



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΜΑΚΡΑΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ
ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΥΙΚΗΣ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗΣ ΕΚΤΟΣ ΝΕΡΟΥ
ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΩΝ»

Αρσονιάδης Γ. Γαβριήλ

Διδακτορική Διατριβή
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΔΙΟ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΑΘΛΗΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΥΓΡΟΣ ΣΤΙΒΟΣ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2022

©Copyright

Αρσονιάδης Γ. Γαβριήλ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Σημείωμα Συγγραφέα

Το δόκιμο αυτό αποτελεί Διδακτορική Διατριβή που συντάχθηκε για το Πρόγραμμα Διδακτορικών Σπουδών «Φυσική Αγωγή και Αθλητισμός», της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε τον Ιούλιο του 2022.

Ο συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

Ανάργυρος Τουμπέκης
Αναπληρωτής Καθηγητής Υγρού Στίβου
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Επιβλέπων Καθηγητής

Γεράσιμος Τερζής
Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής

Γρηγόρης Μπογδάνης
Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής

Νικόλαος Γελαδάς
Καθηγητής Αθλητιατρικής και Βιολογίας της Άσκησης
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος εξεταστικής επιτροπής

Γεώργιος Παραδείσης
Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος εξεταστικής επιτροπής

Χαρίλαος Τσολάκης
Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος εξεταστικής επιτροπής

Πέτρος Μποτώνης
Επίκουρος Καθηγητής Υγρού Στίβου
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος εξεταστικής επιτροπής



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστημίων 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

Του Γαβριήλ Αρσονιάδη

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 23/2/2022 για την κρίση και αξιολόγηση της διδακτορικής διατριβής του **κ. Γαβριήλ Αρσονιάδη** με τίτλο: «Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Α. Τουμπέκη** Αναπλ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Γ. Τερζή** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Γ. Μπογδάνη** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Ν. Γελαδά** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Γ. Παραδείση** 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, **Π. Μποτώνη** Επίκ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών εκλήθησαν σήμερα 15/7/2022 ημέρα Παρασκευή και ώρα 12:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνης 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 κρίνόμενη 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**Α.Ρ.Ι.2.Τ.Α.**.....

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Α. Τουμπέκης, Αναπληρωτής Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Τερζής, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Μπογδάνης, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Ν. Γελαδάς, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Παραδείσης, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Χ. Τσολάκης, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Π. Μποτώνης, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Έκφραση Ευχαριστιών

Η Διατριβή αυτή είναι αποτέλεσμα πολύχρονου κόπου και συστηματικής προσπάθειας. Ωστόσο, η πραγματοποίηση της, δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί χωρίς την καθοριστική συμβολή των ανθρώπων που αναφέρονται παρακάτω. Χωρίς την υποστήριξή τους, την καθοδήγησή τους, τα εμπόδια που συνάντησα θα ήταν ανυπέρβλητα. Αισθάνομαι την ανάγκη να τους ευχαριστήσω.

Καταρχήν, ο υπεύθυνος Καθηγητής μου Τουμπέκης Ανάργυρος ήταν ο εμπνευστής και καθοδηγητής της προσπάθειας αυτής. Ήταν πάντα ανοιχτός να ακούσει τους προβληματισμούς μου και πρόθυμος να βοηθήσει. Επίσης, ήταν δίπλα μου στους δύσκολους αυτούς καιρούς, εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού (COVID-19), στο να μην παρατήσω την προσπάθεια και να συνεχίσω να σκέφτομαι θετικά, προς την ολοκλήρωση των δοκιμασιών μέτρησης, και κατά συνέπεια της Διατριβής αυτής. Άνθρωπος έντιμος και ακέραιος, μου μετέδωσε το επιστημονικό ενδιαφέρον για την κολύμβηση. Κύριε Αργύρη, σας ευχαριστώ για την υπομονή, το χρόνο, που μου διαθέσατε, και τις συμβουλές που μου δώσατε. Πιστεύω ότι ο σκοπός μας να γεφυρώσουμε την επιστημονική θεωρία με την πράξη επετεύχθη. Αυτή η Διατριβή δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς τις δικές σας συμβουλές, τρόπο σκέψης και καθοδήγηση.

Η εργασία αυτή «έδεσε» με την ουσιαστική συμβολή των καθηγητών Γρηγόρη Μπογδάνη και Γεράσιμου Τερζή. Ήταν από τους βασικούς καθηγητές αυτής της προσπάθειας και με το επιστημονικό κύρος και τις γνώσεις τους έδωσαν λύσεις σε κρίσιμα ζητήματα. Τα εύστοχα σχόλια και οι παρατηρήσεις τους συνέβαλαν σημαντικά ώστε να γίνει η κάθε μελέτη αυτής της Διατριβής, καλύτερη.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αλέκο Χατζηγιαννάκη και Αλέξανδρο Τσόλτο, δύο προπονητές κόσμημα για την ελληνική κολύμβηση. Χωρίς την συμβολή τους, την παρακίνησή τους, και την προθυμία τους, οι αθλητές τους να συμμετέχουν στην παρούσα Διατριβή, δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί η ολοκλήρωσή της. Το σημαντικότερο είναι ότι δεν είναι απλά δύο προπονητές, αλλά και ΦΙΛΟΙ, και τους ευχαριστώ θερμά μέσα από την καρδιά μου.

Σε αυτό το σημείο δεν θα μπορούσα να ξεχάσω τον Πρόεδρο της ομάδας του Γυμναστικού Συλλόγου Περιστερίου, Φίλιππο Κότση, ο οποίος συνέβαλε τα δέοντα, ώστε να παραχωρηθεί ο χώρος του γυμναστηρίου και η δεξαμενή, για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους «ήρωες» αυτής της Διατριβής, τους αθλητές του συλλόγου, οι οποίοι με ζέση και όρεξη συμμετείχαν σε όλες τις διαδικασίες μέτρησης, σε διάρκεια τριών ετών, χωρίς να παραπονεθούν για τίποτα και έχοντας πάντα όρεξη να λάβουν μέρος στις δοκιμασίες. Δεν θα μπορούσα όμως να παραλείψω το Βασίλειο Σεΐτη, τον επιστάτη του Δημοτικού Κολυμβητηρίου Περιστερίου, ο οποίος με την πολύτιμή βοήθειά του, είχαμε τη δυνατότητα πρόσβασης, όποτε, και ότι ώρα, το επιθυμούσαμε σε όλες τις εγκαταστάσεις του κολυμβητηρίου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους, Ιωάννη Γεωργάτο, Χρήστο Ιωάννου, Ιωάννη Χαλκιαδάκη, Ιωάννα Βορδή, Δημήτρη Κατσούδα, Μαρία Κατσούλη, Βασιλική Πεθεριώτη, Φίλιππο Ψυλλιά, οι οποίοι ήταν συνέχεια μαζί μου και υποστήριζαν τις μετρήσεις, αλλά και τους Ιωάννη Νικητάκη, Πασχάλη Φράγκου και Αλέξανδρο Γεωργίου, για τη βοήθειά τους όποτε τους ζητήθηκε. Χωρίς την

παρουσία τους δεν θα μπορούσα να ολοκληρώσω τις δοκιμασίες αυτής της διατριβής.

Η εργασία αυτή ανήκει στην οικογένεια μου και στους γονείς μου, Μαρία και Γεώργιο, αλλά και στον αδερφό μου Διονύσιο, οι οποίοι μου έκαναν πάντα πιο εύκολο τον ανηφορικό δρόμο που επέλεξα. Ήταν πάντα δίπλα μου, με στήριζαν ψυχικά, και χωρίς αυτούς δεν θα είχα καταφέρει να υλοποιήσω αυτό το επίπονο έργο. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την αρραβωνιαστικιά μου, Καλλιόπη η οποία με την υποστήριξή της και υπομονή της, τα τελευταία τέσσερα χρόνια, μου έκανε πιο εύκολο τον δρόμο, χωρίς να αποσπώμαι από τον στόχο, που δεν ήταν άλλος από την ολοκλήρωση της Διατριβής.

Το ταξίδι αυτό φτάνει στο τέλος του. Νέοι ορίζοντες και προορισμοί ξεκινούν.

«Μην εγκαταλείπεις τα πιστεύω σου, ακολούθα τα όνειρά σου...»

Αθήνα, Ιούλιος, 2022

ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΜΑΚΡΑΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΥΙΚΗΣ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΕΚΤΟΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΩΝ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν: α) να εξετάσει την άμεση επίδραση προγραμμάτων μυϊκής αντοχής (ΜΑ) μέγιστης δύναμης (ΜΔ) και συνθήκης ελέγχου (Ε), στην απόδοση, σε φυσιολογικές αποκρίσεις και κινηματικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί, β) να επανεξετάσει την άμεση επίδραση πριν και μετά από 6 εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης ΜΑ, ΜΔ και μέγιστης έντασης κολύμβησης καθώς και γ) πριν και μετά από 16 εβδομάδες αποχής από την προπόνηση κολύμβησης. Στην πρώτη μελέτη, οι κολυμβητές (N=27), συμμετείχαν σε τρεις πειραματικές συνθήκες: ΜΑ (2X20 επαναλήψεις, 55% της 1RM, 20 s διάλειμμα), ΜΔ (3X4 επαναλήψεις, 90% της 1RM, τρία λεπτά διάλειμμα), και Ε (χωρίς να έχει προηγηθεί προπόνηση δύναμης νωρίτερα). Σε όλες τις πειραματικές συνθήκες, αμέσως μετά από την προπόνηση εκτός νερού πραγματοποιήθηκε προπόνηση κολύμβησης η οποία περιλάμβανε στο κύριο μέρος της μέγιστες προσπάθειες προσδεμένης κολύμβησης 10 s, 4X50 και 100-m ελεύθερο. Στη δεύτερη μελέτη, οι κολυμβητές (N=24), αφού ολοκλήρωσαν τις πειραματικές συνθήκες ΜΑ, ΜΔ και Ε όπως περιγράφονται για την πρώτη μελέτη (αρχικές μετρήσεις: Α), χωρίστηκαν σε τρεις ισοδύναμες ομάδες και ολοκλήρωσαν 6 εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης: i) ΜΔ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης (ομάδα Α-ΜΔ, N=8), ii) ΜΑ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης (ομάδα Β-ΜΑ, N=8) και iii) Ε, προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης (ομάδα Γ-Ε, N=8). Μετά το πέρας των 6 εβδομάδων επανέλαβαν τις πειραματικές συνθήκες ΜΑ, ΜΔ και Ε (τελικές μετρήσεις: Τ). Στην τρίτη μελέτη, οι κολυμβητές (N=11), πραγματοποίησαν τις πειραματικές συνθήκες ΜΑ, ΜΔ και Ε, πριν (Α) και μετά (Τ) από 16 εβδομάδες πλήρους αποχής από την προπόνηση κολύμβησης. Στη διάρκεια των 16 εβδομάδων οι κολυμβητές πραγματοποίησαν καθοδηγούμενη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, τρεις έως τέσσερις φορές την εβδομάδα. Στην πρώτη μελέτη, η απόδοση στα 4X50-m μειώθηκε ($1,7 \pm 2,7\%$) μετά τη ΜΑ συγκριτικά με ΜΔ και Ε ($p=0,01$). Η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν αυξημένη μετά από ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με Ε ($p<0,05$). Στη δεύτερη μελέτη, η επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στην απόδοση των κολυμβητών στα 4X50-m, ήταν παρόμοια τόσο σε Α όσο και Τ μετρήσεις. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε παρόμοια μεταβολή της απόδοσης μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε (Α, Α-ΜΔ: $-0,23 \pm 2,86\%$, Β-ΜΑ: $0,58 \pm 2,63\%$, Γ-Ε: $-1,71 \pm 4,14\%$, Τ, Α-ΜΔ: $0,50 \pm 2,09\%$, Β-ΜΑ: $0,69 \pm 2,03\%$, Γ-Ε: $0,33 \pm 3,36\%$, $p>0,05$), και ΜΔ έναντι Ε (Α, Α-ΜΔ: $-0,24 \pm 2,94\%$, Β-ΜΑ: $-0,21 \pm 1,74\%$, Γ-Ε: $-0,47 \pm 2,48\%$, Τ, Α-ΜΔ: $0,76 \pm 2,22\%$, Β-ΜΑ: $1,27 \pm 2,09\%$, Γ-Ε: $0,12 \pm 1,64\%$, $p>0,05$). Οι ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ, βελτίωσαν τη δύναμη εκτός νερού κατά $16,7 \pm 7,5\%$ και $21,5 \pm 14,8\%$ συγκριτικά με την ομάδα Γ-Ε. Η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν υψηλότερη σε όλες τις ομάδες μετά τη συνθήκη ΜΑ ($62,50 \pm 21,01\%$) και ΜΔ ($39,91 \pm 24,50\%$), συγκριτικά με Ε ($p<0,05$). Η ομάδα Α-ΜΔ εμφάνισε υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή της συχνότητας χεριάς μεταξύ

των ΜΑ έναντι Ε ($2,47 \pm 3,77\%$) και ΜΔ έναντι Ε ($1,82 \pm 4,27\%$). Στην τρίτη μελέτη, παρατηρήθηκε παρόμοια μεταβολή της απόδοσης στα 4X50-m μεταξύ ΜΑ έναντι Ε (Α: $1,48 \pm 3,48\%$, έναντι Τ: $0,54 \pm 1,34\%$, $p > 0,05$) και ΜΔ έναντι Ε (Α: $0,35 \pm 3,27\%$, Τ: $1,12 \pm 1,74\%$, $p > 0,05$). Συμπερασματικά, φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα ΜΑ μειώνει την απόδοση των κολυμβητών, όταν εφαρμόζεται πριν από την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης στην ίδια προπονητική συνεδρία. Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης ΜΑ, ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης συγκριτικά με μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, δεν μεταβάλλουν την άμεση επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στην απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Επιπλέον, η διακοπή της προπόνησης κολύμβησης ή και εξειδικευμένη ταυτόχρονη προπόνηση εκτός νερού δεν φαίνεται να επηρεάζει την επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ, ΜΔ στην απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης.

Λέξεις κλειδιά: μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη, απόδοση, ταυτόχρονη προπόνηση, διακοπή της προπόνησης, κολύμβηση

ACUTE AND LONG-TERM EFFECTS OF DRY LAND RESISTANCE TRAINING ON SWIMMING PERFORMANCE

Gavriil Arsoniadis, School of Physical Education and Sports Science, National and Kapodistrian University of Athens, Greece.

Abstract

The aim of the current thesis was to examine: i) the acute effects of dry-land strength endurance (SE) and maximum strength (MS) protocols, ii) re-examine the acute effect of SE and MS following 6 weeks of concurrent SE, MS, and high intensity swimming training, and iii) before and after 16 weeks of swimming training restriction, on performance, physiological responses, and technical variables in a subsequent maximum intensity swimming training. In the first study, swimmers (N=27) completed three experimental conditions: i) MS, 3 sets x 4 repetitions, load: 90% of 1RM, 3 min rest between sets ii) SE, 2 sets x 20 repetitions, load: 55% of 1RM, 20 s between sets, and iii) control (CON). Twenty minutes following MS, SE and CON sessions swimmers participated in swimming training, consisting of 800-m warm-up, a 10-s tethered swimming, 4X50, and a 100-m front crawl with a maximum effort. In the second study swimmers participated in condition MS, SE, and CON as in the first study and subsequently were assigned to three equal ability groups completing 6 weeks of MS concurrent to maximum intensity swimming (group A-MS), SE concurrent to maximum intensity swimming (group B-SE) and maximum intensity swimming training only for 2-3 sessions per week (group C-CON). Conditions MS, SE, and CON were repeated at the end of the 6 weeks period. In the third study swimmers participated in conditions SE, MS, CON before and after 16 weeks of swimming training restriction. In all studies, performance time, physiological and biomechanical parameters were measured during 4X50-m and 100-m. In the first study, mean 4X50-m time decreased $1.7 \pm 2.7\%$ in SE compared to CON ($p=0.01$). Blood lactate concentration was increased following MS and SE compared to CON condition ($p<0.05$). In the second study swimmers improved their mean performance time in all groups, but upper body strength was improved only in A-MS and B-SE compared to C-CON ($p<0.05$). Performance changes during 4X50-m and 100-m following MS and SE conditions vs. CON were similar for all groups before and after the 6 weeks period of training ($p<0.05$). Sixteen weeks of swimming training restriction in the third study, deteriorated mean time, and biomechanical variables in MS, SE, and CON conditions ($p<0.05$). However, performance changes following MS vs. CON and SE vs. CON conditions were not different before and after 16 weeks of swimming training restriction. Dry-land resistance training planned to develop SE may deteriorate swimmer's performance time during the subsequent maximum intensity swimming training. A 6-week concurrent training of MS, SE with maximum intensity swimming training improved swimmers' performance, and presented similar effect during the re-assessment of the MS and SE. Accordingly a period of 16 weeks of swimming training restriction may deteriorate swimmer's performance but presented similar effect during the re-assessment of MS, and SE in the subsequent maximum intensity swimming training session performance.

Keywords: maximum strength, strength endurance, concurrent training, detraining, performance

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής για την κρίση της διδακτορικής διατριβής..	iv
Έκφραση Ευχαριστιών.....	v
Περίληψη στην Ελληνική γλώσσα.....	vii
Περίληψη στην Αγγλική γλώσσα.....	ix
Πίνακας Περιεχομένων.....	xi
Κατάλογος Σχημάτων/Εικόνων/Γραφημάτων.....	xiv
Κατάλογος Πινάκων.....	xix
Κατάλογος Συμβόλων και συντομογραφιών.....	xxi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	2
1.2. Σκοπός της διδακτορικής διατριβής.....	3
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις.....	3
1.4. Σημασία της έρευνας.....	4
1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας.....	5
1.6. Περιγραφή όρων.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	7
2.1. Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού για τους κολυμβητές.....	7
2.2. Σύγκριση των άμεσων φυσιολογικών αποκρίσεων μετά από προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης.....	14
2.3. Άμεση επίδραση προγράμματος μυϊκής αντοχής στην απόδοση, σε φυσιολογικές και νευρομυϊκές παραμέτρους.....	15
2.4. Άμεση επίδραση προγράμματος μέγιστης δύναμης στην απόδοση, σε φυσιολογικές και νευρομυϊκές παραμέτρους.....	17
2.5. Ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης.....	20
2.6. Ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης.....	23
2.7. Μακράς διάρκειας επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνηση κολύμβησης στην απόδοση.....	28
2.8. Η απόδοση των κολυμβητών μετά από μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης κολύμβησης	32
2.9. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης στην απόδοση των κολυμβητών.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. ΠΡΩΤΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	37
3.1. Περίληψη πρώτης μελέτης.....	38
3.2. Εισαγωγή πρώτης μελέτης	39
3.3. Μέθοδος πρώτης μελέτης.....	40
3.3.1. Συμμετέχοντες.....	40
3.3.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	40
3.3.3. Προκαταρκτικές δοκιμασίες.....	41
3.3.4. Κύριες δοκιμασίες.....	44
3.3.5. Όργανα μέτρησης.....	50
3.4. Στατιστική ανάλυση.....	50

3.5. Αποτελέσματα πρώτης μελέτης.....	52
3.5.1. Απόδοση κατά τη διάρκεια των 4X50-m.....	52
3.5.2. Απόδοση 100-m ελεύθερο.....	53
3.5.3. Μεταβολή της δύναμης εκτός και εντός νερού.....	53
3.5.4. Φυσιολογικές αποκρίσεις στις πειραματικές συνθήκες.....	54
3.5.5. Μεταβολές του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας.....	56
3.5.6. Τεχνικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης.....	57
3.6. Συζήτηση πρώτης μελέτης.....	60
3.6.1. Απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης.....	60
3.6.2. Φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης.....	62
3.6.3. Επίδραση των προγραμμάτων στις τεχνικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης.....	64
3.7. Συμπεράσματα και πρακτικές εφαρμογές από την πρώτη μελέτη	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV. ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ	68
4.1. Περίληψη δεύτερης μελέτης.....	69
4.2. Εισαγωγή δεύτερης μελέτης	70
4.3. Μέθοδος δεύτερης μελέτης	72
4.3.1. Συμμετέχοντες.....	72
4.3.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	72
4.3.3 Περιγραφή του προγράμματος προπόνησης.....	74
4.3.4. Κύριες δοκιμασίες.....	77
4.3.5. Στατιστική ανάλυση.....	77
4.4. Αποτελέσματα της δεύτερης μελέτης.....	79
4.4.1. Περιεχόμενο και επιβάρυνση της προπόνησης.....	79
4.4.2. Κρίσιμη ταχύτητα και εκτίμηση μέγιστης δύναμης.....	79
4.4.3. Απόδοση στα 4X50 και 100-m.....	80
4.4.4. Μεταβολές στη δύναμη εκτός και εντός νερού.....	86
4.4.5. Φυσιολογικές αποκρίσεις.....	93
4.4.6. Μεταβολές του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας.....	97
4.4.7. Μεταβολές στις μεταβλητές τεχνικής... ..	99
4.5. Συζήτηση δεύτερης μελέτης.....	108
4.5.1. Απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης.....	108
4.5.2. Επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης στις φυσιολογικές αποκρίσεις.....	110
4.5.3. Επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης στις μεταβλητές τεχνικής.....	112
4.6. Συμπεράσματα και πρακτικές εφαρμογές από τη δεύτερη μελέτη.....	114
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V. ΤΡΙΤΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	116
5.1. Περίληψη τρίτης μελέτης.....	117
5.2. Εισαγωγή τρίτης μελέτης.....	118
5.3. Μέθοδος τρίτης μελέτης.....	120
5.3.1. Συμμετέχοντες.....	120
5.3.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	120
5.4. Στατιστική ανάλυση.....	123
5.5. Αποτελέσματα τρίτης μελέτης.....	125
5.5.1. Προπονητική επιβάρυνση.....	125

5.5.2. Απόδοση κατά την κολύμβηση.....	125
5.5.3. Μεταβολές στη δύναμη εκτός και εντός νερού.....	129
5.5.4. Φυσιολογικές αποκρίσεις.....	132
5.5.5. Μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας.....	136
5.5.6. Μεταβολές στις μεταβλητές τεχνικής.....	137
5.6. Συζήτηση τρίτης μελέτης.....	141
5.6.1. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στην απόδοση.....	141
5.6.2. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στη δύναμη εκτός και εντός νερού.....	143
5.6.3. Η απόδοση της διακοπής της προπόνησης στις φυσιολογικές αποκρίσεις.....	144
5.6.4. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στις μεταβλητές της τεχνικής.....	146
5.7. Συμπεράσματα και πρακτικές εφαρμογές από την τρίτη μελέτη.....	148
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ -ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	149
6.1. Συμπεράσματα.....	152
6.2. Πρακτικές εφαρμογές.....	154
6.3. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.....	154
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	170
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Έντυπο ενημέρωσης και δήλωσης συγκατάθεσης στην έρευνα	170
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Έντυπο καταγραφής της διατροφής.....	173
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Περιεχόμενο προπόνησης στη διάρκεια έξι εβδομάδων, για τις ημέρες που δεν πραγματοποιήθηκε παρέμβαση.....	175
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Παράδειγμα αρχείου καταγραφής της προπόνησης.....	176
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: Δείκτες ενδοταξικής συσχέτισης των μεταβλητών μέτρησης...	177
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: Καρδιακή συχνότητα (δεύτερη μελέτη).....	178
ΠΑΡΑΣΤΗΜΑ Ζ: Καρδιακή συχνότητα (τρίτη μελέτη).....	179

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1.	Καταγραφή συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από προπόνηση μέγιστης δύναμης και μυϊκής αντοχής σε καλά προπονημένους αθλητές.....	15
Σχήμα 2.2.	Άμεση επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης μυϊκής αντοχής στην προπόνηση κολύμβησης.....	17
Σχήμα 2.3.	Άμεση επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης μέγιστης δύναμης στην προπόνηση κολύμβησης.....	20
Σχήμα 2.4.	Επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης αντοχής ή υψηλής έντασης.....	23
Σχήμα 2.5.	Χαρακτηριστικά της προπόνησης που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν από τους προπονητές με σκοπό την αποφυγή ανάπτυξης του φαινομένου της «παρεμβολής».....	24
Σχήμα 3.1.	Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού της πρώτης μελέτης.....	41
Σχήμα 3.2.	Παράδειγμα υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών/τριων μέσω της γραμμικής σχέσης του χρόνου και της απόστασης κολύμβησης.....	42
Σχήμα 3.3.	Πειραματικές συνθήκες και συνθήκη ελέγχου των κύριων δοκιμασιών της πρώτης μελέτης.....	46
Σχήμα 3.4.	Μέσος χρόνος απόδοσης ανά επανάληψη 50-m ελεύθερο για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	52
Σχήμα 3.5.	Σύγκριση του δείκτη μείωσης της απόδοσης μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	53
Σχήμα 3.6.	Μεταβολής της ισομετρικής δύναμης εκτός νερού των μυών του καρπού.....	53
Σχήμα 3.7.	Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης εκτός νερού των μυών του ώμου.....	54
Σχήμα 3.8.	Σύγκριση της δύναμης έλξης στο νερό, που προσδιορίστηκε με προσδεμένη κολύμβησης δέκα δευτερολέπτων, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	54
Σχήμα 3.9.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών.....	57
Σχήμα 3.10.	Μεταβολή της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών.....	55
Σχήμα 3.11.	Μεταβολή του δείκτη αντίληψης της κόπωσης κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών.....	56
Σχήμα 3.12.	Σύγκριση της συχνότητας χεριάς κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο και 100-m ελεύθερο.....	57

Σχήμα 3.13.	Σύγκριση του μήκους χεριάς κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο και 100-m ελεύθερο.....	58
Σχήμα 3.14.	Σύγκριση του δείκτη αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο και 100-m ελεύθερο.....	58
Σχήμα 3.15.	Σύγκριση της προωθητικής αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο και 100-m ελεύθερο.....	59
Σχήμα 4.1.	Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού της δεύτερης μελέτης.....	74
Σχήμα 4.2.	Προγράμματα προπονήσεων εκτός και εντός νερού κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων προπόνησης.....	76
Σχήμα 4.3.	Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο.....	80
Σχήμα 4.4.	Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο μεταξύ των ομάδων παρέμβασης.....	80
Σχήμα 4.5.	Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης.....	81
Σχήμα 4.6.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή του χρόνου κολύμβησης μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή και μέγιστη δύναμη έναντι ελέγχου.....	81
Σχήμα 4.7.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της απόδοσης σε αρχικές και τελικές μετρήσεις για τέσσερις επαναλήψεις 50-m ελεύθερο.....	82
Σχήμα 4.8.	Δείκτης μείωσης της απόδοσης κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο.....	83
Σχήμα 4.9.	Μεταβολή του χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο.....	83
Σχήμα 4.10.	Μεταβολή του χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια 100-m ελεύθερο μεταξύ των ομάδων παρέμβασης.....	84
Σχήμα 4.11.	Μεταβολή του χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης..	84
Σχήμα 4.12.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή του χρόνου κολύμβησης για 100-m ελεύθερο μεταξύ των συγκρίσεων μυϊκή αντοχή και μέγιστη δύναμη έναντι ελέγχου.....	85
Σχήμα 4.13.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της απόδοσης σε αρχικές και τελικές μετρήσεις για 100-m ελεύθερο.....	86
Σχήμα 4.14.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή για τη δύναμη χειρολαβής σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	88
Σχήμα 4.15.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή για την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	91
Σχήμα 4.16.	Μεταβολή της δύναμης έλξης στο νερό για αρχικές και τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων και των συνθηκών μέτρησης.....	92
Σχήμα 4.17.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της δύναμης έλξης στο νερό σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	93

Σχήμα 4.18.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ανεξαρτήτως ομάδων παρέμβασης και συνθηκών μέτρησης.....	93
Σχήμα 4.19.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για τις συνθήκες μέτρησης ανεξαρτήτων χρονικών στιγμών και ομάδων παρέμβασης.....	94
Σχήμα 4.20.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για αρχικές και τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων και των συνθηκών μέτρησης.....	95
Σχήμα 4.21.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	96
Σχήμα 4.22.	Μεταβολή του δείκτη αντίληψης της δυσκολίας για αρχικές και τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων και των συνθηκών μέτρησης.....	97
Σχήμα 4.23.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή του δείκτη αντίληψης της δυσκολίας σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	98
Σχήμα 4.24.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της συχνότητας χεριάς κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	99
Σχήμα 4.25.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της συχνότητας χεριάς κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	101
Σχήμα 4.26.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή του μήκους χεριάς κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	103
Σχήμα 4.27.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	105
Σχήμα 4.28.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της προωθητικής αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	107
Σχήμα 5.1.	Πειραματική διαδικασία τρίτης μελέτης.....	121
Σχήμα 5.2.	Κύριες δοκιμασίες ερευνητικού σχεδιασμού τρίτης μελέτης.....	122
Σχήμα 5.3.	Προπονητικό φορτίο που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια της διακοπής.....	125
Σχήμα 5.4.	Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης.....	126
Σχήμα 5.5.	Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης.....	126
Σχήμα 5.6.	Μεταβολή του χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης τόσο πριν όσο και μετά τη διακοπή της προπόνησης	127

Σχήμα 5.7.	Μεταβολή του δείκτη απόδοσης κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	127
Σχήμα 5.8.	Μεταβολή του χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης.....	128
Σχήμα 5.9.	Μεταβολή του χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης.....	128
Σχήμα 5.10.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της απόδοσης κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	129
Σχήμα 5.11.	Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του καρπού πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	130
Σχήμα 5.12.	Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	131
Σχήμα 5.13.	Μεταβολή της δύναμης έλξης στο νερό πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	132
Σχήμα 5.14	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ανεξαρτήτως συνθηκών μέτρησης.....	133
Σχήμα 5.15.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για τις συνθήκες μέτρησης ανεξαρτήτως χρονικών στιγμών μέτρησης.....	133
Σχήμα 5.16.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	134
Σχήμα 5.17.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού κατά σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	135
Σχήμα 5.18.	Μεταβολή του δείκτη αντίληψης της δυσκολίας πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	136
Σχήμα 5.19.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή του δείκτη αντίληψης της δυσκολίας σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	137
Σχήμα 5.20.	Μεταβολή της συχνότητας χεριάς πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	138
Σχήμα 5.21.	Μεταβολή του μήκους χεριάς πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	139
Σχήμα 5.22.	Μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης για τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή, μέγιστη δύναμη και ελέγχου.....	140

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1	Ασκήσεις αξιολόγησης μέγιστης δύναμης και σειρά εκτέλεσής τους.....	43
Εικόνα 3.2	Ισομετρική αξιολόγηση των μυών του ώμου για δεξί και αριστερό χέρι.....	47

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1.	Σύνοψη των χαρακτηριστικών των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης στην κολύμβηση.....	8
Πίνακας 2.2.	Περιεχόμενο και χαρακτηριστικά προπόνησης εκτός νερού των σχετικών μελετών στην κολύμβηση.....	10
Πίνακας 2.3.	Η επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της μέγιστης δύναμης και μυϊκής αντοχής, και προπόνηση αντοχής με μέτρια ή και μέγιστη ένταση στην κολύμβηση.....	30
Πίνακας 2.4.	Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στην κολύμβηση.....	33
Πίνακας 2.5.	Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης μετά από μακροχρόνια εφαρμογή της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της μέγιστης δύναμης, μυϊκής αντοχής, και προπόνηση αντοχής.....	35
Πίνακας 3.1.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζόμενων.....	40
Πίνακας 3.2.	Αναλυτική περιγραφή του προγράμματος προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης μυϊκής αντοχής, το οποίο εφαρμόστηκε πριν από την προπόνηση κολύμβησης στην δεύτερη Πειραματική συνθήκη.....	44
Πίνακας 3.3.	Αναλυτική περιγραφή του προγράμματος προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης μέγιστης δύναμης, το οποίο εφαρμόστηκε πριν από την προπόνηση κολύμβησης στην πρώτη Πειραματική συνθήκη.....	45
Πίνακας 4.1.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζομένων.....	72
Πίνακας 4.2.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζομένων για κάθε ομάδα.....	73
Πίνακας 4.3.	Περίγραμμα προγράμματος προπόνησης στο νερό κατά τη διάρκεια έξι εβδομάδων παρέμβασης.....	75
Πίνακας 4.4.	Χαρακτηριστικά ζωνών προπόνησης που ακολούθησαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων προπόνησης.....	77
Πίνακας 4.5.	Χαρακτηριστικά προπόνησης κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων παρέμβασης.....	79
Πίνακας 4.6.	Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του καρπού για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	87
Πίνακας 4.7.	Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του καρπού για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	90
Πίνακας 4.8.	Μεταβολή της συχνότητας χεριάς για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	100

Πίνακας 4.9.	Μεταβολή του μήκους χεριάς για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	102
Πίνακας 4.10.	Μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	104
Πίνακας 4.11.	Μεταβολή της προωθητικής αποτελεσματικότητας για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	106
Πίνακας 5.1.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζομένων, συνολικά και για κάθε φύλο ξεχωριστά.....	120
Πίνακας 5.2.	Ασκήσεις αντιστάσεων στην ξηρά που χρησιμοποιήθηκαν από τους κολυμβητές, κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης.....	122
Πίνακας 5.3.	Προγραμματισμός και οδηγίες εφαρμογής προπόνησης κατά τη διάρκεια της διακοπής.....	123
Πίνακας 5.4.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή για τη δύναμη χειρολαβής μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης σε όλες τις συνθήκες για αρχικές και τελικές μετρήσεις	130
Πίνακας 5.5.	Ποσοστιαία (%) μεταβολή για την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης σε όλες τις συνθήκες για αρχικές και τελικές μετρήσεις.....	131

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

[La ⁻]	Συγκέντρωση γαλακτικού
VO ₂	Πρόσληψη οξυγόνου
ΚΣ	Καρδιακή συχνότητα
ΣΧ	Συχνότητα χεριάς
ΜΧ	Μήκος χεριάς
ΔΑ	Δείκτης αποτελεσματικότητας
η _F	Προωθητική αποτελεσματικότητα
1RM	Μία μέγιστη επανάληψη (μέγιστη δύναμη)
V	Ταχύτητα κολύμβησης
ΜΔ	Μέγιστη Μυϊκή Δύναμη
ΜΑ	Αντοχή στη Δύναμη
ΤF	Προσδεμένη κολύμβηση
ISO	Ισομετρική αξιολόγηση των μυών του ώμου
HG	Δύναμη χειρολαβής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προγράμματα προπόνησης εκτός νερού τα οποία στοχεύουν στη βελτίωση της δύναμης των κολυμβητών εκτελούνται συχνά μερικά λεπτά πριν από την προπόνηση κολύμβησης. Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης υψηλού όγκου με χαμηλή αντίσταση (μυϊκή αντοχή: ΜΑ) η/και προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης χαμηλού όγκου με υψηλή αντίσταση (μέγιστη δύναμη: ΜΔ) είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται από τους κολυμβητές σε ένα ετήσιο κύκλο προπόνησης, ανάλογα με το στόχο κάθε μεσόκυκλου (Crowley et al., 2017).

Συγκεκριμένα, στην κολύμβηση έχει παρατηρηθεί ότι ένα πρόγραμμα ΜΑ ή ΜΔ, που εφαρμόζεται 20 λεπτά πριν από μία σειρά επαναλήψεων μέγιστης έντασης (8 επαναλήψεις 25-m: 8X25), δεν μειώνει την ταχύτητα κολύμβησης συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Dalamitros et al., 2021). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι ένα πρόγραμμα ΜΔ που εφαρμόζεται 30 λεπτά πριν από την προπόνηση κολύμβησης δεν επηρεάζει τη δύναμη έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης 10 s, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, ωστόσο, μειώνει το μήκος χεριάς και αυξάνει τη συχνότητα της κατά τη διάρκεια μιας σειράς αερόβιας προπόνησης (Arsoniadis et al., 2020). Δεν υπάρχουν μελέτες στην κολύμβηση που να εξετάζουν συνδυαστικά την επίδραση προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης αντοχής ή μέγιστης έντασης. Για παράδειγμα, συνδυασμός προπόνησης με διαφορετικά ερεθίσματα (π.χ. προπόνηση ΜΔ και προπόνηση αντοχής στην ίδια προπονητική συνεδρία) προκαλεί μείωση της ταχύτητας σύσπασης των μυών σε ισοκινητική αξιολόγηση ακόμα και 180 λεπτά αργότερα (Doma & Deakin, 2013). Αντίθετα, παρά το γεγονός ότι οι φυσιολογικές αποκρίσεις φαίνεται να διατηρούνται αυξημένες έως και 60 λεπτά μετά το πέρας της ταυτόχρονης προπόνησης που περιλαμβάνει πρόγραμμα ΜΔ (Kang et al., 2005), στο τρέξιμο είναι πιθανό να βελτιώνεται η οικονομία της κίνησης, η δύναμη και η ισχύς κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κατακόρυφων αλμάτων αμέσως μετά το πέρας της ταυτόχρονης προπόνησης δύναμης και αντοχής (Barnes et al., 2013). Εκτός από την ταυτόχρονη προπόνηση δύναμης και αντοχής, πρόσφατες μελέτες εξετάζουν την άμεση επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης με προπόνηση μέγιστης έντασης (Cantrell et al., 2014). Δεν υπάρχουν μελέτες που να εξετάζουν το συνδυασμό προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης με χαρακτηριστικά ΜΑ και ΜΔ με την προπόνηση μέγιστης έντασης στην κολύμβηση.

Είναι προφανές ότι ο συνδυασμός προπόνησης ΜΑ ή ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μπορεί να εφαρμόζεται συστηματικά στη διάρκεια ενός μεσόκυκλου. Ο μακροχρόνιος συνδυασμός ταυτόχρονης προπόνησης με διαφορετικά ερεθίσματα (προπόνηση ΜΑ ή ΜΔ και προπόνηση αντοχής στην ίδια προπονητική συνεδρία) έχει φανεί ότι προκαλεί αντίθετες μοριακές μεταβολές (Fyfe et al., 2014). Σε πρόσφατη ανασκόπηση, ωστόσο, διευκρινίζεται ότι όταν η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΔ εφαρμόζεται ταυτόχρονα με προπόνηση μέγιστης έντασης (μικρής διάρκειας ~30 s ανά επανάληψη με μεγάλο χρονικό διάστημα διαλείμματος ~1 έως 2 λεπτά μεταξύ των επαναλήψεων) δεν προκαλεί αντίθετες μοριακές μεταβολές οι οποίες δύναται να αναστέλλουν τα ευεργετικά οφέλη είτε της προπόνησης ΜΔ (π.χ. πρωτεϊνική σύνθεση), είτε της

προπόνησης μέγιστης έντασης (π.χ. ταχύτητα απομάκρυνσης μεταβολικών προϊόντων, μιτοχονδριακή βιογένεση; Vechin et al., 2021). Η ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και μέγιστης έντασης προκαλεί προσαρμογές στο σκελετικό μυ και βελτίωση της μέγιστης δύναμης και αναερόβιας ικανότητας μετά από 12 εβδομάδες σε αθλητές (Low et al., 2015). Στην κολύμβηση, προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ που χρησιμοποιούνται πριν από την προπόνηση στο νερό και εφαρμόζεται για οκτώ έως 11 εβδομάδες προκαλεί βελτίωση της επίδοσης και στα κινηματικά χαρακτηριστικά στις αποστάσεις 50 και 400-m ελεύθερο (Aspenes et al., 2009; Girolid et al., 2012). Ωστόσο, δεν γνωρίζουμε την άμεση αλλά και μακράς διάρκειας (>4 εβδομάδες) επίδραση μετά από προγράμματα ΜΑ και ΜΔ σε άλλες αγωνιστικές αποστάσεις (π.χ. 100-m), αλλά και όταν εφαρμόζονται ταυτόχρονα με προπόνηση μέγιστης έντασης.

Κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών διακοπών, ή σε ακραίες περιπτώσεις, όπως είναι μία πανδημία ή και ένας τραυματισμός, η συμμετοχή στην προπόνηση είτε μειώνεται δραστικά ή διακόπτεται (Mujika & Padilla, 2000; Costa et al., 2021). Σε αθλητές κολύμβησης έχει παρατηρηθεί ότι η διακοπή της προπόνησης οδηγεί σε μείωση της απόδοσης -2% και -4% στα αγωνίσματα 100 και 400-m ελεύθερο αντίστοιχα, μετά από τέσσερις έως 11 εβδομάδες (Morais et al., 2020; Zacca et al., 2019). Σε συνθήκες πανδημίας όπως είναι αυτή του κορονοϊού COVID-19, παρατηρήθηκε χειρότερηση των επιδόσεων 1% έως 2% στους Ολυμπιακούς αγώνες του Τόκυο, συγκριτικά με την Ολυμπιάδα του Ρίο, σε ολυμπιακού επιπέδου κολυμβητές (Costa et al., 2021). Επιπλέον, μελέτες προσπαθούν να εξετάσουν τα οφέλη στην κολυμβητική απόδοση μετά από σκόπιμη διακοπή της μίας από τις δύο μορφές (δύναμη ή κολύμβηση αντοχής) άσκησης κατά την ταυτόχρονη προπόνηση (Garrido et al., 2010; Sousa et al., 2018). Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι η διακοπή μόνο της προπόνησης ΜΑ και διατήρηση της προπόνησης κολύμβησης αντοχής για έξι εβδομάδες, βελτιώνει περαιτέρω την απόδοση των κολυμβητών κατά -2% στα 25 και 50-m ελεύθερο, συγκριτικά με την απόδοση που επιτεύχθηκε μετά από το πέρας της ταυτόχρονης προπόνησης (Garrido et al., 2010). Ωστόσο, δεν έχει εξεταστεί η επίδραση προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί μετά από μερικά λεπτά, όταν κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης κολύμβησης 16 εβδομάδων, διατηρηθεί για τους κολυμβητές, μόνο η προπόνηση δύναμης στη ξηρά.

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Στην προπόνηση κολύμβησης προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ εφαρμόζονται πριν από την προπόνηση στο νερό σε μία προπονητική συνεδρία. Η επίδραση των προγραμμάτων αυτών στην απόδοση ή και στις μεταβλητές τεχνικής των κολυμβητών σε προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί είναι σημαντικό να διευκρινιστεί. Επιπλέον, δεν έχει απαντηθεί αν μετά από εφαρμογή των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ για έξι εβδομάδες θα προκληθούν παρόμοιες φυσιολογικές και κινηματικές μεταβολές στην προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Επίσης, επιχειρήσαμε να απαντήσουμε στο ερώτημα, αν μετά από μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης εντός νερού τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ επιδρούν κατά παρόμοιο τρόπο στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Η

διευκρίνιση αυτών των επιδράσεων μπορεί να βοηθήσει τους προπονητές να σχεδιάσουν την ημερήσια και εβδομαδιαία προπόνηση και να καταρτίσουν έναν άρτιο ετήσιο προπονητικό σχεδιασμό.

1.2. Σκοπός της διδακτορικής διατριβής

Σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι να εξετάσει την άμεση (μερικά λεπτά πριν) και μακράς διάρκειας επίδραση (έξι εβδομάδες) διαφορετικών προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης (ΜΑ, ΜΔ) στην απόδοση καθώς και σε φυσιολογικές, τεχνικές μεταβλητές σε προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Επιπρόσθετα, εξετάστηκε η επίδραση της αποχής από την προπόνηση (16 εβδομάδες) εξαιτίας της πανδημίας του COVID-19, στην απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά από εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ.

1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

Ερευνητικά ερωτήματα

Με τον πειραματικό σχεδιασμό της διατριβής επιδιώκεται να απαντηθούν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

Διαφορετικά προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης (ΜΑ και ΜΔ) συγκριτικά με συνθήκη ελέγχου θα μειώσουν την απόδοση, θα χειροτερεύουν τις τεχνικές μεταβλητές και θα αυξήσουν τις φυσιολογικές αποκρίσεις των κολυμβητών κατά τη διάρκεια της προπόνησης μέγιστης έντασης στο νερό (άμεσα);

Η μακράς διάρκειας εφαρμογή των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ ή προπόνησης ελέγχου είναι δυνατό να εξοικειώσει τους αθλητές με τη διαδικασία και να εμφανίσουν περιορισμένη μεταβολή στην απόδοση, στις τεχνικές και φυσιολογικές μεταβλητές συγκριτικά με την αρχική αξιολόγηση;

Η πιθανή εξοικείωση με τα προγράμματα ΜΑ ή ΜΔ θα περιορίσει πιθανές μεταβολές στην απόδοση και τις μεταβλητές τεχνικής ειδικά σε κάποια από τις συνθήκες προπόνησης (ΜΑ, ΜΔ, ελέγχου);

Η διακοπή της προπόνησης κολύμβησης θα επηρεάσει σε μεγαλύτερο βαθμό την απόδοση, τις τεχνικές και φυσιολογικές μεταβλητές συγκριτικά με την αρχική αξιολόγηση; Πιθανές μεταβολές μετά από τη διακοπή της προπόνησης θα είναι παρόμοιες μετά από προπόνηση ΜΑ, ΜΔ ή τη συνθήκη ελέγχου;

Ερευνητικές υποθέσεις

Άμεση επίδραση

Πρώτη ερευνητική υπόθεση: Η προπόνηση ΜΑ θα μειώσει την απόδοση των κολυμβητών κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, συγκριτικά με ΜΔ και Ε.

Δεύτερη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ θα μειώσουν τη ισομετρική δύναμη των μυών του καρπού και του ώμου αμέσως μετά την εφαρμογή τους, συγκριτικά με Ε. Επιπρόσθετα, θα μειώσουν την παραγωγή δύναμης κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης δέκα δευτερολέπτων.

Τρίτη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ δεν θα αυξήσουν τις φυσιολογικές αποκρίσεις ($[La^-]$, ΚΣ) κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί, συγκριτικά με Ε.

Τέταρτη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ θα χειροτερεύσουν την τεχνική ικανότητα των κολυμβητών, και συγκεκριμένα θα αυξήσουν τη συχνότητα χεριάς, θα μειώσουν το μήκος χεριάς και την αποτελεσματικότητα χεριάς, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου.

Μακράς διάρκειας επίδραση

Πρώτη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ δεν θα επιδράσουν κατά παρόμοιο τρόπο στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης (μείωση της απόδοσης), κατά τη διάρκεια επανεξέτασης των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε μετά από έξι εβδομάδες.

Δεύτερη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ θα αυξήσουν την [La⁻] σε μεγαλύτερο βαθμό, ενώ δεν θα αυξήσουν την ΚΣ μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης, συγκριτικά με την αρχική αξιολόγηση.

Τρίτη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ δεν θα χειροτερεύσουν την τεχνική ικανότητα των κολυμβητών κατά τη διάρκεια κολύμβησης μέγιστης έντασης, κατά την επανεξέτασή τους μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης.

Μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης

Πρώτη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ θα μειώσουν την απόδοση των κολυμβητών σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, αλλά και με τις αρχικές μετρήσεις κατά την προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης.

Δεύτερη ερευνητική υπόθεση: Οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ θα μειώσουν τις τεχνικές μεταβλητές, σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, αλλά και με τις αρχικές μετρήσεις στην προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης.

1.4. Σημασία της έρευνας

Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης για τη βελτίωση της ΜΑ και ΜΔ χρησιμοποιείται από αρκετούς προπονητές κολύμβησης με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των κολυμβητών και εκτελείται συνήθως πριν από την προπόνηση στο νερό. Οι φυσιολογικές, νευρομυϊκές μεταβολές που προκαλούνται κατά τη διάρκεια των προπονήσεων ΜΑ και ΜΔ είναι δυνατό να επηρεάσουν τις φυσιολογικές αποκρίσεις και τις τεχνικές μεταβλητές στην προπόνηση κολύμβησης που ακολουθεί μερικά λεπτά αργότερα (Πρώτη μελέτη). Η άμεση επίδραση μίας συνεδρίας ΜΑ ή ΜΔ συγκριτικά με συνθήκη ελέγχου μπορεί να μεταβληθεί όταν οι κολυμβητές εξοικειωθούν με ένα από τους δύο τύπους προπόνησης εκτός νερού (ΜΑ ή ΜΔ; Δεύτερη μελέτη). Επίσης είναι σημαντικό εκτός από την άμεση (Πρώτη μελέτη) και μακράς διάρκειας (Δεύτερη μελέτη) επίδραση των προγραμμάτων δύναμης ΜΑ ή και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, να διαπιστωθεί και η επίδραση τους μετά από μακράς διάρκειας διακοπής της προπόνησης (Τρίτη μελέτη). Τέτοιες πληροφορίες θα χρησιμεύσουν για τους προπονητές στον κατάλληλο σχεδιασμό μίας προπονητικής συνεδρίας (είδος προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης πριν από σετ μέγιστης έντασης στο νερό) και για τον σχεδιασμό ενός μεσόκυκλου συγκεκριμένων εβδομάδων (ταυτόχρονη εφαρμογή προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης μέγιστης έντασης) με απώτερο σκοπό τη βελτίωση των φυσιολογικών, τεχνικών ικανοτήτων και της απόδοσης των κολυμβητών.

Επιπλέον, θα βοηθήσει τους προπονητές να κατανοήσουν την επίδραση που μπορεί να έχει μία μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης, όταν επιχειρείται εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ πριν από την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά.

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ποια προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης είναι κατάλληλα να χρησιμοποιούνται πριν την προπόνηση κολύμβησης με τη μικρότερη δυνατή επίδραση στην ποιότητα (τεχνική) της προπόνησης που ακολουθεί και την μέγιστη δυνατή επίδραση στην απόδοση των κολυμβητών μακροπρόθεσμα.

Εφαρμογή συνδυασμού προγραμμάτων με διαφορετικούς στόχους είναι καθημερινή πρακτική στην προπόνηση. Αναζήτηση των φυσιολογικών, δομικών ή και σε μελλοντικές μελέτες μοριακών παραγόντων που καθορίζουν την κατάλληλη σειρά εκτέλεσής τους από τους ασκούμενους κολυμβητές θα συνεισφέρει στον αρτιότερο σχεδιασμό της προπόνησης για κολυμβητές που συμμετέχουν σε αγώνες.

1.5. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί της έρευνας

Περιορισμοί της μελέτης είναι:

Οι αθλητές προέρχονται μόνο από ένα σύλλογο κολύμβησης του Νομού Αττικής.

Οι κολυμβητές ήταν μέτριου έως υψηλού αγωνιστικού επιπέδου ηλικίας $16,5 \pm 2,5$ ετών, συνεπώς τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν για αθλητές υψηλού επιπέδου >18 ετών ή και για αθλητές μικρότερου επιπέδου <14 ετών ή και προαγωνιστικών κατηγοριών. Επιπλέον, οι κολυμβητές που συμμετείχαν στην παρούσα διδακτορική διατριβή έπρεπε να είχαν τουλάχιστον προπονητική εμπειρία τριών ετών με προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού.

Η έρευνα διεξήχθη σε ανοικτό κολυμβητήριο 50 μέτρων. Είναι πιθανό να μην προκαλούνται παρόμοιες φυσιολογικές ή και τεχνικές μεταβολές σε κλειστό κολυμβητήριο 50 μέτρων ή και 25 μέτρων.

Η συχνότητα χεριάς υπολογίστηκε από τη χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης τριών κύκλων χεριών κατά τη διάρκεια της κολύμβησης. Παρόμοια το μήκος χεριάς υπολογίστηκε από τη σχέση της ταχύτητας κολύμβησης με τη συχνότητα χεριάς. Διαφορετικοί τρόποι υπολογισμού των τεχνικών παραμέτρων συχνότητα και μήκους χεριάς μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα.

Η προωθητική αποτελεσματικότητα υπολογίστηκε από τον τρόπο εκτίμησης, ο οποίος προτάθηκε από τους Martin, Yeater & White, (1981). Τα αποτελέσματα της προωθητικής αποτελεσματικότητας δεν είναι δυνατό να γενικευτούν για άλλους τρόπους υπολογισμού της.

1.6. Περιγραφή των όρων

Σε αυτή την παράγραφο διευκρινίζονται οι όροι που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διατριβή:

Προπόνηση Μυϊκής Αντοχής (ΜΑ): Το είδος της προπόνησης δύναμης κατά την οποία εκτελούνται >12 επαναλήψεις με φορτίο το οποίο αντιστοιχεί στο 40 - 65% της 1RM και με 30 δευτερόλεπτα ξεκούραση μεταξύ των σειρών (Newton et al., 2002).

Προπόνηση Μέγιστης Μυϊκής Δύναμης (ΜΔ): Το είδος της προπόνησης δύναμης κατά την οποία εκτελούνται μία (1) έως έξι (6) επαναλήψεις με φορτίο το οποίο αντιστοιχεί στο 85 - 100% της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM) και με τρία (3) έως πέντε (5) λεπτά ξεκούραση μεταξύ των σειρών (Newton et al., 2002).

Προπόνηση μέγιστης έντασης: το είδος της προπόνησης που περιλαμβάνει εφαρμογή επαναλαμβανόμενων προσπαθειών με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα (Maglischo, 2003).

Συχνότητα χεριάς (ΣΧ): ο αριθμός των κινήσεων των χεριών σε ένα λεπτό (Toussaint et al., 2000).

Μήκος χεριάς (ΜΧ): η απόσταση που διανύει το κέντρο μάζας του σώματος με την ολοκλήρωση δύο διαδοχικών κινήσεων χεριών στο ελεύθερο (Toussaint et al., 2000).

Δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ): είναι το γινόμενο του μήκους χεριάς και της ταχύτητας κολύμβησης (Toussaint et al., 2000). Αφορά, στο κατά πόσο ο κολυμβητής εφαρμόζει την απαιτούμενη δύναμη, σε μία συγκεκριμένη ταχύτητα κολύμβησης, κατά την προώθηση, σε κάθε χεριά.

Προωθητική αποτελεσματικότητα (η_Ε): Η προωθητική αποτελεσματικότητα αποδίδει την αποτελεσματικότητα της κίνησης του χεριού κατά την υποβρύχια φάση και ιδιαίτερα κατά την προωθητική φάση της έσω σάρωσης στη διάρκεια του ελεύθερου στυλ κολύμβησης (Zamparo et al., 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού για τους κολυμβητές

Η κολύμβηση είναι ένα άθλημα το οποίο διαφέρει συγκριτικά με άλλα αθλήματα, εξαιτίας της διαφορετικής θέσης σώματος κατά τη διάρκεια της προπόνησης και των αγώνων, της συνδυαστικής συμμετοχής των άνω και κάτω άκρων κατά τη διάρκεια της προώθησης στο νερό, της άνωσης η οποία προκαλεί πίεση στο σώμα και επηρεάζει την αναπνοή, αλλά και της δύναμης που πρέπει να εφαρμόζεται σε όλη τη διάρκεια της κίνησης από τους κολυμβητές (Aspenes & Karlsen, 2012). Κολυμβητές αγωνιστικού επιπέδου είναι απαραίτητο να βελτιώσουν την ικανότητα παραγωγής ισχύος και τη μέγιστη δύναμη τους με σκοπό να βελτιώσουν την κολυμβητική τους απόδοση (Trappe & Pearson, 1994). Για αυτό το λόγο, η βελτίωση της δύναμης των άνω άκρων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη βελτίωση της εφαρμογής δύναμης στο νερό και κατά συνέπεια της ταχύτητας κολύμβησης (Aspenes et al., 2009; Barbosa et al., 2010; Morouço et al., 2011; Morouço et al., 2012; Girolld et al., 2007; Smith et al., 2002; Toussaint & Hollander, 1994).

Συγκεκριμένα, κολυμβητές αγωνιστικού επιπέδου χρησιμοποιούν προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στοχεύοντας τη βελτίωση της μυϊκής αντοχής, της μυϊκής δύναμης και ισχύος (Crowley et al., 2018). Ένα πρόγραμμα μυϊκής αντοχής (MA) αποτελείται από δύο έως τέσσερις σειρές με περισσότερες από 12 επαναλήψεις σε κάθε σειρά και φορτίο που αντιστοιχεί στο 40-65% της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM; Tanaka et al., 1993; Strass, 1988; Weston et al., 2015; Amaro et al., 2017; Dalamitros et al., 2021). Το πρόγραμμα μυϊκής αντοχής (MA) στοχεύει στην ικανότητα διατήρησης ενός συγκεκριμένου επιπέδου δύναμης χωρίς να εμφανίζεται κόπωση (Newton et al., 2002). Μία προπόνηση μέγιστης δύναμης (ΜΔ) μπορεί να περιλαμβάνει δύο έως πέντε σειρές και μία έως πέντε επαναλήψεις με φορτίο το οποίο αντιστοιχεί στο 85-95% της 1RM και στοχεύει στην ανάπτυξη της μέγιστης μυϊκής δύναμης των κολυμβητών (Girolld et al., 2007; Girolld et al., 2012; Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010; Jones et al., 2018; Arsoniadis et al., 2020; Dalamitros et al., 2021; Amara et al., 2022). Στην προπόνηση μυϊκής ισχύος συνήθως εκτελούνται τρεις έως πέντε σειρές και μία έως πέντε επαναλήψεις με φορτίο το οποίο αντιστοιχεί στο 70-90% της 1RM και στοχεύει στην εφαρμογή δύναμης για μικρή χρονική διάρκεια (Newton et al., 2002; Jones et al., 2018). Τα χαρακτηριστικά των προγραμμάτων προπόνησης εκτός νερού τα οποία χρησιμοποιούνται στην κολύμβηση εμφανίζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Σύνοψη των χαρακτηριστικών των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης που χρησιμοποιούνται από τους κολυμβητές.

Μεταβλητές Προπόνησης	Μυϊκή Αντοχή	Μέγιστη Δύναμη	Μυϊκή Ισχύς
Φορτίο (%1RM)	40-65	>85	70-90
Σειρές	2-4	2-6	3-5
Επαναλήψεις	>12	1-5	1-5
Διάρκεια	<30 s	2-5 λεπτά	2-6 λεπτά

Προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού με τα χαρακτηριστικά που αναγράφονται στον Πίνακα 2.1, τις περισσότερες φορές εφαρμόζονται από τους κολυμβητές για ένα χρονικό διάστημα 15 έως 45 λεπτών, συμπεριλαμβανομένου και των διαλειμμάτων μεταξύ των σειρών (Strass, 1988; Girolld et al., 2007; Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010; Girolld et al., 2012; Weston et al., 2015; Jones et al., 2018; Arsoniadis et al., 2020; Dalamitros et al., 2021). Όπως παρατηρείται και στον Πίνακα 2.2, ο σχεδιασμός των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στοχεύει στη βελτίωση μυϊκών ομάδων τόσο των άνω άκρων (Strass, 1988; Tanaka et al., 1993; Trappe et al., 1993; Girolld et al., 2007; Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010; Girolld et al., 2012; Weston et al., 2015; Jones et al., 2018; Arsoniadis et al., 2020; Dalamitros et al., 2021), του κορμού (Weston et al., 2015), και των κάτω άκρων (Jones et al., 2018; Arsoniadis et al., 2020). Συγκεκριμένα, τα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης όπως ΜΑ, ΜΔ και ισχύος, στοχεύουν στην ενεργοποίηση μεγάλων μυϊκών ομάδων του σώματος όπως, πλατύς ραχιαίος, μείζον θωρακικός, ορθός μηριαίος, που σχετίζονται με το στυλ της πεταλούδας και το ελεύθερο στυλ κολύμβησης (Tanaka et al., 1993; Jones et al., 2018; Arsoniadis et al., 2020; Dalamitros et al., 2021; Amara et al., 2022). Η βελτίωση της δύναμης σε αυτές τις μυϊκές ομάδες, τόσο με εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ όσο και ΜΔ ή ισχύος, πραγματοποιείται με τη βοήθεια μηχανημάτων (π.χ. Smith) και ελεύθερων βαρών, αλλά και μερικές φορές με το βάρος του σώματος (Πίνακας 2.2).

Εκτός από την εφαρμογή προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ, ΜΔ και ισχύος, αξίζει να αναφερθεί ότι κολυμβητές εφαρμόζουν εξειδικευμένα προγράμματα εκτός νερού με ειδικά μηχανήματα (κολυμβητικός πάγκος) τα οποία στοχεύουν στην προσομοίωση της κίνησης του κολυμβητή στο νερό (Sadowski et al., 2012; Sadowski et al., 2020; Sharp et al., 1982). Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι δεν μπορούν με ακρίβεια να προσομοιάσουν την κολυμβητική κίνηση, και να αντικαταστήσουν την αίσθηση στο νερό. Επιπλέον, φαίνεται να μην βελτιώνουν σε μεγαλύτερο βαθμό τη δύναμη και ισχύ των κολυμβητών συγκριτικά με τα παραδοσιακά προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού (ΜΑ, ΜΔ, ισχύος; Fone & van den Tillaar, 2022). Συμπερασματικά, η εφαρμογή προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού είτε ΜΑ, ΜΔ ή ισχύος, αλλά και άλλων μορφών αντίστασης (κολυμβητικός πάγκος) εφαρμόζονται συχνά από τους προπονητές κατά τη διάρκεια μίας

προπονητικής συνεδρίας, ενός μικρόκυκλου ή μεσόκυκλου στην κολύμβηση, με σκοπό τη βελτίωση της κολυμβητικής απόδοσης (Crowley et al., 2017; Fone & van den Tillaar, 2022).

Πίνακας 2.2. Περιεχόμενο και χαρακτηριστικά της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού των σχετικών μελετών στην κολύμβηση.

