



Η επίδραση της εκτέλεσης σπριντ και πλειομετρικών ασκήσεων μέσα σε νερό στη βελτίωση παραμέτρων της δρομικής ταχύτητας

Μπερμερίδου, Φ.*, Νάτσου, Θ., Γιαννάκου, Ε., Καραμπίνα, Ε., Γαρατζόγιαννης, Γ.
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της έρευνας ήταν, να μελετηθεί η πιθανότητα βελτίωσης των παραμέτρων της δρομικής ταχύτητας μέσω ενός παρεμβατικού προγράμματος με σπριντ και πλειομετρικές ασκήσεις μέσα σε ρηχή πισίνα. Στην έρευνα συμμετείχαν ογδόντα δυο (N=82) φοιτητές Τ.Ε.Φ.Α.Α., τριάντα επτά (N_A=37) άντρες και σαράντα πέντε (N_F=45) γυναίκες, ηλικίας 19,2±1,3 έτη. Το δείγμα αποτελούνταν από ενεργούς και από μη ενεργούς αθλητές διαφόρων αθλημάτων, που χωρίστηκε σε ομάδα ελέγχου και πειράματος με τυχαίο τρόπο. Αξιολογήθηκε η επίδοση, η συχνότητα διασκελισμών και η μέγιστη ταχύτητα στο sprint 30m, καθώς και ο αριθμός επαφών στην δοκιμασία του «skipping-test 10'». Για τη στατιστική ανάλυση εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος του Wilcoxon και ο συντελεστή συσχέτισης Spearman's rho. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στην επίδοση του sprint 30m, στη συχνότητα διασκελισμού, στη μέση ταχύτητα και στο μέσο χρόνο εκτέλεσης διασκελισμού. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στις υπόλοιπες παραμέτρους, όπως τη μέγιστη ταχύτητα στο sprint 30m και την επίδοση στο skipping-test. Τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι η εκτέλεση σπριντ και πλειομετρικών ασκήσεων σε ρηχό νερό, μπορεί πιθανόν να βελτιώσει την επίδοση και συχνότητα των διασκελισμών στο σπριντ, χωρίς όμως να επηρεάζει θετικά ή αρνητικά τις υπόλοιπες παραμέτρους. Ωστόσο, θα πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω οι τρόποι με τους οποίους θα μπορούσαν οι θετικές ιδιότητες του υδάτινου περιβάλλοντος να ενισχυθούν, είτε μειώνοντας την αρνητική επίδραση της άνωσης είτε διαφοροποιώντας τα περιεχόμενα και την ένταση εκτέλεσης.

Λέξεις κλειδιά: παράμετροι δρομικής ταχύτητας, πλειομετρική προπόνηση σε νερό, σπριντ σε νερό

Εισαγωγή

Η στοχευμένη ενδυνάμωση των κινητικών μονάδων που δραστηριοποιούνται κατά τη διάρκεια διαφορετικών εντάσεων τρεξίματος, ήταν πάντα στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος ερευνητών και προπονητών. Ειδικά στην προπόνηση των «απαιτητικών» σπριντ, η σωστή επιλογή εξειδικευμένων ασκήσεων που θα βελτιστοποιήσουν τις παραμέτρους δρομικής ταχύτητας, είναι καθοριστική για την παραπέρα βελτίωση της επίδοσης (Vellucci & Beaudette, 2023). Παράλληλα όμως με την ανάπτυξη των παραμέτρων ταχύτητας, επιδιώκεται και η πρόληψη/αποφυγή των τραυματισμών

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Φανή Μπερμερίδου
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστημιούπολη, 69100 Κομοτηνή

E-mail:

fbermper@phyed.duth.gr

λόγω των υψηλών εντάσεων της προπόνησης που χαρακτηρίζουν τα σπριντ, αναζητώντας όχι μόνο αποτελεσματικές αλλά ταυτόχρονα και ασφαλείς μεθόδους προπόνησης.

Ιδανικά, κι αυτό επιδιώκεται στην πρακτική της προπόνησης, η εκτέλεση των ασκήσεων πρέπει να προσομοιώνεται στα κινηματικά χαρακτηριστικά και στη δυναμική των κινήσεων των σπριντ. Πολλές έρευνες έχουν δείξει, ότι πέρα από τις γενικές ασκήσεις με αντιστάσεις, ένα μεγάλο κομμάτι της προπόνησης πρέπει να αφορά σε ειδικές ασκήσεις ενδυνάμωσης που μιμούνται τη δρομική κίνηση των σπριντ, μεταφέροντας το όφελος άμεσα στην αγωνιστική κίνηση (Grimes et al., 2021; Cahill et al., 2021; Waller et al., 2016). Αυτοί οι επιμέρους προπονητικοί στόχοι αφορούν στη βελτιστοποίηση της ώθησης των ποδιών, την ανάπτυξη μεγαλύτερου διασκελισμού, όπως και την αύξηση της συχνότητας διασκελισμού. Ενδεικτικά, προτείνονται από μελέτες ως πιο κατάλληλες ασκήσεις για σπριντ οι προβολές με αντιστάσεις, η έλξη έλκηθρου και το skipping με γιλέκο, κ.α. (Cahill et al., 2019; Alcazar et al., 2008; Zafeiridis et al., 2005). Οι προαναφερθείσες ασκήσεις, ωστόσο, αφορούν στην προπόνηση ξηράς, καθώς εκμεταλλεύονται τη μηχανική επιβάρυνση που ασκεί η βαρύτητα και συγκεκριμένα της επιβάρυνσης που προκύπτει μέσω δράσης-αντίδρασης του εδάφους κατά τη διάρκεια της ώθησης. Αυτή ακριβώς η μηχανική επιβάρυνση που εφαρμόζεται στις αρθρώσεις και στο μυϊκό σύστημα κατά την εκτέλεση των ασκήσεων, προκαλεί την ενδυνάμωση των κινητικών μονάδων. Ταυτόχρονα όμως, αποτελεί και την κυριότερη αιτία εμφάνισης κακώσεων στον αγωνιστικό αθλητισμό, λόγω των υψηλών επιβαρύνσεων που απαιτούνται.

