικής εκτέλεσης κατά την προσέγγιση των δύο εμποδίων

Αξιολογώντας τα κινηματικά χαρακτηριστικά κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου στην τελική μέτρηση, τα αποτελέσματα της ANCOVA έδειξαν μια σημαντικά μεγαλύτερη τιμή της οριζόντιας ταχύτητας κατά την τοποθέτηση (VX<sub>td</sub>) για τους συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ( $p < 0.001$ ). Οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας ανέπτυξαν στην τελική μέτρηση υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης κατά 6,45% ( $p = 0.001$ ). Παρόμοιο αποτέλεσμα εμφανίζεται και για τη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VX<sub>to</sub>), με την πειραματική ομάδα να παρουσιάζει σημαντικά υψηλότερη τιμή της μεταβλητής αυτής σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $p < 0.001$ ). Οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν στην τελική μέτρηση σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση της οριζόντιας ταχύτητας τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης κατά 13,20% ( $p = 0.008$ ) (πίνακας 2, 3).

Αξιολογώντας την κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VY<sub>to</sub>), παρά το ότι οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας ανέπτυξαν στην τελική μέτρηση χαμηλότερη κατακόρυφη ταχύτητα κατά 9,64%, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (πίνακας 2, 3).

Η οριζόντια και η κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης προσδιορίζουν την ταχύτητα απογείωσης του ΚΒΣ (V<sub>to</sub>) και τη γωνία απογείωσης (Angle takeoff). Και για τις δύο μεταβλητές παρατηρείται μια τάση για στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση, με τους συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας να διαπερνούν το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο με υψηλότερη ταχύτητα απογείωσης και μικρότερη γωνία απογείωσης, σε σχέση με τους συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου (πίνακας 2).

Ως αποτέλεσμα της ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης, οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν στην τελική μέτρηση μια σημαντικά μεγαλύτερη απόσταση απογείωσης (takeoff distance) ( $p = 0.009$ ), ένα σημαντικά μεγαλύτερο μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου (hurdle clearance distance) ( $p = 0.011$ ) και μία σημαντικά μικρότερη διάρκεια φάσης πτήσης (hurdle clearance time) κατά την υπερπήδηση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου ( $p = 0.012$ ), συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (πίνακας 2).

Παρόμοια μεταβολή εμφανίζουν οι παράμετροι της ταχύτητας και κατά την υπερπήδηση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου. Όσον αφορά στις μεταβλητές οριζόντια ταχύτητα κατά την τοποθέτηση (VXtd) και οριζόντια ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VXto) παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση, με την πειραματική ομάδα να εμφανίζει σημαντικά υψηλότερες τιμές οριζόντιας ταχύτητας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $p < 0.001$ ). Οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν, ως αποτέλεσμα της παρέμβασης, μια σημαντική ποσοστιαία αύξηση της οριζόντιας ταχύτητας τόσο κατά την τοποθέτηση όσο και κατά την ενεργητική ώθηση στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο, της τάξεως του 5,69% ( $p = 0.006$ ) και 9,64% ( $p = 0.031$ ) αντίστοιχα, σε σχέση με την αρχική μέτρηση (πίνακας 2, 3).

Κατά την υπερπήδηση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου στην τελική μέτρηση, οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας ώθησαν σημαντικά πιο μακριά πίσω από το εμπόδιο ( $p = 0.041$ ), διαπέρασαν το εμπόδιο με σημαντικά μεγαλύτερη ταχύτητα απογείωσης (Vto) ( $p = 0.015$ ) και με μικρότερη γωνία απογείωσης (Angle takeoff) ( $p = 0.086$  τάση για σημαντικότητα) σε σχέση με τους συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου (πίνακας 2, 3).

Αξιολογώντας το συντελεστή τεχνικής επιδεξιότητας (technique index) κατά την εκτέλεση –απόδοση της συνολικής απόστασης των 22μ με δύο εμπόδια, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση ( $p = 0.001$ ). Για τους νεαρούς αθλητές της πειραματικής ομάδας, η τιμή του συντελεστή τεχνικής επιδεξιότητας μειώθηκε σημαντικά κατά 8,47% ( $p = 0.001$ ) υποδεικνύοντας μια σημαντική βελτίωση στη συνολική απόδοση – εκτέλεση του δρόμου με εμπόδια (πίνακας 2, 3).



**Πίνακας 2.** Προσαρμοσμένες μέσες τιμές των κινηματικών χαρακτηριστικών και για τα δύο εμπόδια στην τελική μέτρηση, και για τις δύο ομάδες.

Μεταβλητή	Προσαρμοσμένη μέση τιμή στην τελική μέτρηση		Μέση διαφορά	p-value
	Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα		
<b>1<sup>ο</sup> εμπόδιο</b>				
VXtd (m· s <sup>-1</sup> )	6.16 ±0.07	6.67 ±0.06	0.51	<0.001
VXto (m· s <sup>-1</sup> )	4.94 ±0.10	5.70 ±0.09	0.76	<0.001
VXloss(m· s <sup>-1</sup> )	-1.19 ±0.09	-0.98 ±0.09	-0.20	0.119
VYto (m· s <sup>-1</sup> )	4.22 ±0.28	3.93 ±0.25	-0.29	0.448
Vto (m· s <sup>-1</sup> )	6.55 ±0.15	6.96 ±0.14	0.41	0.066
Angle takeoff (°)	40.11 ±2.13	34.30 ±1.96	-5.81	0.058
Takeoff distance (cm)	121.51 ±5.14	141.78 ±4.72	20.27	0.009
Hurdle clearance distance (cm)	261.46 ±5.63	282.67 ±5.17	21.22	0.011
Hurdle clearance time (s)	0.476 ±0.01	0.442 ±0.01	-0.033	0.012
<b>2<sup>ο</sup> εμπόδιο</b>				
VXtd (m· s <sup>-1</sup> )	5.92 ±0.07	6.40 ±0.07	0.49	<0.001
VXto (m· s <sup>-1</sup> )	4.78 ±0.11	5.39 ±0.10	0.61	<0.001
VXloss(m· s <sup>-1</sup> )	-1.12 ±0.08	-1.03 ±0.07	-0.10	0.417
VYto (m· s <sup>-1</sup> )	4.27 ±0.19	4.38 ±0.18	0.11	0.675
Vto (m· s <sup>-1</sup> )	6.41 ±0.16	6.97 ±0.15	0.56	0.015
Angle takeoff (°)	41.86 ±1.28	38.73 ±1.18	-3.13	0.086
Takeoff distance (cm)	135.16 ±4.34	147.99 ±4.00	12.82	0.041
Hurdle clearance distance (cm)	260.05 ±4.57	267.00 ±4.20	6.95	0.277
Hurdle clearance time (s)	0.478 ±0.013	0.453 ±0.012	-0.024	0.182
Technique index	0.954 ±0.013	0.882 ±0.012	-0.07	0.001

**Πίνακας 3.** Ποσοστιαία μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών από την αρχική στην τελική μέτρηση, και για τις δύο ομάδες.

Μεταβλητή	Ποσοστιαία μεταβολή (%)		Μέση διαφορά (%)	p-value
	Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα		
<b>1<sup>ο</sup> εμπόδιο</b>				
VXtd (m· s <sup>-1</sup> )	0.05 ±5.22	6.45 ±2.96	6.40	0.001
VXto (m· s <sup>-1</sup> )	1.25 ±8.03	13.20 ±11.32	11.95	0.008
VXloss(m· s <sup>-1</sup> )	3.01 ±33.78	-13.81 ±34.18	-16.82	0.240
VYto (m· s <sup>-1</sup> )	-1.49 ±22.34	-9.64 ±22.54	8.16	0.385
Vto (m· s <sup>-1</sup> )	0.79 ±13.24	3.67 ±7.16	2.88	0.505
Angle takeoff (°)	-3.04 ±11.79	-15.08 ±20.12	12.34	0.095
Takeoff distance (cm)	6.36 ±29.10	20.63 ±22.20	14.26	0.187
Hurdle clearance distance (cm)	0.77 ±11.59	7.10 ±9.17	6.36	0.150
Hurdle clearance time (s)	-1.76 ±3.73	-8.61 ±7.60	-6.85	0.010
<b>2<sup>ο</sup> εμπόδιο</b>				
VXtd (m· s <sup>-1</sup> )	-0.19 ±4.71	5.69 ±4.73	5.87	0.006
VXto (m· s <sup>-1</sup> )	0.71 ±7.69	9.64 ±10.69	8.93	0.031
VXloss(m· s <sup>-1</sup> )	-1.24 ±27.50	-8.61 ±21.09	-7.37	0.743
VYto (m· s <sup>-1</sup> )	8.40 ±30.07	7.40 ±30.00	-1.00	0.936
Vto (m· s <sup>-1</sup> )	2.46 ±14.17	7.67 ±15.08	5.22	0.395
Angle takeoff (°)	4.89 ±15.73	-1.90 ±17.90	-6.80	0.339
Takeoff distance (cm)	8.91 ±39.75	11.40 ±19.51	2.49	0.843
Hurdle clearance distance (cm)	2.91±14.16	3.00 ±10.47	0.09	0.985
Hurdle clearance time (s)	-0.08 ±4.88	-5.03±12.11	-4.96	0.218
Technique index	-0.92 ±2.73	-8.47 ±5.69	-7.55	0.001

### 5.3.3 Μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμπόδιου, στην τελική μέτρηση.

Παρατηρώντας τη μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών ανάμεσα στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο, για την ομάδα ελέγχου, φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά για τις μεταβλητές: οριζόντια ταχύτητα κατά την τοποθέτηση (Vxtd) ( $p < 0.001$ ), οριζόντια ταχύτητα κατά την ενεργητική ώθηση (Vxto) ( $p = 0.008$ ) και οριακά για τη μεταβλητή απόσταση ώθησης - απογείωσης (takeoff distance) ( $p = 0.060$ ) (πίνακας 4).

**Πίνακας 4.** Σύγκριση των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμπόδιου, στην τελική μέτρηση, για την ομάδα ελέγχου.

	εμπόδιο 1		εμπόδιο 2		Μέση διαφορά	95%ΔΕ	p-value	
	Μέση τιμή	T.A.	Μέση τιμή	T.A.				
Vxtd	6,08	0,37	5,85	0,31	,23	,13	,32	<0.001
Vxto	4,89	0,44	4,72	0,35	,17	,05	,28	0.008
Vxloss	-1,19	0,31	-1,13	0,28	-,06	-,20	,08	0.344
Vyto	4,19	0,87	4,26	0,53	-,07	-,65	,51	0.785
Vto	6,48	0,59	6,37	0,47	,11	-,25	,46	0.518
Angle takeoff	40,17	6,90	41,91	3,79	-1,74	-6,06	2,59	0.392
TOD	121,41	19,46	135,06	13,15	-13,65	-28,00	0,70	0.060
HCD	260,60	24,51	259,41	16,16	1,19	-14,88	17,26	0.872
HCT	0,475	0,04	0,478	0,03	-0,002	-0,03	0,03	0.854

Παρατηρώντας τη μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών ανάμεσα στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο, για την πειραματική ομάδα, φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά για τις μεταβλητές: οριζόντια ταχύτητα κατά την τοποθέτηση (Vxtd) (p=0.001), οριζόντια ταχύτητα κατά την ενεργητική ώθηση (Vxto) (p=0.002), ταχύτητα απογείωσης (Vyto) (p=0.061 οριακά), γωνία απογείωσης (Angle takeoff) (p=0.017), απόσταση ώθησης – απογείωσης (takeoff distance) (p=0.010) και μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου (hurdle clearance distance) (p<0.0001) (πίνακας 5).

**Πίνακας 5.** Σύγκριση των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμποδίου, στην τελική μέτρηση, για την πειραματική ομάδα.

	εμπόδιο 1		εμπόδιο 2		Μέση διαφορά	95%ΔΕ		p-value
	Μέση τιμή	T.A.	Μέση τιμή	T.A.				
Vxtd	6,73	0,18	6,46	0,24	,27	,14	,40	0.001
Vxto	5,74	0,35	5,43	0,40	,31	,13	,48	0.002
Vxloss	-1,00	0,30	-1,03	0,32	,04	-,14	,22	0.628
Vyto	3,96	0,97	4,38	0,74	-,42	-,87	,02	0.061
Vto	7,03	0,55	7,00	0,63	,02	-,22	,26	0.842
Angle takeoff	34,25	7,14	38,68	4,59	-4,43	-7,91	-,95	0.017
TOD	141,87	17,20	148,08	15,06	-6,21	-10,66	-1,76	0.010
HCD	283,40	18,55	267,54	17,12	15,86	10,60	21,11	<0.0001
HCT	0,442	0,04	0,453	0,05	-0,01	-0,04	0,02	0.432

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η δυναμική των κινητικών δεξιοτήτων απαιτεί την ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται και να προσαρμόζεται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και περιβάλλοντα (Chohan, 2008). Οι διαφορετικές συμπεριφορές και ενέργειες δεν εξαρτώνται μόνο από το άτομο που τις εκδηλώνει, αλλά και από το περιβάλλον μέσα στο οποίο συμβαίνουν (Gibson & Pick, 2000; Williams et al., 1999). Σε ένα αθλητικό - αγωνιστικό περιβάλλον, ο τρόπος εκτέλεσης μιας κινητικής δεξιότητας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος, καθώς και από τον αποτελεσματικό συνδυασμό «αντίληψης – κίνησης» (Brymer & Renshaw, 2010; Panteli et al., 2016).