Συγγραφέας	Είδος προπόνησης με αντιστάσεις	Χαρακτηριστικά προπόνησης με αντιστάσεις	Ασκήσεις που χρησιμοποιήθηκαν	Μέσα που χρησιμοποιήθηκαν	Μυϊκές ομάδες	Διάρκεια προγράμματος
Tanaka et al. (1993)	MA	3 σειρές X 8-12 επαναλήψεις (προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης)	Βυθίσεις, Έλξεις τροχαλίας, Έλξεις σε μονόζυγο, Εκτάσεις αγκώνα, Προσαγωγή – απαγωγή χεριών	Ελεύθερα βάρη & μηχανήματα	Εκτίνοντες μύες του ώμου, μείζων θωρακικός, δελτοειδής, τραπεζοειδής, πλατύς ραχιαίος, δικέφαλος τρικέφαλος βραχιόνιος	Δεν διευκρινίζεται
Trappe et al. (1994)	MA	3 σειρές X 8-12 επαναλήψεις (προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης)	Βυθίσεις Προσαγωγές – απαγωγές χεριών Εκτάσεις ποδιών Εκτάσεις αγκώνα	Ελεύθερα βάρη & μηχανήματα	Εκτίνοντες μύες του ώμου, μείζων θωρακικός, δελτοειδής, τραπεζοειδής, πλατύς ραχιαίος, δικέφαλος τρικέφαλος βραχιόνιος, Ορθός μηριαίος	Δεν διευκρινίζεται
Garrido et al. (2010)	MA	2-3 σειρές X 6-8 επαναλήψεις @50-75% 1RM με 2 λεπτά διάλειμμα	Δεν διευκρινίζεται	Ελεύθερα βάρη & μηχανήματα	Πλατύς ραχιαίος, μείζων θωρακικός	-15 λεπτά

Dalamitros et al. (2021)	MA	3 σειρές X 8 επαναλήψεις @50% 1RM με 3 λεπτά διάλειμμα	Πιέσεις στήθους Πιέσεις ποδιών	Μηχανήματα	πλατύς ραχιαίος, μείζον θωρακικός, ορθός μηριαίος	-20 λεπτά
Weston et al. (2015)	MA	2-4 σειρές X 10-30 επαναλήψεις με 30 – 120 s διάλειμμα	Πιέσεις ώμων, καθίσματα, σανίδα, γέφυρα, ραχιαίοι: εναλλαγές χεριών – ποδιών, πλάγιοι κοιλιακοί	Βάρος του σώματος & ελεύθερα βάρη	πλατύς ραχιαίος, μείζον θωρακικός, δελτοειδής, τραπεζοειδής, ορθός μηριαίος	-30 λεπτά
Strass, (1988)	MΔ	3 σειρές X 3 επαναλήψεις @ 90% 1RM 2 σειρές X 2 επαναλήψεις @ 95% 1RM 1 σειρά X 1 επανάληψη @ 100% 1RM με 5 λεπτά διάλειμμα	Δεν διευκρινίζεται	Ελεύθερα Βάρη	εκτίνοντες μυς του ώμου	-40 λεπτά
Girold et al. (2007)	MΔ	3 σειρές X 6 επαναλήψεις @ 80-90% 1RM με 2 λεπτά διάλειμμα	Έλξεις σε μονόζυγο Πιέσεις στήθους	Ελεύθερα βάρη & μηχανήματα	μείζον θωρακικός, πλατύς ραχιαίος, τρικέφαλος – δικέφαλος βραχιόνιος	15 λεπτά

Aspenes et al. (2009)	MΔ	3 σειρές X 5RM με 2-5 λεπτά διάλειμμα	Δεν διευκρινίζεται	Ελεύθερα βάρη μηχανήματα	πλατύς ραχιαίος, & τρικέφαλος βραχιόνιος	-15 λεπτά
Girold et al. (2012)	MΔ	3 σειρές X 6 επαναλήψεις @ 80-90% 1RM με 2 λεπτά διάλειμμα	Έλξεις σε μονόζυγο Πιέσεις στήθους	Ελεύθερα βάρη & μηχανήματα	μείζων θωρακικός, πλατύς ραχιαίος, – τρικέφαλος δικέφαλος βραχιόνιος	15 λεπτά
Jones et al. (2018)	MΔ	4-5 σειρές X 5-8 επαναλήψεις @85- 90% 1RM με 3-4 λεπτά διάλειμμα	Πιέσεις στήθους Πιέσεις ώμων Καθίσματα Εκτάσεις ποδιών	Ελεύθερα βάρη & μηχανήματα	μείζων θωρακικός, πλατύς ραχιαίος, δελτοειδής, ορθός μηριαίος, γαστροκνήμιος	-30 λεπτά
Arsoniadis et al. (2020)	MΔ	3 σειρές X 5 επαναλήψεις @85% 1RM με 4 λεπτά διάλειμμα	Πιέσεις στήθους Κωπηλατική Καθίσματα	Μηχανήματα	πλατύς ραχιαίος, μείζων θωρακικός, δικέφαλος- τρικέφαλος βραχιόνιος	-45 λεπτά
Dalamitros et al. (2021)	MΔ	3 σειρές X 8 επαναλήψεις @80% 1RM με 3 λεπτά διάλειμμα	Πιέσεις στήθους Πιέσεις ποδιών	Μηχανήματα	πλατύς ραχιαίος, μείζων θωρακικός, ορθός μηριαίος	-20 λεπτά

Amara et al. (2022)	ΜΔ	2-5 σειρές X 3-5 επαναλήψεις @85-95% 1RM	Πιέσεις στήθους Πιέσεις ποδιών	Μηχανήματα	Πλατύς ραχιαίος, Μείζων θωρακικός, Ορθός μηριαίος	Δεν διευκρινίζεται
Jones et al. (2018)	ΙΣΧΥΣ	4-5 σειρές X 3-5 επαναλήψεις @80-100% 1RM με 2-3 λεπτά διάλειμμα	Πιέσεις στήθους Πετάγματα μπάλας Κατακόρυφο άλμα Πιέσεις ώμων Κωπηλατική	Ελεύθερα βάρη, ιατρική μπάλα	μείζων θωρακικός, πλατύς ραχιαίος, δελτοειδής, ορθός μηριαίος, γαστροκνήμιος	~30 λεπτά

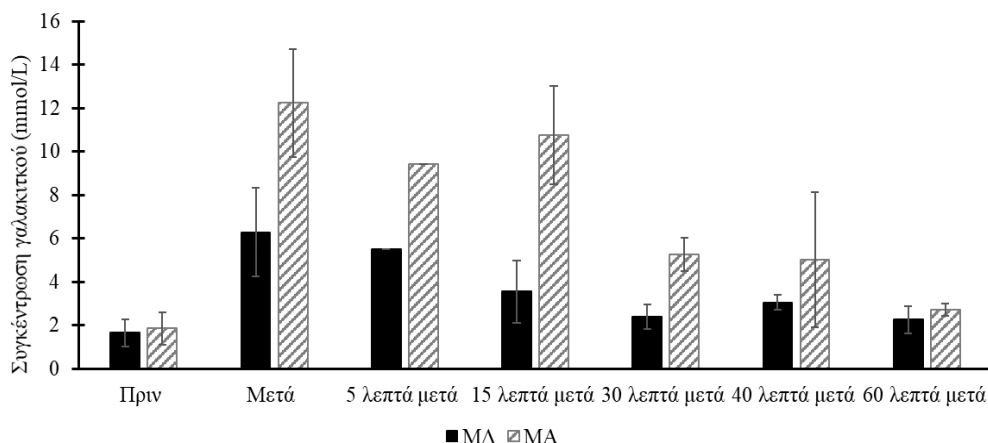
5RM: 5 μέγιστες επαναλήψεις

2.2. Σύγκριση των άμεσων φυσιολογικών αποκρίσεων μετά από προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης

Προγράμματα ΜΑ και ΜΔ φαίνεται να προκαλούν διαφορετικές φυσιολογικές αποκρίσεις και πιθανόν διαφορετικό ρυθμό αποκατάστασης σε φυσιολογικές παραμέτρους. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση γαλακτικού [La^-], η συγκέντρωση ιόντων νατρίου (Na^+), καλίου (K^+), και ασβεστίου (Ca^{2+}), τα αποθέματα φωσφοκρεατίνης (PCr) και γλυκογόνου μεταβάλλονται μετά από προγράμματα ΜΑ και ΜΔ.

Στο Σχήμα 2.1 συνοψίζονται οι πληροφορίες που αφορούν τη συγκέντρωση γαλακτικού μετά από εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα ΜΑ αυξάνει τη συγκέντρωση γαλακτικού κατά 9% συγκριτικά με ένα πρόγραμμα ΜΔ σε αθλητές υψηλού επιπέδου (Aguiar et al., 2018; Boone et al., 2016; Gotshalk et al., 1997; Howatson et al., 2016; Ihalainen et al., 2014). Είναι πιθανό αυτή η υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού αμέσως μετά το πρόγραμμα ΜΑ να υποδεικνύει μεγαλύτερη ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού και πιθανόν να απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης αμέσως μετά την εφαρμογή του. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης, και ο χρόνος αποκατάστασης μεταξύ των σειρών. Είναι σημαντικό, να ληφθεί υπόψη και το επίπεδο των συμμετεχόντων (αθλητές, μη αθλητές), διότι οι αθλητές πιθανόν να χρειάζονται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης για την απομάκρυνση του γαλακτικού από τον μυ εξαιτίας της μεγαλύτερης ενεργοποίησης κυρίως του αναερόβιου μεταβολισμού, συγκριτικά με μη αθλητές οι οποίοι δεν έχουν καταφέρει να ενεργοποιήσουν στο μέγιστο βαθμό τον αναερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας (Kang et al., 2005).

Αντίθετα, προγράμματα ΜΑ και ΜΔ φαίνεται να προκαλούν παρόμοια μείωση της PCr και των αποθεμάτων γλυκογόνου (Howatson, et al., 2016). Επιπρόσθετα, μικρή αύξηση ή καμία μεταβολή φαίνεται να προκαλείται σε Na^+ (0.10-0.16%), K^+ (1-2.8%) και Ca^{2+} συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας που παρατηρήθηκαν πριν από την εφαρμογή των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ (Knuijman et al., 2015; Tesch et al., 1986). Η πληροφορία αυτή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πριν από την εφαρμογή προγραμμάτων μέγιστης έντασης κατά την ίδια προπονητική συνεδρία αφού οι φυσιολογικοί δείκτες που αναφέρονται παραπάνω συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την εμφάνιση κόπωσης κατά την άσκηση (Carroll et al., 2017).



Σχήμα 2.1. Καταγραφή συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από προπόνηση μυϊκής αντοχής (ΜΑ) και μέγιστης δύναμης (ΜΑ) σε καλά προπονημένους αθλητές. Τα δεδομένα παρουσιάζονται από τις μελέτες των Aguiar et al., 2018; Boone, et al., 2016; Howatson, et al., 2016; Gotshalk, et al., 1997; Ihalaenen et al., 2014; Kang et al., 2005.

2.3. Άμεση επίδραση προγράμματος μυϊκής αντοχής στην απόδοση, σε φυσιολογικές και νευρομυϊκές παραμέτρους

Προπόνηση με τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος ΜΑ χρησιμοποιείται σε έναν ετήσιο κύκλο προπόνησης, αποσκοπώντας στη βελτίωση της γενικής δύναμης (Newton et al., 2002). Κατά τη διάρκεια, αλλά και αμέσως μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος ΜΑ προκαλούνται φυσιολογικές και νευρομυϊκές μεταβολές, οι οποίες πιθανόν να επηρεάζουν την προπόνηση που ακολουθεί μερικά λεπτά αργότερα.

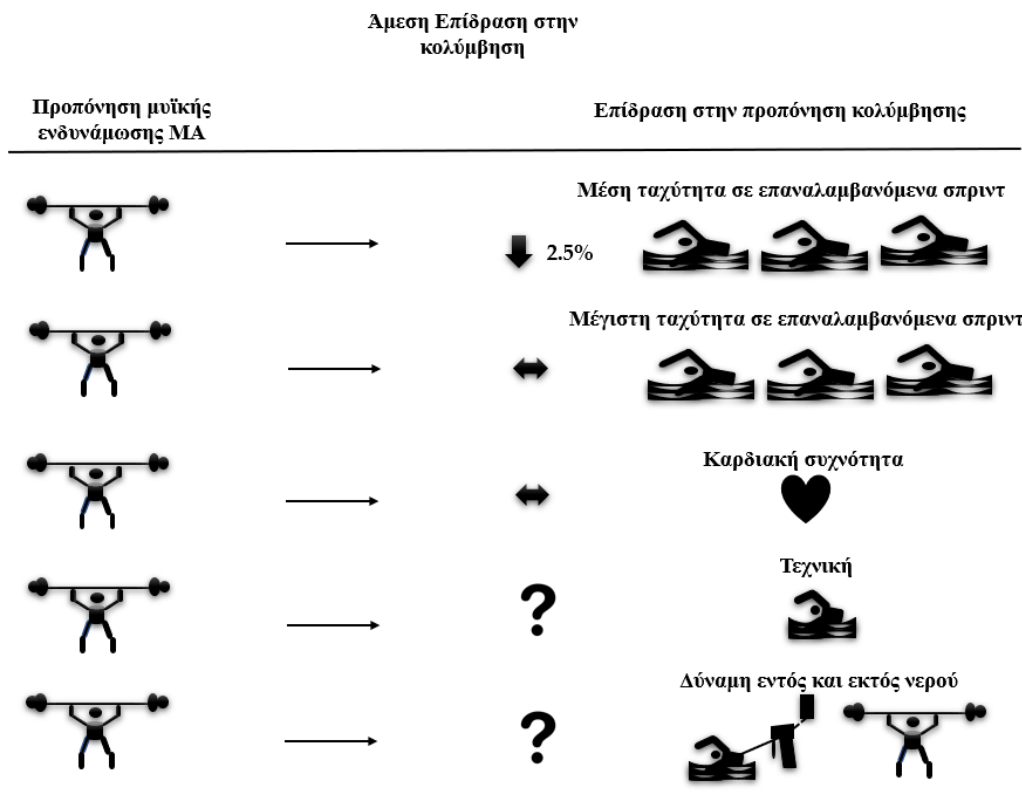
Σε πρόσφατη μελέτη παρατηρήθηκε ότι εφαρμογή προγράμματος ΜΑ (3 σειρές X 8 επαναλήψεις, φορτίο 50% της 1RM), 20 λεπτά πριν από την προπόνηση μέγιστης έντασης (8 X 25-m ελεύθερο), δεν μεταβάλλει τη μέγιστη ταχύτητα κολύμβησης συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, στην οποία πραγματοποιήθηκε μόνο η προπόνηση μέγιστης έντασης (Dalamitros et al., 2021). Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τη μέση ταχύτητα κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 8 X 25-m, παρατηρείται 2,5% μείωση της συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Dalamitros et al., 2021). Αναφορικά με τις φυσιολογικές παραμέτρους, η καρδιακή συχνότητα ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών. Πιθανόν, ο όγκος της προπόνησης ΜΑ αλλά και το χρονικό διάστημα αποκατάστασης να μην οδήγησαν σε περαιτέρω φυσιολογικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της προπόνησης μέγιστης έντασης στο νερό (Dalamitros et al., 2021).

Αντίθετα, έχει παρατηρηθεί ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος ΜΑ με υψηλότερο όγκο προπόνησης όπως, τέσσερις σειρές, 15 επαναλήψεις και φορτίο 60% της 1RM στην άσκηση καθίσματα, προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού και της καρδιακής συχνότητας αμέσως μετά, 20 και 40 λεπτά μετά το πέρας του προγράμματος (συγκέντρωση γαλακτικού πριν: 2.0 ± 0.2 ; αμέσως μετά: 15.3 ± 0.7 ; 20 λεπτά μετά: 11.9 ± 0.6 ; 40 λεπτά μετά: 7.2 ± 0.5 mmol/L; Καρδιακή συχνότητα πριν: 71.4 ± 4 ; αμέσως μετά: 175 ± 5 ; 10 λεπτά μετά: 108 ± 4 ; 20 λεπτά μετά: 102 ± 3 ; 40 λεπτά μετά: 96 ± 3 b/min). Παρόμοιες μεταβολές παρατηρούνται

και στην πρόσληψη οξυγόνου, η οποία και διατηρείται αυξημένη έως και 10 λεπτά μετά την άσκηση (έναρξη: 0.40 ± 0.04 ; 10 λεπτά μετά: 0.54 ± 0.03 L/min). Η συγκέντρωση γαλακτικού και η καρδιακή συχνότητα επανέρχονται σε επίπεδα ηρεμίας μετά από 60 λεπτά από το πέρας ενός προγράμματος ΜΑ, ενώ η πρόσληψη οξυγόνου, 10 λεπτά μετά (Kang et al., 2005). Παρόμοιες μεταβολές στη συγκέντρωση γαλακτικού παρατηρήθηκαν μετά από ένα πρόγραμμα ΜΑ, όταν αυτό πραγματοποιήθηκε με την εκτέλεση δύο και τεσσάρων σειρών (2 σειρές, έναρξη: 1; αμέσως μετά: 12; 15 λεπτά μετά: 8; 30 λεπτά μετά: 5 mmol/L; 4 σειρές, έναρξη: 1; αμέσως μετά: 12; 15 λεπτά μετά: 9; 30 λεπτά μετά: 4 mmol/L; Smilios et al., 2003). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι αυτές οι μελέτες δεν συμπεριέλαβαν κολυμβητές ή αθλητές υψηλού επιπέδου.

Αναφορικά, με τις νευρομυϊκές μεταβολές, σε πρόσφατη μελέτη παρατηρήθηκε 13% μείωση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του γόνατος όταν εφαρμόστηκε ισομετρική αξιολόγηση μέγιστης εθελούσιας συστολής, έξι ώρες μετά το πέρας του προγράμματος ΜΑ σε δρομείς (Doma & Deakin, 2014). Αξίζει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι η μείωση του εύρους κίνησης κατά την ισομετρική αξιολόγηση ήταν κατά 2% μικρότερη, συγκριτικά με ένα πρόγραμμα ΜΔ (Doma & Deakin, 2014). Ωστόσο, αντίστοιχες πληροφορίες δεν φαίνεται να υπάρχουν στην κολύμβηση μετά από εφαρμογή προγράμματος ΜΑ.

Στο Σχήμα 2.2 συνοψίζονται τα ευρήματα των μελετών που εφάρμοσαν προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης σε κολυμβητές. Ένα πρόγραμμα ΜΑ, δεν μεταβάλλει τη μέγιστη ταχύτητα στην κολύμβηση και την καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης (Dalamitros et al., 2021). Ωστόσο, εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ με υψηλότερο όγκο σε άλλα αθλήματα, δύναται να οδηγεί σε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού και της καρδιακής συχνότητας, αλλά και της πρόσληψης οξυγόνου (Kang et al., 2005; Smilios et al., 2003). Ακόμα, φαίνεται να οδηγεί σε μείωση του εύρους κίνησης κατά την ισομετρική αξιολόγηση, πιθανόν εξαιτίας ανάπτυξης της νευρομυϊκής κόπωσης (Doma & Deakin 2014; Carroll et al., 2017).



Σχήμα 2.2. Άμεση επίδραση της προπόνησης μυϊκής αντοχής (ΜΑ) στην προπόνηση κολύμβησης. Δύναμη εντός νερού: δύναμη έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης 10 s, δύναμη εκτός νερού: αξιολόγηση κατά τη διάρκεια εκτίμησης της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM), ↓: χειροτέρευση, ↔: καμία μεταβολή, ?: αδιευκρίνιστο.

2.4. Άμεση επίδραση προγράμματος μέγιστης δύναμης στην απόδοση, σε φυσιολογικές και νευρομυϊκές παραμέτρους

Προπόνηση με τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος ΜΔ χρησιμοποιείται σε όλα τα αθλήματα και στην προπονητική πρακτική. Συγκεκριμένα, ένα πρόγραμμα ΜΔ μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μία προπονητική μονάδα ή σε ένα μικρόκυκλο ή μεσόκυκλο με σκοπό την ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης των κολυμβητών, με στόχο να υπερνικήσουν την αντίσταση που αντιμετωπίζουν οι κολυμβητές κατά την προώθηση και πιθανόν τη βελτίωση της απόδοσης τους.

Σε πρόσφατη μελέτη παρατηρήθηκε ότι εφαρμογή προπόνησης ΜΔ (3 σειρές X 3 επαναλήψεις, φορτίο 85% της 1RM) περίπου 40 λεπτά πριν από την προπόνηση κολύμβησης αερόβιας έντασης (5 X 400-m), δεν μεταβάλλει την ταχύτητα κολύμβησης συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε μόνο η προπόνηση κολύμβησης (Arsoniadis et al., 2020). Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε μείωση της δύναμης έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης 10 s, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Arsoniadis et al., 2020). Ωστόσο, όταν ακολουθεί 20 λεπτά μετά την προπόνηση ΜΔ, προπόνηση μέγιστης έντασης στο νερό (8 X 25-m), παρατηρείται χειροτέρευση της μέγιστης ταχύτητας κολύμβησης (3%), και της μέσης ταχύτητας κολύμβησης (2%) συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Dalamitros et al., 2021).

Εκτός από την απόδοση, κατά τη διάρκεια αλλά και αμέσως μετά από μία προπονητική συνεδρία ΜΔ προκαλούνται σημαντικές φυσιολογικές μεταβολές. Συγκεκριμένα στην κολύμβηση δεν παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού, της καρδιακής συχνότητας και της πρόσληψης οξυγόνου, αμέσως μετά από μία προπονητική συνεδρία ΜΔ, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Arsoniadis et al., 2020). Τα χαρακτηριστικά της προπόνησης ΜΔ (μικρός όγκος προπόνησης) αλλά και το επίπεδο των κολυμβητών (καλά προπονημένοι) να μην οδήγησαν σε υψηλότερες φυσιολογικές αποκρίσεις μετά την προπόνηση ΜΔ (Arsoniadis et al., 2020).

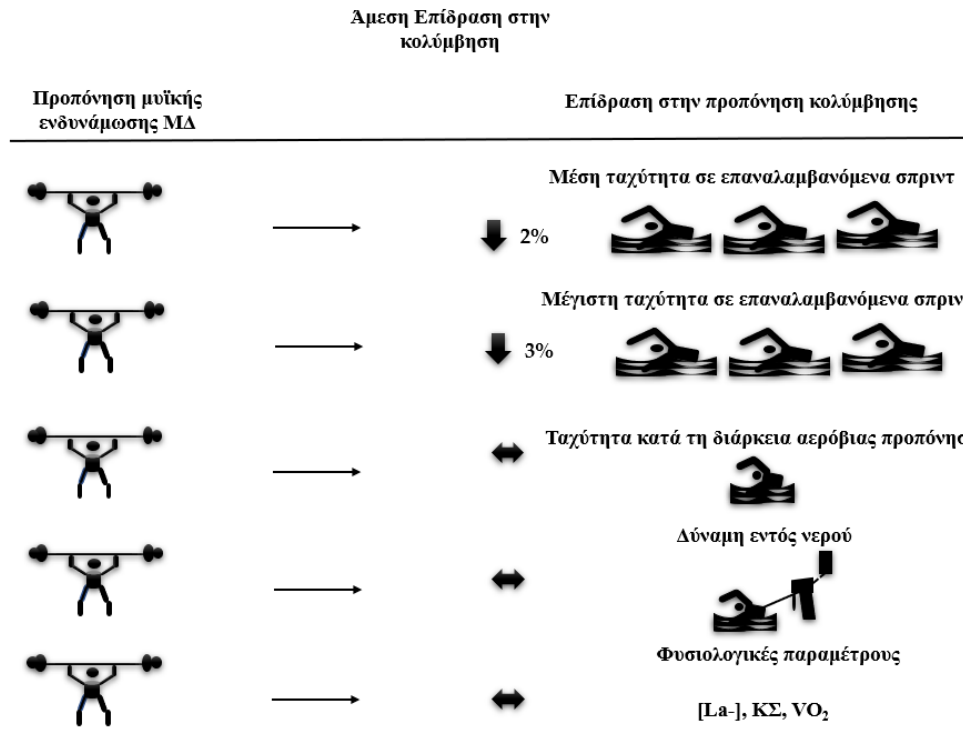
Σε άλλες μελέτες, εκτός της κολύμβησης, έχει παρατηρηθεί ότι ένα πρόγραμμα ΜΔ (4 σειρές X 4 επαναλήψεις, φορτίο 90% 1RM), το οποίο εφαρμόστηκε σε κολεγιακού επιπέδου άνδρες ασκούμενους με εμπειρία σε προγράμματα αντιστάσεων, οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού και της καρδιακής συχνότητας αμέσως μετά, ενώ διατηρήθηκαν σε αυξημένα επίπεδα για 10 και 20 λεπτά αντίστοιχα κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης (συγκέντρωση γαλακτικού, πριν: 2.0 ± 0.2 ; αμέσως μετά: 9.7 ± 0.8 ; 20 λεπτά μετά: 5.5 ± 0.7 mmol/L; Καρδιακή συχνότητα, πριν: 71 ± 3 ; αμέσως μετά: 155 ± 3 ; 10 λεπτά μετά: 96 ± 3 b/min; Kang et al., 2005). Παρόμοια οι Kraemer, και συνεργάτες (1998), παρατήρησαν αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από ένα πρόγραμμα ΜΔ, η οποία διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα έως και 30 λεπτά στην αποκατάσταση (Πριν: 1; αμέσως μετά: 16; 5 λεπτά μετά: 14; 15 λεπτά μετά: 12; 30 λεπτά μετά: 6 mmol/L). Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι δοκιμαζόμενοι δεν ήταν αθλητές και δεν είχαν προπονητική εμπειρία με προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης. Επιπλέον, όταν αθλητές ρίψεων υψηλού επιπέδου πραγματοποίησαν πρόγραμμα ΜΔ σε περισσότερες ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού η οποία μπορεί να διατηρηθεί έως και μία ώρα μετά τη λήξη του προγράμματος ΜΔ (Πριν: 1,5; μία ώρα μετά: 8 mmol/l; Raastad, et al., 2000). Ο ρυθμός αποκατάστασης των φυσιολογικών παραμέτρων πιθανόν να εξαρτάται από το προπονητικό επίπεδο, την αερόβια ικανότητα των αθλουμένων, αλλά και από τις μυϊκές ομάδες οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά το πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης (Campos et al., 2002; Ratamess et al., 2007). Η πρόσληψη οξυγόνου φαίνεται να είναι σε υψηλά επίπεδα 10 λεπτά μετά από ένα πρόγραμμα ΜΔ, ωστόσο, 40 λεπτά μετά το πρόγραμμα, κατά το τελευταίο στάδιο της αποκατάστασης φαίνεται να έχει επανέλθει σε τιμές παρόμοιες με την έναρξη του προγράμματος ($p > 0.05$; Kang et al., 2005). Σε αντίθεση, η καρδιακή συχνότητα, και η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένουν σε υψηλότερες τιμές σε όλα τα χρονικά σημεία κατά το στάδιο της αποκατάστασης συγκριτικά με την έναρξη της δοκιμασίας (10, 20, 30, 40 λεπτά, $p < 0.05$; Kang et al., 2005; Kraemer et al., 1998). Επιπλέον, η πρόσληψη οξυγόνου, και η καρδιακή συχνότητα μπορεί να αυξάνονται μετά από ένα πρόγραμμα ΜΔ, ωστόσο φαίνεται να είναι σε χαμηλότερα επίπεδα συγκριτικά με προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ.

Η προπόνηση ΜΔ αποτελεί ισχυρό ερέθισμα για την αύξηση της συγκέντρωσης ορμονών όπως, η τεστοστερόνη, η αυξητική ορμόνη και η κορτιζόλη. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι μία συνεδρία ΜΔ αυξάνει τη συγκέντρωση της τεστοστερόνης και της αυξητικής ορμόνης, οι οποίες και διατηρούνται σε αυξημένα επίπεδα έως και μία ώρα μετά το πέρας του προγράμματος ΜΔ (Kraemer

et al., 1998; McCaulley et al., 2009). Επιπρόσθετα, μετά από μία συνεδρία ΜΔ με 1-5 επαναλήψεις, φορτίο 80-88% της 1RM και τρία λεπτά διάλειμμα, παρατηρήθηκε αύξηση της αυξητικής ορμόνης η οποία διατηρήθηκε αυξημένη 15 λεπτά μετά την αποκατάσταση, συγκριτικά με τα επίπεδα ηρεμίας. Επιπλέον, η αυξητική ορμόνη παρέμεινε αυξημένη είτε ο όγκος της προπόνησης ήταν δύο είτε τέσσερις σειρές ($p>0.05$). Τα επίπεδα κορτιζόλης φαίνεται να μειώνονται σημαντικά αμέσως μετά από συνεδρία ΜΔ και κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης ($p<0.05$), ενώ αντίθετα τα επίπεδα της τεστοστερόνης παρέμειναν σε χαμηλά επίπεδα μετά το πρόγραμμα ΜΔ. Συνεπώς το είδος των ασκήσεων που χρησιμοποιούνται, οι μυϊκές ομάδες που ενεργοποιούνται, τα χαρακτηριστικά του προγράμματος δύναμης, αλλά και το επίπεδο των ασκούμενων μπορεί να επηρεάσει τις ορμονικές αποκρίσεις κατά παρόμοιο τρόπο με τις φυσιολογικές (Smiliotis, et al., 2003).

Πρόγραμμα ΜΔ, εκτός από άμεσες φυσιολογικές και ορμονικές αποκρίσεις μπορεί να προκαλέσει και νευρομυϊκές μεταβολές. Ειδικότερα, πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ προκαλεί άμεση μείωση της δύναμης η οποία παραμένει σε χαμηλά επίπεδα έως και 30 λεπτά μετά από το πέρας του προγράμματος (Πριν: 3500 N; 30 λεπτά μετά: 2000 N), μείωση ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων και της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας (EMG) λόγω εμφάνισης νευρομυϊκής κόπωσης (Walker et al., 2012). Παρόμοια, οι McCaulley, και συνεργάτες (2009), παρατήρησαν ότι μετά από την εφαρμογή ενός προγράμματος ΜΔ που περιλάμβανε 11 σειρές, τρεις επαναλήψεις για κάθε σειρά και φορτίο 90% της 1RM, μειώθηκε η δύναμη συγκριτικά με την αξιολόγηση πριν από το πρόγραμμα ΜΔ κατά τη διάρκεια αξιολόγησης σε ισομετρικό κάθισμα. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μείωση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης και της ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων μετά από την ηλεκτρομυογραφική αξιολόγηση. Όλες οι παράμετροι δύναμης που αναφέρθηκαν επέστρεψαν σε φυσιολογικά επίπεδα μετά από μία ώρα και η πλήρης αποκατάστασή τους διήρκεσε 24 ώρες.

Εφαρμογή προπόνησης ΜΔ, (Σχήμα 2.3), φαίνεται να μην μεταβάλλει την απόδοση κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέτριας έντασης (Arsoniadis et al., 2020), αλλά να χειροτερεύει την απόδοση κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης (Dalamatros et al., 2021). Αντίθετα, σε άλλα αθλήματα φαίνεται ότι μία συνεδρία ΜΔ οδηγεί σε υψηλότερη φυσιολογική απόκριση και μείωση της δύναμης και ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων (Kang et al., 2005; Walker et al., 2012). Πιθανόν, τα χαρακτηριστικά του προγράμματος ΜΔ αλλά και το επίπεδο των συμμετεχόντων να οδήγησαν σε αυτές τις μεταβολές στα άλλα αθλήματα. Είναι σημαντικό, όμως, στην κολύμβηση να διερευνηθεί περαιτέρω η επίδραση του προγράμματος ΜΔ στην απόδοση, σε φυσιολογικές και κινηματικές παραμέτρους κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης.



Σχήμα 2.3. Άμεση επίδραση της προπόνησης μέγιστης δύναμης (ΜΔ) στην προπόνηση κολύμβησης. [La⁻]: συγκέντρωση γαλακτικού, ΚΣ: καρδιακή συχνότητα, VO₂: πρόσληψη οξυγόνου, δύναμη εντός νερού: δύναμη έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης 10 s, ↓: χειροτέρευση, ↔: καμία μεταβολή.

2.5. Ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης

Ο συνδυασμός προπόνησης δύναμης και αντοχής ή μέγιστης έντασης είναι πολύ σημαντικός στην ανάπτυξη της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, της δύναμης, και της αθλητικής απόδοσης μέσα σε μία προπονητική συνεδρία, σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με την εφαρμογή αυτών των προγραμμάτων ξεχωριστά (Eddens et al., 2018; Gäbler et al., 2018).

Άμεση επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης ΜΑ και ΜΔ και αντοχής σε φυσιολογικές παραμέτρους

Συγκεκριμένα, συνδυασμός προπόνησης με διαφορετικά ερεθίσματα (για παράδειγμα, προπόνηση ΜΔ και προπόνηση αντοχής στην ίδια προπονητική μονάδα) δεν φαίνεται να επηρεάζει τις φυσιολογικές παραμέτρους όπως, πρόσληψη οξυγόνου και καρδιακή συχνότητα, κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης αερόβιας έντασης, ωστόσο φαίνεται να επηρεάζει τις μεταβολικές παραμέτρους όπως, συγκέντρωση γαλακτικού μετά το πέρας της προπόνησης κολύμβησης (5^η επανάληψη 400-m ελεύθερο; Arsoniadis et al., 2020). Αυτές οι μεταβολές πιθανόν να οδηγούν τους κολυμβητές να δαπανούν περισσότερη ενέργεια και να ενεργοποιούν περισσότερο τον αναερόβιο μεταβολισμό για να καλύψουν μία συγκεκριμένη απόσταση κολυμπώντας με σταθερή ταχύτητα (Arsoniadis et al.,

2020). Παρόμοιες μεταβολές φαίνεται να προκαλούνται μετά από συνδυαστική προπόνηση ΜΔ (8 σειρές, 5 επαναλήψεις, 80% 1RM) και ποδηλάτησης 30 λεπτών στο 70% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση γαλακτικού μετά το πέρας της συνδυαστικής προπόνησης (έναρξη: 0.8 ± 0.3 ; αμέσως μετά: 3.3 ± 0.7 mmol/L; Coffey et al., 2009). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί ότι μετά από μία προπονητική συνεδρία ΜΔ (4 σειρές, 10 επαναλήψεις (10RM) και προπόνηση αντοχής (60 λεπτά ποδηλάτησης, στο 50% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου) αυξάνεται η συγκέντρωση γαλακτικού αμέσως μετά και διατηρείται σε αυξημένα επίπεδα έως και 30 λεπτά μετά το πέρας της συνδυαστικής προπόνησης (έναρξη: 1; 30 λεπτά μετά: 4 mmol/L), παράλληλα φαίνεται να προκαλείται μεταβολή μόνο στην αυξητική ορμόνη η οποία και παραμένει σε αυξημένα επίπεδα έως και 30 λεπτά μετά την άσκηση (έναρξη: 0 ng/ml; 30 λεπτά μετά: 7 ng/ml). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της τεστοστερόνης ή της κορτιζόλης στο αίμα (Goto et al., 2005).

Άμεση επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης ΜΑ και ΜΔ και αντοχής σε νευρομυϊκές παραμέτρους

Όσον αφορά τις νευρομυϊκές μεταβολές, έχει παρατηρηθεί ότι μετά από ένα πρόγραμμα ΜΔ (4 σειρές, 10 επαναλήψεις στο 75 – 85% 1RM) και αερόβιας προπόνησης μισής ώρας, μειώνεται η μέγιστη εθελούσια συστολή κατά την ισομετρική σύσπαση στην άσκηση εκτάσεις γονάτου κατά 20%. Επιπλέον, το εύρος κίνησης της άρθρωσης φαίνεται να επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα μετά από 24 και 48 ώρες (Schumann, et al., 2013). Παρόμοια, μειώνεται το ύψος του κατακόρυφου άλματος έως και 75% ενώ φαίνεται να επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα μετά από 24 και 48 ώρες (Schumann, et al., 2013). Σύμφωνα με τα ευρήματα των μελετών που αναφέρθηκαν πιθανόν να χρειάζεται μία πλήρης αποκατάσταση (24 έως 48 ώρες) μέχρι την επόμενη συνεδρία ΜΔ ή αερόβιας προπόνησης ειδικής για το κάθε άθλημα. Συμπερασματικά, μετά από εφαρμογή προγράμματος ΜΔ φαίνεται ότι εντός 24 ωρών, παρατηρείται επαναφορά των μεταβολικών και φυσιολογικών αποκρίσεων σε επίπεδα ηρεμίας (Robineau et al., 2016). Όσον, αφορά το πρόγραμμα ΜΑ δεν φαίνεται να υπάρχουν μελέτες που να έχουν ερευνήσει το χρονικό διάστημα αποκατάστασης μετά την εφαρμογή του. Παρόλα αυτά, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο 2.3 του παρόντος κεφαλαίου, πιθανόν ένα μικρότερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης (8 ώρες) να απαιτείται (Doma & Deakin, 2014).

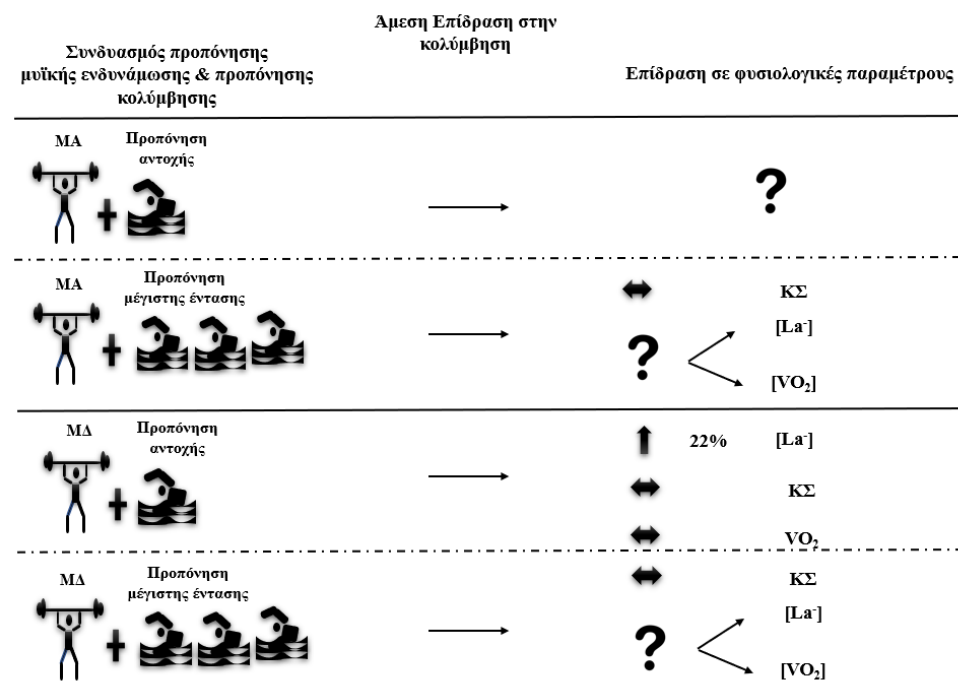
Άμεση επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης ΜΑ και ΜΔ και μέγιστης έντασης σε φυσιολογικές παραμέτρους

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελεί ο συνδυασμός της προπόνησης ΜΑ ή ΜΔ με μία συνεδρία προπόνησης μέγιστης έντασης. Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες για αυτό το συνδυασμό. Ωστόσο, σε μία μελέτη στην κολύμβηση παρατηρήθηκε ότι μετά από συνδυαστική προπόνηση ΜΑ ή ΜΔ με προπόνηση μέγιστης έντασης (8 X 25-m), παρόμοια καρδιακή συχνότητα αμέσως μετά την τελευταία επανάληψη 25-m ελεύθερο (Dalamitros et al., 2021). Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο όγκος των προπονήσεων ΜΑ και ΜΔ ήταν μικρός, και το χρονικό διάστημα αποκατάστασης μέχρι την έναρξη της προπόνησης κολύμβησης ήταν 20 λεπτά (Dalamitros et al., 2021). Αντίθετα σε άλλες μελέτες εκτός της

κολύμβησης, έχει παρατηρηθεί ότι προγράμματα ΜΔ με υψηλότερο όγκο (8 σειρές, 5 επαναλήψεις, στο 80% 1RM, στην άσκηση εκτάσεις ποδιών), συνδυαστικά με 10 προσπάθειες έξι δευτερολέπτων μέγιστης ταχύτητας σε ποδηλατοεργόμετρο, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού αμέσως μετά το πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης (4 mmol/L) ενώ παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια των 15 λεπτών της αποκατάστασης και πριν την έναρξη των προσπαθειών μέγιστης ταχύτητας. Ωστόσο μετά το πέρας του προγράμματος υψηλής έντασης η συγκέντρωση γαλακτικού αυξήθηκε και παρέμεινε σε αυξημένα επίπεδα έως και 15 λεπτά μετά (έναρξη: 2; αμέσως μετά: 5; 5 λεπτά μετά: 7.5; 10 λεπτά μετά: 7; 15 λεπτά μετά: 5.5 mmol/L). Επιπρόσθετα, στην ίδια μελέτη παρατηρήθηκαν μοριακές μεταβολές οι οποίες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η προπόνηση για βελτίωση της ταχύτητας που ακολουθεί μειώνει την αναβολική διεργασία που προκαλεί ένα πρόγραμμα δύναμης, μειώνοντας τον ισνουλινομιμητικό αυξητικό παράγοντα (IGF-1) με αποτέλεσμα να μειώνεται η πρωτεϊνοσύνθεση (αύξηση της μυϊκής μάζας) και να αυξάνονται οι καταβολικές διεργασίες, πιθανόν της κορτιζόλης η οποία εμποδίζει την σύνθεση των πρωτεϊνών (Coffey et al., 2009). Ωστόσο, σε πρόσφατη ανασκόπηση αναφέρεται ότι συνδυασμός προγράμματος ΜΔ και μέγιστης έντασης δεν οδηγεί σε αύξηση του φαινομένου της παρεμβολής και μπορεί να εφαρμόζεται σε μία προπονητική μονάδα. Επισημαίνεται όμως ότι ο όγκος της προπόνησης, αλλά και το διάλειμμα, ίσως να παίζουν σημαντικό ρόλο στην ταυτόχρονη εφαρμογή των προγραμμάτων αυτών (Vechin et al., 2021).

Συμπερασματικά, στην κολύμβηση η ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης αντοχής, οδηγεί σε αύξηση των φυσιολογικών αποκρίσεων (συγκέντρωση γαλακτικού, καρδιακή συχνότητα, πρόσληψη οξυγόνου), αμέσως μετά, συγκριτικά με συνεδρία μόνο κολύμβησης (Arsoniadis et al, 2020). Αντίθετα, φαίνεται ότι ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ, ΜΔ και μέγιστης έντασης, δεν αυξάνει τις φυσιολογικές αποκρίσεις, αμέσως μετά, σε μεγαλύτερο βαθμό, συγκριτικά με συνεδρία μόνο κολύμβησης (Dalamatros et al., 2021). Ωστόσο, η άμεση επίδραση της εφαρμογής συνδυαστικής προπόνησης ΜΑ και ΜΔ εξισωμένα μεταξύ τους, με προπόνηση μέγιστης έντασης κολύμβησης δεν έχει διερευνηθεί εκτενώς στο άθλημα της κολύμβησης (Σχήμα 2.4).

Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



Σχήμα 2.4. Επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής αντοχής (MA) και μέγιστης δύναμης (MΔ) με προπόνηση κολύμβησης αντοχής ή μέγιστης έντασης σε φυσιολογικές παραμέτρους στην κολύμβηση. [La⁻]: συγκέντρωση γαλακτικού, ΚΣ: καρδιακή συχνότητα, VO₂: πρόσληψη οξυγόνου, ↑: αύξηση, ↔: καμία μεταβολή, ?: αδιευκρίνιστο.

2.6. Ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης

Ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης αντοχής ή μέγιστης έντασης εφαρμόζεται από τους προπονητές, όπως έχει αναφερθεί. Ωστόσο, είναι σημαντικό, για τους προπονητές, να αναδυθούν και να αξιολογηθούν κάποιες παράμετροι προπόνησης οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τις προσαρμογές που μπορεί να προκληθούν από την εφαρμογή της ταυτόχρονης προπόνησης, και οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν από τους προπονητές κατά τη διάρκεια ενός μεσόκυκλου στην κολύμβηση.

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει ότι ταυτόχρονη προπόνηση με διαφορετικά ερεθίσματα (προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης MA ή MΔ και προπόνησης αντοχής ή μέγιστης έντασης), όταν εφαρμόζεται την ίδια ημέρα, έχει φανεί ότι προκαλεί αντίθετες μοριακές μεταβολές (Fyfe et al., 2014, Fyfe et al., 2016; Hickson, 1980; Kraemer et al., 1998). Συγκεκριμένα, η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης είτε MA ή MΔ, ενεργοποιεί τη δραστηριότητα της πρωτεϊνικής κινάσης B (Akt) και του μηχανιστικού στόχου του συμπλέγματος ραπαμυκίνης 1 (m TORC1; Fyfe et al., 2014; Methenitis, 2018; Schumann & Rønnestad, 2019). Αντίθετα, προπόνηση αντοχής ή και μέγιστης έντασης ενεργοποιεί τη δραστηριότητα του πολλαπλασιαστική ενεργοποιημένο υποδοχέα γ συν-ενεργοποιημένο ένα άλφα (PGC-1α; Schumann & Rønnestad, 2019). Σύμφωνα, με την ενεργοποίηση των αντίθετων μοριακών μονοπατιών μετά από προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ή

αντοχής και μέγιστης έντασης, ταυτόχρονη εφαρμογή των προγραμμάτων αυτών μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο της «παρεμβολής» (Hickson, 1980). Παρόλα, αυτά, σε πρόσφατη ανασκόπηση αναφέρεται ότι ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και προπόνηση μέγιστης έντασης με χαμηλό όγκο, μπορεί να μην οδηγεί στην ανάπτυξη του φαινομένου αυτού. Στην κολύμβηση συνδυασμός προγραμμάτων ΜΑ, ΜΔ και προπόνηση μέγιστης έντασης εφαρμόζεται σε ένα μεσόκυκλο προπόνησης με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης των κολυμβητών (Crowley et al., 2017; Crowley et al., 2018; Pollock et al., 2019). Τα χαρακτηριστικά προπόνησης, τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους προπονητές, με σκοπό την ανάπτυξη των «βέλτιστων» προσαρμογών που μπορεί να προκαλέσει η ταυτόχρονη προπόνηση, στους κολυμβητές, και την αποφυγή του φαινομένου της «παρεμβολής» παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.5, και κάθε ένα από αυτά αναλύεται συνοπτικά στις επόμενες παραγράφους.



Σχήμα 2.5. Χαρακτηριστικά προπόνησης που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους προπονητές με σκοπό την αποφυγή του φαινομένου της «παρεμβολής», μετά από εφαρμογή ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού και προπόνησης κολύμβησης.

2.6.1. Συχνότητα της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης

Είναι ευρέως γνωστό ότι η συχνότητα της άσκησης σχετίζεται με τον αριθμό των προπονήσεων (μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ ή ΜΔ και προπόνηση αντοχής ή μέγιστης έντασης) οι οποίες δύναται να εφαρμοστούν σε μία προπονητική συνεδρία ή σε ένα μικρόκυκλο (μία εβδομάδα προπόνησης). Στην κολύμβηση εφαρμογή των προγραμμάτων ΜΑ ή ΜΔ, μπορεί να εφαρμόζεται από δύο έως τρεις φορές την εβδομάδα (Aspenes et al., 2012; Aspenes et al., 2009; Morouço et al., 2012;

Crowley et al., 2017). Παρόμοια συχνότητα εφαρμογής μπορεί να εμφανίζεται σε προπόνηση μέγιστης έντασης, ενώ η προπόνηση αντοχής στην κολύμβηση, μπορεί να εφαρμόζεται καθημερινά (Maglischo, 2003; Smith et al., 2002). Μελέτες σε άλλα αθλήματα έχουν αναφέρει ότι η δομική οικονομία φαίνεται να σχετίζεται περισσότερο με προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Denadai et al., 2017), ενώ η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, το ποσοστό σωματικού λίπους σχετίζονται σημαντικά με τη συχνότητα της προπόνησης αντοχής (Wilson et al., 2012). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι προπόνηση αντοχής τρεις φορές την εβδομάδα, μπορεί να μειώσει ή να επηρεάσει τις προσαρμογές που μπορεί να προκαλέσει η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Jones et al., 2013). Αντίθετα, πραγματοποιώντας προπόνηση αντοχής δύο φορές την εβδομάδα φαίνεται να επιδρά σε μικρότερο βαθμό στις προσαρμογές οι οποίες προκαλούνται από την προπόνηση ΜΑ ή και ΜΔ (Glowacki et al., 2012). Συμπερασματικά, ο αριθμός των προπονήσεων αντοχής κατά τη διάρκεια μακροχρόνιας εφαρμογής ταυτόχρονης προπόνησης πιθανόν να επηρεάζει τις προσαρμογές της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης όπως μέγιστη δύναμη, εγκάρσια επιφάνεια των μυϊκών ινών, ρυθμός εφαρμογής δύναμης (Jones et al., 2013; Wilson et al., 2012). Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες στην κολύμβηση ή και σε άλλα αθλήματα που να δείχνουν κατά πόσο η συχνότητα της προπόνησης μέγιστης έντασης μπορεί να επηρεάσει παραμέτρους σχετικές με την απόδοση.

2.6.2. Ένταση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης

Προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ εφαρμόζονται από κολυμβητές (Crowley et al., 2017; 2018), και η επίδραση τους αποτυπώνεται στα Σχήματα 2.2 και 2.3. Αναφορικά με την προπόνηση κολύμβησης, έχει παρατηρηθεί ότι διαλειμματική προπόνηση κολύμβησης, με μέτρια και μέγιστη ένταση χρησιμοποιείται από τους κολυμβητές κατά τη διάρκεια ενός μεσόκυκλου προπόνησης (Arsoniadis et al., 2017; Arsoniadis et al., 2020; Nikitakis et al., 2019; Pelarigo et al., 2017). Η συγκέντρωση γαλακτικού στο τέλος της διαλειμματικής προπόνησης μπορεί να κυμαίνεται από δύο έως 10 mmol/L (Arsoniadis et al., 2020). Έχει παρατηρηθεί χειροτέρευση της τεχνικής και της μυϊκής δύναμης μετά από εφαρμογή προπόνησης αντοχής (Dekerle & Paterson, 2016). Επιπλέον, παρόμοια χειροτέρευση της τεχνικής φαίνεται να προκύπτει και μετά από εφαρμογή προπόνησης μέγιστης έντασης (Aujouannet et al., 2006). Η χειροτέρευση της τεχνικής των κολυμβητών, πιθανόν να συνδέεται με την ανάπτυξη της νευρομυϊκής κόπωσης, και να απαιτείται ένα μεγάλο χρονικό διάστημα αποκατάστασης, μετά από εφαρμογή προπόνηση μέγιστης έντασης. Πιθανόν η ένταση της προπόνησης αντοχής ή μέγιστης έντασης να επηρεάζει αρνητικά τις προσαρμογές που δύναται να προκληθούν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης που προηγείται όταν πραγματοποιούνται σε μία προπονητική συνεδρία. Συμπερασματικά, το χρονικό διάστημα αποκατάστασης μεταξύ των προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης και κολύμβησης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν από τους προπονητές.

2.6.3. Όγκος της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή υψηλής έντασης

Αύξηση της διάρκειας της προπόνησης αντοχής έχει παρατηρηθεί ότι οδηγεί σε μεγαλύτερη μείωση των ενεργειακών υποστρωμάτων εντός του μυός και συνεπώς

μεγαλύτερη αύξηση των παραπροϊόντων της άσκησης (π.χ. ιόντα ασβεστίου, καλίου) με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται κόπωση και για αυτό τον λόγο πιθανόν να απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης (Leveritt & Abernethy, 1999). Οι Wilson και συνεργάτες, (2012), παρατήρησαν σχέση μεταξύ της διάρκειας της προπόνησης αντοχής και της μείωσης της παραγωγής δύναμης. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι πιθανή αύξηση του όγκου της προπόνησης αντοχής να επηρεάζει αρνητικά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης που μπορεί να ακολουθεί. Επιπρόσθετα, ο Hickson, (1980), ανέφερε μείωση των προσαρμογών που προκαλεί η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μέγιστη δύναμη, εγκάρσια επιφάνεια μυϊκών ινών, ρυθμός εφαρμογής δύναμης) μετά από οκτώ εβδομάδες. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε αυτή τη μελέτη η ομάδα που πραγματοποίησε ταυτόχρονη προπόνηση, εφαρμόζε προπόνηση αντοχής (30-40 λεπτά τρέξιμο ή και ποδήλατο) έξι φορές την εβδομάδα και προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης πέντε φορές την εβδομάδα. Αυτός ο υψηλός όγκος τόσο της προπόνησης αντοχής όσο και μυϊκής ενδυνάμωσης επιδρά αρνητικά στην απόδοση των αθλητών. Αντίθετα, όταν εφαρμόζεται χαμηλότερος όγκος προπόνησης αντοχής και μυϊκής ενδυνάμωσης τότε παρατηρείται βελτίωση της δρομικής οικονομίας σε αθλητές τοπικού επιπέδου ($VO_{2max} \leq 55 \text{ ml/kg/min}$), καλά προπονημένους ($VO_{2max} 55-65 \text{ ml/kg/min}$), και υψηλού επιπέδου ($VO_{2max} \geq 65 \text{ ml/kg/min}$; Denadai et al., 2017). Συνεπώς, ο όγκος της προπόνησης τόσο του προγράμματος αντοχής όσο και της μυϊκής ενδυνάμωσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν.

2.6.4. Σειρά της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης

Εξετάζοντας την άμεση επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης, όπως και αναφέρθηκε σε προηγούμενες παραγράφους του παρόντος κεφαλαίου έχει παρατηρηθεί αρνητική επίδραση (μείωση της απόδοσης, της δύναμης) και πιθανόν ανάπτυξη της κόπωσης (εξαιτίας μείωσης των ενεργειακών υποστρωμάτων) όταν προπόνηση αντοχής και μυϊκής ενδυνάμωσης εφαρμόζονται την ίδια ημέρα (Fyfe et al., 2014; Leveritt & Abernethy, 1999). Σε πρόσφατη ανασκόπηση στην κολύμβηση, παρατηρήθηκε ότι εφαρμογή σειράς τόσο μυϊκής ενδυνάμωσης (ΜΑ ή ΜΔ) και κολύμβησης (αντοχής ή μέγιστης έντασης), όσο κολύμβησης και μυϊκής ενδυνάμωσης, οδηγεί σε παρόμοια βελτίωση της απόδοσης (2-4%) σε αποστάσεις όπως τα 25 και 50-m ελεύθερο, και της δύναμης (13-19%) εκτός νερού (Arsoniadis et al., 2022). Συνεπώς ανεξάρτητα της σειράς της ταυτόχρονης προπόνησης η βελτίωση είναι παρόμοια μετά από έξι έως 12 εβδομάδες προπόνησης (Arsoniadis et al., 2022). Σε άλλα αθλήματα, αρκετές μελέτες έχουν αναδείξει παρόμοια μέγιστη ισομετρική δύναμη κατά τη διάρκεια ισομετρικής αξιολόγησης (Collins & Snow, 1993; Davitt et al., 2014; Eklund et al., 2016; Gravelle & Blessing, 2000; MacNeil et al., 2014), παρόμοια ισχύς κατά τη διάρκεια έκτασης του γόνατος (Wilhelm et al., 2014), υπερτροφία της εγκάρσιας επιφάνειας των μυών (Davitt et al., 2014; Eklund et al., 2016; Eklund et al., 2015), βελτίωση της αερόβιας ισχύς, αερόβιας ικανότητας (Davitt et al., 2014; Eklund et al., 2016), αερόβιας απόδοσης και ευκινησίας (McGawley & Andersson, 2013). Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτές οι μεταβολές έχουν παρατηρηθεί σε ένα ευρύ φάσμα αθλουμένων (π.χ. τοπικού επιπέδου, υψηλού επιπέδου) και στα δύο φύλα (άνδρες και γυναίκες). Παρόλα αυτά θα ήταν συνετό να υποστηριχθεί ότι ταυτόχρονη προπόνηση με οποιαδήποτε σειρά φαίνεται να οδηγεί σε παρόμοιες μεταβολές απόδοσης, ωστόσο θα πρέπει να

λαμβάνεται υπόψιν το προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων αλλά και η περίοδος προπόνησης (γενική, ειδική, αγωνιστική) στην οποία επιτυγχάνεται η ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης.

2.6.5. Αποκατάσταση μεταξύ της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής ή μέγιστης έντασης

Αύξηση του χρονικού διαστήματος αποκατάστασης μεταξύ των προπονήσεων μπορεί να μειώσει την αρνητική επίδραση που μπορεί να έχει η μία προπόνηση στην άλλη. Σε πρόσφατη ανασκόπηση στην κολύμβηση, παρατηρήθηκε ότι ένα χρονικό διάστημα αποκατάστασης ≥ 20 λεπτών πιθανόν να είναι αρκετό, ώστε να μην υπάρχει αρνητική επίδραση (μείωση της απόδοσης, χειροτέρευση της τεχνικής) στην προπόνηση κολύμβησης που ακολουθεί, σε καλά προπονημένους κολυμβητές (Arsoniadis et al., 2022). Αντίθετα άλλες μελέτες, σε άλλα αθλήματα έχουν παρατηρήσει μείωση της μέγιστης δύναμης για τέσσερις έως οκτώ ώρες και επιστροφή σε φυσιολογικά επίπεδα 24 ώρες μετά (Bentley et al., 1998, Bentley et al., 2000; Sporer & Wenger, 2003). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι το προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων ήταν μέτριο έως χαμηλό.

2.6.6. Προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων

Το προπονητικό επίπεδο των αθλουμένων έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να επηρεάσει τις φυσιολογικές αποκρίσεις είτε άμεσα είτε έπειτα από μακροχρόνια εφαρμογή της ταυτόχρονης προπόνησης. Οι μελέτες για την ταυτόχρονη προπόνηση έχουν γίνει σε άτομα που κάνουν καθιστική ζωή (Fyfe et al., 2014), αθλητές τοπικού επιπέδου (Coffey et al., 2009a; Coffey et al., 2009b; Lundberg et al., 2012), είτε αθλητές που δεν ήταν συνηθισμένοι σε προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης (Fyfe et al., 2016), είτε καλά προπονημένοι αθλητές (Coffey et al., 2006; Lundberg et al., 2012). Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι η ταυτόχρονη προπόνηση σε συμμετέχοντες που κάνουν καθιστική ζωή προκαλεί κυρίως γενικές προσαρμογές όπως π.χ. βελτίωση της δύναμης, ή του κατακόρυφου άλματος, ωστόσο σε καλά προπονημένους αθλητές φαίνεται να προκαλούνται ειδικές προσαρμογές όπως ικανότητας ενεργοποίησής των μυϊκών ινών.

Συμπερασματικά, από τα παραπάνω ευρήματα που προέκυψαν από τις βιβλιογραφικές αναζητήσεις, προτείνεται οι προπονητές για να έχουν τα μέγιστα οφέλη της μακράς διάρκειας εφαρμογής ταυτόχρονης προπόνησης στους κολυμβητές τους, να: α) εφαρμόζουν προπόνηση αντοχής ή μέγιστης έντασης δύο φορές την εβδομάδα παράλληλα με την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, β) μικρός όγκος προπόνησης κολύμβησης αντοχής ή μέγιστης έντασης, για αποφυγή ανάπτυξης νευρομυϊκής κόπωσης, γ) χρονικό διάστημα αποκατάστασης μεταξύ των συνεδριών μυϊκής ενδυνάμωσης και κολύμβησης, ≥ 20 λεπτών, και δ) η σειρά της προπόνησης δεν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψιν.

2.7. Μακράς διάρκειας επίδρασης της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης στην απόδοση

Η επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης σε κολυμβητές έχει πρόσφατα εξεταστεί σε τέσσερις συστηματικές ανασκοπήσεις (Crowley et al., 2018; Crowley et al., 2017; Arsoniadis et al., 2022; Fone & van den Tillaar, 2022). Σε αυτές τις ανασκοπήσεις έχει παρατηρηθεί ότι προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της MA (Amaro et al., 2017; Garrido et al., 2010; Tanaka et al., 1993; Trappe & Pearson, 1994) ή τα χαρακτηριστικά της MΔ (Aspenes et al., 2009; Dingley et al., 2015; Girolld et al., 2007; Girolld et al., 2012; Amara et al., 2022) χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα με προγράμματα προπόνησης αντοχής χαμηλής ή μέτριας έντασης (Amaro et al., 2017; Girolld et al., 2007; Girolld et al., 2012; Tanaka et al., 1993) ή μέγιστης έντασης διαλειμματικής άσκησης (Aspenes et al., 2009; Botonis et al., 2019; Amara et al., 2022), κατά τη διάρκεια ενός μεσόκυκλου (Botonis et al., 2016; Girolld et al., 2007) ή μακρόκυκλου (Tanaka et al., 1993).

Σε μία από τις πρώτες μελέτες που εφαρμόστηκε ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης MA με προπόνηση κολύμβησης δεν βελτιώθηκε η απόδοση των κολυμβητών στα 25-m ελεύθερο (Tanaka et al., 1993). Αντίθετα, σε άλλες μελέτες, στις οποίες πραγματοποιήθηκε παρόμοια, ταυτόχρονη προπόνηση MA και προπόνηση κολύμβησης αερόβιας έντασης, η απόδοση των κολυμβητών βελτιώθηκε κατά 2 έως 4% στα 25 και 50-m ελεύθερο (Amaro et al., 2017; Weston et al., 2015). Πιθανόν το επίπεδο των κολυμβητών (κολεγιακό έναντι καλά προπονημένων), αλλά και ο προπονητικός σχεδιασμός αναφορικά με την προπόνηση MA και κολύμβησης να οδήγησαν σε διαφορετικά ευρήματα. Ωστόσο, μελέτες που εφάρμοσαν, ταυτόχρονη προπόνηση MΔ και προπόνηση αντοχής μέτριας έντασης παρατήρησαν βελτίωση της απόδοσης στα 50-m ελεύθερο (Girolld et al., 2007; 2012; Strass, 1988; Garrido et al., 2010), στη μέγιστη ισχύ κατά τη διάρκεια της στροφής στην κολύμβηση (Jones, et al., 2018), αλλά και στη μέγιστη δύναμη και ρυθμό εφαρμογής δύναμης (Strass, 1988) μετά από έξι έως 12 εβδομάδες προπόνησης. Αξίζει να αναφερθεί, ότι περιορισμός αυτών των μελετών είναι η μη αναφορά στη σειρά πραγματοποίησης των προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης αντοχής (Girolld et al., 2007; Girolld et al., 2012; Tanaka et al., 1993; Πίνακας 2.2), αλλά και το χρονικό διάστημα αποκατάστασης μεταξύ των προπονήσεων (Garrido et al., 2010; Tanaka et al., 1993; Weston et al., 2015; Girolld et al., 2007; Girolld et al., 2012).

Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της MA ή και MΔ μπορεί να συνδυαστεί και με προπόνηση αντοχής με τα χαρακτηριστικά όπως μέγιστης έντασης διαλειμματικής άσκησης (Aspenes et al., 2009; Botonis et al., 2016; Botonis et al., 2019; Πίνακας 2.3). Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί βελτίωση της απόδοσης στα 400-m ελεύθερο μετά από ταυτόχρονη προπόνηση MA ή και MΔ και έντονης διαλειμματικής άσκησης στο 85% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ή και διαλειμματικής άσκησης με τα χαρακτηριστικά όπως: 4 σειρές, των 4 λεπτών κολύμβησης στο 90 έως 95% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (Trappe & Pearson, 1994; Aspenes et al., 2009; Πίνακας 2.3). Η βελτίωση της απόδοσης πιθανόν να συνδυάζεται και με τη βελτίωση που παρατηρείται σε δείκτες αερόβιας ικανότητας όπως η ταχύτητα που αντιστοιχεί στα 4 ή και 5 mmol/L

συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από οκτώ εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης ΜΔ και διαλειμματικής άσκησης μέγιστης έντασης (Botonis et al., 2016; Botonis et al., 2019). Επιπρόσθετα, η ταυτόχρονη προπόνηση με το προπονητικό περιεχόμενο της προπόνησης ΜΔ και διαλειμματικής άσκησης μέγιστης έντασης μπορεί να οδηγήσει και σε βελτίωση της ταχύτητας κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων υψηλής έντασης (sprint; Botonis et al., 2019). Η βελτίωση αυτή πιθανόν να οφείλεται στη βελτίωση ενεργοποίησης και κινητοποίησης των μυϊκών ομάδων που συμμετέχουν κατά τη διάρκεια μίας δραστηριότητας. Ο συνδυασμός της ταυτόχρονης προπόνησης με αυτά τα χαρακτηριστικά πιθανόν να βελτιώνει τη νευρομυϊκή λειτουργία κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων μέγιστης έντασης σε αθλητές υψηλού επιπέδου (Botonis et al., 2019). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι η προπόνηση ΜΔ και διαλειμματικής άσκησης μέγιστης έντασης πραγματοποιούνταν σε διαφορετικές ημέρες στις μελέτες των Botonis, και συνεργατών, (2016; 2019). Δεν αναφέρεται η σειρά με την οποία πραγματοποιήθηκαν οι προπονήσεις ή και η ημέρα που εφαρμόστηκε κάθε μία σε αρκετές από τις μελέτες με κολυμβητές (Aspenes, et al., 2009, Πίνακας 2.3). Πρόσφατα παρόμοιος συνδυασμός προπόνησης ΜΔ και προπόνησης κολύμβησης τόσο αντοχής όσο και μέγιστης έντασης, οδήγησε σε βελτίωση της απόδοσης στο στυλ της πεταλούδας μετά από οκτώ εβδομάδες προπόνησης (Amara et al., 2022).

Ταυτόχρονη προπόνηση, ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση αντοχής μέτριας ή και μέγιστης έντασης, μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της απόδοσης τόσο στο ελεύθερο όσο και στο στυλ της πεταλούδας, μετά από έξι έως 12 εβδομάδες προπόνησης (Πίνακας 2.3). Ωστόσο, δεν γνωρίζουμε αν τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ θα οδηγήσουν σε παρόμοια επίδραση στην προπόνηση μέγιστης έντασης, που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά, κατά τη διάρκεια επανεξέτασης της άμεσης επίδρασης, και όταν προηγείται ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης.