Σε συνθήκες τραυματισμού του αθλητή, επιβάλλεται να αποφεύγονται οι ασκήσεις υψηλής επιβάρυνσης για κάποιο διάστημα, έως ότου γίνει η αποκατάσταση και επανέλθει σταδιακά στην πρότερη φυσική του κατάσταση. Σε αυτό το χρονικό διάστημα, συνήθως παρατηρείται μια μείωση της απόδοσης (detraining), λόγω της δυσκολίας εφαρμογής ικανοποιητικής επιβάρυνσης (Chen & Zhao, 2023; Alt et al., 2021; Pereira, 2020). Γεγονός που προκάλεσε την αναζήτηση, διεξόδων και λύσεων που στοχεύουν στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης του detraining ακόμα και σε τραυματισμούς που δεν επιτρέπουν γρήγορη επάνοδο. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν, ότι η εμφάνιση του detraining μπορεί να αποφευχθεί ή να μειωθεί με εξειδικευμένες δρομικές ασκήσεις και γενικότερα με τρέξιμο σε νερό (deerpwater running), διατηρώντας τη φυσική κατάσταση των αθλητών σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο (Heywood et al., 2022; Kwan et al., 2022; Kwok et al., 2022).

Κι ενώ έχει αποδειχθεί η αξία των ασκήσεων σε νερό με σκοπό την αποκατάσταση και τη διατήρηση της φόρμας κατά τη διάρκεια αυτής, προκύπτει η ανάγκη να διερευνηθεί η πιθανότητα επέκτασης της εφαρμογής της, ως ένα εναλλακτικό μέσο προπόνησης και βελτίωσης της απόδοσης σε υγιείς αθλητές, χωρίς ύπαρξη τραυματισμού. Ως εκ τούτου, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν, να διερευνηθεί η πιθανότητα βελτίωσης των παραμέτρων της δρομικής ταχύτητας στο σπριντ μέσω ενός παρεμβατικού προγράμματος με σπριντ και πλειομετρικές ασκήσεις μέσα σε ρηχή πισίνα.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν ογδόντα δυο (n=82) φοιτητές/-τριες του Τ.Ε.Φ.Α.Α. Δ.Π.Θ., τριάντα επτά (N_A=37) άντρες και σαράντα πέντε (N_Γ=45) γυναίκες, με μέσο όρο ηλικίας 19,2+1,3 έτη. Το δείγμα αποτελούνταν τόσο από ενεργούς όσο και από μη ενεργούς αθλητές διαφόρων αθλημάτων και χωρίστηκε σε ομάδα ελέγχου (N_ε=41) και πειράματος (N_π=41) με τυχαίο τρόπο. Κριτήριο αποκλεισμού ήταν η ύπαρξη τραυματισμού, που είτε προϋπήρχε είτε προέκυψε κατά τη διάρκεια



του πειράματος. Επιπλέον, τονίστηκε η αποφυγή οποιασδήποτε προπόνησης/έντονης φυσικής δραστηριότητας, για τουλάχιστον 1-2 ημέρες πριν την αξιολόγηση τους στο σπριντ 30m και στο skipping-test. Όλοι οι φοιτητές συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα και αφού ενημερώθηκαν σχετικά με τον σκοπό, τη διεξαγωγή του πειραματικού σχεδιασμού και το χρονοδιάγραμμα των μετρήσεων, έδωσαν γραπτή συγκατάθεση για τη συμμετοχή τους.

Όργανα Μέτρησης

Η καταγραφή του χρόνου έγινε με τη χρήση ενός ψηφιακού χρονομέτρου χειρός (Casio HS-80TW-1), ενώ ο αριθμός διασκελισμών καταγράφηκε μέσω βιντεοσκόπησης των προσπαθειών με απλή κάμερα (Apple iPhone 14-12MB), η οποία τοποθετήθηκε σε απόσταση περίπου 50m από το κέντρο της απόστασης δρόμου των 30m sprint. Η αξιολόγηση μέγιστης ταχύτητας (peak of velocity) πραγματοποιήθηκε με ένα φορητό ραντάρ (Radar Gun-Stalker AT5II). Όλες οι μετρήσεις εκτελέστηκαν από το ίδιο ύψος στόχευσης (περίπου στο 1,50m), ώστε να καταγράφει πάντα το κινούμενο σώμα του δρομέα από την εκκίνηση έως τον τερματισμό (Εικόνα 1). Το ραντάρ τοποθετήθηκε ακριβώς πίσω από τον δρομέα και στην ίδια ευθεία με αυτόν, για να αποφευχθεί η διόρθωση του σφάλματος (συνυπολογισμού γωνίας συνημίτονου), αφού η ευαισθησία του ραντάρ μειώνεται όσο αυξάνει η γωνία μεταξύ της δέσμης κυμάτων και της πορείας του αντικειμένου.