Αυτή η συμπεριφορά η οποία προκύπτει από τη συνεχή αλληλεπίδραση των μοναδικών ατομικών περιορισμών με τους περιορισμούς της δεξιότητας και του περιβάλλοντος απόδοσης (Davids, Chow, & Shuttleworth, 2005; Newell, 1986) επιτρέπει στον ασκούμενο να ανακαλύψει λειτουργικά και αποτελεσματικά κινητικά μοντέλα κατά την εκτέλεση δεξιοτήτων προσέγγισης στόχου (Moy, Renshaw, & Davids, 2016).

### **5.4.1 Εφαρμογή του «μοντέλου περιορισμών» στην εκμάθηση του δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια.**

Ο δρόμος με αγωνιστικά εμπόδια είναι μια σύνθετη κινητική δεξιότητα, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλούς χωρό – χρονικούς περιορισμούς (Hay & Schoebel, 1990). Η δεξιότητα αυτή εκτελείται σε ένα «κλειστό» περιβάλλον απόδοσης και περιλαμβάνει τρέξιμο με υψηλή ταχύτητα προς διαδοχικούς στόχους – εμπόδια συγκεκριμένου ύψους τοποθετημένα σε συγκεκριμένες αποστάσεις. Η ανάγκη για τοποθέτηση του ποδιού ώθησης σε ένα μη προσδιορισμένο ορατό σημείο, με ακρίβεια, ταχύτητα και κατάλληλους μηχανισμούς, με σκοπό τη διαμόρφωση προϋποθέσεων για τη σωστή υπερπήδηση του εμποδίου δημιουργεί σημαντικές απαιτήσεις στον αθλητή (Hay & Schoebel, 1990).

Η τοποθέτηση των εμποδίων σε ένα αγωνιστικό περιβάλλον απόδοσης – σε ένα διάδρομο πλάτους 1,20μ στο στίβο, δεξιά και αριστερά του οποίου υπάρχουν ίδιες διαδρομές με ίδια χαρακτηριστικά επιφάνειας – και η απουσία μιας μη προσδιορισμένης περιοχής στόχου τοποθέτησης του ποδιού ώθησης στο έδαφος (σημείο ώθησης) δημιουργούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της δεξιότητας και

απαιτήσεις εκτέλεσης της κατά την ολοκλήρωση της φάσης τρεξίματος, τα οποία επηρεάζουν την οπτικά καθοδηγούμενη συμπεριφορά (Witt et al., 2007) και τη ρύθμιση των διασκελισμών κατά τη μετακίνηση (Bradshaw & Aisbett, 2006; Davids et al., 2002; Dallas & Theodorou, 2018; Panteli et al., 2016; Renshaw & Davids, 2006). Οι εμποδιστές υψηλού επιπέδου διανύουν την απόσταση από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο με μέγιστη οριζόντια ταχύτητα και με ένα μοντέλο 7 ή 8 διασκελισμών, στη συνέχεια τοποθετούν ενεργητικά το πόδι ώθησης και ωθούν από ένα μη προσδιορισμένο σημείο ώθησης, διαπερνούν το εμπόδιο με έναν χαμηλής τροχιάς πτήσης / οριζόντιο και γρήγορο διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια οριζόντιας ταχύτητας, και ακολουθεί η αποτελεσματική μετάβαση από το διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου στο δρόμο ταχύτητας (sprinting) (Σμυρνιώτου, 2005; Jarver, 1997). Το μοντέλο τρεξίματος μεταξύ των εμποδίων και ο ρυθμός των 3 ενδιάμεσων διασκελισμών επηρεάζει επίσης την τεχνική υπερπήδησης του εμποδίου και τη συνολική απόδοση της δεξιότητας (Coh, 2003).

Η αντικειμενική φύση του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με τα ατομικά χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου δημιουργούν διαφορετικές αντιλήψεις και δυνατότητες για ενέργειες / κινήσεις (affordances) (Brymer & Renshaw, 2010). Από τα αρχικά στάδια μάθησης, οι εμπειρίες εξάσκησης / προπόνησης θα πρέπει να έχουν ως στόχο τη διαμόρφωση «ευέλκτων» και προσαρμόσιμων αθλητών ως προς τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος. Αυτή η προσέγγιση η οποία βασίζεται στο «μοντέλο περιορισμών» (constraints – led model) ενθαρρύνει τη δημιουργία αντιπροσωπευτικών περιβαλλόντων μάθησης / εξάσκησης τα οποία περιέχουν όλες τις απαραίτητες πηγές πληροφόρησης του «πραγματικού» περιβάλλοντος εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας (Pinder, Renshaw, & Davids, 2009). Η σύνθετη κινητική δεξιότητα του δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια θα μπορούσε να απλοποιηθεί τροποποιώντας τους περιορισμούς της δεξιότητας όπως το ύψος και τις ενδιάμεσες αποστάσεις των εμποδίων, καθώς και τροποποιώντας τα συστατικά του κινητικού μοντέλου στο σύνολό του (κίνηση 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ποδιού), διατηρώντας ωστόσο τη σύνδεση των επιμέρους κινήσεων / συστατικών με τις σημαντικές πηγές πληροφόρησης (Moy et al., 2016; Renshaw, Chow, Davids, & Hammond, 2009). Με αυτό τον τρόπο, οι ασκούμενοι θα μπορούσαν να συντονίσουν τις κινήσεις τους (π.χ. πέρασμα από το πλάι του εμποδίου μόνο του 1<sup>ου</sup> ή του 2<sup>ου</sup> ποδιού) με τις πηγές πληροφόρησης που υπάρχουν στο περιβάλλον απόδοσης (π.χ. απόσταση από το

εμπόδιο και δρομική ταχύτητα). Η εξάσκηση του δρόμου μεταξύ των εμποδίων σε μικρότερες ή μεγαλύτερες αποστάσεις από την αγωνιστική δημιουργεί διαφορετικές αντιλήψεις σε σχέση με τη θέση του σώματος στο χώρο και την ταχύτητα προσέγγισης, καθώς και απαιτήσεις για ικανότητα ρύθμισης του μοντέλου μετακίνησης. Επίσης, η εξάσκηση σε εμπόδια διαφορετικού ύψους δημιουργεί διαφορετικές αντιλήψεις για την ανύψωση των μελών του σώματος κατά την υπερπήδηση του εμποδίου καθώς και για τη μετάβαση από το διασκελισμό υπερπήδησης στη δρομική κίνηση. Οι διαφορετικές αυτές αντιλήψεις που μπορούν να δημιουργηθούν κατά την εξάσκηση της δεξιότητας και οι δυνατότητες που προκύπτουν για ενέργειες / κινήσεις εμπλουτίζουν τους ασκούμενους με εμπειρίες και γνώσεις σε σχέση με την εκτέλεση της δεξιότητας και τους καθιστούν περισσότερο ικανούς να ρυθμίζουν το κινητικό τους μοντέλο ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον».

Διαμορφώνοντας κατάλληλα περιεχόμενα διδασκαλίας – μάθησης, οι ασκούμενοι έχουν τη δυνατότητα να εξασκηθούν σε «ευέλικτα» κινητικά μοντέλα, να ανακαλύψουν τρόπους εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας που να ταιριάζουν στα δικά τους μοναδικά ατομικά χαρακτηριστικά και να ενισχύουν το συνδυασμό «αντίληψης – κίνησης» (Renshaw, Davids, & Savelsbergh, 2010). Η εξάσκηση δραστηριοτήτων σε ένα περιβάλλον με «περιορισμούς» παρέχει στους ασκούμενους χαρακτηριστικά «επανάληψης χωρίς επανάληψη» δημιουργώντας ταυτόχρονα υψηλά επίπεδα μεταβλητότητας σε αντιπροσωπευτικές δεξιότητες, και έμμεσα «δημιουργεί» προσαρμόσιμους ασκούμενους και ικανούς να ρυθμίζουν το κινητικό μοντέλο και να βρίσκουν την καλύτερη κινητική λύση σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή σε ένα πραγματικό περιβάλλον απόδοσης (Brymer & Renshaw, 2010; Button, et al., 2008). Αυτή η προσέγγιση προσφέρει στους ασκούμενους πολλαπλές επιλογές εξάσκησης διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας / πολυπλοκότητας και επιτρέπει την εκμάθηση – βελτίωση της τεχνικής του κινητικού μοντέλου ως αποτέλεσμα μιας συνεχούς αλληλεπίδρασης των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος (Moy et al., 2016).

#### **5.4.2 Εκδήλωση μιας οπτικά καθοδηγούμενης συμπεριφοράς κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων.**

Οι δεξιότητες που περιλαμβάνουν προσέγγιση προς ένα στόχο παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο μοντέλο μετακίνησης. Κατά την προσέγγιση ενός στόχου ή ενός

εμποδίου, καταγράφεται μια αρχικά ανοδική μεταβλητότητα των τοποθετήσεων των πελμάτων ακολουθούμενη από μια καθοδική τάση μεταβλητότητας, η οποία υποστηρίζει την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού οπτικού ελέγχου που εφαρμόζεται ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά / περιορισμούς της δεξιότητας (Cornus et al., 2009). Ο μηχανισμός αυτός βασίζεται στο συνδυασμό «αντίληψης – κίνησης» και οι ρυθμίσεις που πραγματοποιούνται αποτελούν άμεση λειτουργία της κατάστασης του συστήματος «άτομο – περιβάλλον» (Montagne et al., 2000). Αν και το αποτέλεσμα θεωρείται παρόμοιο για όλους τους συμμετέχοντες των διαφόρων ερευνών, οι διαδικασίες κινητικού ελέγχου και οι διαδικασίες αντίληψης - κίνησης που απαιτούνται για να επιτευχθεί το κινητικό αποτέλεσμα ποικίλουν ως λειτουργία της αλληλεπίδρασης των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος (Moy et al., 2016) και βελτιώνονται με την ηλικία, την εξάσκηση και την απόκτηση εμπειρίας (Chohan, 2008; Panteli et al., 2014).

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης υποστηρίζουν την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού οπτικού ελέγχου κατά την προσέγγιση αγωνιστικών εμποδίων (ύψους 0,76μ) (Smirniotou et al., 2010). Και στις δύο μετρήσεις, παρατηρήθηκε και για τις δύο ομάδες μια αρχικά ανοδική τάση στις τιμές της τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος – εμποδίου, η οποία ακολουθήθηκε από μια καθοδική τάση μεταβλητότητας, υποδεικνύοντας μια οπτικά αντιλαμβανόμενη σχέση με το εμπόδιο. Η προσαρμογή του μοντέλου μετακίνησης σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα θεωρείται μια φυσική διαδικασία παρά μια μαθημένη / επίκτητη δεξιότητα (Berg et al., 1994; Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997). Παρά το ότι οι νεαροί συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία από μεθοδευμένη προπόνηση με σκοπό την εκμάθηση της τεχνικής του δρόμου με εμπόδια προσάρμοσαν τους τελευταίους διασκελισμούς της φάσης προσέγγισης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο σύμφωνα με την αντιλαμβανόμενη οπτική πληροφορία, ακόμα και στην αρχική μέτρηση. Προσαρμογές μεταξύ των προσπαθειών παρατηρήθηκαν και κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και κατά τη φάση προσέγγισης ενός αγωνιστικού εμποδίου ύψους 0,76μ από ενήλικες συμμετέχοντες χωρίς προηγούμενη εμπειρία στην προπόνηση των εμποδίων, οι οποίοι «χρησιμοποίησαν» την οπτική πληροφορία ώστε να προσεγγίσουν με ακρίβεια το στόχο σύμφωνα με την αντιλαμβανόμενη τρέχουσα κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον» (Smirniotou et al., 2010). Παρόμοιο μοντέλο μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων έχει επίσης καταγραφεί και για αρχάριους αθλητές



ηλικίας 12-13 ετών, οι οποίοι αξιολογήθηκαν κατά τη διάρκεια ενός επίσημου αγώνα άλματος σε μήκος. Αν και οι συμμετέχοντες δεν είχαν μεγάλη εξειδίκευση στο αγώνισμα, προσάρμοσαν το μήκος των τελευταίων διασκελισμών της φόρας τους υποδεικνύοντας την εφαρμογή ενός μηχανισμού οπτικού ελέγχου. (Panteli et al., 2014).