Πίνακας 2.3. Η επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της μέγιστης δύναμης (MA) και μυϊκής αντοχής (MA) και προπόνηση αντοχής με μέτρια ένταση ή και μέγιστη ένταση στην κολύμβηση.

Συγγραφέας	Επίπεδο Κολυμβητών	Είδος και χαρακτηριστικά προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης	Χαρακτηριστικά προπόνησης κολύμβησης	Σειρά ταυτόχρονης προπόνησης	Συχνότητα & Διάρκεια της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης	Αποτελέσματα
Amaro et al. (2017)	Αγωνιστικό επίπεδο	MA: 3 σειρές x 15-25 s	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	Δ→Κ	2 φορές/εβδ. 6 εβδ.	↑: 50-m. ελεύθερο (3%)
Strass, (1988)	Αγωνιστικό επίπεδο	MA: 1-3 σειρές x 1-3 επ. @ 90-100% 1RM με 5' διαλ.	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	Δ→Κ	4 φορές/εβδ. 6 εβδ.	↑: 50-m ελεύθερο (2%) ↑: 1RM (13%) ↑: RFD (25%)
Botonis et al., (2016)	Κορυφαίο επίπεδο	MA: 4 σειρές x 4-5 4 x 4' ή 16 x 100 μ. @ επ. @ 85-90% 1RM με 3' διαλ.	106% V4 mmol/L γαλακτικού	Δ→Κ	2 φορές/εβδ. 8 εβδ.	↑: 1RM (12%) ↑: ταχύτητα που αντιστοιχεί στα 4 & 5 mmol/L (7%)
Botonis et al., (2019)	Κορυφαίο επίπεδο	MA: 4 σειρές x 4-5 4 x 4' ή 16 x 100 μ. @ επ. @ 85-90% 1RM με 3' διαλ.	106% V4 mmol/L γαλακτικού	Δ→Κ	2 φορές/εβδ. 8 εβδ.	↑: ταχύτητας στα επαναλαμβανόμενα sprint (3.2%)
Jones et al., (2018)	Αγωνιστικό επίπεδο	MA: 4 σειρές x 5-8 επ. @85-90% 1RM με 3-4' διαλ.	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	Κ→Δ	3 φορές/εβδ. 6 εβδ.	↑: ισχύς κατά τη στροφή στην κολύμβηση (2.6%)
Trappe et al., (1994)	Αγωνιστικό επίπεδο	MA: 3 σειρές x 8-12 επ.	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	Κ→Δ	2 φορές/εβδ. 12 εβδ.	↑: 400-m ελεύθερο (4%)
Weston et al., (2015)	Αγωνιστικό επίπεδο	MA: 2-4 σειρές x 10-30 επ. με 30-120 s διαλ.	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	N/A	2-3 φορές/εβδ 12 εβδ.	↑: 50-m ελεύθερο (2%)

Girold et al., (2007)	Αγωνιστικό επίπεδο	ΜΔ: 3 σειρές x 6 επ. @ 80-90% 1RM με 2' διαλ.	Χαμηλής & μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	N/A	3 φορές/εβδ. 4 εβδ.	↑: 50-m ελεύθερο (3%)
Girold et al., (2012)	Αγωνιστικό επίπεδο	ΜΔ: 3 σειρές x 6 επ. @ 80-90% 1RM με 2' διαλ.	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	N/A	3 φορές/εβδ. 12 εβδ.	↑: 50-m ελεύθερο (2%)
Garrido et al., (2010)	Αγωνιστικό επίπεδο	ΜΑ: 2-3 σειρές x 6-8 επ. @ 50-75% 1RM με 2' διαλ.	Αερόβια προπόνηση που αντιστοιχεί στην κρίσιμη ταχύτητα	N/A	2 φορές/εβδ. 6 εβδ.	↑: 50-m ελεύθερο (4%) ↑: 6RM (27%)
Aspenes et al., (2009)	Αγωνιστικό επίπεδο	ΜΔ: 3 σειρές x 5RM	4 x 4' @ 90-95% της μέγιστης ΚΣ με 3' διαλ.	N/A	2 φορές/εβδ. 11 εβδ.	↑: 400-m ελεύθερο (4%)
Tanaka et al., (1993)	Αγωνιστικό επίπεδο	ΜΑ: 3 σειρές x 8-12 επ.	Μέτριας έντασης αερόβια προπόνηση	N/A	3 φορές/εβδ. 14 εβδ.	↔: 400-m ελεύθερο
Amara et al., (2022)	Αγωνιστικό επίπεδο	ΜΔ: 2-5 σειρές x 3-5 επ. @ 85-95% 1RM	Μέτριας & υψηλής έντασης αερόβια προπόνηση	N/A	3 φορές/εβδ. 8 εβδ.	↑: 100-m πεταλούδα (3.5%)

Δ: προπόνηση δύναμης, Κ: προπόνηση κολύμβησης, s: δευτερόλεπτα, επ.: επανάληψη, εβδ: εβδομάδες, ↑: βελτίωση, ↓: χειροτέρευση, ↔: παρέμεινε αμετάβλητο, N/A: δεν αναφέρεται, διαλ.: διάλειμμα, 1RM: μέγιστη δύναμη, RFD: ρυθμός εφαρμογής δύναμης, προπ: προπόνηση, τακτ: τακτική, τε: τεχνική, 6RM: έξι μέγιστες επαναλήψεις, ΚΣ: καρδιακή συχνότητα, V4: ταχύτητα που αντιστοιχεί στα 4 mmol/L συγκέντρωσης γαλακτικού

2.8. Η απόδοση των κολυμβητών μετά από μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης κολύμβησης

Ένας ετήσιος προγραμματισμός στην κολύμβηση, ολοκληρώνεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες στους οποίους λαμβάνει χώρα, το πρωτάθλημα. Αμέσως μετά η προπόνηση κολύμβησης διακόπτεται για μερικές εβδομάδες με σκοπό την ανάπαυση των κολυμβητών (Zacca et al., 2019). Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στην κολύμβηση έχει εξεταστεί σε προηγούμενες μελέτες (Zacca et al., 2019; Moreira et al., 2014; Morais et al., 2020). Οι κολυμβητές που συμμετείχαν στις παραπάνω μελέτες ήταν έφηβοι ή παιδιά και το χρονικό διάστημα της διακοπής ήταν από τέσσερις έως 10 εβδομάδες (Zacca et al., 2019; Moreira et al., 2014; Morais et al., 2020). Αναφορικά, με την παράμετρο της απόδοσης, ανεξαρτήτου διάρκειας παρέμβασης, ή ηλικιακής ομάδας κολυμβητών, φαίνεται να παρατηρείται χειροτέρευση της απόδοσης, κατά 2 έως 4% σε αποστάσεις 100, και 400-m ελεύθερο, παρόλο που οι κολυμβητές ακολούθησαν κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού (Moreira et al., 2014; Zacca et al., 2019).

Η μείωση της απόδοσης των κολυμβητών, πιθανόν, να οφείλεται στη χειροτέρευση των φυσιολογικών παραμέτρων που μπορούν να οδηγήσουν στη μείωση τόσο της αερόβιας όσο και αναερόβιας ικανότητας (Mujika & Padilla, 2000; Ormsbee & Arciero, 2012). Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, του όγκου αίματος, της μέγιστης καρδιακής παροχής, του όγκου παλμού είτε κατά τη διάρκεια μέγιστης ή υπομέγιστης άσκησης και συνεπώς στη μείωση της αερόβιας απόδοσης και αερόβιας ικανότητας (Coyle et al., 1984; Coyle et al., 1985; Coyle et al., 1986; Mujika & Padilla, 2000). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί μείωση του μυϊκού γλυκογόνου εντός του μυός (Costill et al., 1985), αλλά και μείωση της πυκνότητας των τριχοειδών αγγείων (Houston et al., 1979), και οξειδωτικής ενζυματικής δραστηριότητας (Chi et al., 1983). Όλες αυτές οι παράμετροι που σχετίζονται με την αερόβια ικανότητα, πιθανόν να επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την απόδοση των κολυμβητών σε αποστάσεις κολύμβησης μεγαλύτερες των 200-m ελεύθερο, όπου και η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού είναι μεγαλύτερη έναντι του αναερόβιου (Figueiredo et al., 2011; Rodriguez & Mader, 2003).

Αναφορικά, με τις κινηματικές παραμέτρους, φαίνεται να προκύπτουν διαφορούμενα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, μελέτες έχουν παρατηρήσει μείωση της συχνότητας και του μήκους χεριάς κατά 8 έως 9% (Zacca et al., 2019), ενώ σε άλλες έχει παρατηρηθεί βελτίωση, εξαιτίας της ωρίμανσης των κολυμβητών ή της μεγαλύτερης διάρκειας παρέμβασης (11 εβδομάδες έναντι 4 εβδομάδες; Morais et al., 2020). Εκτός όμως από τις κινηματικές μεταβολές, έχει παρατηρηθεί ότι η διακοπή της προπόνησης μπορεί να προκαλέσει και μορφολογικές μεταβολές που σχετίζονται με τη δύναμη των αθλητών. Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί μείωση της εγκάρσιας επιφάνειας των μυϊκών ινών, του πηλίκου μυϊκών ινών ταχείας και βραδείας συστολής (Mujika & Padilla, 2000). Αυτές οι παράμετροι μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της μυϊκής μάζας γεγονός που θα προκαλέσει τη μείωση της μέγιστης δύναμης, αλλά και αδυναμία ενεργοποίησης και κινητοποίησης των

μυϊκών νηματίων κατά τη διάρκεια μέγιστης ισομετρικής αξιολόγησης (Mujika & Padilla, 2000). Όλες αυτές οι μορφολογικές μεταβολές, πιθανόν να επηρεάσουν και την τεχνική των κολυμβητών.

Η διακοπή της προπόνησης έχει αρνητική επίδραση στην απόδοση και τεχνική των κολυμβητών μετά από τέσσερις έως 11 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης παρά τη συμμετοχή σε προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης στην ξηρά ή άλλων μορφών άσκησης (Πίνακας 2.4). Ανάλογη χειροτέρευση, πιθανόν να παρατηρείται, και μετά από μακράς διάρκειας εγκλεισμό, λόγω ασυνήθιστων συνθηκών όπως για παράδειγμα μίας πανδημίας. Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες που να έχουν εξετάσει κάτι ανάλογο στην κολύμβηση.

Πίνακας 2.4. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στην κολύμβηση.

Συγγραφέας	Επίπεδο κολυμβητών	Διάρκεια αποχής από την κολύμβηση	Αποτελέσματα
Morais et al. (2020)	Προαγωνιστικό Επίπεδο (12,8 ± 0,7 έτη)	11 εβδομάδες	↓: 100-m ελεύθερο (2,2%) ↑: ΣΧ, ΜΧ, ΔΧ (16%)
Zacca et al. (2019)	Αγωνιστικό επίπεδο (14,2 ± 0,6 έτη)	4 εβδομάδες	↓: 400-m ελεύθερο (3,8%) ↓: V100, V200, V300, V400 ↓: ΣΧ, ΜΧ, ΔΧ (-8%) ↓: VO _{2peak} ↑: [La ⁻] ↔: HR
Moreira et al. (2014)	Προαγωνιστικό επίπεδο (12,8 ± 0,9 έτη)	10 εβδομάδες	↔: ΣΧ ↑: ΜΧ, ΔΧ, ηF
Ormsbee et al. (2012)	Κολεγιακό επίπεδο (19,5 ± 1,2 έτη)	5 εβδομάδες	↓: VO _{2peak} (7,7%) ↔: HR ↔: RPE ↓: TTE

↑: βελτίωση-αύξηση, ↓: χειροτέρευση-μείωση, ↔: παρέμεινε αμετάβλητο, ΣΧ: συχνότητα χεριάς, ΜΧ: μήκος χεριάς, ΔΧ: δείκτης χεριάς, ηF: αποτελεσματικότητα χεριάς, V: ταχύτητα, VO_{2peak}: κορυφαία τιμή οξυγόνου, [La⁻]: συγκέντρωση γαλακτικού, HR: καρδιακή συχνότητα, RPE: δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης, TTE: χρόνος εξάντλησης

2.9. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης στην απόδοση των κολυμβητών

Πρόσφατες μελέτες έχουν εξετάσει τη διακοπή της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ, μετά από αρκετές εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και αντοχής. Ειδικότερα, στην κολύμβηση, παρατηρείται 2% βελτίωση της απόδοσης στα 50-m ελεύθερο, όταν διακόπηκε η προπόνηση ΜΑ και οι κολυμβητές ακολούθησαν μόνο την προπόνηση κολύμβησης για έξι εβδομάδες (Garrido et al., 2010). Ωστόσο, αντίθετα αποτελέσματα φαίνεται να προκύπτουν όταν, διακόπτεται τόσο η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ όσο και προπόνηση αντοχής είτε με χαμηλή (75-80% της μέγιστης ταχύτητας), μέτρια (90% της μέγιστης ταχύτητας), ή και μέγιστη ένταση (100% μέγιστης ταχύτητας) για τέσσερις εβδομάδες. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε χειροτέρευση της απόδοσης σε δρομικές δοκιμασίες μέγιστης έντασης 10 και 20-m, αλλά και της μέγιστης δύναμης των δοκιμαζομένων (Πίνακας 2.5). Η χειροτέρευση της απόδοσης, πιθανόν να οφείλεται στη μείωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (Sousa et al., 2018; Sousa et al., 2019; Sousa et al., 2020).

Συμπερασματικά, είναι δυνατό διακοπή της μίας μορφής προπόνησης (ΜΑ ή ΜΔ) να οδηγήσει σε βελτίωση της απόδοσης στην κολύμβηση. Αντίθετα, διακοπή τόσο της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης όσο και αντοχής, μπορεί να οδηγήσει σε χειροτέρευση της απόδοσης σε ενεργά δραστήριους άνδρες σε σύντομο χρονικό διάστημα (4 εβδομάδες). Ωστόσο, δεν υπάρχει μελέτη στην κολύμβηση που να εξετάζεται η διακοπή της προπόνησης κολύμβησης και διατήρηση μόνο των προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ ή και ΜΔ

Πίνακας 2.5. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης μετά από μακροχρόνια εφαρμογή της ταυτόχρονης προπόνησης μέγιστης δύναμης (ΜΔ) ή και μυϊκής αντοχής (ΜΑ) και προπόνησης αντοχής.

Συγγραφέας	Επίπεδο συμμετεχόντων	Χαρακτηριστικά προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης	Χαρακτηριστικά προπόνησης αντοχής	Διάρκεια διακοπής της προπόνησης	Αποτελέσματα
Sousa et al. (2020)	Ενεργά δραστήριοι άνδρες (N = 39)	ΜΔ: 3 σειρές x 6 – 8 επ. @ 70-85% 1RM με 2 έως 3' διαλ.	16 έως 20' παλίνδρομο τρέξιμο @ 80% MT (Συνθήκη 1) 90% MT (Συνθήκη 2) 100% MT (Συνθήκη 3)	4 εβδομάδες (ολική αποχή)	Συνθήκη 1 ↔: T10, T20, VO _{2max} ↓: KA, 1RM Συνθήκη 2 ↓: T10, T20, KA, 1RM, VO _{2max} Συνθήκη 3 ↓: T10, 1RM, VO _{2max} ↔: T20, KA
Sousa et al. (2018)	Ενεργά δραστήριοι άνδρες (N = 32)	ΜΑ: 3 σειρές x 6 – 8 επ. @ 40-55% 1RM με 2 έως 3 λεπτά διάλ. ΜΔ: 3 σειρές x 6 – 8 επ. @ 70-85% 1RM με 2 έως 3' διάλ.	15 έως 20' παλίνδρομο τρέξιμο 20 μ. @ 75% της MT	4 εβδομάδες (ολική αποχή)	ΜΑ ↔ T10-m ↓: T20, KA, 1RM, VO _{2max} ΜΔ ↑: T10, T20, ↓: KA, 1RM, VO _{2max}
Garrido et al. (2010)	Αγωνιστικό επίπεδο (N = 12)	ΜΑ: 2 σειρές x 6-8 επ. @ 50-75% 1RM	Μέτρια ένταση 20,8 km @ KT 7,2 km @ AI εβδομαδιαίως	6 εβδομάδες (αποχή μόνο από ME)	↑: 25-m ελεύθερο ↑: 50-m ελεύθερο ↔: 6RM ↔: KA

KT: κρίσιμη ταχύτητα, AI: αερόβια ισχύς, km: χιλιόμετρα, επ: επαναλήψεις, διαλ.: διάλειμμα, MT: μέγιστη ταχύτητα, 1RM: μέγιστη δύναμη, KA: κατακόρυφο άλμα, μ: μέτρα, T10, T20: η ταχύτητα τρεξίματος που αντιστοιχεί στην απόσταση των 10 & 20 μέτρων, 6RM: έξι επαναλήψεις, VO₂max: μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, ↑: βελτίωση, ↔: δεν μεταβλήθηκε, ↓: χειροτέρευση

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. ΠΡΩΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Η άμεση επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης στην απόδοση
των κολυμβητών**

3.1. Περίληψη πρώτης μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την άμεση επίδραση προγραμμάτων μυϊκής αντοχής (ΜΑ) και μέγιστης δύναμης (ΜΔ) στην απόδοση των κολυμβητών κατά την προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Αρχικά υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη (1RM) σε τρεις ασκήσεις: πίεςεις στήθους, κωπηλατική έλξη και καθίσματα, σε 27 κολυμβητές αγωνιστικού επιπέδου (ηλικία: $16,5 \pm 2.6$ ετών). Σε τρεις συνθήκες που πραγματοποιήθηκαν με ισοσταθμισμένη σειρά οι κολυμβητές ολοκλήρωσαν εκτός νερού, προπόνηση ΜΑ (2x20 επαναλήψεις, 55% της 1RM, 20 s διάλειμμα) ή ΜΔ (3x4 επαναλήψεις, 90% της 1RM, τρία λεπτά διάλειμμα) ή συνθήκη ελέγχου (Ε: χωρίς προπόνηση εκτός νερού). Είκοσι λεπτά αργότερα συμμετείχαν σε παρόμοια για όλες τις συνθήκες, προπόνηση κολύμβησης (800-m προθέρμανση, προσδεμένη κολύμβηση 10 s, 4x50-m, και 100-m ελεύθερο). Αξιολογήθηκε, ο χρόνος κολύμβησης (ΧΚ), η δύναμη χειρολαβής (ΗΓ) και η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου (ΙΣΟ). Η συγκέντρωση γαλακτικού [La^-], η καρδιακή συχνότητα (ΗΡ), η συχνότητα χεριάς (ΣΧ), το μήκος χεριάς (ΜΧ), ο δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ), και η προωθητική αποτελεσματικότητα (η_F) υπολογίστηκαν κατά τη διάρκεια των 4X50-m και 100-m ελεύθερο. Ο ΧΚ στα 4X50-m ήταν αυξημένος κατά $1,7 \pm 2,7\%$ μετά την ΜΑ συγκριτικά με τις ΜΔ και Ε ($p < 0,01$). Η ΙΣΟ μειώθηκε μετά από την ΜΑ ($7,1 \pm 13,1\%$), και ΜΔ ($4,9 \pm 12,7\%$), συγκριτικά με Ε ($p < 0,01$). Η [La^-], και ΗΡ, ήταν υψηλότερες στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με Ε ($p < 0,01$). Ωστόσο, η ΣΧ, ΜΧ, ΔΑ και η_F δεν διέφεραν μεταξύ ΜΑ, ΜΔ, και Ε ($p > 0,05$). Η εφαρμογή μίας συνεδρίας προπόνησης με αντιστάσεις που στοχεύει στην ανάπτυξη της μυϊκής αντοχής (ΜΑ) μειώνει την απόδοση των κολυμβητών συγκριτικά με αντίστοιχη συνεδρία για την ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης (ΜΔ) ή συνθήκης ελέγχου. Επιπλέον, τόσο η ΜΑ όσο και η ΜΔ, μειώνουν τη απόδοση των μυών και αυξάνουν τις φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί.

3.2. Εισαγωγή πρώτης μελέτης

Εφαρμογή προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ χρησιμοποιούνται από τους κολυμβητές σε μία προπονητική συνεδρία, πριν ή μετά από την προπόνηση κολύμβησης (Pollock et al., 2019; Arsoniadis et al., 2022). Προπόνηση ΜΑ πριν από προπόνηση κολύμβησης με μέγιστη ένταση δεν οδηγεί σε χειροτέρευση της κορυφαίας επίδοσης των κολυμβητών συγκριτικά με την συνθήκη ελέγχου στην οποία δεν πραγματοποιήθηκε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης (Dalamatros et al., 2021). Αντίθετα, προπόνηση ΜΔ φαίνεται να οδηγεί σε χειροτέρευση της κορυφαίας επίδοσης κατά τη διάρκεια των επαναλαμβανόμενων σπριντ συγκριτικά με ΜΑ και ελέγχου (Dalamatros et al., 2021). Ωστόσο, όταν εξετάστηκε η μέση απόδοση των κολυμβητών στα επαναλαμβανόμενα σπριντ παρατηρήθηκε χειρότερη απόδοση κατά 2 έως 3% μετά τόσο από ΜΑ όσο και ΜΔ συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Dalamatros et al., 2021). Αξίζει να αναφερθεί όμως ότι η επιβάρυνση των δύο προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης δεν ήταν εξισωμένη μεταξύ των ΜΑ (3 σειρές X 8 επαναλήψεις, με φορτίο 50% 1RM), και ΜΔ (3 σειρές X 8 επαναλήψεις, με φορτίο 80% 1RM). Πιθανόν ένα διαφορετικό διάστημα αποκατάστασης, μεγαλύτερο των 20 λεπτών να ήταν απαραίτητο μετά από την προπόνηση ΜΔ. Σε πρόσφατη μελέτη, έχει παρατηρηθεί ότι εφαρμογή προπόνησης ΜΔ περίπου 30 λεπτά πριν από την προπόνηση κολύμβησης αντοχής δεν μειώνει την ταχύτητα των κολυμβητών κατά τη διάρκεια της προπόνησης συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Arsoniadis et al., 2020). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι εφαρμογή ΜΔ πριν από προπόνηση κολύμβησης μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των φυσιολογικών παραμέτρων και σε μεταβολή των κινηματικών παραμέτρων παρά το γεγονός ότι η προπόνηση κολύμβησης ήταν μέτριας έντασης και η ταχύτητα σταθερή (Arsoniadis et al., 2020). Ωστόσο, δεν έχει εξεταστεί ακόμα η επίδραση εξισωμένων προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, σε φυσιολογικές και κινηματικές παραμέτρους σε προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την άμεση επίδραση των προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ: α) στην απόδοση β) στις φυσιολογικές, και γ) στις τεχνικές μεταβλητές των κολυμβητών κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά. Υποθέτουμε ότι οι προπονήσεις ΜΑ και ΜΔ, θα χειροτερεύσουν την απόδοση των κολυμβητών, θα αυξήσουν τις φυσιολογικές και θα χειροτερεύσουν τις τεχνικές μεταβλητές συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί.

3.3. Μέθοδος πρώτης μελέτης

3.3.1. Συμμετέχοντες

Στη μελέτη συμμετείχαν δεκατρείς (n=13) άνδρες κολυμβητές και δεκατέσσερις (n=14) γυναίκες κολυμβήτριες αγωνιστικού επιπέδου οι οποίοι είχαν συμμετάσχει σε Πανελλήνιο πρωτάθλημα της κατηγορίας τους (n=27). Όλοι οι κολυμβητές διέθεταν προπονητική εμπειρία σε προπονήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού τριών ετών. Τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων εμφανίζονται στον Πίνακα 3.1. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν υγιείς χωρίς πρόσφατο τραυματισμό, και δεν ελάμβαναν κάποια φαρμακευτική αγωγή. Επιπλέον, όλοι οι δοκιμαζόμενοι και οι γονείς τους σε όσους ήταν ανήλικοι, ενημερώθηκαν λεπτομερώς για την πειραματική διαδικασία και τους πιθανούς κινδύνους και, αφού κατανόησαν το πρωτόκολλο και συμφώνησαν με τους όρους συμμετοχής τους, υπέγραψαν δήλωση συγκατάθεσης. Η παρούσα μελέτη έλαβε έγκριση από την επιτροπή Βιοηθικής και ερευνητικής δεοντολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (αριθμός πρωτοκόλλου: 1111/10-4-2019), σύμφωνα με την διακήρυξη περί ανθρωπίνων δικαιωμάτων του Helsinki.

Πίνακας 3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζομένων (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση).

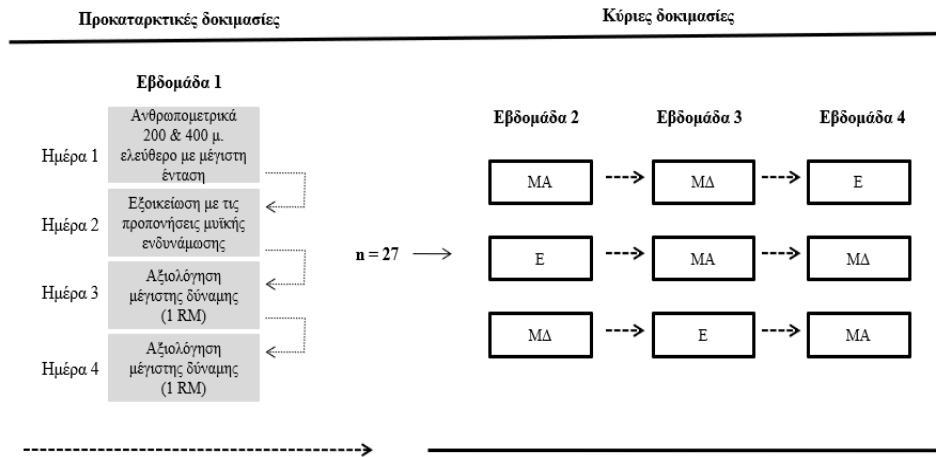
Μεταβλητές	Συνολικά (n=27)	Άνδρες (n=13)	Γυναίκες (n=14)
Ηλικία (έτη)	16,5 ± 2,6	17,8 ± 3,1	15,6 ± 1,8
Μάζα σώματος (kg)	60,5 ± 10,9	66,1 ± 12,2	55,3 ± 6,2
Ανάστημα (cm)	169,8 ± 9,8	175,2 ± 10,5	164,9 ± 5,8
Άνοιγμα χεριών (cm)	172,3 ± 13,1	180,6 ± 12,2	164,5 ± 8,1
Καθιστό ανάστημα (cm)	84,6 ± 9,7	89,9 ± 8,4	79,6 ± 8,2
Ποσοστό σωματικού λίπους (%)	16,7 ± 4,2	14,3 ± 4,2	18,9 ± 2,8
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m ²)	20,8 ± 1,8	21,3 ± 2,1	20,3 ± 1,4
Επίδοση 100 μ. ελεύθερο (s)	66,8 ± 7,5	60,1 ± 3,8	72,9 ± 3,6
FINA points (100-m ελεύθερο)	424,9 ± 94,4	485,3 ± 89,4	368,9 ± 58,3
Αγωνιστική εμπειρία (έτη)	7,8 ± 1,3	8,2 ± 1,5	7,5 ± 0,9

FINA: Fédération Internationale de Natation Amateur (Παγκόσμια Ομοσπονδία Κολύμβησης)

3.3.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο της γενικής προετοιμασίας των κολυμβητών. Οι κολυμβητές αφού ολοκλήρωσαν προκαταρκτικές μετρήσεις σε τέσσερις κύριες ημέρες με διαφορά 24 ωρών μεταξύ τους και εξοικειώθηκαν με τον εξοπλισμό και τις ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού (πιέσεις στήθους, κωπηλατική σε καθιστή θέση, καθίσματα στις 90°), συμμετείχαν στις τρεις κύριες πειραματικές συνθήκες της έρευνας (Σχήμα 3.1). Ένα πρόγραμμα ΜΑ, η ΜΔ ή καθόλου άσκηση εκτός νερού πραγματοποιήθηκε πριν από την είσοδο των κολυμβητών στο νερό για την προπόνηση κολύμβησης.

Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



Σχήμα 3.1. Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού της πρώτης μελέτης. μ:μέτρα, 1RM:εκτίμηση μέγιστης δύναμης, MA: πειραματική συνθήκη μυϊκή αντοχή, MA: πειραματική συνθήκη μέγιστη δύναμη, E: συνθήκη ελέγχου.

Οι προκαταρκτικές και κύριες δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν σε ανοικτή πισίνα 50-m με τη θερμοκρασία να κυμαίνεται από 27°C έως 28°C. Οι δοκιμασίες εκτός νερού πραγματοποιήθηκαν στο κλειστό γυμναστήριο του Δημοτικού Κολυμβητηρίου Περιστερίου με θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C έως 21°C.

3.3.3. Προκαταρκτικές δοκιμασίες

Καταγραφή ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Την πρώτη επίσκεψη κατεγράφη η μάζα σώματός με ειδικό ζυγό (Seca, Germany, ICC= 0,99), το ανάστημα με ειδικό αναστημόμετρο (ICC= 1,00) και υπολογίστηκε ο δείκτης μάζας σώματος. Την ίδια ημέρα κατεγράφη το πάχος επτά δερματοπτυχών (δικέφαλου βραχιόνιου, τρικέφαλου βραχιόνιου, μείζονα θωρακικού, υποπλάτιου, κοιλιακής χώρας, υπερλαγόνιας ακρολοφίας, ορθού μηριαίου μυός, ICC= 0,92; Durnin & Rahaman, 1967). Αρχικά, υπολογίστηκε η πυκνότητα σώματος (Jackson & Pollock, 1978; Εξίσωση 1).

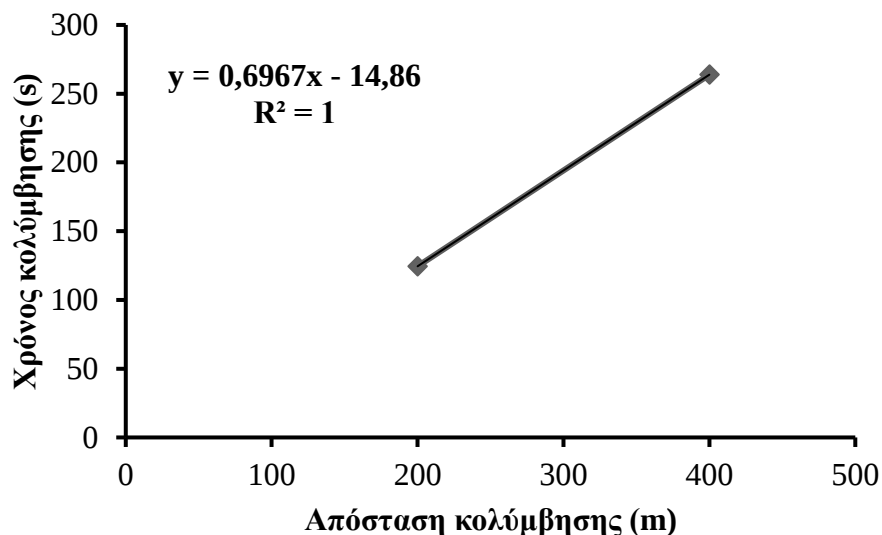
Εξίσωση 1: Σωματική πυκνότητα = $1.097 - (0.00046971 \times \text{άθροισμα δερματοπτυχών}) + (0.00000056 \times (\text{άθροισμα δερματοπτυχών})^2) - (0.00012828 \times \text{ηλικία})$

Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ποσοστό (%) σωματικού λίπους των κολυμβητών (Jackson & Pollock, 1978; Εξίσωση 2).

Εξίσωση 2: % Σωματικού λίπους = $(0.29288 \times \text{άθροισμα δερματοπτυχών}) - (0.0005 \times (\text{άθροισμα δερματοπτυχών})^2) + (0.15845 \times \text{ηλικία}) - 5.76377$

Υπολογισμός της κρίσιμης ταχύτητας στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης

Μετά την καταγραφή των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και κατά τη διάρκεια της πρώτης επίσκεψης των κολυμβητών, πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της κρίσιμης ταχύτητας για το ελεύθερο στυλ κολύμβησης. Οι κολυμβητές αρχικά πραγματοποίησαν προθέρμανση 800-m, η οποία αποτελείτο από: 400-m επιλογής, 4 προσπάθειες 50-m ελεύθερο (ασκήσεις επιλογής), και 4 προσπάθειες 50-m ελεύθερο (προοδευτικά αυξανόμενης έντασης). Η προθέρμανση έχει ελεγχθεί ότι είναι κατάλληλη για κολυμβητές και έχει χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες μελέτες (Neiva et al., 2014). Δέκα λεπτά μετά από την ολοκλήρωση της προθέρμανσης, οι κολυμβητές πραγματοποίησαν προσπάθειες 200 και 400-m ελεύθερο με μέγιστη ένταση και αποκατάσταση 30 λεπτών μεταξύ των προσπαθειών. Η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίστηκε από την κλίση της γραμμικής σχέσης απόστασης-χρόνου που προέκυψε από τις επιδόσεις στα 200 και 400-m ελεύθερο (Toubekis et al., 2006; Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2. Παράδειγμα υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών/τριων από την κλίση της γραμμικής σχέσης χρόνου-απόστασης κολύμβησης στα 200 και 400 μέτρα ελεύθερο (παράδειγμα ενός κολυμβητή).

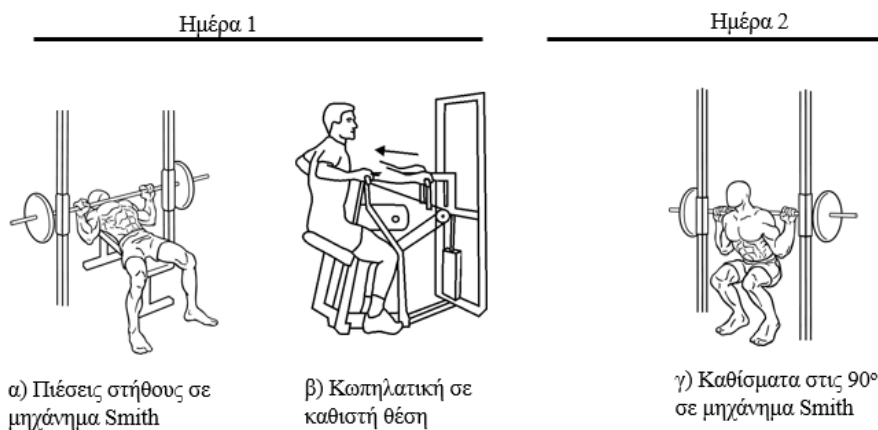
Συνεδρία εξοικείωσης με τις ασκήσεις των προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης

Σε επόμενη ημέρα πραγματοποιήθηκε μία συνεδρία εξοικείωσης των κολυμβητών με τις ασκήσεις που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν κατά τις κύριες δοκιμασίες. Το πρόγραμμα εξοικείωσης είχε στόχο την βελτιστοποίηση της τεχνικής των αθλητών με τον εξοπλισμό. Όλοι οι κολυμβητές εκτέλεσαν 3 έως 4 σειρές και 15 έως 20 επαναλήψεις στις ασκήσεις, πιέσεις στήθους σε μηχανήμα Smith, κωπηλατική σε καθιστή θέση, και καθίσματα με μπάρα στις 90° σε μηχανήμα Smith, χωρίς καθόλου επιβάρυνση.

Υπολογισμός της μέγιστης δύναμης

Σε δύο επόμενες ημέρες πραγματοποιήθηκε η εκτίμηση της μέγιστης δύναμης (1RM) σε τρεις διαφορετικές ασκήσεις, δύο για τα άνω άκρα και μία για τα κάτω άκρα. Ο προσδιορισμός της 1RM πραγματοποιήθηκε για το σχεδιασμό των

προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης, οι οποίες εφαρμόστηκαν έξω από το νερό στις κύριες πειραματικές συνθήκες ΜΑ και ΜΔ. Όλες οι δοκιμασίες διεξήχθησαν κατά την ίδια ώρα της ημέρας για κάθε ένα από τους συμμετέχοντες. Πριν από την έναρξη των δοκιμασιών προηγήθηκε προθέρμανση, που περιλάμβανε δύο λεπτά επιτόπια άλματα με ταυτόχρονη απαγωγή και προσαγωγή χεριών και ποδιών. Στη συνέχεια οι κολυμβητές πραγματοποίησαν τρία λεπτά προβολές ποδιών μπροστά εν κινήσει με ταυτόχρονη στροφή του κορμού εναλλακτικά και από τις δύο πλευρές του σώματος, τρία λεπτά ασκήσεις ισορροπίας και σταθεροποίησης του κορμού και δύο λεπτά πετάγματα ιατρικής μπάλας στο έδαφος (Garrido et al., 2010). Η σειρά αξιολόγησης των ασκήσεων πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές ημέρες (Σχήμα 3.2). Κατά την πρώτη ημέρα οι κολυμβητές πραγματοποίησαν, πιέσεις στήθους σε μηχανήμα Smith, και κωπηλατική σε καθιστή θέση, ενώ την επόμενη ημέρα καθίσματα με μπάρα στις 90° σε μηχανήμα Smith. Μεταξύ των ασκήσεων της πρώτης ημέρας υπήρξε ξεκούραση 15 λεπτών. Το πρωτόκολλο αξιολόγησης της 1RM περιλάμβανε αρχικά μία σειρά 10 έως 15 επαναλήψεις με πολύ ελαφρύ φορτίο, η οποία χρησιμοποιήθηκε ως προθέρμανση. Στη συνέχεια, το μέγεθος αύξησης του φορτίου κυμάνθηκε από 10 έως 20 kg, ανάλογα με τις δυνατότητες του κολυμβητή. Η 1RM επιτεύχθηκε μετά από τέσσερις έως επτά σειρές και τα διαλείμματα μεταξύ των σειρών ήταν τρία λεπτά (Levinger et al., 2009). Ο βαθμός αξιοπιστίας για τον υπολογισμό της 1RM για τις κάθε μία από τις ασκήσεις ξεχωριστά ήταν, πιέσεις στήθους (ICC= 0,96), κωπηλατική σε καθιστή θέση (ICC= 0,98), και για τα καθίσματα στις 90° (ICC= 0,98). Η σειρά και ο τρόπος εκτέλεσης των ασκήσεων εμφανίζεται στην Εικόνα 3.1 που περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.



Εικόνα 3.1. Ασκήσεις αξιολόγησης μέγιστης δύναμης και σειράς εκτέλεσής τους.

α) Πιέσεις στήθους: Ο κολυμβητής τοποθέτησε το σώμα του σε οριζόντιο πάγκο. Στη συνέχεια τοποθέτησε τα χέρια του στην μπάρα σε άνοιγμα λίγο μεγαλύτερο των ώμων. Στόχος του κολυμβητή ήταν να κατεβάσει το φορτίο μέχρι το σημείο ώστε να σχηματιστεί γωνία στον αγκώνα 90°. Η οδηγία, η οποία δόθηκε

στους κολυμβητές ήταν να εισπνέουν κατά το κατέβασμα της μπάρας και να εκπνέουν κατά το ανέβασμα (Girolld et al., 2007).

β) Κωπηλατική σε καθιστή θέση: Οι κολυμβητές τοποθέτησαν τα πόδια και τα χέρια τους στις λαβές του μηχανήματος μπροστά από το κέντρο βάρους του σώματός τους. Ζητήθηκε από τους κολυμβητές να εκπνέουν κατά την έλξη του φορτίου προς το σώμα τους και να εισπνέουν κατά την επαναφορά προς την αρχική θέση (Newton et al., 2002).

γ) Καθίσματα με μπάρα στις 90°: Οι κολυμβητές βρίσκονταν σε όρθια θέση, με τη μπάρα στους ώμους τους και ζητήθηκε από τους κολυμβητές να κατεβάσουν το φορτίο αργά και ελεγχόμενα έως ότου δημιουργήσουν γωνία 90° του κορμού με το έδαφος. Στη συνέχεια προσπάθησαν να επανέλθουν στην αρχική θέση με εκρηκτικό τρόπο. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους κολυμβητές να εισπνέουν κατά το κατέβασμα της μπάρας και να εκπνέουν κατά το ανέβασμα (Girolld et al., 2007). Η τεχνική των ασκήσεων φαίνεται στην Εικόνα 3.1.

3.3.4. Κύριες δοκιμασίες

Οι κύριες δοκιμασίες της μελέτης περιλάμβαναν τρεις πειραματικές συνθήκες, τη συνθήκη προπόνησης μυϊκής αντοχής (ΜΑ), τη συνθήκη προπόνησης μέγιστης δύναμης (ΜΔ) και τη συνθήκη ελέγχου (Ε). Στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ η προπόνηση εκτός νερού ολοκληρώθηκε 20 λεπτά πριν από την προπόνηση κολύμβησης στο νερό. Στη συνθήκη Ε δεν πραγματοποιήθηκε προπόνηση εκτός νερού πριν από την προπόνηση κολύμβησης. Τα προγράμματα των προπονήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης που εφαρμόστηκαν στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ εμφανίζονται στους Πίνακες 3.2 και 3.3 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.2. Αναλυτική περιγραφή του προγράμματος προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης, μυϊκής αντοχής (ΜΑ), το οποίο εφαρμόστηκε πριν από την προπόνηση κολύμβησης..

Ασκήσεις	Σειρές	Επ.	Φορτίο (%1RM)	Διαλ.
Πιέσεις στήθους	2	20	55	20 s
Κωπηλατική σε μηχανήμα	2	20	55	20 s
Κοιλιακοί «ροκανίσματα»	3	15	-	30 s
Ραχιαίοι σε μηχανήμα	3	15	-	30 s
Καθίσματα ποδιών στις 90°	2	20	55	20 s
Συνολική διάρκεια		-20 λεπτά		

επ.: επανάληψη, %1RM: ποσοστό της μίας μέγιστης επανάληψης, s: δευτερόλεπτα

Πίνακας 3.3. Αναλυτική περιγραφή του προγράμματος προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης μέγιστης δύναμης (ΜΔ), το οποίο εφαρμόστηκε πριν από την προπόνηση κολύμβησης.

Ασκήσεις	Σειρές	Επ.	Φορτίο (%1RM)	Διαλ.
Πιέσεις στήθους	3	4	90	3 λεπτά
Κωπηλατική σε μηχάνημα	3	4	90	3 λεπτά
Κοιλιακοί «ροκανίσματα»	3	15	-	30 s
Ραχιαίοι σε μηχάνημα	3	15	-	30 s
Καθίσματα ποδιών στις 90°	3	4	90	3 λεπτά
Συνολική διάρκεια		-26 λεπτά		

επ.: επανάληψη, %1RM: ποσοστό της μίας μέγιστης επανάληψης, s: δευτερόλεπτα

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα προγράμματα ήταν εξισωμένα ως προς τον όγκο προπόνησης τους με την παρακάτω εξίσωση (Williams et al., 2020).

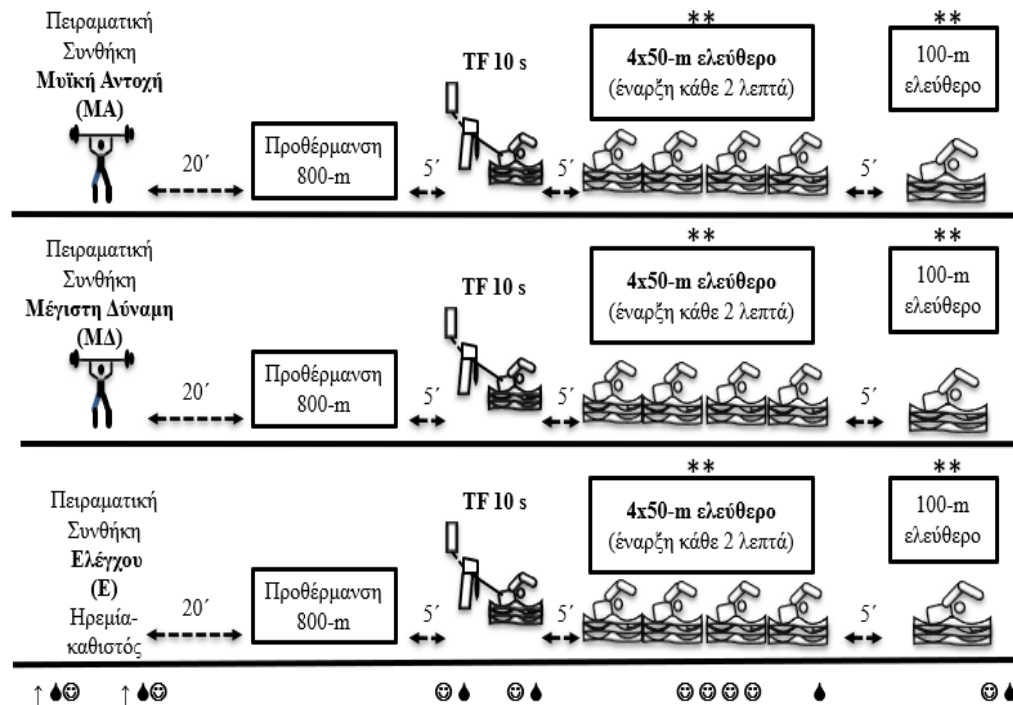
$$\text{Εξίσωση 3: Όγκος προπόνησης} = \text{Σειρές} \times \text{Επαναλήψεις} \times \text{Φορτίο}$$

Όλες οι ασκήσεις που παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.2 και 3.3 εκτελέστηκαν με τον ίδιο τρόπο από όλους τους κολυμβητές όπως έχει περιγράψει στην ενότητα 3.3.3, του παρόντος κεφαλαίου. Στόχος όλων των ασκήσεων που επιλέχθηκαν για το σχεδιασμό των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού είχαν ως σκοπό να ενεργοποιήσουν κύριες μυϊκές ομάδες οι οποίες είναι σημαντικές για τον κολυμβητή κατά την προσπάθεια προώθησής του στο νερό κατά το ελεύθερο στυλ κολύμβησης.

Μετά από την ολοκλήρωση των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ οι κολυμβητές πραγματοποίησαν προπόνηση κολύμβησης στο νερό. Η προπόνηση στο νερό ήταν ίδια και στις τρεις συνθήκες και περιλάμβανε προθέρμανση 800-m, μία προσπάθεια 10 s προσδεμένης κολύμβησης με μέγιστη ένταση, τέσσερις επαναλήψεις 50-m ελεύθερο, και μία προσπάθεια 100-m ελεύθερο με μέγιστη ένταση.

Πριν και μετά τα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης που εφαρμόστηκαν στην ΜΑ και ΜΔ και την αντίστοιχη χρονική στιγμή στη συνθήκη Ε, κατεγράφη η συγκέντρωση γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, η υποκειμενική αντίληψη δυσκολίας, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου κατά τη διάρκεια ισομετρικής αξιολόγησης σε επικλινή πάγκο και η δύναμη των μυών του καρπού με χειροδυναμομέτρηση. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης στο νερό κατεγράφησαν η συγκέντρωση γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, ο δείκτης υποκειμενικής

αντίληψης δυσκολίας, αλλά και η συχνότητα χεριάς, το μήκος χεριάς, ο δείκτης αποτελεσματικότητας, και η προωθητική αποτελεσματικότητα. Η διαδικασία της συλλογής δεδομένων στις τρεις συνθήκες αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.3.



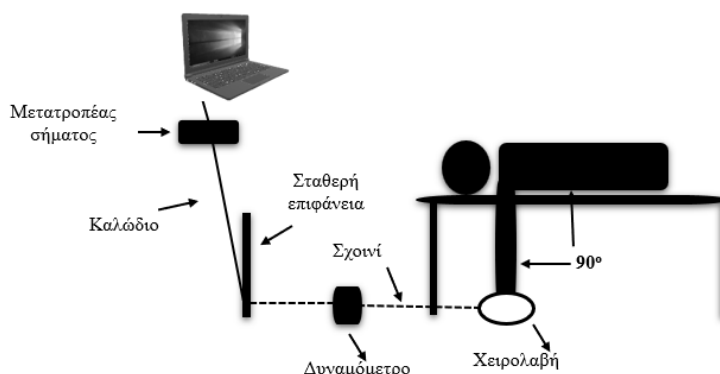
Σχήμα 3.3. Σχηματική αναπαράσταση των τριών πειραματικών συνθηκών της παρούσας έρευνας **: υπολογισμός τεχνικών μεταβλητών (συχνότητα χεριάς, μήκος χεριάς, δείκτης αποτελεσματικότητας, προωθητική αποτελεσματικότητα), ↑: ισομετρική αξιολόγηση των μυών του ώμου σε επικλινή πάγκο και χειροδυναμομέτρηση, ♣: καταγραφή συγκέντρωσης γαλακτικού, ☺: καταγραφή υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας. Η καρδιακή συχνότητα καταγράφηκε μετά την προσδεμένη κολύμβηση (ΤΡ 10 s) και κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων των 50-m ελεύθερο και 100-m ελεύθερο. ΤΡ 10 s: προσδεμένη κολύμβηση 10 δευτερολέπτων, m: μέτρα, 4x50: τέσσερις επαναλήψεις 50-m ελεύθερο.

Δοκιμασίες εκτός νερού

Η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου σε επικλινή πάγκο και η ισομετρική δύναμη των μυών του καρπού με χειροδυναμομέτρηση μετρήθηκαν πριν και μετά από τα προγράμματα προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού και μετά την προπόνηση στο νερό και για τις τρεις συνθήκες (Σχήμα 3.3).

Όσον αφορά την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, οι κολυμβητές βρίσκονταν ξαπλωμένοι σε επικλινή πάγκο και τοποθέτησαν αρχικά το δεξί άνω άκρο και στη συνέχεια το αριστερό άνω άκρο σε χειρολαβή, η οποία ήταν συνδεδεμένη με το δυναμόμετρο και ένα μετατροπέα σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας (Musclelad, Ergotest 4000, Norway). Ζητήθηκε από τους κολυμβητές να πραγματοποιήσουν δύο μέγιστες προσπάθειες με το κάθε άνω άκρο, διάρκειας έξι δευτερολέπτων έχοντας το χέρι τους τεντωμένο και σε γωνία 90° με τον κορμό. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολάβησε διάλειμμα ενός λεπτού. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν σύμφωνη με αυτή που έχει περιγραφή σε προηγούμενη μελέτη από τους Aujouannet και συνεργάτες, (2006).

Ο βαθμός αξιοπιστίας για τον υπολογισμό της γωνίας του κάθε χεριού ήταν, δεξί χέρι (ICC= 0,98), αριστερό χέρι (ICC= 0,99). Η μέση δύναμη και των δύο χεριών, χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση της παρούσας έρευνας. Στην Εικόνα 3.2 που ακολουθεί απεικονίζεται η διαδικασία τοποθέτησης των κολυμβητών για την ισομετρική αξιολόγηση των μυών του ώμου.



Εικόνα 3.2. Ισομετρική αξιολόγηση των μυών του ώμου για δεξί και αριστερό χέρι.

Η διαδικασία αξιολόγησης της ισομετρικής δύναμης χειρολαβής πραγματοποιήθηκε με χειροδυναμόμετρο σε όρθια θέση (Takei Hand Grip-D dynamometer, Japan; Oxford, 2000). Οι κολυμβητές χρησιμοποίησαν αρχικά το δεξί και στη συνέχεια το αριστερό χέρι. Ζητήθηκε έπειτα από μία βαθιά εισπνοή να ασκήσουν όσο μεγαλύτερη δύναμη μπορούσαν στη χειρολαβή του δυναμόμετρου για δύο έως τρία δευτερόλεπτα. Οι κολυμβητές πραγματοποίησαν δύο προσπάθειες με κάθε χέρι. Μεταξύ των προσπαθειών για δεξί και αριστερό χέρι μεσολάβησε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων. Η μέση δύναμη για δεξί και αριστερό χέρι χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση της παρούσας έρευνας. Ο βαθμός αξιοπιστίας για τη μέση δύναμη δεξιού και αριστερού χεριού ήταν, (ICC= 0,99).

Πρόγραμμα προπόνησης και δοκιμασίες εντός νερού

Προσδεμένη κολύμβηση

Οι κολυμβητές βρίσκονταν δεμένοι στη μέση με σχοινί το οποίο ήταν συνδεδεμένο με ένα δυναμόμετρο το οποίο βρισκόταν προσαρμοσμένο στη χειρολαβή του υπτίου στο βαθύρα εκκίνησης. Η δύναμη έλξης στο νερό καταγράφηκε με πιεζοηλεκτρικό δυναμόμετρο (Musclelad, Ergotest 4000, Norway) συνδεδεμένο με μετατροπέα σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας προσδεμένης κολύμβησης (ICC= 0,95). Για την προσδεμένη κολύμβηση υπολογίστηκε ο δείκτης κόπωσης ως η ποσοστιαία μεταβολή μέγιστης και ελάχιστης δύναμης (Εξίσωση 4).

$$\text{Εξίσωση 4: } \Delta K = \left(\frac{\text{Μέγιστη} - \text{Ελάχιστη}}{\text{Μέγιστη}} \right) \times 100$$

Όπου ΔK : δείκτης κόπωσης.

Πέντε λεπτά μετά από την ολοκλήρωση της μέγιστης προσπάθειας 10 s προσδεμένης κολύμβησης, οι κολυμβητές πραγματοποίησαν τέσσερις μέγιστες

επανάληψεις 50-m ελεύθερο (4X50-m) με έναρξη κάθε δύο λεπτά (Toubekis et al., 2005). Κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο υπολογίστηκε ο δείκτης μείωσης της απόδοσης. Ο δείκτης μείωσης της απόδοσης υπολογίστηκε από τη διαφορά της μέσης απόδοσης και της καλύτερης απόδοσης που είχαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια των 4X50-m (Εξίσωση 5; Oliver, 2009).

$$\text{Εξίσωση 5: } \Delta A = \left(\frac{\text{Μέση} - \text{Καλύτερη}}{\text{Καλύτερη}} \right) \times 100$$

Όπου ΔΑ: δείκτης απόδοσης.

Πέντε λεπτά αργότερα πραγματοποιήθηκε μία προσπάθεια 100-m ελεύθερο με μέγιστη ένταση (Σχήμα 3.3). Ο χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 4X50-m και των 100-m καταγράφηκε με χρονόμετρο χειρός (CASIO HS-80 tw digital professional).

Συλλογή δεδομένων κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών

Η συγκέντρωση γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, και ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας κατεγράφησαν πριν και αμέσως μετά το πρόγραμμα εκτός νερού, πριν και μετά από την προθέρμανση και μετά από την προσπάθεια 10 s προσδεμένης κολύμβησης. Επιπλέον αιμοληψίες για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού πραγματοποιήθηκαν μετά την τέταρτη προσπάθεια 50-m και μετά από την προσπάθεια 100-m. Ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας κατεγράφη μετά από κάθε επανάληψη 50-m και 100-m. Η καρδιακή συχνότητα κατεγράφη συνεχώς στη διάρκεια των μετρήσεων. Η κορυφαία τιμή της καρδιακής συχνότητας μετά από κάθε προσπάθεια 50 και 100-m χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση.

Η συχνότητα χεριάς (ΣΧ) υπολογίστηκε από τη χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης τριών κύκλων χεριών κατά τη διάρκεια της κολύμβησης. Ο χρόνος καταγράφηκε με χρονόμετρο χειρός από έμπειρο χρονομέτρη (CASIO HS-80 tw digital professional).

Το μήκος χεριάς (ΜΧ) υπολογίστηκε από το πηλίκο της κολυμβητικής ταχύτητας (Τ) με τη ΣΧ σύμφωνα με την Εξίσωση 6:

$$\text{Εξίσωση 6: } MX = \left(\frac{T}{\Sigma X} \right)$$

Ο δείκτης αποτελεσματικότητας (ΔΑ) υπολογίστηκε από το γινόμενο του μήκους χεριάς με τη ταχύτητα κολύμβησης για κάθε επανάληψη των 50 και 100-m ελεύθερο (Barbosa et al., 2010). Η μέση τιμή για κάθε επανάληψη των 50, και 100-m χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική επεξεργασία.

Για τον υπολογισμό της προωθητικής αποτελεσματικότητας (ηF) ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα: α) υπολογίστηκε η απόσταση μεταξύ των ανατομικών σημείων, από το ακρώμιο μέχρι τον αγκώνα και του πήχη, και έπειτα, τοποθετήθηκαν σημάδια στους κολυμβητές στο ακρώμιο, στον έξω επικόνδυλο και στη ραχιαία επιφάνεια του κέντρου της παλάμης, β) χρησιμοποιήθηκε βιντεοκάμερα (GoPro HERO7 white, 1920x1440, Munich, Germany, 50 frames per second), με σκοπό την αποτύπωση της γωνίας του χεριού στο νερό κατά τη φάση

της ώθησης. Συγκεκριμένα, η κάμερα, τοποθετήθηκε 0.5-0.9 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του νερού μπροστά από τον κολυμβητή κατά τη διάρκεια κολύμβησης, γ) ο υπολογισμός της γωνίας μεταξύ του πήχη – βραχίονα καθώς και των αποστάσεων υπολογίστηκε με το πρόγραμμα Kinevea (0.7.10, Spain). Για τον υπολογισμό αναλύθηκαν δύο διαδοχικές γωνίες για αριστερό και δεξί χέρι και χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση η μέση τιμή από τις γωνίες αυτές. Στη συνέχεια, δ) η προωθητική αποτελεσματικότητα υπολογίστηκε από τον τρόπο εκτίμησης, ο οποίος προτάθηκε από τους Martin και συνεργάτες, (1981). Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι το χέρι του κολυμβητή είναι ένα άκαμπτο τμήμα του μήκους του (l : length), και περιστρέφεται γύρω από τον ώμο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (ω) σύμφωνα με την Εξίσωση 7.

$$\text{Εξίσωση 7: } \omega = 2\pi \times (SF)$$

Όπου $\pi = 3,14$ και SF = συχνότητα χεριάς.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η Zamparo, (2005), βασιζόμενη στο θεωρητικό μοντέλο των Martin και συνεργατών, (1981), πρότεινε ότι η μέση αποτελεσματικότητα υπολογίζεται μόνο για την υποβρύχια φάση του χεριού από 0 σε 180°. Με αυτό το απλοποιημένο μοντέλο η προωθητική αποτελεσματικότητα (ηF) εξαρτάται από την αναλογία μεταξύ της κολυμβητικής ταχύτητας και της συχνότητας χεριάς (SF) και υπολογίστηκε με την Εξίσωση 8:

$$\text{Εξίσωση 8: } \eta F = \left(\frac{v \times 0.9}{2\pi \times SF \times l} \right) \times (2/\pi)$$

Όπου v είναι η μέση ταχύτητα των κολυμβητών (πολλαπλασιάζοντάς την με το 0.9, διότι λήφθηκε υπόψη ότι στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης περίπου το 10% της συνολικής προώθησης παράγεται από τα πόδια), όπου SF είναι η συχνότητα περιστροφής των χεριών και ο όπου l είναι η μέση απόσταση του ώμου από την παλάμη.

Για τον υπολογισμό του l ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα: α) υπολογισμός της γωνίας σε μοίρες, β) μετατροπή της γωνίας από μοίρες σε rad, πολλαπλασιάζοντάς την με μία σταθερά: 0,0174533. Εν συνεχεία, το μήκος της υποτεινουσας του τριγώνου που σχηματίζεται με κορυφές την παλάμη, τον ώμο και τον αγκώνα υπολογίστηκε σύμφωνα με την Εξίσωση 9.

$$\text{Εξίσωση 9: } l = \sqrt{l_{arm}^2 + l_{forearm}^2 - 2 \cdot l_{arm} \cdot l_{forearm} \cdot \cos a}$$

Όπου l_{arm} , είναι το μήκος από το ακρώμιο μέχρι τον αγκώνα, $l_{forearm}$, είναι το μήκος από τον αγκώνα μέχρι το κέντρο της παλάμης και $\cos a$, είναι το συνημίτονο της γωνίας σε μέτρα κατά την στιγμή της έσω σάρωσης του χεριού. Κατά την έσω σάρωση του χεριού οι ώμοι των κολυμβητών ήταν στην ίδια ευθεία μεταξύ τους. Ο δείκτης αξιοπιστίας (ICC) για την εύρεση της μέσης γωνίας για δεξί και αριστερό χέρι ήταν 0,95.

3.3.5 Όργανα μέτρησης

Στις διαδικασίες της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα μέτρησης:

Lactate Scout+ (Leipzig Germany): Χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Μια σταγόνα αίματος εφαρμόζεται στη ταινία και 10 δευτερόλεπτα αργότερα η συγκέντρωση του γαλακτικού εμφανίζεται στον αναλυτή.

Polar Electro S610i (Finland): Χρησιμοποιήθηκε για την τηλεμετρική καταγραφή της καρδιακής συχνότητας των κολυμβητών. Ο πομπός τοποθετήθηκε στο στήθος του κολυμβητή και με ένα ειδικό δέκτη τοποθετημένο στο χέρι του κολυμβητή καταγράφηκε η καρδιακή συχνότητα σε όλη τη διάρκεια των δοκιμασιών.

MuscleLab, Ergotest 4000, (Norway): Χρησιμοποιήθηκε στην προσπάθεια προσδεμένης κολύμβησης και κατά την ισομετρική αξιολόγηση της δύναμης των μυών του ώμου εκτός νερού. Η δύναμη έλξης στο νερό καταγράφηκε με πιεζοηλεκτρικό δυναμόμετρο προσαρμοσμένο στο βαθύρα εκκίνησης και συνδεδεμένο με μετατροπέα σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας. Η ισομετρική σύσπαση των μυών του ώμου εξετάστηκε εκτός νερού με τους κολυμβητές να βρίσκονται σε πρηνή θέση. Η δύναμη καταγράφηκε με πιεζοηλεκτρικό δυναμόμετρο προσαρμοσμένο στην χειρολαβή και συνδεδεμένο με μετατροπέα σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.

Χειροδυναμόμετρο (Takei Hand Grip-D dynamometer, Japan): Χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των μυών του καρπού κατά τις κύριες πειραματικές συνθήκες πριν, μετά τα προγράμματα δύναμης και μετά το πέρας της προπόνησης στο νερό.

Βιντεοκάμερα (GoPro HERO7 white, 1920x1440, Munich, Germany, 50 frames per second): Χρησιμοποιήθηκε για την υποβρύχια βιντεοσκόπηση των κινήσεων.

3.4. Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα αναγράφονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση και η στατιστική επεξεργασία έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS v.23, (U.S.A.). Για τον έλεγχο της ισότητας των διασπορών μεταξύ των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος της σφαιρικότητας Maucly's Test of Sphericity. Σε περιπτώσεις που παραβιάστηκε η προϋπόθεση της σφαιρικότητας πραγματοποιήθηκε διόρθωση με Greenhouse Geisser. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε δυο παράγοντες (3 συνθήκες X επαναλαμβανόμενες μετρήσεις). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών. Ο συντελεστής η^2 χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του μεγέθους επίδρασης σε κάθε εξαρτημένη μεταβλητή της μελέτης. Όπου $\eta^2 \leq 0.01$, μικρό μέγεθος επίδρασης, ≤ 0.06 , μέτριο μέγεθος επίδρασης και όπου ≥ 0.14 , μεγάλο μέγεθος επίδρασης. Εξαρτημένες μεταβλητές της μελέτης ήταν η συγκέντρωση γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, η δύναμη των μυών του καρπού, η δύναμη έλξης εντός νερού, η

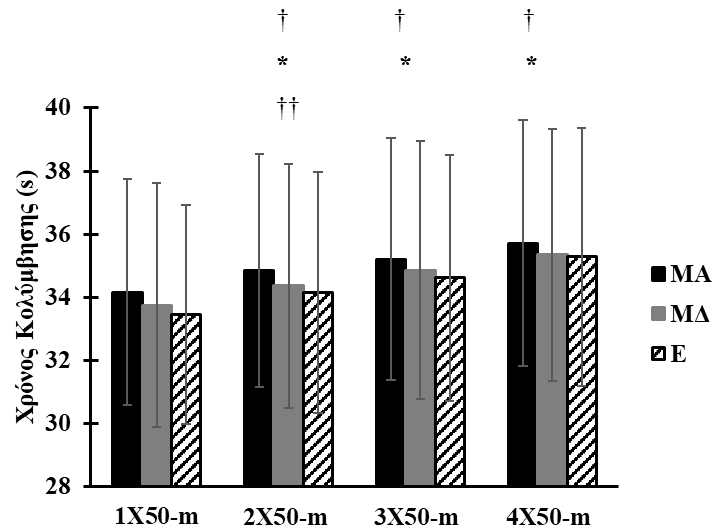
συχνότητα χεριάς, το μήκος χεριάς, ο δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς, και η προωθητική αποτελεσματικότητα. Ο βαθμός αξιοπιστίας των μετρήσεων ελέγχθηκε με το συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient, ICC).

