

Επικλινείς δρομικές επιφάνειες: Επίδραση στα κινηματικά χαρακτηριστικά και στη θέση του σώματος

ΣΤΑΥΡΟΥ ΤΖΙΩΡΤΖΗ¹, ΓΙΩΡΓΟΥ ΠΑΡΑΔΙΣΗ², CALTON COOK³

¹Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Αθηνών

² Sport Studies, University of Wales Institute

³ School of Leisure and Sport Studies, Leeds Metropolitan University

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΤΖΙΩΡΤΖΗΣ Σ., ΠΑΡΑΔΙΣΗΣ Γ. και COOK C. Επικλινείς δρομικές επιφάνειες: Επίδραση στα κινηματικά χαρακτηριστικά και στη θέση του σώματος. *Κινησιολογία*, Τομ. 3, Νο 1, 2 σελ. 37-49. Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να αναγνωρισθούν και να προσδιορισθούν ποσοτικά τα κινηματικά χαρακτηριστικά καθώς και η θέση του σώματος, σε σχέση με τη δρομική ταχύτητα όπως αυτή παρουσιάζεται κατά την εκτέλεση δρομικών επαναλήψεων σε επικλινείς επιφάνειες με κλίση 3° (ανωφέρεια και κατωφέρεια), καθώς επίσης και σε οριζόντια επιφάνεια. Το δείγμα αποτελέσαν οκτώ φοιτητές Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, οι οποίοι κινηματογραφήθηκαν ενώ εκτελούσαν δρομικές αποστάσεις με μέγιστη ένταση. Οι δοκιμασίες εκτελούνταν σε ειδικά κατασκευασμένα πλατφόρμα τρεις φορές για κάθε ειδική περίπτωση όπως: α) 10m σε οριζόντια επιφάνεια και 20m σε ανωφέρεια με κλίση 3°, β) 10m σε οριζόντια επιφάνεια και 20m σε κατωφέρεια με κλίση 3° και γ) 30m σε οριζόντια επιφάνεια. Καταγράφηκαν και αναλύθηκαν οι παρακάτω παράμετροι: Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού (ΜΤΔ), Μήκος Διασκελισμού (ΜΔ), Συχνότητα Διασκελισμού (ΣΔ), Χρόνος Διασκελισμού (ΧΔ), Χρόνος Επαφής (ΧΕ) και Χρόνος Πτήσης (ΧΠ). Επίσης αναλύθηκαν επιλεγμένα χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος κατά την εκτέλεση των τριών διαφορετικών δρομικών συνθηκών. Παρατηρήθηκε ότι η Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού (ΜΤΔ), ήταν κατά 8.4% μεγαλύτερη στη διάρκεια των προσπαθειών σε κατωφέρεια και 2.9% μικρότερη στη διάρκεια των προσπαθειών σε ανωφέρεια ενώ το Μήκος Διασκελισμού βρέθηκε κατά 6.6% μεγαλύτερο στην περίπτωση της κατωφέρειας και κατά 5.2% μικρότερο στην ανωφέρεια σε σύγκριση με τις αντίστοιχες προσπάθειες σε οριζόντια επιφάνεια ($p < 0.05$ και στις δύο περιπτώσεις). Οι υπόλοιπες κινηματικές παράμετροι δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές ενώ τα βασικά χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος κατά την εκτέλεση, παρέμειναν σε μεγάλο βαθμό αναλλοίωτα, σε σχέση με αυτά των προσπαθειών, σε επίπεδη οριζόντια επιφάνεια. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η προπόνηση ταχύτητας σε επιφάνειες με θετική ή αρνητική κλίση 3°, δεν επιφέρουν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στα χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος των δρομέων ταχύτητας, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα μεταφοράς λανθασμένων μηχανικών ενεργειών στη δρομική ταχύτητα σε επίπεδη οριζόντια επιφάνεια.

Λέξεις κλειδιά: ΑΝΩΦΕΡΕΙΑ, ΚΑΤΩΦΕΡΕΙΑ, ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ, ΔΡΟΜΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Η δρομική προπόνηση σε επικλινείς επιφάνειες χρησιμοποιείται ευρέως από ειδικούς δρομικών αγωνισμάτων, ιδιαίτερα δε από αυτούς που ασχολούνται με αγωνίσματα ταχύτητας και παρατεταμένης ταχύτητας. Προγενέστερες μελέτες έδειξαν ότι η προπόνηση σε επικλινή επιφάνεια (3°) επέφερε βελτίωση στη

Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού (ΜΤΔ) καθώς και σε άλλες σχετικές παραμέτρους (Paradisis et al. 1996, Paradisis & Cooke 1998). Παρόμοιες μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις της προπόνησης σε ανωφέρεια και κατωφέρεια σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, που διεξήχθησαν από έναν από τους συγγραφείς της παρούσας μελέτης, αναφέρουν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις κινηματικών χαρακτηριστικών όπως: στην Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού ΜΤΔ, ($p < 0.01$), τον Χρόνο Πτήσης στη φάση του διασκελισμού (Χ.Π.) ($p < 0.01$) και την Συχνότητα Διασκελισμού (Σ.Δ.) ($p < 0.05$) (Τζιωρτζής 1990, 1996).

Οι Kunz & Kaufmann (1981) σε μελέτη που αφορούσε τις κινηματικές μεταβολές σε δρόμους με κλίση του εδάφους 1.7° , αναφέρουν αύξηση της ΜΤΔ κατά 5.3% σε προσπάθειες που πραγματοποιήθηκαν σε κατωφέρεια και αντίστοιχα 5.7% μείωση σε ανωφέρεια, σε σύγκριση με δρόμο ταχύτητας σε οριζόντια επιφάνεια (9.35m/s, 8.35m/s και 8.85m/s στις αντίστοιχες επιφάνειες). Διαπίστωσαν ακόμα ότι το Μήκος Διασκελισμού ήταν μεγαλύτερο κατά τη διάρκεια του δρόμου σε κατωφέρεια σε σύγκριση με αυτό του δρόμου σε οριζόντια επιφάνεια και αντίστοιχα μικρότερο στο δρόμο σε ανωφέρεια, ενώ στη διάρκεια του δρόμου σε οριζόντια επιφάνεια η συχνότητα διασκελισμού παρέμεινε αμετάβλητη. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι η γωνία απογείωσης του ποδιού στήριξης στο δρόμο σε ανωφέρεια, κατωφέρεια και οριζόντια επιφάνεια ήταν 118° , 112° και 118° αντίστοιχα, ενώ η γωνία μεταξύ κορμού και του μηρού του ποδιού που οδηγεί (ανασηκωμένος μηρός), στη διάρκεια της προσπάθειας σε ανωφέρεια, κατωφέρεια και οριζόντια επιφάνεια, ήταν 163° , 160° και 162° αντίστοιχα. Αντίθετα δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών που αφορούσαν την γωνία του κορμού (98.5° - 100°) και την γωνία με ταξύ των δύο μηρών (19.5° - 20.5°). Σ' αυτή τη μελέτη όμως δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα στοιχεία σχετικά με τη μέθοδο που ακολουθήθηκε (αριθμός επαναλήψεων-θέση της κάμερας σε σχέση με τη δρομική απόσταση κ.τ.λ), ενώ υποθέτουν ότι η μεγαλύτερη κλίση από 1.7° θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη αύξηση του Μ.Δ με αντίστοιχη αύξηση των τροχοπεδικών δυνάμεων και απώλεια της τεχνικής εκτέλεσης.