Ωστόσο, οι διαδικασίες κινητικού ελέγχου και οι διαδικασίες αντίληψης – κίνησης που εμπλέκονται κατά την εκτέλεση δεξιοτήτων προσέγγισης στόχου βελτιώνονται με την εμπειρία και την εξάσκηση (Bradshaw, 2001; Chohan, 2008; Cornus et al., 2009). Μέσω της προπόνησης, οι νεαροί συμμετέχοντες εξοικειώνονται με τη δεξιότητα των εμποδίων, αντιλαμβάνονται καλύτερα τη χωρό-χρονική σχέση τους με το στόχο (Hamel, Okita, Higginson, & Cavanagh, 2005) και βελτιώνουν την ικανότητά τους να ρυθμίζουν το μοντέλο μετακίνησης σύμφωνα με την αντιλαμβανόμενη τρέχουσα κατάσταση του συστήματος «άτομο – περιβάλλον».

Ως αποτέλεσμα του παρεμβατικού προγράμματος, στην παρούσα μελέτη οι νεαροί συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν, στην τελική μέτρηση συγκριτικά με την αρχική μέτρηση, μια τάση χαμηλότερων τιμών τόσο της μέσης μέγιστης τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος - εμποδίου όσο και της μεταβλητότητας στον τελευταίο διασκελισμό, κατά την προσέγγιση και των δύο εμποδίων, υποστηρίζοντας ότι ακόμα και μια σύντομη περίοδος ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης μπορεί να συμβάλλει σε μια βελτιωμένη ικανότητα για ρύθμιση του μοντέλου μετακίνησης (Berg et al., 1994; Panteli et al., 2014). Μια μικρότερη μεταβλητότητα κατά την τοποθέτηση στον τελευταίο διασκελισμό πριν από ένα εμπόδιο μπορεί να σχετίζεται με τη διατήρηση της οριζόντιας ταχύτητας προσέγγισης καθώς και με τη διατήρηση των μελών αλλά και ολόκληρου του σώματος στον άξονα κίνησης κατά την υπερπήδηση του εμποδίου (Begg & Sparrow, 2000; Sparrow et al., 1996). Αντίθετα, οι συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου, οι οποίοι δεν δέχτηκαν κάποια μορφή παρέμβασης, δεν παρουσίασαν στην τελική μέτρηση την ίδια τάση μειωμένης μεταβλητότητας των τοποθετήσεων των πελμάτων σε σχέση με τα εμπόδια.

Στην τελική μέτρηση, ωστόσο, η έναρξη του οπτικού ελέγχου συνέβη πιο κοντά στο 1<sup>ο</sup> εμπόδιο για τους νεαρούς αθλητές της πειραματικής ομάδας, γεγονός που θα μπορούσε εν μέρει να συσχετιστεί με τη βελτιωμένη οριζόντια ταχύτητα που καταγράφηκε στην τελική μέτρηση. Έχει αναφερθεί ότι η φάση της οπτικής ρύθμισης περιορίζεται / μειώνεται σε υψηλότερες ταχύτητες, σε ασκούμενους με

μικρή εμπειρία (Bradshaw, 2001). Επίσης, ως αποτέλεσμα της προπόνησης, κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου η εφαρμογή του οπτικού ελέγχου ξεκίνησε νωρίτερα (3<sup>ος</sup> διασκελισμός από το εμπόδιο) στην τελική μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση (προτελευταίος διασκελισμός από το εμπόδιο). Ένα υψηλότερο επίπεδο περιορισμών απαιτεί από τα άτομα να προσαρμόζουν ανάλογα τους απαιτούμενους διασκελισμούς του μοντέλου μετακίνησης (Cornus et al., 2009) και να κατανέμουν τις προσαρμογές σε περισσότερους διασκελισμούς (Montagne et al., 2000). Η εφαρμογή του μηχανισμού του οπτικού ελέγχου σε περισσότερους διασκελισμούς κατά τη φάση προσέγγισης ενός στόχου σχετίζεται με μικρές, περισσότερο συστηματικές προσαρμογές στο μήκος των διασκελισμών, συμβάλλοντας στη διατήρηση της οριζόντιας ταχύτητας προσέγγισης (Bradshaw, 2004; Bradshaw & Aisbett, 2006).

#### **5.4.3 Η επίδραση του παρεμβατικού προγράμματος (constraints learning design) στην τεχνική εκτέλεση του αγωνίσματος.**

Η αλληλουχία των κινητικών ενεργειών στο δρόμο με εμπόδια απαιτεί έναν αποτελεσματικό διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου, «τη διαχείριση» της απόστασης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο και τη «διαχείριση» των ενδιάμεσων αποστάσεων των εμποδίων και του ύψους των εμποδίων (Σμυρνιώτου, 2005; Jarver, 1997). Η αποδοτική τεχνική εκτέλεση σε ένα αγώνισμα δρόμου με εμπόδια προϋποθέτει την ανάπτυξη υψηλής οριζόντιας ταχύτητας προσέγγισης σε συνδυασμό με έναν χαμηλής τροχιάς πτήσης και γρήγορο διασκελισμό υπερπήδησης των εμποδίων με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια οριζόντιας ταχύτητας, ομαλή μετάβαση από το διασκελισμό υπερπήδησης του κάθε εμποδίου στο δρόμο ταχύτητας, απόκτηση ρυθμού στους τρεις ενδιάμεσους διασκελισμούς και ενεργητική προσέγγιση του κάθε επόμενου εμποδίου (Σμυρνιώτου, 2005; Coh, 2003; Jarver, 1997).

Ως αποτέλεσμα του προπονητικού προγράμματος, οι νεαροί συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν μια βελτιωμένη κινητική συμπεριφορά στο δρόμο με αγωνιστικά εμπόδια, από άποψη όχι μόνο μιας βελτιωμένης ικανότητας ρύθμισης του μοντέλου διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων αλλά και σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της τεχνικής της κινητικής δεξιότητας.

Αξιολογώντας τις παραμέτρους της οριζόντιας ταχύτητας κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου, οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν στην τελική μέτρηση σημαντικά μεγαλύτερη τιμή της οριζόντιας ταχύτητας κατά την τοποθέτηση (VXtd) συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ( $p < 0.0001$ ). Ως αποτέλεσμα της

παρέμβασης, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν μια βελτιωμένη οριζόντια ταχύτητα κατά τη φάση προσέγγισης κατά 6,45% σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Αντίθετα, η ομάδα ελέγχου εμφάνισε μια σημαντικά μικρότερη ποσοστιαία μεταβολή ( $p=0.001$ ) από την αρχική στην τελική μέτρηση της τάξεως του 0,05%. Παρόμοιο αποτέλεσμα καταγράφηκε και για τη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα κατά την ενεργητική ώθηση (VXto), με την πειραματική ομάδα να εμφανίζει στην τελική μέτρηση σημαντικά υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα κατά την ώθηση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $p<0.001$ ). Οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν στην τελική μέτρηση ποσοστιαία βελτίωση της οριζόντιας ταχύτητας κατά την ώθηση κατά 13,20%.

Παρόμοια μεταβολή εμφανίζεται για τις παραμέτρους οριζόντιας ταχύτητας και κατά την προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου. Πιο αναλυτικά, όσον αφορά στη μεταβλητή οριζόντια ταχύτητα κατά την τοποθέτηση (VXtd) παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση, με την πειραματική ομάδα να εμφανίζει σημαντικά υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $p<0.001$ ). Ως αποτέλεσμα της παρέμβασης, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας προσέγγισαν το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο με υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα κατά 5.69% ( $p=0.006$ ). Όσον αφορά στην οριζόντια ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VXto), η πειραματική ομάδα επίσης παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη τιμή της μεταβλητής αυτής στην τελική μέτρηση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ( $p<0.001$ ). Οι νεαροί αθλητές που έκαναν την ειδική με τη δεξιότητα προπόνηση κατάφεραν να ωθήσουν πριν από το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο με βελτιωμένη οριζόντια ταχύτητα κατά 9.64% ( $p=0.031$ ) σε σχέση με την αρχική μέτρηση.

Η υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα κατά τη φάση προσέγγισης σχετίζεται με μεγαλύτερη απόσταση απογείωσης (Iskra & Przednowek, 2016; Jarver, 1997; Rogers, 2000). Πράγματι, στην τελική μέτρηση, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας, σε συνδυασμό με τη μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης, κατάφεραν να ωθήσουν από ένα πιο μακρινό σημείο στήριξης – απογείωσης, κατά 20cm περίπου από το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο ( $p=0.004$ ) και κατά 12cm περίπου από το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο ( $p=0.041$ ) συγκριτικά με την αρχική μέτρηση. Η μεγαλύτερη απόσταση απογείωσης είναι αναγκαία για την αποτελεσματική διαμόρφωση του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου. Μετά την τοποθέτηση του ποδιού ώθησης χρειάζεται μια χρονική στιγμή τόσο για την ανάπτυξη δυνάμεων ώθησης μέσω της ολοκληρωμένης έκτασης των αρθρώσεων του ποδιού στήριξης, όσο και για την περιστροφική κίνηση του ποδιού

πρωτοπορίας προς τα εμπρός και επάνω από την άρθρωση του ισχίου και στη συνέχεια την έκταση της κνήμης προς τα εμπρός και επάνω, οριζόντια προς την κορυφή του πήχη του εμποδίου και χωρίς τον κίνδυνο πρόσκρουσης (Σμυρνώτου, 2005).

Η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κατά τη φάση προσέγγισης και η εκτέλεση της φάσης της ώθησης επηρεάζουν την ταχύτητα υπερπήδησης του εμποδίου. Ως αποτέλεσμα της παρέμβασης, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας υιοθέτησαν έναν καλύτερο ρυθμό ανάπτυξης της οριζόντιας ταχύτητας κατά την προσέγγιση των εμποδίων, ανέπτυξαν στην τελική μέτρηση μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα και διένυσαν με λιγότερους διασκελισμούς τόσο την απόσταση των 12μ – από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο (7 έναντι 8 διασκελισμών που έκαναν στην αρχική μέτρηση) – όσο και την απόσταση μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμποδίου (7,5μ) (3 διασκελισμοί έναντι 4 που έκαναν στην αρχική μέτρηση). Οι τιμές της οριζόντιας ταχύτητας του ΚΒΣ που καταγράφηκαν πριν το εμπόδιο τόσο κατά τη φάση τοποθέτησης (VXtd - 1<sup>st</sup> hurdle: 6.73m/sec, 2<sup>nd</sup> hurdle: 6.46m/sec) όσο και κατά τη φάση της ενεργητικής ώθησης (Vxto - 1<sup>st</sup> hurdle: 5.74m/sec, 2<sup>nd</sup> hurdle: 5.43m/sec) είναι χαμηλότερες από τις τιμές που έχουν καταγραφεί για περισσότερο έμπειρους αθλητές (7.00-7.50m/sec: Coh & Iskra, 2012; Salo & Grimshaw, 1998) και εμποδιστές υψηλού επιπέδου (8.5-9.3m/sec: Coh, 2003; Li et al., 2011). Ωστόσο, ενώ στο μοντέλο τεχνικής των ενηλίκων παρατηρείται αύξηση της οριζόντιας ταχύτητας του ΚΒΣ από τη φάση τοποθέτησης στη φάση της ενεργητικής ώθησης (Coh, 2003; Li et al., 2011), το χαρακτηριστικό αυτό δεν παρατηρείται στους νεαρούς αθλητές. Για τους συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας παρατηρήθηκε απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας, κατά 1m/sec, κατά τη διάρκεια της φάσης της ώθησης και ταυτόχρονα μια σχετικά υψηλή κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης. Παρόμοιο αποτέλεσμα έχει αναφερθεί και για αρχάριους αθλητές μικρής ηλικίας, οι οποίοι κατά την εκτέλεση της φάσης της ώθησης στο άλμα σε μήκος εμφάνισαν απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας κατά 0.95m/sec (Panteli, Kesoglou, & Smirniotou, 2009). Υποστηρίζεται ότι οι νεαροί και αρχάριοι αθλητές μπορούν να συγχρονίσουν μόνο το 20% των κινήσεων του μηχανισμού της στήριξης - ώθησης, και σε συνάρτηση με τα μη επαρκή επίπεδα δύναμης και ισχύος, δεν μπορεί να επιτευχθεί μια ισχυρή και με ταχύτητα φάση ώθησης (Klimmer, 1999).