3.5. Αποτελέσματα πρώτης μελέτης

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα ευρήματα της μελέτης για την άμεση επίδραση της προπόνησης ΜΑ, ΜΔ ή συνθήκης Ε στην απόδοση και τις φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την προπόνηση κολύμβησης.

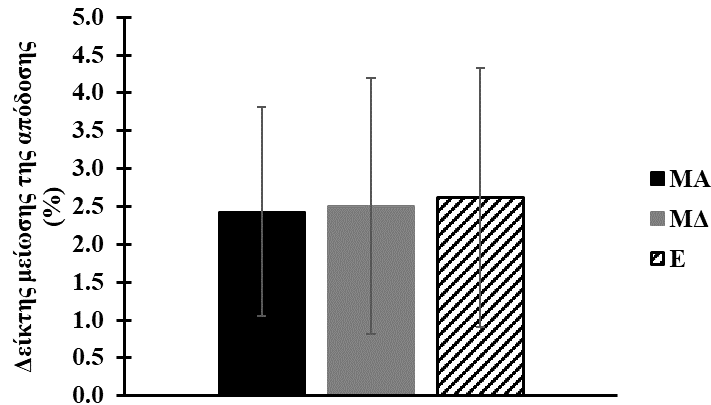
3.5.1. Απόδοση κατά τη διάρκεια των 4X50-m

Η απόδοση των κολυμβητών ήταν μειωμένη στη συνθήκη ΜΑ συγκριτικά με την Ε ($1,73 \pm 2,74\%$; $F_{(2,52)}=6,08$, $\eta^2=0,19$, $p=0,01$), ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ ΜΔ με ΜΑ ή/και Ε ($p>0,05$; Σχήμα 3.4). Η απόδοση των κολυμβητών μειώθηκε από την πρώτη στην τέταρτη επανάληψη σε όλες τις συνθήκες ($F_{(3,78)}=130,51$, $\eta^2=0,83$, $p=0,01$; Σχήμα 3.4), ενώ παρατηρήθηκε μειωμένη απόδοση $1,41 \pm 2,60\%$ μεταξύ ΜΑ και ΜΔ, μόνο στη δεύτερη επανάληψη των 50-m ελεύθερο, ($34,84 \pm 0,71$ s vs. $34,36 \pm 0,74$ s, $p=0,01$; Σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4. Μέσος χρόνος ανά επανάληψη 50-m ελεύθερο για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε). *, σημαντική διαφορά συγκριτικά με πρώτη επανάληψη 50-m ελεύθερο, †, σημαντική διαφορά μεταξύ ΜΑ και Ε για δεύτερη (2X50-m), τρίτη (3X50-m), και τέταρτη επανάληψη (4X50-m) 50-m ελεύθερο, ††, σημαντική διαφορά μεταξύ ΜΑ και ΜΔ για δεύτερη επανάληψη (2X50-m) 50-m ελεύθερο, $p<0,01$.

Ο δείκτης μείωσης της απόδοσης ήταν παρόμοιος μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε κατά τη διάρκεια των 4X50-m ($F_{(2,52)}=0,12$, $\eta^2=0,00$, $p=0,88$; Σχήμα 3.5).



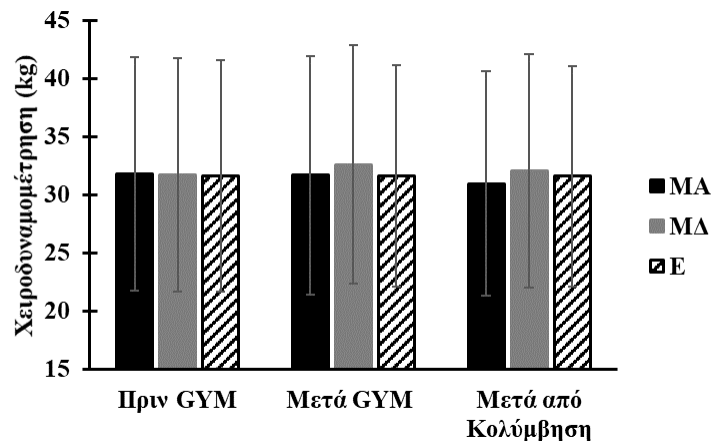
Σχήμα 3.5. Ο δείκτης μείωσης της απόδοσης μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MAΔ) και ελέγχου (E) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m).

3.5.2. Απόδοση στα 100 μέτρων ελεύθερο

Οι κολυμβητές πέτυχαν παρόμοια επίδοση κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών MA ($75,41 \pm 6,48$ s), MAΔ ($74,93 \pm 6,13$ s), και E ($75,16 \pm 5,90$ s; $F_{(2,52)}=1,09$, $\eta^2=0,04$, $p=0,34$).

3.5.3. Μεταβολή της δύναμης εκτός και εντός νερού

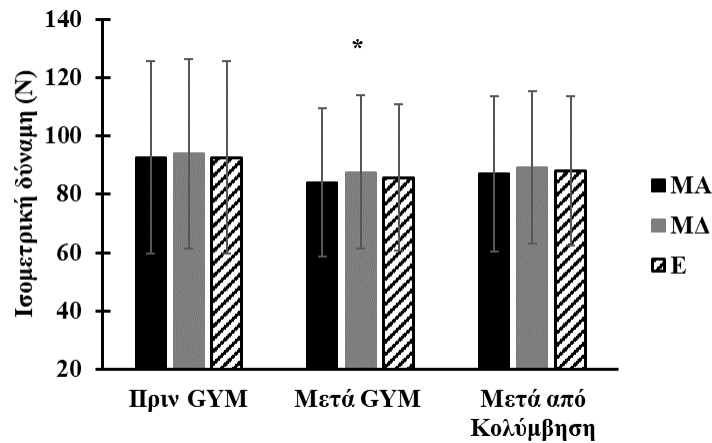
Χειροδυναμομέτρηση: Η ισομετρική δύναμη χειρολαβής η οποία μετρήθηκε εκτός νερού με χειροδυναμομέτρηση ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=1,81$, $\eta^2=0,07$, $p=0,17$), και μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης σε όλες τις συνθήκες ($F_{(2,52)}=1,31$, $\eta^2=0,05$, $p=0,28$; Σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6. Μεταβολή της δύναμης χειρολαβής, η οποία μετρήθηκε σε τρεις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), και μετά από την προπόνηση κολύμβησης, για τη συνθήκη μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MAΔ), και ελέγχου (E). †, μεταξύ των συνθηκών, $p < 0,05$, *, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, $p < 0,05$.

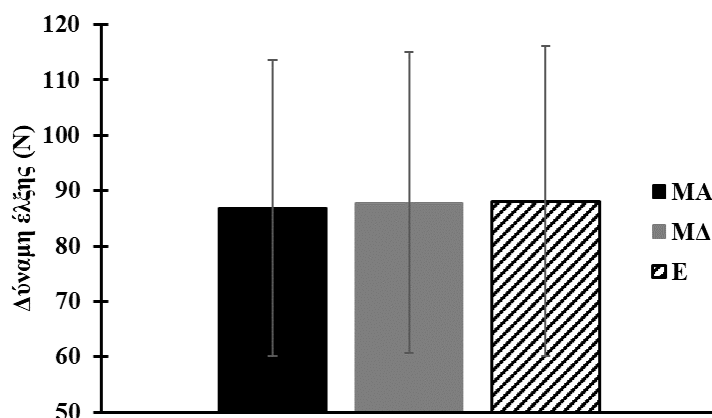
Ισομετρική δύναμη μυών του ώμου: Η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου δεν differed μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=2,42$, $\eta^2=0,09$, $p=0,09$). Η ισομετρική

δύναμη των μυών του ώμου μειώθηκε σημαντικά και για τις τρεις συνθήκες αμέσως μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού ($F_{(2,52)}=6,52$, $\eta^2=0,20$, $p=0,01$; Σχήμα 3.7).



Σχήμα 3.7. Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου, η οποία μετρήθηκε σε τρεις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), και μετά από την προπόνηση κολύμβησης, για τη συνθήκη μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ), και ελέγχου (Ε). *, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, $p<0,05$.

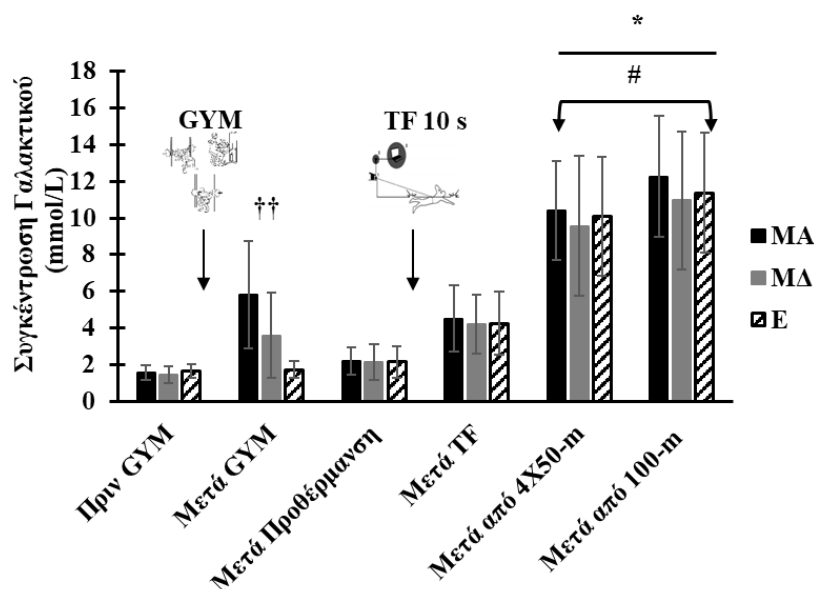
Δύναμη έλξης κατά την προσδεμένη κολύμβηση: Η δύναμη έλξης στο νερό ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=0,52$, $\eta^2=0,02$, $p=0,59$; Σχήμα 3.8). Επιπρόσθετα, ο δείκτης κόπωσης που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια της προσδεμένης κολύμβησης 10 s ήταν παρόμοιος ($F_{(2,52)}=0,24$, $\eta^2=0,01$, $p=0,78$) μεταξύ των ΜΑ ($34,25\pm24,42\%$), ΜΔ ($35,85\pm22,85\%$), και Ε ($37,46\pm22,31\%$).



Σχήμα 3.8. Σύγκριση της δύναμης έλξης στο νερό κατά την προσδεμένη κολύμβηση 10 s, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε).

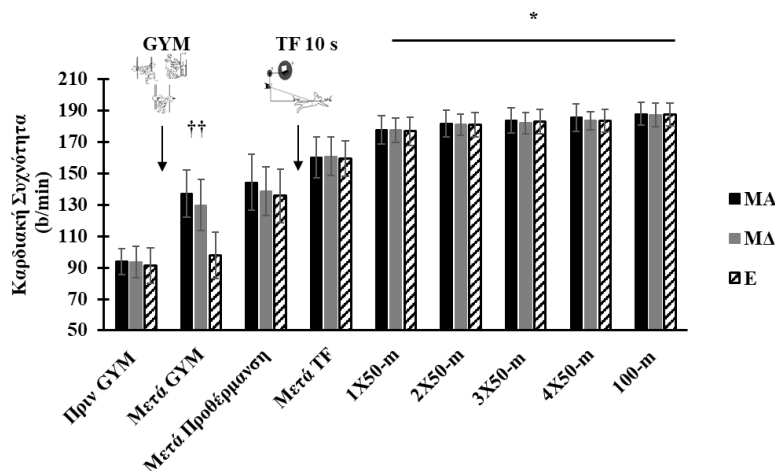
3.5.4. Φυσιολογικές αποκρίσεις στις πειραματικές συνθήκες

Συγκέντρωση γαλακτικού: Η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν αυξημένη στις πειραματικές συνθήκες (ΜΑ και ΜΔ) συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου (Ε; $F_{(2,52)}=8,87$, $\eta^2=0,25$, $p=0,01$). Η συγκέντρωση γαλακτικού πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά την προθέρμανση, μετά από τα 4X50-m και μετά τα 100-m ελεύθερο ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών ($p>0,05$). Η συγκέντρωση γαλακτικού μετά τα 4X50-m και 100-m αυξήθηκε σημαντικά συγκριτικά με τις υπόλοιπες χρονικές στιγμές μέτρησης και στις τρεις συνθήκες ($F_{(5,135)}=210,59$, $\eta^2=0,89$, $p=0,01$), ενώ παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού στη συνθήκη ΜΑ συγκριτικά με ΜΔ ($23,2\pm 71,0\%$) και Ε ($62,5\pm 21,0\%$) μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM; $F_{(10,260)}=9,35$, $\eta^2=0,26$, $p=0,01$; Σχήμα 3.9).



Σχήμα 3.9. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών (ΜΑ, ΜΔ) και της συνθήκης ελέγχου (Ε), Πριν GYM: πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, Μετά GYM: μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, μετά TF: μετά από την προσδεμένη κολύμβηση, μετά από 4X50-m.: μετά από τέσσερις επαναλήψεις πενήντα μέτρων ελεύθερο, μετά από 100-m: μετά από 100 μέτρα ελεύθερο. *, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης σε όλες τις συνθήκες, $p<0,05$, #, συγκριτικά με τις χρονικές στιγμές μέτρησης πριν από 4X50-m. σε όλες τις συνθήκες, $p<0,05$, †, μεταξύ των συνθηκών, $p<0,05$.

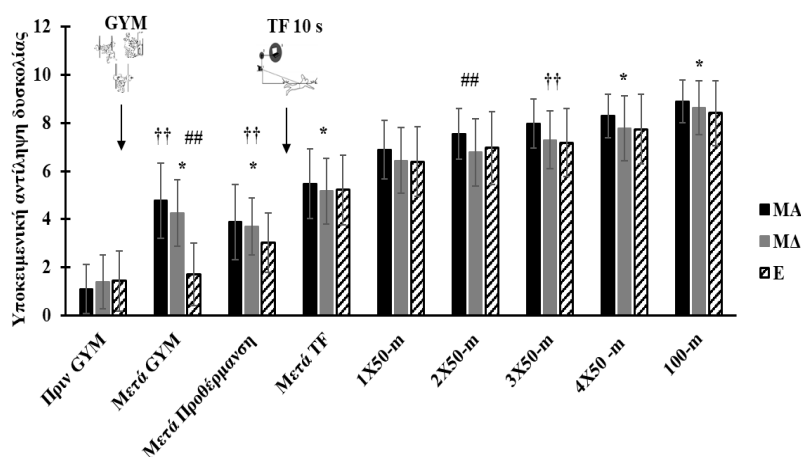
Καρδιακή συχνότητα: Παρατηρήθηκε υψηλότερη καρδιακή συχνότητα στις συνθήκες ΜΑ, ΜΔ, συγκριτικά με Ε ($F_{(2,52)}=16,96$, $\eta^2=0,39$, $p=0,01$). Η καρδιακή συχνότητα ήταν παρόμοια πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά από την προθέρμανση, μετά την προσδεμένη κολύμβηση (Μετά TF), και μετά από κάθε επανάληψη 50-m και 100-m ελεύθερο ($p>0,05$). Παρατηρήθηκε αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια των επαναλήψεων 50-m (4X50-m) και μετά τα 100-m. ελεύθερο συγκριτικά με τις τιμές πριν από TF σε όλες τις συνθήκες ($F_{(2,52)}=625,15$, $\eta^2=0,96$, $p=0,01$; Σχήμα 3.10).



Σχήμα 3.10. Μεταβολή της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών (MA, MD) και της συνθήκης ελέγχου (E), Πριν GYM: πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, Μετά GYM: μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, μετά TF: μετά από την προσδεμένη κολύμβηση, μετά από κάθε επανάληψη 50-m και μετά από 100-m ελεύθερο. *, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης σε όλες τις συνθήκες, $p < 0,05$, ††, μεταξύ των συνθηκών, $p < 0,05$.

3.5.5. Μεταβολές του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας

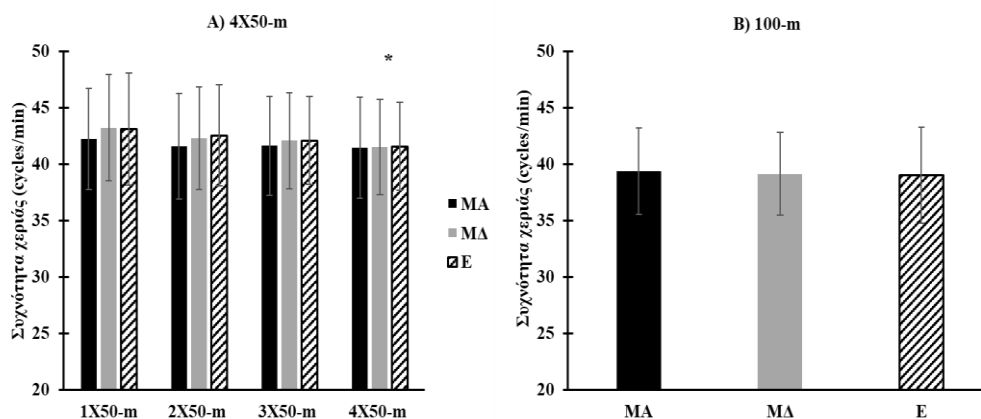
Δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας: Η υποκειμενική αντίληψη δυσκολίας διέφερε μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=12,48$, $\eta^2=0,32$, $p=0,01$). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε υψηλότερη υποκειμενική αντίληψη δυσκολίας στην MA συγκριτικά με MD και E, αλλά και μεταξύ της MD και E ($F_{(16,416)}=13,73$, $\eta^2=0,35$, $p=0,01$). Στη διάρκεια των χρονικών στιγμών μέτρησης, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά από την προθέρμανση, μετά από την προσδεμένη κολύμβηση (Μετά TF), μετά από τη τέταρτη επανάληψη 50-m (4X50-m), και μετά τα 100-m. ελεύθερο, συγκριτικά με τις υπόλοιπες χρονικές στιγμές μέτρησης σε όλες τις συνθήκες ($F_{(8,208)}=244,78$, $\eta^2=0,90$, $p=0,01$; Σχήμα 3.11).



Σχήμα 3.11. Μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών (MA, MΔ) και της συνθήκης ελέγχου (E), Πριν GYM: πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, Μετά GYM: μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, Μετά TF: μετά από την προσδεμένη κολύμβηση, μετά από κάθε επανάληψη 50-m και μετά από 100-m ελεύθερο. *, μεταξύ των επαναλήψεων μέτρησης σε όλες τις συνθήκες, $p < 0,05$, ††, μεταξύ των συνθηκών MA με E, $p < 0,05$. ##, μεταξύ των συνθηκών MΔ και E, $p < 0,05$.

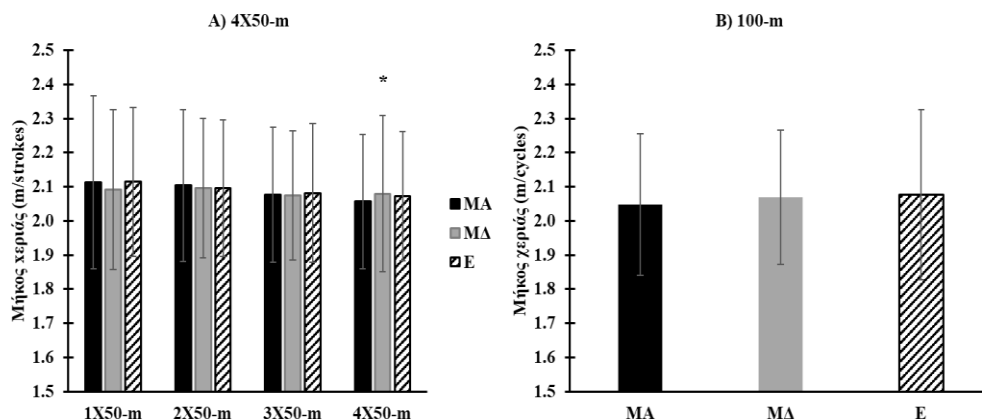
3.5.6. Τεχνικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης

Συχνότητα χεριάς: Η συχνότητα χεριάς που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m, παρέμεινε αμετάβλητη μεταξύ των συνθηκών MA, MΔ και E ($F_{(2,52)}=1,41$, $\eta^2=0,05$, $p=0,25$; Σχήμα 3.12). Η συχνότητα χεριάς μειώθηκε στη τελευταία επανάληψη των 50-m ελεύθερο συγκριτικά με την πρώτη σε όλες τις συνθήκες ($F_{(3,78)}=9,62$, $\eta^2=0,27$, $p=0,01$; Σχήμα 3.12). Αναφορικά με τα 100-m ελεύθερο, η συχνότητα χεριάς ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=0,31$, $\eta^2=0,02$, $p=0,31$; Σχήμα 3.12).



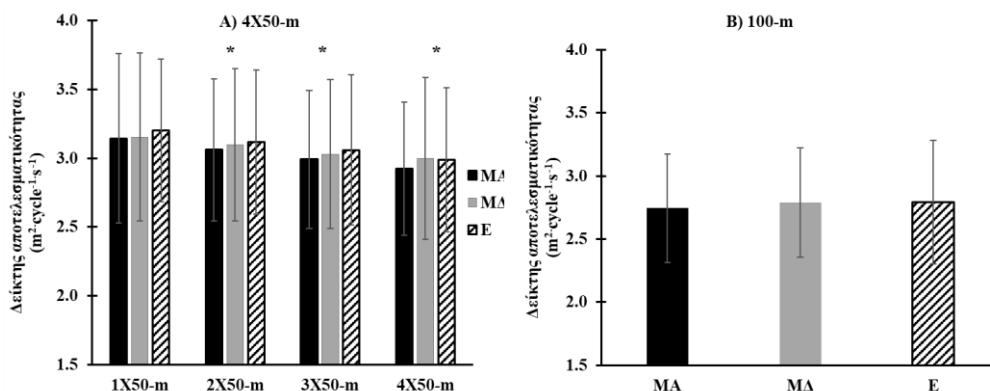
Σχήμα 3.12. Σύγκριση της συχνότητας χεριάς που υπολογίστηκε, (Α) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), και (Β) από τα 100-m. ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ) και ελέγχου (E). *, μεταξύ των επαναλήψεων, $p < 0,05$.

Μήκος χεριάς: Το μήκος χεριάς που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m παρέμεινε αμετάβλητο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης MA, MΔ και E ($F_{(2,52)}=0,06$, $\eta^2=0,00$, $p=0,95$; Σχήμα 3.13). Το μήκος χεριάς μειώθηκε στην τελευταία επανάληψη των 50-m ελεύθερο συγκριτικά με την πρώτη σε όλες τις συνθήκες ($F_{(3,78)}=3,88$, $\eta^2=0,13$, $p=0,01$; Σχήμα 3.13). Αναφορικά με τα 100-m ελεύθερο, το μήκος χεριάς ήταν παρόμοιο μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=0,59$, $\eta^2=0,02$, $p=0,56$; Σχήμα 3.13).



Σχήμα 3.13. Σύγκριση του μήκους χεριάς που υπολογίστηκε, (Α) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), και (Β) από τα 100-m. ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε). *, μεταξύ των επαναλήψεων, $p < 0,05$.

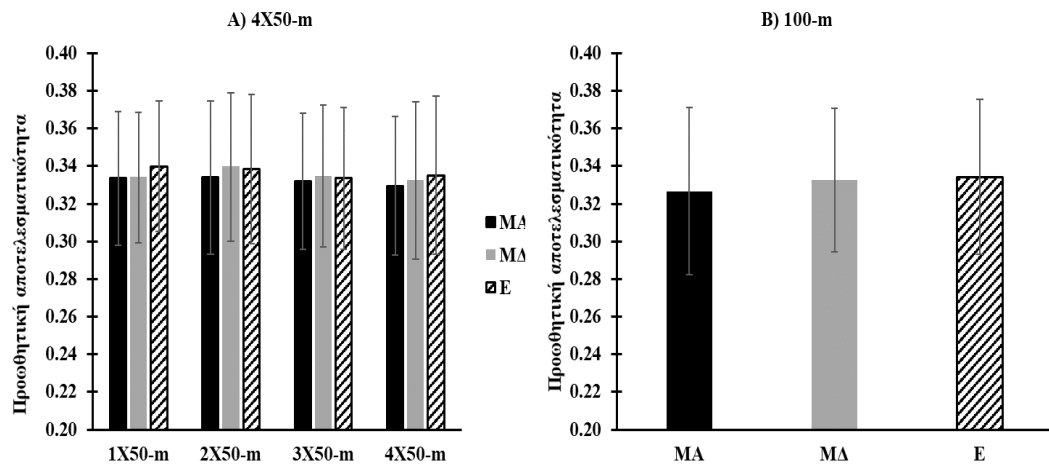
Δείκτης αποτελεσματικότητας: Ο δείκτης αποτελεσματικότητας που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m παρέμεινε αμετάβλητος μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,52)}=1,75$, $\eta^2=0,06$, $p=0,18$; Σχήμα 3.14). Ο δείκτης αποτελεσματικότητας μειώθηκε σε κάθε επανάληψη των 50-m ελεύθερο συγκριτικά με την πρώτη σε όλες τις συνθήκες ($F_{(3,78)}=35,99$, $\eta^2=0,58$, $p=0,01$; Σχήμα 3.14). Αναφορικά με τα 100-m ελεύθερο ο δείκτης αποτελεσματικότητας ήταν παρόμοιος μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=0,67$, $\eta^2=0,03$, $p=0,67$; Σχήμα 3.14).



Σχήμα 3.14. Σύγκριση του μέσου δείκτη αποτελεσματικότητας που υπολογίστηκε, (Α) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m.), και (Β) από τα 100-m ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε). *, μεταξύ των επαναλήψεων, $p < 0,05$.

Προωθητική αποτελεσματικότητα: Η προωθητική αποτελεσματικότητα που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m παρέμεινε αμετάβλητη μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,52)}=0,82$, $\eta^2=0,03$, $p=0,45$; Σχήμα 3.15). Η προωθητική αποτελεσματικότητα παρέμεινε αμετάβλητη κατά την πρώτη στην τελευταία επανάληψη 50-m, σε όλες τις συνθήκες ($F_{(3,78)}=1,69$, $\eta^2=0,06$, $p=0,17$; Σχήμα 3.15). Αναφορικά με τα 100-m ελεύθερο, η προωθητική αποτελεσματικότητα ήταν παρόμοια μεταξύ των συνθηκών ($F_{(2,52)}=0,73$, $\eta^2=0,02$, $p=0,48$; Σχήμα 3.15).

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*



Σχήμα 3.15. Σύγκριση της μέσης προωθητικής αποτελεσματικότητας που υπολογίστηκε, (Α) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), και (Β) από τα 100-m ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε).

3.6. Συζήτηση πρώτης μελέτης

Στη παρούσα μελέτη εξετάστηκε η άμεση επίδραση της προπόνησης ΜΑ, και ΜΔ, και Ε σε παραμέτρους απόδοσης, σε φυσιολογικές, και τεχνικές παραμέτρους στην προπόνηση μέγιστης έντασης κολύμβησης που πραγματοποιήθηκε 20 λεπτά αργότερα. Τα κύρια ευρήματα της μελέτης, αναφορικά με τις μεταβλητές απόδοσης ήταν τα εξής: α) η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ μείωσε την απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια του προπονητικού σετ, τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), συγκριτικά με τη συνθήκη ΜΔ και ελέγχου (Ε) β) τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ μείωσαν την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, αμέσως μετά την εφαρμογή τους, συγκριτικά με Ε, ενώ δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές για την ισομετρική δύναμη χειρολαβής ή της δύναμης έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης. Αναφορικά με τις φυσιολογικές παραμέτρους και τα δύο προγράμματα ΜΑ και ΜΔ, αύξησαν τη συγκέντρωση γαλακτικού αμέσως μετά την εφαρμογή τους, ενώ μετά την εφαρμογή ΜΑ η συγκέντρωση γαλακτικού αυξήθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με ΜΔ και Ε, κατά τη διάρκεια των 4X50-m και 100-m. Επιπλέον, η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε αμέσως μετά την εφαρμογή προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με Ε, ενώ παρατηρήθηκε παρόμοια καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια της προπόνησης μέγιστης έντασης που ακολούθησε. Επιπρόσθετα, σε όλες τις συνθήκες ΜΑ, ΜΔ, και Ε μειώθηκε η συχνότητα, το μήκος, και ο δείκτης αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο.

3.6.1. Απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης

Στην παρούσα μελέτη το πρόγραμμα ΜΑ μείωσε την απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια του προπονητικού προγράμματος μέγιστης έντασης 4X50-m, συγκριτικά με ΜΔ και Ε. Πρόσφατα, παρατηρήθηκε μείωση του κατακόρυφου άλματος σε καλά προπονημένους αθλητές 15 s αμέσως μετά την εφαρμογή προγράμματος ΜΑ (Fonseca et al., 2020). Ωστόσο, σε αθλητές υδατοσφαίρισης, 20 λεπτά μετά την εφαρμογή προγράμματος ΜΑ παρατηρήθηκε βελτίωση της απόδοσης συγκριτικά με ΜΔ κατά τη διάρκεια οκτώ επαναλήψεων 25-m ελεύθερο (Dalamatros, et al., 2021). Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η άμεση επίδραση ενός προγράμματος ΜΑ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Είναι πιθανό οι κολυμβητές μετά από ένα πρόγραμμα ΜΑ να χρειάζονται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης (Fonseca et al., 2020). Στο σημείο αυτό οφείλουμε να επιβεβαιώσουμε την ερευνητική υπόθεση ότι το πρόγραμμα ΜΑ θα μειώσει την απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου. Αντίθετα, ένα πρόγραμμα ΜΔ δεν μείωσε την απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια 4X50-m.

Τα ευρήματα αυτά φαίνεται να συμφωνούν με μία πρόσφατη μελέτη στην οποία τα χαρακτηριστικά της προπόνησης στο νερό ήταν διαφορετικά (προπόνηση αντοχής με σταθερή ένταση) και οι συμμετέχοντες ήταν άνδρες κολυμβητές (Arsoniadis et al., 2020). Ωστόσο, όταν ακολουθεί ένα προπονητικό σετ μέγιστης έντασης φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα ΜΔ μειώνει την απόδοση σε αθλητές

υδατοσφαίρισης (Dalamatros et al., 2021). Αυτό έχει επιβεβαιωθεί, σε προγενέστερη μελέτη, στην οποία παρατήρησαν 17,5% μείωση του χρόνου εμφάνισης της κόπωσης σε δοκιμασία ποδηλάτησης υπομέγιστης (50% VO_2max) και μέγιστης έντασης (100% VO_2max ; Garay et al., 2013). Τα χαρακτηριστικά του προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης είναι δυνατό να επηρεάσουν την απόδοση των αθλητών σε δοκιμασία μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά, και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν από τους προπονητές (Fyfe et al., 2014).

Εκτός από το προπονητικό σετ, που πραγματοποιήσαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης, η απόδοση τους αξιολογήθηκε και μέσο παραμέτρων δύναμης εκτός (ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου και καρπού) και εντός νερού (δύναμη έλξης κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης 10 s με μέγιστη ένταση). Αναφορικά με την αξιολόγηση της δύναμης εκτός νερού, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου μειώθηκε για τις συνθήκες MA και MΔ, συγκριτικά με E. Αυτό επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες, στις οποίες έχει παρατηρηθεί μείωση της μέγιστης δύναμης και ισχύος κατά τις ασκήσεις πιέσεις στήθους και εκτάσεις ποδιών (Fonseca et al., 2020; Walker et al., 2012; Jones et al., 2016). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί ότι προγράμματα MA και MΔ μειώνουν την δύναμη των άνω και κάτω άκρων (McCaulley et al., 2009), αλλά και το εύρος κίνησης στην άσκηση πιέσεις ποδιών (Walker et al., 2012). Ακόμα, προπόνηση MΔ, αυξάνει την κόπωση των αθλητών σε δοκιμασία όπως η αξιολόγηση του εύρους έκτασης του γόνατος σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Deakin, 2004). Στη συγκεκριμένη μελέτη παρατηρήθηκε ότι, το εύρος έκτασης του γόνατος φάνηκε να είναι σε μειωμένο βαθμό τρεις ώρες μετά το πέρας του προγράμματος MΔ. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί μείωση της μέγιστης εθελούσιας συστολής, αλλά και του ρυθμού ανάπτυξης της δύναμης δύο έως 48 ώρες μετά το πέρας του προγράμματος MΔ (Schumann et al., 2013; Taipale et al., 2013).

Είναι ευρέως γνωστό ότι η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης είτε με τα χαρακτηριστικά της MA ή και MΔ αυξάνουν τις ορμονικές και μεταβολικές αποκρίσεις (Kang et al., 2005; Taipale et al., 2013; Taipale et al., 2014; Jones et al., 2017). Αυτές οι ορμονικές και μεταβολικές αποκρίσεις, όπως είναι η αύξηση της κορτιζόλης και συγκέντρωσης γαλακτικού πιθανόν να οδηγούν μέσω της μεταβολής της ομοιόστασης του οργανισμού και σε νευρομυϊκή κόπωση (Jones et al., 2017; Taipale et al., 2013; 2014). Η μείωση της παραγωγής δύναμης οφείλεται επιπλέον και στην αύξηση ιόντων υδρογόνου (H^+), μεταβολικό προϊόν το οποίο ευθύνεται στην ανάπτυξη της κόπωσης και ασβεστίου (Ca^{2+}), προϊόν το οποίο αναστέλλει τα χαρακτηριστικά σύσπασης του μυός (Jones et al., 2017; Low et al., 2015; Häkkinen, 1993).

Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της δύναμης έλξης στο νερό μετά από προγράμματα MA και MΔ, συγκριτικά με E. Αυτό έχει παρατηρηθεί σε πρόσφατη μελέτη μετά από εφαρμογή του προγράμματος MΔ (Arsoniadis et al., 2020). Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες που να εξετάζουν την επίδραση αυτή μετά από πρόγραμμα MA. Η αμετάβλητη δύναμη έλξης στο νερό πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι οι κολυμβητές κατάφεραν να κινητοποιήσουν και να συγχρονίσουν ένα μεγαλύτερο αριθμό κινητικών μονάδων και νευρώνων, σε προσπάθεια μέγιστης έντασης. Έτσι λοιπόν είναι πιθανό το χρονικό διάστημα αποκατάστασης (30 λεπτά) μετά από προγράμματα MA και MΔ της παρούσας

μελέτης, να μην αύξησε σε σημαντικό βαθμό τη μεταβολική απόκριση (Kang et al., 2005; Taipale et al., 2013; Taipale et al., 2014). Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι η συγκέντρωση γαλακτικού πριν την προσπάθεια προσδεμένης κολύμβησης δεν ήταν αυξημένη. Φαίνεται ότι τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ δεν μειώνουν τη δύναμη έλξης στο νερό, σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου σε αντίθεση με την αρχική μας υπόθεση.

Συμπερασματικά, πρόγραμμα με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ μειώνει την απόδοση σε προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Παράλληλα, προγράμματα ΜΑ και ΜΔ μειώνουν την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου αμέσως μετά, πιθανόν εξαιτίας της ανάπτυξης περιφερικής και κεντρικής κόπωσης (Carroll et al., 2017).

3.6.2. Φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης

Στην παρούσα μελέτη η προπόνηση ΜΑ και ΜΔ αύξησε τη συγκέντρωση γαλακτικού και την καρδιακή συχνότητα συγκριτικά με τη συνθήκη Ε. Έχει παρατηρηθεί ότι προγράμματα με παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως ΜΑ και ΜΔ αυξάνουν τη συγκέντρωση γαλακτικού κατά 85% και 79% αντίστοιχα, σε σύγκριση με τη συνθήκη ελέγχου, στην οποία δεν πραγματοποιείται κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης (Kang et al., 2005; Taipale et al., 2014; Tesch et al., 1986). Παρόμοια, αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού κατά 54%, έχει παρατηρηθεί μετά από ένα πρόγραμμα ΜΔ, σε καλά προπονημένους κολυμβητές (Arsoniadis et al., 2020). Παρόμοιες ποσοστιαίες μεταβολές φαίνεται να προκύπτουν και για την καρδιακή συχνότητα (Kang et al., 2005). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί ότι, τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ αυξάνουν τις ορμονικές, μεταβολικές και φυσιολογικές αποκρίσεις (Fitts, 2008; Kang et al., 2005; Kraemer et al., 1998). Έτσι λοιπόν, πιθανόν να ενεργοποιούν τον αναερόβιο μεταβολισμό, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα μεταβολικά προϊόντα εντός του μυός, όπως τα ιόντα υδρογόνου (H^+), ασβεστίου (Ca^{2+}), νατρίου (Na^+), και καλίου (K^+ ; Tesch et al., 1986; Carroll et al., 2017). Αύξηση των μεταβολικών προϊόντων της άσκησης, προκαλεί διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας εντός του μυϊκού συστήματος (Cobb et al., 1996; Schumann et al., 2013; Taipale et al., 2014; Tesch et al., 1986). Η υψηλότερη μεταβολική απόκριση, που παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ, οδηγεί σε αύξηση της γλυκογονόλυσης, με αποτέλεσμα να μειώνεται το pH εντός του μυϊκού συστήματος και να διαταράσσεται η ομοιόσταση του οργανισμού (Cobb et al., 1996; Schumann et al., 2013; Taipale et al., 2014; Tesch et al., 1986). Αυτή η διαταραχή οδηγεί σε ανάπτυξη περιφερικής κόπωσης που πιθανόν να εμφανίζεται αμέσως μετά από μία συνεδρία ΜΑ και ΜΔ (Taylor et al., 2016). Αυτό, πιθανόν να ερμηνεύεται και από την μείωση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου που παρατηρήθηκε αμέσως μετά την εφαρμογή των προγραμμάτων, εξαιτίας πιθανής ανάπτυξης της νευρομυϊκής κόπωσης.

Η προπόνηση κολύμβησης η οποία και πραγματοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, ήταν με μέγιστη ένταση. Παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη συνθήκη στην οποία είχε προηγηθεί προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ, συγκριτικά με τη συνθήκη ΜΔ ή και

Ε. Πιθανόν μία συνεδρία προπόνησης ΜΑ να ενεργοποιεί τον αναερόβιο μεταβολισμό σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τη ΜΔ. Έχει παρατηρηθεί, ότι προπόνηση ΜΑ μπορεί να διατηρήσει αυξημένα τα επίπεδα της συγκέντρωσης γαλακτικού έως 40 λεπτά μετά την εφαρμογή της (Kang et al., 2005). Η εφαρμογή του προπονητικού σετ πραγματοποιήθηκε περίπου 40 λεπτά μετά την εφαρμογή του προγράμματος ΜΑ. Συνεπώς, οι κολυμβητές ξεκίνησαν να πραγματοποιούν την προπόνηση μέγιστης έντασης χωρίς να έχει αποκατασταθεί η συγκέντρωση γαλακτικού σε επίπεδα ηρεμίας. Πιθανή υψηλότερη ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού, να οδήγησε τους κολυμβητές, σε γρηγορότερη διαταραχή της ομοιόστασης του οργανισμού, μετά από ένα πρόγραμμα ΜΑ. Πιθανό, να απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης, μετά από προπόνηση ΜΑ. Ωστόσο, είναι η πρώτη μελέτη που προσπάθησε να διερευνήσει την επίδραση του προγράμματος ΜΑ σε προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά. Περισσότερες μελέτες απαιτούνται για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να επιβεβαιώσουμε την τρίτη ερευνητική μας υπόθεση, ότι προγράμματα ΜΑ και ΜΔ θα αυξήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό τη συγκέντρωση γαλακτικού συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου.

Αντίθετα, με τις διαφορές που παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση γαλακτικού μεταξύ των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, η καρδιακή συχνότητα ήταν παρόμοια αμέσως μετά την εφαρμογή τους, αλλά και κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολούθησε. Σε αντίθεση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, οι Kang και συνεργάτες, (2005), παρατήρησαν ότι πρόγραμμα ΜΑ μπορεί να αυξήσει αμέσως μετά, και να διατηρήσει την καρδιακή συχνότητα σε μεγαλύτερο βαθμό (40 λεπτά) συγκριτικά με ένα πρόγραμμα ΜΔ (20 λεπτά). Ωστόσο, στην παραπάνω μελέτη (Kang et al., 2005), το επίπεδο των συμμετεχόντων ήταν χαμηλό και αυτό μπορεί να επηρεάσει τις μεταβολές που προκαλούνται (Buitrago et al., 2012). Η απουσία μεταβολής της καρδιακής συχνότητας μπορεί να οφείλεται στα χαρακτηριστικά του προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης. Σε άλλες μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ μπορεί να αυξήσει σε μεγαλύτερο βαθμό την καρδιακή συχνότητα, συγκριτικά με τη ΜΔ (Kraemer et al., 1998; Kang et al., 2002). Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη ο όγκος προπόνησης των δύο προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης ήταν εξισωμένος μεταξύ τους. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν για να ερμηνευτεί γιατί παραμένει αμετάβλητη η καρδιακή συχνότητα, είναι τα χαρακτηριστικά του προγράμματος προπόνησης στο νερό. Στην παρούσα μελέτη η προπόνηση στο νερό, όπως και έχει αναφερθεί, ήταν μέγιστης έντασης και η υψηλή καρδιακή συχνότητα είναι αναμενόμενη (Kabasakalis et al., 2018; Toubekis et al., 2006). Ωστόσο, πιθανές διαφοροποιήσεις της καρδιακής συχνότητας να εξαρτώνται από το χρονικό διάστημα αποκατάστασης μεταξύ των επαναλήψεων, και το επίπεδο των κολυμβητών (Olbrecht et al., 1985). Κολυμβητές υψηλού επιπέδου, έχει παρατηρηθεί ότι, χρειάζονται μικρότερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης, συγκριτικά με μετρίου επιπέδου, ή μη αθλητές (Olbrecht et al., 1985). Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να απορρίψουμε την ερευνητική υπόθεση, ότι προγράμματα ΜΑ

και ΜΔ, θα αυξήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό την καρδιακή συχνότητα, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου.

Συμπερασματικά, προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ, αυξάνουν σε σημαντικό βαθμό τις μεταβολικές και φυσιολογικές αποκρίσεις αμέσως μετά την εφαρμογή τους. Διαταραχή της ομοιόστασης του οργανισμού πιθανόν να λαμβάνει χώρα αμέσως μετά την εφαρμογή του προγράμματος και οδηγεί σε εμφάνιση νευρομυϊκής κόπωσης, η οποία προκαλεί τη μείωση της απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια μέγιστης ισομετρικής δοκιμασίας. Η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας, που προκαλείται από την υψηλή συμμετοχή του αναερόβιου μεταβολισμού, αμέσως μετά την εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, να απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα αποκατάστασης ειδικά όταν ακολουθεί προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης.

3.6.3. Επίδραση των προγραμμάτων στις τεχνικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε ότι προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ και ΜΔ, μετέβαλλαν κατά παρόμοιο τρόπο με τη συνθήκη Ε, τις τεχνικές μεταβλητές κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης που ακολούθησε.

Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μείωση τη συχνότητας χεριάς των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των 4X50-m. Ειδικότερα, σε μελέτη κατά την οποία πραγματοποιήθηκε παρόμοια δοκιμασία στο νερό, η συχνότητα χεριάς μειώθηκε κατά -9%, από την πρώτη μέχρι την τελευταία επανάληψη των 50-m ελεύθερο (Aujouannet et al., 2006). Παρόμοια μείωση 11% παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια έξι επαναλήψεων 50-m ελεύθερο, σε καλά προπονημένους κολυμβητές (Buchheit, et al., 2010). Επιπρόσθετα, εκτός από τη διαλειμματικού τύπου άσκηση με μέγιστη ένταση, παρόμοια αποτελέσματα φαίνεται ότι προκύπτουν και κατά τη διάρκεια συνεχόμενης δοκιμασίας μέγιστης έντασης 400-m ελεύθερο (Lafite et al., 2004). Είναι ευρέως γνωστό ότι η μέγιστη έντασης άσκηση ενεργοποιεί τον αναερόβιο μεταβολισμό και την αναερόβια γλυκόλυση (Carrol et al., 2017). Η ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού κατά τη διάρκεια δοκιμασιών με μέγιστη ένταση, δύναται να διαταράσσει την οξεοβασική ισορροπία, και να μειώνει το pH του αίματος (Cobb et al., 1996; Schumann et al., 2013; Taipale et al., 2014; Tesch et al., 1986). Διαταραχή της ομοιόστασης, και αύξηση των μεταβολικών προϊόντων της άσκησης όπως ιόντα υδρογόνου, νατρίου και καλίου οδηγούν σε ανάπτυξη κεντρικής και περιφερικής κόπωσης (Cobb et al., 1996; Schumann et al., 2013; Taipale et al., 2014; Tesch et al., 1986; Carrol et al., 2017). Η διαταραχή αυτή πιθανόν να επηρεάζει και τον νευρομυϊκό συντονισμό των κινήσεων, και εν προκειμένω τη συχνότητα χεριάς. Συμπερασματικά, είναι πιθανόν η ανάπτυξη νευρομυϊκής κόπωσης κατά τη διάρκεια των 4X50-m, να συνδέεται και με την αδυναμία διατήρησης της συχνότητας χεριάς σε υψηλά επίπεδα. Αυτό αποτυπώνεται και από τη μείωση της απόδοσης.

Μείωση του μήκους και δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς, οφείλεται κυρίως σε αδυναμία διατήρησης της εφαρμογής δύναμης κατά τη διάρκεια μίας απόστασης με μέγιστη ένταση. Έχει παρατηρηθεί ότι οι κολυμβητές προτιμούν να

μειώνουν το μήκος χεριάς, διότι απαιτείται υψηλότερη δύναμη έλξης στο νερό ώστε να παραμείνει σταθερό (Lafite et al., 2004; Barbosa et al., 2010). Επιπλέον, κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης, απαιτείται διατήρηση ή και αύξηση της ταχύτητας, και η βιομηχανική παράμετρος, συχνότητα χεριάς είναι αυτή που θα πρέπει να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα σε ένα τέτοιο σετ προπόνησης (Barbosa et al., 2010). Επιπρόσθετα, μείωση του μήκους χεριάς αλλά και του δείκτη αποτελεσματικότητας, πιθανόν να συνδέεται στην παρούσα μελέτη και με την αύξηση των μεταβολικών και φυσιολογικών παραμέτρων. Έχει παρατηρηθεί ότι αύξηση των φυσιολογικών παραμέτρων όπως, πρόσληψη οξυγόνου και των μεταβολικών όπως συγκέντρωση γαλακτικού και ταυτόχρονη μείωση του μήκους χεριάς, συνδέεται με αύξηση του ενεργειακού κόστους (Barbosa et al., 2010). Παρόμοια ευρήματα, παρατηρούνται σε προσπάθειες μέγιστης ή και προοδευτικά αυξανόμενης ταχύτητας, αλλά και με σταθερής ταχύτητας 400-m ελεύθερο (Lafite et al., 2004; Alberty et al., 2009; Bishop et al., 2011; Ribeiro et al., 2010; Wakayoshi et al., 1995). Ωστόσο, σε καμία από αυτές τις μελέτες δεν είχε προηγηθεί προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης. Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να απορρίψουμε την τέταρτη ερευνητική μας υπόθεσή ότι προγράμματα ΜΑ και ΜΔ θα μειώσουν τις τεχνικές παραμέτρους συχνότητα, μήκους και δείκτη αποτελεσματικότητας σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου.

Όσον αφορά την προωθητική αποτελεσματικότητα, παρουσιάζει κάποιες προϋποθέσεις (εξοπλισμός) και περιορισμούς (τρόπος εκτίμησης, μέθοδος εκτίμησης; Martin et al., 1981) και για αυτούς τους λόγους είναι δύσκολο να υπολογιστεί. Υπάρχουν όμως, κάποιες μελέτες, οι οποίες φαίνεται να την εξετάζουν σε προσπάθειες μέγιστης έντασης. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση 5% της προωθητικής αποτελεσματικότητας από την πρώτη συγκριτικά με την τελευταία επανάληψη 50-m ελεύθερο (Zamparo et al., 2005). Τα αποτελέσματα αυτά εμφανίζουν διαφορετική μεταβολή, συγκριτικά με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, στην οποία παρατηρήθηκε ότι η προωθητική αποτελεσματικότητα παραμένει σταθερή μετά από προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, τόσο με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ όσο και της ΜΔ. Μεταβολές της προωθητικής αποτελεσματικότητας, πιθανόν να εξαρτώνται και από μεταβολές του μήκους και της συχνότητας χεριάς. Η αμετάβλητη προωθητική αποτελεσματικότητα, στη παρούσα μελέτη είναι πιθανό να υποδηλώνει μία διατήρηση της οικονομίας κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο. Σε συνάρτηση, με την αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού, και της μείωσης του μήκους χεριάς, και πιθανή αύξησης της ενεργειακής δαπάνης, η προωθητική αποτελεσματικότητα, προσπαθεί ανάλογα με τις μεταβολές της κίνησης του χεριού του κολυμβητή να διατηρήσει την κίνηση όσο το δυνατό πιο οικονομική. Η αμετάβλητη προωθητική αποτελεσματικότητα, σε συνδυασμό με την μη μεταβολή της καρδιακής συχνότητας, μπορεί να είναι δείκτες εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και εξισορρόπησης της ενεργειακής δαπάνης που παρατηρείται από την αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού. Επιπρόσθετα, από τις μελέτες που υπάρχουν έχει αποδειχθεί ότι όταν αυξάνεται η ένταση και η ταχύτητα των κολυμβητών (συνθήκες αγώνων) αυξάνεται και η κόπωση. Αυτό σημαίνει ότι οι κολυμβητές μετά από ένα χρονικό σημείο κατά τη διάρκεια της προσπάθειας μέγιστης έντασης ξεκινούν να γίνονται λιγότερο αποτελεσματικοί κατά την προώθηση τους στο νερό,

όπως παρατηρήθηκε από την Zamparo, (2005), αλλά και επιβεβαιώθηκε από την παρούσα μελέτη, κατά τη διάρκεια προπόνησης με μέγιστη ένταση. Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να απορρίψουμε την ερευνητική μας υπόθεσή ότι προγράμματα ΜΑ και ΜΔ θα μειώσουν την προωθητική αποτελεσματικότητα, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου.

Συμπερασματικά, δεν υπάρχει ένας ιδανικός συντονισμός κινήσεων, τον οποίο πρέπει να ακολουθήσει ο κολυμβητής κατά τη διάρκεια κολύμβησης για να παραμένει οικονομικός. Ο κολυμβητής θα πρέπει να βρει τρόπους να διατηρεί την ενεργειακή του δαπάνη σταθερή (Seifert et al., 2014). Αμετάβλητες μεταβλητές της τεχνικής, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, πιθανόν να εξηγούνται από τα χαρακτηριστικά της προπόνησης μέγιστης έντασης που πραγματοποιήθηκε μερικά λεπτά αργότερα. Ωστόσο, προγράμματα ΜΑ και ΜΔ με τα χαρακτηριστικά της παρούσας μελέτης είναι πιθανό να προκαλούν νευρομυϊκή κόπωση. Για αυτόν τον λόγο, οι κολυμβητές αναγκάζονται να μεταβάλουν τα πρότυπα κίνησής τους ώστε να διατηρήσουν την απόδοσή τους, χωρίς να αυξάνεται το ενεργειακό κόστος.

3.7. Συμπεράσματα και πρακτικές εφαρμογές από την πρώτη μελέτη

Συμπερασματικά, οι περισσότερες από τις αρχικές ερευνητικές υποθέσεις επιβεβαιώθηκαν, με εξαίρεση τις υποθέσεις για τις φυσιολογικές και τεχνικές μεταβλητές. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η προπόνηση ΜΑ, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης των κολυμβητών συγκριτικά με ΜΔ και συνθήκη ελέγχου (Ε). Επιπρόσθετα, και τα δύο προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης, μειώνουν την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου. Φαίνεται, επίσης, ότι η συγκέντρωση γαλακτικού αυξάνεται μετά από προγράμματα ΜΑ και ΜΔ, κατά παρόμοιο τρόπο, συγκριτικά με την συνθήκη ελέγχου. Σε αντίθεση με τις παραμέτρους απόδοσης και τις μεταβολικές παραμέτρους, τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ μεταβάλλουν κατά παρόμοιο τρόπο την τεχνική των κολυμβητών στο νερό, σε σύγκριση με τη συνθήκη Ε.

Προτείνεται οι προπονητές κολύμβησης, αν θέλουν να διατηρήσουν την απόδοση των κολυμβητών τους κατά τη διάρκεια προπόνησης με μέγιστη ένταση να εφαρμόζουν πρόγραμμα ΜΑ σε επόμενη ημέρα ή με μεγαλύτερο χρόνο αποκατάστασης. Μία προπόνηση ΜΔ είναι δυνατό να εκτελεστεί πριν από την προπόνηση κολύμβησης με μέγιστη ένταση. Αναφορικά με την τεχνική ικανότητα των κολυμβητών, πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι τα προγράμματα δεν μεταβάλλουν την τεχνική των κολυμβητών συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου. Συνεπώς, αν οι προπονητές δεν επιδιώκουν τη βελτίωση της απόδοσης ή τεχνικής κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης, αλλά την ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού, μπορούν να εφαρμόζουν προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ ή και ΜΔ πριν από την προπόνηση στο νερό.

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV. ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

4.1. Περίληψη δεύτερη μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση των προγραμμάτων μυϊκής αντοχής (ΜΑ), μέγιστης δύναμης (ΜΔ), στην απόδοση, σε φυσιολογικές και τεχνικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, πριν και μετά από ταυτόχρονη προπόνηση διάρκειας 6 εβδομάδων. Στη μελέτη συμμετείχαν 24 κολυμβητές (ηλικία: $16,6 \pm 2,9$ έτη), οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ισάριθμες ($n=8$) και ισοδύναμες ομάδες με βάση την επίδοση των κολυμβητών στα 100-m ελεύθερο (Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε). Τόσο η ομάδα Α-ΜΔ όσο και η ομάδα Β-ΜΑ πραγματοποίησαν προπόνηση εκτός νερού ταυτόχρονα με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, ενώ η ομάδα Γ-Ε πραγματοποίησε μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης στο νερό 2-3 φορές την εβδομάδα. Οι κολυμβητές, πριν και μετά από την περίοδο προπόνησης, έλαβαν μέρος σε τρεις πειραματικές συνθήκες, α) ΜΑ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, β) ΜΔ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, και γ) Ε, μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Σε όλες τις πειραματικές συνθήκες αξιολογήθηκε η δύναμη χειρολαβής, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, η δύναμη κατά την προσδεμένη κολύμβηση η συγκέντρωση γαλακτικού και η απόδοση σε 4X50-m και 100-m με μέγιστη ένταση. Για να εξεταστεί πιθανή εξοικείωση των κολυμβητών με την ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ ή ΜΔ και κολύμβησης μετά από την περίοδο προπόνησης, υπολογίστηκε η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε για όλες τις ομάδες και όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές στις αρχικές (Α) και τελικές μετρήσεις (Τ). Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες διαφορές για τις χρονικές στιγμές πριν έναντι μετά από την προπόνηση εκτός νερού (Α1, Τ1) καθώς και μετά από την προπόνηση εκτός νερού έναντι μετά από την προπόνηση κολύμβησης (Α2, Τ2). Η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου κολύμβησης στα 4X50-m ήταν παρόμοια μεταξύ Α και Τ μετρήσεων, για όλες τις ομάδες και μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε (Α, Α-ΜΔ: $-0,23 \pm 2,86\%$, Β-ΜΑ: $0,58 \pm 2,63\%$, Γ-Ε: $-1,71 \pm 4,14\%$, Τ, Α-ΜΔ: $0,50 \pm 2,09\%$, Β-ΜΑ: $0,69 \pm 2,03\%$, Γ-Ε: $0,33 \pm 3,36\%$, $p > 0,05$), και ΜΔ έναντι Ε (Α, Α-ΜΔ: $-0,24 \pm 2,94\%$, Β-ΜΑ: $-0,21 \pm 1,74\%$, Γ-Ε: $-0,47 \pm 2,48\%$, Τ, Α-ΜΔ: $0,76 \pm 2,22\%$, Β-ΜΑ: $1,27 \pm 2,09\%$, Γ-Ε: $0,12 \pm 1,64\%$, $p > 0,05$). Παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε ($F_{(1,21)} = 0,41$, $\eta^2 = 0,02$, $p = 0,52$), παρατηρήθηκε για όλες τις ομάδες, στα 100-m ($F_{(2,21)} = 0,24$, $\eta^2 = 0,02$, $p = 0,79$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου, για Α2 έναντι Α1 και Τ2 έναντι Τ1 για τις ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ ($p < 0,05$). Μόνο η ομάδα Α-ΜΔ, εμφάνισε υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή της συχνότητας χεριάς μεταξύ των ΜΑ έναντι Ε ($2,47 \pm 3,77\%$) και ΜΔ έναντι Ε ($1,82 \pm 4,97\%$) στις Τ μετρήσεις έναντι Α ($p < 0,05$). Ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης για έξι εβδομάδες προκαλεί παρόμοια ποσοστιαία βελτίωση της απόδοσης, συγκριτικά μόνο με την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Ωστόσο, παρατηρείται βελτίωση της δύναμης εκτός νερού, και της τεχνικής κατά την κολύμβηση, πιθανόν εξαιτίας ανάπτυξης του νευρομυϊκού συντονισμού.

4.2. Εισαγωγή δεύτερης μελέτης

Συνδυασμός προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού και προπόνησης κολύμβησης εφαρμόζεται για μεγάλες περιόδους κατά την προετοιμασία των κολυμβητών. Για παράδειγμα είναι πιθανόν να εφαρμόζεται προπόνηση ΜΔ πριν από την προπόνηση κολύμβησης μέτριας έντασης με έμφαση τη βελτίωση της αντοχής (Girolld et al., 2007; Jones et al., 2018; Strass, 1988). Παρόμοια προπόνηση εκτός νερού μπορεί να συνδυάζεται με υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση κολύμβησης (Aspenes et al., 2009; Botonis et al., 2016; Botonis et al., 2019). Επιπλέον, προπόνηση ΜΑ εκτός νερού μπορεί να ακολουθείται από χαμηλής έντασης ή και μέτριας έντασης προπόνησης αντοχής στην κολύμβηση (Amara et al., 2022; Amaro et al., 2017; Pinto et al., 2015).

Μελέτες που πραγματοποίησαν ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και μέτριας έντασης προπόνηση αντοχής, παρατήρησαν βελτίωση κατά 2 έως 4% της απόδοσης των κολυμβητών σε αποστάσεις κολύμβησης όπως τα 25 και 50-m ελεύθερο μετά από τέσσερις έως έξι εβδομάδες προπόνησης (Girolld et al., 2007; Strass, 1988). Πρόσφατα παρατηρήθηκε 3,5% βελτίωση της απόδοσης στα 100-m πεταλούδα μετά από οκτώ εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης με παρόμοιο προπονητικό φορτίο (Amara et al., 2022). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε βελτίωση της μέγιστης δύναμης των κολυμβητών από 13 έως 28%, του ρυθμού εφαρμογής δύναμης κατά 25% και της παραγωγής ισχύος κατά τη διάρκεια της στροφής κατά -3% μετά από έξι έως οκτώ εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και κολύμβησης (Strass et al., 1988; Jones et al., 201; Amara et al., 2022). Εκτός από τη βελτίωση της απόδοσης, παρατηρήθηκε και βελτίωση στις τεχνικές μεταβλητές. Συγκεκριμένα, 2% αύξηση της συχνότητας χεριάς και του μήκους χεριάς μετά από τέσσερις εβδομάδες προπόνησης ΜΔ και κολύμβησης (Girolld et al., 2007).

Ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ ή και ΜΔ και υψηλής έντασης διαλειμματική κολύμβηση βελτίωσε την απόδοση των κολυμβητών κατά 2 έως 4% στα 50 και 400-m ελεύθερο (Aspenes et al., 2009; Amaro et al. 2017; Weston et al., 2015). Αντίστοιχη βελτίωση της απόδοσης παρατηρήθηκε σε υδατοσφαιριστές και πιθανόν να οφείλεται σε βελτίωση των δεικτών αερόβιας ικανότητας, όπως της ταχύτητας που αντιστοιχεί στα 4 και 5 mmol/L γαλακτικού (Botonis et al., 2016; Botonis et al., 2019). Ακόμα, φαίνεται να παρατηρείται βελτίωση της μέγιστης δύναμης των υδατοσφαιριστών (Botonis et al., 2019). Ωστόσο, καμία από τις μελέτες αυτές δεν εξέτασε τη επίδραση που μπορεί να έχει η ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ ή και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Αντίθετα, σε πρόσφατη ανασκόπηση, αναφέρθηκε ότι ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και προπόνησης μέγιστης έντασης, μπορεί να έχει ευεργετικότερα οφέλη στην απόδοση (Vechin et al., 2021). Ωστόσο, σε καμία από τις προαναφερθείσες μελέτες δεν εξετάστηκαν πιθανές προσαρμογές στην άμεση επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ ή ΜΔ μετά από περίοδο εξειδικευμένης προπόνησης ΜΑ ή ΜΔ.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της προπόνησης ΜΑ, ΜΔ ή συνθήκης ελέγχου πριν και μετά από μία περίοδο έξι εβδομάδων ταυτόχρονης προπόνησης ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης στην απόδοση των κολυμβητών κατά την προπόνηση κολύμβησης που ακολουθεί. Για να εξεταστεί η πιθανή εξοικείωση των κολυμβητών με την προπόνηση εκτός νερού που ακολούθησαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια των έξι

εβδομάδων, υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες μεταβολές μεταξύ ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε σε όλες τις μεταβλητές απόδοσης, φυσιολογικές και τεχνικές μεταβλητές, σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Υποθέτουμε ότι κατά την επαναξιολόγηση της άμεσης επίδρασης των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, δεν θα μειωθεί η απόδοση και δεν θα αυξηθούν οι φυσιολογικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια προπόνησης μέγιστης έντασης σε σύγκριση με τις αρχικές μετρήσεις και τη συνθήκη ελέγχου. Επιπλέον, δεν θα χειροτερεύσει η τεχνική των κολυμβητών στην προπόνηση μέγιστης έντασης που ακολουθεί, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις και τη συνθήκη ελέγχου.

4.3. Μέθοδος δεύτερης μελέτης

4.3.1. Συμμετέχοντες

Στη μελέτη συμμετείχαν εικοσιτέσσερις ($n=24$, 12 άνδρες και 12 γυναίκες) κολυμβητές και κολυμβήτριες ηλικίας $16,6 \pm 2,9$ ετών. Όλοι συμμετείχαν καθημερινά σε αγωνιστική προπόνηση κολύμβησης, είχαν αγωνιστική εμπειρία $7,8 \pm 1,5$ έτη και συμμετείχαν σε Πανελλήνια πρωταθλήματα κολύμβησης. Όλοι οι κολυμβητές διέθεταν εμπειρία τριών ετών στην προπόνηση με αντιστάσεις εκτός νερού (ΜΔ και ΜΑ). Τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων εμφανίζονται στον Πίνακα 4.1. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν υγιείς χωρίς πρόσφατο τραυματισμό, και δεν ελάμβαναν κάποια φαρμακευτική αγωγή. Επιπλέον, όλοι οι δοκιμαζόμενοι και οι κηδεμόνες (για τους ανήλικους), ενημερώθηκαν επαρκώς για την πειραματική διαδικασία και τους πιθανούς κινδύνους και αφού κατανόησαν το πρωτόκολλο και συμφώνησαν με τους όρους συμμετοχής τους, υπέγραψαν αυτόβουλα γραπτή δήλωση συγκατάθεσης. Η μελέτη έλαβε έγκριση από την επιτροπή Βιοηθικής και ερευνητικής δεοντολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (αριθμός πρωτοκόλλου: 1111/10-4-2019).