Τα στοιχεία αυτά που σχετίζονται με την επίδραση των κινηματικών χαρακτηριστικών και της θέσης του σώματος στο δρόμο ταχύτητας σε επικλινές έδαφος, μπορούν να θεωρηθούν σημαντικά και ιδιαίτερα βοηθητικά στην κατανόηση της αναγκαιότητας χρησιμοποίησης και εφαρμογής τους στην προπονητική διαδικασία των δρομέων ταχύτητας, ενώ μπορούν επίσης να αποτελέσουν αφετηρία για παραπέρα έρευνα. Για παράδειγμα η βασική προπονητική αρχή που αναφέρεται στην εξειδίκευση, επισημαίνει ότι όσο περισσότερο κοντά στην αθλητική απόδοση είναι ο προπονητικός στόχος, τόσο καλύτερη θα είναι και η αφομοίωση της προπόνησης μέσα στα πλαίσια της μέγιστης απόδοσης.

Ένα σημαντικό ζήτημα αναφορικά με την προπόνηση σε επικλινές έδαφος, είναι αυτό που σχετίζεται με το μέγεθος της κλίσης, η οποία πρέπει να είναι άμεσα ανάλογη με την βοήθεια ή την αντίσταση της βαρύτητας στα δρομικά αγωνίσματα ταχύτητας. Η υπέρμετρα απότομη κλίση του εδάφους είναι πιθανόν να διαφοροποιήσει αρνητικά τα μηχανικά στοιχεία του δρόμου ταχύτητας, μειώνοντας έτσι τη δυνατότητα μεταφοράς των θετικών στοιχείων στην οριζόντια δρομική απόδοση.

Δυστυχώς αυτά αποτελούν τα μόνα δημοσιευμένα στοιχεία που κατέστη δυνατόν να συλλέξουμε από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, σχετικά με την ΜΤΔ σε επικλινείς επιφάνειες, καθώς και τις παραμέτρους που αφορούν τη

θέση του σώματος σε δρόμο ταχύτητας. Όμως παρά το γεγονός ότι αυτές οι προπονητικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό από τους ειδικούς, τα διαθέσιμα στοιχεία, αναφορικά με τον βαθμό και την έκταση της διαφοροποίησης των κινηματικών παραμέτρων κατά την εκτέλεση δρομικών αποστάσεων ταχύτητας σε ανωφέρειες και κατωφέρειες, είναι σχετικά περιορισμένα.

Σκοπός της παρούσης έρευνας είναι να αναγνωρίσει και να καθορίσει τα κινηματικά χαρακτηριστικά καθώς και την θέση του σώματος σε σχέση με τον δρόμο ταχύτητας σε ανωφερές και κατωφερές έδαφος με κλίση 3° καθώς και τον δρόμο ταχύτητας σε οριζόντια επιφάνεια.

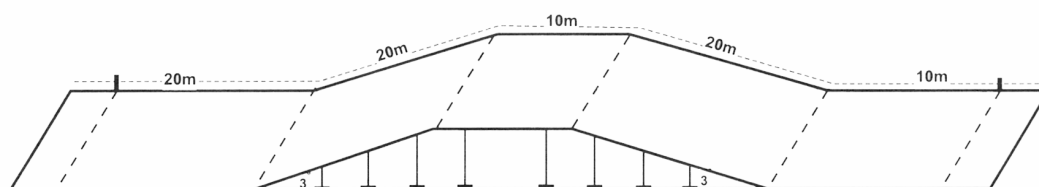
Μέθοδος

Στην έρευνα συμμετείχαν 8 φοιτητές Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού με μέση τιμή Μέγιστης Δρομικής Ταχύτητας (Μ.Δ.Τ.) 8.16 m/sec. Ο μέσος όρος της χρονολογικής τους ηλικίας ήταν 26.3 ± 1.9 έτη, με σωματικό βάρος 81.6 ± 8.28 kg και σωματικό ύψος 183 ± 0.05 cm (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Φυσικά και σωματικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων.

	ΜΔΤ m/sec	Ηλικία (έτη)	Σωματικό βάρος (kg)	Σωματικό ύψος (cm)
Μέσος όρος $\pm$ SD	8.16 ± 0.75	26.3 ± 1.9	81.6 ± 8.3	183 ± 0.05
min	7.12	24	74	178
max	9.06	30	100	188

Χρησιμοποιήθηκε μια ειδικά κατασκευασμένη ξύλινη πλατφόρμα, η οποία ήταν καλυμμένη με ελαστικό τάπητα. Το πλάτος της πλατφόρμας ήταν ακριβώς όσο και το πλάτος ενός διαδρόμου ολυμπιακού σταδίου δηλαδή 1.20m και το συνολικό της μήκος έφτανε τα 80m, όπου αποτελείτο από 20m οριζόντια επιφάνεια, 20m ανωφέρεια με κλίση 3°, 10m οριζόντια επιφάνεια, 20m κατωφέρεια με κλίση 3° και 10m οριζόντια επιφάνεια (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Πλατφόρμα Ανωφέρειας-Κατωφέρειας πλάτους 1.20m και συνολικού μήκους 80m.

Όλοι οι (δοκιμαζόμενοι προπονήθηκαν πριν τη δοκιμασία επί τρεις εβδομάδες, τρεις φορές την εβδομάδα, με στόχο την εξοικείωση τους στο τρέξιμο σε επικλινείς επιφάνειες. Μετά από προθέρμανση η οποία περιελάμβανε 10 λεπτά ελεύθερο τρέξιμο, ένα σετ διατακτικών ασκήσεων και

τεσσάρων έως έξη δρομικών επαναλήψεων 30-40m με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση, οι δοκιμαζόμενοι έτρεξαν τρεις φορές ο καθένας με μέγιστη ένταση: α) 10m σε επίπεδη επιφάνεια και 20m σε ανωφέρεια με κλίση 3°, β) 10m σε επίπεδη επιφάνεια και 20 m σε κατωφέρεια με κλίση 3° και γ) 30 m σε οριζόντια επιφάνεια.

Το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν επαρκές για κάθε δοκιμαζόμενο και οδηγούσε σε πλήρη αποκατάσταση (6min). Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε μια μηχανή Video (Kodak Ektapro 1000) υψηλών ταχυτήτων, με δυνατότητα δειγματοληψίας 250Hz, η οποία ήταν τοποθετημένη σε απόσταση 10.40m και κάθετα με τη δρομική κατεύθυνση. Το ύψος του τρίποδα πάνω στο οποίο ήταν τοποθετημένη η κάμερα ήταν 2.2m, 1.8m και 1.4m αντίστοιχα για την ανωφέρεια, κατωφέρεια και οριζόντια επιφάνεια, δημιουργώντας έτσι κάθε φορά ένα ορθογώνιο τρίγωνο με βάση το κέντρο κάθε επιμέρους απόστασης.

Οι διασκελισμοί οι οποίοι κάλυπταν τις φάσεις επαφής και πτήσης των τριών προσπαθειών αναλύθηκαν σύμφωνα με την μέθοδο των Mero & Komi (1985), για να υπολογισθεί η Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού (Μ.Τ.Δ.), η Συχνότητα Διασκελισμού (Σ.Δ.), το Μήκος Διασκελισμού (Μ.Δ.), ο Χρόνος Επαφής (Χ.Ε.) και ο Χρόνος Πτήσης (Χ.Π.). Επιπλέον αναλύθηκαν οι γωνίες του γόνατου, των ισχύων, της κνήμης και του κορμού, καθώς επίσης η απόσταση μεταξύ του κέντρου βάρους του σώματος και του σημείου επαφής και απογείωσης.