Διαδικασία

Πριν και μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος, πραγματοποιήθηκε η αρχική και τελική αξιολόγηση και των δυο ομάδων (ελέγχου και πειράματος) στο σπριντ 30m και στο skipping-test.

-*Αξιολόγηση sprint 30m.*: δυο προσπάθειες (με spikes), από όρθια εκκίνηση, με 4' διάλειμμα. Καταγράφηκε ο χρόνος, ο αριθμός των διασκελισμών και η μέγιστη ταχύτητα (peak of velocity) του δρόμου 30m.

-*skipping-test*: δυο προσπάθειες skipping, διάρκειας 10 δευτερολέπτων, με 3' διάλειμμα, όπου καταγράφηκε ο αριθμός των επαφών. Το ύψος εκτέλεσης του skipping, καθοριζόταν με τη βοήθεια ενός οριζώντιου λάστιχου στηριζόμενο σε δυο στυλοβάτες (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Αξιολόγηση της peak velocity του sprint 30m.



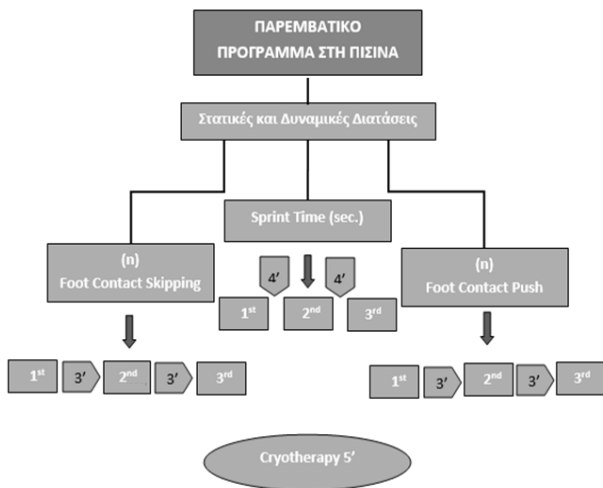
Εικόνα 2. Καταγραφή αριθμού επαφών στο skipping-test

Παρεμβατικό πρόγραμμα

Το παρεμβατικό πρόγραμμα διήρκεσε τέσσερις (4) εβδομάδες, με συχνότητα (2) δυο 45λεπτων προπονήσεων την εβδομάδα, σε μικρά γκρουπ των 4-6 ατόμων και πραγματοποιήθηκε εντός ρηχής πισίνας (βάθος από 0,80m έως 1,50m και θερμοκρασία πισίνας 31 °C). Σε κάθε συνεδρία οι συμμετέχοντες εκτελούσαν τις παρακάτω ασκήσεις (Σχήμα 1):



1. *ψηλό επιτόπιο skipping* (Εικόνα 3) διάρκειας δέκα δευτερολέπτων (10''), τρία (3) σετ, με τρία λεπτά (3') διαλείμματος
2. *τρέξιμο sprint* απόστασης είκοσι πέντε μέτρων (25m), τρία σετ, με τέσσερα λεπτά (4') διαλείμματος
3. *παράλλαξη της άσκησης του ελκλήθρου ώθησης* (push sled), κατά την οποία οι συμμετέχοντες ασκούσαν μέγιστη ώθηση με τα χέρια τους στο τοίχωμα της πισίνας (Εικόνα 3) για δέκα δευτερόλεπτα (10''), ενώ ταυτόχρονα ωθούσαν δυνατά με τα πόδια, εκτελώντας χαμηλό skipping. Εκτελέστηκαν τρία σετ, με τρία λεπτά (3') διαλείμματος.



Σχήμα 1. Παρεμβατικό πρόγραμμα στη πισίνα



Εικόνα 3. Επιτόπιο skipping και skipping με ώθηση

Λόγω της διαφοράς ύψους των συμμετεχόντων, η τοποθέτησή τους στην πισίνα υπολογίστηκε ανάλογα με το ανάστημα του καθενός και έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε για όλους το ύψος του νερού στο skipping και στο τρέξιμο να βρίσκεται λίγο πιο χαμηλά από το ισχίο (ώστε να κινούνται τα χέρια ελεύθερα μπρος-πίσω), ενώ στην ώθηση του τοίχου, το νερό έφτανε μέχρι το ύψος του ομφαλού. Η επιβάρυνση της προπόνησης, είχε σχεδιαστεί να αυξάνεται σταδιακά κάθε αρχή εβδομάδας, μέσω της αύξησης της διάρκειας (ανά 5 δευτερόλεπτα) του επιτόπιου skipping και του skipping με ώθηση (τελική διάρκεια άσκησης 20'').

Στατιστική Ανάλυση

Τα περιγραφικά μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν για τις συνεχείς μεταβλητές, ήταν ο μέσος όρος (Μ.Ο.) και η τυπική απόκλιση (Τ.Α.). Ο έλεγχος της ομαλότητας της κατανομής των παραμέτρων έγινε με την εφαρμογή του τεστ Shapiro-Wilk. Το τεστ έδειξε μη κανονική κατανομή σε όλες τις παραμέτρους, που οδήγησε στην εφαρμογή μη παραμετρικού ελέγχου του Wilcoxon, για να διαπιστωθεί εάν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις (πριν και μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος) των δυο ομάδων (πειραματική και ελέγχου), με ανεξάρτητες μεταβλητές το «skipping σε νερό», την «εκτέλεση σπριντ σε νερό» και το «skipping με ώθηση μέσα σε νερό», και εξαρτημένες την «επίδοση 30m sprint», την «μέγιστη ταχύτητα στο sprint 30m», τη «συχνότητα διασκελισμού» και τον «αριθμό επαφών στη δοκιμασία skipping». Η πιθανή συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων του σπριντ και των επιδόσεων στις ασκήσεις του



παρεμβατικού προγράμματος στο νερό, εξετάστηκε με τον μη παραμετρικό συντελεστή συσχέτισης Spearman's rho. Ως επίπεδο σημαντικότητας σε όλες τις αναλύσεις, ορίστηκε το $p < 0,05$. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics 25.