Πίνακας 4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των συμμετεχόντων (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση).

Μεταβλητές	Σύνολο κολυμβητών ($n= 24$)
Ηλικία (έτη)	$16,6 \pm 2,9$
Μάζα σώματος (kg)	$59,9 \pm 9,3$
Ανάστημα (cm)	$169,5 \pm 8,4$
Ποσοστό σωματικού λίπους (%)	$15,9 \pm 3,9$
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m^2)	$20,7 \pm 1,7$
Επίδοση 100-m ελεύθερο (s)	$66,2 \pm 7,1$
FINA points	$431,5 \pm 90,9$
Αγωνιστική εμπειρία (έτη)	$7,8 \pm 1,5$

FINA: Fédération Internationale de Natation Amateur (Παγκόσμια Ομοσπονδία Κολύμβησης)

4.3.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το μακρόκυκλο ειδικής προετοιμασίας κατά τον εαρινό κύκλο του ετήσιου σχεδιασμού. Οι κολυμβητές ολοκλήρωσαν τις αρχικές διαδικασίες όπως περιγράφονται στην πρώτη μελέτη της παρούσας διατριβής (Κεφάλαιο 3.3, παράγραφος 3.3.3). Συνοπτικά, μετά από τις προκαταρκτικές μετρήσεις (πρώτη μελέτη, Κεφάλαιο 3.3, παράγραφος 3.3.3) πραγματοποίησαν συνεδρίες προπόνησης ΜΑ, ΜΔ ή τη συνθήκη ελέγχου (Ε). Η προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης ξεκίνησε 20 λεπτά μετά την προπόνηση εκτός νερού (ΜΑ ή ΜΔ). Μετά από τις αρχικές μετρήσεις οι 24 κολυμβητές χωρίστηκαν σε τρεις ισοδύναμες ομάδες με κριτήριο την αγωνιστική απόδοση στα 100-m ελεύθερο και ακολούθησαν κοινή προπόνηση κολύμβησης για περίοδο έξι εβδομάδων. Τα χαρακτηριστικά των κολυμβητών για τις τρεις ομάδες φαίνονται στον Πίνακα 4.2. Η προπόνηση των τριών ομάδων διέφερε ως προς το περιεχόμενο της προπόνησης εκτός νερού. Η μία από τις ομάδες πραγματοποίησε, προπόνηση

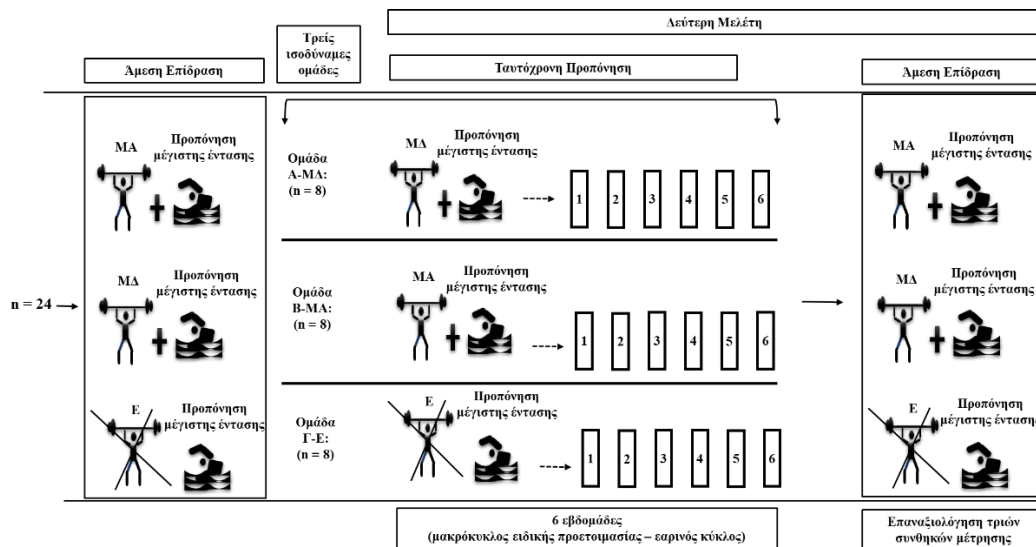
ΜΔ (Α-ΜΔ) πριν από την προπόνηση κολύμβησης, η δεύτερη ομάδα πραγματοποίησε προπόνηση ΜΑ (Β-ΜΑ) πριν από την προπόνηση κολύμβησης, και η τρίτη ομάδα Ε πραγματοποίησε μόνο διατάσεις και ασκήσεις κορμού (κοιλιακοί «σανίδα», ραχιαίοι) πριν από την προπόνηση κολύμβησης (Γ-Ε, Σχήμα 4.1). Τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ εφαρμόστηκαν από τους κολυμβητές δύο φορές την εβδομάδα. Τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες σε μια επιπλέον (τρίτη) συνεδρία προπόνησης εκτός νερού κάθε εβδομάδα οι κολυμβητές από όλες τις ομάδες εφάρμοσαν πρόγραμμα προπόνησης χρησιμοποιώντας ως φορτίο σε όλες τις ασκήσεις μόνο το βάρος του σώματος σε συνδυασμό με διατάσεις. Τις τελευταίες δύο εβδομάδες οι ομάδες Α-ΜΔ, και Β-ΜΑ εφάρμοσαν μία επιπλέον προπόνηση ΜΔ και ΜΑ αντίστοιχα, ενώ η ομάδα Γ-Ε δεν άλλαξε κάτι από το σχεδιασμό της. Όλες οι προπονήσεις εκτός νερού εφαρμόστηκαν την ίδια ώρα της ημέρας για όλους τους συμμετέχοντες και ολοκληρώθηκαν σε όλες τις προπονήσεις 20 λεπτά πριν από την έναρξη της προπόνησης κολύμβησης. Τις ημέρες εφαρμογής των προπονήσεων ΜΑ ή ΜΔ οι κολυμβητές πραγματοποίησαν προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης με στόχο την ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού αυξάνοντας προοδευτικά τον όγκο ανά εβδομάδα. Μετά το πέρας των έξι εβδομάδων οι κολυμβητές επανέλαβαν τις ίδιες δοκιμασίες που εκτέλεσαν κατά την αρχική μέτρηση και περιγράφονται στη μελέτη Α (Κεφάλαιο 3.3, παράγραφος 3.3.4) και συνοπτικά στην αρχή αυτής της παραγράφου.

Πίνακας 4.2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζομένων (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) για κάθε ομάδα.

Μεταβλητές	Ομάδα Α-ΜΔ (n=8)	Ομάδα Β-ΜΑ (n=8)	Ομάδα Γ-Ε (n=8)
Ηλικία (έτη)	17,0 ± 2,6	15,9 ± 2,0	16,7 ± 4,2
Μάζα σώματος (kg)	60,1 ± 7,8	59,7 ± 8,4	59,8 ± 12,2
Ανάστημα (cm)	169,2 ± 4,0	171,0 ± 8,2	168,5 ± 12,1
Ποσοστό σωματικού λίπους (%)	15,4 ± 4,6	15,3 ± 3,4	17,3 ± 3,8
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m ²)	20,9 ± 1,9	20,3 ± 1,9	20,8 ± 2,1
Επίδοση 100-m ελεύθερο (s)	64,9 ± 7,4	66,3 ± 6,8	67,3 ± 7,7
FINA points	457,5 ± 95,8	425,0 ± 75,6	411,8 ± 104,9
Αγωνιστική εμπειρία (έτη)	8,0 ± 1,5	7,9 ± 1,4	7,6 ± 1,7

ΜΑ: μυϊκή αντοχή, ΜΑ: μέγιστη δύναμη, s: δευτερόλεπτα, FINA: Fédération Internationale de Natation Amateur (Παγκόσμια Ομοσπονδία Κολύμβησης)

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης



Σχήμα 4.1. Σχηματική αναπαράσταση του πειραματικού σχεδιασμού της παρούσας έρευνας (Δεύτερη μελέτη). ΜΑ: μυϊκή αντοχή, ΜΔ: μέγιστη δύναμη, Ε: ελέγχου, n: αριθμός συμμετεχόντων.

4.3.3. Περιγραφή του προγράμματος προπόνησης

Πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού

Κατά την περίοδο των έξι εβδομάδων της παρέμβασης, η ομάδα Α-ΜΔ πραγματοποίησε προπόνηση ΜΔ, η ομάδα Β-ΜΑ προπόνηση ΜΑ, και η ομάδα Γ-Ε δεν πραγματοποίησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, παρά μόνο διατάξεις και ασκήσεις για τον κορμό. Συγκεκριμένα, οι κολυμβητές της ομάδας Α-ΜΔ πραγματοποίησαν τρεις σειρές τεσσάρων επαναλήψεων (3 σειρές X 4 επαναλήψεις), με φορτίο 90% της 1RM και διάλειμμα τρία λεπτά μεταξύ των σειρών. Οι κολυμβητές της ομάδας Β-ΜΑ πραγματοποίησαν δύο σειρές είκοσι επαναλήψεων (2 σειρές X 20 επαναλήψεις) με φορτίο 55% της 1RM και διάλειμμα 20 s στις κύριες ασκήσεις του προγράμματος. Το πρόγραμμα προπόνησης που εφαρμόσαν οι ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ κατά την περίοδο των έξι εβδομάδων προπόνησης, ήταν εξισωμένα ως προς τον όγκο και την διάρκειά τους και ίδια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχική μέτρηση της παρούσας μελέτης αλλά και με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην πρώτη μελέτη (Πίνακας 3.3, Κεφάλαιο 3.3). Οι ασκήσεις των προγραμμάτων στόχευαν στην ενεργοποίηση βασικών μυϊκών ομάδων κατά την κολύμβηση και ήταν «πίεσεις στήθους», «κωπηλατική έλξη σε καθιστή θέση» και «καθίσματα στις 90°». Ο τρόπος εκτέλεσης των ασκήσεων περιγράφεται στην πρώτη μελέτη (Εικόνα 3.1, Κεφάλαιο 3.3). Οι κολυμβητές της ομάδας Γ-Ε δεν πραγματοποίησαν κάποιο πρόγραμμα προπόνησης εκτός νερού παρά μόνο την προπόνηση στο νερό. Πριν και μετά τις προπονήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού κατεγράφη η καρδιακή συχνότητα και ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας των κολυμβητών.

Πρόγραμμα προπόνησης κολύμβησης

Κατά τις ημέρες εφαρμογής της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης η προπόνηση στο νερό στόχευε στην ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού. Η προπόνηση κολύμβησης κατά τις υπόλοιπες ημέρες που δεν εφαρμόστηκε κάποιο πρόγραμμα εκτός νερού κατεγράφη από τον ερευνητή σε ειδικό έντυπο

(Παράρτημα Γ) και ήταν κοινό και για τις τρεις ομάδες. Το πρόγραμμα προπόνησης στο νερό ήταν σχεδιασμένο για να ενεργοποιήσει τον αναερόβιο μεταβολισμό αυξάνοντας προοδευτικά τον όγκο ανά εβδομάδα (Σχήμα 4.2; Kostoulas et al., 2017). Η προπόνηση κολύμβησης ξεκινούσε 20 λεπτά μετά το πέρας των προγραμμάτων εκτός νερού. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης στο νερό, κατεγράφη ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας και η καρδιακή συχνότητα. Όλες οι διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν τις απογευματινές ώρες μεταξύ 4.30 μμ. έως 5.30 μμ. Η δομή του προγράμματος κολύμβησης κατά τις ημέρες που εφαρμόστηκε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, αλλά και για τις υπόλοιπες ημέρες, εμφανίζεται στον Πίνακα 4.3.

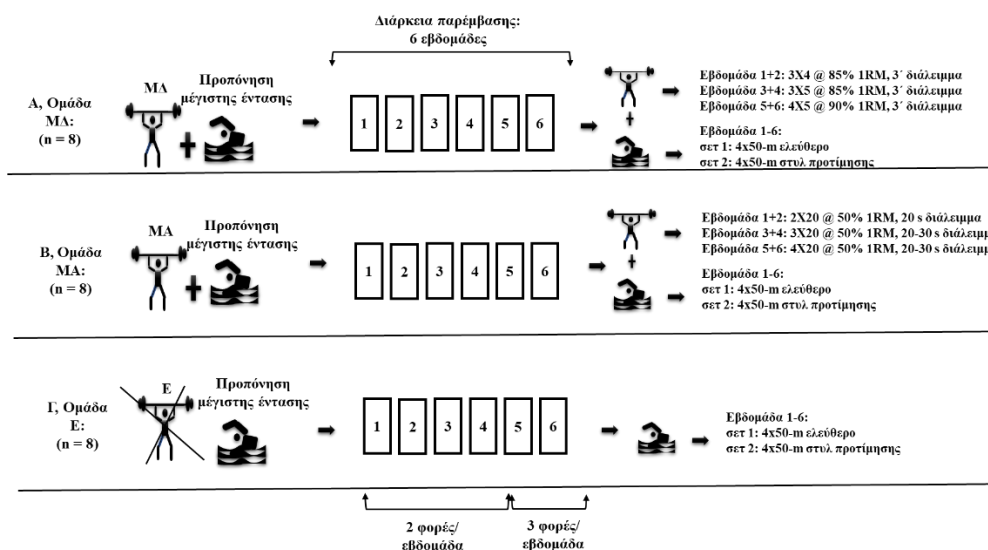
Πίνακας 4.3. Περίγραμμα προγράμματος προπόνησης στο νερό κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων παρέμβασης για τις ομάδες, μέγιστης δύναμης (A-ΜΔ), μυϊκής αντοχής (B-ΜΑ), και ελέγχου (Γ-Ε).

Προπόνηση στο νερό			
Ομάδες	Χαρακτηριστικά προπόνησης	Ημέρες Παρέμβασης	Υπόλοιπες ημέρες
A-ΜΔ B-ΜΑ Γ-Ε	Προθέρμανση	1000-m	1200-m
	Προπόνηση παρέμβασης	2 σετ X 4 επαναλήψεις, 50-m	
		σετ 1: ελεύθερο στυλ,	-
		σετ 2: στυλ προτίμησης	
	Υπόλοιπη προπόνηση	EN1: 1000-m	EN1: 800-1000-m EN2: 600-1000-m SP3: 200-400-m
	Προπόνηση τεχνικής	800-m	800-1000-m
	Σύνολο	3000-m	3600-4600-m

EN1: προπόνηση μέτριας έντασης που αντιστοιχεί στο πρώτο κατώφλι γαλακτικού (140-150 b/min), EN2: έντονη αερόβια προπόνηση που αντιστοιχεί στο δεύτερο κατώφλι γαλακτικού (170 b/min), SP3: προπόνηση μέγιστης έντασης (ταχυτήτων)

Ο συνδυασμός των προγραμμάτων δύναμης και προπόνησης στο νερό πραγματοποιήθηκε δύο φορές την εβδομάδα (Δευτέρα και Παρασκευή). Ο όγκος του κύριου μέρους της προπόνησης εκτός νερού αλλά και της προπόνησης στο νερό αυξήθηκε προοδευτικά ανά δύο εβδομάδες (Σχήμα 4.2).

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης



Σχήμα 4.2. Προγράμματα προπονήσεων εκτός και εντός νερού κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων προπόνησης. 1RM: 1 μέγιστη επανάληψη. 3X4: 3 σειρές των 4 επαναλήψεων.

Καταγραφή της προπόνησης στο νερό

Κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων παρέμβασης η διάρκεια και το περιεχόμενο της προπόνησης κατεγράφη καθημερινά σε ειδικό αρχείο excel για τον κάθε κολυμβητή ξεχωριστά (Παράρτημα Δ). Από τη συνολική διάρκεια της προπόνησης και την καθημερινή καταγραφή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας από τους κολυμβητές υπολογίστηκε το προπονητικό φορτίο σύμφωνα με την εξίσωση 1 (Wallace et al., 2008).

Εξίσωση 1: Προπονητικό φορτίο = Διάρκεια προπόνησης × RPE
Όπου RPE: δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας.

Η κρίσιμη ταχύτητα που υπολογίστηκε από τις αποστάσεις των 200 και 400-m ελεύθερο, και ο υπολογισμός της αναφέρεται με λεπτομέρεια στην πρώτη μελέτη (Κεφάλαιο 3.3, παράγραφος 3.3.3), χρησιμοποιήθηκε για να οριοθετήσει την επιβάρυνση της προπόνησης κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων παρέμβασης. Η κρίσιμη ταχύτητα αντιστοιχεί σε μία ένταση μεταξύ της πολύ έντονης (very heavy) και πάρα πολύ έντονης (severe) προσπάθειας (Toubekis et al., 2013). Με βάση την κρίσιμη ταχύτητα, οριοθετήθηκαν τρεις περιοχές έντασης της προπόνησης όπως η μέτρια ένταση (EN1), που αντιστοιχούσε στο 95-97% της κρίσιμης ταχύτητας, η προπόνηση στο δεύτερο κατώφλι γαλακτικού (EN2), με ένταση που αντιστοιχούσε στο 99-101% της κρίσιμης ταχύτητας, και η αερόβια προπόνηση υψηλής έντασης (EN3), με ένταση που αντιστοιχούσε στο 104-107% της κρίσιμης ταχύτητας (Toubekis et al., 2013). Στον Πίνακα 4.4 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής έντασης στην προπόνηση κολύμβησης που εφαρμόστηκε.

Πίνακας 4.4. Χαρακτηριστικά των περιοχών έντασης της προπόνησης που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων παρέμβασης

Μεταβλητές	EN1	EN2	EN3
Καρδιακή συχνότητα (b/min)	140-150	160-170	≥180
Συγκέντρωση γαλακτικού (mmol/L)	1-2	3-4	≥5
% ένταση με βάση την κρίσιμη ταχύτητα	95-97%	99-101%	104-107%

EN1: βασική αερόβια ή προπόνηση στο πρώτο κατώφλι γαλακτικού, EN2: προπόνηση στο δεύτερο κατώφλι γαλακτικού, EN3: υπερφορτωμένη αερόβια

4.3.4. Κύριες δοκιμασίες

Οι δοκιμασίες που πραγματοποιήθηκαν μετά το πέρας των έξι εβδομάδων ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης, σε κάθε ομάδα (Σχήμα 4.1), της παρούσας μελέτης είναι ίδιες με αυτές που αναφέρονται στην πρώτη μελέτη (Κεφάλαιο 3, Παράγραφος 3.3.4). Συγκεκριμένα, αναφορικά με τις παραμέτρους απόδοσης, κατεγράφη ο χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων, 50-m ελεύθερο, και 100-m ελεύθερο, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, η ισομετρική δύναμη χειρολαβής και η δύναμη έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης 10 s. Αναφορικά, με τις φυσιολογικές παραμέτρους, μετρήθηκε η συγκέντρωση γαλακτικού, και η καρδιακή συχνότητα. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης, υπολογίστηκε η συχνότητα χεριάς, το μήκος χεριάς, ο δείκτης αποτελεσματικότητας, και η προωθητική αποτελεσματικότητα. Όλες οι μεταβλητές μέτρησης αξιολογήθηκαν κατά τα ίδια χρονικά διαστήματα όπως εμφανίζονται στο Σχήμα 3.3, του Κεφαλαίου 3, της πρώτης μελέτης. Επιπλέον, για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια όργανα μέτρησης και ακολουθήθηκαν οι ίδιες διαδικασίες όπως αυτές αναγράφονται στην πρώτη μελέτη (Κεφάλαιο 3.3, παράγραφος 3.3.5).

4.3.5. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS v.23 (U.S.A). Για τον έλεγχο της σφαιρικότητας χρησιμοποιήθηκε το Maucly's Test of Sphericity. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες παρατηρήθηκε παραβίαση της σφαιρικότητας πραγματοποιήθηκε διόρθωση Greenhouse Geisser. Ο συντελεστής η^2 χρησιμοποιήθηκε για τη διευκρίνιση του μεγέθους αποτελέσματος σε κάθε εξαρτημένη μεταβλητή της μελέτης. Όπου $\eta^2 \leq 0.01$, μικρό μέγεθος επίδρασης, ≤ 0.06 , μέτριο μέγεθος επίδρασης και όπου ≥ 0.14 , μεγάλο μέγεθος επίδρασης. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε τρεις παράγοντες (3 ομάδες X 2 χρονικά σημεία μέτρησης X επαναλαμβανόμενες μετρήσεις). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών. Εξαρτημένες μεταβλητές της μελέτης ήταν η απόδοση στις επαναλήψεις 50-m και στα 100-m ελεύθερο, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, η ισομετρική δύναμη χειρολαβής, η δύναμη έλξης κατά την προσδεμένη

κολύμβηση, η συγκέντρωση γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, η υποκειμενική αντίληψη δυσκολίας, η συχνότητα χεριάς, το μήκος χεριάς, ο δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς, και η προωθητική αποτελεσματικότητα.

Οι ποσοστιαίες (%) διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις υπολογίστηκαν σε κάθε συνθήκη μέτρησης (MA, MΔ, E), για κάθε ομάδα, μέγιστη δύναμη (A-MΔ), μυϊκή αντοχή (B-MA) και ελέγχου (Γ-E). Συγκεκριμένα, για τις μεταβλητές, δύναμη χειρολαβής, ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, συγκέντρωση γαλακτικού και δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε τέσσερις παράγοντες (4-way ANOVA) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (3 ομάδες X 3 συνθήκες X 2 χρονικά σημεία μέτρησης X 3 χρονικές στιγμές υπολογισμού των % διαφορών). Συγκεκριμένα για τη δύναμη χειρολαβής και ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, υπολογίστηκαν οι % διαφορές για τις χρονικές στιγμές Πριν GYM έναντι Μετά GYM, Μετά GYM έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά από προπόνηση κολύμβησης). Αναφορικά με τη συγκέντρωση γαλακτικού και δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας υπολογίστηκαν οι % διαφορές για τις χρονικές στιγμές Πριν GYM έναντι Μετά GYM, μετά από την προσδεμένη κολύμβηση έναντι μετά από τις τέσσερις επαναλήψεις των 50-m ελεύθερο (4X50-m) και 4X50-m έναντι μετά από 100-m ελεύθερο.

Επιπρόσθετα, για τις μεταβλητές απόδοσης (χρόνος κολύμβησης για 4X50-m και 100-m ελεύθερο, δύναμη έλξης στο νερό), και τεχνικής (συχνότητα χεριάς, μήκος χεριάς, δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς) πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης σε τρεις παράγοντες (3-way ANOVA) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (3 ομάδες X 2 χρονικά σημεία μέτρησης X 3 συγκρίσεις). Αναφορικά με τις συγκρίσεις, υπολογίστηκαν οι % διαφορές των συνθηκών MA έναντι E και MΔ έναντι E, σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.

Ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA) σε έναν παράγοντα (2 χρονικά σημεία μέτρησης) πραγματοποιήθηκε, για τον εντοπισμό των διαφορών στο προπονητικό φορτίο, όγκο προπόνησης, επιβάρυνση προπόνησης, και μέγιστης εκτίμησης δύναμης, σε τρεις ασκήσεις, «πιέσεις στήθους», «κωπηλατική έλξη σε μηχανήμα», «καθίσματα στις 90°», για τις τρεις πειραματικές ομάδες (A-MΔ, B-MA, Γ-E). Τα δεδομένα αναφέρονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με $p < 0,05$.

4.4. Αποτελέσματα της δεύτερης μελέτης

4.4.1. Περιεχόμενο και επιβάρυνση της προπόνησης

Ο μέσος όγκος προπόνησης κολύμβησης, για τις έξι εβδομάδες, ήταν παρόμοιος μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=0,88$, $\eta^2=0,08$, $p=0,43$), καθώς και η συνολική προπονητική επιβάρυνση ($F_{(2,21)}=3,17$, $\eta^2=0,24$, $p=0,06$, Πίνακας 4.5).

Πίνακας 4.5. Χαρακτηριστικά προπόνησης κατά τη διάρκεια έξι βδομάδων παρέμβασης, για τις ομάδες Α (μέγιστη δύναμη), Β (μυϊκή αντοχή), και Γ (ελέγχου).

	A-ΜΔ	B-ΜΑ	Γ-E
Όγκος προπόνησης (m)	42.563±2.613	43.794±2.608	42.087±2.739
Προπονητική επιβάρυνση έξι εβδομάδων (a.u.)	3694±185	3858±232	3694±250

4.4.2. Κρίσιμη ταχύτητα και εκτίμηση μέγιστης δύναμης

Κρίσιμη ταχύτητα πριν και μετά την περίοδο προπόνησης:

Η κρίσιμη ταχύτητα των κολυμβητών ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-E ($F_{(2,21)}=0,07$, $\eta^2=0,00$, $p=0,92$). Η κρίσιμη ταχύτητα βελτιώθηκε σε όλες τις ομάδες Α-ΜΔ ($1,171\pm0,09$ έναντι $1,210\pm0,09$ m/s, $p=0,01$), Β-ΜΑ ($1,137\pm0,101$ έναντι $1,208\pm0,112$ m/s, $p=0,01$), Γ-E ($1,154\pm0,09$ έναντι $1,204\pm0,09$ m/s, $p=0,01$) στις τελικές, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,2)}=22,98$, $\eta^2=0,52$, $p=0,01$).

Εκτίμηση μέγιστης δύναμης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

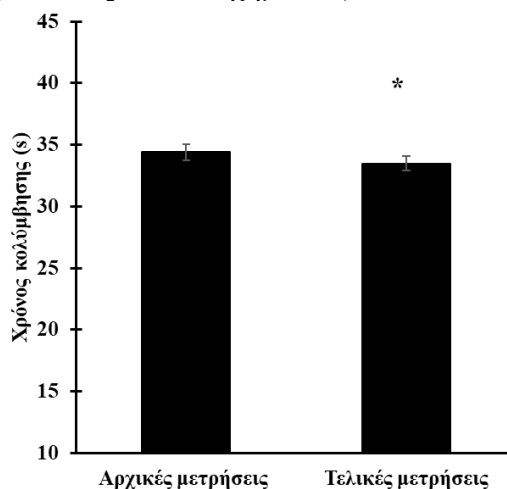
Άσκηση 1, «πιέσεις στήθους»: Η μέγιστη δύναμη των κολυμβητών στην άσκηση πιέσεις στήθους ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-E ($F_{(2,21)}=0,86$, $\eta^2=0,08$, $p=0,43$). Η μέγιστη δύναμη βελτιώθηκε στις ομάδες Α-ΜΔ ($52,50\pm17,11$ έναντι $59,81\pm19,94$ kg, $p=0,01$), και Β-ΜΑ ($48,13\pm12,80$ έναντι $55,31\pm14,79$ kg, $p=0,01$), στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,2)}=12,62$, $\eta^2=0,38$, $p=0,01$). Αντίθετα, η ομάδα Γ-E δεν βελτίωσε τη μέγιστη δύναμη στις τελικές μετρήσεις ($45,63\pm14,00$ έναντι $46,50\pm14,90$ kg, $p=0,46$).

Άσκηση 2, «κωπηλατική έλξη σε μηχάνημα»: Η μέγιστη δύναμη στην άσκηση κωπηλατική έλξη σε μηχάνημα, ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-E ($F_{(2,21)}=0,92$, $\eta^2=0,08$, $p=0,41$). Παρατηρήθηκε βελτίωση της μέγιστης δύναμης μόνο στις ομάδες Α-ΜΔ ($57,50\pm18,90$ έναντι $70,44\pm18,34$ kg, $p=0,01$), Β-ΜΑ ($50,63\pm9,04$ έναντι $66,88\pm9,23$ kg, $p=0,01$) έναντι της ομάδας Γ-E ($53,75\pm15,06$ έναντι $54,69\pm15,61$ kg, $p=0,99$) στις τελικές, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,2)}=45,99$, $\eta^2=0,69$, $p=0,01$).

Άσκηση 3, «καθίσματα 90°»: Η μέγιστη δύναμη στην άσκηση καθίσματα στις 90°, ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-E ($F_{(2,21)}=1,72$, $\eta^2=0,14$, $p=0,20$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε βελτίωση της μέγιστης δύναμης μόνο στις ομάδες Α-ΜΔ ($73,13\pm30,93$ έναντι $90,00\pm30,24$ kg, $p=0,01$), Β-ΜΑ ($67,50\pm14,39$ έναντι $78,75\pm16,85$ kg, $p=0,01$), έναντι της ομάδας Γ-E ($61,25\pm18,66$ έναντι $60,94\pm18,51$ kg, $p=0,99$) στις τελικές, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,2)}=32,94$, $\eta^2=0,61$, $p=0,01$).

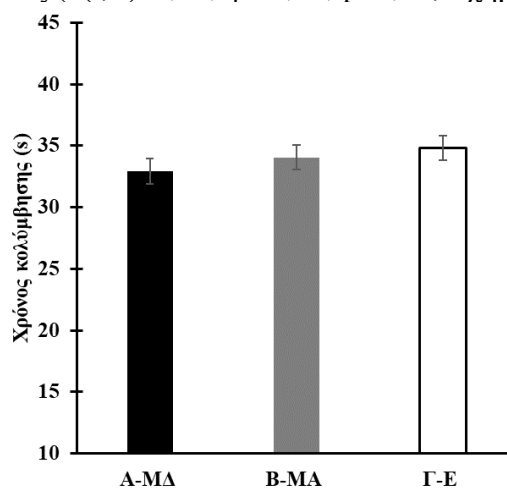
4.4.3. Απόδοση στα 4X50 και 100-m

Απόδοση στα 4X50-m πριν και μετά την περίοδο προπόνησης: Ο μέσος χρόνος απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) βελτιώθηκε μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης, ανεξάρτητα από την ομάδα παρέμβασης (A-MΔ, B-MA, Γ-E) και τη συνθήκη μέτρησης (MA, MΔ, E; $F_{(1,21)}=18,12$, $\eta^2=0,46$, $p=0,01$, Σχήμα 4.3).



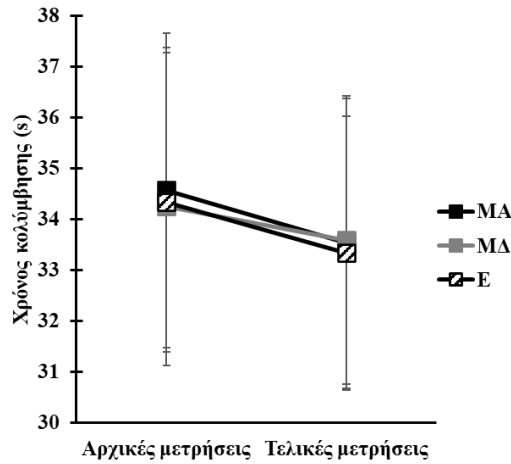
Σχήμα 4.3. Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), ανεξάρτητα από την ομάδα παρέμβασης που συμμετείχαν, μέγιστη δύναμη (A-MΔ), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E), και τη συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA) μέγιστη δύναμη (MΔ) και ελέγχου (E). *, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων $p<0,05$.

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε διαφορά για το μέσο χρόνο κολύμβησης στα 4X50-m σε καμία από τις ομάδες παρέμβασης, A-MΔ, B-MA, Γ-E, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=0,83$, $\eta^2=0,07$, $p=0,45$, Σχήμα 4.4).



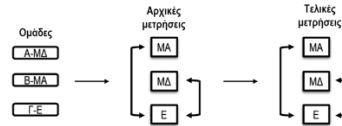
Σχήμα 4.4. Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) μεταξύ των ομάδων παρέμβασης, μέγιστη δύναμη (A-MΔ), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E).

Επιπρόσθετα, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΑ, ΜΔ, και Ε για καμία από τις ομάδες παρέμβασης ($F_{(2,42)}=1,19$, $\eta^2=0,05$, $p=0,31$, Σχήμα 4.5).

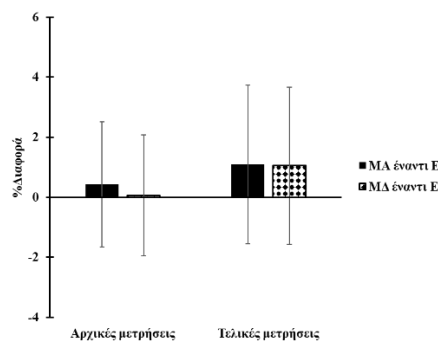


Σχήμα 4.5. Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) μεταξύ των συνθηκών μέτρησης, μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), για αρχικές και τελικές μετρήσεις.

Συγκρίνοντας για κάθε ομάδα το χρόνο κολύμβησης στα 4X50-m στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή τόσο στις αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις για τις συγκρίσεις ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε ($F_{(2,21)}=0,51$, $\eta^2=0,02$, $p=0,48$, Σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6Α

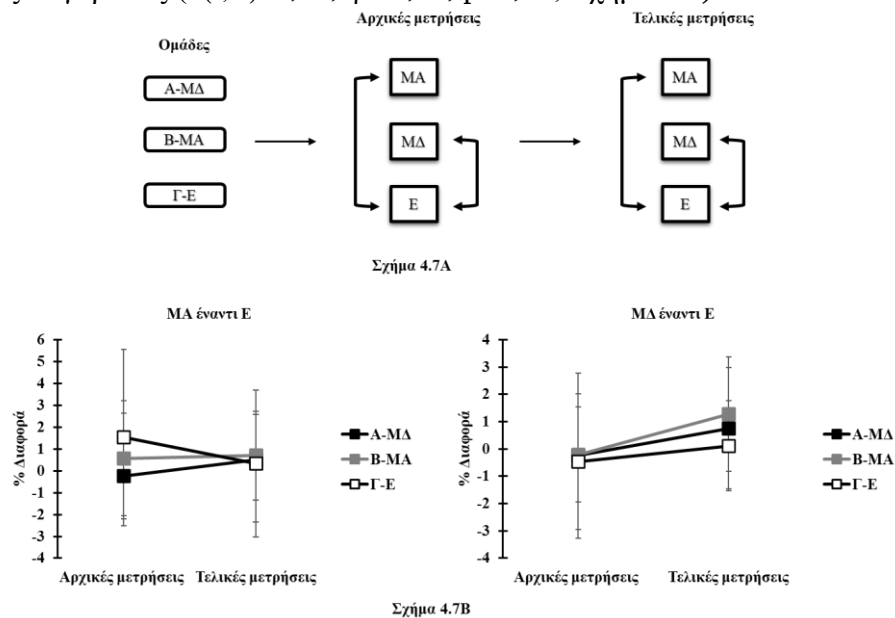


Σχήμα 4.6Β

Σχήμα 4.6. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.6Α) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα 4X50-m ελεύθερο, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ) έναντι ελέγχου (Ε) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι Ε, για όλες τις ομάδες; Ομάδα Α-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα Β-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.6Β), αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για τις συγκρίσεις ΜΑ έναντι Ε, ΜΔ έναντι Ε.

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

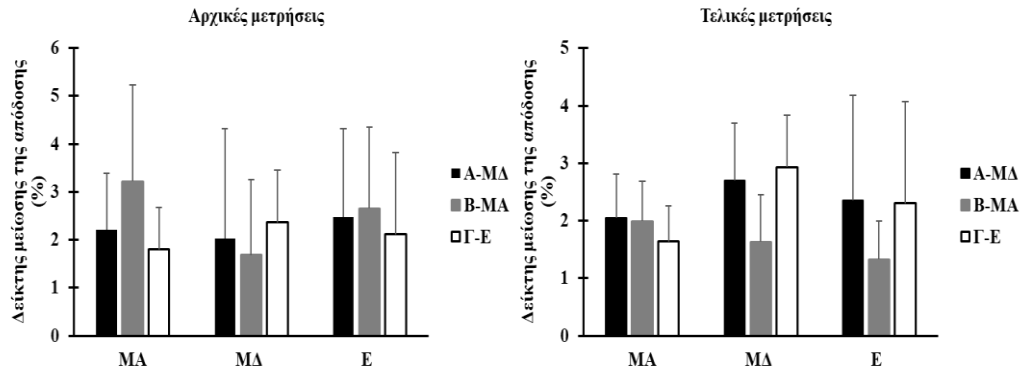
Επιπλέον, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου κολύμβησης για 4X50-m σε όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=0,11$, $\eta^2=0,01$, $p=0,89$), για όλες τις συγκρίσεις ($F_{(1,21)}=0,75$, $\eta^2=0,03$, $p=0,39$; Σχήμα 4.7).



Σχήμα 4.7. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.7Α) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα 4X50-m ελεύθερο, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ) έναντι ελέγχου (Ε) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι Ε, για όλες τις ομάδες; Ομάδα Α-ΜΔ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα Β-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.7Β), αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, στα 4X50-m ελεύθερο, για τις συγκρίσεις ΜΑ έναντι Ε, ΜΔ έναντι Ε, για όλες τις ομάδες, Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε.

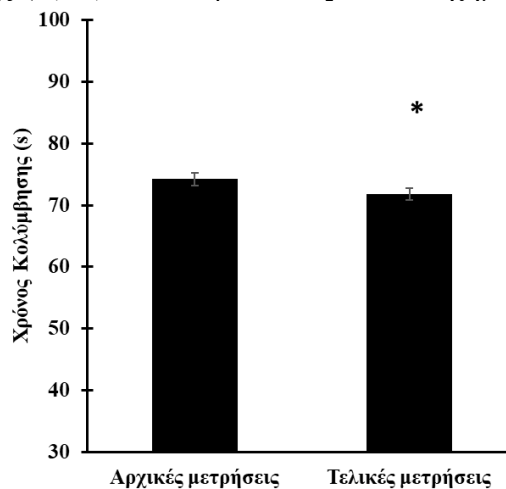
Δείκτης μείωσης της απόδοσης: Ο δείκτης μείωσης της απόδοσης στα 4X50-m ελεύθερο ήταν παρόμοιος σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=0,61$, $\eta^2=0,02$, $p=0,44$), μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-Ε ($F_{(2,21)}=0,17$, $\eta^2=0,02$, $p=0,84$), για όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,42)}=0,03$, $\eta^2=0,00$, $p=0,96$, Σχήμα 4.8).

Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



Σχήμα 4.8. Δείκτης μείωσης της απόδοσης κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο, για όλες τις ομάδες, μέγιστη δύναμη (A-ΜΔ), μυϊκή αντοχή (B-ΜΑ), ελέγχου (Γ-Ε), σε όλες τις συνθήκες, μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ), ελέγχου (Ε), για αρχικές και τελικές μετρήσεις.

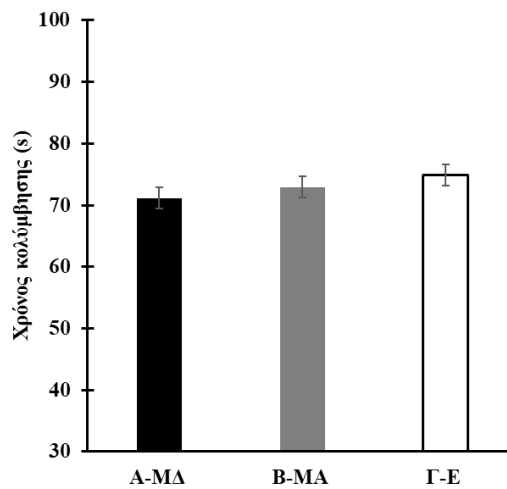
Απόδοση στα 100-m ελεύθερο: Οι κολυμβητές, ανεξάρτητα από την ομάδα παρέμβασης που συμμετείχαν (Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε) και τη συνθήκη μέτρησης (ΜΑ, ΜΔ, Ε) βελτίωσαν το χρόνο κολύμβησης στα 100-m ελεύθερο μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(1,21)}=34,01$, $\eta^2=0,62$, $p=0,01$, Σχήμα 4.9).



Σχήμα 4.9. Μεταβολή του χρόνου κολύμβησης για τα 100-m ελεύθερο ανεξάρτητα από την ομάδα παρέμβασης, μέγιστη δύναμη (Α-ΜΔ), μυϊκή αντοχή (Β-ΜΑ), ελέγχου (Γ-Ε), και τη συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (ΜΑ) μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε). *, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων $p<0,05$.

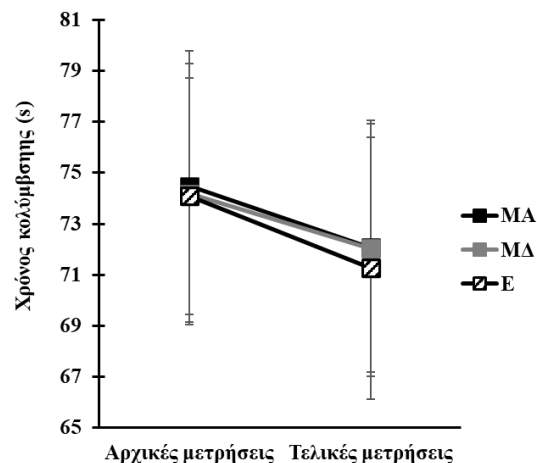
Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε διαφορά για το χρόνο κολύμβησης στα 100-m ελεύθερο σε καμία από τις ομάδες παρέμβασης, Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=2,53$, $\eta^2=0,19$, $p=0,10$, Σχήμα 4.10).

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης



Σχήμα 4.10. Μεταβολή του χρόνου κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο μεταξύ των ομάδων παρέμβασης, μέγιστη δύναμη (A-MA), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E).

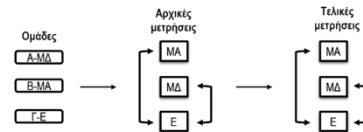
Επιπρόσθετα, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών μέτρησης MA, MΔ, και E για καμία από τις ομάδες παρέμβασης ($F_{(2,42)}=2,53$, $\eta^2=0,11$, $p=0,09$, Σχήμα 4.11).



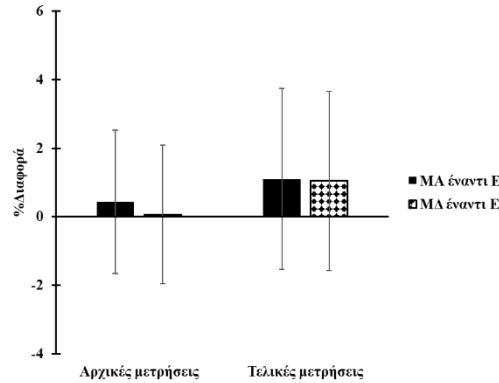
Σχήμα 4.11. Μεταβολή του μέσου χρόνου απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια 100-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ) και ελέγχου (E), για αρχικές και τελικές μετρήσεις.

Συγκρίνοντας για κάθε ομάδα το χρόνο κολύμβησης στα 100-m στις συνθήκες MA και MΔ έναντι της E, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή τόσο στις αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις για τις συγκρίσεις MA και MΔ έναντι E ($F_{(1,21)}=2,65$, $\eta^2=0,11$, $p=0,12$, Σχήμα 4.12).

Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



Σχήμα 4.12Α

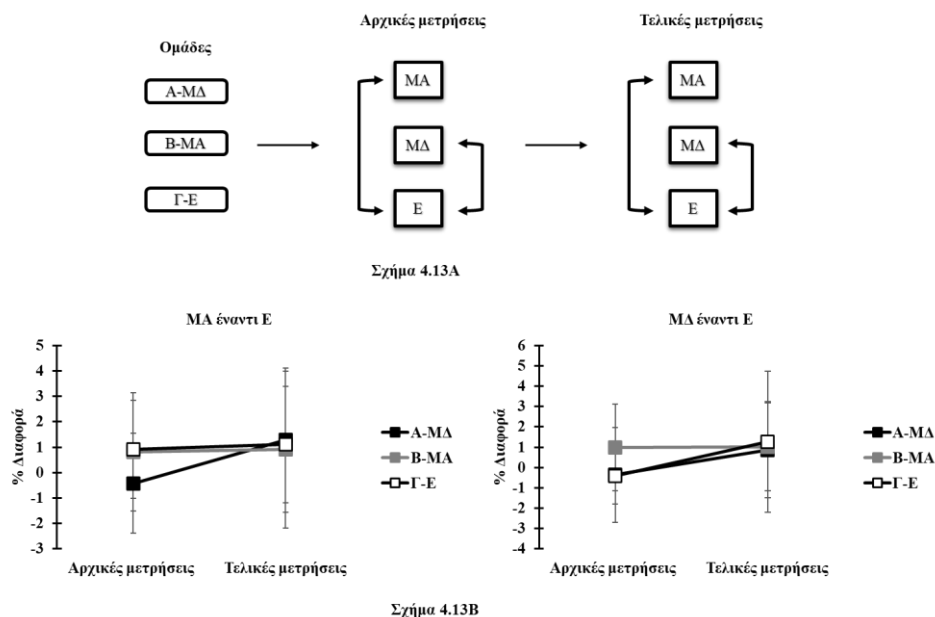


Σχήμα 4.12Β

Σχήμα 4.12. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.12Α) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα 100-m ελεύθερο, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (MD) έναντι E, για όλες τις ομάδες; Ομάδα A-MA: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα B-MA: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-E: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.12Β), αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για τις συγκρίσεις MA έναντι E, MD έναντι E.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου κολύμβησης για 100-m σε όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=0,23$, $\eta^2=0,02$, $p=0,79$), για όλες τις συγκρίσεις ($F_{(1,21)}=0,41$, $\eta^2=0,02$, $p=0,53$; Σχήμα 4.13).

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης



Σχήμα 4.13. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.13A) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα 100-m ελεύθερο, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι E, για όλες τις ομάδες. Ομάδα A-ΜΔ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα B-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.13B), αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, στα 100-m ελεύθερο, για τις συγκρίσεις MA έναντι E, ΜΔ έναντι E, για όλες τις ομάδες, A-ΜΔ, B-ΜΑ, Γ-Ε.

4.4.4. Μεταβολές στη δύναμη εκτός και εντός νερού

Χειροδυναμομέτρηση: Παρατηρήθηκε αύξηση της δύναμης χειρολαβής στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,2)}=11,79$, $\eta^2=0,36$, $p=0,01$, Πίνακας 4.6). Η δύναμη χειρολαβής δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων A-ΜΔ, B-ΜΑ και Γ-Ε ($F_{(2,21)}=0,75$, $\eta^2=0,07$, $p=0,48$, Πίνακας 4.6). Συγκεκριμένα, η αύξηση αυτή, παρατηρήθηκε στις συνθήκες MA και ΜΔ, για τη χρονική στιγμή μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM; $F_{(8,84)}=2,13$, $\eta^2=0,17$, $p=0,04$). Η ομάδα A-ΜΔ αύξησε τη δύναμη χειρολαβής κατά $23.10 \pm 10.72\%$ συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις πριν από την έναρξη της προπόνησης ($F_{(2,21)}=8,47$, $\eta^2=0,45$, $p=0,01$, Πίνακας 4.6). Επιπρόσθετα, όλες οι ομάδες παρουσίασαν υψηλότερη δύναμη χειρολαβής κατά τις συνθήκες MA και ΜΔ συγκριτικά με E ($F_{(2,42)}=4,87$, $\eta^2=0,19$, $p=0,01$, Πίνακας 4.6).

Πίνακας 4.6. Μεταβολή της δύναμης χειρολαβής για αρχικές και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των ομάδων Α) Μέγιστη δύναμη – ΜΔ, Β) Μυϊκή Αντοχή – ΜΔ, Γ) Ελέγχου – Ε, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε).

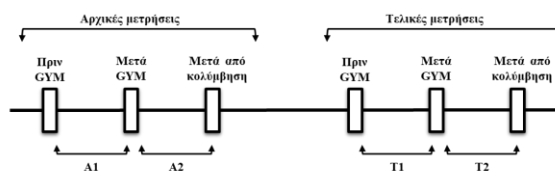
Δύναμη Χειρολαβής – Χειροδυναμομέτρηση (kg)							
		Αρχικές μετρήσεις			Τελικές μετρήσεις		
Ομάδες	Συνθήκες	Πριν GYM	Μετά GYM	Μετά από κολύμβηση	Πριν GYM	Μετά GYM	Μετά από κολύμβηση
Α-ΜΔ	ΜΑ	32,5±8,9	33,2±8,8	32,5±7,3	40,2±11,3 *	39,7±12,6	40,0±12,3 #
	ΜΔ	33,1±8,5	32,4±9,9	32,8±9,2	39,8±10,8 *	38,8±11,4	39,0±12,4 #
	Ε	32,3±8,4	32,4±7,6	31,8±8,4	36,6±11,5 *	36,5±10,0	34,9±10,1 #
Β-ΜΑ	ΜΑ	30,4±8,1	31,1±7,9	31,0±6,3	34,2±7,9	33,9±8,0	32,4±5,7 #
	ΜΔ	31,1±8,2	32,2±8,2	32,2±7,7	32,3±8,1	34,0±8,0	32,8±6,3 #
	Ε	30,3±7,9	30,7±7,2	31,3±6,0	33,9±7,2	33,7±7,6	31,2±5,4 #
Γ-Ε	ΜΑ	30,8±8,7	30,9±9,0	29,8±8,6	28,6±10,5 †	30,9±10,4 *	29,6±9,8 †
	ΜΔ	29,2±8,2	31,3±9,0	31,2±9,1	29,4±11,8 †	28,9±10,0 *	30,8±10,4 †
	Ε	30,1±9,6	29,7±9,1	31,2±9,0	29,2±13,1 †	29,2±12,3 *	29,2±11,1 †

GYM: προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, *: $p < 0,05$ μεταξύ των τελικών συγκριτικά με των αρχικών μετρήσεων, #: $p < 0,05$ μεταξύ των ομάδων στις τελικές μετρήσεις

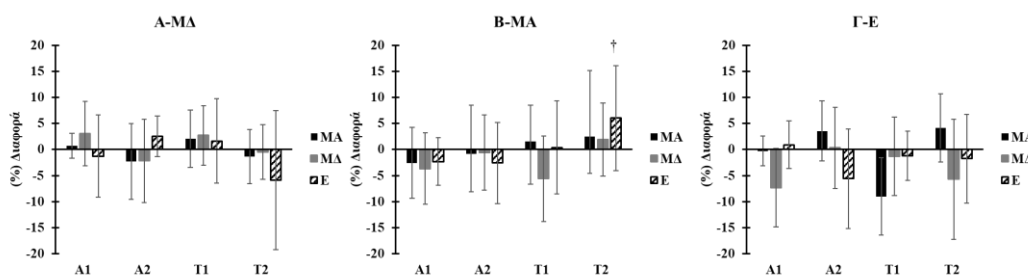
†: $p < 0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης

Εξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

Εξετάστηκαν για κάθε ομάδα, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T) οι ποσοστιαίες (%) μεταβολές της δύναμης χειρολαβής στις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή αμέσως μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πρώτη χρονική σύγκριση: A1 και T1), καθώς και τις μεταβολές μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με αυτή μετά από την προπόνηση κολύμβησης (δεύτερη χρονική σύγκριση: A2-T2; Σχήμα 4.14). Σε όλες τις συνθήκες, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=1,50$, $\eta^2=0,13$, $p=0,24$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, σε καμία συνθήκη ($F_{(11,231)}=0,57$, $\eta^2=0,03$, $p=0,85$). Ωστόσο, η ομάδα B-MA παρουσίασε υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή της δύναμης χειρολαβής μόνο στις τελικές μετρήσεις στη συνθήκη E, κατά τη χρονική στιγμή T2 ($6,08 \pm 10,18\%$), έναντι της T1 ($1,58 \pm 6,89\%$; $F_{(22,231)}=2,12$, $\eta^2=0,17$, $p=0,00$, Σχήμα 4.14).



Σχήμα 4.14Α



Σχήμα 4.14Β

Σχήμα 4.14. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.14Α) παρατηρούνται οι χρονικές στιγμές μέτρησης για τη δύναμη χειρολαβής, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T), για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Οι ποσοστιαίες (%) μεταβολές υπολογίστηκαν, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), και μεταξύ των τιμών μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με τις τιμές μετά από την προπόνηση κολύμβησης (A2, T2). Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.14Β) παρατηρούνται οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, A1, A2, T1, T2, για κάθε ομάδα, μέγιστη δύναμη (A-MA), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E), σε κάθε συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MA), και ελέγχου (E). *: $p<0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών T2 έναντι T1 για την ομάδα B-MA στη συνθήκη E

Ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου: Παρατηρήθηκε αύξηση της ισομετρικής δύναμης των κολυμβητών μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(1,2)}=58,18$, $\eta^2=0,73$, $p=0,01$, Πίνακας 4.7). Ωστόσο, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-Ε ($F_{(2,21)}=0,16$, $\eta^2=0,01$, $p=0,85$, Πίνακας 4.7), και δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,42)}=2,90$, $\eta^2=0,12$, $p=0,07$, Πίνακας 4.7). Αντίθετα, οι ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ αύξησαν την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου σε όλες τις συνθήκες, σε όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης, στις τελικές έναντι των αρχικών μετρήσεων ($F_{(4,42)}=4,03$, $\eta^2=0,28$, $p=0,01$, Πίνακας 4.7). Ωστόσο, τόσο στις αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις παρατηρήθηκε μείωση της ισομετρικής δύναμης μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), για όλες τις ομάδες, στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με την Ε ($F_{(2,42)}=5,01$, $\eta^2=0,19$, $p=0,01$, Πίνακας 4.7).

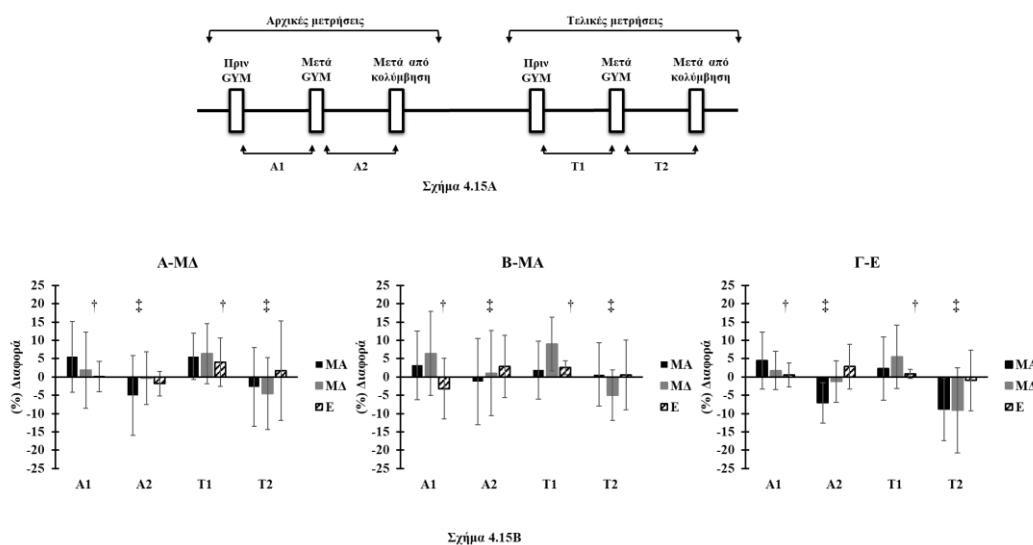
Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

Πίνακας 4.7. Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου για αρχικές και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των ομάδων Α) Μέγιστη δύναμη – ΜΔ, Β) Μυϊκή Αντοχή – ΜΑ, Γ) Ελέγχου – Ε, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε).

Ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου εκτός νερού – Ισομετρική αξιολόγηση (N)							
		Αρχικές μετρήσεις			Τελικές μετρήσεις		
Ομάδες	Συνθήκες	Πριν GYM	Μετά GYM	Μετά από κολύμβηση	Πριν GYM	Μετά GYM	Μετά από κολύμβηση
Α-ΜΔ	ΜΑ	89,5±28,3	86,0±35,1 ‡	89,3±33,32	109,4±40,2 *	102,7±36,2 *†‡	102,5±25,5 *†
	ΜΔ	91,3±28,6	91,4±37,8	90,2±32,4	110,8±43,4 *	101,3±31,3 *†‡	105,8±23,2 *†
	Ε	88,2±29,3	87,2±25,5	88,9±27,3	110,1±43,4 *	107,7±40,4 *†	100,9±23,1 *†
Β-ΜΑ	ΜΑ	82,5±22,4	79,3±21,1 ‡	76,5±22,8	104,6±19,8 *	102,1±18,2 *†‡	101,5±20,0 *†
	ΜΔ	88,1±18,9	81,9±18,6 ‡	80,9±20,3	111,1±17,1 *	101,0±17,5 *†‡	105,4±15,4 *†
	Ε	89,3±18,3	89,2±16,7	86,8±18,9	104,6±17,5 *	101,8±16,3 *†	100,4±12,9 *†
Γ-Ε	ΜΑ	87,6±22,1	84,2±23,9 ‡	90,5±27,7	90,2±22,1 *	85,9±22,7	91,6±25,6
	ΜΔ	88,2±20,2	86,7±21,5 ‡	87,8±23,1	96,6±22,1 *	91,0±21,5	99,2±24,7
	Ε	88,7±20,3	88,1±18,9	86,0±21,7	97,0±17,5 *	96,0±16,4	98,0±23,8

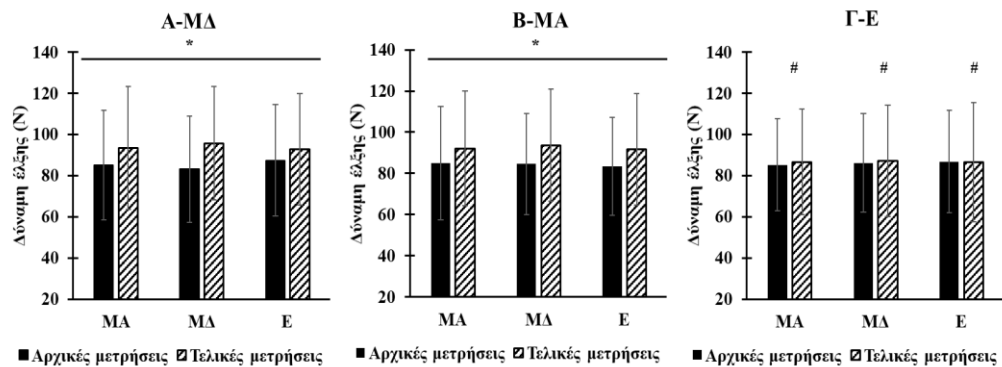
GYM: προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, *: $p < 0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων, †: $p < 0,05$: αύξηση της ισομετρικής δύναμης για τις ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ στις τελικές έναντι των αρχικών μετρήσεων σε όλες τις χρονικές στιγμές μετρήσεις, ‡: $p < 0,05$: μείωση της ισομετρικής δύναμης σε όλες τις ομάδες στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με Ε

Εξετάστηκαν για κάθε ομάδα, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T) οι ποσοστιαίες (%) μεταβολές της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου στις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή αμέσως μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πρώτη χρονική σύγκριση: A1 και T1), καθώς και τις μεταβολές μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με αυτή μετά από την προπόνηση κολύμβησης (δεύτερη χρονική σύγκριση: A2-T2; Σχήμα 4.15). Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=0,00$, $\eta^2=0,00$, $p=0,97$). Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=1,07$, $\eta^2=0,09$, $p=0,36$), και μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ($F_{(2,42)}=1,27$, $\eta^2=0,06$, $p=0,29$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε σημαντική % μεταβολή μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης A2 έναντι A1 και T2 έναντι T1 σε όλες τις συνθήκες ($F_{(2,21)}=18,59$, $\eta^2=0,47$, $p=0,01$). Ειδικότερα, παρατηρήθηκε μείωση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου, μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι με πριν, στις συνθήκες MA και MΔ (Σχήμα 4.15), και αύξηση μετά από την προπόνηση κολύμβησης έναντι με μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε όλες τις συνθήκες ($F_{(2,42)}=8,54$, $\eta^2=0,29$, $p=0,01$; Σχήμα 4.15).



Σχήμα 4.15. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.15A) παρατηρούνται οι χρονικές στιγμές μέτρησης για την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T), για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Οι ποσοστιαίες (%) μεταβολές υπολογίστηκαν, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), και μεταξύ των τιμών μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με τις τιμές μετά από την προπόνηση κολύμβησης (A2, T2). Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.15B) παρατηρούνται οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, A1, A2, T1, T2, για κάθε ομάδα, μέγιστη δύναμη (A-MA), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E), σε κάθε συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E). †: $p<0,05$, μεταβολή της ισομετρικής δύναμης μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης για αρχικές (A1) και τελικές (T1) μετρήσεις, ‡: $p<0,05$, μεταβολή της ισομετρικής δύναμης μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι με μετά από την προπόνηση κολύμβησης για αρχικές (A2) και τελικές μετρήσεις (T2).

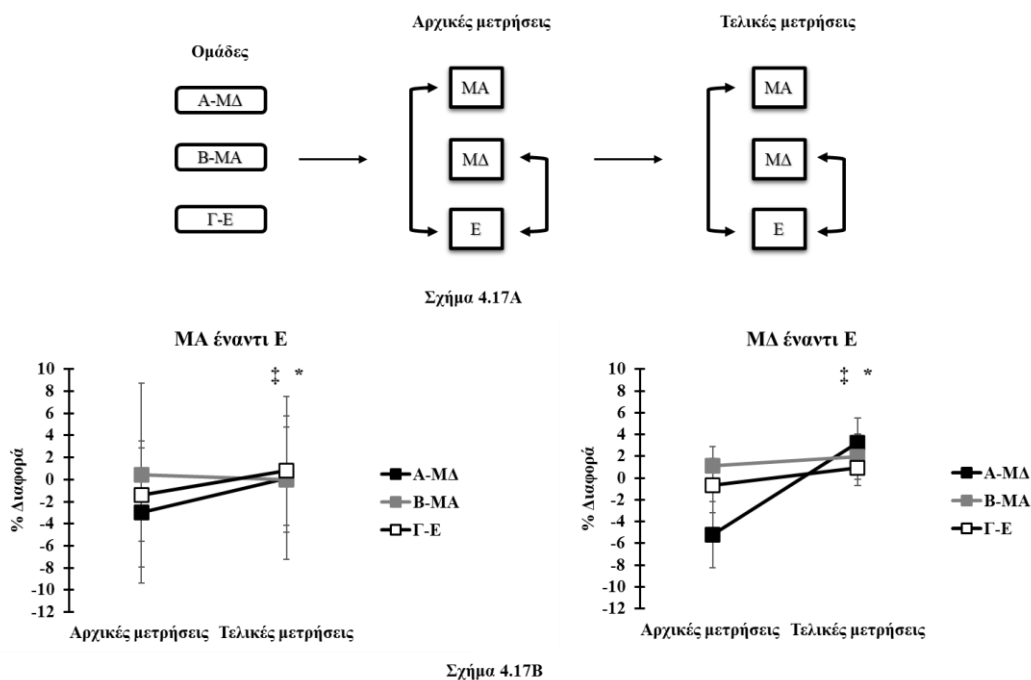
Δύναμη έλξης κατά την προσδεμένη κολύμβηση: Η δύναμη έλξης στο νερό, η οποία προσδιορίστηκε κατά τη διάρκεια 10 s προσδεμένης κολύμβησης μέγιστης έντασης, αυξήθηκε στις τελικές μετρήσεις συγκριτικά με τις αρχικές ($F_{(1,21)}=20,40$, $\eta^2=0,49$, $p=0,01$, Σχήμα 4.16). Η δύναμη έλξης δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων A-MΔ, B-MA και Γ-E ($F_{(2,21)}=0,03$, $\eta^2=0,00$, $p=0,97$, Σχήμα 4.16). Ωστόσο, οι ομάδες A-MΔ και B-MA αύξησαν τη δύναμη έλξης στο νερό σε όλες τις συνθήκες μέτρησης (MA, MΔ, E), συγκριτικά με την ομάδα Γ-E στις τελικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=4,07$, $\eta^2=0,28$, $p=0,03$, Σχήμα 4.16).