Η μεταβλητή κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης (VYto) δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στην τελική

μέτρηση ούτε στο 1<sup>ο</sup> ούτε στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να σχετίζεται με τους ατομικούς περιορισμούς – χαμηλό σωματικό ύψος αναλογικά με το ύψος του εμποδίου – και με την αντίληψη για «δυνατότητες» που δημιουργεί το εμπόδιο ύψους 0,76μ στους νεαρούς συμμετέχοντες οι οποίοι τείνουν να ωθούν προς τα επάνω για να υπερπηδήσουν το εμπόδιο αναπτύσσοντας υψηλή κατακόρυφη ταχύτητα. Παρόμοιο αποτέλεσμα έχει παρατηρηθεί κατά την αξιολόγηση αγοριών ηλικίας 13,5 ετών, οι οποίοι σε ένα δρόμο 50μ με 5 εμπόδια ύψους 0,68μ φαίνεται ότι πηδούσαν επάνω από τα εμπόδια σε μια ασφαλή κατακόρυφη απόσταση παρά περνούσαν επάνω από αυτά ως συνέχεια της δρομικής κίνησης (Otsuka, Otomo, Isaka, Kurihara, & Ito, 2015). Συγκριτικά με τη μετακίνηση χωρίς την ύπαρξη εμποδίων, το αυξημένο ύψος εμποδίου οδηγεί σε αλλαγές που αφορούν στην ανύψωση και στην τροχιά κίνησης των μελών και ολόκληρου του σώματος (Begg & Sparrow, 2000). Το ύψος του αγωνιστικού εμποδίου επηρεάζει την τροχιά κίνησης του ΚΒΣ και το διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου (Austin et al., 1999; Jarver, 1997). Η μεταβολή στην κατακόρυφη ταχύτητα σε σχέση με τον απλό δρόμο αντανακλά την ανάγκη του αθλητή να ανυψώσει το ΚΒΣ επάνω από τον πήχη του εμποδίου (Coh, 2003). Οι υψηλού επιπέδου εμποδιστές δημιουργούν μικρότερες κατακόρυφες δυνάμεις – μικρότερη κατακόρυφη ταχύτητα – και αυξάνουν τις οριζόντιες δυνάμεις και κατά συνέπεια την οριζόντια ταχύτητα, συγκριτικά με εμποδιστές χαμηλότερου επιπέδου.

Η οριζόντια και η κατακόρυφη ταχύτητα προσδιορίζουν την ταχύτητα απογείωσης του ΚΒΣ ( $V_{to}$ ) και τη γωνία απογείωσης (angle takeoff). Η σχέση αυτών των δύο παραμέτρων ταχύτητας υποδεικνύει την ικανότητα του αθλητή για μια αποτελεσματική μετάβαση από το διασκελισμό τρεξίματος στο διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου (Σμυρνιώτου, 2005). Κατά την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου παρατηρείται μια τάση για στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση για τη μεταβλητή ταχύτητα απογείωσης ( $p=0.066$ ) και για τη μεταβλητή γωνία απογείωσης ( $p=0.058$ ). Ως αποτέλεσμα της παρέμβασης, οι νεαροί συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν στην τελική μέτρηση βελτιωμένη ταχύτητα απογείωσης κατά 3.67% και μικρότερη γωνία απογείωσης κατά 15,08%, που σημαίνει ότι διαπέρασαν το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο με χαμηλότερη τροχιά πτήσης. Προσεγγίζοντας το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας – ως αποτέλεσμα της ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης - παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη ταχύτητα απογείωσης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $p=0.015$ ), με μια ποσοστιαία μεταβολή από την αρχική στην τελική μέτρηση της τάξεως του 7,67%.

Όσον αφορά στη μεταβλητή γωνία απογείωσης, παρατηρείται μια τάση για στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση ( $p=0.086$ ). Οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας διαπέρασαν το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο με μικρότερη γωνία απογείωσης στην τελική μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση, με μια ποσοστιαία μείωση της τάξεως του 1,90%. Η μικρότερη αυτή μεταβολή πιθανά να σχετίζεται με τη σχετικά υψηλή κατακόρυφη ταχύτητα που καταγράφηκε κατά την ενεργητική ώθηση στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο. Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών του αγωνίσματος με τη μικρή εμπειρία των συμμετεχόντων, πιθανά να ανάγκασε τους νεαρούς αθλητές να υπερπηδήσουν το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο κινούμενοι περισσότερο προς τα επάνω θεωρώντας ότι αυτό τους εξασφαλίζει μια πιο ασφαλή θέση σε σχέση με το εμπόδιο.

Στο μοντέλο των ενηλίκων, κριτήριο μιας αποδοτικής υπερπήδησης του εμποδίου είναι η μικρότερη χρονική διάρκεια της φάσης πτήσης (Bubanji et al., 2008; Coh, 2003; Santos Lima et al., 2013). Η κατακόρυφη μετατόπιση του ΚΒΣ σχετίζεται με τη διάρκεια της φάσης πτήσης (Otsuka, Ito, & Ito, 2010). Οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας, αν και δεν μείωσαν σημαντικά στην τελική μέτρηση την κατακόρυφη ταχύτητα τη στιγμή της ενεργητικής ώθησης, κατάφεραν να παρουσίασαν μικρότερη χρονική διάρκεια της φάσης πτήσης και στα δύο εμπόδια. Η ειδική σε σχέση με τη δεξιότητα προπόνηση βοήθησε τους συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας να ωθήσουν από ένα πιο μακρινό σημείο στήριξης - ώθησης από το εμπόδιο, να υιοθετήσουν έναν γρηγορότερο και πιο οριζόντιο διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου, δηλαδή να διαπεράσουν το εμπόδιο με χαμηλότερη τροχιά πτήσης, χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν το μοντέλο τεχνικής του αγωνίσματος (Coh, 2003). Η μέση χρονική διάρκεια της φάσης πτήσης για το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο είναι 0.442sec και για το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο 0.453sec. Οι τιμές αυτές είναι παρόμοιες με τις τιμές που έχουν αναφερθεί (0.40sec) για νεαρούς μαθητές και μαθήτριες ηλικίας 11-12 ετών, οι οποίοι διδάχτηκαν το δρόμο με εμπόδια με ένα ρυθμικό μοντέλο τριών ενδιάμεσων διασκελισμών και αξιολογήθηκαν σε μια απόσταση 40μ με 5 εμπόδια ύψους 0.68μ σε ενδιάμεσες αποστάσεις 4.5μ, 5.5μ και 6μ (Otsuka et al., 2010).

Το αποτελεσματικό πέρασμα του εμποδίου προσδιορίζεται από το μήκος του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου. Σε συνάρτηση με τη μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα και τη μεγαλύτερη απόσταση απογείωσης, το μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του 1<sup>ου</sup> εμποδίου εμφανίζεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερο στην

τελική μέτρηση για την πειραματική ομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ( $p=0.011$ ). Το μήκος διασκελισμού υπερπήδησης του 2<sup>ου</sup> εμποδίου ενώ αυξάνεται στην τελική μέτρηση σε σχέση με την αρχική, δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στην τελική μέτρηση. Οι τιμές που έχουν καταγραφεί για το συνολικό μήκος υπερπήδησης του εμποδίου από τους νεαρούς αθλητές της πειραματικής ομάδας είναι 283.40cm για το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο και 267.54cm για το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο. Οι τιμές αυτές είναι μικρότερες από τις τιμές που έχουν καταγραφεί για ενήλικες αθλητές (3.20-3.70m: Bujanj et al., 2008; Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Coh et al., 2000; Li et al., 2011; Salo & Grimshaw, 1998) και αθλήτριες υψηλού επιπέδου (2.90-3.20m: Bujanj et al., 2008; Salo & Grimshaw, 1998) λόγω σωματομετρικών χαρακτηριστικών και διαφορετικού επιπέδου φυσικών ικανοτήτων.

Στο μοντέλο τεχνικής των ενηλίκων η οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης, η οριζόντια ταχύτητα του ΚΒΣ κατά τη φάση της στήριξης - ώθησης (Coh, 2003) και η τεχνική του διασκελισμού υπερπήδησης του εμποδίου είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα – επίδοση στο δρόμο με εμπόδια (Coh, 2003; Coh & Iskra, 2012; Coh et al., 2000).

Αξιολογώντας το συντελεστή τεχνικής επιδεξιότητας κατά την εκτέλεση της συνολικής απόστασης των 22μ με 2 εμπόδια παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση ( $p=0.001$ ). Ως αποτέλεσμα της ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν στην τελική μέτρηση βελτίωση στα επιμέρους κινηματικά χαρακτηριστικά, γεγονός που οδήγησε σε έναν χαμηλότερης τροχιάς πτήσης διασκελισμό υπερπήδησης των εμποδίων και κατ' επέκταση σε ένα βελτιωμένο μοντέλο τεχνικής. Η διαφορά μεταξύ της επίδοσης στο δρόμο των 22μ με 2 εμπόδια και της επίδοσης στο δρόμο των 22μ χωρίς εμπόδια μειώθηκε στην τελική μέτρηση κατά 8,47%. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος που χάθηκε για την υπερπήδηση των 2 εμποδίων ήταν μικρότερος στην τελική μέτρηση. Όσο μικρότερη είναι η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών χρόνων τόσο το επίπεδο τεχνικής επιδεξιότητας του εμποδιστή θεωρείται υψηλότερο. Η διαφορά αυτή εξαρτάται από το βαθμό μείωσης της δρομικής ταχύτητας κατά την υπερπήδηση του κάθε εμποδίου.

Συνεπώς, ένας αποδοτικός δρόμος με εμπόδια εξαρτάται από την ικανότητα του αθλητή να αναπτύσσει έγκαιρα και με ταχύτητα τις αποκτημένες κινητικές και δυναμικές του ικανότητες τόσο κατά το δρόμο, όσο κυρίως κατά την υπερπήδηση των

εμποδίων, ώστε να επανακτά τον κινητικό του ρυθμό – τη δρομική του ταχύτητα που χάνεται κατά την υπερπήδηση (Σμυρνιώτου, 2005).

Γενικά, σε ένα αγώνισμα δρόμου με εμπόδια, τα κινηματικά χαρακτηριστικά μεταβάλλονται από το 1<sup>ο</sup> μέχρι το 10<sup>ο</sup> εμπόδιο, ως συνέπεια της μεταβολής της δρομικής ταχύτητας προσέγγισης (Iskra & Przednowek, 2016). Σε αθλητές υψηλού επιπέδου, στα αγωνίσματα των 100μ και 110μ με εμπόδια, η ταχύτητα προσέγγισης αυξάνεται προοδευτικά στα πρώτα εμπόδια ανάλογα με το εμπόδιο – 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> ή ακόμα και πέρα από το 4<sup>ο</sup> εμπόδιο – ως αποτέλεσμα της ικανότητας δυναμικής επιτάχυνσης. Με την αύξηση της δρομικής ταχύτητας αυξάνεται και η απόσταση απογείωσης (Iskra & Przednowek, 2016; Σμυρνιώτου, 2005). Στην παρούσα μελέτη, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας προσέγγισαν τα δύο πρώτα εμπόδια με μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα και ωθώντας από μεγαλύτερη απόσταση σε σχέση με τους συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου, ως αποτέλεσμα της ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης. Ωστόσο, η τιμή της οριζόντιας ταχύτητας προσέγγισης στο 2<sup>ο</sup> εμπόδιο ήταν χαμηλότερη σε σχέση με την τιμή που καταγράφηκε στο 1<sup>ο</sup> εμπόδιο.

Οι νεαροί αρχάριοι αθλητές (ηλικίας < 15 ετών) αναπτύσσουν τη μέγιστη τιμή της ταχύτητάς τους σε μια απόσταση περίπου 20μ (Letzelter, 2006). Σύμφωνα με τους κανονισμούς του αγωνίσματος για τη συγκεκριμένη ηλικιακή κατηγορία (ΙΠΙ-ΠΚ Β), το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο βρίσκεται σε μια απόσταση 19,5μ από τη γραμμή εκκίνησης. Λόγω έλλειψης τεχνικής ικανότητας / επιδεξιότητας σε σχέση με το εμπόδιο και φυσικών χαρακτηριστικών – σωματικό ύψος και μήκος διασκελισμού – στη νεαρή ηλικία, οι νεαροί αρχάριοι αθλητές δυσκολεύονται να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του αγωνίσματος του δρόμου με εμπόδια (Jarver, 1997). Ενώ εμφανίζουν μια σημαντικά βελτιωμένη εικόνα τεχνικής εκτέλεσης της δεξιότητας στην τελική μέτρηση – συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου – ως αποτέλεσμα της ειδικής με τη δεξιότητα προπόνησης, φαίνεται πως η αντικειμενική φύση της δεξιότητας – απαιτήσεις του δρόμου με εμπόδια (οριζόντιος και γρήγορος διασκελισμός περάσματος του 1<sup>ου</sup> εμποδίου με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια οριζόντιας ταχύτητας, ομαλή μετάβαση από το διασκελισμό υπερπήδησης του 1<sup>ου</sup> εμποδίου στο δρόμο ταχύτητας, απόκτηση ρυθμού στους τρεις ενδιάμεσους διασκελισμούς και ενεργητική προσέγγιση του 2<sup>ου</sup> εμποδίου) σε συνδυασμό με τα ατομικά χαρακτηριστικά των ασκούμενων αναγκάζει τους συμμετέχοντες να προσεγγίζουν το 2<sup>ο</sup> εμπόδιο με χαμηλότερη οριζόντια ταχύτητα, υψηλότερη κατακόρυφη ταχύτητα, μεγαλύτερη γωνία απογείωσης και μεγαλύτερη διάρκεια πτήσης σε σχέση με το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Από τα αρχικά στάδια μάθησης, οι εμπειρίες εξάσκησης / προπόνησης θα πρέπει να έχουν ως στόχο τη διαμόρφωση προσαρμόσιμων αθλητών σε σχέση με τα «ευμετάβλητα» χαρακτηριστικά μιας δεξιότητας ή ενός περιβάλλοντος απόδοσης. Αυτή η προσέγγιση η οποία βασίζεται στο «μοντέλο περιορισμών» (constraints – led model) ενθαρρύνει τη διαμόρφωση αντιπροσωπευτικών περιβαλλόντων μάθησης / εξάσκησης τα οποία περιέχουν όλες τις απαραίτητες πηγές πληροφόρησης του «πραγματικού» περιβάλλοντος εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας (Pinder, et al., 2009).