Οι τμηματικές σωματικές παράμετροι, προσδιορίστηκαν σύμφωνα με το μοντέλο του Dampster (1955) και αποτελούντο από 14 άκαμπτα σημεία του σώματος, ενώ τα κέντρα των αρθρώσεων καθορίστηκαν με μαύρους και λευκούς μαρκαδόρους στο δέρμα των δοκιμαζομένων. Για τον έλεγχο των στατιστικών διαφορών μεταξύ των επαναλήψεων αλλά και των τριών διαφορετικών δρομικών συνθηκών, χρησιμοποιήθηκαν το ANOVA (Repeated Measured Test) και για τον έλεγχο των αλληλεπιδράσεων το Tukey post hoc test.

Αποτελέσματα

Σύγκριση των 3 ατομικών προσπαθειών. Για να επιβεβαιωθεί αν η προσπάθεια σε όλες τις (δοκιμασίες ήταν η μέγιστη δυνατή και αν το διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών ήταν επαρκές για πλήρη αποκατάσταση, έγινε σύγκριση των τριών προσπαθειών. Γενικά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών προσπαθειών για την ανωφέρεια, κατωφέρεια και οριζόντια δρομική προσπάθεια (Πίνακας 2).

Η μόνη σημαντική διαφορά μεταξύ των προσπαθειών παρατηρήθηκε στο Μήκος Διασκελισμού (Μ.Δ.) και στον Χρόνο Διασκελισμού (Χ.Δ.) κατά την προσπάθεια σε οριζόντια επιφάνεια ($p < 0.05$). Στη διάρκεια της δεύτερης προσπάθειας το Μ.Δ. ήταν κατά 4.1% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της πρώτης προσπάθειας και ο Χ.Δ. της δεύτερης προσπάθειας βρέθηκε κατά 4.3% μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της πρώτης (Πίνακας 2).

Με δεδομένο ότι όλες οι άλλες παράμετροι δεν παρουσίασαν διαφοροποίηση μεταξύ των προσπαθειών στην οριζόντια επιφάνεια, υποθέτουμε ότι η δεύτερη προσπάθεια δεν μπορεί να εκληφθεί ως σημαντικά αποκλίνουσα από τις υπόλοιπες.

Σύγκριση μεταξύ των τριών δρομικών συνθηκών (ανωφέρεια-κατωφέρεια -οριζόντια). Η ΜΤΔ στο δρόμο σε κατωφέρεια με τιμή 8.8m/s

παρουσιάστηκε σημαντικά μεγαλύτερη ($p < 0.001$) σε αντίθεση με την ίδια παράμετρο σε οριζόντια επιφάνεια όπου δεν υπερέβη τα 8.0m/s (8.4%), ενώ στο δρόμο σε ανωφέρεια με τιμή 7.8m/s ήταν σημαντικά μικρότερη ($p < 0.001$) απ' αυτή του δρόμου σε οριζόντια επιφάνεια (2.9%) (Πίνακας 3, Σχήμα 2). Το μεγαλύτερο Μ.Δ. παρατηρήθηκε στον δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια (2.3m) και ήταν σημαντικά μεγαλύτερο ($p < 0.001$) σε σχέση με αυτό του δρόμου ταχύτητας σε οριζόντια επιφάνεια (2.1m, 6.6%), ενώ στην ανωφέρεια το Μ.Δ. (2.0m) ήταν σημαντικά μικρότερη ($p < 0.001$) απ' αυτό της οριζόντιας επιφάνειας (2.1m, 5.2%).

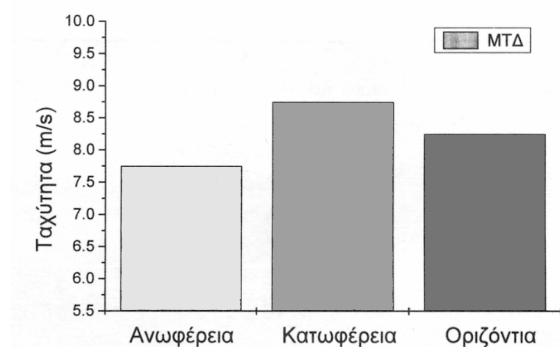
Πίνακας 2. Τιμές κινητικών χαρακτηριστικών των τριών προσπαθειών στην Ανωφέρεια, Κατωφέρεια και Οριζόντια επιφάνεια (mean $\pm$ SD).

	Ανωφέρεια Προσπάθεια			Κατωφέρεια Προσπάθεια			Οριζόντια Προσπάθεια		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Χρόνος Πτήσης (m/s)	124.5 $\pm$ 9.1	123.0 $\pm$ 6.3 ns	125.0 $\pm$ 12.4	128.5 $\pm$ 7.5	125.8 $\pm$ 8.4 ns	125.8 $\pm$ 8.8	122.3 $\pm$ 10.5	129.5 $\pm$ 16.5 ns	128.5 $\pm$ 10.6
Χρόνος Επαφής (m/s)	270.8 $\pm$ 29.5	271.5 $\pm$ 27.7 ns	272.5 $\pm$ 30.5	263.0 $\pm$ 26.2	264.0 $\pm$ 26.9 ns	267.3 $\pm$ 23.1	268.5 $\pm$ 34.5	277.8 $\pm$ 33.7 ns	276.3 $\pm$ 37.3
Χρόνος Διασκελ. (ms/s)	254.5 $\pm$ 15.3	256.5 $\pm$ 14.3 ns	260.5 $\pm$ 8.4	258.0 $\pm$ 12.5	257.3 $\pm$ 10.8 ns	258.5 $\pm$ 12.2	257.0 $\pm$ 13.8	268.7 $\pm$ 16.1 $p < 0.05$	267.8 $\pm$ 12.5
Μήκος Διασκελ. (m)	2.00 $\pm$ 0.1	2.00 $\pm$ 0.1 ns	2.02 $\pm$ 0.1	2.26 $\pm$ 0.1	2.25 $\pm$ 0.1 ns	2.28 $\pm$ 0.1	2.06 $\pm$ 0.1	2.15 $\pm$ 0.2 $p < 0.05$	2.11 $\pm$ 0.1
Συχνότητα Διασκελ. (Hz)	3.94 $\pm$ 0.2	3.91 $\pm$ 0.2 ns	3.84 $\pm$ 0.1	3.88 $\pm$ 0.2	3.89 $\pm$ 0.2 ns	3.88 $\pm$ 0.2	3.90 $\pm$ 0.2	3.73 $\pm$ 0.2 ns	3.74 $\pm$ 0.2
Μέγιστη Ταχ. Διασκελ. (m/s)	7.86 $\pm$ 0.5	7.79 $\pm$ 0.4 ns	7.74 $\pm$ 0.5	8.76 $\pm$ 0.6	8.74 $\pm$ 0.5 ns	8.85 $\pm$ 0.5	8.08 $\pm$ 0.7	8.08 $\pm$ 0.8 ns	7.95 $\pm$ 0.7
ns = Μη σημαντική μεταβολή.									

Καμία σημαντική διαφοροποίηση των παραμέτρων Σ.Δ., Χ.Ε., Χ.Π., και Χ.Δ. δεν παρατηρήθηκε στον δρόμο ταχύτητας σε ανωφέρεια, κατωφέρεια ή οριζόντια επιφάνεια.