Σχήμα 4.16. Μεταβολή της δύναμης έλξης στο νερό κατά τη διάρκεια προσδεμένης κολύμβησης μέγιστης έντασης 10 s, για τις ομάδες A-MΔ, B-MA, και Γ-E, για αρχικές και τελικές μετρήσεις (μετά από 6 εβδομάδες) μεταξύ των συνθηκών μέτρησης, μυϊκής αντοχής (MA), μέγιστης δύναμης (MΔ) και ελέγχου (E). *, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων για όλες τις συνθήκες μέτρησης MA, MΔ, E, $p<0,05$. #, διαφορά μεταξύ των ομάδων A-MΔ, B-MA συγκριτικά με Γ-E στις τελικές μετρήσεις για όλες τις συνθήκες μέτρησης, $p<0,05$.

Συγκρίνοντας για κάθε ομάδα, τις συνθήκες MA και MΔ έναντι της E, παρατηρήθηκε μικρότερη ποσοστιαία μεταβολή στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,2)}=5,33$, $\eta^2=0,20$, $p=0,03$). Επιπλέον, παρατηρήθηκε παρόμοια % διαφορά σε όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=0,78$, $\eta^2=0,07$, $p=0,46$), για όλες τις συγκρίσεις ($F_{(1,21)}=0,62$, $\eta^2=0,02$, $p=0,43$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε μικρότερη ποσοστιαία διαφορά για τις συνθήκες MA και MΔ έναντι της E στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=5,33$, $\eta^2=0,20$, $p=0,03$, Σχήμα 4.17).

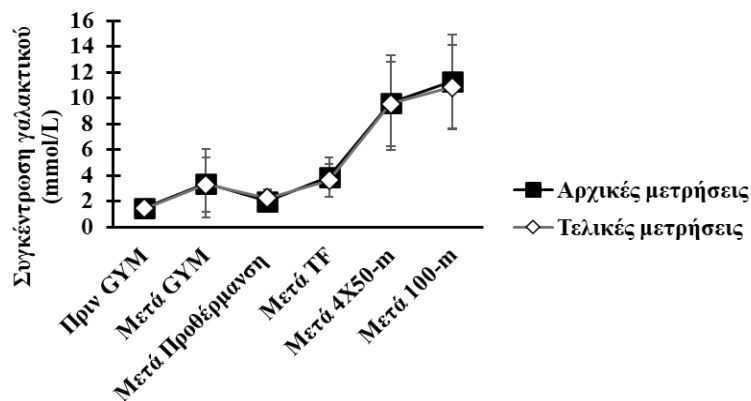
Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



Σχήμα 4.17. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.17A) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για την προσδεμένη κολύμβηση, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (MD) έναντι E, για όλες τις ομάδες; Ομάδα A-MA: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα B-MA: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-E: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.17B) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για την προσδεμένη κολύμβηση, για τις συγκρίσεις MA έναντι E, MD έναντι E, για όλες τις ομάδες, A-MA, B-MA, Γ-E, *: $p < 0,05$, μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων, ‡: $p < 0,05$, MA έναντι E, MD έναντι E.

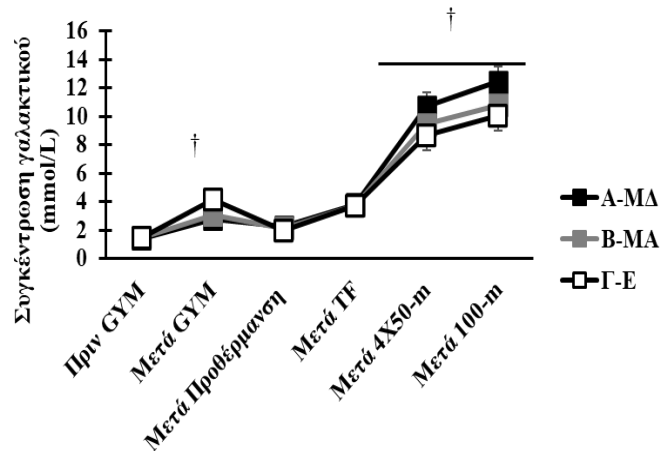
4.4.5. Φυσιολογικές αποκρίσεις

Συγκέντρωση γαλακτικού: Η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν παρόμοια στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=0,30$, $\eta^2=0,01$, $p=0,59$, Σχήμα 4.18) και δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ανεξάρτητα των συνθηκών μέτρησης ($F_{(1,21)}=0,49$, $\eta^2=0,04$, $p=0,62$; Σχήμα 4.19).



Σχήμα 4.18. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού σε αρχικές και τελικές μετρήσεις για κάθε χρονική στιγμή μέτρησης, ανεξάρτητα ομάδων και συνθηκών μέτρησης.

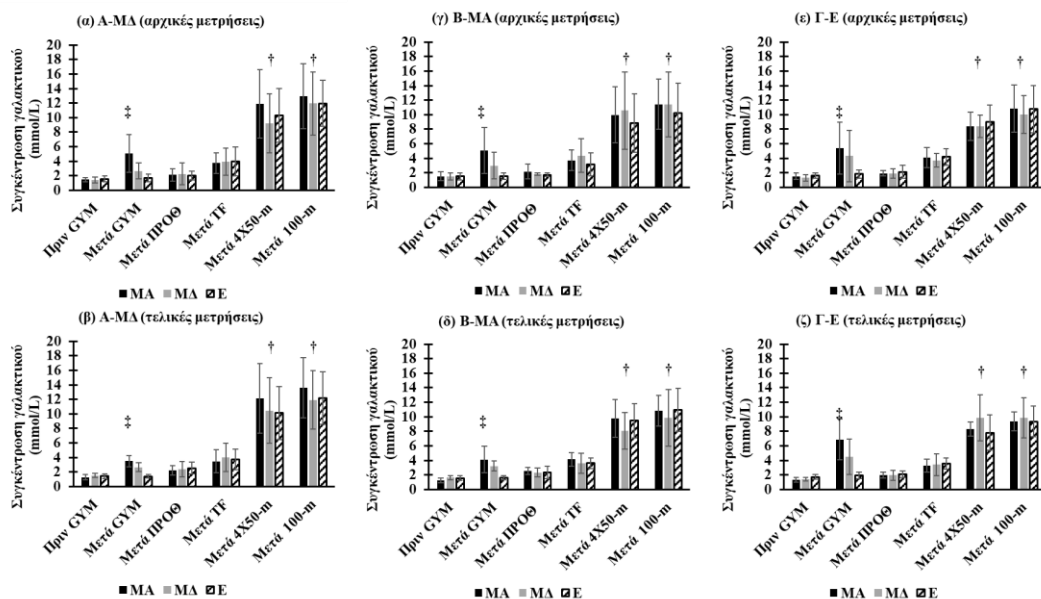
Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης



Σχήμα 4.19. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού ανεξάρτητα αρχικών και τελικών μετρήσεων και συνθηκών μέτρησης, για κάθε ομάδα, μέγιστη δύναμη (A-ΜΔ), μυϊκή αντοχή (B-ΜΑ) και ελέγχου (Γ-Ε), †: $p < 0,05$, χρονική στιγμή μετά από προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM) έναντι πριν από προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM) και μετά από τέσσερις επαναλήψεις των 50-m ελεύθερο (Μετά από 4X50-m) και 100-m ελεύθερο (Μετά από 100-m) έναντι με όλες τις υπόλοιπες χρονικές στιγμές.

Αναφορικά με τις συνθήκες ΜΑ, ΜΔ και Ε παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού στην συνθήκη ΜΑ συγκριτικά με ΜΔ και Ε αντίστοιχα ($F_{(2,42)}=11,38$, $\eta^2=0,35$, $p=0,01$, Σχήμα 4.20). Σε όλες τις συνθήκες η συγκέντρωση γαλακτικού είναι υψηλότερη μετά από τα 4X50-m και 100-m συγκριτικά με τις υπόλοιπες χρονικές στιγμές μέτρησης ($F_{(5,105)}=192,95$, $\eta^2=0,90$, $p=0,01$, Σχήμα 4.20). Επιπρόσθετα η ομάδα Γ-Ε, εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού και μετά τα 100-m συγκριτικά με τα 4X50-m ελεύθερο ($F_{(10,105)}=1,25$, $\eta^2=0,16$, $p=0,04$, Σχήμα 4.20). Επιπλέον, οι κολυμβητές ανεξαρτήτου ομάδας, παρουσίασαν υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού μετά την προπόνηση ΜΑ, συγκριτικά με ΜΔ ($20,97 \pm 73,07\%$) και Ε ($50,06 \pm 22,03\%$), αντίστοιχα. Στη συνθήκη ΜΔ παρουσιάστηκε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού κατά την ίδια χρονική στιγμή μέτρησης μόνο με την συνθήκη Ε ($38,38 \pm 22,71\%$; $F_{(10,105)}=1,25$, $\eta^2=0,16$, $p=0,04$, Σχήμα 4.20).

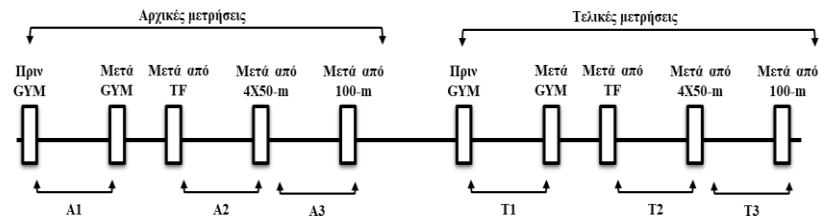
Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



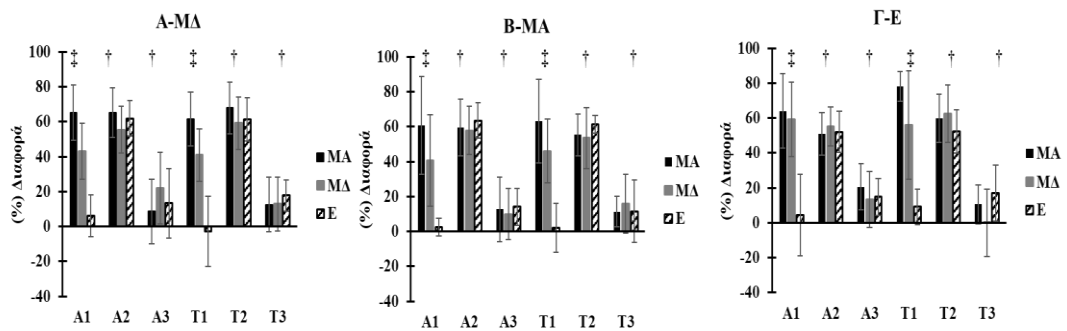
Σχήμα 4.20. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για αρχικές και τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων A-ΜΔ (σχήμα α-αρχικές, σχήμα β-τελικές μετρήσεις), B-ΜΑ (σχήμα γ-αρχικές, σχήμα δ-τελικές μετρήσεις) και Γ-Ε (σχήμα ε-αρχικές, σχήμα ζ-τελικές μετρήσεις), και μεταξύ των συνθηκών μέτρησης μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), για όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά από την προθέρμανση (Μετά ΠΡΟΘ), μετά από την προσδεμένη κολύμβηση (Μετά ΤΕ), μετά από τέσσερις επαναλήψεις 50-m ελεύθερο (Μετά 4Χ50-m), μετά από 100-m ελεύθερο (Μετά 100-m). †: $p < 0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, ‡: $p < 0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΑ, ΜΔ, Ε.

Εξετάστηκαν για κάθε ομάδα, σε αρχικές (Α) και τελικές μετρήσεις (Τ) οι ποσοστιαίες μεταβολές της συγκέντρωσης γαλακτικού στις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή αμέσως μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πρώτη χρονική σύγκριση: Α1 και Τ1), καθώς και τις μεταβολές μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με αυτή μετά από την προπόνηση κολύμβησης (δεύτερη χρονική σύγκριση: Α2-Τ2; Σχήμα 4.21). Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=0,00$, $\eta^2=0,00$, $p=0,98$), και παρόμοια ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=0,39$, $\eta^2=0,04$, $p=0,68$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε διαφορετική % μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού σε όλες τις συνθήκες ($F_{(2,42)}=106,30$, $\eta^2=0,85$, $p=0,01$), για κάθε χρονική στιγμή μέτρησης ($F_{(2,42)}=170,27$, $\eta^2=0,89$, $p=0,01$). Ειδικότερα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη % μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για τη χρονική στιγμή Α1, Τ1 στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με Ε ($F_{(2,42)}=68,19$, $\eta^2=0,76$, $p=0,01$; Σχήμα 4.21).

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης



Σχήμα 4.21A

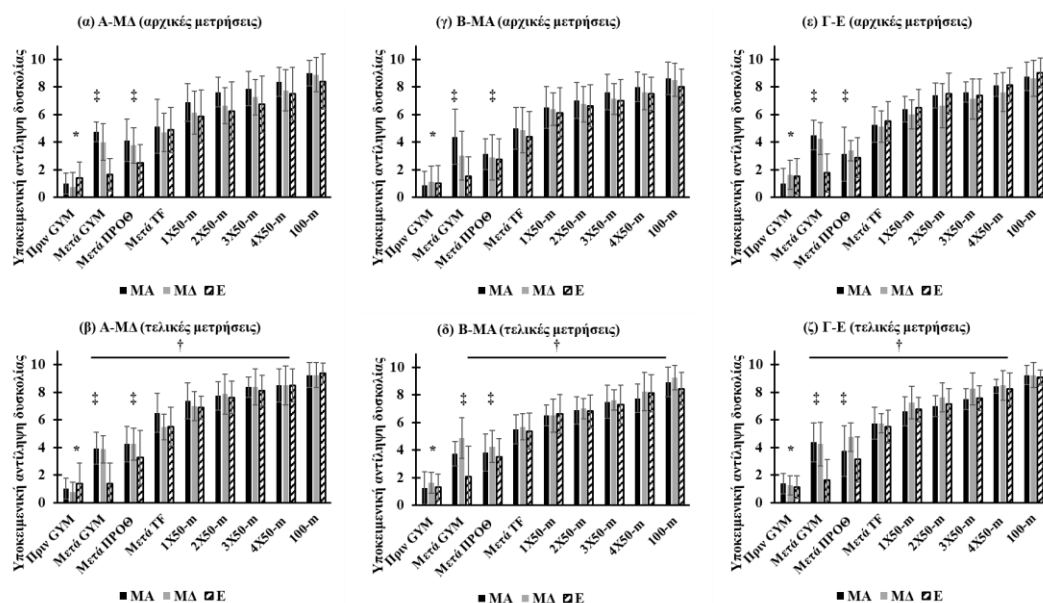


Σχήμα 4.21B

Σχήμα 4.21. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.21A) παρατηρούνται οι χρονικές στιγμές μέτρησης για τη συγκέντρωση γαλακτικού, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T), για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Οι ποσοστιαίες (%) μεταβολές υπολογίστηκαν, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), και μεταξύ των τιμών μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με τις τιμές μετά από την προπόνηση κολύμβησης (A2, T2). Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.21B) παρατηρούνται οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, A1, A2, T1, T2, για κάθε ομάδα, μέγιστη δύναμη (A-MΔ), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E), σε κάθε συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E). †: $p < 0,05$, μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για A2, A3, T2, T3 σε όλες τις συνθήκες, ‡: $p < 0,05$, μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού για A1, T1 μεταξύ των συνθηκών MA, MΔ έναντι E.

4.4.6. Μεταβολές του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας

Ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας ήταν υψηλότερος στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=11,02$, $\eta^2=0,34$, $p=0,01$; Σχήμα 4.22). Επιπλέον, ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=0,36$, $\eta^2=0,04$, $p=0,70$; Σχήμα 4.22). Αναφορικά με τις συνθήκες μέτρησης, οι κολυμβητές παρουσίασαν χαμηλότερο δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας στην συνθήκη E συγκριτικά με MA και ΜΔ ($F_{(2,42)}=13,90$, $\eta^2=0,39$, $p=0,01$; Σχήμα 4.22), αντίστοιχα. Ο δείκτης ήταν υψηλότερος μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM) και μετά την προθέρμανση για τις συνθήκες MA και ΜΔ συγκριτικά με την E ($F_{(1,21)}=16,64$, $\eta^2=0,44$, $p=0,01$; Σχήμα 4.22). Επιπρόσθετα, ήταν υψηλότερος για όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης συγκριτικά με πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ($F_{(2,162)}=505,25$, $\eta^2=0,96$, $p=0,01$; Σχήμα 4.22).

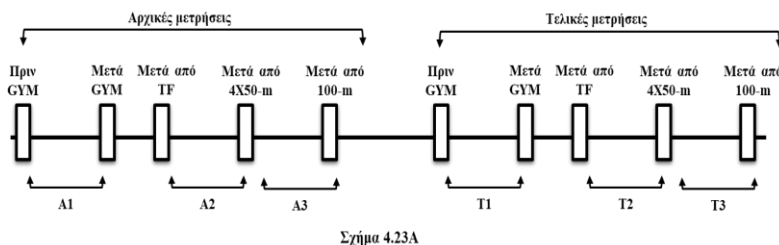


Σχήμα 4.22. Μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας για αρχικές και τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων A-ΜΔ (σχήμα α-αρχικές, σχήμα β-τελικές μετρήσεις), B-ΜΑ (σχήμα γ-αρχικές, σχήμα δ-τελικές μετρήσεις) και Γ-Ε (σχήμα ε-αρχικές, σχήμα ζ-τελικές μετρήσεις), και μεταξύ των συνθηκών μέτρησης μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), για όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά από την προθέρμανση (Μετά ΠΡΟΘ), μετά την προσδεμένη κολύμβηση (Μετά ΤΕ), μετά από τέσσερις επαναλήψεις 50-m. ελεύθερο (Μετά 4Χ50-m), μετά από 100-m. ελεύθερο (Μετά 100-m). *: $p<0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων, #: $p<0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, ‡: $p<0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΑ, ΜΔ, Ε.

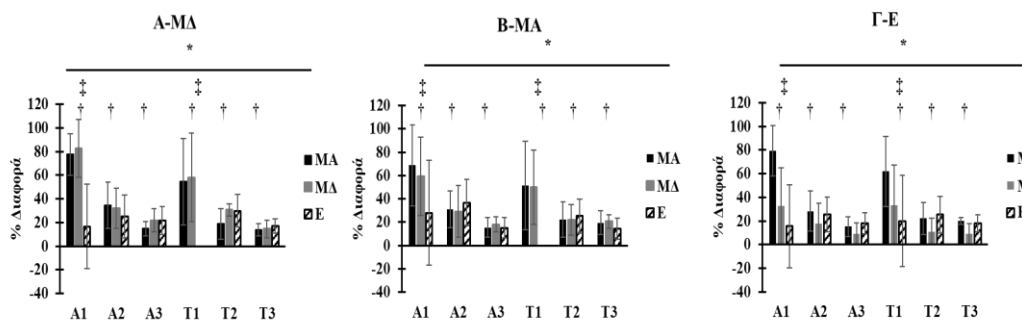
Εξετάστηκαν για κάθε ομάδα, σε αρχικές (Α) και τελικές μετρήσεις (Τ) οι ποσοστιαίες μεταβολές του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή αμέσως μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πρώτη χρονική σύγκριση: A1 και T1), καθώς και

Έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης: έλεγχος της άμεσης επίδρασης πριν και μετά την περίοδο προπόνησης

τις μεταβολές μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με αυτή μετά από την προπόνηση κολύμβησης (δεύτερη χρονική σύγκριση: A2-T2; Σχήμα 4.23). Παρατηρήθηκε μικρότερη μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας στις τελικές, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=13,40$, $\eta^2=0,39$, $p=0,01$). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=0,17$, $\eta^2=0,02$, $p=0,86$). Επιπλέον, παρατηρήθηκε μικρότερη ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη αντιλαμβανόμενης δυσκολίας σε όλες τις συνθήκες ($F_{(2,42)}=34,13$, $\eta^2=0,62$, $p=0,01$), για κάθε χρονική στιγμή μέτρησης ($F_{(2,42)}=41,27$, $\eta^2=0,66$, $p=0,01$; Σχήμα 4.23). Ειδικότερα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας για τη χρονική στιγμή A1, T1 στις συνθήκες MA και MΔ συγκριτικά με E ($F_{(2,42)}=48,06$, $\eta^2=0,70$, $p=0,01$; Σχήμα 4.23).



Σχήμα 4.23Α



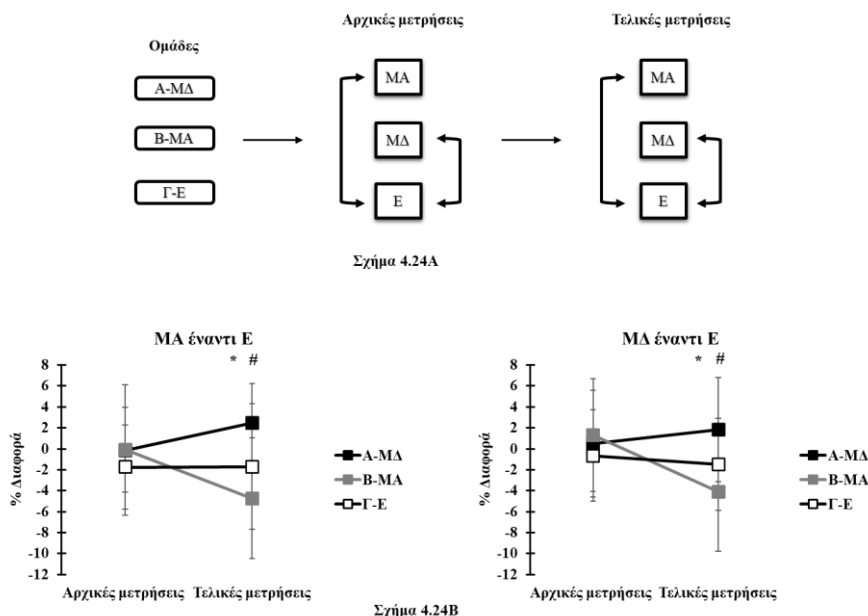
Σχήμα 4.23Β

Σχήμα 4.23. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.23Α) παρατηρούνται οι χρονικές στιγμές μέτρησης για το δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T), για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Οι ποσοστιαίες (%) μεταβολές υπολογίστηκαν, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης συγκριτικά με αυτή μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), και μεταξύ των τιμών μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε σύγκριση με τις τιμές μετά από την προπόνηση κολύμβησης (A2, T2). Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.23Β) παρατηρούνται οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, A1, A2, T1, T2, για κάθε ομάδα, μέγιστη δύναμη (A-MA), μυϊκή αντοχή (B-MA), ελέγχου (Γ-E), σε κάθε συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E). *: $p<0,05$, αρχικές συγκριτικά με τελικές μετρήσεις, †: $p<0,05$, μεταβολή της του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας για A2, A3, T2, T3 σε όλες τις συνθήκες, ‡: $p<0,05$, μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας για A1, T1 μεταξύ των συνθηκών MA, MΔ έναντι E.

4.4.7. Μεταβολές στις μεταβλητές τεχνικής

Συχνότητα χεριάς στα 4X50-m: Η μέση συχνότητα χεριάς παρέμεινε αμετάβλητη μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(1,21)}=0,09$, $\eta^2=0,00$, $p=0,76$; Πίνακας 4.8). Η μέση συχνότητα χεριάς των κολυμβητών στα 4X50-m δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=1,00$, $\eta^2=0,08$, $p=0,38$; Πίνακας 4.8), και μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,42)}=0,82$, $\eta^2=0,04$, $p=0,45$; Σχήμα 4.8), σε αρχικές και τελικές μετρήσεις.

Επιπλέον, έγινε σύγκριση της συχνότητας χεριάς στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε αύξηση $2,47 \pm 3,77\%$ και $1,82 \pm 4,97\%$ της συχνότητας χεριάς στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε αντίστοιχα, για την ομάδα Α-ΜΔ, σε αντίθεση με την ομάδα Β-ΜΑ, στην οποία παρατηρήθηκε μείωση της συχνότητας χεριάς $4,72 \pm 5,77\%$ και $4,10 \pm 5,60\%$ μεταξύ των συνθηκών ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε αντίστοιχα ($F_{(2,21)}=3,90$, $\eta^2=0,27$, $p=0,04$, Σχήμα 4.24).



Σχήμα 4.24. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.24A) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τη συχνότητα χεριάς κατά τη διάρκεια των 4X50-m, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ) έναντι ελέγχου (Ε) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι Ε, για όλες τις ομάδες; Ομάδα Α-ΜΔ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα Β-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.24B) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για τη συχνότητα χεριάς κατά τη διάρκεια των 4X50-m, για τις συγκρίσεις ΜΑ έναντι Ε, ΜΔ έναντι Ε, για όλες τις ομάδες, Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε, *: $p < 0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων, #: $p < 0,05$, Α-ΜΔ έναντι Β-ΜΑ για τις συγκρίσεις ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε.

Συχνότητα χεριάς στα 100-m: Η συχνότητα χεριάς στα 100-m αυξήθηκε μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(1,21)}=10,54$, $\eta^2=0,33$, $p=0,01$; Πίνακας 4.8). Η συχνότητα χεριάς ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=0,24$, $\eta^2=0,02$,

$p=0,79$; Πίνακας 4.8). Οι κολυμβητές, ανεξάρτητα ομάδας, εμφάνισαν υψηλότερη συχνότητα χεριάς στις αρχικές και τελικές μετρήσεις για τη συνθήκη ΜΑ συγκριτικά με ΜΔ (Αρχικές: $1,94 \pm 4,78\%$, Τελικές: $2,06 \pm 4,62\%$; $F_{(2,42)}=3,48$, $\eta^2=0,14$, $p=0,03$; Πίνακας 4.8). Ακόμα παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, και Γ-Ε σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=0,89$, $\eta^2=0,07$, $p=0,43$).

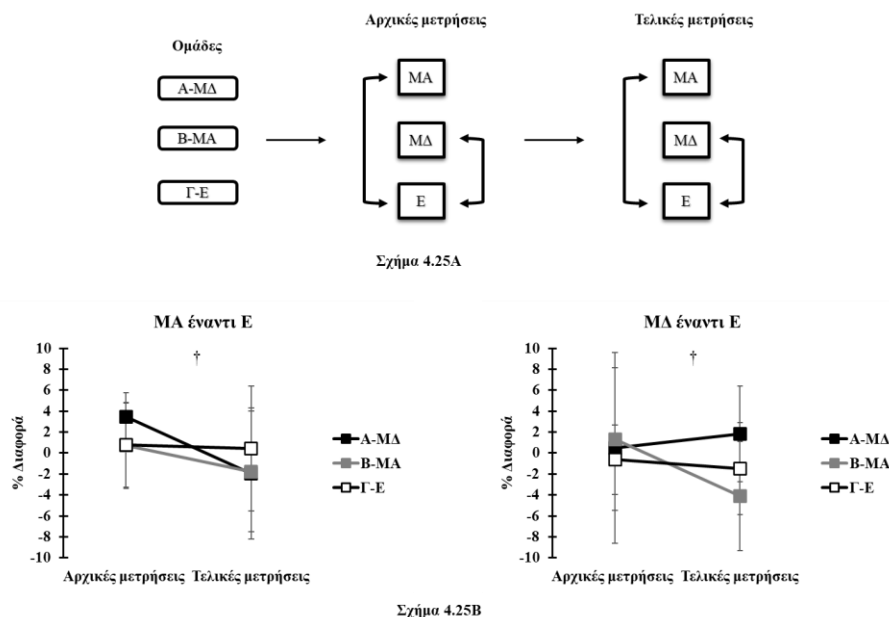
Επιπλέον, έγινε σύγκριση της συχνότητας χεριάς στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της συχνότητας χεριάς για τα 100-m σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(2,21)}=3,81$, $\eta^2=0,15$, $p=0,06$), και δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=1,12$, $\eta^2=0,10$, $p=0,34$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε για όλες τις ομάδες στην ποσοστιαία μεταβολή ($F_{(1,21)}=6,31$, $\eta^2=0,23$, $p=0,02$; Σχήμα 4.25).

Πίνακας 4.8. Μεταβολή της συχνότητας χεριάς για αρχικές και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ- Ε, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) και 100-m ελεύθερο.

		Συχνότητα χεριάς (cycles/min)			
		Αρχικές μετρήσεις		Τελικές μετρήσεις	
Ομάδες	Συνθήκες	4X50-m	100-m	4X50-m	100-m
Α-ΜΔ	ΜΑ	43,0 $\pm$ 3,0	40,2 $\pm$ 1,0 [‡]	43,7 $\pm$ 3,1	41,0 $\pm$ 2,5 [‡]
	ΜΔ	43,3 $\pm$ 3,9	38,9 $\pm$ 1,3	43,4 $\pm$ 2,9	40,2 $\pm$ 2,2
	Ε	43,1 $\pm$ 3,9	38,8 $\pm$ 3,4	42,6 $\pm$ 2,2	41,8 $\pm$ 2,8
Β-ΜΑ	ΜΑ	42,8 $\pm$ 5,6	39,9 $\pm$ 5,3 [‡]	42,8 $\pm$ 5,5	41,2 $\pm$ 6,1 [‡]
	ΜΔ	43,4 $\pm$ 5,1	38,6 $\pm$ 4,4	43,1 $\pm$ 6,0	39,6 $\pm$ 5,9
	Ε	42,8 $\pm$ 5,6	39,7 $\pm$ 5,3	44,8 $\pm$ 5,6	41,7 $\pm$ 5,3
Γ-Ε	ΜΑ	40,5 $\pm$ 3,8	38,8 $\pm$ 3,9 [‡]	40,3 $\pm$ 3,9	39,4 $\pm$ 4,0 [‡]
	ΜΔ	40,9 $\pm$ 4,1	38,9 $\pm$ 4,1	40,4 $\pm$ 4,5	39,2 $\pm$ 4,7
	Ε	41,1 $\pm$ 3,2	38,5 $\pm$ 3,9	41,0 $\pm$ 4,9	39,2 $\pm$ 4,6

[‡], διαφορά μεταξύ των συνθηκών ΜΑ vs ΜΔ, $p<0,05$.

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*



Σχήμα 4.25. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.25A) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για τη συχνότητα χεριάς κατά τη διάρκεια των 100-m, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι E, για όλες τις ομάδες; Ομάδα A-ΜΔ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα B-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.25B) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για τη συχνότητα χεριάς κατά τη διάρκεια των 100-m, για τις συγκρίσεις MA έναντι E, ΜΔ έναντι E, για όλες τις ομάδες, A-ΜΔ, B-ΜΑ, Γ-Ε, †: $p < 0,05$, μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και ΜΔ έναντι E

Μήκος χεριάς στα 4X50-m: Το μέσο μήκος χεριάς των κολυμβητών στα 4X50-m αυξήθηκε μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(1,21)}=6,48$, $\eta^2=0,24$, $p=0,01$; Πίνακας 4.9). Το μέσο μήκος χεριάς στα 4X50-m δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ($F_{(2,21)}=0,49$, $\eta^2=0,04$, $p=0,62$; Πίνακας 4.9), και ήταν παρόμοιο μεταξύ των συνθηκών μέτρησης MA, ΜΔ και E ($F_{(2,42)}=0,06$, $\eta^2=0,00$, $p=0,93$; Πίνακας 4.9), σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Ακόμα παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή των ομάδων A-ΜΔ, B-ΜΑ, και Γ-Ε σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=0,15$, $\eta^2=0,01$, $p=0,86$).

Επιπλέον, έγινε σύγκριση του μήκους χεριάς στις συνθήκες MA και ΜΔ έναντι της E για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του μήκους χεριάς σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=0,75$, $\eta^2=0,03$, $p=0,39$), ανεξάρτητα ομάδας ($F_{(2,21)}=1,96$, $\eta^2=0,16$, $p=0,15$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και ΜΔ έναντι E ($F_{(1,21)}=0,01$, $\eta^2=0,00$, $p=0,92$).

Μήκος χεριάς στα 100-m: Το μήκος χεριάς των κολυμβητών στα 100-m παρέμεινε αμετάβλητο μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(2,21)}=0,12$, $\eta^2=0,01$, $p=0,74$; Πίνακας 4.9), και δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=0,09$, $\eta^2=0,00$, $p=0,91$; Πίνακας 4.9). Επιπρόσθετα, το μήκος χεριάς δεν διέφερε μεταξύ των συνθηκών μέτρησης MA, ΜΔ και E ($F_{(2,42)}=3,21$, $\eta^2=0,13$, $p=0,05$; Πίνακας 4.9),

σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Ακόμα παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ των ομάδων A-MΔ, B-MA, και Γ-E σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=0,07$, $\eta^2=0,00$, $p=0,92$).

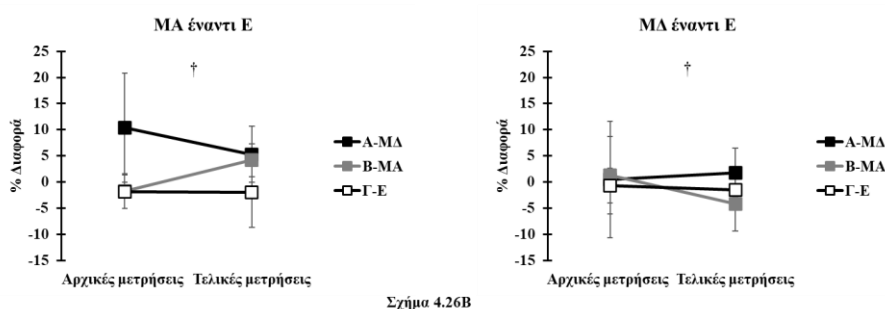
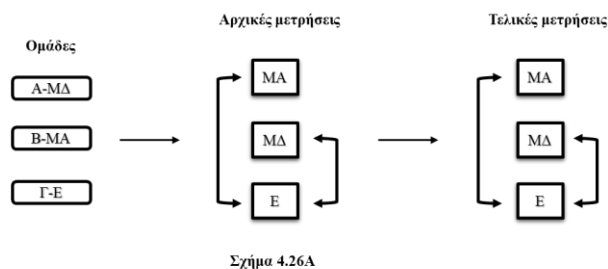
Επιπλέον, έγινε σύγκριση του μήκους χεριάς στις συνθήκες MA και MΔ έναντι της E για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του μήκους χεριάς σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=1,64$, $\eta^2=0,07$, $p=0,21$), για όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=0,73$, $\eta^2=0,06$, $p=0,50$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε % διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και MΔ έναντι E για όλες τις ομάδες ($F_{(1,21)}=6,31$, $\eta^2=0,23$, $p=0,02$; Σχήμα 4.26).

Πίνακας 4.9. Μεταβολή του μήκους χεριάς για αρχικές και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των ομάδων A-MΔ, B-MA, Γ- E, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ) και ελέγχου (E), κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) και 100-m ελεύθερο.

Μήκος χεριάς (m/cycle)					
		Αρχικές μετρήσεις		Τελικές μετρήσεις	
Ομάδες	Συνθήκες	4X50-m	100-m	4X50-m	100-m
A-MΔ	MA	2,11±0,11	2,07±0,13	2,13±0,12*	2,10±0,09
	MΔ	2,10±0,17	2,13±0,14	2,14±0,13*	2,15±0,11
	E	2,11±0,18	2,15±0,33	2,19±0,17*	2,09±0,16
B-MA	MA	2,05±0,20	2,04±0,22	2,13±0,19*	2,07±0,23
	MΔ	2,03±0,20	2,10±0,22	2,10±0,17*	2,15±0,25
	E	2,06±0,20	2,07±0,23	2,05±0,18*	2,15±0,25
Γ-E	MA	2,11±0,23	2,06±0,22	2,18±0,24*	2,06±0,21
	MΔ	2,15±0,17	2,08±0,20	2,17±0,20*	2,08±0,22
	E	2,13±0,17	2,09±0,19	2,14±0,21*	2,10±0,24

*: $p<0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων για όλες τις συνθήκες.

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*



Σχήμα 4.26. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.26Α) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για το μήκος χεριάς κατά τη διάρκεια των 100-m, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ) έναντι ελέγχου (Ε) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι Ε, για όλες τις ομάδες; Ομάδα Α-ΜΔ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα Β-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.26Β) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για το μήκος χεριάς κατά τη διάρκεια των 100-m, για τις συγκρίσεις ΜΑ έναντι Ε, ΜΔ έναντι Ε, για όλες τις ομάδες, Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε, †: $p < 0,05$, μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε.

Δείκτης αποτελεσματικότητας στα 4X50-m: Οι κολυμβητές ανεξαρτήτου ομάδας, αύξησαν μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης το δείκτη αποτελεσματικότητας ($F_{(1,21)}=14,89$, $\eta^2=0,42$, $p=0,01$; Πίνακας 4.10). Ο μέσος δείκτης αποτελεσματικότητας δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-Ε ($F_{(2,21)}=0,57$, $\eta^2=0,05$, $p=0,57$; Πίνακας 4.10), και δεν παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ, και Ε ($F_{(2,42)}=0,08$, $\eta^2=0,00$, $p=0,93$; Πίνακας 4.10), σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Ακόμα παρατηρήθηκε παρόμοια %διαφορά μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, και Γ-Ε σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=1,00$, $\eta^2=0,08$, $p=0,38$).

Επιπλέον, έγινε σύγκριση του δείκτη αποτελεσματικότητας στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=0,48$, $\eta^2=0,02$, $p=0,49$). Συγκρίνοντας για κάθε ομάδα, τις συνθήκες ΜΑ και αντίστοιχα τη ΜΔ έναντι της Ε, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας για τις ομάδες Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, και Γ-Ε ($F_{(2,21)}=0,50$, $\eta^2=0,04$, $p=0,61$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε ($F_{(1,21)}=0,24$, $\eta^2=0,01$, $p=0,65$).

Δείκτης αποτελεσματικότητας στα 100-m: Ο δείκτης αποτελεσματικότητας αυξήθηκε μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(2,21)}=5,82$, $\eta^2=0,22$, $p=0,03$;

Πίνακας 4.10). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=0,76$, $\eta^2=0,06$, $p=0,47$; Πίνακας 4.10), και μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,42)}=3,13$, $\eta^2=0,05$, $p=0,05$; Πίνακας 4.10), σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Ακόμα παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, και Γ-Ε σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=0,59$, $\eta^2=0,05$, $p=0,56$).

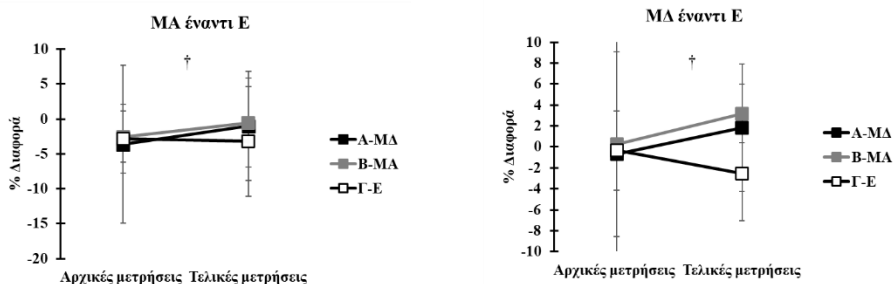
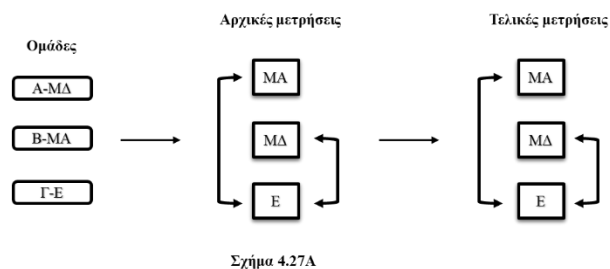
Επιπλέον, έγινε σύγκριση του δείκτη αποτελεσματικότητας στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=0,45$ $\eta^2=0,02$, $p=0,51$), για όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=0,44$ $\eta^2=0,04$, $p=0,64$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε ($F_{(1,21)}=6,31$, $\eta^2=0,23$, $p=0,02$; Σχήμα 4.27).

Πίνακας 4.10. Μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας για αρχικές και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ- Ε, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) και 100-m ελεύθερο.

Δείκτης αποτελεσματικότητας ($m^2 \cdot cycle^{-1} \cdot s^{-1}$)					
Ομάδες	Συνθήκες	Αρχικές μετρήσεις		Τελικές μετρήσεις	
		4X50-m	100-m	4X50-m	100-m
Α-ΜΔ	ΜΑ	3,19±0,43	2,87±0,41	3,30±0,39*	3,01±0,29*
	ΜΔ	3,19±0,57	2,96±0,42	3,30±0,38*	3,10±0,30*
	Ε	3,19±0,52	3,00±0,69	3,41±0,53*	3,04±0,40*
Β-ΜΑ	ΜΑ	2,96±0,37	2,74±0,36	3,21±0,43*	2,90±0,30*
	ΜΔ	2,97±0,41	2,83±0,40	3,14±0,35*	3,01±0,36*
	Ε	3,00±0,41	2,80±0,33	3,11±0,38*	2,91±0,31*
Γ-Ε	ΜΑ	3,00±0,48	2,72±0,36	3,17±0,49*	2,78±0,35*
	ΜΔ	3,13±0,34	2,77±0,30	3,15±0,36*	2,79±0,35*
	Ε	3,10±0,37	2,79±0,32	3,10±0,32	2,86±0,39*

*: $p<0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων για όλες τις συνθήκες

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*



Σχήμα 4.27. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.27A) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για το δείκτη αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των 100-m, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι E, για όλες τις ομάδες; Ομάδα A-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα B-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.27B) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για το δείκτη αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια των 100-m, για τις συγκρίσεις MA έναντι E, ΜΔ έναντι E, για όλες τις ομάδες, A-ΜΑ, B-ΜΑ, Γ-Ε, †: $p < 0,05$, μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και ΜΔ έναντι E.

Προωθητική αποτελεσματικότητα στα 4X50-m: Η προωθητική αποτελεσματικότητα στα 4X50-m ήταν παρόμοια μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων ($F_{(1,21)}=3,24$, $\eta^2=0,14$, $p=0,09$; Πίνακας 4.11), και δεν παρατηρήθηκε διαφορά της προωθητικής αποτελεσματικότητας μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=0,23$, $\eta^2=0,02$, $p=0,80$; Πίνακας 4.11). Επιπρόσθετα, η προωθητική αποτελεσματικότητα των κολυμβητών δεν διέφερε μεταξύ των συνθηκών MA, ΜΔ και E ($F_{(1,21)}=0,20$, $\eta^2=0,00$, $p=0,81$; Πίνακας 4.11), τόσο σε αρχικές όσο και στις τελικές μετρήσεις. Ακόμα παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ομάδων A-ΜΑ, B-ΜΑ, και Γ-Ε σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=0,06$, $\eta^2=0,00$, $p=0,94$).

Επιπλέον, έγινε σύγκριση της προωθητικής αποτελεσματικότητας στις συνθήκες MA και ΜΔ έναντι της E για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=0,78$, $\eta^2=0,04$, $p=0,38$), για όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=2,98$, $\eta^2=0,22$, $p=0,07$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και ΜΔ έναντι E ($F_{(1,21)}=0,38$, $\eta^2=0,02$, $p=0,56$).

Προωθητική αποτελεσματικότητα στα 100-m: Η προωθητική αποτελεσματικότητα ήταν παρόμοια μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης ($F_{(1,21)}=0,66$, $\eta^2=0,03$, $p=0,43$; Πίνακας 4.11) και δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=0,03$, $\eta^2=0,00$, $p=0,97$; Πίνακας 4.11). Ακόμα, η προωθητική

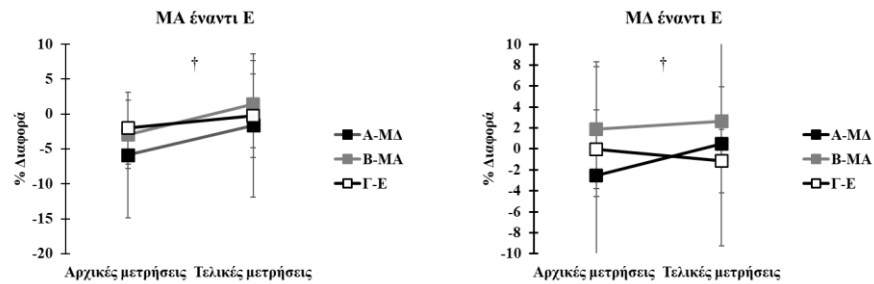
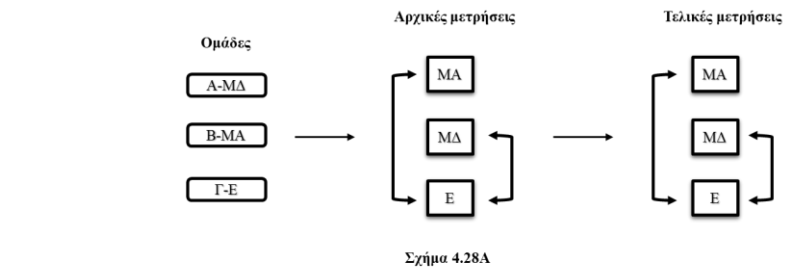
αποτελεσματικότητα δεν διέφερε μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ, και Ε ($F_{(2,42)}=2,89$, $\eta^2=0,12$, $p=0,07$; Πίνακας 4.11), σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, και Γ-Ε σε όλες τις συνθήκες μέτρησης ($F_{(2,21)}=0,01$, $\eta^2=0,00$, $p=0,98$).

Επιπλέον, έγινε σύγκριση της προωθητικής αποτελεσματικότητας στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε για κάθε ομάδα. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της προωθητικής αποτελεσματικότητας σε αρχικές και τελικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=1,12$, $\eta^2=0,05$, $p=0,30$), για όλες τις ομάδες ($F_{(2,21)}=1,25$, $\eta^2=0,11$, $p=0,31$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε ($F_{(1,21)}=6,11$, $\eta^2=0,22$, $p=0,02$; Σχήμα 4.28).

Πίνακας 4.11. Μεταβολή της προωθητικής αποτελεσματικότητας για αρχικές και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ- Ε, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) και 100-m ελεύθερο.

		Προωθητική αποτελεσματικότητα			
		Αρχικές μετρήσεις		Τελικές μετρήσεις	
Ομάδες	Συνθήκες	4X50-m	100-m	4X50-m	100-m
Α-ΜΔ	ΜΑ	0,33±0,03	0,32±0,02	0,34±0,04	0,34±0,04
	ΜΔ	0,33±0,03	0,33±0,03	0,34±0,04	0,34±0,04
	Ε	0,34±0,04	0,34±0,03	0,35±0,04	0,34±0,04
Β-ΜΑ	ΜΑ	0,33±0,04	0,33±0,05	0,35±0,04	0,34±0,06
	ΜΔ	0,33±0,04	0,35±0,05	0,34±0,04	0,35±0,06
	Ε	0,34±0,05	0,34±0,06	0,33±0,04	0,34±0,05
Γ-Ε	ΜΑ	0,34±0,03	0,33±0,04	0,35±0,04	0,34±0,03
	ΜΔ	0,35±0,05	0,34±0,05	0,35±0,03	0,34±0,03
	Ε	0,35±0,05	0,34±0,04	0,35±0,04	0,34±0,03

Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών



Σχήμα 4.28. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.28Α) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για την προωθητική αποτελεσματικότητα κατά τη διάρκεια των 100-m, τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ) έναντι ελέγχου (Ε) και μέγιστη δύναμη (ΜΔ) έναντι Ε, για όλες τις ομάδες; Ομάδα Α-ΜΔ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, μέγιστης δύναμης, ομάδα Β-ΜΑ: ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού μυϊκής αντοχής, και ομάδα Γ-Ε: ομάδα που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 4.28Β) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για την προωθητική αποτελεσματικότητα κατά τη διάρκεια των 100-m, για τις συγκρίσεις ΜΑ έναντι Ε, ΜΔ έναντι Ε, για όλες τις ομάδες, Α-ΜΔ, Β-ΜΑ, Γ-Ε, †: $p < 0,05$, μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε.

4.5. Συζήτηση δεύτερης μελέτης

4.5.1 Απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση προγραμμάτων MA και MΔ στην απόδοση, σε φυσιολογικές αποκρίσεις και σε τεχνικές μεταβλητές κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, πριν και μετά από έξι εβδομάδες ταυτόχρονης εφαρμογής προπόνησης με αντιστάσεις και κολύμβησης μέγιστης έντασης. Στη διάρκεια των έξι εβδομάδων της παρέμβασης η κάθε ομάδα πριν από την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης εφάρμοσε προγράμματα MΔ (ομάδα A-MΔ) ή MA (ομάδα B-MA) ή E (ομάδα Γ-E). Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της επαναξιολόγησης της επίδρασης των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης (MA, MΔ) στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, παρατηρήθηκε: α) βελτίωση της απόδοσης στα 4X50-m και 100-m ελεύθερο, και παρόμοια ποσοστιαία διαφορά στην απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m (4X50-m) και 100-m ελεύθερο κατά τις συνθήκες MA και MΔ συγκριτικά με E, για όλες τις ομάδες, A-MΔ, B-MA, Γ-E, β) βελτίωση της δύναμης εκτός νερού για τις ομάδες A-MΔ και B-MA, και αύξηση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης (πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, μετά από την προπόνηση κολύμβησης) στις τελικές έναντι των αρχικών μετρήσεων.

Στην παρούσα μελέτη, παρατηρήθηκε μείωση του χρόνου κολύμβησης (καλύτερη απόδοση) για όλες τις ομάδες σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Είναι γνωστό, ότι ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνηση κολύμβησης βελτιώνει την απόδοση (2-4%) των κολυμβητών σε αποστάσεις 50 και 400-m ελεύθερο (Amaro et al., 2017; Aspenes et al., 2009; Weston et al., 2015). Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών συμφωνούν με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, στην οποία παρατηρήθηκε βελτίωση της απόδοσης κατά τη διάρκεια προπόνησης που περιλάμβανε προσπάθειες μέγιστης έντασης 4X50-m, και 100-m ελεύθερο. Βελτίωση του αερόβιου και αναερόβιου μεταβολισμού, πιθανόν παρατηρείται σε όλες τις ομάδες, μετά από έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης MA, MΔ και μέγιστης έντασης προπόνηση κολύμβησης στο νερό, ή μόνο μέγιστης έντασης προπόνησης στο νερό. Ωστόσο, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά για το χρόνο κολύμβησης στα 4X50-m και 100-m ελεύθερο, στις συνθήκες MA και MΔ συγκριτικά με την E τόσο πριν όσο και μετά από την περίοδο παρέμβασης έξι εβδομάδων, ανεξάρτητα ομάδας A-MΔ, B-MA, και Γ-E. Το εύρημα αυτό πιθανόν υποδεικνύει ότι για να επιτευχθεί μεγαλύτερη εξοικείωση των κολυμβητών (συνολικά 15 συνεδρίες προπόνησης) με την ταυτόχρονη προπόνηση MA και MΔ με μέγιστης έντασης κολύμβηση, να απαιτείται μεγαλύτερη χρονική διάρκεια παρέμβασης (11-12 εβδομάδες; Aspenes et al., 2009). Αυτή η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια παρέμβασης συνδυαστικά με την μεγαλύτερη εξοικείωση των κολυμβητών με τα προγράμματα εκτός νερού, να προκαλέσει μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Έχει παρατηρηθεί ότι οι μεταβολές που προκαλούνται σε αυτό το χρονικό διάστημα είναι περισσότερο νευρομυϊκές, και έχουν άμεση σχέση με την συχνότητα ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων, και κατά συνέπεια τη

βελτίωση των νευρομυϊκών προσαρμογών και της δύναμης (Aagaard et al., 2002; Campos et al., 2002). Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι το προπονητικό φορτίο, και ο όγκος προπόνησης ήταν παρόμοιος σε όλες τις ομάδες, είτε αυτές ακολούθησαν ταυτόχρονη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης μέγιστης έντασης (A-MΔ, B-MA), ή μόνο προπόνηση μέγιστης έντασης στο νερό, η οποία και αποτελούσε την ομάδα ελέγχου (Γ-E).

Αναφορικά με τις παραμέτρους δύναμης, στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε ότι οι ομάδες A-MΔ και B-MA βελτίωσαν σε μεγαλύτερο βαθμό τη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων στις ασκήσεις πιέσεις στήθους, κωπηλατική σε καθιστή θέση, και των κάτω άκρων, όπως καθίσματα στις 90°. Παράλληλα, παρατηρήθηκε υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή κατά τη συνθήκη MA έναντι της E, στις ομάδες A-MΔ ($16,7 \pm 7,5\%$) και B-MA ($21,5 \pm 14,8\%$), μετά από την προπόνηση MA έναντι με πριν, μετά από τις έξι εβδομάδες παρέμβασης. Αυτό υποδεικνύει ότι οι κολυμβητές που ακολούθησαν τόσο πρόγραμμα MA όσο και MΔ, βελτίωσαν σε μεγαλύτερο βαθμό τη μέγιστη δύναμή τους και η προπόνηση MA δεν τους επηρέασε αμέσως μετά την εφαρμογή της. Μελέτη η οποία πραγματοποίησε προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της MA και MΔ, ταυτόχρονα με επαναλαμβανόμενες ασκήσεις ταχύτητας και ισχύος, σε διαφορετικές ημέρες για επτά εβδομάδες, παρατήρησε βελτίωση παραμέτρων, όπως το ύψος του κατακόρυφου άλματος, του άλματος από πτώση και της μέγιστης δύναμης περίπου κατά 18%, και μερική βελτίωση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης περίπου κατά 24% (Faude et al., 2013). Οι ερευνητές απέδωσαν τη βελτίωση αυτή στην πιθανή ανάπτυξη νευρικών προσαρμογών, η οποία μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων (Faude et al., 2013). Συγκεκριμένα, προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε συνδυασμό με προπόνηση μέγιστης έντασης την ίδια ημέρα, έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνει το μέγεθος των μυοϊνιδίων στις μυϊκές ίνες τύπου II, αυξάνει τη δραστηριότητα των ενζύμων τριφωσφορικής αδενοσίνης και φωσφοκρεατίνης, τη συχνότητα ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων, και τα δορυφορικά κύτταρα (Folland & Williams, 2007; Hackett et al., 2013; Hackett, 2020; Sale et al., 1990; Schoenfeld, 2010; Tesch et al., 1986). Όλες αυτές οι παράμετροι, συν επιδρούν στην αύξηση της δύναμης, και στην ταχύτερη αποκατάσταση σε περίπτωση ανάπτυξης νευρομυϊκής κόπωσης, κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων προσπαθειών μικρής διάρκειας με μέγιστη ένταση. Παρόμοιες μεταβολές, φαίνεται να προκύπτουν και σε κορυφαίους αθλητές ποδηλασίας και δρομείς, στους οποίους παρατηρήθηκε βελτίωση της μέγιστης δύναμης των κάτω άκρων κατά 26%, και 20% αντίστοιχα, μετά από έξι έως οκτώ εβδομάδες, ταυτόχρονης προπόνησης (Levin et al., 2009; Taipale et al., 2013). Ωστόσο, στις μελέτες αυτές η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, συνδυάστηκε με αερόβια προπόνηση χαμηλής έως μέτριας έντασης. Συνεπώς, η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε αυτό το χρονικό διάστημα θα οδηγήσει κυρίως σε βελτίωση της απόδοσης του νευρομυϊκού συστήματος, και για αυτό το λόγο δεν φαίνεται να παρατηρούνται περαιτέρω διαφορές στην απόδοση των 4X50-m, και 100-m. ελεύθερο, σε αντίθεση με τη μέγιστη δύναμη εκτός νερού μεταξύ των ομάδων A-MΔ, B-MA, Γ-E.

Συμπερασματικά, παρόλο που σε χρονικό διάστημα έξι εβδομάδων, βελτιώθηκε η απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης

μέγιστης έντασης για όλες τις ομάδες A-MΔ, B-MA και Γ-E, τα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης MA και MΔ επηρέασαν κατά παρόμοιο τρόπο τους κολυμβητές κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Αυτό επιβεβαιώνεται, και από τον παρόμοιο δείκτη μείωσης της απόδοσης κατά τη διάρκεια των 4X50-m, που παρατηρήθηκε στις τελικές, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις μετά από εφαρμογή προπόνησης MA και MΔ. Είναι πιθανό, η εφαρμογή ταυτόχρονης προπόνησης MA και MΔ και προπόνησης μέγιστης έντασης, για περισσότερες από 15 συνεδρίες ή περισσότερες από έξι εβδομάδες, που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή, να απαιτούνταν, με σκοπό την διαφοροποίηση της επίδραση των προγραμμάτων MA και MΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Αντίθετα, φαίνεται ότι το χρονικό διάστημα αυτό να είναι ικανό να επιφέρει νευρομυϊκές προσαρμογές και βελτίωση της μέγιστης δύναμης των κολυμβητών εκτός νερού, για τις ομάδες που ακολούθησαν προπόνηση είτε MΔ ή και MA και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης. Σε αυτό το σημείο, οφείλουμε να απορρίψουμε την υπόθεση ότι οι ομάδες που θα ακολουθήσουν ταυτόχρονη προπόνηση MA, MΔ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, θα βελτιώσουν την απόδοσή τους στην προπόνηση μέγιστης έντασης σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

4.5.2. Επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης στις φυσιολογικές αποκρίσεις

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε ότι: α) η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων A-MΔ, B-MA, Γ-E, β) ήταν σημαντικά υψηλότερη στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις σε όλες τις συνθήκες μέτρησης (MA, MΔ, E), και γ) παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού σε όλες τις χρονικές στιγμές σύγκρισης, για τις συνθήκες MA, MΔ και E.

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού στις τελικές σε σύγκριση με τις αρχικές μετρήσεις κατά τις συνθήκες MA και MΔ όταν αξιολογήθηκε η μεταβολή έναντι της E κατά τη χρονική στιγμή μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης για όλες τις ομάδες A-MΔ, B-MA και Γ-E. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από τη ποσοστιαία αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από την προπόνηση MA και MΔ συγκριτικά με τη χρονική στιγμή πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης. Η αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού, πιθανόν να υποδεικνύει τη βελτίωση του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας. Έχει παρατηρηθεί ότι εφαρμογή ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνησης μέγιστης έντασης, μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της αναερόβιας και σε ένα μικρό βαθμό της αερόβιας ικανότητας (4%, Botonis et al., 2016). Ωστόσο, στην τελευταία μελέτη αυτή έλαβαν μέρος αθλητές υψηλού επιπέδου (Botonis et al., 2016). Επιπλέον, φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα με τα χαρακτηριστικά της προπόνησης MΔ (4 σειρές, 10 RM) διατηρεί σε αυξημένα επίπεδα τη συγκέντρωση γαλακτικού μετά από 10 εβδομάδες προπόνησης (εβδομάδα 0, έναρξη: 1; αμέσως μετά: 15 mmol/L; εβδομάδα 10, έναρξη: 1; αμέσως μετά: 12 mmol/L; Kraemer et al., 1999). Αντίθετα σε ένα πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης το οποίο περιείχε και χαρακτηριστικά της προπόνησης MΔ αλλά και MA (1 σειρά, 12 επαναλήψεις στο 40% 1RM, 1 σειρά, 10 επαναλήψεις στο 50% 1RM και 2 σειρές, 5 επαναλήψεις στο 85-90% 1RM) παρατηρήθηκε ότι

η συγκέντρωση γαλακτικού μειώνεται κατά την διάρκεια τρεξίματος σε δαπεδοεργόμετρο (προοδευτικά αυξανόμενη δοκιμασία) μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης δύναμης (Gorostiaga et al., 1999). Ωστόσο, στη μελέτη των Gorostiaga, και συνεργατών, (1999), θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι συμμετείχαν νεαροί αθλητές χειροσφαίρισης και το πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης δεν είχε κάποιο ξεκάθαρο στόχο, αλλά χαρακτηριστικά και από τα δύο προγράμματα ΜΔ και ΜΑ.

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού και ταυτόχρονα μείωση της καρδιακής συχνότητας (Παράρτημα ΣΤ), μετά τα 4X50-m και 100-m, για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης, ταυτόχρονα με τη βελτίωση της απόδοσης όπως και αναλύθηκε στην ενότητα 4.6.1. Η αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού υποδεικνύει την υψηλότερη συμμετοχή του αναερόβιου μεταβολισμού κατά τη διάρκεια μίας δοκιμασίας με μέγιστη ένταση (Costill et al., 1990), ενώ η μείωση της καρδιακής συχνότητας, ο οποίος αποτελεί δείκτη της έντασης της προσπάθειας, μπορεί να υποδεικνύει ότι κατά τη διάρκεια της επανεξέτασης των φυσιολογικών παραμέτρων, οι κολυμβητές πιθανόν αισθάνθηκαν την προπόνηση κολύμβησης 4X50-m και 100-m, πιο εύκολη, πιθανόν εξαιτίας της υψηλότερης συμμετοχής του αερόβιου μεταβολισμού. Επιπλέον, είναι πιθανό οι κολυμβητές να ήταν, πιο οικονομικοί κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης (Barbosa et al., 2010). Αυτό αποτυπώνεται και από την αύξηση του μήκους χεριάς και δείκτη αποτελεσματικότητας που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη. Παρόλο, που γνωρίζουμε ότι η υψηλότερη μεταβολική απόκριση, διαταράσσει σε μεγαλύτερο βαθμό την οξεοβασική ισορροπία του οργανισμού (Carroll et al., 2017; Weston et al., 1996), φαίνεται ότι οι έξι εβδομάδες προπόνησης είναι ικανές να δημιουργήσουν προσαρμογές στους κολυμβητές σε περιφερικό και κεντρικό επίπεδο κατά τη διάρκεια προπόνησης με μέγιστη ένταση.

Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες στην κολύμβηση οι οποίες να επανεξετάζουν την επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης σε φυσιολογικές παραμέτρους. Παρατηρείται λοιπόν ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος ΜΔ για αρκετές εβδομάδες προκαλεί φυσιολογικές προσαρμογές στον οργανισμό (ταχύτητα απομάκρυνσης των μεταβολικών προϊόντων, μεγαλύτερη ενεργοποίηση του αναερόβιου και αερόβιου μεταβολισμού; Kraemer et al., 1999). Παρομοίως, στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης. Αυτό πιθανόν να συμβαίνει διότι στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν αθλητές αγωνιστικού επιπέδου, και το πρόγραμμα κολύμβησης ήταν υψηλής έντασης.

Συμπερασματικά, ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, αλλά και μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, μπορεί να επιφέρει προσαρμογές σε μεταβολικό επίπεδο, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι κολυμβητές είτε εφάρμοσαν πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης μαζί με προπόνηση μέγιστης έντασης, είτε όχι, παρουσίασαν τις ίδιες μεταβολικές και φυσιολογικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια επανεξέτασης της επίδρασης των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης. Πιθανόν, η προπόνησης μέγιστης έντασης να

επιφέρει παρόμοιες μυϊκές προσαρμογές με προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης (MacInnis & Gibala, 2017). Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι κολυμβητές εφάρμοσαν προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης δύο φορές την εβδομάδα, και κατά τη διάρκεια της επαναξιολόγησης αυξήθηκε το προπονητικό φορτίο στα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ. Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να απορρίψουμε την υπόθεσή ότι προγράμματα ΜΑ και ΜΔ δεν θα μεταβάλλουν κατά παρόμοιο τρόπο τις φυσιολογικές παραμέτρους, κατά τις τελικές μετρήσεις, συγκριτικά με την συνθήκη ελέγχου.

4.5.3. Επίδραση της ταυτόχρονης προπόνησης στις μεταβλητές της τεχνικής

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε αύξηση του μήκους χεριάς, του δείκτη αποτελεσματικότητας χεριάς σε όλες τις ομάδες, κατά τη διάρκεια όλων των συνθηκών μέτρησης. Επιπλέον, παρατηρήθηκε υψηλότερη συχνότητα χεριάς στα 100-m ελεύθερο, κατά τη διάρκεια της συνθήκης ΜΑ. Η προωθητική αποτελεσματικότητα παρέμεινε αμετάβλητη μεταξύ των συνθηκών μέτρησης (ΜΑ, ΜΔ, Ε) και μεταξύ των ομάδων. Αναφορικά με τις ποσοστιαίες μεταβολές, παρατηρήθηκε, ότι η ομάδα Α-ΜΔ, αύξησε σε μεγαλύτερο ποσοστό τη συχνότητα χεριάς κατά τις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε, ενώ η ομάδα Β-ΜΑ μείωσε κατά μεγαλύτερο ποσοστό τη συχνότητα χεριάς στις αντίστοιχες συγκρίσεις.