Η σύνθετη κινητική δεξιότητα του δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια θα μπορούσε να απλοποιηθεί τροποποιώντας τους περιορισμούς της δεξιότητας όπως το ύψος και τις ενδιάμεσες αποστάσεις των εμποδίων, καθώς και τροποποιώντας τα συστατικά του κινητικού μοντέλου στο σύνολό του, διατηρώντας ωστόσο τη σύνδεση των επιμέρους κινήσεων / συστατικών με τις σημαντικές πηγές πληροφόρησης (Moy et al., 2016; Renshaw et al., 2009). Αυτή η προσέγγιση προσφέρει στους ασκούμενους πολλαπλές επιλογές εξάσκησης διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας / πολυπλοκότητας και επιτρέπει την εκμάθηση – βελτίωση της τεχνικής του κινητικού μοντέλου ως αποτέλεσμα μιας συνεχούς αλληλεπίδρασης των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος (Moy et al., 2016).

Ένα μαθησιακό – προπονητικό περιεχόμενο βασισμένο στην προσέγγιση του μοντέλου των περιορισμών, το οποίο προσφέρει όλες τις δυνατότητες για να αναπτυχθούν τα σημαντικά χαρακτηριστικά της δεξιότητας (Bradshaw, 2018), συνέβαλε σε μια βελτιωμένη κινητική συμπεριφορά στο δρόμο με αγωνιστικά εμπόδια, από άποψη όχι μόνο μιας βελτιωμένης ικανότητας ρύθμισης του μοντέλου διασκελισμών κατά τη φάση προσέγγισης των εμποδίων αλλά και σε σχέση με τα χαρακτηριστικά τεχνικής της κινητικής δεξιότητας.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης υποστηρίζουν την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού οπτικού ελέγχου κατά την προσέγγιση αγωνιστικών εμποδίων (ύψους 0,76μ). Ως αποτέλεσμα του παρεμβατικού προγράμματος, οι νεαροί συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν μια τάση χαμηλότερων τιμών τόσο της μέσης μέγιστης τυπικής απόκλισης της απόστασης πέλματος - εμποδίου όσο και της μεταβλητότητας στον τελευταίο διασκελισμό, κατά την προσέγγιση και των δύο εμποδίων, υποστηρίζοντας ότι ακόμα και μια σύντομη περίοδος ειδικής με τη

δεξιότητα προπόνησης μπορεί να συμβάλλει σε μια βελτιωμένη ικανότητα για ρύθμιση του μοντέλου μετακίνησης (Berg et al., 1994; Panteli et al., 2014). Μέσω της προπόνησης, οι νεαροί συμμετέχοντες εξοικειώνονται με τη δεξιότητα των εμποδίων, αντιλαμβάνονται καλύτερα τη χωρό-χρονική σχέση τους με το στόχο (Hamel, et al., 2005) και βελτιώνουν την ικανότητά τους να ρυθμίζουν το μοντέλο μετακίνησης σύμφωνα με την αντιλαμβανόμενη τρέχουσα κατάσταση του συστήματος «αθλητής – περιβάλλον». Συμπεραίνεται ότι υπάρχει μια άμεση σύνδεση μεταξύ περιορισμών της δεξιότητας, οπτικής αντίληψης και μοντέλου μετακίνησης κατά την εκτέλεση ενός δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια.

Ως αποτέλεσμα της ειδικής σε σχέση με τη δεξιότητα προπόνησης, οι νεαροί αθλητές της πειραματικής ομάδας υιοθέτησαν έναν καλύτερο ρυθμό ανάπτυξης της οριζόντιας ταχύτητας κατά την προσέγγιση των εμποδίων, ανέπτυξαν στην τελική μέτρηση μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα και διένυσαν με λιγότερους διασκελισμούς τόσο την απόσταση των 12μ – από την εκκίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο – όσο και την απόσταση μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> εμποδίου (7,5μ). Επίσης, σε συνάρτηση με τη μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης κατάφεραν να ωθήσουν από ένα πιο μακρινό σημείο στήριξης - ώθησης από το εμπόδιο, να υιοθετήσουν έναν γρηγορότερο και περισσότερο οριζόντιο διασκελισμό υπερπήδησης του εμποδίου, να μειώσουν τη χρονική διάρκεια της φάσης πτήσης και στα δύο εμπόδια και κατά συνέπεια να χαθεί λιγότερος χρόνος κατά την υπερπήδηση των δύο εμποδίων στην τελική μέτρηση, χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν ένα βελτιωμένο μοντέλο τεχνικής του αγωνίσματος (Coh, 2003).

Καθώς η τεχνική επιδεξιότητα σε σχέση με το εμπόδιο βελτιώνεται και το κινητικό μοντέλο ενός ασκούμενου εξελίσσεται, τα περιεχόμενα μάθησης – προπόνησης θα πρέπει να προσαρμόζονται στα «καινούργια» βελτιωμένα χαρακτηριστικά των ασκούμενων – επίπεδο τεχνικής επιδεξιότητας, αντιληπτικών ικανοτήτων και φυσικών ικανοτήτων. Με τη διαμόρφωση κατάλληλων περιεχομένων μάθησης, οι ασκούμενοι έχουν τη δυνατότητα να εξασκηθούν σε «ευμετάβλητα» κινητικά μοντέλα, να προσαρμόσουν τον τρόπο εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας που να ταιριάζει στα δικά τους μοναδικά ατομικά χαρακτηριστικά και να ενισχύουν το συνδυασμό «αντίληψης – κίνησης» (Renshaw, et al., 2010).

Σε μελλοντικές έρευνες θα μπορούσε να αξιολογηθεί η πιθανή μεταβολή - ως αποτέλεσμα των φάσεων εξέλιξης της ταχύτητας - των εξεταζόμενων μεταβλητών κατά την υπερπήδηση όλων των εμποδίων. Επίσης, θα μπορούσαν να αξιολογηθούν

οι ίδιες μεταβλητές και η μεταξύ τους συσχέτιση σε αθλητές διαφορετικών ηλικιακών κατηγοριών και επιπέδου.

## Κεφάλαιο VI

### ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε δεξιότητες που περιλαμβάνουν προσέγγιση στόχου, ο ασκούμενος θα πρέπει να αντιλαμβάνεται τη μετακίνησή του, τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, και να τα συνδυάσει όλα αυτά με τις φυσικές του ικανότητες και την εμπειρία του, ώστε να καταφέρει να συντονίσει αποτελεσματικά την κίνηση σύμφωνα με τις αντιλαμβανόμενες συνθήκες (De Rugy et al., 2002).

Κατά την εκτέλεση του άλματος σε μήκος, νεαροί, αρχάριοι αθλητές και αθλήτριες προσαρμόζουν το μήκος των τελευταίων διασκελισμών της φόρας τους σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα (βαλβίδα), υποστηρίζοντας την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου. Η τεχνική του οπτικού ελέγχου δεν εφαρμόζεται μόνο σε συγκεκριμένες μορφές δεξιότητας όπου απαιτείται η τοποθέτηση του πέλματος σε ένα συγκεκριμένο στόχο στο έδαφος, αντίθετα, πρόκειται για την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ελέγχου ο οποίος βασίζεται στο συνδυασμό αντίληψης – κίνησης. Ο μηχανισμός αυτός οπτικού ελέγχου εφαρμόζεται και κατά την προσέγγιση αγωνιστικών εμποδίων, μια κινητική δεξιότητα η οποία χαρακτηρίζεται από διαφορετικές απαιτήσεις κίνησης και εκτελείται σε ένα περιβάλλον με διαφορετικά ερεθίσματα πληροφόρησης. Ωστόσο, το περιβάλλον απόδοσης και οι περιορισμοί της δεξιότητας επηρεάζουν το μοντέλο των διασκελισμών κατά τη φάση της φόρας και την εφαρμογή του οπτικού ελέγχου.

Όλοι οι συμμετέχοντες (παιδιά και ενήλικες) στις προαναφερθείσες έρευνες, παρά τα χαρακτηριστικά τους και το επίπεδο αντιληπτικό-κινητικής τους εμπειρίας, είναι ικανοί να «συντονίσουν» μια κίνηση αποτελεσματικά σύμφωνα με τις αντιλαμβανόμενες συνθήκες και τους ατομικούς περιορισμούς τους (Chohan, 2008). Αν και το αποτέλεσμα θεωρείται παρόμοιο για όλους τους συμμετέχοντες, οι διαδικασίες κινητικού ελέγχου και οι διαδικασίες αντίληψης – κίνησης που απαιτούνται για να επιτευχθεί το κινητικό αποτέλεσμα ποικίλουν και βελτιώνονται με την ηλικία και την εμπειρία (Chohan, 2008). Ομοιότητες στο μοντέλο μετακίνησης μεταξύ αρχαρίων και αθλητών υψηλού επιπέδου προτείνουν ότι η προσαρμογή του διασκελισμού σύμφωνα με το οπτικό ερέθισμα είναι μια έμφυτη συμπεριφορά παρά μια επίκτητη δεξιότητα (Berg et al., 1994). Ωστόσο, καθώς η ικανότητα ρύθμισης των διασκελισμών έχει μια εξελίξιμη πορεία, αυτή η δεξιότητα προσαρμογής μπορεί να

βελτιωθεί μέσα από τη μάθηση / εξάσκηση και την ανάπτυξη / ωρίμανση. Η προπονητική διαδικασία, σε σχέση με μια απαιτητική κινητική δεξιότητα, θα μπορούσε να αντισταθμίσει τους περιορισμούς που προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά των νεαρών συμμετεχόντων (ωρίμανση, γνωστικό – αντιληπτική ανάπτυξη) (Panteli et al., 2014; Scott et al., 1997).

Από τα αρχικά στάδια μάθησης, οι εμπειρίες εξάσκησης / προπόνησης θα πρέπει να έχουν ως στόχο τη διαμόρφωση προσαρμόσιμων αθλητών ως προς τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος. Αυτή η προσέγγιση η οποία βασίζεται στο «μοντέλο περιορισμών» (constraints – led model) ενθαρρύνει τη δημιουργία αντιπροσωπευτικών περιβαλλόντων μάθησης / εξάσκησης τα οποία περιέχουν όλες τις απαραίτητες πηγές πληροφόρησης του «πραγματικού» περιβάλλοντος εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας (Pinder, Renshaw, & Davids, 2009).

Διαμορφώνοντας κατάλληλα περιεχόμενα διδασκαλίας – μάθησης, οι ασκούμενοι έχουν τη δυνατότητα να εξασκηθούν σε «ευέλικτα» κινητικά μοντέλα, να ανακαλύψουν τρόπους εκτέλεσης της κινητικής δεξιότητας που να ταιριάζουν στα δικά τους μοναδικά ατομικά χαρακτηριστικά και να ενισχύουν το συνδυασμό «αντίληψης – κίνησης» (Renshaw, Davids, & Savelsbergh, 2010). Η εξάσκηση δραστηριοτήτων σε ένα περιβάλλον με «περιορισμούς» παρέχει στους ασκούμενους χαρακτηριστικά «επανάληψης χωρίς επανάληψη» δημιουργώντας ταυτόχρονα υψηλά επίπεδα μεταβλητότητας σε αντιπροσωπευτικές δεξιότητες, και έμμεσα «δημιουργεί» προσαρμόσιμους ασκούμενους και ικανούς να ρυθμίζουν το κινητικό μοντέλο και να βρίσκουν την καλύτερη κινητική λύση σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή σε ένα πραγματικό περιβάλλον απόδοσης (Brymer & Renshaw, 2010; Button, et al., 2008). Αυτή η προσέγγιση προσφέρει στους ασκούμενους πολλαπλές επιλογές εξάσκησης διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας / πολυπλοκότητας και επιτρέπει την εκμάθηση – βελτίωση της τεχνικής του κινητικού μοντέλου ως αποτέλεσμα μιας συνεχούς αλληλεπίδρασης των περιορισμών του ατόμου, της δεξιότητας και του περιβάλλοντος (Moy et al., 2016).