Φάση Προσγείωσης. Η φάση προσγείωσης παρουσίασε σημαντικές μεταβολές στο δρόμο σε κατωφέρεια σε σύγκριση με την οριζόντια επιφάνεια. Συγκεκριμένα η γωνία της κνήμης στο οριζόντιο επίπεδο με τιμή 100° (4.0 παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατά 7.6% ($p < 0.001$) ενώ οι γωνίες του γόνατου και των ισχύων ήταν περισσότερο εκτενείς (6.2%, $p < 0.01$ και 3.7%, $p < 0.05$

αντίστοιχα). Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις μπορούν να εκληφθούν ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης απόστασης μεταξύ των σημείων επαφής-κέντρου βάρους του σώματος και σημείου προσγείωσης (15.5%, $p < 0.01$) καθώς επίσης και της περισσότερο όρθιας θέσης του σώματος (Πίνακας 4, Σχήμα 3). Όλοι οι παραπάνω παράγοντες καθώς και η αύξηση των μοιρών της γωνίας μεταξύ των μηρών (25.9%, $p < 0.01$), συνεισφέρουν στην αύξηση της Μέγιστης Ταχύτητας Διασκελισμού και το μήκος αυτού στο δρόμο σε



Σχήμα 2. Μέσες τιμές της Μέγιστης Ταχύτητας Διασκελισμού των τριών προσπαθειών στην ανωφέρεια κατωφέρεια και οριζόντια επιφάνεια

κατωφέρεια.

Πίνακας 3. Μέσες τιμές κινηματικών χαρακτηριστικών του δρόμου ταχύτητας σε ανωφέρεια, κατωφέρεια και οριζόντια επιφάνεια.

	Χρόνος Πτήσης Χ.Π (m/s)	Χρόνος Επαφής Χ.Ε (m/s)	Χρόνος Διασκελισμού Χ.Δ (m/s)	Μήκος Διασκελισμού Μ.Δ (m)	Συχνότητα Διασκελισμού Σ.Δ (Hz)	Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού Μ.Τ.Δ (m/s)
Ανωφέρεια	124 ± 9.3	133 ± 12.7	257 ± 12.6	2.0 ± 0.1	3.9 ± 0.2	7.8 ± 0.5
Κατωφέρεια	127 ± 9.4	131 ± 12.3	258 ± 11.8	2.3 ± 0.1	3.9 ± 0.2	8.8 ± 0.5
Οριζόντια	127 ± 12.5	138 ± 16.4	265 ± 14.2	2.1 ± 0.1	3.8 ± 0.2	8.0 ± 0.7
Σημαντικότητα	ns	ns	ns	$p < 0.001^*$	ns	$p < 0.001^{**}$

* Μ.Δ = Σημαντικά μεγαλύτερο μεταξύ κατωφέρειας και οριζόντιας επιφάνειας και σημαντικά μικρότερο μεταξύ ανωφέρειας και οριζόντιας επιφάνειας

** Μ.Τ.Δ = Σημαντικά μεγαλύτερο μεταξύ κατωφέρειας και οριζόντιας επιφάνειας και σημαντικά μικρότερη μεταξύ ανωφέρειας και οριζόντιας επιφάνειας

Αντίθετα ο δρόμος ταχύτητας σε ανωφέρεια παράγει σημαντική μείωση σε όλες τις γωνίες που μετρήθηκαν (γωνία κορμού 8.9%, $p < 0.01$, γωνία κνήμης 4.4%, $p < 0.001$, γωνία γονάτου 0.9%, $p < 0.01$, γωνία ισχίου 1.4%, $p < 0.05$ και γωνία μεταξύ των μηρών 42.2%, $p < 0.01$) καθώς επίσης και στην γωνία

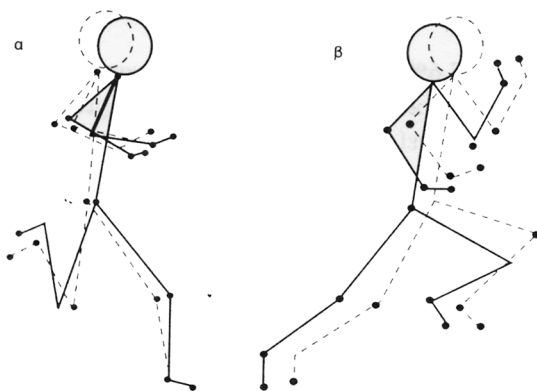
επαφής και απογείωσης (22.7%, $p < 0.01$) με αποτέλεσμα την μείωση του Μήκους του Διασκελισμού κατά 5.2% (Πίνακας 5, Σχήμα 4).

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος και στατιστικές διαφοροποιήσεις, στη φάση προσγείωσης ($M.O \pm SD$) των τριών προσπαθειών).

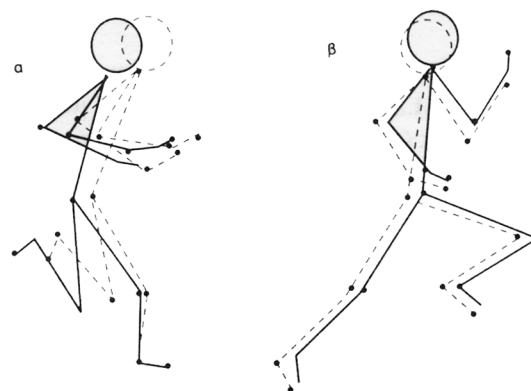
	Γωνία Κορμού (°)	Γωνία Κνήμης (°)	Γωνία Γόνατου (°)	Γωνία Ισχίων (°)	Γωνία Μεταξύ Μηρών (°)	Απόσταση μεταξύ Κ.Β & σημείου απογείωσης προσγείωσης (cm)
Κατωφέρεια	82 ± 3.8	100 ± 4.0	155 ± 7.0	136 ± 5.2	40 ± 7.0	37.4 ± 60
Οριζόντια	80 ± 5.0	92 ± 3.5	145 ± 4.1	131 ± 6.2	54 ± 8.2	31.6 ± 46
Σημαντικότητα	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.01$	$p < 0.01$
Ανωφέρεια	73 ± 4.0	88 ± 2.1	144 ± 4.8	129 ± 8.0	31 ± 4.5	24.5 ± 45
Οριζόντια	80 ± 5.0	92 ± 3.5	145 ± 4.1	131 ± 6.2	54 ± 8.2	31.6 ± 46
Σημαντικότητα	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.001$	$p < 0.01$

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος και στατιστικές διαφοροποιήσεις, στη φάση απογείωσης ($M.O \pm SD$) των τριών προσπαθειών).

	Γωνία Κορμού (°)	Γωνία Κνήμης (°)	Γωνία Γόνατου (°)	Γωνία Ισχίων (°)	Γωνία Μεταξύ Μηρών (°)	Απόσταση μεταξύ Κ.Β & σημείου απογείωσης προσγείωσης (cm)
Κατωφέρεια	82 ± 4.4	37 ± 4.0	155 ± 8.5	200 ± 6.4	99 ± 6.3	60.0 ± 49
Οριζόντια	82 ± 4.0	43 ± 3.5	165 ± 6.9	204 ± 6.2	99 ± 6.7	58.3 ± 39
Σημαντικότητα	ns	$p < 0.05$	$p < 0.01$	ns	ns	ns
Ανωφέρεια	74 ± 2.9	37 ± 4.8	158 ± 7.6	196 ± 6.0	102 ± 6.1	67.5 ± 45
Οριζόντια	82 ± 4.0	43 ± 3.5	165 ± 6.9	204 ± 6.2	99 ± 6.7	58.3 ± 39
Σημαντικότητα	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.01$	ns	ns	$p < 0.001$



Σχήμα 3. Χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος των δοκιμαζομένων στη φάση προσγείωσης (α) και απογείωσης (β) (Δρόμος σε οριζόντια επιφάνεια —, Δρόμος σε κατωφέρεια -----)