Οι κολυμβητές ανεξαρτήτου ομάδας διαχωρισμού, κατάφεραν να αυξήσουν το μήκος χεριάς και το δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς κατά τη διάρκεια των 4X50-m, και 100-m σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Σε προγενέστερη μελέτη έχει παρατηρηθεί ότι ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και αερόβια προπόνηση, μειώνει το βάθος χεριάς και δεν μεταβάλλει τη συχνότητα χεριάς, κατά τη διάρκεια 50-m ελεύθερο με μέγιστη ένταση, μετά από έξι εβδομάδες (Girolid et al., 2007). Πιθανόν τα χαρακτηριστικά του προγράμματος ΜΔ (80-90% 1RM), όπου το φορτίο ήταν προοδευτικά αυξανόμενο κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων, δεν ήταν δυνατό να οδηγήσει σε μηχανικές προσαρμογές σε κολυμβητές τοπικού και εθνικού επιπέδου (Girolid et al., 2007). Αντίθετα, στην μελέτη των Aspenes, και συνεργατών (2009), στην οποία πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση (4X4-min, 90-95% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας), παρατηρήθηκε αύξηση του μήκους χεριάς (2,4%) μετά από 11 εβδομάδες προπόνησης. Φαίνεται ότι προπόνηση στο νερό με διαφορετικό προπονητικό φορτίο, όπως μέγιστης έντασης διαλειμματική άσκηση, οδηγεί σε προσαρμογές σε τεχνικές παραμέτρους οι οποίες σχετίζονται με την οικονομία της κίνησης των κολυμβητών στο νερό (Barbosa et al., 2010). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής συνάδουν με αυτά της παρούσης. Η βελτίωση του μήκους και δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς μετά από έξι εβδομάδες, πιθανόν να σχετίζονται και με την αύξηση της δύναμης των κολυμβητών εντός και εκτός νερού, όπως και αναλύθηκε στην ενότητα 4.5.1. Από πρακτικής πλευράς, φαίνεται ότι οι κολυμβητές, μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης, είτε πραγματοποίησαν προπόνηση ΜΔ (ομάδα Α-ΜΔ), είτε ΜΑ (ομάδα Β-ΜΑ), είτε μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης (ομάδα Γ-Ε), είχαν τη δυνατότητα, να εφαρμόζουν υψηλότερη δύναμη κατά τη διάρκεια της κίνησής τους στο νερό, με μεγαλύτερη οικονομία και συνεπώς με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας όπως και

παρατηρήθηκε από την μείωση της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια των 4X50-m και 100-m ελεύθερο, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης (Barbosa et al., 2010).

Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι η ομάδα A-MΔ παρουσίασε αύξηση της συχνότητας χεριάς μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και MΔ έναντι E, εν αντιθέσει με την ομάδα B-MA, στην οποία παρατηρήθηκε μείωση. Έχει παρατηρηθεί ότι προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της MΔ, οδηγεί σε μυϊκές προσαρμογές όπως αύξηση ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων (Folland & Williams, 2007; Hackett et al., 2013; Hackett, 2020; Sale et al., 1990; Schoenfeld, 2010; Tesch et al., 1986). Από πρακτικής πλευράς, σημαίνει ότι οι κολυμβητές που πραγματοποίησαν προπόνηση MΔ για έξι εβδομάδες πιθανόν, κατάφεραν να εφαρμόσουν μεγαλύτερη συχνότητα χεριάς, χωρίς να παρατηρείται μείωση της οικονομίας κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο (αύξηση μήκους χεριάς και δείκτη αποτελεσματικότητας; Barbosa et al., 2010). Ωστόσο, περισσότερες μελέτες θα πρέπει να διεξαχθούν για ασφαλέστερα συμπεράσματα.

Συμπερασματικά, σε αυτό το σημείο οφείλουμε να επιβεβαιώσουμε την ερευνητική μας υπόθεση ότι επαναξιολόγηση των προγραμμάτων MA και MΔ, δεν θα οδηγήσει σε μείωση της τεχνικής ικανότητας των κολυμβητών κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί. Εν συνεχεία, φαίνεται ότι προγράμματα MΔ όταν εφαρμόζεται για ένα χρονικό διάστημα έξι εβδομάδων, δύνανται να προκαλέσουν περισσότερες νευρομυϊκές προσαρμογές, οι οποίες οδηγούν σε βελτίωση της τεχνικής ικανότητας των κολυμβητών. Συνεπώς, εφαρμογή ταυτόχρονης προπόνησης μέγιστης δύναμης και κολύμβησης μέγιστης έντασης, θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση της συχνότητας χεριάς, χωρίς να επηρεάσει την οικονομία κολύμβησης, κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης μετά από έξι εβδομάδες.

4.6. Συμπεράσματα και πρακτικές εφαρμογές δεύτερης μελέτης

Η ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ ή ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, βελτιώνει την απόδοση των κολυμβητών στην προπόνηση. Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί στην ενότητα 4.5.1, αθλητές που πραγματοποίησαν προπόνηση μόνο κολύμβησης μέγιστης έντασης, και αποτελούσαν την ομάδα Γ (ελέγχου), βελτίωσαν κατά παρόμοιο τρόπο τον χρόνο κολύμβησης κατά τη διάρκεια προπόνησης 4X50 και 100-m.

Στην παρούσα μελέτη οι κολυμβητές σε όλες τις ομάδες πραγματοποίησαν 15 συνεδρίες προπόνησης μέγιστης έντασης στο νερό. Συνεπώς, όταν οι προπονήσεις μέγιστης έντασης στην κολύμβηση πραγματοποιούνταν ταυτόχρονα με πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ (ομάδα Α-ΜΔ), είτε ΜΑ (ομάδα Β-ΜΑ), είτε όχι (ομάδα Γ-Ε), να προκαλούν παρόμοιες κεντρικές και περιφερικές προσαρμογές ανεξάρτητα από την επίδραση των προγραμμάτων εκτός νερού. Το τελευταίο μπορεί να εξηγή τις παρόμοιες ποσοστιαίες μεταβολές στην απόδοση κατά τη διάρκεια επανεξέτασης της επίδρασης προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ σε προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, μερικά λεπτά μετά. Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι οι κολυμβητές που συμμετείχαν σε ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και κολύμβησης μέγιστης έντασης (ομάδα Α-ΜΔ) κατάφεραν να αυξήσουν τη συχνότητα χεριάς τους κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης της επίδρασης των συνθηκών ΜΑ και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Είναι πιθανό προπόνηση ΜΔ ταυτόχρονα με κολύμβηση μέγιστης έντασης, να οδηγεί σε μεγαλύτερη βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού και συνεπώς ικανότητας ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων, με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης οι κολυμβητές να διατηρούν την νευρομυϊκή τους ικανότητα, μέσω της διατήρησης της τεχνικής τους (συχνότητα χεριάς), μετά από προγράμματα ΜΑ και ΜΔ κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης, μερικά λεπτά μετά. Για αυτό το λόγο φαίνεται ότι ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και κολύμβησης μέγιστης έντασης, πιθανόν να επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση της νευρομυϊκής ικανότητας και κατά συνέπεια της τεχνικής ικανότητας των κολυμβητών. Παρόλα αυτά, αναφορικά με την απόδοση προτείνεται εφαρμογή τόσο ταυτόχρονης προπόνησης όσο και μόνο προπόνησης κολύμβησης με μέγιστη ένταση για την βελτίωση της απόδοσης των κολυμβητών, και πιθανόν της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας για ένα διάστημα έξι εβδομάδων.

Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε βελτίωση της δύναμης εντός και εκτός νερού σε όλες τις ομάδες, και επαναξιολόγηση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ δεν επέφερε μείωση της δύναμης αμέσως μετά την εφαρμογή τους συγκριτικά με τη συνθήκη Ε. Πιθανόν, οι έξι εβδομάδες προπόνησης ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης να επιφέρουν, νευρομυϊκές προσαρμογές και βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού (Rodas, 2000). Για αυτό τον λόγο οι κολυμβητές ανεξαρτήτου ομάδας κατάφεραν να βελτιώσουν τη δύναμη τους εντός και εκτός νερού, αλλά και την τεχνική τους ικανότητα (αύξηση μήκους χεριάς, δείκτη χεριάς), μετά από έξι εβδομάδες προπόνησης. Συνεπώς, προτείνεται ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ και ΜΔ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης για τη βελτίωση της δύναμης των άνω και κάτω άκρων, αλλά και της τεχνικής ικανότητας

των κολυμβητών για ένα διάστημα έξι εβδομάδων. Ωστόσο, οφείλουμε να απορρίψουμε την υπόθεση μας ότι μόνο η ταυτόχρονη προπόνηση θα βελτιώσει τη δύναμη των κολυμβητών εκτός και εντός νερού, αλλά και τις βιομηχανικές παραμέτρους των κολυμβητών.

Αναφορικά με τις φυσιολογικές παραμέτρους, η αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού, υποδεικνύει πιθανή βελτίωση της αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών. Ωστόσο, αν και είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ενεργοποίηση και η συμμετοχή του αναερόβιου μεταβολισμού παραγωγής ενέργειας, τόσο μεγαλύτερη είναι η διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας του οργανισμού (Macinnis et al., 2017), με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η περιφερική κόπωση. Στην παρούσα μελέτη οι κολυμβητές ταυτόχρονα με την μείωση της καρδιακής συχνότητας και βελτίωση του μήκους και δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς, προσπάθησαν να είναι πιο οικονομικοί κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης. Επιπρόσθετα, η ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού είναι απαραίτητη σε μεγαλύτερο ή μικρότερο ποσοστό στην κολύμβηση για αποστάσεις όπως είναι τα 50, 100, 200, και 400-m ελεύθερο. Συνεπώς προτείνεται τόσο ταυτόχρονη προπόνηση όσο και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης για ένα χρονικό διάστημα έξι εβδομάδων, με σκοπό τη βελτίωση τόσο της αερόβιας (βελτίωση της κρίσιμης ταχύτητας) όσο και αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών.

Αναφορικά με τις ποσοστιαίες μεταβολές, παρατηρήθηκαν παρόμοιες μεταβολές τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις για όλες τις ομάδες, αναφορικά με το χρόνο κολύμβησης, το δείκτη μείωσης της απόδοσης, τη δύναμη έλξης στο νερό και τη συγκέντρωση γαλακτικού. Αντίθετα, παρατηρήθηκε ότι οι ομάδες A-MΔ και B-MA αυξάνουν κατά μεγαλύτερο ποσοστό την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, μετά από εφαρμογή προπόνησης MA. Πιθανόν, τόσο η ομάδα A-MΔ και B-MA να μην επηρεάστηκαν από τον πρόγραμμα MA κατά την διάρκεια επαναξιολόγησης, εξαιτίας της βελτίωσης των φυσιολογικών παραμέτρων (αερόβια ικανότητα, ρυθμός απομάκρυνσης μεταβολικών προϊόντων).

Συμπερασματικά, οι ομάδες A-MΔ και B-MA και Γ-E παρουσίασαν παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή και βελτίωση της απόδοσης, της δύναμης χειρολαβής, δύναμης έλξης στο νερό και φυσιολογικών παραμέτρων, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης (MA, MΔ, E) κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης της επίδρασης των προγραμμάτων MA και MΔ σε προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Αντίθετα, η επίδραση των προγραμμάτων MA και MΔ φάνηκε να είναι μικρότερη για την ομάδα A-MΔ, σε παραμέτρους τεχνικής (συχνότητα χεριάς), κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης μετά από έξι εβδομάδες. Είναι πιθανό η ομάδα A-MΔ να βελτιώνει τις νευρομυϊκές παραμέτρους (ταχύτητα ενεργοποίησης κινητικών μονάδων) σε μεγαλύτερο βαθμό κατά τη διάρκεια έξι εβδομάδων ταυτόχρονης προπόνησης MΔ και κολύμβησης μέγιστης έντασης, σε αντίθεση με τις ομάδες B-MA και Γ-E.

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V. ΤΡΙΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής
ενδυνάμωσης στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά
την κολύμβηση μέγιστης έντασης**

5.1. Περίληψη τρίτης μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση προγραμμάτων μυϊκής αντοχής (ΜΑ) και μέγιστης δύναμης (ΜΔ), στην απόδοση, τις φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, πριν και μετά την αποχή από την προπόνηση κολύμβησης για περίοδο 16 εβδομάδων. Στη μελέτη συμμετείχαν έντεκα κολυμβητές/τριες ($18,2 \pm 2,8$ ετών), οι οποίοι πριν (Α) και μετά από μια περίοδο πλήρους αποχής από την προπόνηση κολύμβησης (Τ) συμμετείχαν με ισοσταθμισμένη σειρά σε τρεις πειραματικές συνθήκες και πραγματοποίησαν, πρόγραμμα ΜΑ (2Χ20 επαναλήψεις, 55% της 1RM, 20 s διάλειμμα) ή πρόγραμμα ΜΔ (3Χ4 επαναλήψεις, 90% της 1RM, τρία λεπτά διάλειμμα) ή συνθήκη ελέγχου (Ε: χωρίς προπόνηση εκτός νερού). Είκοσι λεπτά αργότερα συμμετείχαν σε προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που περιλάμβανε δοκιμασία προσδεμένης κολύμβησης 10 s, 4Χ50-m και 100-m κολύμβηση μέγιστης έντασης μετά από προκαθορισμένη προθέρμανση. Η δύναμη χειρολαβής, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου εκτός νερού και ο χρόνος κολύμβησης, η δύναμη έλξης κατά την προσδεμένη κολύμβηση καθώς και η συγκέντρωση γαλακτικού και οι παράμετροι τεχνικής (συχνότητα και μήκος χεριάς) κατεγράφησαν σε όλες τις πειραματικές συνθήκες. Πριν και μετά από την απόχη από την προπόνηση, η κρίσιμη ταχύτητα των κολυμβητών υπολογίστηκε από τις αποστάσεις των 200 και 400-m ελεύθερο. Επιπλέον, η μέγιστη δύναμη των κολυμβητών εκτός νερού υπολογίστηκε σε τρεις ασκήσεις, πίεςεις στήθους, κωπηλατική σε καθιστή θέση και καθίσματα στις 90°. Κατά τη διάρκεια της αποχής από την προπόνηση κολύμβησης οι κολυμβητές πραγματοποίησαν τρεις έως τέσσερις φορές την εβδομάδα, καθοδηγούμενη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού. Υπολογίστηκε η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε για όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές πριν και μετά την περίοδο αποχής και για τις χρονικές στιγμές πριν έναντι μετά την προπόνηση εκτός νερού (Α1, Τ1) και μετά από την προπόνηση εκτός νερού έναντι μετά την προπόνηση κολύμβησης (Α2, Τ2). Παρατηρήθηκε μείωση της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών (Πριν από τη διακοπή: $1,259 \pm 0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $1,163 \pm 0,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0,01$). Η μέγιστη δύναμη μειώθηκε μόνο στην άσκηση καθίσματα στις 90° (Πριν από τη διακοπή: $78,1 \pm 30 \text{ kg}$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $74,6 \pm 27,9 \text{ kg}$, $p=0,01$), ενώ δεν διέφερε για τις υπόλοιπες ασκήσεις ($p>0,05$). Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της απόδοσης στα 4Χ50-m, για τη σύγκριση ΜΑ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $1,48 \pm 3,48\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $0,54 \pm 1,34\%$, $p>0,05$) και ΜΔ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $0,35 \pm 3,27\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $1,12 \pm 1,74\%$, $p>0,05$; $F_{(1,10)}=0,23$, $\eta^2=0,03$, $p=0,64$). Επιπλέον, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε, για τις παραμέτρους δύναμης εκτός νερού καθώς και τεχνικής κατά τη διάρκεια των 4Χ50-m και 100-m ($p>0,05$). Καθοδηγούμενη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, για 16 εβδομάδες, φαίνεται να διατηρεί τις μυϊκές προσαρμογές σε περίοδο πλήρους αποχής από την προπόνηση κολύμβησης. Μια συνεδρία προπόνησης ΜΑ και ΜΔ πριν από την προπόνηση κολύμβησης εμφανίζει παρόμοια άμεση επίδραση στην απόδοση και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης πριν και μετά από μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης κολύμβησης.

5.2. Εισαγωγή τρίτης μελέτης

Κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου προπόνησης στην κολύμβηση, είναι συνήθως προγραμματισμένη διακοπή της προπόνησης για μερικές ημέρες ή εβδομάδες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Ωστόσο, διακοπή της προπόνησης μπορεί να συμβεί και σε ακραίες περιπτώσεις κατά τη διάρκεια μίας πανδημίας όπως του κορονοϊού COVID-19. Στην αθλητική κοινότητα η πανδημία του κορονοϊού έχει προκαλέσει ιδιαίτερα μεγάλη ανησυχία, κυρίως ως προς τις επιπτώσεις που μπορεί επιφέρει ο εγκλεισμός και η απαγόρευση των προπονήσεων στις αθλητικές εγκαταστάσεις στην αθλητική απόδοση των αθλητών (Bowes et al., 2020). Αυτή η κατάσταση δυσκολεύει τους αθλητές να έχουν πρόσβαση στον απαραίτητο εξοπλισμό κατά τη διάρκεια της προπόνησής τους (Bowes et al., 2020). Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει ο καθημερινός έλεγχος των αθλητών από τους προπονητές τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρόνος προπόνησης αλλά και να δυσκολεύεται ο έλεγχος του προπονητικού φορτίου (Bowes et al., 2020).

Σε πρόσφατη μελέτη, παρά τη συστηματική παρακολούθηση των αθλητών αλλά και τον έλεγχο του προπονητικού φορτίου, παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης σε ποδηλάτες υψηλού επιπέδου κατά τη διάρκεια δοκιμασιών μέγιστης και υπομέγιστης έντασης (Muriel et al., 2021). Στην κολύμβηση έχει παρατηρηθεί 62% μείωση του όγκου προπόνησης σε αθλητές μικρών αποστάσεων (π.χ. 50-m), 64% σε αθλητές μέσης απόστασης (π.χ. 400-m), και 59% σε αθλητές μεγάλων αποστάσεων (π.χ. 1500-m), κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 (Perez et al., 2022). Αυτή η μείωση του όγκου προπόνησης οδήγησε σε χειροτέρευση της απόδοσης των κολυμβητών μεσαίων ($0,2 \pm 2,1$ s) και μεγάλων αποστάσεων ($6,0 \pm 4,9$ s), αλλά όχι των μικρών αποστάσεων ($-0,5 \pm 0,6$ s), κατά τη διάρκεια του τοπικού πρωταθλήματος (Perez et al., 2022). Στα περισσότερα μέρη του κόσμου οι κολυμβητές αναγκάστηκαν κατά τη διάρκεια του εγκλεισμού τους να προπονηθούν μόνο στη ξηρά. Η αποχή των κολυμβητών από την ειδική προπόνηση στο νερό και το υγρό στοιχείο μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη μείωση της απόδοσης συγκριτικά με αθλητές άλλων αθλημάτων (Costa et al., 2021; Zacca et al., 2019).

Είναι γνωστό ότι μικρής διάρκειας (4-6 εβδομάδες) και μεγάλης διάρκειας (>10 εβδομάδες) διακοπή της προπόνησης, μπορεί να χειροτερεύσει την απόδοση των κολυμβητών (Zacca et al., 2019; Moreira et al., 2014). Είναι αξιοσημείωτο ότι παρόλο που οι κολυμβητές ακολούθησαν ένα πρόγραμμα προπόνησης με αντιστάσεις στη ξηρά, παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης κατά 2 έως 4% σε αποστάσεις όπως τα 100 και 400-m ελεύθερο (Zacca et al., 2019; Moreira et al., 2014). Σύμφωνα, με τους ερευνητές η μείωση της απόδοσης πιθανόν να οφείλεται σε διαταραχή των φυσιολογικών και τεχνικών παραμέτρων (Morais et al., 2020; Zacca et al., 2019).

Εκτός από τη διακοπή της προπόνησης, για μερικές μέρες ή εβδομάδες, προηγούμενες μελέτες έχουν εξετάσει την επίδραση, μόνο της διακοπής μίας εκ των δύο μορφών προπόνησης, μυϊκής ενδυνάμωσης ή προπόνησης αντοχής, στην απόδοση των αθλητών (Garrido et al., 2010; Amaro et al., 2017; Sousa et al., 2018; Sousa et al., 2020). Συγκεκριμένα, στην κολύμβηση έχει παρατηρηθεί βελτίωση της απόδοσης 2% στα 50-m ελεύθερο, μετά από διακοπή μόνο της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ, και διατήρηση της προπόνησης αντοχής, για τέσσερις έως έξι εβδομάδες (Garrido et al., 2010; Amaro et al., 2017). Σε αυτό το

χρονικό διάστημα, εκτός από την απόδοση, παρατηρήθηκε βελτίωση 3 έως 4% της δύναμης των άνω άκρων (Amaro et al., 2017).

Εκτός από την εφαρμογή της προπόνησης μόνο μυϊκής ενδυνάμωσης για μεγάλο χρονικό διάστημα και η πιθανή επίδρασή της στην απόδοση, δεν έχει επαναξιολογηθεί η άμεση επίδραση της προπόνησης ΜΑ και ΜΔ σε προπόνηση κολύμβησης που ακολουθεί, μετά από μακράς διάρκειας διακοπή. Αναφορικά με την άμεση επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης 20 λεπτά μετά, έχει παρατηρηθεί ότι το πρόγραμμα ΜΑ δεν οδηγεί σε χειροτέρευση της κορυφαίας επίδοσης κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων σπριντ (8 x 25-m), συγκριτικά με προπόνηση ΜΔ (Dalamitros et al., 2021). Ωστόσο, παρατηρείται χειροτέρευση 3 έως 4% της μέσης απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια 8 x 25-m, μετά τόσο από προπόνηση ΜΑ όσο και ΜΔ (Dalamitros et al., 2021). Αναφορικά, με τις φυσιολογικές παραμέτρους, η καρδιακή συχνότητα ήταν αμετάβλητη, τόσο μετά από προπόνηση ΜΑ και ΜΔ, συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου, στην οποία δεν πραγματοποιήθηκε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης, κατά τη διάρκεια των 8 x 25-m (Dalamitros et al., 2021). Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης κατά τη διάρκεια μίας πανδημίας όπως του COVID-19, δύναται να διατηρεί τις μυϊκές προσαρμογές για μεγάλο χρονικό διάστημα (Arsoniadis et al., 2022). Σε πρόσφατη μελέτη, καθοδηγούμενη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, όπως με το βάρος του σώματος, με ιμάντες, ή και αλτήρες, τρεις έως τέσσερις φορές την εβδομάδα, έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να διατηρήσει την ισομετρική δύναμη των κολυμβητών σε σταθερά επίπεδα, μετά από 11 εβδομάδες μόνο διακοπή της προπόνησης στο νερό, εξαιτίας της πανδημίας του COVID-19 (Arsoniadis et al., 2022). Είναι σημαντικό να πραγματοποιείται η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, διότι δύναται ως ένα βαθμό να διατηρεί τις μυϊκές προσαρμογές, και την απόδοση των κολυμβητών σε μικρές αποστάσεις κολύμβησης (π.χ. 50-m ελεύθερο). Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες που να επανεξετάζουν την επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ ή ΜΔ σε προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης μερικά λεπτά μετά.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να επανεξετάσει την επίδραση της μακράς διάρκειας διακοπής της προπόνησης σε μία προπονητική συνεδρία που αποτελείται από προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Υποθέτουμε ότι προπόνηση ΜΑ και ΜΔ θα χειροτερεύσουν την απόδοση και τεχνική ικανότητα των κολυμβητών των κολυμβητών μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης συγκριτικά με πριν τη διακοπή.

5.3. Μέθοδος τρίτης μελέτης

5.3.1. Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν επτά κολυμβητές και τέσσερις κολυμβήτριες (n=11, ηλικία: $18,2 \pm 2,8$ έτη) αγωνιστικού επιπέδου με συμμετοχή σε Πανελλήνιο πρωτάθλημα κολύμβησης, και αγωνιστική εμπειρία $8,7 \pm 1,5$ έτη. Όλοι οι κολυμβητές διέθεταν προπονητική εμπειρία σε προπονήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού τριών ετών. Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων εμφανίζονται στον Πίνακα 5.1. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν υγιείς χωρίς πρόσφατο τραυματισμό, και δεν ελάμβαναν κάποια φαρμακευτική αγωγή. Επιπλέον, όλοι οι δοκιμαζόμενοι και οι γονείς τους σε όσους ήταν ανήλκοι, ενημερώθηκαν επαρκώς για την πειραματική διαδικασία και τους πιθανούς κινδύνους και, αφού κατανόησαν το πρωτόκολλο και συμφώνησαν με τους όρους συμμετοχής, υπέγραψαν αυτόβουλα γραπτή δήλωση συγκατάθεσης. Η παρούσα έρευνα έλαβε έγκριση από την επιτροπή Βιοηθικής και ερευνητικής δεοντολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (αριθμός πρωτοκόλλου: 1111/10-4-2019), σύμφωνα με την διακήρυξη περί ανθρωπίνων δικαιωμάτων του Helsinki.

Πίνακας 5.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά απόδοσης των δοκιμαζόμενων (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση) συνολικά και για κάθε φύλο χωριστά.

Μεταβλητές	Συνολικά (n=11)	Ανδρες (n=7)	Γυναίκες (n=4)
Ηλικία (έτη)	$18,2 \pm 2,8$	$18,6 \pm 3,5$	$17,4 \pm 1,2$
Μάζα σώματος (kg)	$61,6 \pm 9,0$	$62,9 \pm 11,0$	$59,3 \pm 4,3$
Ανάστημα (cm)	$171,0 \pm 7,3$	$172,4 \pm 8,9$	$168,8 \pm 1,9$
Άνοιγμα χεριών (cm)	$175,5 \pm 9,2$	$178,0 \pm 10,7$	$171,3 \pm 3,9$
Καθιστό ανάστημα (cm)	$90,0 \pm 4,8$	$89,7 \pm 5,9$	$90,5 \pm 2,1$
Ποσοστό σωματικού λίπους (%)	$15,3 \pm 4,4$	$13,5 \pm 3,8$	$18,5 \pm 3,7$
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m ²)	$20,8 \pm 1,8$	$21,3 \pm 2,1$	$20,3 \pm 1,4$
Επίδοση 100-m ελεύθερο (s)	$63,1 \pm 6,4$	$59,5 \pm 4,4$	$69,5 \pm 3,5$
FINA points (100-m ελεύθερο)	$474,6 \pm 94,0$	$502,6 \pm 100,5$	$425,8 \pm 65,4$
Αγωνιστική εμπειρία (έτη)	$8,7 \pm 1,5$	$8,7 \pm 1,8$	$8,8 \pm 1,0$

s: δευτερόλεπτα, FINA: Fédération Internationale de Natation Amateur (Παγκόσμια Ομοσπονδία Κολύμβησης)

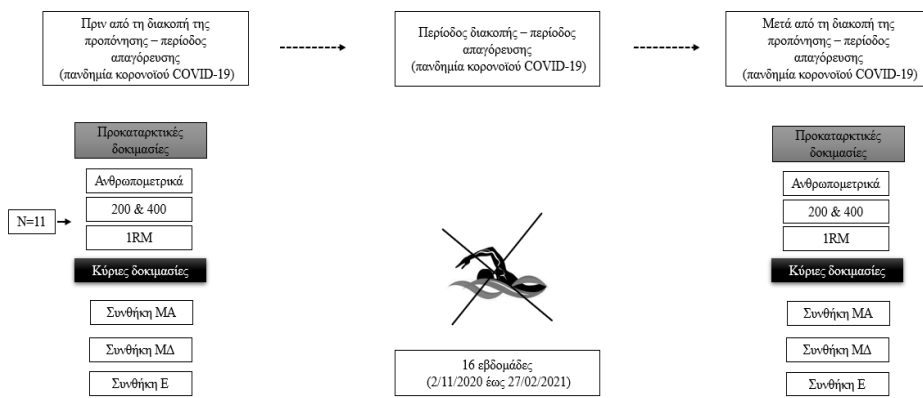
5.3.2. Πειραματικός Σχεδιασμός

Προκαταρκτικές δοκιμασίες

Οι κολυμβητές σε διάστημα τριών ημερών (Σχήμα 5.1) πραγματοποίησαν τις προκαταρκτικές δοκιμασίες, εκτίμηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, 200 και 400-m ελεύθερο μέγιστης έντασης, για τον υπολογισμό της κρίσιμης

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης

ταχύτητας, και εκτίμηση μέγιστης δύναμης σε τρεις ασκήσεις, όπως «πιέσεις στήθους», «κωπηλατική έλξη σε καθιστή θέση», και «καθίσματα στις 90°». Όλες οι διαδικασίες, αναφέρονται αναλυτικά στην πρώτη μελέτη (Κεφάλαιο 3.3, παράγραφος 3.3.3). Οι προκαταρκτικές δοκιμασίες με την ίδια σειρά, επαναλήφθηκαν αμέσως μετά τη διακοπή της προπόνησης 16 εβδομάδων (Σχήμα 5.1).



Σχήμα 5.1 Πειραματική διαδικασία ερευνητικού σχεδιασμού τρίτης μελέτης. ΜΑ: μυϊκή αντοχή, ΜΔ: μέγιστη δύναμη, Ε: Ελέγχου, 200 & 400-m. ελεύθερο με μέγιστη ένταση, 1RM: εκτίμηση μέγιστης δύναμης.

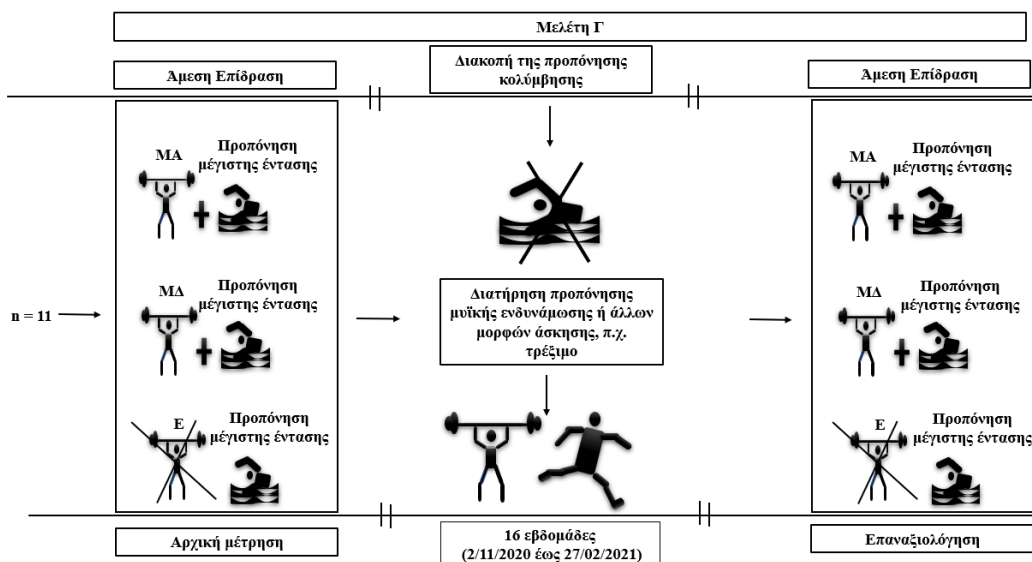
Κύριες δοκιμασίες

Αμέσως μετά το πέρας των προκαταρκτικών δοκιμασιών οι κολυμβητές με ισοσταθμισμένη σειρά έλαβαν μέρος στις τρεις πειραματικές συνθήκες, μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), όπως αυτές αναλύονται διεξοδικά στην πρώτη μελέτη (Κεφάλαιο 3.3, Σχήμα 3.3, Σχήμα 5.2).

Μετά την ολοκλήρωση των τριών κύριων συνθηκών της μελέτης, πραγματοποιήθηκε αναγκαστική διακοπή των προπονήσεων κολύμβησης για περίοδο 16 εβδομάδων, εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού COVID-19. Ζητήθηκε από τους κολυμβητές, κατά τη διάρκεια της απαγόρευσης προπόνησης να ακολουθούν καθημερινά προπόνηση αντιστάσεων και προπόνηση αντοχής τουλάχιστον πέντε φορές της εβδομάδα. Η προπόνηση αντιστάσεων ήταν προσαρμοσμένη σε ασκήσεις κορμού: α) με το βάρος του σώματος, β) με λάστιχα, και γ) ισορροπία με σουηδικές μπάλες (fit ball; Πίνακας 5.2). Ζητήθηκε όλες οι ασκήσεις αντιστάσεων να εφαρμόζονται σε όλες τις συνεδρίες που ακολούθησαν οι κολυμβητές κατά την περίοδο διακοπής της προπόνησης. Η προπόνηση ήταν προσαρμοσμένη σε ασκήσεις κορμού με το βάρος του σώματος, λάστιχα ή και αλτήρες όπως προτάθηκε από τους Weston και συνεργάτες, (2015). Στις ασκήσεις του προγράμματος ζητήθηκε να ολοκληρωθούν τέσσερις σειρές 30 - 40 s, με ένα λεπτό διάλειμμα. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους κολυμβητές παράλληλα με την προπόνηση αντιστάσεων να ακολουθούν προπόνηση αντοχής όπως περπάτημα, τρέξιμο ή και ποδηλασία, μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με διάρκεια

Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών

30 - 40 λεπτών, και ένταση που αντιστοιχεί σε καρδιακή συχνότητα 140 έως 170 b/min (Πίνακας 5.3).



Σχήμα 5.2. Κύριες δοκιμασίες ερευνητικού σχεδιασμού τρίτης μελέτης. MA: μυϊκή αντοχή, MD: μέγιστη δύναμη, E: έλεγχου

Πίνακας 5.2. Ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης με διάφορες μορφές αντιστάσεων που χρησιμοποιήθηκαν από τους κολυμβητές κατά τη διάρκεια της διακοπής προπόνησης.

Βάρος σώματος	Λάστιχα
➤ Κάμψεις χεριών	➤ Προσαγωγή ώμων
➤ Έλξεις σε μονόζυγο	➤ Απαγωγή ώμων
➤ Βυθίσεις τρικέφαλων	➤ Έσω-έξω στροφή ώμων
➤ Προβολές ποδιών	➤ Κάμψη – έκταση αγκώνα
➤ Καθίσματα 90°	➤ Προσαγωγές – απαγωγές
➤ Βαθύ κάθισμα	χειριών
➤ Κοιλιακοί (ροκανίσματα «σανίδα»)	➤ Προσαγωγές – απαγωγές
➤ Ραχιαίοι (αντίθετο χέρι – πόδι)	ποδιών
	➤ Χαμηλή – υψηλή
	κωπηλατική

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης

Πίνακας 5.3. Προγραμματισμός και οδηγίες εφαρμογής προπόνησης εκτός νερού κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης κολύμβησης.

	Δ	Τρ.	Τε.	Π	Παρ.	Σ	Κ
Πρωί	ME	ME (τηλεδιάσκεψη)	ME	ME (τηλεδιάσκεψη)	ME	N/A	N/A
Απόγευμα	AEP	AEP	AEP	AEP	AEP		AEP

ME: προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, AEP: προπόνηση αντοχής, Δ: Δευτέρα, Τρ: Τρίτη, Τε: Τετάρτη, Π: Πέμπτη, Παρ: Παρασκευή, Σ: Σάββατο, Κ: Κυριακή, N/A: δεν πραγματοποιήθηκε κάποιο πρόγραμμα

Ο έλεγχος της προπόνησης των κολυμβητών πραγματοποιήθηκε μέσω πλατφόρμας τηλεδιασκέψεων, δύο φορές την εβδομάδα. Η διάρκεια των τηλεδιασκέψεων ήταν 40 λεπτά. Επιπρόσθετα, οι κολυμβητές κατέγραφαν σε βάση δεδομένων (AthleteMonitoring) τη διάρκεια, την ένταση, το είδος της άσκησης που ακολούθησαν, αλλά και το δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας μετά το τέλος κάθε προπόνησης, κατά τη διάρκεια των 16 εβδομάδων, με σκοπό τον υπολογισμό της προπονητικής επιβάρυνσης (Jones, et al., 2017; Bowen, et al, 2017; Foster et al., 2001). Μία εβδομάδα, μετά το πέρας της διακοπής της προπόνησης οι κολυμβητές επανέλαβαν τις κύριες δοκιμασίες της μελέτης (Σχήμα 5.2).

5.4. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS v.23 (U.S.A). Για τον έλεγχο της σφαιρικότητας χρησιμοποιήθηκε το Maucly's Test of Sphericity. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες παρατηρήθηκε παραβίαση της σφαιρικότητας πραγματοποιήθηκε διόρθωση Greenhouse Geisser. Ο συντελεστής η^2 χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστεί το μέγεθος επίδρασης σε κάθε εξαρτημένη μεταβλητή της μελέτης. Όπου $\eta^2 \leq 0.01$, μικρό μέγεθος επίδρασης, $\leq 0,06$, μέτριο μέγεθος επίδρασης και όπου ≥ 0.14 , μεγάλο μέγεθος επίδρασης. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (3-way ANOVA) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (2 χρονικά σημεία μέτρησης X 3 συνθήκες X επαναλήψεις). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών. Εξαρτημένες μεταβλητές της μελέτης ήταν η συγκέντρωση γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, η δύναμη των μυών του καρπού, δύναμη έλξης εντός νερού, η συχνότητα χεριάς, το μήκος χεριάς, και ο δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς.

Οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) και τελικές (μετά από τη διακοπή της προπόνησης) μετρήσεις υπολογίστηκαν σε κάθε συνθήκη μέτρησης (MA, ΜΔ, Ε). Συγκεκριμένα, για τις μεταβλητές, δύναμη χειρολαβής, ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, συγκέντρωση γαλακτικού και δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε τρεις παράγοντες (3-way ANOVA) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (3 συνθήκες X 2 χρονικά σημεία

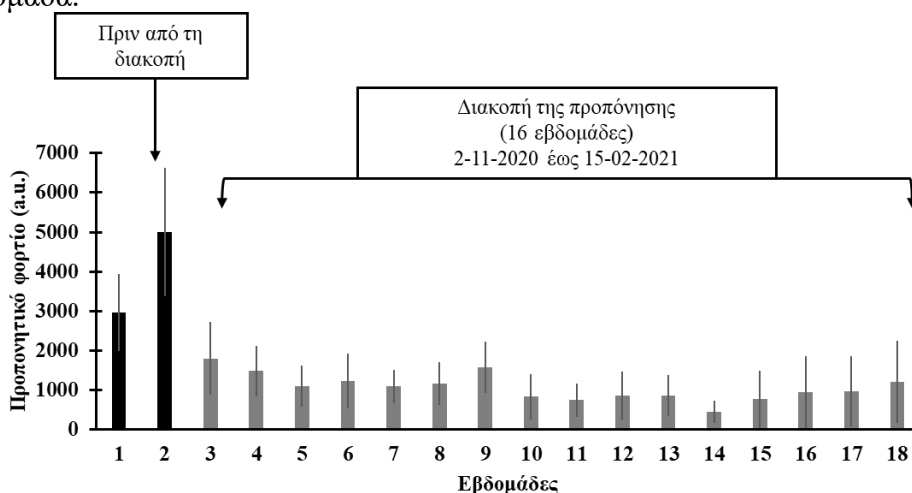
μέτρησης X 3 χρονικές στιγμές υπολογισμού των % διαφορών). Συγκεκριμένα για τη δύναμη χειρολαβής και ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, υπολογίστηκαν οι % διαφορές για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM) έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), Μετά GYM έναντι μετά από την προπόνηση κολύμβησης (μετά από προπόνηση κολύμβησης). Αναφορικά με τη συγκέντρωση γαλακτικού και δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες μεταβολές για τις χρονικές στιγμές Πριν GYM έναντι Μετά GYM, μετά από την προσδεμένη κολύμβηση έναντι μετά από τις τέσσερις επαναλήψεις των 50-m ελεύθερο (4X50-m) και 4X50-m έναντι μετά από 100-m ελεύθερο.

Επιπρόσθετα, για τις μεταβλητές απόδοσης (χρόνος κολύμβησης για 4X50-m και 100-m ελεύθερο, δύναμη έλξης στο νερό), και τεχνικής (συχνότητα χεριάς, μήκος χεριάς, δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς) πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (2-way ANOVA) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (2 χρονικά σημεία μέτρησης X 3 συνθήκες). Αναφορικά με τις συγκρίσεις, υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες μεταβολές των συνθηκών ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε, σε αρχικές και τελικές μετρήσεις. Τα αποτελέσματα αναφέρονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε ως $p < 0,05$.

5.5. Αποτελέσματα τρίτης μελέτης

5.5.1. Προπονητική επιβάρυνση

Το μέσο προπονητικό φορτίο μειώθηκε κατά $64,2 \pm 12,8\%$ κατά τη διάρκεια της περιόδου διακοπής της προπόνησης, συγκριτικά με τις δύο εβδομάδες πριν από αυτή (5006 ± 1629 έναντι 1798 ± 920 a.u., $p < 0,01$, Σχήμα 5.3). Κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης, οι κολυμβητές συμμετείχαν σε 56 ± 20 προπονήσεις εκτός νερού, και ανέφεραν ότι πραγματοποίησαν 4 ± 1 προπονητικές συνεδρίες, ανά εβδομάδα.

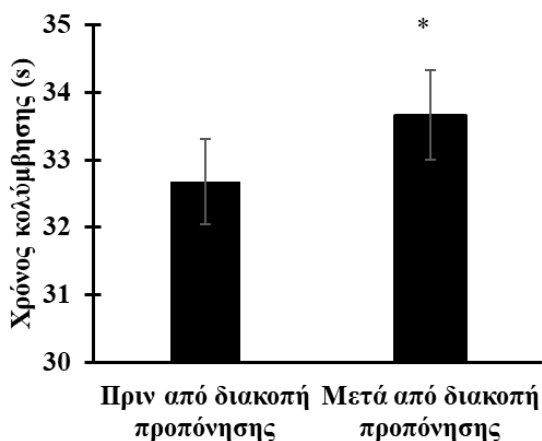


Σχήμα 5.3. Η προπονητική επιβάρυνση πριν αλλά και κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης. Με τις γκρι ράβδους απεικονίζεται η εβδομαδιαία επιβάρυνση της προπόνησης που πραγματοποίησαν οι κολυμβητές στην ξηρά, κατά τη διάρκεια των 16 εβδομάδων διακοπής.

5.5.2. Απόδοση κατά την κολύμβηση

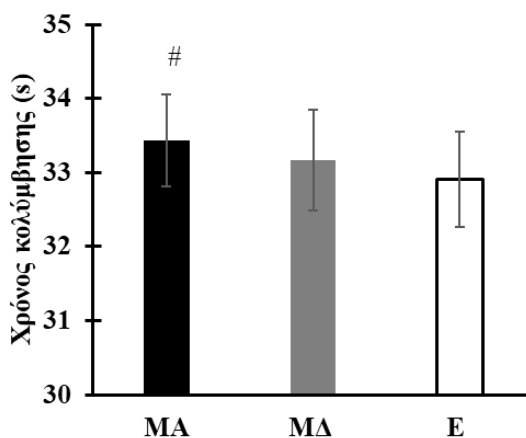
Κρίσιμη ταχύτητα: Η κρίσιμη ταχύτητα των κολυμβητών μειώθηκε κατά $7,5 \pm 5,9\%$ μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης ($1,259 \pm 0,07$ έναντι $1,163 \pm 0,09$ m/s, $p = 0,01$).

Απόδοση στη δοκιμασία 4X50-m ελεύθερο: Ο μέσος χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο αυξήθηκε μετά από τη διακοπή της προπόνησης ανεξάρτητα των συνθηκών μέτρησης που έλαβαν μέρος οι κολυμβητές ($32,68 \pm 2,08$ έναντι $33,66 \pm 2,16$ s, $F_{(1,10)} = 37,43$, $\eta^2 = 0,79$, $p = 0,01$; Σχήμα 5.4).



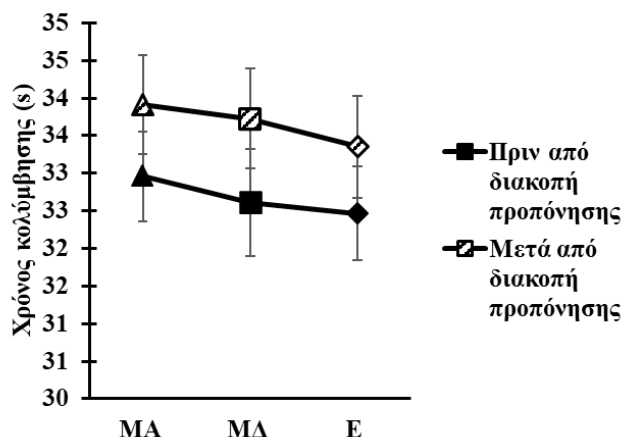
Σχήμα 5.4. Μέσος χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο (4X50-m) τόσο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης, ανεξαρτήτως συνθηκών μέτρησης.
*: $p < 0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων.

Επιπλέον, ο μέσος χρόνος απόδοσης των κολυμβητών αυξήθηκε κατά $1,65 \pm 1,80\%$ στη συνθήκη ΜΑ συγκριτικά με Ε (Σχήμα 5.5), ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ ΜΔ με ΜΑ ή/και Ε ($F_{(2,20)} = 3,69$, $\eta^2 = 0,30$, $p = 0,04$). Ωστόσο, ο μέσος χρόνος απόδοσης ήταν παρόμοιος σε κάθε συνθήκη τόσο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(2,20)} = 0,36$, $\eta^2 = 0,04$, $p = 0,70$, Σχήμα 5.6).



Σχήμα 5.5. Μέσος χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο (4X50-m) για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε). #: $p < 0,05$, μεταξύ των συνθηκών ΜΑ και Ε.

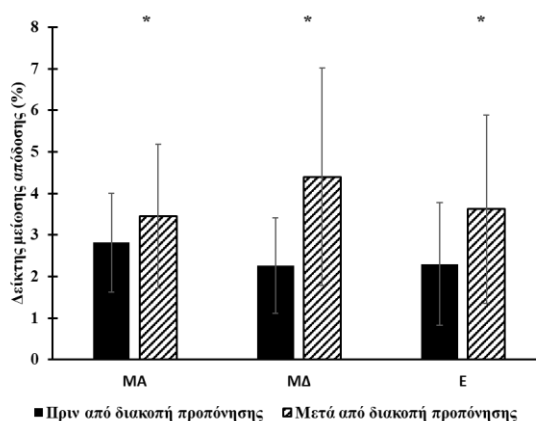
Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης



Σχήμα 5.6. Μέσος χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο (4X50-m) για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MD) και ελέγχου (E), τόσο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης.

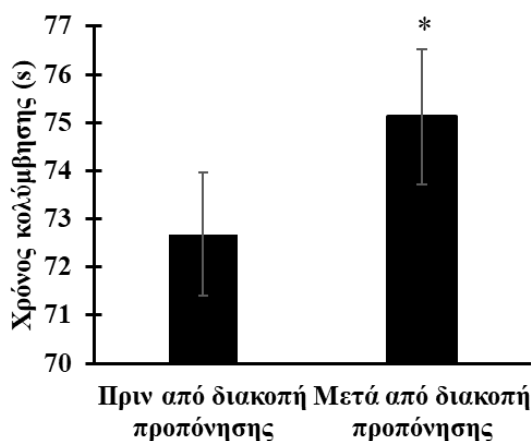
Επιπλέον, έγινε σύγκριση του χρόνου κολύμβησης στις συνθήκες MA και MD έναντι της E. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων ($F_{(1,10)}=0,01$, $\eta^2=0,00$, $p=0,91$), για τη σύγκριση MA έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $1,48\pm 3,48\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $0,54\pm 1,34\%$, $p>0,05$) και MD έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $0,35\pm 3,27\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $1,12\pm 1,74\%$, $p>0,05$; $F_{(1,10)}=0,23$, $\eta^2=0,03$, $p=0,64$). Ωστόσο, αν και δεν προκύπτει σημαντική διαφορά στις παραπάνω ποσοστιαίες μεταβολές, αξίζει να επισημανθεί ότι η ποσοστιαία διαφορά στη σύγκριση MD έναντι E τείνει να είναι μεγαλύτερη στις τελικές μετρήσεις συγκριτικά με τη MA έναντι E ($F_{(1,10)}=3,98$, $\eta^2=0,29$, $p=0,07$).

Αναφορικά με το δείκτη μείωσης της απόδοσης ήταν υψηλότερος μετά από τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=10,51$, $\eta^2=0,52$, $p=0,01$), ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ MD, MA και E ($F_{(1,10)}=0,30$, $\eta^2=0,03$, $p=0,74$; Σχήμα 5.7).

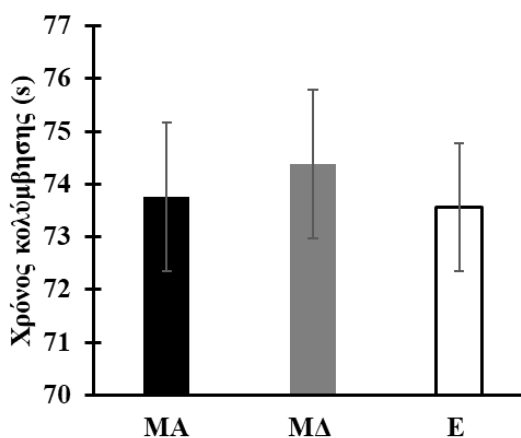


Σχήμα 5.7. Δείκτης μείωσης της απόδοσης κατά τη διάρκεια τεσσάρων επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο (4X50-m) για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MD) και ελέγχου (E). *: $p<0,05$, πριν σε σύγκριση με μετά από τη διακοπή προπόνησης.

Απόδοση στα 100-m ελεύθερο: Ο χρόνος κολύμβησης στα 100-m ελεύθερο αυξήθηκε μετά από τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=27,60$, $\eta^2=0,73$, $p=0,01$, Σχήμα 5.8), ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ ΜΔ, ΜΑ και Ε ($F_{(1,10)}=1,79$, $\eta^2=0,15$, $p=0,19$; Σχήμα 5.9), τόσο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης.



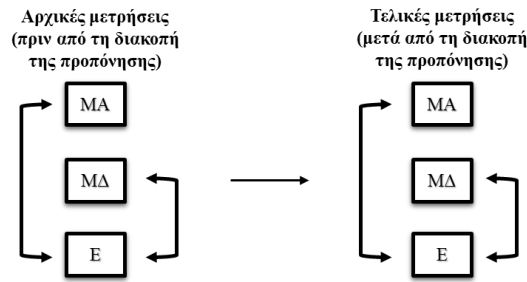
Σχήμα 5.8. Χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης, ανεξαρτήτως συνθηκών μέτρησης. *: $p<0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων.



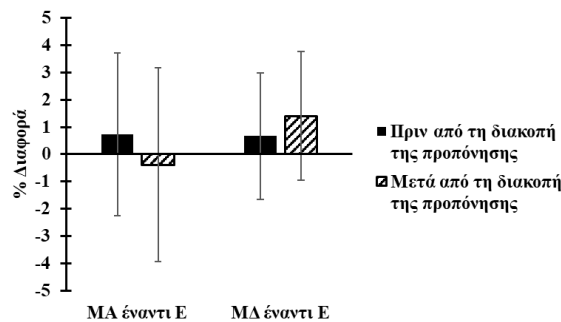
Σχήμα 5.9. Χρόνος κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 100-m ελεύθερο, για τις συνθήκες μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε).

Επιπλέον, έγινε σύγκριση του χρόνου κολύμβησης στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε. Παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία διαφορά του χρόνου κολύμβησης στα 100-m μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων ($F_{(1,10)}=0,04$, $\eta^2=0,00$, $p=0,84$). Επιπλέον δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε ($F_{(1,10)}=3,91$, $\eta^2=0,28$, $p=0,08$, Σχήμα 5.10).

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης



Σχήμα 5.10Α



Σχήμα 5.10Β

Σχήμα 5.10. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 5.10Α) αποτυπώνονται οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για το χρόνο κολύμβησης στα 100-m ελεύθερο, τόσο σε αρχικές (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) όσο και τελικές μετρήσεις (μετά από τη διακοπή της προπόνησης), μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (MΔ) έναντι E. Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 5.10Β) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές για αρχικές και τελικές μετρήσεις, για το χρόνο κολύμβησης στα 100-m ελεύθερο, για τις συγκρίσεις MA έναντι E, MΔ έναντι E.

5.5.3. Μεταβολές στη δύναμη εκτός και εντός νερού

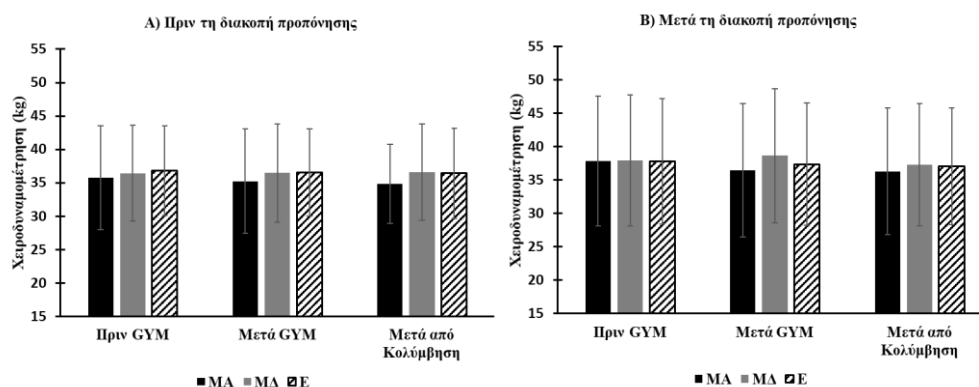
Άσκηση 1, «Πιέσεις στήθους»: Η μέγιστη δύναμη των κολυμβητών (1RM), στην άσκηση πιέσεις στήθους ήταν παρόμοια μετά τη διακοπή της προπόνησης συγκριτικά με πριν από τη διακοπή (Πριν από τη διακοπή: $57,27 \pm 17,08$ kg έναντι Μετά από τη διακοπή: $56,59 \pm 18,11$ kg, $p=0,66$).

Άσκηση 2, «Κωπηλατική σε μηχανήμα»: Η μέγιστη δύναμη των κολυμβητών (1RM), στην άσκηση κωπηλατική σε καθιστή θέση ήταν παρόμοια μετά τη διακοπή της προπόνησης συγκριτικά με πριν από τη διακοπή (Πριν από τη διακοπή: $65,45 \pm 19,55$ kg έναντι Μετά από τη διακοπή: $65,45 \pm 19,16$ kg, $p=1,00$).

Άσκηση 3, «Καθίσματα στις 90°»: Η μέγιστη δύναμη των κολυμβητών (1RM), στην άσκηση καθίσματα στις 90° σε μηχανήμα Smith ήταν μικρότερη μετά τη διακοπή της προπόνησης συγκριτικά με πριν από τη διακοπή (Πριν από τη διακοπή: $78,05 \pm 30,10$ kg έναντι Μετά από τη διακοπή: $74,55 \pm 27,88$ kg, $p=0,03$).

Χειροδυναμομέτρηση: Η δύναμη χειρολαβής παρέμεινε αμετάβλητη για όλες τις συνθήκες μέτρησης μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=1,31$, $\eta^2=0,12$, $p=0,27$). Η δύναμη χειρολαβής ήταν παρόμοια μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης για όλες τις συνθήκες πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(2,52)}=1,31$, $\eta^2=0,05$, $p=0,28$), και δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών MA, MΔ, και E ($F_{(2,20)}=3,15$, $\eta^2=0,24$, $p=0,06$; Σχήμα 5.11).

*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*



Σχήμα 5.11. Μεταβολή της δύναμης χειρολαβής, η οποία μετρήθηκε σε τρεις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM), και μετά από την προπόνηση κολύμβησης, για τη συνθήκη μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E) πριν από τη διακοπή προπόνησης (A), και μετά τη διακοπή της προπόνησης (B).

Σε αρχικές (A, πριν από τη διακοπή) και τελικές μετρήσεις (T, μετά από τη διακοπή) υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες διαφορές για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), και μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση κολύμβησης (A2, T2). Συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά πριν συγκριτικά με μετά από τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=1,97$, $\eta^2=0,16$, $p=0,19$), μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και MΔ έναντι E ($F_{(1,10)}=0,77$, $\eta^2=0,07$, $p=0,67$), σε καμία συνθήκη μέτρησης MA, MΔ, E ($F_{(1,10)}=0,77$, $\eta^2=0,07$, $p=0,67$, Πίνακας 5.4).

Πίνακας 5.4. Ποσοστιαίες διαφορές για τη δύναμη χειρολαβής, μεταξύ των συνθηκών MA έναντι E και MΔ έναντι E.

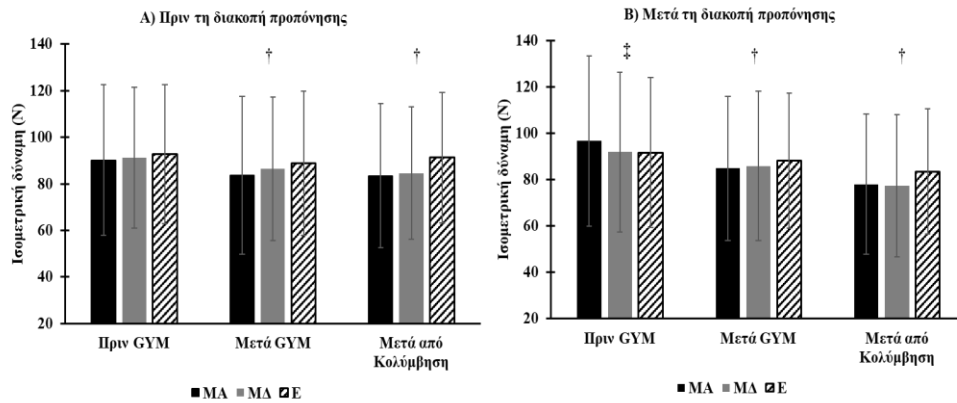
	Πριν από τη διακοπή		Μετά από τη διακοπή	
Συνθήκες	A1	A2	T1	T2
MA	1,41±0,10%	-0,10±7,60%	3,65±6,61%	0,19±3,75%
MΔ	-0,40±8,98%	-0,79±10,08%	-2,00±5,53%	2,88±5,45%
E	0,72±3,56%	0,32±7,13%	0,76±6,17%	0,28±0,24%

MA: μυϊκή αντοχή, MΔ: μέγιστη δύναμη, E: ελέγχου, A1, T1: πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, A2, T2: μετά από την προπόνηση κολύμβησης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης

Ισομετρική δύναμη μυών του ώμου: Η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου παρέμεινε αμετάβλητη μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=0,14$, $\eta^2=0,01$, $p=0,72$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε μείωση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου σε όλες τις συνθήκες (MA, MΔ, E), μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, μετά την προπόνηση στο νερό συγκριτικά με τις τιμές πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ($F_{(2,20)}=8,38$, $\eta^2=0,46$, $p=0,01$, Σχήμα 5.12). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών MA, MΔ, και E

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμαμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης

($F_{(2,20)}=2,30$, $\eta^2=0,18$, $p=0,13$). Η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου ήταν υψηλότερη πριν από την εφαρμογή προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης, μετά τη διακοπή της προπόνησης συγκριτικά με πριν τη διακοπή της ($F_{(2,20)}=4,34$, $\eta^2=0,31$, $p=0,03$; Σχήμα 5.12).



Σχήμα 5.12. Μεταβολή της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου, η οποία μετρήθηκε σε τρεις χρονικές στιγμές σε κάθε συνθήκη μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM), και μετά από την προπόνηση κολύμβησης, για τη συνθήκη μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E) πριν από τη διακοπή προπόνησης (A), και μετά τη διακοπή της προπόνησης (B). †: $p < 0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης (Μετά GYM & Μετά από κολύμβηση, συγκριτικά με Πριν GYM) για όλες τις συνθήκες πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης. ‡: $p < 0,05$, μετά από τη διακοπή της προπόνησης συγκριτικά με πριν από τη διακοπή για τη χρονική στιγμή Πριν GYM.

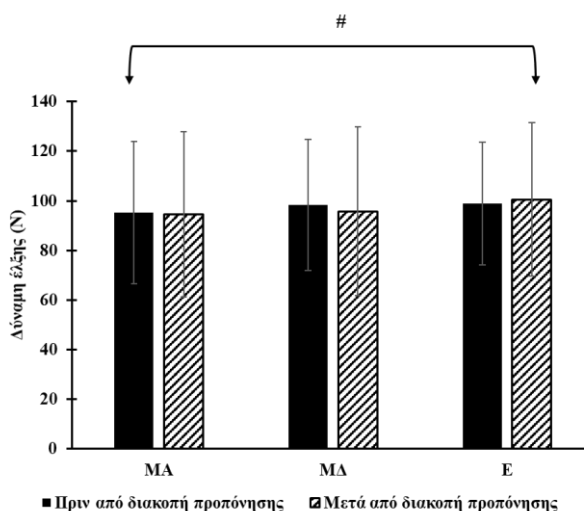
Σε αρχικές (A, πριν από τη διακοπή) και τελικές μετρήσεις (T, μετά από τη διακοπή) υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες διαφορές για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), και μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση κολύμβησης (A2, T2). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ποσοστιαία μεταβολή μετά από τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=18,27$, $\eta^2=0,64$, $p=0,01$), χωρίς όμως να προκύπτει διαφορά μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E και MΔ έναντι E ($F_{(1,10)}=2,13$, $\eta^2=0,17$, $p=0,17$), σε καμία συνθήκη μέτρησης MA, MΔ, E ($F_{(1,10)}=3,07$, $\eta^2=0,06$, $p=0,02$, Πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.5. Ποσοστιαίες διαφορές για την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, μεταξύ των συγκρίσεων μυϊκή αντοχή (MA) έναντι ελέγχου (E) και μέγιστη δύναμη (MΔ) έναντι E.

Συνθήκες	Πριν από τη διακοπή		Μετά από τη διακοπή	
	A1	A2	T1	T2
MA	7,30±12,62%	-1,79±14,04%	11,30±7,50%*	7,75±10,16%*
MΔ	5,54±7,72%	0,79±11,72%	5,78±9,49%*	9,03±11,49%*
E	3,46±12,20%	-3,81±12,19%	3,24±4,44%*	4,82±9,62%*

MA: μυϊκή αντοχή, MΔ: μέγιστη δύναμη, E: ελέγχου, A1, T1: πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, A2, T2: μετά από την προπόνηση κολύμβησης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, *: $p < 0,05$, μετά από τη διακοπή έναντι πριν από τη διακοπή της προπόνησης

Δύναμη έλξης κατά την προσδεμένη κολύμβηση: Η δύναμη έλξης κατά την προσδεμένη κολύμβηση 10 s μέγιστης έντασης, ήταν παρόμοια μετά τη διακοπή της προπόνησης συγκριτικά με πριν από τη διακοπή ($F_{(1,10)}=0,04$, $\eta^2=0,00$, $p=0,85$; Σχήμα 5.13). Η δύναμη έλξης στο νερό ήταν υψηλότερη κατά $4,5\pm 10,2\%$ και $6,9\pm 8,6\%$ στη συνθήκη E συγκριτικά με MA πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης αντίστοιχα ($F_{(2,20)}=4,32$, $\eta^2=0,31$, $p=0,03$; Σχήμα 5.13).