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Araujo, D., Davids, K., Bennett, S.J., Button, C., & Chapman, G. (2004). Emergence of sport skills under constraints. In A.M. Williams & N. Hodges (Eds.). *Skill acquisition in sport: research, theory and practice*. Routledge.
- Araujo, D., Fonseca, C., Davids, K., Garganta, J., Volossovitch, A., & Brandao, R. (2010). The role of ecological constraints on expertise development. *Talent Development and Excellence*, 2(2), 165-179.
- Austin, G., Garrett, G., & Bohannon, R. (1999). Kinematic analysis of obstacle clearance during locomotion. *Gait and Posture*, 10, 109-120.
- Barker, R.G. (1968). *Ecological Psychology*. Stanford, CA, Stanford University Press.
- Beek, P.J., Jacobs, D.M., Daffertshofer, A., & Huys, R. (2003b). Expert performance in sport: Views from the joint perspectives of ecological psychology and dynamical systems theory. Expert performance in sport: advances in research on sport expertise. Starkes, J.L. and Ericsson, K.A. Champaign, IL, Human Kinetics: 321-344.
- Begg, R., & Sparrow, W. (2000). Gait characteristics of young and older individuals negotiating a raised surface: implications for the prevention of falls. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 55A (3), 147-154.
- Begg, R.K., Sparrow, W.A., & Lythgo, N.D. (1998). Time-domain analysis of foot ground reaction forces in negotiating obstacles. *Gait and Posture*, 7, 99-109.
- Berg, W.P., & Greer, N.L. (1995). A kinematic profile of the approach run of novice long jumpers. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 142-162.
- Berg, W.P., & Mark, L.S. (2005). Information for step length adjustment in running. *Human Movement Science*, 24, 496-531.
- Berg, W.P., Wade, M.G., & Greer, N.L. (1994). Visual regulation of gait in bipedal locomotion: Revisiting Lee, Lishman, and Thomson (1982). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 854-863. doi: 10.1037/0096-1523.20.4.854
- Bootsma, R.J., & van Wieringen, P.C.W. (1990). Timing an attacking forehand drive in table tennis. *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception and Performance*, 1, 21-29.
- Bradshaw, E.J. (2001). *Information-based regulation of high-velocity foot-targeting tasks*. Doctoral dissertation, Deakin University, Australia.

- Bradshaw, E.J. (2004). Target – directed running in gymnastics: a preliminary exploration of vaulting. *Sports Biomechanics*, 3, 125-144. doi: 10.1080/14763140408522834
- Bradshaw, E.J. (2018). Advanced applied example of motor control: the running approach when vaulting. In M. Jemni (Ed.), *The Science of Gymnastics: Advanced Concepts (2<sup>nd</sup> ed)* (pp. 253-254). NY: Routledge.
- Bradshaw, E.J., & Aisbett, B. (2006). Visual guidance during competition performance and run-through training in long jumping. *Sports Biomechanics*, 5, 1-14. doi: 10.1080/14763141.2006.9628221
- Bradshaw, E.J., & Sparrow, W.A. (2001). Effects of approach velocity and foot-target characteristics on the visual regulation of Step length. *Human Movement Science*, 20, 401-426. doi: 10.1016/S0167-9457(01)00060-4
- Brymer, E., & Renshaw, I. (2010). An introduction to the constraints – led approach to learning in outdoor education. *Australian Journal of Outdoor Education*, 14 (2), 33-41.
- Bubanj, R., Stancovic, R., Racovic, A., Bubanj, S., Petrovic, V., & Mladenovic, D. (2008). Comparative biomechanical analysis of hurdle clearance technique on 110m running with hurdles of elite and non-elite athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences*.
- Button, C., Chow, J-Y., & Rein, R. (2008). Exploring the perceptual-motor workspace: New approaches to skill acquisition and training. In Y. Hong & R.M. Barlett (Eds.), *Routledge handbook of biomechanics and human movement science* (pp. 538-553). London: Routledge.
- Chen, H., Ashton-Miller, J.A., Alexander, N.B., Schultz, A.B.(1992). Stepping over obstacles: gait patterns of healthy young and old adults. *Journal of Gerontology*, 46 (6), 196-203.
- Chohan, A. (2008). *Perception – Action coupling in goal directed behaviour of adults and children. Use of bearing angle strategy, posture and timing in interceptive actions*. (Doctoral dissertation). Manchester Metropolitan University, U.K. Retrieved from: <https://ethos.bl.uk>
- Chow, J-Y., Davids, K., Button, C., Renshaw, I., Shuttleworth, R., & Uehara, L. (2009). Nonlinear pedagogy: implications for teaching games for understanding (TGfU). In T. Hopper, J. Butler, & B. Storey, (Eds.), *TGfU ...*

- Simply good pedagogy: Understanding a complex challenge* (pp. 131-144).  
Ottawa: Physical Health Education Association of Canada.
- Coh, M. (2003). Biomechanical analysis of Colin Jackson's hurdle clearance technique. *New Studies in Athletics*, 18 (1), 37-45.
- Coh, M., & Iskra, J. (2012). Biomechanical studies of 110m hurdle clearance technique. *Sport Science*, 5 (1), 10-14.
- Coh, M., Jost, B., & Skof, B. (2000). Kinematic and dynamic analysis of hurdle clearance technique. *Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Symposium of Biomechanics in Sport*.
- Cornus, S., Laurent, M., & Laborie, S. (2009). Perception – movement coupling in the regulation of step lengths when approaching an obstacle. *Ecological Psychology*, 21, 334-367.
- Davids, K. (2010). The constraints – based approach to motor learning: Implications for a non-linear pedagogy in sport and physical education. In I. Renshaw, K. Davids, & G.J.P. Savelsberg (Eds.), *Motor learning in practice: A constraints – led approach* (pp. 3-17). New York: Routledge..
- Davids, K., Araujo, D., Button, C., & Renshaw, I. (2007). Degenerate brains, indeterminate behaviour and representative tasks: Implications for experimental design in sport psychology research. *Handbook of sport psychology*. Tenenbaum, G. & Eklund, R. New York, Wiley.
- Davids, K., Araujo, D., Shuttleworth, R., & Button, C. (2003a). Acquiring skill in sport: a constraints-led perspective. *International Journal of Computer Science in Sport*, 2, 31-39.
- Davids, K., & Baker, J. (2007). Genes, environment and sport performance – why the nature-nurture dualism is no longer relevant. *Sports Medecine*, 37 (11), 961-980.
- Davids, K., Bennett, S. J., Savelsbergh, G. J. & van der Kamp, J. (2002). *Interceptive Actions in Sport. Information and Movement*. Routledge, London.
- Davids, K., Button, C., Araujo, D., Renshaw, I., & Hristovski, R. (2006b). Movement models from sports provide representative task constraints for studying adaptive behaviour in human movement systems. *Adaptive Behaviour*, 14, 73-95.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S.J. (2008). Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach. Champaign, IL: Human Kinetics.



- Davids, K., Chow, J-Y., & Shuttleworth, R. (2005). A constraints-based framework for non-linear pedagogy in physical education. *Journal of Physical Education, New Zealand*, 38, 17-46.
- Davids, K., Kingsbury, D., Bennett, S., & Handford, C. (2001). Information – movement coupling: implications for the organization of research and practice during acquisition of self-paced extrinsic timing skills. *Journal of Sports Sciences*, 19, 117-127.
- Davids, K., Renshaw, I., & Glazier, P. (2005b). Movement models from sports reveal fundamental insights into coordination processes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 33 (1), 36-42.
- Davids, K., Renshaw, I., Pinder, R., Araujo, D., & Vilar, L. (2012). Principles of motor learning in ecological dynamics. A comment on functions of learning and the acquisition of motor skills (with reference to sport). *The Open Sports Sciences Journal*, 5, (sup.1 – M12), 113-117.
- Davids, K., Williams, M., Button, C., & Court, M. (2001). An integrative modelling approach to the study of intentional movement behaviour. In R. Singer, H. Hausenblas, & C. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 144-173). New York: John Wiley and Sons.
- Dempster, W.T. (1955). Space requirements of the seated operator. WADC-TR (pp. 55-159). Ohio: Wright Patterson Air Force Base.
- De Rugy, A., Montagne, G., Beukers, M.J., & Laurent, M. (2000). The control of human locomotor pointing under restricted informational conditions. *Neuroscience Letters*, 281, 87-90.
- De Rugy, A., Montagne, G., Buekers, M. & Laurent, M. (2001). Spatially constrained locomotion under informational conflict. *Behavioural Brain Research*, 123(1), 11-15. doi: 10.1016/S0166-4328(01)00185-1
- De Rugy, A., Taga, G., Montagne, G., Beukers, M.J., & Laurent, M. (2002). Perception-action coupling model for human locomotor pointing. *Biological Cybernetics*, 87, 141-150. doi: 10.1007/s00422-002-0325-2
- Fajen, B. R. (2005). Perceiving possibilities for action: on the necessity of calibration and perceptual learning for the visual guidance of action. *Perception*, 34 (6), 717-740.

- Fajen, B.R., Riley, M.A., & Turvey, M.T. (2009). Information, affordances, and the control of action in sport. *International Journal of Sport Psychology*, *40*, 79-107.
- Fleishman, E., & Rich, S. (1963). Role of kinaesthetic and spatial-visual abilities in perceptual-motor learning. *Journal of Experimental Psychology*, *66*, 6-11.
- Gibson, E.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA, Houghton Mifflin.
- Gibson, E.J., & Pick, A.D. (2000). *An ecological approach to perceptual learning and development*. Oxford University Press, New York.
- Gallahue, D.L., & Ozmun, J.C. (1998). *Understanding Motor Development* (4<sup>th</sup>ed.). USA: McGraw – Hill Companies, Inc.
- Ghorbani, S., & Bund, A. (2017). Throwing skills: analysis of movement phases in early motor learning. *Perceptual and Motor Skills*, *124* (2), 502-513.
- Glize, D., & Laurent, M. (1997). Controlling locomotion during the acceleration phase in sprinting and long jumping. *Journal of Sports Sciences*, *15*, 181-189. doi: 10.1080/026404197367452
- Goulet, C., Bard, C., & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: a visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *11*, 382-398.
- Greenwood, D. (2014). *Informational constraints on performance of dynamic interceptive actions*. (Doctoral dissertation). Queensland University of Technology, Brisbane, Australia.
- Hamel, K.A., Okita, N., Higginson, J.S., & Cavanagh, P.R. (2005). Foot clearance during stair descent: effects of age and illumination. *Gait and Posture*, *21*, 135-140.
- Hay, J.G. (1986). The biomechanics of the long jump. In K.B. Pandolf (Ed.), *Exercise and sport sciences reviews* (pp.401-446). New York: Macmillan.
- Hay, J.G. (1988). Approach strategies in the long jump. *International Journal of Sport Biomechanics*, *4*, 114-129.
- Hay, J.G. (1993). Citius, altius, longius (faster, higher, longer) the biomechanics of jumping for distance. *Journal of Biomechanics*, *26* (suppl. 1), 7-21. doi: 10.1016/0021-9290(93)90076-Q

- Hay, J. G., Miller, J. A., & Cantera, R. W. (1986). The techniques of elite male long jumpers. *Journal of Biomechanics*, *19*(10), 855-866. doi:10.1016/0021-9290(86)90136-3
- Hay, J.G., & Koh, T.J. (1988). Evaluating the approach in the horizontal jumps. *International Journal of Sport Biomechanics*, *4*, 372-392.
- Hay, J.G., & Nohara, H. (1990). Techniques used by elite long jumpers in preparation for takeoff. *Journal of Biomechanics*, *23*, 229-239. doi:10.1016/0021-9290(90)90014-T
- Hay, L., & Schoebel, P. (1990). Spatio – temporal invariants in hurdle racing patterns. *Human Movement Science*, *9*, 37-54.
- IAAF. (2014). Competition rules 2014-2015, November 2013. Retrieved from <http://www.iaaf.org/download/download?filename=a3588664-5eff-49c2-977a-4665a12c19bf.pdf&urlslug=IAAF%20Competition%20Rule>
- Iosa, M., Fusco, A., Morone, G., & Paolucci, S. (2012). Walking there: environmental influence on walking-distance estimation. *Behavioural Brain Research*, *226*, 124-132. doi:10.1016/j.bbr.2011.09.007
- Iskra, J., & Przednowek, K. (2016). Influence of fatigue in the selected kinematic parameters of hurdle clearance in 400m race – in search of an accurate training test. *Proceedings of the 34<sup>th</sup> International Conference on Biomechanics in Sports*, (p. 687-690), Tsukuba, Japan.
- Jacobs, D.M., Michaels, C.F., & Runeson, S. (2000). Learning to perceive the relative mass of colliding balls: the effects of ratio scaling and feedback. *Perception and Psychophysics*, *62* (7), 1332-1340.
- Jarver, J. (1997). *The Hurdles. Contemporary theory, technique and training*. (3<sup>rd</sup> edition). Tafnews Press.
- Kidman, L. (2005). *Athlete-centered coaching: Developing and inspiring people*. Christchurch: Innovative Print Communications.
- Klimmer, H. (1999). A single- stride long jump leads to the hitchkick. *Track Coach*, *149*, 4754-4757.
- Lappin, J., Shelton, A., & Rieser, J. (2006). Environmental context influences visually perceived distance. *Perception & Psychophysics*, *68*, 571-581.
- Larsen, R., Jackson, W., & Schmitt, D. (2016). Mechanisms for regulating step length while running towards and over an obstacle. *Human Movement Science*, *49*, 186-195.