Σχήμα 4. Χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος των δοκιμαζομένων στη φάση προσγείωσης (α) και απογείωσης (β) (Δρόμος σε οριζόντια επιφάνεια —, Δρόμος σε ανωφέρεια -----)

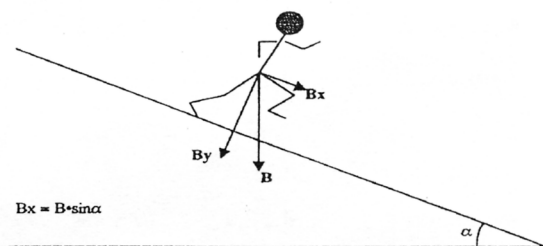
Φάση απογείωσης. Στη φάση απογείωσης κατά τη διάρκεια του δρόμου ταχύτητας σε κατωφέρεια παρατηρήθηκε μια τάση, κλίσης του κορμού προς τα εμπρός (η γωνία του κορμού ήταν 1% μικρότερη) με συνέπεια την μείωση όλων των υπολοίπων γωνιών (γωνία κνήμης: κατά 15.5%, γωνία γόνατου κατά 5.6% και γωνία ισχίων κατά 1.5%) καθώς και μια αύξηση κατά 3.8% της απόστασης μεταξύ των σημείων επαφής και πτήσης. Στο δρόμο ταχύτητας σε ανωφέρεια οι γωνίες της κνήμης, του γόνατου και των ισχίων ήταν κατά 15%, 3.8% και 23% αντίστοιχα μικρότερες από τις αντίστοιχες γωνίες κατά την προσπάθεια σε οριζόντια επιφάνεια, ενώ οι γωνίες μεταξύ των σημείων επαφής και πτήσης, μεταξύ των μηρών και της προς τα εμπρός κλίσης του σώματος, ήταν κατά 3%, 13% και 10% αντίστοιχα μεγαλύτερες (Πίνακας 4, Σχήμα 4).

Συζήτηση

Περίληπτικά μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφοροποίηση στις παραμέτρους μεταξύ των τριών προσαθειών. Η Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού που αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο σύγκρισης των προσαθειών, διαφοροποιήθηκε μόνο κατά 0.11ms (1.3%). Οι μοναδικές παράμετροι που μεταβλήθηκαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ήταν ο Χρόνος Διασκελισμού και το Μήκος Διασκελισμού κατά τη διάρκεια της προσπάθειας σε οριζόντια επιφάνεια.

Δρόμος Ταχύτητας σε Κατωφέρεια. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι ο δρόμος ταχύτητας σε κατωφέρεια με κλίση 3°, παράγει υψηλότερη Μέγιστη Ταχύτητα Διασκελισμού κατά 8.4% σε σύγκριση με αυτήν που παράγεται σε οριζόντια επιφάνεια. Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με αυτά των Knuz & Kaufmann (1981) οι οποίοι αναφέρουν βελτίωση της ΜΤΔ κατά 5.3% με κλίση εδάφους 1.7°. Η παραγωγή των υψηλότερων τιμών μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι κατά την εκτέλεση του δρόμου ταχύτητας σε κατωφέρεια, ορισμένες δυνάμεις της βαρύτητας συνεισφέρουν στις προωθητικές δυνάμεις. Σύμφωνα με το Σχήμα 5, αυτή η πιθανή συνεισφορά

των δυνάμεων της βαρύτητας (B) στις αντίστοιχες προωθητικές (B_x) είναι ανάλογες με την κλίση του εδάφους (α). Η προωθητική δύναμη που ενεργεί παράλληλα με τη δρομική επιφάνεια είναι το αποτέλεσμα της συνισταμένης των δυνάμεων της βαρύτητας που ενεργούν κατά μήκος της κλίσης του εδάφους (B_x) και της μυϊκής δύναμης που μπορούν να αποδώσουν οι δοκιμαζόμενοι, που με την σειρά τους, με μεγάλο ποσοστό πιθανοτήτων, συμβάλλουν στην επιτάχυνση του δρομέα.



Σχήμα 5. Μετατροπή των δυνάμεων της βαρύτητας σε προωθητικές, κατά τη διάρκεια του δρόμου ταχύτητας σε κατωφέρεια.

Σ' αυτή τη μελέτη όπου η κλίση της κατωφέρειας ήταν 3° , η συμβολή του σωματικού βάρους στην προωθητική δύναμη έφτανε το 5%, ενώ όταν η κλίση του εδάφους ήταν 1.7%, η συμβολή του σωματικού βάρους στην προωθητική δύναμη έφτανε μόνο το 3% (Knuz & Kaufmann 1981).

Θεωρητικά συμπεραίνουμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση της κατωφερούς επιφάνειας τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η συνεισφορά των δυνάμεων της βαρύτητας στην προώθηση του δρομέα και κατ'επέκταση, ανάλογα μεγαλύτερη η μέγιστη δρομική του ταχύτητα. Οι Milakov & Cox (1962) διατείνονται ότι στο δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια η κλίση του εδάφους δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2.6° , μια άποψη φυσικά που διατυπώνεται χωρίς επαρκή στοιχεία τεκμηρίωσης.

Σε παλαιότερη μελέτη οι Milakov & Cox (1962) παρατήρησαν ότι πέραν μιας ασφαλούς κλίσης της κατωφέρειας, εμφανίζονται δραματικές αλλαγές στην μηχανική του τρεξίματος, με κίνδυνο να υιοθετηθεί από τον ασκούμενο, ένα αντιρεαλιστικό και ανορθόδοξο πρότυπο τρεξίματος. Φυσικά η υπέρμετρα αυξημένη κλίση του εδάφους μπορεί να οδηγεί σε υψηλότερες δρομικές ταχύτητες (αναγκαστική αύξηση της συχνότητας του διασκελισμού και κατ'επέκταση του μήκους αυτού) αλλά με ένα ανεξέλεγκτο μηχανικά δρομικό ρυθμό.

Με δεδομένο ότι στόχος της εφαρμογής των προπονητικών μεθόδων με ευνοϊκές συνθήκες (μέθοδος κατωφέρειας και ρυμούλκησης), είναι η εισαγωγή διεγερτικών ερεθισμάτων για μείωση των εσωτερικών και εξωτερικών αντιστάσεων, χωρίς όμως διαφοροποίηση του ορθολογικού δρομικού ρυθμού, θα πρέπει να αποφεύγονται με κάθε τρόπο οι μη μελετημένες ποσοτικές κλίσεις του εδάφους. Εφόσον η παρούσα μελέτη δεν μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια τα όρια της κλίσης σε κατωφερές έδαφος για προπόνηση ταχύτητας καθώς και η έλλειψη επιστημονικών ακόμα δεδομένων στην βιβλιογραφία, η αξίωση για διερεύνηση του ορίου της ιδανικής κλίσης, φαίνεται λογική και αναγκαία.

Από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η αύξηση της ΜΤΔ στην κατωφέρεια μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση του Μήκους Διασκελισμού (ΜΔ) κατά 6.6%, σε σύγκριση με τις τιμές της οριζόντιας

επιφάνειας. Οι Kunz & Kaufmann (1981) αναφέρουν μεγαλύτερες τιμές Μήκους Διασκελισμού σε δρόμους ταχύτητας σε κατωφέρεια, χωρίς όμως να παρουσιάζονται επαρκή στοιχεία τεκμηρίωσης των ευρημάτων. Η μόνη διαθέσιμη μελέτη που αναφέρει ορισμένα συγκριτικά στοιχεία είναι αυτή των Mero & Komí (1985), οι οποίοι όμως χρησιμοποίησαν την ρυμούλκηση ως μέθοδο ταχύτητας με ευνοϊκές συνθήκες. Σ' αυτή την περίπτωση αναφέρεται αύξηση κατά 6.4% στο μήκος διασκελισμού ($2.20 \pm 0.1\text{m}$ για την ρυμούλκηση και $2.06 \pm 0.12\text{m}$ χωρίς ρυμούλκηση). Οι τιμές αυτές γίνεται φανερό ότι παρουσιάζουν ομοιότητες με τις αντίστοιχες της παρούσας έρευνας.