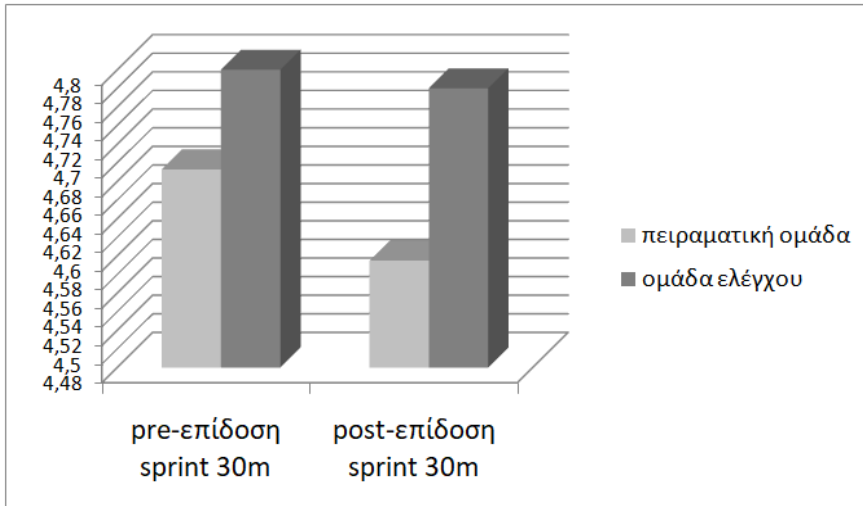
Αποτελέσματα

Στην αρχή της παρούσας έρευνας, υποτέθηκε πως δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στους Μ.Ο. της επίδοσης, της μέγιστης ταχύτητας και της συχνότητας διασκελισμού στο sprint 30m, όπως και στην επίδοση στο skipping test, μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης (μηδενική υπόθεση). Για τον έλεγχο της συγκεκριμένης υπόθεσης εφαρμόστηκε ανάλυση Wilcoxon test για εξαρτημένα δείγματα. Από την ανάλυση διαπιστώθηκε, ότι το παρεμβατικό πρόγραμμα στο νερό άσκησε σημαντική επίδραση σε συγκεκριμένες παραμέτρους της δρομικής ταχύτητας των συμμετεχόντων στην πειραματική ομάδα (πίνακας 1), παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά του παρεμβατικού προγράμματος, ως προς την επίδοση στο sprint 30m ($p = .000 < 0.00$) και τη συχνότητα διασκελισμού* ($p = .000 < 0.06$) (σχήμα 2 και 3). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε καμία βελτίωση στις υπόλοιπες παραμέτρους, όπως τη μέγιστη ταχύτητα (peak of velocity) του sprint 30m και την επίδοση στο skipping test (σχήμα 4,5), η οποία αξιολογήθηκε ως δείκτης πιθανής βελτίωσης της δύναμης ώθησης. Να σημειωθεί, ότι η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην πρώτη και τελική μέτρηση, εκτός από τη συχνότητα διασκελισμού, που όμως δεν συνοδεύτηκε από αντίστοιχη βελτίωση στην επίδοση του σπριντ.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στοιχεία των μετρήσεων πριν και μετά από την παρέμβαση για την πειραματική ομάδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	A επίδοση sprint 30m	4,693	41	,41693	,06511
	B επίδοση sprint 30m	4,535	41	,44406	,06935
Pair 2	A μέγιστη ταχύτητα	8,004	41	,81809	,12776
	B μέγιστη ταχύτητα	8,059	41	,75393	,11774
Pair 3	A μέση ταχύτητα	6,44	41	,55595	,08683
	B μέση ταχύτητα	6,675	41	,62491	,09759
Pair 4	A αριθμός διασκελισμών	18,63	41	1,609	,251
	B αριθμός διασκελισμών	18,66	41	1,637	,256
Pair 5	A Μ.Ο. μήκους διασκελισμών	1,624	41	,14372	,02244
	B Μ.Ο. μήκους διασκελισμών	1,626	41	,13741	,02146
Pair 6	A συχνότητα	3,976	41	,28347	,04427
	B συχνότητα	4,117	41	,34921	,05454
Pair 7	A t εκτέλεσης διασκελισμού	,2525	41	,018555	,002898
	B t εκτέλεσης διασκελισμού	,2437	41	,020701	,003233
Pair 8	A επαφές στο skipping	51,10	41	4,790	,748
	B επαφές στο skipping	52,17	41	5,518	,862
Pair 9	A Μ.Ο. χρόνου επαφής	,1327	41	,01567	,00245
	B Μ.Ο. χρόνου επαφής	,1285	41	,02110	,00330





Σχήμα 2. Μ.Ο. επίδοσης στο sprint 30m, πριν και μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα

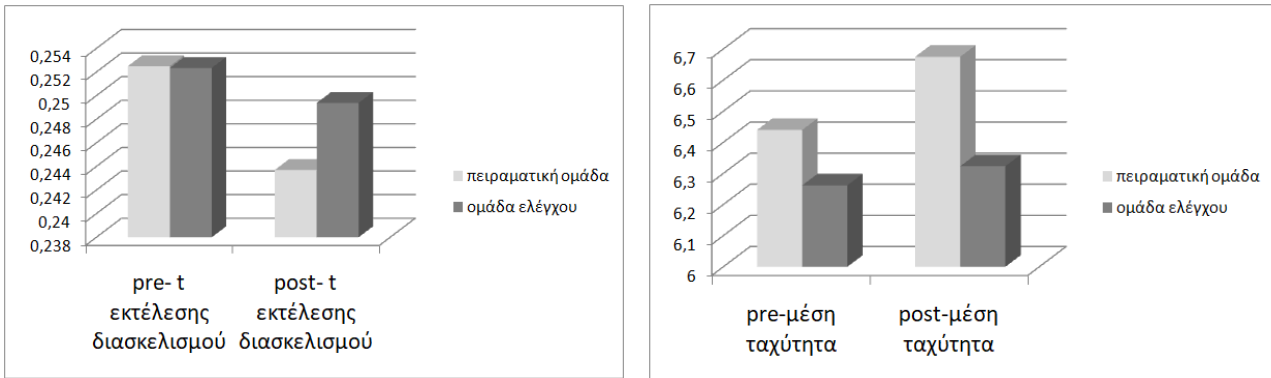
Πίνακας 2. Υπολογισμός παραμέτρων δρομικής ταχύτητας

παράμετρος	σύμβολο	μονάδα	υπολογισμός
απόσταση (distance)	d	m	η απόσταση των 30m sprint
χρόνος (time)	t	sec	η επίδοση (sec) στα 30m sprint
ταχύτητα (Velocity)	V	m/sec	ο λόγος της απόστασης (m) προς την επίδοση (sec)
συχνότητα διασκελισμού (Stride Frequency)	SF	steps/sec	υπολογίστηκε από την εξίσωση
μήκος διασκελισμού (Stride length)	SL	m	ο λόγος της απόστασης των 30m προς τον αριθμό (n) των διασκελισμών που βιντεοσκοπήθηκαν

*Η συχνότητα διασκελισμού υπολογίστηκε από την παρακάτω εξίσωση $V = SL * SF \Leftrightarrow SF = V/SL$ (Mattes et al. 2021; Hunter et al., 2004), λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία του πίνακα 2.

Αξιοσημείωτο ωστόσο είναι, ότι οι παράμετροι «μέσος χρόνος εκτέλεσης διασκελισμών» και «μέση ταχύτητα στο sprint», που δεν υπολογίστηκαν εξαρχής τις ερευνητικές υποθέσεις τις έρευνας, έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά τις τιμές τις πριν και μετά την παρέμβαση ($p\text{-value}=.003 < 0.05$ και $p\text{-value}=.000 < 0.5$ αντίστοιχα) (σχήμα 3 και 4).





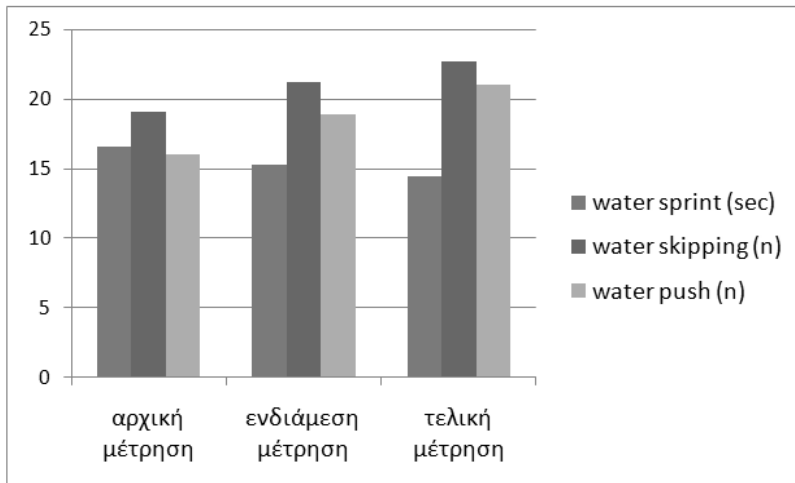
Σχήμα 3 και 4. Μ.Ο του μέσου χρόνου εκτέλεσης διασκελισμών και τις μέσης ταχύτητα, πριν και μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα

Το παρεμβατικό πρόγραμμα ακολούθησε έναν προπονητικό σχεδιασμό, σύμφωνα με τον οποίο η ένταση των ασκήσεων προοδευτικά αυξανόταν, ώστε να υπάρχουν οι ανάλογες προσαρμογές βελτίωσης. Πριν, κατά τη διάρκεια και στο τέλος του παρεμβατικού προγράμματος ελέγχθηκε η βελτίωση τις επιδόσεις των ασκήσεων, με αξιολόγηση των δοκιμαζομένων στα επίπεδα τις επιβάρυνσης τις πρώτης μέτρησης-προπόνησης. Η εμφανής σταδιακή βελτίωση από την Α μέτρηση στην Β και από την Α στην τελική (πίνακας 3), διερευνήθηκε μέσω τις μη παραμετρικής ανάλυσης Wilcoxon και διαπιστώθηκε, ότι οι διαφορές που καταγραφόταν σε κάθε μέτρηση (Α, Β και Γ) και για τις τρεις ασκήσεις (σχήμα 5) ήταν στατιστικά σημαντικές ($p = .000 < .005$).