- Laurent, M., Montagne, G., & Durey, A. (1996). Binocular invariants in interceptive tasks: a directed perception approach. *Perception, 25*, 1437-1450.
- Lee, D., Chamberlain, G., & Hodges, N. (2001). *Practice*. In R.N. Singer, H.A. Hausenblas & C.M. Janelle. (Eds). *Handbook of Sport Psychology* (pp. 115-143). N.Y., Willey.
- Lee, D.N., Lishman, J.R., & Thomson, J.A. (1977). Visual guidance in the long jump. *Athletics Coach, 1*, 26-30.
- Lee, D.N., Lishman, J.R., & Thomson, J.A. (1982). Regulation of gait in long jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 8*, 448-459. doi: 10.1037/0096-1523.8.3.448
- Letzelter, S. (2006). The development of velocity and acceleration in sprints. A comparison of elite and juvenile female sprinters. *New Studies in Athletics, 21*(3), 15-22.
- Li, X., Zhou, J., Li, N., & Wang, J. (2011). Comparative biomechanics analysis of hurdle clearance techniques. *Portuguese Journal of Sport Sciences, 11* (Suppl. 2), 307-309.
- Linthorne, N. (2007). *Biomechanics of the long jump*. Routledge Handbook of Biomechanics and Human Movement Science. Hong, Y., & Bartlett, R. London, Routledge: 340-353.
- Maraj, B. (1999). Evidence for programmed and visually controlled phases of the triple jump approach run. *New Studies in Athletics, 14*, 51-56.
- Montagne, G. (2005). Prospective control in sport. *International Journal of Sport Psychology, 36*, 127-150.
- Montagne, G., Buekers, M.J., De Rugy, A., Camachon, C., & Laurent, M. (2002). Control of human locomotion under various task constraints. *Experimental Brain Research, 143*, 133-136.
- Montagne, G., Fraise, F., Ripoll, H., & Laurent, M. (2000). Perception – action coupling in an interceptive task: first-order time-to-contact as an input variable. *Human Movement Science, 19*, 59-72.
- Montagne, G., Cornus, S., Glize, D., Quaine, F., & Laurent, M. (2000). A perception-action coupling type of control in long jumping. *Journal of Motor Behaviour, 32*, 37-43. doi: 10.1080/00222890009601358

- Moy, B., Renshaw, I., & Davids, K. (2016). The impact of nonlinear pedagogy on physical education teacher education students' intrinsic motivation. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 21(5), 517-538.
- Otsuka, M., Ito, M., & Ito, A. (2010). Analysis of hurdle running at various inter-hurdle distances in an elementary school PE class. *International Journal of Sport and Health Science*, 8, 35-42.
- Otsuka, M., Otomo, S., Isaka, T., Kurihara, T., & Ito, A. (2013). Technique index in a shorter inter-hurdle distance reduces the physical growth level in hurdle physical education. *Proceedings of the XXIV Congress of the International Society of Biomechanics*.
- Otsuka, M., Otomo, S., Isaka, T., Kurihara, T., & Ito, A. (2015). Recommendations for instructional content: relationship of hurdle clearance motion with body height and hurdle running time in 12-14 year old boys. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 194-201.
- Oudejans, R.D., Michaels, C.F., Bakker, F.C., & Dolne, M.A. (1996). The relevance of action in perceiving affordances: perception of catchableness of fly balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(4), 879-891.
- Panteli, F., Kesoglou, I., & Smirniotou, A. (2009). Long jump performance and kinematic variables of novice participants. Book of Abstracts of the 11<sup>th</sup> International Conference of Sport Kinetics, (p. 210-211). Chalkidiki, Greece.
- Panteli, F., Theodorou, A., Pilianidis, Th., & Smirniotou, A. (2014). Locomotor control in the long jump approach run in young novice athletes. *Journal of Sports Sciences*, 32(2), 149-156. doi: 10.1080/02640414.2013.810344
- Panteli, F., Smirniotou, A., & Theodorou, A. (2016). Performance environment and nested task constraints influence long jump approach run: a preliminary study. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1116-1123.
- Passos, P., Araujo, D., Davids, K., & Shuttleworth, R. (2008b). Manipulating constraints to train decision making in rugby union. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 3(1), 125-140.
- Patla, A.E. (1997). Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. *Gait and Posture*, 5, 54-69.

- Patla, A.E., Prentice, S.D., Robinson, C., & Newfold, J. (1991). Visual control of locomotion: strategies for changing direction and for going over obstacles. *Journal of Experimental Psychology*, *17*, 603-634.
- Patla, A.E., & Rietdyk, S. (1993). Visual control of limb trajectory over obstacle during locomotion: effect of obstacle height and width. *Gait and Posture*, *1*, 45-60.
- Patla, A.E., Rietdyk, S., Martin, C., & Prentice, S. (1996). Locomotor patterns of the leading and the trailing limbs as solid and fragile obstacles are stepped-over: some insights into the role of vision during locomotion. *Journal of Motor Behaviour*, *28*, 35-47.
- Patla, A.E., Tomescu, S.S., & Ishac, M.G. (2004). What visual information is used for navigation around obstacles in a cluttered environment? *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, *82*, 682-692. doi: 10.1139/y04-058
- Patla, A.E., & Vickers, J.N. (1997). Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? *NeuroReport*, *8*, 3661-3665.
- Pijpers, J.R., Oudejans, R.D., & Bakker, F.C. (2007). Changes in the perception of action possibilities while climbing to fatigue on a climbing wall. *Journal of Sports Sciences*, *25* (1), 97-110.
- Pinder, R., Renshaw, I., & Davids, K. (2009). Information – movement coupling in developing cricketers under changing ecological practice constraints. *Human Movement Science*, *28*, 468-479, doi: 10.1016/j.humov.2009.02.003
- Pinder, R., Davids, K., Renshaw, I., & Araujo, D. (2011). Manipulating informational constraints shapes movement re-organization in interceptive actions. *Attention, Perception & Psychophysics*, *73*, 1242-1254. doi: 10.3758/s13414-011-0102-1
- Ranganathan, R., & Carlton, L.G. (2007). Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behaviour*, *39* (5), 369-380.
- Renshaw, I., Chow, J., Davids, K., & Hammond, J. (2010). A constraints – led perspective to understanding skill acquisition and game play: a basis of integration of motor learning theory and physical education praxis? *Physical Education and Sport Pedagogy*.
- Renshaw, I., & Davids, K. (2004). Nested task constraints shape continuous perception – action coupling control during human locomotor pointing. *Neuroscience Letters*, *369*, 93-98. doi: 10.1016/j.neulet.2004.05.095

- Renshaw, I., & Davids, K. (2006). A comparison of locomotor pointing strategies in cricket bowling and long jumping. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 1-20.
- Renshaw, I., Davids, K., Phillips, E., & Kerherve, H. (in press). Developing talent in athletes as complex neurobiological systems. In J. Baker & S. Cobley (Eds.), *Talent identification and development in sport: International perspectives*.
- Renshaw, I., Davids, K., & Savelsbergh, G. (2010). *Motor learning in practice: A constraints – led approach*. London: Routledge.
- Rogers, J.L. (2000). *USA Track and Field Coaching Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rose, D.J. (1997). *A multilevel approach to the study of motor control and learning*. USA: Allyn & Bacon.
- Salo, A., & Grimshaw, P. (1998). An examination of kinematic variability of motion analysis in sprint hurdles. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 211-222.
- Santos Lima, M., Claudino, J.G., Mezencio, B., de Oliveira, F.R., Amadio, A.C., & Serrao, J.C. (2013). Comparative biomechanical analysis of hurdle techniques on 110m and 400m in elite athletes. *Proceedings of the XXIV Congress of the International Society of Biomechanics*.
- Savelsbergh, G.J.P., & van der Kamp, J. (2000). Information in learning to coordinate and control movements: is there a need for specificity of practice? *International Journal of Sport Psychology*, 31 (4), 467-484.
- Savelsbergh, G.J.P., van der Kamp, J., Oudejans, R.D., & Scott, M.A. (2004). Perceptual learning in mastering perceptual degrees of freedom. Skill acquisition in sport: research, theory and practice. In Williams, A.M. & Hodges, N. (pp. 374-389). London, Routledge, Taylor & Francis.
- Schmidt, R.A. (1988). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (2<sup>nd</sup> Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R., & Lee, D. (2005). *Motor control and learning: A behavioural emphasis* (4<sup>th</sup> Ed.). Champaign, IL, Human Kinetics.
- Shibayama, K., Fujii, N., & Ae, M. (2015). Acute effects of training on hurdle configuration during sprint hurdle motion. *Proceedings of the 33<sup>rd</sup> International Conference on Biomechanics in Sports*, (p. 1185-1188), Poitiers, France.

- Sinai, M., Ooi, T., & He, Z. (1998). Terrain influences the accurate judgment of distance. *Nature*, *395*, 497-500. doi:10.1038/26747
- Scott, M.A., Li, F., & Davids, K. (1997). Expertise and the regulation of gait in the approach phase of the long jump. *Journal of Sports Sciences*, *15*, 597-605. doi: 10.1080/026404197367038
- Smirniotou, A., Panteli, F., Argeitaki, P., Kesoglou, I., & Katsikas, C. (2010). Visual control of Step length during the approach phase to the first hurdle. *Book of abstracts of the 15<sup>th</sup> ECSS Congress*, (p. 178), Antalya, Turkey.
- Smirniotou, A., Panteli, F., Argeitaki, P., Roussos, T., & Katsikas, C. (2012). Step adjustment approaching the first hurdle. In Meeusen, R., Duchateau, J., Roelands, B., Klass, M., De Geus, B., Baudry, S., Tsolakidis, E. (Eds). *Book of Abstracts of the 17<sup>th</sup> Annual Congress of the ECSS*, (pp. 124-125), Bruges, Belgium.
- Sparrow, W.A., Shinkfield, A.J., Chow, S., & Begg, R.K. (1996). Gait characteristics in stepping over obstacles. *Human Movement Science*, *15*, 605-622.
- Ste-Marie, D.M., Clark, S.E., & Latimer, A.E. (2002). Contributions of attention and retention processes in observational learning of a motor skill by children. *Journal of Human Movement Studies*, *42*, 317-333.
- Theodorou, A., & Skordilis, E. (2012). Evaluating the approach run of class F11 visually impaired athletes in triple and long jumps. *Perceptual and Motor Skills*, *114*, 1-15. doi: 10.2466/05.15.27.PMS.114.2.595-609
- Thomas, G. (2007). Skill instruction in outdoor leadership: A comparison of a direct instruction model and a discovery – learning model. *Australian Journal of Outdoor Education*, *11* (2), 10-18.
- Tresilian, J.R. (1999). Visually timed action: time-out for “tau”? *Trends in Cognitive Sciences*, *3*, 301-310.
- Turvey, M.Y., & Shaw, R.E. (1999). Ecological foundations of cognition. Symmetry and specificity of animal – environment systems. *Journal of Consciousness Studies*, *6*, 95-110.
- Warren, W.H. (2006). The dynamics of perception and action. *Psychological Review*, *113* (2), 358-389.
- Williams, A.M., Davids, K., & Williams, J.G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. Taylor & Francis.



- Winter, D.A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement* (2<sup>nd</sup> ed.). Toronto: John Willey & Sons.
- Withagen, R. (2004). The pickup of non-specifying variables does not entail indirect perception. *Ecological Psychology*, 16 (3), 237-253.
- Witt, J., Stefanucci, J., Riener, C., & Proffitt, D. (2007). Seeing beyond the target: Environmental context affects distance perception. *Perception*, 36, 1752-1768. doi: 10.1068/p5617
- Σμυρνιώτου, Α. (2005). Δρόμοι με 10 εμπόδια. Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Μεθοδική διδασκαλία. Αθήνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### Παράρτημα Α: Δήλωση συγκατάθεσης

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Αγαπητοί Συμμετέχοντες,

Ονομάζομαι **Φλώρα Παντελή** και είμαι υποψήφια διδάκτορ του Προγράμματος Διδακτορικών Σπουδών «Φυσική Αγωγή και Αθλητισμός» (Κατεύθυνση: Ειδική Προπονητική Κλασσικού Αθλητισμού) της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στο πλαίσιο των σπουδών μου διεξάγω μια έρευνα η οποία εξετάζει την κινητική συμπεριφορά αρχάριων αθλητών και αθλητριών νεαρής ηλικίας, 12-13 ετών, κατά τη φάση προσέγγισης των δύο πρώτων εμποδίων (ύψους 0.76m) ενός δρόμου με αγωνιστικά εμπόδια.

Για τη διεξαγωγή της έρευνας παρακαλώ να επιτρέψετε στο παιδί σας να λάβει μέρος έχοντας υπόψη ότι δεν διατρέχει κάποιο κίνδυνο η σωματική και ψυχική υγεία του και θα διατηρηθεί η ανωνυμία των συμμετεχόντων.

Ευχαριστώ πολύ για τη συνεργασίας σας.

### **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ**

Ημερομηνία .....