Επίσης από την ανάλυση προέκυψε ότι η «επιπλέον ή πρόσθετη» προωθητική δύναμη, η οποία παράγεται εξ' αιτίας της κλίσης του εδάφους, επιδρά θετικά στο δρομικό ρυθμό των δοκιμαζομένων με αποτέλεσμα την αύξηση του ΜΔ.

Η Συχνότητα Διασκελισμού στο δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια ήταν μεγαλύτερη κατά 3.9% σε σύγκριση με αυτή της οριζόντιας επιφάνειας, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι διαφοροποιήσεις αναμφισβήτητα δείχνουν μια τάση αύξησης, μιας παραμέτρου γενετικά επηρεασμένης όπως αυτή της ΣΔ (Mero et al 1985). Η μεγαλύτερη αύξηση στο Μ.Δ. σε σχέση με αυτή της ΣΔ μπορεί να ξαφνιάζει, αφού σύμφωνα με τους Mero et al. (1981) στις φάσεις επιτάχυνσης, η τιμή της ΣΔ είναι σχεδόν πάντα μεγαλύτερη από την τιμή του ΜΔ.

Τα στοιχεία τόσο της παρούσας έρευνας όσο και της υπάρχουσας βιβλιογραφίας υποδεικνύουν ότι η έντονη ανταπόκριση του σώματος στην «επιπλέον ή πρόσθετη» προωθητική δύναμη και υπερμέγιστη ταχύτητα που παρέχεται από την κλίση του εδάφους (κατωφέρεια) είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του Μήκους του Διασκελισμού (Μ.Δ.). Όμως πρέπει να αναφέρουμε ότι προκειμένου να επιτευχθούν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στο ρυθμό διασκελισμού, απαιτείται μάλλον μεγαλύτερη περίοδος εξοικείωσης, με αυτή τη μορφή άσκησης.

Αναφορικά με το Χρόνο Επαφής (Χ.Ε.), που όπως προαναφέραμε σχετίζεται άμεσα με την τάση για υψηλό ρυθμό διασκελισμού στο δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια, συγκριτικά με τα αντίστοιχα δεδομένα του δρόμου ταχύτητας σε οριζόντια επιφάνεια, μόνο οι Mero & Komí (1985) αναφέρουν σημαντικά μικρότερες τιμές για δρόμους ταχύτητας με ευνοϊκές συνθήκες (5.9%). Παρά το γεγονός ότι οι τιμές της παρούσας έρευνας δεν ήταν σημαντικά μικρότερες, έδειξαν την ίδια τάση. Αυτά τα ευρήματα είναι σύμφωνα με τις αναφορές πολλών ερευνητών και συγγραφέων, οι οποίοι απέδειξαν ότι για τη βελτίωση της δρομικής ταχύτητας (συνδυασμός Μ.Δ. & Σ.Δ.) απαιτείται ελάττωση του Χρόνου Επαφής (Mero et al. 1981, Τζιωρτζής 1990). Στις τιμές του Χρόνου Πτήσης (Χ.Π.) δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση μεταξύ του δρόμου ταχύτητας σε κατωφέρεια σε σύγκριση με την οριζόντια επιφάνεια, ενώ οι Mero & Komí (1985) αναφέρουν αύξηση κατά 3.2% με την μέθοδο της ρυμούλκησης.

Όπως αναμενόταν, ο δρόμος ταχύτητας σε κατωφέρεια επιφέρει σημαντικές αλλαγές στη θέση του σώματος κατά τη διάρκεια του τρεξιματος. Στην παρούσα έρευνα ο κορμός βρέθηκε σε περισσότερο όρθια θέση στη φάση της προσγείωσης. Η διαφοροποίηση της γωνίας του κορμού κατά 2.8% σε σχέση με την αντίστοιχη του δρόμου σε οριζόντια επιφάνεια, πιθανόν να οφείλεται στην αναγκαιότητα αντιμετώπισης των επιδράσεων της βαρύτητας. Οι Kunz & Kaufmann (1981) αναφέρουν μεγαλύτερες τιμές στις γωνίες του κορμού, ενώ δεν παρατήρησαν καμία σημαντική διαφοροποίηση στη σύγκριση μεταξύ κατωφέρειας και οριζόντιας επιφάνειας. Οι Mero & Komí (1985)

αναφέρουν αποτελέσματα όμοια με την παρούσα έρευνα ($76 \pm 2^\circ$), που όμως παρατηρούνται ελλείψεις στις συγκρίσεις των γωνιών μεταξύ ερευνών, ιδιαίτερα όταν δεν είναι ξεκάθαρες οι ακριβείς μεθοδολογικές διαδικασίες προσέγγισης και προσδιορισμού των γωνιών (Milison & Cavanagh, 1990).

Ως αποτέλεσμα των διαφοροποιήσεων στην κλίση του κορμού προς τα εμπρός, παρατηρήθηκε ότι οι γωνίες των ισχίων και της κνήμης ήταν περισσότερο εκτενείς (3.7% και 6.2% αντίστοιχα) στο δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια σε σύγκριση πάντα με τον αντίστοιχο δρόμο σε οριζόντια επιφάνεια. Σημαντικά μεγαλύτερες (2.5%) εκτάσεις στις γωνίες του γόνατου παρατήρησαν και οι Mero & Komí (1985), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της ρυμούλκησης. Η πιθανή αιτία της διαφοροποίησης των τιμών μεταξύ κατωφέρειας και οριζόντιας επιφάνειας, μπορεί να αποδοθεί στην μεταβλητότητα των γωνιών του ισχίου και γόνατου προκειμένου να αντιμετωπισθεί το αναγκαίο ανέβασμα του κορμού σε πιο όρθια θέση.

Στη διάρκεια του δρόμου ταχύτητας σε κατωφέρεια οι δοκιμαζόμενοι έτρεχαν γρηγορότερα (Μ.Τ.Δ.) και κάλυπταν μεγαλύτερη απόσταση (Μ.Δ.) σε μικρότερο χρόνο (Χ.Ε.+Χ.Π.), σε σύγκριση με την ίδια προσπάθεια σε οριζόντια επιφάνεια. Αυτή η προσαρμογή μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης απόστασης μεταξύ του σημείου επαφής και απογείωσης κατά 15.5% στο δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια, σε σύγκριση με την αντίστοιχη προσπάθεια σε οριζόντια επιφάνεια. Όμως παρατηρήθηκε επίσης ότι η γωνία μεταξύ των δυο μηρών στη φάση του διασκελισμού ήταν 25.9% μικρότερη στο δρόμο ταχύτητας σε κατωφέρεια σε σύγκριση με την οριζόντια επιφάνεια και αυτό πιθανολογούμε ότι ήταν αναγκαίο για να αποφευχθούν οι υπερδιατάσεις στις αντίστοιχες μυϊκές ομάδες.