Πίνακας 3. Περιγραφικά στοιχεία του παρεμβατικού προγράμματος

		N	Mean	Std. Deviation
A	water sprint	41	16,64707	1,752791
B	water sprint	41	15,28854	1,179493
C	water sprint	40	14,49725	1,400137
A	water skipping	41	19,15	4,304
B	water skipping	41	21,32	2,867
C	water skipping	41	22,76	2,508
A	water push	41	16,05	2,774
B	water push	41	18,95	2,179
C	water push	41	21,10	2,256
Valid N (listwise)		40		





Σχήμα 5. Βελτίωση των επιδόσεων τις ασκήσεις του παρεμβατικού προγράμματος

Για να εξετάσουμε τη σχέση μεταξύ των τριών ασκήσεων του παρεμβατικού προγράμματος με τις παραμέτρους δρομικής ταχύτητας που παρουσίασαν βελτίωση, εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman’s rho. Η ανάλυση έδειξε ότι από τις ασκήσεις του παρεμβατικού προγράμματος, μόνο η επίδοση του sprint μέσα στο νερό φάνηκε να έχει υψηλή συσχέτιση με την επίδοση στο sprint 30m, ενώ η συσχέτιση με τις επιδόσεις τις τις δυο ασκήσεις του παρεμβατικού (skipping και skipping με ώθηση μέσα σε νερό) έδειξαν μέτριες τιμές συσχέτισης (πίνακας 4). Η *συχνότητα διασκελισμού στο sprint*, φάνηκε τις να έχει πολύ καλή συσχέτιση με την επίδοση του sprint μέσα στο νερό, ενώ αντίθετα δεν φάνηκε αξιόλογη συσχέτιση με τις επιδόσεις των άλλων δυο ασκήσεων.

Πίνακας 4. Συσχέτιση των παραμέτρων δρομικής ταχύτητας με τις δοκιμασίες του παρεμβατικού προγράμματος

		water sprint	water skipping	water push
επίδοση sprint 30m	Correlation Coefficient	,755**	-,316*	-,383*
	Sig. (2-tailed)	,000	,044	,013
μέση ταχύτητα	Correlation Coefficient	-,755**	,316*	,383*
	Sig. (2-tailed)	,000	,044	,013
συχνότητα διασκελισμού	Correlation Coefficient	-,507**	,329*	,352*
	Sig. (2-tailed)	,001	,036	,024
t εκτέλεσης διασκελισμού	Correlation Coefficient	,469**	-,279	-,318*
	Sig. (2-tailed)	,002	,077	,043

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Συζήτηση

Για να ερμηνευτούν σωστά τα αποτελέσματα της μελέτης, θα πρέπει εξ αρχής να τονιστεί ότι το υδάτινο περιβάλλον χαρακτηρίζεται από δυο ιδιότητες, που επιδρούν διαφορετικά πάνω στην εκτέλεση μιας άσκησης και μπορούν να διαφοροποιήσουν την επιβάρυνση αυτής. Η *πυκνότητα του νερού*, που είναι 800 φορές μεγαλύτερη από αυτή του αέρα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως



αντίσταση σε κινήσεις προς όλες τις κατευθύνσεις, με αυξανόμενη ένταση όσο γρηγορότερα εκτελείται η άσκηση. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, η εκτέλεση χαρακτηρίζεται από διαφορετική μυϊκή ενεργοποίηση σε σύγκριση με τις ίδιες μορφές άσκησης στην ξηρά, κυρίως λόγω της άνωσης και της δύναμης έλξης του νερού, μειώνοντας τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Becker et al., 2009).

Συνδυάζοντας αυτές τις ιδιαιτερότητες της άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον με το γεγονός ότι στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε βελτίωση των παραγόντων «μέση ταχύτητα» και «συχνότητα διασκελισμού» μετά το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος μέσα στο νερό, οδηγούμαστε στη σκέψη πως πιθανόν να είναι αποτέλεσμα της ενδυνάμωσης των εκτεινόντων και καμπτήρων του ισχίου, που επετεύχθη μέσω της αντίστασης που άσκησε το νερό κατά την εκτέλεση των ασκήσεων (Huth et al., 2015; Kato et al. 2001). Μια υπόθεση που μπορεί να τεκμηριωθεί και ερευνητικά (Velucci et al., 2023; Mattes et al., 2021; Hunter et al., 2004), αφού έχει αποδειχθεί ότι η βελτίωση της δύναμης του ισχίου παρουσιάζει σημαντική συσχέτιση με τη βελτίωση της δρομικής ταχύτητας, ειδικά στη φάση της επιτάχυνσης του σπριντ, όπου παρατηρείται έντονη η ενεργοποίηση των μυών του ισχίου, με σκοπό την αύξηση της ταχύτητας κίνησης.