Διάβασα την παραπάνω ενημέρωση για την έρευνα που διεξάγεται υπό την αιγίδα του ΣΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Αθηνών από την υποψήφια διδάκτορα κ. Φλώρα Παντελή και δηλώνω ότι δέχομαι να λάβει μέρος το παιδί μου σ' αυτήν την έρευνα. Γνωρίζω ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική, γίνεται ανώνυμα, το παιδί μου δεν διατρέχει κανέναν κίνδυνο και μπορεί να διακόψει οποιαδήποτε στιγμή.

Ο Γονέας - Κηδεμόνας

.....  
Υπογραφή

Παράρτημα Β: Προπονητικό πρόγραμμα για τις 18 προπονητικές συναντήσεις (ΠΣ).

Προπονητικό πρόγραμμα		
Προπονητικές συναντήσεις	Σκοπός	Ασκήσεις
1	Ανάπτυξη κινητικότητας των ισχίων	Βασικές ασκήσεις κινητικότητας και εξοικείωσης με τα εμπόδια
	Εκμάθηση της κίνησης του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> ποδιού	Ασκήσεις κινητικότητας δίνοντας έμφαση στην κίνηση του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> ποδιού μεμονωμένα.
	Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από σημάδια και «διαστήματα» στο έδαφος.	Με φόρα 4 διασκ: τρέξιμο επάνω από 4 μαρκαρισμένα «διαστήματα», σε απόσταση 6,40-6,60μ, με ένα ρυθμό 3 ενδιάμεσων διασκελισμών. (επαναλήψεις και με τα δύο πόδια)
2	Ανάπτυξη κινητικότητας των ισχίων	Βασικές ασκήσεις κινητικότητας και εξοικείωσης με τα εμπόδια
	Εκμάθηση της κίνησης του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> ποδιού	Ασκήσεις κινητικότητας δίνοντας έμφαση στην κίνηση του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> ποδιού μεμονωμένα. Με περπάτημα με ψηλά γόνατα, πέρασμα επάνω από τα εμπόδια εκτελώντας την κίνηση του 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> ποδιού.
	Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από χαμηλά εμπόδια (10-20cm).	Με φόρα 4 διασκ: τρέξιμο επάνω από 4 χαμηλά εμπόδια, σε απόσταση 6,60-6,80μ, με ένα ρυθμό 3 ενδιάμεσων διασκελισμών. (επαναλήψεις και με τα δύο πόδια)
3, 4	Ανάπτυξη κινητικότητας των ισχίων	Βασικές ασκήσεις κινητικότητας και εξοικείωσης με τα εμπόδια
	Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> ποδιού	Ασκήσεις κινητικότητας δίνοντας έμφαση στην κίνηση του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> ποδιού μεμονωμένα. Με περπάτημα (με 1, 3 διασκ) – σήκωμα του γονάτου ψηλά και πέρασμα 1 <sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι. Με περπάτημα (με 1, 3 διασκ) – τράβηγμα του 2 <sup>ου</sup> ποδιού μπροστά, από το πλάι.
	Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από χαμηλά εμπόδια (30cm)	Με φόρα 4 διασκ: Τρέξιμο επάνω από 3 χαμηλά εμπόδια, σε απόσταση 10,40-10,70μ, με ένα ρυθμό 5 ενδιάμεσων διασκελισμών. (επαναλήψεις και με τα δύο πόδια)

		<p>Τρέξιμο επάνω από 4 χαμηλά εμπόδια, σε απόσταση 6,80-7,10μ, με ένα ρυθμό 3 ενδιάμεσων διασκελισμών. (επαναλήψεις και με τα δύο πόδια)</p>
	<p>Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού</p>	<p>Ασκήσεις κινητικότητας δίνοντας έμφαση στην κίνηση του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού μεμονωμένα. Με περπάτημα (με 1 και 3 διασκ)– σήκωμα του γονάτου ψηλά και πέρασμα 1<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι. Με περπάτημα (με 1 και 3 διασκ) – τράβηγμα του 2<sup>ου</sup> ποδιού μπροστά, από το πλάι.</p>
5	<p>Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από εμπόδια διαφορετικού ύψους (30cm &amp; 0,76m), αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τη δυσκολία περάσματος του εμποδίου.</p>	<p>Με φόρα 4 διασκ: τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια διαφορετικού ύψους (30cm-30cm-76cm-76cm), σε απόσταση 10,70μ, με ένα ρυθμό 5 ενδιάμεσων διασκελισμών. (5 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
	<p>Τρέξιμο με προοδευτικά μεγαλύτερη ταχύτητα επάνω από χαμηλά εμπόδια (30cm)</p>	<p>Με φόρα 4 διασκ: τρέξιμο επάνω από 4 χαμηλά εμπόδια – τοποθετημένα σε μεγαλύτερες αποστάσεις 7,10-7,20μ, με ένα ρυθμό 3 ενδιάμεσων διασκελισμών. (επαναλήψεις και με τα δύο πόδια)</p>
6, 7	<p>Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού</p>	<p>Με περπάτημα – σήκωμα του γονάτου ψηλά και πέρασμα 1<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι. Με περπάτημα – τράβηγμα του 2<sup>ου</sup> ποδιού μπροστά, από το πλάι. Με περπάτημα με ψηλά γόνατα (3 διασκ) - κίνηση 1<sup>ου</sup> – 2<sup>ου</sup> ποδιού επάνω από τα εμπόδια. Κίνηση 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι, με ρυθμικό τρέξιμο 3 διασκελισμών – σε απόσταση 5,80-6,00μ.</p>
	<p>Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από εμπόδια διαφορετικού ύψους (30cm &amp; 0,76m), αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τη δυσκολία περάσματος του εμποδίου.</p>	<p>Με φόρα 6 διασκ (8,90-9,20μ): τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια διαφορετικού ύψους, σε απόσταση 6,60-6,80μ, με ένα ρυθμό 3 ενδιάμεσων διασκελισμών. → 30cm-30cm-76cm-76cm (3-4 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι) → 76cm-76cm-30cm-30cm (3-4 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>

8, 9	<p>Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού</p> <hr/> <p>Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από εμπόδια διαφορετικού ύψους (30cm &amp; 0,76m), αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τη δυσκολία περάσματος του εμποδίου.</p>	<p>Με περπάτημα – σήκωμα του γονάτου ψηλά και πέρασμα 1<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι.</p> <p>Με περπάτημα – τράβηγμα του 2<sup>ου</sup> ποδιού μπροστά, από το πλάι.</p> <p>Κίνηση 1<sup>ου</sup> – 2<sup>ου</sup> ποδιού επάνω από τα εμπόδια, με χαλαρό τρέξιμο.</p> <p>Κίνηση 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι, με ρυθμικό τρέξιμο 3 διασκελισμών – σε απόσταση 6,00-3,30μ.</p> <hr/> <p>Με φόρα 6 διασκ (9,50μ): τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια διαφορετικού ύψους –τοποθετημένα σε μεγαλύτερες αποστάσεις 6,80-7,00μ, με ένα ρυθμό 3 ενδιάμεσων διασκελισμών.</p> <p>→ 30cm-76cm-30cm-76cm (5-6 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
10	<p>Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού</p> <hr/> <p>Τρέξιμο με υψηλή ταχύτητα επάνω από εμπόδια αγωνιστικού ύψους (0,76m)</p>	<p>Με περπάτημα – σήκωμα του γονάτου ψηλά και πέρασμα 1<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι.</p> <p>Με περπάτημα – τράβηγμα του 2<sup>ου</sup> ποδιού μπροστά, από το πλάι.</p> <p>Κίνηση 1<sup>ου</sup> – 2<sup>ου</sup> ποδιού επάνω από τα εμπόδια, με χαλαρό τρέξιμο.</p> <p>Κίνηση 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι, με ρυθμικό τρέξιμο 3 διασκελισμών – σε απόσταση 6,30μ.</p> <hr/> <p>Με φόρα 6 διασκ (9,80-10μ): τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια (ύψους 0,76m) –τοποθετημένα σε μεγαλύτερες αποστάσεις 6,80-700μ, με ένα ρυθμό τριών ενδιάμεσων διασκελισμών (5-6 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
11	<p>Εκμάθηση και εξέλιξη της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού</p>	<p>Με περπάτημα – σήκωμα του γονάτου ψηλά και πέρασμα 1<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι.</p> <p>Με περπάτημα – τράβηγμα του 2<sup>ου</sup> ποδιού μπροστά, από το πλάι.</p> <p>Κίνηση 1<sup>ου</sup> – 2<sup>ου</sup> ποδιού επάνω από τα εμπόδια, με χαλαρό τρέξιμο.</p> <p>Τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια (ύψους 0,76m), σε απόσταση 7,70-8,00μ, με ένα ρυθμό 4 ενδιάμεσων διασκελισμών - εναλλάσσοντας το 1<sup>ο</sup> πόδι.</p> <p>(4-5 επαναλήψεις)</p>

	<p>Επιμήκυνση της απόστασης από την εκκίνηση μέχρι το 1 εμπόδιο</p> <p>Διαμόρφωση ενός δρομικού μοντέλου -8 διασκελισμών – για την προσέγγιση του 1<sup>ου</sup> εμποδίου</p>	<p>Δρομική κίνηση μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο με ένα μοντέλο 8 διασκ., σε μια προοδευτικά αυξανόμενη απόσταση (11.60-12m)</p> <p>(5-6 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
12, 13	<p>Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από ψηλά εμπόδια</p>	<p>Τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια (ύψους 0,76m), σε απόσταση 8,5μ, με έναν ενδιάμεσο ρυθμό 5 skipping , εκτελώντας και με τα δύο πόδια.</p>
	<p>Φάση προσέγγισης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο</p>	<p>Επιταχυνόμενο τρέξιμο από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο (12μ), με 8 διασκ.</p> <p>(4-5 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
	<p>Ανάπτυξη της συνολικής κίνησης</p>	<p>Με φόρα 8 διασκ (12μ): τρέξιμο επάνω από 2 εμπόδια (ύψους 0,76m) –τοποθετημένα σε αγωνιστικές αποστάσεις (7,50μ)- με 3 ενδιάμεσους διασκελισμούς.</p> <p>(4-5 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
14, 15	<p>Βελτίωση της κίνησης του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> ποδιού</p>	<p>Κίνηση 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ποδιού από το πλάι, με ρυθμικό τρέξιμο 3 διασκελισμών – σε 5 εμπόδια (ύψους 0,76m) (απόσταση 6,40μ)</p>
	<p>Ανάπτυξη της συνολικής κίνησης.</p> <p>Τρέξιμο με υψηλή ταχύτητα επάνω από εμπόδια αγωνιστικού ύψους (0,76m) σε μικρότερες αποστάσεις από την αγωνιστική → πιο γρήγορη προσγείωση</p>	<p>Με φόρα 12m (απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο): τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια (ύψους 0,76m) – σε αποστάσεις μικρότερες από την αγωνιστική (7,20m).</p> <p>(4-5 επαναλήψεις με το προτιμώμενο πόδι)</p>
16	<p>Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από ψηλά εμπόδια, εναλλάσσοντας το 1<sup>ο</sup> πόδι.</p>	<p>Τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια (ύψους 0,76m), σε απόσταση 8μ, με ένα ρυθμό 4 ενδιάμεσων διασκελισμών - εναλλάσσοντας το 1<sup>ο</sup> πόδι.</p> <p>(4- επαναλήψεις)</p>
	<p>Ανάπτυξη και βελτίωση της συνολικής κίνησης, ώστε να πλησιάζει το αγωνιστικό μοντέλο.</p>	<p>Με φόρα 12m (απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- τρέξιμο μέχρι το 1<sup>ο</sup> εμπόδιο x 2</li> <li>- τρέξιμο επάνω από 2 εμπόδια (ύψους 0,76m) – τοποθετημένα σε αγωνιστικές αποστάσεις (7,50μ)- με 3 ενδιάμεσους διασκελισμούς x 3</li> <li>- τρέξιμο επάνω από 3 εμπόδια (ύψους 0,76m) – τοποθετημένα σε αγωνιστικές αποστάσεις- με 3</li> </ul>

		ενδιάμεσους διασκελισμούς x 3
	Ανάπτυξη ρυθμικού τρεξίματος επάνω από ψηλά εμπόδια	Τρέξιμο επάνω από 4 εμπόδια (ύψους 0,76m), σε απόσταση 8,50-8,80μ, με έναν ενδιάμεσο ρυθμό 5 skipping , εκτελώντας και με τα δύο πόδια.
17, 18	Ανάπτυξη και βελτίωση της συνολικής κίνησης, ώστε να πλησιάζει το αγωνιστικό μοντέλο.	Με φόρα 12m (απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το 1 <sup>ο</sup> εμπόδιο): - τρέξιμο επάνω από 2 εμπόδια (ύψους 0,76m) – τοποθετημένα σε αγωνιστικές αποστάσεις- με 3 ενδιάμεσους διασκελισμούς x 3 - 4 - τρέξιμο επάνω από 3 εμπόδια (ύψους 0,76m) – τοποθετημένα σε αγωνιστικές αποστάσεις- με 3 ενδιάμεσους διασκελισμούς x 3 - 4