Αυτή η μορφή συναρμογής των κάτω άκρων, αποτρέπει την αύξηση του Μ.Δ. ως αποτέλεσμα της επιβράδυνσης εξ' αιτίας των αναγκαστικών «τροχοπεδικών» δυνάμεων. Για το λόγο αυτό οι δοκιμαζόμενοι ήταν σε θέση να μεταφέρουν το «όφελος» της «επιπλέον» προωθητικής δύναμης που προσφερόταν από την κλίση του εδάφους (κατωφέρεια 3°), σ' ένα γρηγορότερο δρομικό ρυθμό, χωρίς υπέρμετρη έκταση στο ατομικό μήκος διασκελισμού (αύξηση κατά 15cm).

Όμως από την εξέταση του σχήματος 3 οι αλλαγές των θέσεων του σώματος δεν ήταν επαρκώς ορατές, κάτι που προέκυψε όμως από το υψηλό επίπεδο στατιστικής ανάλυσης. Επιπλέον όλες αυτές οι αλλαγές που πράγματι συνέβαλαν ως ένα βαθμό στη βελτίωση των κινηματικών χαρακτηριστικών, δεν διαφοροποίησαν δραματικά το μοντέλο της θέσης του σώματος των δοκιμαζομένων.

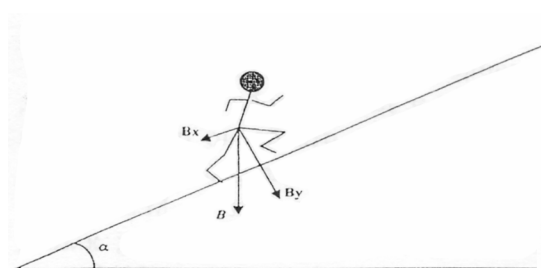
Τα χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος στη διάρκεια της φάσης απογείωσης, όπως αναμενόταν, επηρεάστηκαν από την προς τα εμπρός προωθητική δύναμη. Όμως οι επιδράσεις στο δρομικό ρυθμό δεν ήταν τόσο σαφείς ή καταφανείς όπως βρέθηκαν στη φάση επαφής με το έδαφος. Αυτό γίνεται εμφανές στο Σχήμα 4, όπου ο δρομικός ρυθμός δεν έδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ του δρόμου ταχύτητας σε ανωφέρεια και οριζόντια επιφάνεια. Γενικά οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά της θέσης του σώματος στη φάση απογείωσης ήταν ακόμα μικρότερες απ' αυτές που παρατηρήθηκαν στη φάση επαφής (Σχήματα 3, 4).

Δρόμος ταχύτητας σε ανωφέρεια. Η ΜΤΔ του δρόμου ταχύτητας σε ανωφέρεια ήταν κατά 2.9% αργότερη απ' αυτήν της οριζόντιας επιφάνειας. Οι Kauz & Kaufmann (1981) αναφορικά με αυτή την παράμετρο, παρουσιάζουν μείωση κατά 5.7% (σύγκριναν τη δρομική ταχύτητα σε ανωφέρεια με κλίση 1.7° με την αντίστοιχη σε οριζόντια επιφάνεια). Η μείωση στην Μ.Τ.Δ., όπως

την παρουσιάζουν οι παραπάνω ερευνητές, είναι μεγαλύτερη απ' αυτήν της παρούσας μελέτης, παρά το γεγονός ότι η κλίση του εδάφους ήταν κατά 45% περίπου μικρότερη (1.7° εν. 3°). Συγκρίνοντας τα στοιχεία αυτά διαπιστώνουμε ότι η ΜΤΔ στην κατωφέρεια είναι κατά 0.5ms γρηγορότερη απ' αυτή που παρατήρησαν στην οριζόντια επιφάνεια, ενώ στην ανωφέρεια παρατηρήθηκε ακριβώς η ίδια τιμή σε μείωση της ΜΤΔ (0.5m/s).

Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι η μείωση στην ταχύτητα του δρόμου σε ανωφέρεια ήταν ίση με την αύξηση στην κατωφέρεια με ίδια κλίση εδάφους. Αυτή η υπόθεση της άμεσης αναλογικής αυξομείωσης της ταχύτητας με παρόμοιες κλίσεις του εδάφους και στις δύο περιπτώσεις, ως ένα βαθμό ξαφνιάζουν, δίνουν όμως τη δυνατότητα τροποποίησης των δρομικών μηχανισμών να ανταποκριθούν στο ίδιο μέγεθος τόσο στην αυξημένη όσο και στην μειωμένη δρομική ταχύτητα. Δυστυχώς οι παραπάνω ερευνητές δεν παρουσιάζουν καμία πληροφορία σχετικά με την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, όπως για παράδειγμα τον αριθμό των προσπαθειών που πραγματοποίησαν οι δοκιμαζόμενοι, την εξοικείωση τους με τις επικλινείς επιφάνειες και την μέθοδο ανάλυσης των κινηματογραφικών δεδομένων. Επιπλέον, το γεγονός ότι οι επικλινείς επιφάνειες αποτελούντο από ασφαλτοστρωμένο διάδρομο και η οριζόντια επιφάνεια από τεχνητό τάπητα στίβου, πιθανολογούμε ότι επηρέασαν τα αποτελέσματα.

Ωστόσο μπορούμε να καταλήξουμε στα συμπεράσμα ότι το τρέξιμο σε ανωφέρεια παράγει χαμηλότερη ΜΤΔ σε σύγκριση με τη δυνατότητα που παρέχει η οριζόντια επιφάνεια. Και αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι κατά την εκτέλεση δρόμου σε ανωφέρεια, ορισμένες από τις δυνάμεις βαρύτητας (B) μετατρέπονται σε δυνάμεις αντίστασης (B_x) ανάλογες με την κλίση του εδάφους (α) (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Μετατροπή των δυνάμεων της βαρύτητας σε δυνάμεις αντίστασης.

Ο δρόμος ταχυτητας σε ανωφέρεια σε σύγκριση με την οριζόντια επιφάνεια παράγει σημαντικά μικρότερο Μ.Δ. κατά 5.2% ($p < 0.001$), ($2.00 \pm 0.1m$ vs $2.11 \pm 0.1m$), που μπορεί να θεωρηθεί ως η σημαντικότερη αιτία μείωσης της ΜΤΔ στο δρόμο σε ανωφέρεια. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Kunz & Kaufmann (1981), χωρίς όμως την απαραίτητη τεκμηρίωση.

Για να μπορέσουν οι δοκιμαζόμενοι να ανταποκριθούν στις αυξημένες επιβαρύνσεις που προέρχονται από την κλίση του εδάφους (ανωφέρεια 3°) παρουσίασαν μείωση στο Μ.Δ. Αυτή ήταν και η μοναδική στατιστικά σημαντική μεταβολή μεταξύ του δρόμου ταχύτητας και οριζόντιας επιφάνειας. Προκειμένου όμως να γίνει περισσότερο κατανοητή αυτή ανταπόκριση στην αυξημένη επιβάρυνση, είναι αναγκαία η εξέταση και άλλων κινηματικών παραμέτρων.

Η τιμή της συχνότητας του διασκελισμού (ρυθμός) στην ανωφέρεια αρχικά

αυξήθηκε κατά 2.8% προκειμένου να συμβάλει στην εξισορρόπηση της «απώλειας» στο μήκος διασκελισμού. Αυτή η αύξηση της Σ.Δ. πιθανόν να οφείλεται κυρίως στην μείωση του χρόνου διασκελισμού, ο οποίος παρουσίασε μείωση κατά 2.8%. Οι χρόνοι Επαφής και Πτήσης όπως ήταν επόμενο παρουσίασαν μείωση στην ανωφέρεια σε σύγκριση με την οριζόντια επιφάνεια κατά 0.9% και 2.1% αντίστοιχα. Η πλέον σημαντική μεταβολή των κινηματικών χαρακτηριστικών της δρομικής ταχύτητας σε ανωφέρεια ήταν η μείωση του Μ.Δ. και του Χ.Ε. με αποτέλεσμα την μείωση της ΜΤΔ.