Αντίθετα, η μη βελτίωση των επιδόσεων στο τεστ ευκινησίας και συγκεκριμένα του αριθμού επαφών στη δοκιμασία *skipping*, πιθανόν να οφείλεται στην επίδραση της άνωσης του νερού, που συντέλεσε στην ελλιπή άσκηση δυνάμεων δράσης-αντίδρασης με το έδαφος (πισίνας) κατά τη διάρκεια των ασκήσεων παρέμβασης και κατ' επέκταση στην ελλιπή ενδυνάμωση της μυϊκής αλυσίδας που συμμετέχει στην κίνηση πίεσης-απόθιξης του εδάφους. Σύμφωνα με έρευνες (Killgore et al., 2012; Alberton et al., 2011), το επίπεδο βάθους μέχρι την ηβική σύμφυση αποφορτίζει περίπου το 40% του σωματικού βάρους, μέχρι το επίπεδο του ομφαλού, περίπου το 50%, μέχρι το κατώτερο τμήμα του στέρνου το 60%, ενώ η βύθιση μέχρι το σημείο των ώμων, ανάλογα τη θέση των χεριών, περίπου το 85%. Στην παρούσα μελέτη, η άνωση του νερού υπολογίζεται να αφαιρέσει το 50% περίπου της βαρύτητας, άρα και μέρος της αντίδρασης του εδάφους. Αυτό σημαίνει αδυναμία της δυνατής ώθησης μέσα στο νερό, με αποτέλεσμα να μην επιφέρουν οι πλειομετρικές ασκήσεις τις ίδιες προσαρμογές με την προπόνηση αντίστασης εκτός νερού (*skipping* με γιλέκο, έλκηθρο, αλεξίπτωτο κτλ.).

Ένας επίσης παράγοντας της μέτριας επίδρασης του παρεμβατικού προγράμματος, ίσως να είναι και το μικρό χρονικό διάστημα εφαρμογής του (τέσσερις εβδομάδες), που πιθανόν να μην ήταν αρκετό για να γίνουν επαρκείς προσαρμογές που θα επιφέρουν βελτίωση σε όλες τις παραμέτρους της δρομικής ταχύτητας. Η υπόθεση αυτή συντάσσεται με παρόμοιες διαπιστώσεις άλλων ερευνητών (Heywood, et al., 2022; Kwan et al., 2022), που επίσης πραγματοποίησαν πρωτόκολλα πλειομετρικών ασκήσεων και τρεξίματος σε ρηχό νερό.

Οι προβληματισμοί που προκύπτουν από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για παραπέρα διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των πλειομετρικών ασκήσεων ή σπριντ μέσα σε νερό.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της επίδρασης του παρεμβατικού προγράμματος σε παραμέτρους της δρομικής ταχύτητας, φάνηκε ότι η εκτέλεση πλειομετρικών ασκήσεων και σπριντ μέσα σε νερό θα μπορούσε να αποτελέσει ένα εναλλακτικό μέσο ενδυνάμωσης, που θα συμβάλλει στη βελτίωση της δρομικής ταχύτητας και της ευκινησίας αθλητών. Η προπόνηση σε ρηχή πισίνα αποτελεί μια εναλλακτική πρόταση για σπρίντερ ή αθλητές που στο άθλημά τους



εμπεριέχονται κομμάτια σπριντ, που θέλουν να αντικαταστήσουν ή να συνδυάσουν την προπόνηση ξηράς με την προπόνηση νερού. Αυτό πιθανόν να επιφέρει λιγότερη επιβάρυνση στις αρθρώσεις και στους μύς, βελτίωση της ψυχολογικής κατάστασης με την αλλαγή περιβάλλοντος προπόνησης και την αποφυγή πιθανής εμφάνισης υπερπροπόνησης. Για τους προπονητές θα μπορούσε να λειτουργήσει ως μια αποδοτική λύση ελάφρυνσης του προπονητικού προγράμματος, στην περίπτωση που παρατηρούν ψυχολογική ή σωματική κόπωση στους αθλητές τους, έχοντας μια επιπλέον επιλογή για την ασφαλή βελτίωση ή διατήρηση των παραγόντων της φυσικής απόδοσης των αθλητών.

Το γεγονός όμως, ότι τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν βελτίωση μόνο σε μερικές παραμέτρους της δρομικής ταχύτητας, υποδεικνύει πως θα πρέπει να διερευνηθούν παραπέρα οι τρόποι με τους οποίους θα μπορούσαν οι θετικές ιδιότητες του υδάτινου περιβάλλοντος να λειτουργήσουν ενισχυμένα προς όφελος του ασκούμενου, είτε μειώνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις της άνωσης είτε διαφοροποιώντας τα περιεχόμενα και την ένταση εκτέλεσης. Συγκεκριμένα, προτείνεται για μελλοντικές έρευνες η αύξηση του χρόνου παρέμβασης και η συμπερίληψη επιπλέον ή διαφορετικών πλειομετρικών ασκήσεων ή πρωτοκόλλων όπου οι ασκήσεις θα εκτελούνται σε μεγαλύτερο βάθος, ώστε να υποστηρίζονται και από την κίνηση των χεριών μέσα στο νερό. Πιθανόν η χρήση υδροεξοπλισμού αντίστασης και υδάτινων παπουτσιών για την αποφυγή ολίσθησης κατά τη διάρκεια της άσκησης να ενίσχυε τα αποτελέσματα. Τα ευρήματα τέτοιων μελετών θα προσέφεραν πρόσθετη γνώση και επιλογές τόσο στους προπονητές όσο και στους γυμναστές αποκατάστασης.