Η θέση του σώματος των δοκιμαζομένων προσαρμόστηκε εξαιτίας των εξωτερικών «τροχοπεδικών» δυνάμεων. Για την εξισορρόπηση της αρνητικής επίδρασης της βαρύτητας, η γωνία του κορμού μειώθηκε κατά 8.9% σε σύγκριση με αυτή της οριζόντιας επιφάνειας, με αποτέλεσμα τον άμεσο επηρεασμό της τιμής της απόστασης του Κ.Β.Σ από το σημείο επαφής με το έδαφος, η οποία βρέθηκε μικρότερη κατά 22.7% (Σχήμα 3). Ασήμαντες αλλαγές παρατηρήθηκαν στην έκταση του γόνατου (0.9%) και κάμψη του ισχίου (1.4%), σε σύγκριση πάντα με τον δρόμο σε οριζόντια επιφάνεια. Το γεγονός ότι ο κορμός παρουσίαζε περισσότερη κλίση κατά την στιγμή της εκτέλεσης του δρόμου σε ανωφέρεια, δεν άφηνε περιθώρια μεγαλύτερης έκτασης της άρθρωσης του γόνατου.

Τέλος η γωνία μεταξύ των δυο μηρών, ήταν μικρότερη στο δρόμο σε ανωφέρεια κατά 42.2%, δείχνοντας ξεκάθαρα την τάση του σώματος να μειώσει το Μ.Δ. και να αντισταθμίσει τις επιδράσεις της κλίσης του εδάφους, μειώνοντας παράλληλα την συχνότητα του διασκελισμού (Σχήμα 3).

Στη φάση απογείωσης ο κορμός διατήρησε την ίδια θέση σε σχέση με το έδαφος, όπως και στη φάση επαφής, ενώ η προς τα εμπρός κλίση του, ήταν κατά 10.1% μεγαλύτερη απ' ό,τι στην οριζόντια επιφάνεια. Ως αποτέλεσμα της παραπάνω θέσης ήταν η μείωση της γωνίας του γόνατου κατά 3.8%, καθώς και η αύξηση της γωνίας του κορμού κατά 15%, σε σύγκριση με την οριζόντια επιφάνεια.

Βασική αιτία γι' αυτές τις μεταβολές μπορεί να θεωρηθεί α) οι επιδράσεις της κλίσης του ε(Υχφους στην θέση του σώματος και β) το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του δρόμου ταχύτητας σε ανωφέρεια, ο Χ.Ε. διαδραμάτισε μεγαλύτερο και αποφασιστικότερο προωθητικό ρόλο. Οι δοκιμαζόμενοι, σύμφωνα με τα αποτελέσματα διέθεσαν περισσότερο χρόνο (ως ποσοστό συνολικού χρόνου ενός διασκελισμού) στη φάση επαφής, σε σύγκριση με την προσπάθεια σε οριζόντια επιφάνεια. Αυτό το γεγονός, συγκρινόμενο με την αυξημένη κλίση του κορμού προς τα εμπρός, οδήγησε σε αύξηση κατά 13.7% της απόστασης του ΚΒΣ από το σημείο απογείωσης (Σχήμα 4).

Συμπεράσματα. Ο δρόμος ταχύτητας σε θετικά επικλινείς επιφάνειες παράγει, όπως αναμενόταν, σημαντικές αλλαγές στην ΜΤΔ. Η κατωφερής κλίση του εδάφους σε επίπεδο 3° επιφέρει αύξηση της ΜΤΔ κατά 8.4% και αντίστοιχα μείωση κατά 2.9% σε ανωφέρεια με την ίδια κλίση. Όμως η παρούσα μελέτη παρέχει αυθεντικά στοιχεία σε μορφή κινηματικών χαρακτηριστικών και θέσεων του σώματος, που μπορούν να εξηγήσουν τον χαρακτήρα της αναγκαιότητας των προσαρμογών της προπόνησης ταχύτητας σε επικλινείς επιφάνειες.

Ακόμα παρέχονται στοιχεία που αποδεικνύουν ότι ενώ υπάρχουν σημαντικές ρυθμίσεις σε ορισμένες κινηματικές παραμέτρους, η θέση του κορμού κατά τη διάρκεια της προπόνησης ταχύτητας σε ανωφέρεια και κατωφέρεια με κλίση 3°, παραμένει σε μεγάλο βαθμό παρεμφερής με την αντίστοιχη ατομική σε οριζόντια επιφάνεια.

Υπό την έννοια της εξειδικευμένης προπόνησης, τα παρεχόμενα στοιχεία

υποδηλώνουν ότι η προπόνηση ταχύτητας σε επιφάνειες με κλίση μέχρι 3° θα παράγουν κινητικό ρυθμό, ο οποίος προσιδιάζει με το τρέξιμο σε οριζόντια επιφάνεια. Η προπόνηση σε κατωφέρεια παρέχει μια επιπλέον βοηθητική δύναμη ενώ η προπόνηση σε ανωφέρεια μια επιπλέον αντίσταση.

Αυτά τα ευρήματα αποδεικνύουν επίσης ότι η προπόνηση ταχύτητας σε επικλινές έδαφος (3°) δεν είναι ιδιαίτερα επιβαρυντική ώστε να προκαλεί σημαντικές αλλαγές στην ατομική μηχανική των κινήσεων του δρομέα με επιζήμιες επιπτώσεις στον δρόμο ταχύτητας σε οριζόντιο επίπεδο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- DEMPSTER, W.T. *Space requirements of the seated operator*. WADC Technical Report, Dayton, OH. Wright-Patterson Air Force Base, 1995, pp: 55-119.
- KNUZ, H., and D. KAUFMANN. *Biomechanics of hill sprinting*. Track Tech. 82:2603-2605, 1981.
- MERO, A., and P. KOMI. Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Inter. J. Sport Biom.* 1:240-252, 1985.
- MERO, A., P. LUHTANEN, J.T. VIITASALO, and P.V. KOMI. Relationships between the maximal running velocity, muscle fibers characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scand. J. Sports Sci.* 3 (1):16-22, 1981.
- MILACOV, M., and V. COX. Improving speed by training on sloping surfaces. *Track Techn.* 8:254-255, 1962.
- MILLIRON, M., and P. CAVANAGH. In *Biomechanics of distance running*, Cavanagh, P, (Ed.) Champaign: Human Kinetics. 1990, pp. 65-100.
- PARADISIS, G.P., and C.B. COOKE. Combined uphill-downhill sprint training methods and muscle force time characteristics. *J. Sports Sci* 16: 424-425, 1998.
- PARADISIS, G.P., C.B. COOKE, J. NEWTON, and A. BISSAS. The effects of combined uphill-downhill training on sprint performance. *J. Sports Sci.* 14:96, 1996.
- TZIΩPTZHΣ, Σ. Επίδραση επιλεγμένων προπονητικών μεθόδων στη δρομική ταχύτητα. *Διδακτορική Διατριβή*, ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών, 1990.
- TZIORTZIS, S. The influence of uphill training on selected kinematics parameters of sprinting, *Olympic Scientific Congress, Malaga*: 1996, pp. 48.
- TZIORTZIS, S., G. PARADISIS, and G. COOKE. The effects of uphill and downhill sprint training on kinematics and physiological variables. In the *3rd Congress of the European College of Sport Science*, Manchester UK: 1998, pp. 485.