Βιβλιογραφία

- Alberton, C.L., Cadore, E.L., Pinto, S.S., Tartaruga, M.P., da Silva, E.M., Krueger, L.F. (2011). Cardiorespiratory, neuromuscular and kinematic responses to stationary running performed in water and on dry land. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 1157–1166.
- Alcaraz, P.E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B.O. (2018). The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 48, 2143–2165.
- Alt T, Severin J, Komnik I, Nodler Y.T., Benker R, Knicker A.J., Brüggemann G.P., Strüder H.K. (2021). Nordic Hamstring Exercise training induces improved lower-limb swing phase mechanics and sustained strength preservation in sprinters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 4, 826-838.
- Becker, B.E. (2009). Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 1(9), 859-872.
- Cahill M.J., Oliver J.L., Cronin J.B., Clark K.P., Cross M.R., Lloyd R.S. (2021). Sled-Push Load-Velocity Profiling and Implications for Sprint Training Prescription in Young Athletes. *J Strength and Conditioning Research*, 35 (11), 3084-3089.
- Cahill, M., Cronin, J., Jon, O., Kenneth, C., Cross, M. Lloyd, Rh. (2019). Sled Pushing and Pulling to Enhance Speed Capability. *Strength and Conditioning Journal*, 41, 94–104
- Chen, J. & Zhao, L., (2023). Muscle Injuries and Recovery Training in College Sprinters. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29.
- Grimes, N., Arede, J., Thompson, S. W., Fernandes, J. F. T. (2021). The Effects of a Sled Push at Different Loads on 20 Meter Sprint Time in Well-Trained Soccer Players. *International Journal of Strength and Conditioning*, 1(1).



- Heywood, S.E., Mentiplay, B. F., Rahmann, A. E., McClelland, J. A., Geigle, P. R., Bower, K. J., Clark, R. A. (2022). The Effectiveness of Aquatic Plyometric Training in Improving Strength, Jumping, and Sprinting: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(1), 85–98.
- Hunter J.P., Marshall R.N., McNair P.J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 261-71.
- Huth, L., Schmidt, E., Killgore, G. (2015). Kinematic Differences Between Land and Shallow-Water Sprinting. *International Journal of Exercise Science*, 8(3), 71.
- Kato, T., Onishi, S., Kitagawa, K. (2001). Kinematical analysis of underwater walking and running. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 10(3), 165-182.
- Killgore, G.L., (2012). Deep-Water Running: A Practical Review of the Literature with an Emphasis on Biomechanics. *The Physician and Sports medicine*, 40, 116–126
- Kwan Kim, B., Jong Jeong, H., (2022). Effect of Acute Aquatic Plyometric Training on Muscle Strength, Edema and Pain. *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, 14 (1), 224-232.
- Kwok, M.M.Y., So, B.C.L., Heywood, S., Lai, M.C.Y., & Ng, S.S.M. (2022). Effectiveness of Deep Water Running on Improving Cardiorespiratory Fitness, Physical Function and Quality of Life: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9434.
- Mattes, K., Wolff, S., Alizadeh, S. (2021). Kinematic Stride Characteristics of Maximal Sprint Running of Elite Sprinters - Verification of the "Swing-Pull Technique". *Journal of Human Kinetics*, 77, 15-24.
- Pereira L, Freitas T., Pivetti B., Alcaraz P., Jeffreys I., Loturco I. (2020). Short-Term Detraining Does Not Impair Strength, Speed, and Power Performance in Elite Young Soccer Players. *Sports (Basel)*, 8 (11), 141.
- Vellucci, C.L. & Beaudette, S.M. (2023). A need for speed: Objectively identifying full-body kinematic and neuromuscular features associated with faster sprint velocities. *Frontiers in sports and active living*, 4:1094163.
- Waller, M., Robinson, T., Holman, D., Gersick, M. (2016). The Effects of Repeated Push Sled Sprints on Blood Lactate, Heart Rate Recovery and Sprint Times. *Journal of Sports Research*, 3(1), 1–9.
- Zafeiridis, A., Saraslanidis, P., Manou, V., Ioakimidis, P., Dipla, K., Kellis, S. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 45(3), 284-290.





The effect of sprinting and plyometric exercises in water on improving sprint-speed parameters

Berberidou, F.*, Natsou, Th., Giannakou, E., Karabina, E., Garatzogiannis, G.
Democritus University of Thrace

ABSTRACT

The aim of study was to investigate the possibility of improving the sprint parameters, through an interventional program with sprints and plyometric exercises in shallow water. Eighty-two (N=82) P.H.Y.E.D. students participated in the study, thirty-seven (NM=37) males and forty-five (NF=45) females, with an average age of 19.2+1.3 years. The sample consisted of active and inactive athletes of various sports and was randomly divided into control and experimental group. Sprint performance, peak velocity, stride frequency and number of contacts in the "skipping test 10'" were evaluated. For the statistical analysis the nonparametric test Wilcoxon's and Spearman's rho correlation coefficient were applied. The results showed that a statistically significant improvement was observed after the intervention program in 30m sprint performance, stride frequency, average speed and in stride performance time. Conversely, no statistically significant difference was observed in other parameters, such as the peak velocity in the 30m sprint and the performance in the skipping-test. The above results lead to the conclusion, that performing sprints and plyometric exercises in shallow water can possibly improve the performance and frequency of strides in sprints, without positively or negatively affecting the other parameters. However, the ways in which the positive properties of the aquatic environment could be enhanced should be further explored, either by reducing the negative effect of buoyancy or by varying the contents and intensity of execution.

Keywords: sprint parameters; plyometric exercises in water; sprinting in water.

Corresponding address:

Fani Berberidou
Democritus University of Thrace
Department of Physical Education and Sport Sciences
University Campus, 69100 Komotini

E-mail:

fbermper@phyed.duth.gr