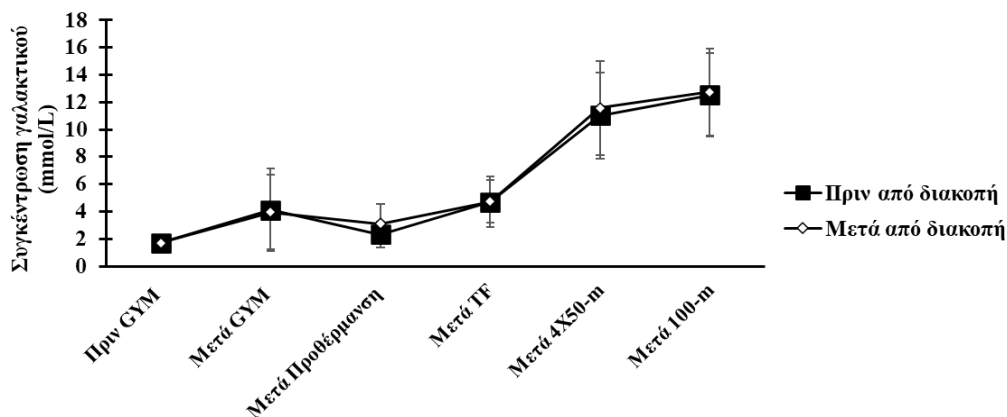
Σχήμα 5.13. Σύγκριση της δύναμης έλξης στο νερό, που προσδιορίστηκε με προσδεμένη κολύμβηση 10 s, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MD) και ελέγχου (E) πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης, #: $p<0,05$, μεταξύ των συνθηκών MA συγκριτικά με E πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης.

Συγκρίνοντας για κάθε ομάδα, τις συνθήκες MA και MD έναντι της E, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των αρχικών (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) και τελικών μετρήσεων (μετά από τη διακοπή της προπόνησης; $F_{(1,10)}=1,48$, $\eta^2=0,13$, $p=0,25$), για την προσδεμένη κολύμβηση. Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά της δύναμης έλξης μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $-5,99\pm 13,21\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-8,23\pm 10,03\%$, $p>0,05$) και MD έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $-1,36\pm 6,87\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-7,23\pm 10,14\%$, $p>0,05$; $F_{(1,10)}=1,37$, $\eta^2=0,12$, $p=0,27$).

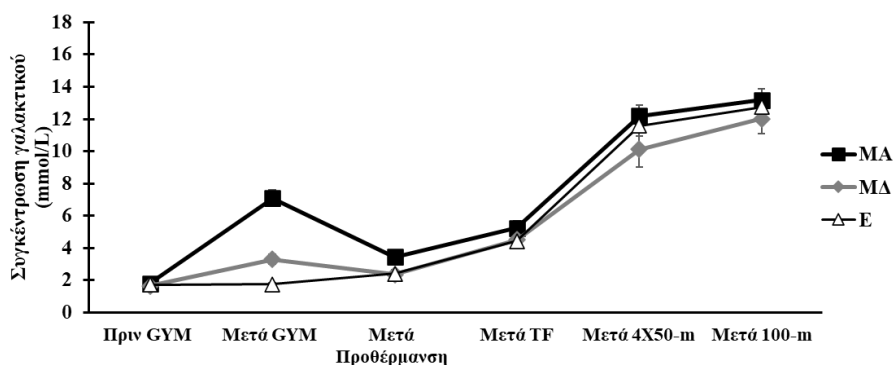
5.5.4. Φυσιολογικές αποκρίσεις

Συγκέντρωση γαλακτικού: Η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν παρόμοια τόσο πριν όσο και μετά από τη διακοπή της προπόνησης, ανεξαρτήτως συνθηκών μέτρησης ($F_{(1,10)}=0,75$, $\eta^2=0,07$, $p=0,41$; Σχήμα 5.14). Επιπλέον, η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν παρόμοια σε όλες τις συνθήκες, ανεξαρτήτως αρχικών (πριν από τη διακοπή), και τελικών μετρήσεων (μετά από τη διακοπή; $F_{(2,20)}=3,88$, $\eta^2=0,08$, $p=0,42$; Σχήμα 5.15).

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης



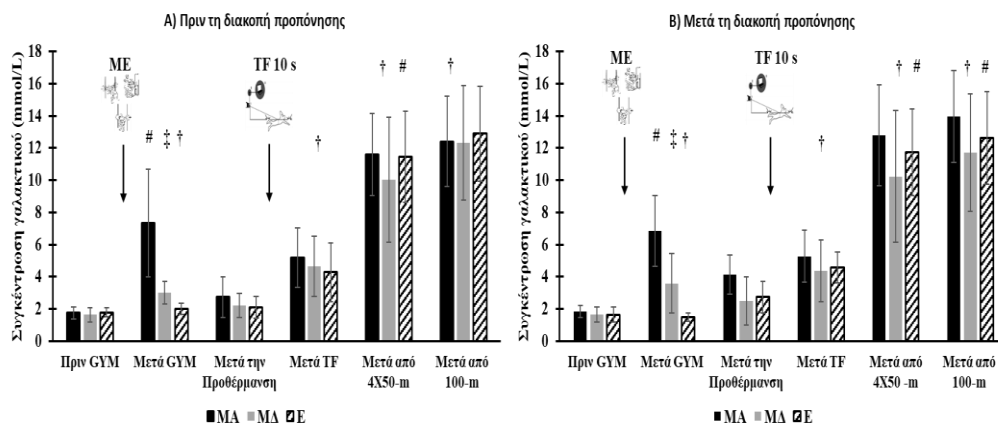
Σχήμα 5.14. Συγκέντρωση γαλακτικού πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης κολύμβησης, ανεξαρτήτως συνθηκών μέτρησης.



Σχήμα 5.15. Συγκέντρωση γαλακτικού για κάθε συνθήκη μέτρησης, ανεξαρτήτως αρχικών (πριν από διακοπή) και τελικών (μετά από διακοπή) μετρήσεων.

Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού για τις χρονικές στιγμές μέτρησης: μετά την προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά την προσδεμένη κολύμβηση (Μετά TF) και μετά από 4X50-m και 100-m συγκριτικά με πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM; $F_{(5,50)}=160,31$, $\eta^2=0,94$, $p=0,01$; Σχήμα 5.16). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης, για τη συνθήκη MA συγκριτικά με MΔ και E ($F_{(2,20)}=12,41$, $\eta^2=0,55$, $p=0,01$; Σχήμα 5.16). Συγκεκριμένα, οι κολυμβητές εμφάνισαν υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης για τη συνθήκη MA συγκριτικά με MΔ και E, πριν (MA έναντι MΔ: $7,4\pm3,3$ έναντι $3,0\pm0,7$ mmol/L, MA έναντι E: $7,4\pm3,3$ vs $2,0\pm0,3$ mmol/L; $p<0,05$; Σχήμα 5.16) και μετά τη διακοπή της προπόνησης (MA έναντι MΔ: $6,8\pm2,2$ έναντι $3,6\pm1,9$ mmol/L; MA έναντι E: $6,8\pm2,2$ vs $1,5\pm0,3$ mmol/L; $p<0,05$; Σχήμα 5.16). Επιπλέον, η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν υψηλότερη για τη συνθήκη MA συγκριτικά με MΔ μετά τα 4X50-m, πριν ($13,5\pm27,7\%$) και μετά τη διακοπή της προπόνησης ($18,1\pm34,4\%$; $F_{(5,50)}=9,71$, $\eta^2=0,50$, $p=0,01$; Σχήμα 5.16).

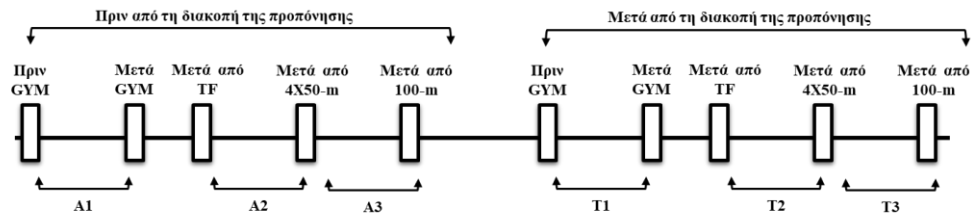
*Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης
εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών*



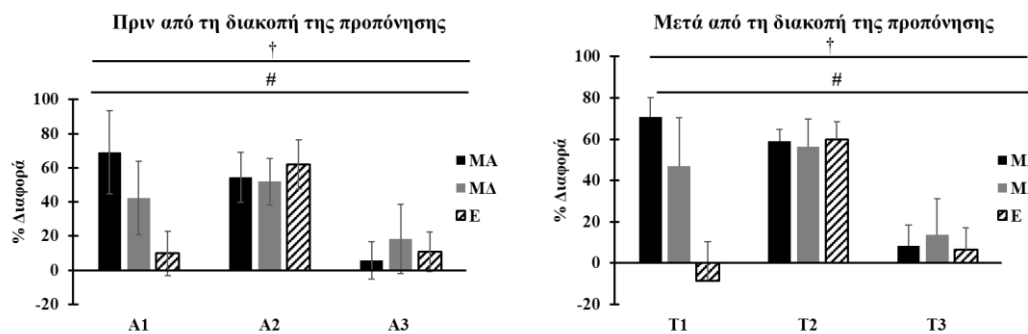
Σχήμα 5.16. Η συγκέντρωση γαλακτικού, σε έξι χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM), μετά την προθέρμανση κολύμβησης, μετά από την προσδεμένη κολύμβηση 10 s με μέγιστη ένταση (Μετά TF), μετά από την προπόνηση 4X50-m (Μετά από 4X50-m), και μετά από την προσπάθεια 100-m (Μετά από 100-m), στις συνθήκες μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MD), και ελέγχου (E) πριν από τη διακοπή προπόνησης (Α), και μετά τη διακοπή της προπόνησης (Β). ‡: $p < 0,05$, μεταξύ MA - MD, και MA - E, †: $p < 0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης (Πριν GYM συγκριτικά με Μετά GYM, Μετά TF, Μετά 4X50-m, Μετά από 100-m) για όλες τις συνθήκες, πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης, #: $p < 0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης.

Σε αρχικές (Α, πριν από τη διακοπή) και τελικές μετρήσεις (Τ, μετά από τη διακοπή) υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες διαφορές, για τη συγκέντρωση γαλακτικού, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Α1, Τ1), μετά από τη προσδεμένη κολύμβηση έναντι μετά από τις τέσσερις επαναλήψεις των 50-m ελεύθερο (4X50-m, Α2, Τ2) και μετά από 4X50-m έναντι 100-m ελεύθερο (Α3, Τ3). Παρατηρήθηκαν παρόμοιες ποσοστιαίες διαφορές πριν έναντι μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=0,56$, $\eta^2=0,05$, $p=0,47$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε διαφορά στην ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ των χρονικών στιγμών σύγκρισης Α1, Α2, Α3 και Τ1, Τ2, Τ3 ($F_{(2,20)}=93,92$, $\eta^2=0,90$, $p=0,01$), με τη χρονική στιγμή Α2 και Τ2 να εμφανίζουν την υψηλότερη μεταβολή ($p < 0,05$), σε κάθε συνθήκη μέτρησης MA, MD και E ($F_{(2,20)}=52,81$, $\eta^2=0,84$, $p=0,01$, Σχήμα 5.17).

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης



Σχήμα 5.17A

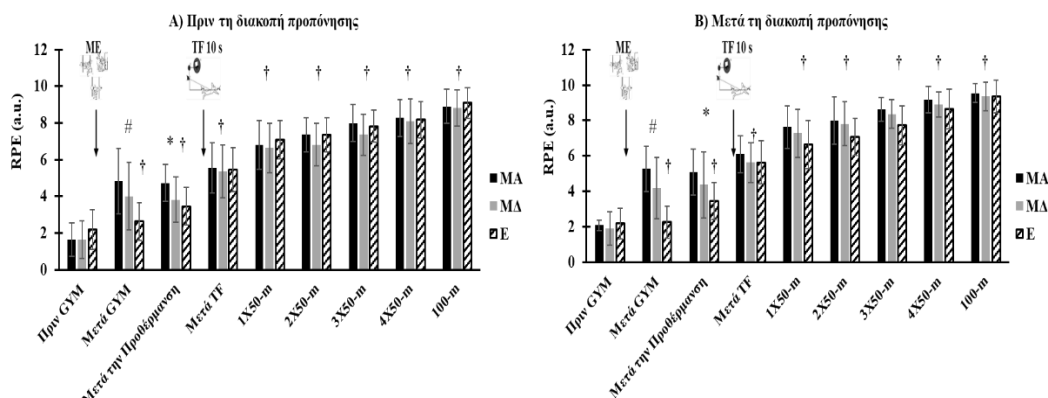


Σχήμα 5.17B

Σχήμα 5.17. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 5.17A) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες μεταβολές στη συγκέντρωση γαλακτικού, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T), για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Οι ποσοστιαίες μεταβολές υπολογίστηκαν, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), μετά από την προσδεμένη κολύμβηση έναντι μετά από τέσσερις επαναλήψεις 50-m (4X50-m; A2, T2), και 4X50-m έναντι μετά από 100-m (A3, T3). Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 5.17B) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, A1, A2, A3, T1, T2, T3, σε κάθε συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MD), και ελέγχου (E). †: $p < 0,05$, μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης A1, A2, A3 και T1, T2, T3, #: $p < 0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης MA, MD, E.

5.5.5. Μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας

Ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας παρέμεινε αμετάβλητος μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=3,85$, $\eta^2=0,27$, $p=0,08$; Σχήμα 5.18). Παρατηρήθηκε αύξηση του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας για τις χρονικές στιγμές μέτρησης: μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά την προσδεμένη κολύμβηση 10 s με μέγιστη ένταση (Μετά TF), μετά από κάθε επανάληψη 50-m ελεύθερο, και μετά τα 100-m ελεύθερο, συγκριτικά με πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης σε όλες τις συνθήκες (Πριν GYM; $F_{(5,50)}=142,74$, $\eta^2=0,42$, $p=0,01$; Σχήμα 5.18). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας στις συνθήκες MA και MΔ συγκριτικά με Ε ($F_{(2,20)}=7,37$, $\eta^2=0,42$, $p=0,01$; Σχήμα 5.18). Ειδικότερα, ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας ήταν υψηλότερος μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης και μετά την προθέρμανση για τη συνθήκη MA συγκριτικά με MΔ και Ε αντίστοιχα ($p<0,05$; Σχήμα 5.18), ενώ μεταξύ των συνθηκών MΔ και Ε, μόνο μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ($F_{(5,50)}=8,80$, $\eta^2=0,47$, $p=0,01$; Σχήμα 5.18).

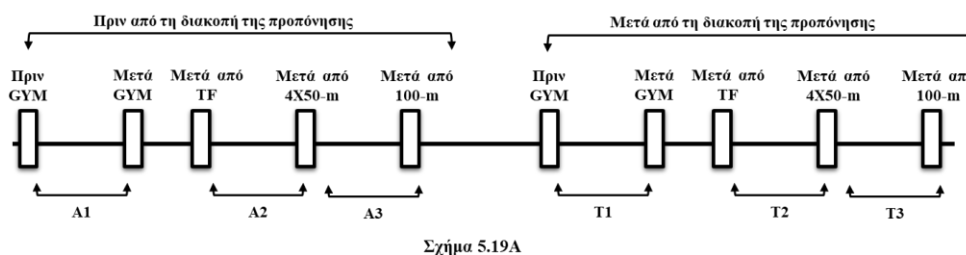


Σχήμα 5.18. Μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας (RPE), ο οποίος μετρήθηκε σε εννέα χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM), μετά την προθέρμανση, μετά από την προσδεμένη κολύμβηση 10 s με μέγιστη ένταση (Μετά TF), μετά από κάθε επανάληψη 50-m (Μετά από 4X50-m), και μετά από την προσπάθεια 100-m (Μετά από 100-m), για τη συνθήκη μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (Ε) πριν από τη διακοπή προπόνησης (Α), και μετά τη διακοπή της προπόνησης (Β). #: $p<0,05$, μεταξύ των συνθηκών MA vs E, και MΔ vs E, †: $p<0,05$, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης (Πριν GYM συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες) για όλες τις συνθήκες, πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης, *: $p<0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης πριν συγκριτικά με μετά τη διακοπή της προπόνησης.

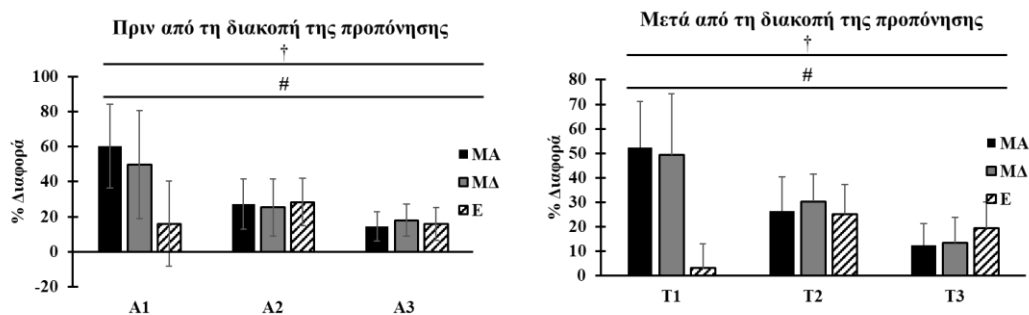
Σε αρχικές (Α, πριν από τη διακοπή) και τελικές μετρήσεις (Τ, μετά από τη διακοπή) υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες (%) διαφορές, για το δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Α1, Τ1), μετά από τη προσδεμένη κολύμβηση έναντι μετά από τις τέσσερις επαναλήψεις των 50-m ελεύθερο (4X50-m, Α2, Τ2) και μετά από 4X50-m έναντι 100-m ελεύθερο (Α3, Τ3). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν παρόμοιες ποσοστιαίες διαφορές πριν έναντι

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης

μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=1,69$, $\eta^2=0,10$, $p=0,30$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ των χρονικών στιγμών σύγκρισης A1, A2, A3 και T1, T2, T3 ($F_{(2,20)}=13,30$, $\eta^2=0,57$, $p=0,01$), με τη χρονική στιγμή A2 και T2 να εμφανίζουν την υψηλότερη μεταβολή ($p<0,05$), σε κάθε συνθήκη μέτρησης MA, MΔ και E ($F_{(2,20)}=30,05$, $\eta^2=0,75$, $p=0,01$, Σχήμα 5.19).



Σχήμα 5.19Α

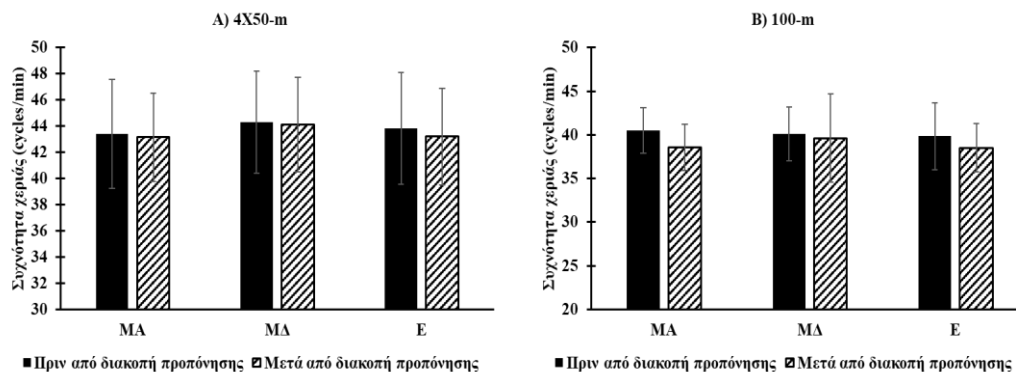


Σχήμα 5.19Β

Σχήμα 5.19. Στο άνω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 5.19Α) αποτυπώνονται οι χρονικές στιγμές μέτρησης για το δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της δυσκολίας, σε αρχικές (A) και τελικές μετρήσεις (T), για όλες τις ομάδες, σε όλες τις συνθήκες μέτρησης. Οι ποσοστιαίες (%) διαφορές υπολογίστηκαν, για τις χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης έναντι μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (A1, T1), μετά από την προσδεμένη κολύμβηση έναντι μετά από τέσσερις επαναλήψεις 50-m (4X50-m; A2, T2), και 4X50-m έναντι μετά από 100-m (A3, T3). Στο κάτω μέρος του Σχήματος (Σχήμα 5.19Β) αποτυπώνονται οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, A1, A2, A3, T1, T2, T3, σε κάθε συνθήκη μέτρησης, μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E). †: $p<0,05$, μεταβολή του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης δυσκολίας μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης A1, A2, A3 και T1, T2, T3, #: $p<0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης MA, MΔ, E.

5.5.6. Μεταβολές στις μεταβλητές τεχνικής

Συχνότητα χεριάς: Η μέση συχνότητα χεριάς που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m, αλλά και από τα 100-m ελεύθερο παρέμεινε αμετάβλητη μετά τη διακοπή της προπόνησης (4X50-m: $F_{(1,10)}=2,32$, $\eta^2=0,19$, $p=0,16$; 100-m: $F_{(1,10)}=2,86$, $\eta^2=0,13$, $p=0,22$; Σχήμα 5.20) και δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών MA, MΔ και E πριν και μετά τη διακοπή (4X50-m: $F_{(2,20)}=2,98$, $\eta^2=0,23$, $p=0,07$; 100-m: $F_{(2,20)}=0,62$, $\eta^2=0,05$, $p=0,55$; Σχήμα 5.20).



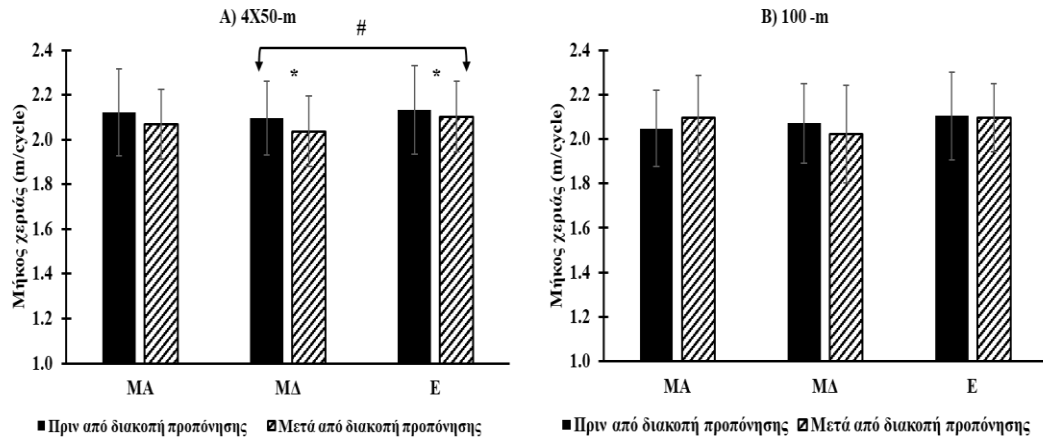
Σχήμα 5.20. Σύγκριση της μέσης συχνότητας χεριάς που υπολογίστηκε, (Α) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), και (Β) στα 100-m ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε) πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης.

Συγκρίνοντας τις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των αρχικών (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) και τελικών μετρήσεων (μετά από τη διακοπή της προπόνησης) για τη συχνότητα χεριάς κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο ($F_{(1,10)}=0,53$, $\eta^2=0,05$, $p=0,48$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή της συχνότητας χεριάς μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $-0,99\pm 4,56\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-0,09\pm 2,36\%$, $p>0,05$) και ΜΔ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $1,10\pm 3,90\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $2,05\pm 3,58\%$, $F_{(1,10)}=1,37$, $\eta^2=0,12$, $p=0,27$).

Παρόμοιες, μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα 100-m ελεύθερο, στις αντίστοιχες συγκρίσεις. Συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή της συχνότητας χεριάς μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $-1,46\pm 9,13\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $0,10\pm 3,53\%$, $p=0,29$) και ΜΔ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $0,48\pm 8,16\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-2,25\pm 5,57\%$, $F_{(1,10)}=0,17$, $\eta^2=0,11$, $p=0,29$).

Μήκος χεριάς: Το μέσο μήκος χεριάς που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m μειώθηκε μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=10,11$, $\eta^2=0,50$, $p=0,01$; Σχήμα 5.21). Επιπρόσθετα, το μέσο μήκος χεριάς των κολυμβητών ήταν μικρότερο στη συνθήκη ΜΔ συγκριτικά με Ε ($F_{(2,20)}=4,29$, $\eta^2=0,30$, $p=0,03$; Σχήμα 5.21). Το μήκος χεριάς που υπολογίστηκε από τα 100-m ελεύθερο παρέμεινε αμετάβλητο μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=0,01$, $\eta^2=0,00$, $p=0,92$; Σχήμα 5.21), και μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,20)}=1,47$, $\eta^2=0,13$, $p=0,26$; Σχήμα 5.21).

Διακοπή της προπόνησης κολύμβησης: επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, στην απόδοση, φυσιολογικές αποκρίσεις και την τεχνική κατά την κολύμβηση μέγιστης έντασης

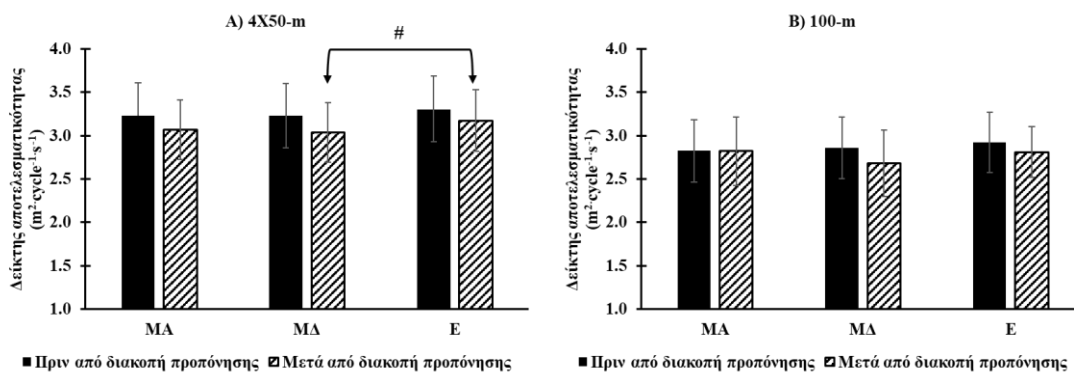


Σχήμα 5.21. Σύγκριση του μέσου μήκους χεριάς που υπολογίστηκε, (Α) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), και (Β) από τα 100-m ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε) πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης. *: $p < 0,05$, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων, #: $p < 0,05$, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΔ και Ε.

Συγκρίνοντας τις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε, δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των αρχικών (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) και τελικών μετρήσεων (μετά από τη διακοπή της προπόνησης) για το μήκος χεριάς κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο ($F_{(1,10)}=0,68$, $\eta^2=0,06$, $p=0,42$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή του μήκους χεριάς μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $-0,65 \pm 4,52\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-1,67 \pm 3,49\%$, $p=0,19$) και ΜΔ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $-1,66 \pm 4,32\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-3,34 \pm 3,92\%$; $F_{(1,10)}=2,37$, $\eta^2=0,15$, $p=0,19$).

Παρόμοιες, μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα 100-m ελεύθερο, στις αντίστοιχες συγκρίσεις. Συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή του μήκους χεριάς μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $-3,08 \pm 9,95\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-0,22 \pm 4,06\%$, $p=0,38$) και ΜΔ έναντι Ε (Πριν από τη διακοπή: $-1,92 \pm 9,75\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-4,12 \pm 6,38\%$, $F_{(1,10)}=0,84$, $\eta^2=0,07$, $p=0,38$).

Δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς: Ο μέσος δείκτης αποτελεσματικότητας που υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m μειώθηκε μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=21,74$, $\eta^2=0,68$, $p=0,01$; Σχήμα 5.22). Επιπρόσθετα, ο δείκτης αποτελεσματικότητας των κολυμβητών ήταν μικρότερος στη συνθήκη ΜΔ συγκριτικά με Ε ($F_{(2,20)}=4,57$, $\eta^2=0,23$, $p=0,02$; Σχήμα 5.22). Ο δείκτης αποτελεσματικότητας που υπολογίστηκε από τα 100-m ελεύθερο παρέμεινε αμετάβλητος μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=4,84$, $\eta^2=0,33$, $p=0,05$; Σχήμα 5.22), και μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε ($F_{(2,20)}=2,03$, $\eta^2=0,17$, $p=0,16$; Σχήμα 5.22).



Σχήμα 5.22. Σύγκριση του μέσου δείκτη αποτελεσματικότητας που υπολογίστηκε, (A) κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m), και (B) από τα 100-m ελεύθερο, μεταξύ των συνθηκών μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MD) και ελέγχου (E) πριν και μετά από τη διακοπή της προπόνησης. #: $p < 0,05$, μεταξύ των συνθηκών.

Συγκρίνοντας τις συνθήκες MA και MD έναντι της E, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των αρχικών (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) και τελικών μετρήσεων (μετά από τη διακοπή της προπόνησης) για το δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς κατά τη διάρκεια των 4X50-m ελεύθερο ($F_{(1,10)}=0,65$, $\eta^2=0,06$, $p=0,44$). Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $-2,27 \pm 6,41\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-3,45 \pm 5,07\%$, $p=0,53$) και MD έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $-2,20 \pm 6,80\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-4,54 \pm 4,84\%$, $F_{(1,10)}=0,40$, $\eta^2=0,04$, $p=0,53$).

Παρόμοιες, μεταβολές παρατηρήθηκαν και για τα 100-m ελεύθερο, στις αντίστοιχες συγκρίσεις. Συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκε ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $-3,94 \pm 10,82\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-0,29 \pm 5,86\%$, $p=0,22$) και MD έναντι E (Πριν από τη διακοπή: $-2,72 \pm 10,75\%$, έναντι Μετά από τη διακοπή: $-5,68 \pm 7,31\%$, $F_{(1,10)}=1,79$, $\eta^2=0,14$, $p=0,22$).

5.6. Συζήτηση τρίτης μελέτης

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, πριν και μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης, εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού COVID-19. Κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης της επίδρασης των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, μετά από τη διακοπή της προπόνησης, παρατηρήθηκε α) παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της απόδοσης κατά τη διάρκεια των τεσσάρων επαναλήψεων 50-m ελεύθερο (4X50-m) και των 100-m ελεύθερο μεταξύ των συνθηκών ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε β) παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή της δύναμης εντός και εκτός νερού μεταξύ των ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε, και γ) παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή των δεικτών τεχνικής των κολυμβητών, κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης.

5.6.1. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στην απόδοση

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 4X50-m μεταξύ ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε, στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις. Σε πρόσφατη, μελέτη παρατηρήθηκε ότι καθοδηγούμενη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης διατηρεί την απόδοση των κολυμβητών σε δοκιμασία μέγιστης έντασης, κατά την οποία ενεργοποιείται ο αναερόβιος μεταβολισμός όπως 4X50-m, μετά από 11 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης (Arsoniadis et al., 2022). Ωστόσο, στη μελέτη αυτή, δεν εξετάστηκε η επίδραση των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης υψηλής έντασης. Είναι σημαντικό, όμως να αναφερθεί, ότι κατά τις τελικές μετρήσεις, στην παρούσα μελέτη, παρουσιάστηκε η τάση για υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή στο χρόνο κολύμβησης στα 4X50-m, για τη σύγκριση ΜΔ έναντι Ε ($1,12 \pm 1,74\%$), συγκριτικά με ΜΑ έναντι Ε ($0,54 \pm 1,34\%$) χωρίς όμως να προκύπτει σημαντικότητα ($d=0,80$, $p=0,07$). Είναι πιθανό οι κολυμβητές, να παρουσίασαν μεγαλύτερη εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός, ότι κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης για 16 εβδομάδες, οι κολυμβητές εφαρμόζαν προπόνηση στη ξηρά με το βάρος του σώματος, ή με ιμάντες, χωρίς να έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν το προπονητικό τους φορτίο και να προσομοιάσουν τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος ΜΔ (Παράγραφος 5.3.2, Πίνακας 5.2). Αυτό πιθανόν να υποδεικνύει, ότι οι κολυμβητές κατά την επαναξιολόγηση μετά από τη διακοπή της προπόνησης κολύμβησης, μετά από ένα πρόγραμμα ΜΔ, να αισθάνονται μεγαλύτερη δυσκολία διατήρησης της απόδοσης (αύξηση του δείκτη μείωσης της απόδοσης) κατά τη διάρκεια των 4X50-m συγκριτικά με μόνο εφαρμογή προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης (συνθήκη Ε). Έχει παρατηρηθεί, ότι είναι πιθανό προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, κυρίως με το βάρος του σώματος όπως εφαρμόστηκε στην παρούσα μελέτη, η οποία προσομοιάζει τα χαρακτηριστικά της ΜΑ, να βελτιώσει την απόδοση στα 50-m ελεύθερο κατά 2% (Weston et al., 2015), και προπόνηση αντιστάσεων να επιδρά θετικά στην απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια δοκιμασίας ταχυτήτων (Collins et al., 2019).

Εκτός από τις ποσοστιαίες μεταβολές, παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου χρόνου απόδοσης στα 4X50-m και 100-m ελεύθερο σε όλες τις συνθήκες (ΜΑ, ΜΔ, Ε), κατά τη διάρκεια της επαναξιολόγησης τους μετά από 16 εβδομάδες, με μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης κατά $1,65 \pm 1,80\%$ να παρατηρείται μετά από εφαρμογή προγράμματος ΜΑ συγκριτικά με Ε. Αυτό το αποτέλεσμα, επιβεβαιώνει και τις προηγούμενες μελέτες Α και Β, της παρούσης διδακτορικής διατριβής. Σε μελέτες στην κολύμβηση έχει παρατηρηθεί μείωση της απόδοσης (2-4%) μετά από διακοπή της προπόνησης, σε νεαρούς και έφηβους κολυμβητές (Morais et al., 2020; Zacca et al., 2019; Moreira et al., 2014). Ωστόσο, η μείωση της απόδοσης στις μελέτες αυτές, παρατηρήθηκε μόλις μετά από τέσσερις εβδομάδες, συγκριτικά με τις 16 εβδομάδες διακοπής που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Ο Muriel και συνεργάτες, (2021), ανέφεραν, μείωση της ικανότητας αντοχής ποδηλατών κορυφαίου επιπέδου, μετά από επτά εβδομάδες προπόνησης στο σπίτι, εξαιτίας της πανδημίας του COVID-19. Σε πρόσφατη μελέτη στην κολύμβηση, παρατηρήθηκε 1-2% μείωση της απόδοσης, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες τιμές, συγκριτικά με τις επιδόσεις σε προηγούμενες ολυμπιάδες, κατά τη διάρκεια των ολυμπιακών αγώνων στο Τόκυο (Costa et al., 2021). Ωστόσο, στη μελέτη αυτή δεν πραγματοποιήθηκε κάποιος έλεγχος των αθλητών κατά τη διάρκεια της διακοπής. Όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 5.2, της παρούσας μελέτης, οι κολυμβητές πραγματοποιούσαν περίπου τέσσερις φορές την εβδομάδα, πρόγραμμα προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, παράλληλα με προπόνηση αντοχής (τρέξιμο, περπάτημα, ή ποδηλασία). Παρόλο, που η προπόνηση αυτή δεν ήταν ειδική για τους κολυμβητές, αφού εφαρμόστηκε έξω από το νερό, είναι πιθανόν μέσο αυτής να κατάφεραν να διατηρήσουν ως ένα βαθμό τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός (π.χ. ποσοστό μυϊκών ινών βραδείας, ταχείας συστολής, εγκάρσια επιφάνεια μυϊκών ινών, κινητοποίηση μυϊκών ομάδων).

Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι η δύναμη εντός και εκτός νερού των κολυμβητών ήταν παρόμοια μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων σε όλες τις συνθήκες. Ωστόσο, είναι πιθανόν, φυσιολογικοί δείκτες που σχετίζονται με την αερόβια ικανότητα να χειροτέρευσαν. Συγκεκριμένα, η μείωση της απόδοσης στην προπόνηση υψηλής έντασης, πιθανόν, να μην οφείλεται μόνο στην επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, όπως και η άμεση επίδραση τους έχει αναφερθεί διεξοδικά στη μελέτη Α (Κεφάλαιο 3.5). Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε 8,5% μείωση της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών, ενός δείκτη της ικανότητας αντοχής (Toubekis & Tokmakidis, 2013). Παρόλο, που η προπόνηση ήταν υψηλής έντασης, η διάρκεια του προγράμματος ήταν περίπου 4 λεπτά, χρονικό διάστημα στο οποίο μπορεί να συμμετέχει στην παραγωγή ενέργειας και ο αερόβιος μεταβολισμός (Figueiredo et al., 2011). Είναι γνωστό ότι η μακράς διάρκειας διακοπής της προπόνησης, μπορεί να μειώσει την αερόβια ικανότητα, τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, τη καρδιακή παροχή, τον όγκο παλμού, καθώς και τη δραστηριότητα των οξειδωτικών ενζύμων στο μυϊκό κύτταρο (Mujika et al., 2000; Coyle et al., 1984; 1986). Τέτοιες μεταβολές πιθανόν να συνδέονται με τη μείωση του όγκου προπόνησης, της μειωμένης προπονητικής επιβάρυνσης, ή του συστηματικού ελέγχου της προπόνησης των αθλητών από τους προπονητές (Peyrebrune et al., 2014). Στην παρούσα μελέτη, πιθανόν η απώλεια της έντασης κατά την προπόνηση, καθώς και η μικρή διάρκεια προπόνησης, ή και

η μείωση των προπονητικών συνεδριών (-57 στις 112), ή η απώλεια της ειδικής προπόνησης στο νερό, να οδηγούν στην χειροτέρευση της απόδοσης κατά τη διάρκεια προπόνησης υψηλής έντασης, μετά από προγράμματα ΜΑ και ΜΔ, ή και μη εφαρμογή αυτών.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι οι κολυμβητές εξαιτίας της συχνής εφαρμογής προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ, τείνουν να εμφανίζουν μικρότερη ποσοστιαία μεταβολή συγκριτικά με την Ε, έναντι της σύγκρισης ΜΔ με Ε. Ωστόσο, η επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ τόσο στην απόδοση στα 4X50-m και 100-m ελεύθερο ήταν μεγαλύτερη μετά από τη διακοπή της προπόνησης, με το πρόγραμμα ΜΑ να οδηγεί σε μεγαλύτερη χειροτέρευση της απόδοσης στα 4X50-m, συγκριτικά με τη συνθήκη Ε. Προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης, πιθανόν να διατηρεί σε ένα βαθμό τις προσαρμογές σε νευρικό (ενεργοποίηση κινητικών μονάδων) και μυϊκό επίπεδο (ποσοστό ινών, εγκάρσια επιφάνεια μυϊκών ινών), όπως έχει παρατηρηθεί και σε προηγούμενη σχετική μελέτη (Arsoniadis et al., 2022), ωστόσο δεν είναι ικανή ώστε να αποτρέψει την αρνητική επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, μετά από 16 εβδομάδες κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης.

5.6.2. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στη δύναμη εκτός και εντός νερού

Η απόδοση στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε και μέσω των παραμέτρων δύναμης εκτός και εντός νερού. Παρατηρήθηκε ότι η δύναμη χειρολαβής, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, καθώς και η δύναμη έλξης στο νερό, παρέμειναν αμετάβλητες μετά από τη διακοπή της προπόνησης, ενώ προπόνηση ΜΑ μείωσε τη δύναμη έλξης στο νερό συγκριτικά με τη συνθήκη Ε, μόνο κατά τις τελικές μετρήσεις, μετά από τη διακοπή της προπόνησης. Ο Mujika και συνεργάτες, (2000), ανέφεραν ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός (τύπος μυϊκών ινών, εγκάρσια επιφάνεια μυός) μπορούν να διατηρηθούν ακόμα και μετά από 12 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης. Είναι πιθανόν οι κολυμβητές στην παρούσα μελέτη, να κατάφεραν να διατηρήσουν την μυϊκή τους μορφολογία, εξαιτίας της προπόνησης αντιστάσεων που ακολούθησαν, κατά τη διακοπή προπόνησης κολύμβησης, εξαιτίας του COVID-19. Επιπρόσθετα, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της Μεθόδου, της παρούσας μελέτης, η προπόνηση αντιστάσεων ήταν καθοδηγούμενη και ελεγχόταν δύο φορές την εβδομάδα, με τηλεδιάσκεψη. Ο μερικός έλεγχος της προπόνησης, καθώς και η καθοδήγηση που δόθηκε στους κολυμβητές, σχετικά με την προπόνηση αντιστάσεων, πιθανόν να βοήθησε, ώστε οι κολυμβητές να καταφέρουν να διατηρήσουν την νευρομυϊκή τους λειτουργία, όπως για παράδειγμα ενεργοποίηση των μυϊκών ινών, και συγχρονισμό των κινητικών μονάδων, κυρίως κατά τη σύντομη διάρκεια δοκιμασίας με μέγιστη ένταση, όπως κατά τη προσδεμένη κολύμβηση 10 δευτερολέπτων. Το παρών εύρημα υποδεικνύει ότι η καθοδηγούμενη προπόνηση των κολυμβητών, μπορεί να διατηρήσει την απόδοση στην προπόνηση μετά από μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης, ακόμα και όταν προηγείται προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ.

Αντίθετα με την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ, παρατηρήθηκε μείωση της δύναμης έλξης στο νερό όταν προηγείται προπόνηση ΜΑ, συγκριτικά με τη συνθήκη Ε. Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες που να εξετάζουν την επίδραση αυτή μετά από πρόγραμμα ΜΑ. Είναι πιθανό το χρονικό διάστημα αποκατάστασης (-20 λεπτά) μετά από πρόγραμμα ΜΑ να μην είναι ικανό, ώστε να επανέλθει η οξεοβασική ισορροπία του οργανισμού σε κατάσταση ηρεμίας (Kang et al., 2005; Taipale et al., 2013; Taipale et al., 2014). Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι η συγκέντρωση γαλακτικού πριν την προσπάθεια προσδεμένης κολύμβησης ήταν αυξημένη μετά την προπόνηση ΜΑ. Συνεπώς, φαίνεται ότι η διακοπή της προπόνησης μπορεί να μεταβάλλει πιθανές προσαρμογές, που μπορεί να προκαλεί η προπόνηση ΜΑ, και να οδηγεί σε μεγαλύτερη διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας του μυϊκού κυττάρου (Carroll et al., 2017), όταν επαναξιολογείται σε μία προπονητική συνεδρία, 16 εβδομάδες μετά.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η καθοδηγούμενη προπόνηση αντιστάσεων και αντοχής που ακολούθησαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης, βοήθησε στο να διατηρηθούν ικανοποιητικά οι μορφολογικές και νευρομυϊκές δυνατότητες του μυϊκού συστήματος, με αποτέλεσμα η δύναμη εντός και εκτός νερού να παραμένει αμετάβλητη.

5.6.3. Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στις φυσιολογικές αποκρίσεις

Η συγκέντρωση γαλακτικού παρέμεινε αμετάβλητη μετά τη διακοπή προπόνησης, γεγονός το οποίο επιβεβαιώθηκε και από τις παρόμοιες ποσοστιαίες μεταβολές μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε. Επιπλέον, τόσο στις αρχικές (πριν από τη διακοπή της προπόνησης) όσο και στις τελικές μετρήσεις (μετά από τη διακοπή της προπόνησης), η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν υψηλότερη μετά το πρόγραμμα ΜΑ συγκριτικά με ΜΔ και Ε (δεν πραγματοποιήθηκε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης), μόνο μετά από την εφαρμογή της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης.

Έχει παρατηρηθεί ότι πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης με παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως της ΜΑ αυξάνει τη συγκέντρωση γαλακτικού κατά 85% αμέσως μετά την εφαρμογή του, συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας (Kang et al., 2005; Taipale et al., 2014; Tesch et al., 1986). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί ότι, πρόγραμμα ΜΑ αυξάνει τις ορμονικές, μεταβολικές και φυσιολογικές αποκρίσεις (Fitts, 2008; Kang et al., 2005; Kraemer et al., 1998). Η αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ, πιθανόν να συμβαίνει εξαιτίας της μικρής διάρκειας διαλείμματος μεταξύ των σετ (20 s). Η υψηλότερη μεταβολική απόκριση, που παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ, οδηγεί σε αύξηση της γλυκόλυσης, με αποτέλεσμα να μειώνεται το pH εντός του μυϊκού συστήματος και να διαταράσσεται η ομοιόσταση (Tesch et al., 1986; Carroll et al., 2017). Η διαταραχή της ομοιόστασης του μυϊκού κυττάρου, μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση τόσο της κεντρικής, όσο και της περιφερικής κόπωσης (Cobb et al., 1996; Schumann et al., 2013; Taipale et al., 2014). Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα 5.6.2, η δύναμη έλξης στο νερό μειώθηκε και παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση (2%) της απόδοσης των κολυμβητών κατά τη διάρκεια των 4X50-m συγκριτικά με τη συνθήκη Ε. Συνεπώς, είναι πιθανό τόσο πριν όσο και μετά τη

διακοπή της προπόνησης όταν εφαρμόζεται ένα πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ, να απαιτείται ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης (>40 λεπτά; Taylor et al., 2016).

Εκτός από τη συγκέντρωση γαλακτικού, στην παρούσα μελέτη μετρήθηκε και η καρδιακή συχνότητα, η οποία ήταν υψηλότερη μετά από τη διακοπή της προπόνησης σε όλες τις συνθήκες. Παρόμοια, άλλες μελέτες έχουν παρατηρήσει 5% αύξηση της καρδιακής συχνότητας μετά από 84 ημέρες αποχής από την προπόνηση, σε αερόβια προπονημένους αθλητές (Coyle et al., 1984). Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια 15 λεπτών υπομέγιστης δραστηριότητας η οποία αντιστοιχούσε στο δεύτερο κατώφλι γαλακτικού, παρατηρήθηκε υψηλότερη καρδιαγγειακή απόκριση, μετά από πέντε εβδομάδες, διακοπής της προπόνησης (Coyle et al., 1985). Η αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια υπομέγιστης δραστηριότητας, πιθανόν να υποδεικνύει αύξηση της συμπαθητικής λειτουργίας ή αύξηση του συμπαθητικού-αδρενεργικού τόνου, μετά από τη διακοπή της προπόνησης (Fardy, 1967). Σε αντίθεση, με τις προηγούμενες μελέτες, στην παρούσα μελέτη οι κολυμβητές πραγματοποίησαν δοκιμασία 4X50-m και 100-m ελεύθερο υψηλής έντασης. Πιθανόν, τα χαρακτηριστικά της δοκιμασίας, αλλά και η απουσία της ειδικής προπόνησης κολύμβησης, να οδήγησαν του κολυμβητές να αυξήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό την καρδιακή συχνότητα, με αποτέλεσμα να καταναλώσουν περισσότερη ενέργεια για να ολοκληρώσουν την προπόνηση (Barbosa et al., 2010).

Όταν προηγείται προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης τόσο με τα χαρακτηριστικά της ΜΑ όσο και ΜΔ, αυξάνεται η καρδιακή συχνότητα σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τη συνθήκη Ε, στην οποία οι κολυμβητές δεν πραγματοποίησαν κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Έχει παρατηρηθεί ότι προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ, μπορούν να αυξήσουν τις φυσιολογικές αποκρίσεις και να τις διατηρήσουν σε υψηλά επίπεδα έως και 40 λεπτά μετά την εφαρμογή τους (Kang et al., 2005). Στην παρούσα μελέτη, οι κολυμβητές δήλωσαν ότι πραγματοποιούσαν περίπου τέσσερις προπονήσεις ανά εβδομάδα, και κυρίως αντιστάσεων με χαμηλά φορτία. Συνεπώς, η μείωση του προπονητικού φορτίου, η μείωση των προπονήσεων ανά εβδομάδα, συνδυαστικά και με την απουσία μηχανημάτων ή υψηλών φορτίων κατά τη διάρκεια προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης, να οδήγησαν τους κολυμβητές σε μεγαλύτερη φυσιολογική και μεταβολική απόκριση αμέσως μετά την εφαρμογή προπόνησης ΜΑ και ΜΔ συγκριτικά με Ε. Επιπλέον, η πιθανή μείωση της αερόβιας ικανότητας των κολυμβητών (8,5% μείωση της κρίσιμης ταχύτητας), να υποδεικνύει την βραδύτερη αποκατάσταση των φυσιολογικών και μεταβολικών παραμέτρων, και για αυτό το λόγο να παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των συνθηκών μετά τη διακοπή της προπόνησης.

Συμπερασματικά, η διακοπή της προπόνησης θα μεταβάλλει την επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στη δοκιμασία μέγιστης έντασης που ακολουθεί μερικά λεπτά μετά. Πιθανόν η απουσία προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης, αλλά και τα χαρακτηριστικά του προγράμματος ΜΑ (μικρό χρονικό διάστημα διαλείμματος), να οδήγησαν σε αύξηση των μεταβολικών αποκρίσεων των κολυμβητών αμέσως μετά την εφαρμογή τους, μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης.

Συνεπώς, θα ήταν προτιμότερο, να εφαρμόζεται ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης μετά από εφαρμογή προπόνησης ΜΑ και ΜΔ, αλλά και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα διαλείμματος μεταξύ των σετ σε προπόνηση ΜΑ, και χαμηλότερο φορτίο σε προπόνηση ΜΔ, όταν εφαρμόζονται σε μία προπονητική συνεδρία, πριν από δοκιμασία κολύμβησης μέγιστης έντασης.

5.6.4 Η επίδραση της διακοπής της προπόνησης στις μεταβλητές της τεχνικής

Η συχνότητα χεριάς παρέμεινε αμετάβλητη σε όλες τις συνθήκες, ενώ το μήκος και ο δείκτης αποτελεσματικότητας της χεριάς μειώθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό κατά τη συνθήκη ΜΔ συγκριτικά, με ΜΑ και Ε. Ωστόσο, παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή για όλους τους δείκτες τεχνικής μεταξύ των συγκρίσεων ΜΑ και ΜΔ έναντι Ε.

Η συχνότητα χεριάς είναι μία τεχνική παράμετρος, η οποία σχετίζεται με την ταχύτητα κολύμβησης (Barbosa et al., 2010). Παρά το γεγονός ότι η απόδοση των κολυμβητών μειώθηκε κατά τη διάρκεια των 4X50-m σε όλες τις συνθήκες, όπως και αναφέρθηκε στην ενότητα 5.6.1, είναι πιθανό οι κολυμβητές να προσάρμοσαν τη συχνότητα χεριάς τους με βάση τη ταχύτητα που αποφάσισαν να ακολουθήσουν, και αυτό πιθανόν να σχετίζεται και με τις μεταβολικές (αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού), και φυσιολογικές (αύξηση της καρδιακής συχνότητας) αποκρίσεις (Palayo et al., 2007). Αντίθετα, η μείωση του μήκους και δείκτη αποτελεσματικότητας που παρατηρήθηκε σε όλες τις συνθήκες να οφείλεται στην απουσία των προπονήσεων κολύμβησης κατά τη διάρκεια του εγκλεισμού, με αποτέλεσμα η απουσία των ειδικών κινήσεων των κολυμβητών στο νερό, να επηρεάζει την κινηματική και τεχνική ικανότητά τους, και συνεπώς την απόδοση (Seifert & Carmigniani, 2021).

Αναφορικά με την επίδραση των προγραμμάτων μετά τη διακοπή, παρατηρήθηκε μείωση του μήκους και δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς κατά την προπόνηση υψηλής έντασης, μετά από εφαρμογή προγράμματος ΜΔ. Το μήκος χεριάς, είναι μία τεχνική παράμετρος η οποία σχετίζεται με την οικονομία της κίνησης (Barbosa et al., 2010), και ο δείκτης με την αποτελεσματικότητα της κίνησης των κολυμβητών στο νερό (Barbosa et al., 2010). Όπως παρατηρήθηκε στην ενότητα 5.6.3, οι κολυμβητές εμφάνισαν υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού και καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των 4X50-m, συγκριτικά με τη συνθήκη Ε. Αυτό υποδεικνύει ότι οι κολυμβητές είχαν αδυναμία διατήρησης της εφαρμογής δύναμης για μεγάλο χρονικό διάστημα κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, μετά από προπόνηση ΜΔ, γεγονός που αποδεικνύεται και από την αύξηση του δείκτη μείωσης της απόδοσης. Συνεπώς ένα πρόγραμμα ΜΔ, είναι πιθανόν να προκαλεί περιφερική και κεντρική κόπωση, και να μειώνει την ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων, και αυτό να οδηγεί σε πιθανή μείωση του συντονισμού και της οικονομίας της κίνησης των κολυμβητών στο νερό. Η επίδραση της καθοδηγούμενης προπόνησης που ακολούθησαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια του εγκλεισμού, δεν μπορεί να διατηρήσει το κινητικό πρότυπο και συντονισμό των κινήσεων στο νερό. Ωστόσο, περισσότερες μελέτες είναι απαραίτητο να διεξαχθούν, με σκοπό την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Συμπερασματικά, κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης της επίδρασης των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης,

παρατηρήθηκε σε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή όλων των τεχνικών μεταβλητών συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις. Πιθανόν, η ίδια προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, καθώς και τα χαρακτηριστικά της (μικρό χρονικό διάστημα αποκατάστασης, υψηλή ένταση προσπάθειας) να οδηγεί σε χειροτέρευση των τεχνικών παραμέτρων τόσο σε αρχικές όσο και τελικές μετρήσεις. Πιθανόν το γεγονός αυτό να μην επιτρέπει να διευκρινιστούν περαιτέρω επιδράσεις των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στις τεχνικές παραμέτρους κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα ΜΔ χειροτέρευσε σε μεγαλύτερο βαθμό το μήκος χεριάς και δείκτη αποτελεσματικότητας της χεριάς. Είναι πιθανό, όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες παραγράφους (5.6.2, 5.6.3), αλλά και παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2, η αδυναμία εφαρμογής προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, με τα χαρακτηριστικά της ΜΔ, να οφείλεται για τη μεγαλύτερη αρνητική επίδραση του προγράμματος ΜΔ στην τεχνική ικανότητα των κολυμβητών, κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης.

5.7. Συμπεράσματα και πρακτικές εφαρμογές από την τρίτη μελέτη

Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να επιβεβαιώσουμε τις ερευνητικές υποθέσεις, α) ότι προγράμματα ΜΑ θα μειώσει την απόδοση των κολυμβητών σε μεγαλύτερο βαθμό, συγκριτικά, με Ε, και β) ότι προπόνηση ΜΔ θα μειώσει την τεχνική των κολυμβητών σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με Ε, στις τελικές έναντι των αρχικών μετρήσεων. Οφείλουμε να απορρίψουμε τις ερευνητικές υποθέσεις, α) ότι προγράμματα ΜΑ και ΜΔ θα αυξήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις φυσιολογικές αποκρίσεις και θα μειώσουν τη δύναμη εκτός και εντός νερού, συγκριτικά με Ε, στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις πριν από τη διακοπή της προπόνησης κολύμβησης.

Η καθοδηγούμενη προπόνηση στην ξηρά που ακολούθησαν οι κολυμβητές, εξαιτίας του εγκλεισμού που προκάλεσε ο COVID-19, μπορεί σε μερικό βαθμό να διατηρήσει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός και τις μυϊκές προσαρμογές μετά από 16 εβδομάδες, διακοπής της προπόνησης, Ωστόσο, κατά την επαναξιολόγηση των προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ και ΜΔ, παρατηρήθηκαν διαφορετικές φυσιολογικές και βιομηχανικές μεταβολές αμέσως μετά κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης υψηλής έντασης, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις πριν από τη διακοπή.

Συνεπώς, προτείνεται εφαρμογή προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ σε διαφορετικές ημέρες από την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Ωστόσο, είναι η πρώτη μελέτη που προσπαθεί να διερευνήσει, την επίδραση της διακοπής προπόνησης, κατά την εφαρμογή ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης και κολύμβησης μέγιστης έντασης, σε μία προπονητική συνεδρία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι τρεις μελέτες αυτής της διατριβής συνεισφέρουν στην κατανόηση της άμεσης και μακράς διάρκειας επίδρασης της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, στην απόδοση, σε φυσιολογικές και τεχνικές παραμέτρους, κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης, η οποία ακολουθεί μερικά λεπτά αργότερα. Επιπλέον, η δεύτερη και τρίτη μελέτη εμβαθύνουν στην κατανόηση των μεταβολών στην απόδοση, σε φυσιολογικές και τεχνικές παραμέτρους, των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης τους, μετά από έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης και μετά από 16 εβδομάδες διακοπής μόνο της προπόνησης κολύμβησης και διατήρησης της προπόνησης αντιστάσεων.

Πρώτη μελέτη

Από τα δεδομένα της πρώτης μελέτης προκύπτει ότι η προπόνηση ΜΑ, μειώνει την απόδοση των κολυμβητών κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί, συγκριτικά με προπόνηση ΜΔ και συνθήκη ελέγχου (Ε). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού, γεγονός που υποδεικνύει την πιθανή διαταραχή της ομοιόστασης του οργανισμού, εξαιτίας αύξησης των μεταβολικών προϊόντων (ιόντα υδρογόνου, καλίου, ασβεστίου) και πιθανή μείωση του pH του αίματος (Cartol et al., 2017). Αυτό πιθανόν να οφείλεται, στην ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού, μετά από ένα πρόγραμμα ΜΑ. Είναι πιθανό ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης να απαιτείται αμέσως μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος ΜΑ και πριν την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Παράλληλα, παρατηρήθηκε μείωση της δύναμης χειρολαβής και της ισομετρικής δύναμης των μυών του ώμου, τόσο μετά από ΜΑ όσο και ΜΔ, πιθανόν εξαιτίας ανάπτυξης νευρομυϊκής κόπωσης. Και τα δύο προγράμματα που εφαρμόστηκαν στην πρώτη μελέτη οδήγησαν σε μείωση της τεχνικής ικανότητας των κολυμβητών κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που πραγματοποιήθηκε 20 λεπτά αργότερα. Η μείωση, όμως αυτή, δεν ήταν υψηλότερη από αυτή που παρατηρήθηκε στη συνθήκη Ε, πιθανόν εξαιτίας και των χαρακτηριστικών του προγράμματος μέγιστης έντασης στο οποίο μπορεί να προκληθούν αλλαγές στην τεχνική ικανότητα ακόμα και χωρίς να έχει προηγηθεί άλλη μορφή άσκησης (Kabasakalis et al., 2018; Kostoulas et al., 2017; Toubekis et al., 2014). Συμπερασματικά, η προπόνηση ΜΑ συγκριτικά με ΜΔ, είναι πιθανό να προκαλεί μεγαλύτερη διαταραχή της οξεοβασικής ισορροπίας αμέσως μετά την εφαρμογή της, ενώ και τα δύο προγράμματα ΜΑ και ΜΔ, προκαλούν νευρομυϊκή κόπωση. Ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αποκατάστασης, πιθανόν να απαιτείται πριν από προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, όταν προηγείται προπόνηση ΜΑ εκτός νερού. Συνεπώς, προτείνεται οι προπονητές να ελέγχουν το χρονικό διάστημα αποκατάστασης όταν εφαρμόζεται πρόγραμμα ΜΑ και κολύμβησης μέγιστης έντασης σε μία προπονητική συνεδρία, ή να εφαρμόζουν πρόγραμμα ΜΑ και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης σε διαφορετικές ημέρες.

Δεύτερη μελέτη

Στη δεύτερη μελέτη οι κολυμβητές πραγματοποίησαν ίσο αριθμό προπονήσεων κολύμβησης υψηλής έντασης (15 συνεδρίες) κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων, και τον ίδιο στον όγκο προπόνησης στο νερό. Η ημερήσια προπονητική επιβάρυνση δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ, Β-ΜΑ και Γ-Ε. Οι ομάδες εφαρμόσαν διαφορετικά προγράμματα εκτός νερού (ΜΔ, ΜΑ και Ε) πριν από την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων. Μετά από έξι εβδομάδες, κατά την επαναξιολόγηση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, παρατηρήθηκε παρόμοια βελτίωση της απόδοσης σε όλες τις ομάδες, η οποία πιθανόν να οφείλεται στην βελτίωση των μηχανισμών παραγωγής ενέργειας. Αυτό πιθανόν να οδήγησε τους κολυμβητές, σε ταχύτερη αποκατάσταση των μεταβολικών προϊόντων μετά από εφαρμογή ΜΑ και ΜΔ (Kraemer et al., 1999). Εκτός, όμως από τη πιθανή βελτίωση των μηχανισμών παραγωγής ενέργειας, είναι πιθανόν οι κολυμβητές να βελτίωσαν και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός (ενεργοποίηση κινητικών μονάδων, αύξηση μυϊκών ινών ταχείας συστολής; Kraemer et al., 1999; Taipale et al., 2013). Για αυτό τον λόγο, παρατηρήθηκε οι ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ που ακολούθησαν πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΔ και ΜΑ αντίστοιχα, να βελτιώνουν την ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου κατά $16,7 \pm 7,5\%$ και $21,5 \pm 14,8\%$, αντίστοιχα, συγκριτικά με την ομάδα Γ-Ε που πραγματοποίησε μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Ωστόσο, ανεξάρτητα από την ομάδα, παρατηρήθηκε παρόμοια βελτίωση για τη δύναμη έλξης στο νερό πριν και μετά την παρέμβαση στις συνθήκες ΜΑ και ΜΔ έναντι της Ε. Είναι πιθανό, ότι οι έξι εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης τόσο ΜΑ όσο και ΜΔ αλλά και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης να επιφέρουν, προσαρμογές τόσο σε κεντρικό όσο και περιφερικό επίπεδο και τα προγράμματα ΜΑ και ΜΔ δεν εμφανίζουν αρνητική επίδραση στην απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί (MacInnis & Gibala, 2017).

Αναφορικά με τις τεχνικές παραμέτρους, παρατηρήθηκε ότι η ομάδα Α-ΜΔ αύξησε τη συχνότητα χεριάς σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τις Β-ΜΑ και Γ-Ε, κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης των ΜΑ και ΜΔ. Είναι πιθανό προπόνηση ΜΔ ταυτόχρονα με κολύμβηση μέγιστης έντασης, να οδηγεί σε μεγαλύτερη βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού και συνεπώς της ικανότητας ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων, με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης οι κολυμβητές να διατηρούν την νευρομυϊκή τους ικανότητα, μέσω της διατήρησης της τεχνικής τους (συχνότητα χεριάς), μετά από προγράμματα ΜΑ και ΜΔ κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης που ολοκληρώνεται μερικά λεπτά αργότερα. Για αυτό το λόγο φαίνεται ότι ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ και κολύμβησης μέγιστης έντασης, πιθανόν να επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση της νευρομυϊκής ικανότητας και κατά συνέπεια της τεχνικής ικανότητας των κολυμβητών.

Συμπερασματικά, όλες οι ομάδες κατάφεραν να βελτιώσουν την απόδοση τους στην προπόνηση κατά τη διάρκεια των 4X50-m και 100-m ελεύθερο, κατά την επαναξιολόγηση των ΜΑ και ΜΔ. Η βελτίωση αυτή, πιθανόν να συνδέεται και με τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των κολυμβητών, όπως επιβεβαιώνεται από τη βελτίωση της κρίσιμης ταχύτητας. Ωστόσο, μόνο οι ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ κατάφεραν να βελτιώσουν σε σημαντικό βαθμό τη μέγιστη δύναμη εκτός νερού

μετά από έξι εβδομάδες, σε αντίθεση με την ειδική δύναμη στο νερό (δύναμη έλξης) που ήταν παρόμοια για τις τρεις ομάδες. Επιπρόσθετα, είναι πιθανό η προπόνηση ΜΔ να επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού σε ένα διάστημα έξι εβδομάδων, και αυτό να αποτυπώνεται στη βελτίωση των τεχνικών παραμέτρων, (π.χ. ομάδα Α-ΜΔ). Συνεπώς, η διάρκεια των έξι εβδομάδων προπόνησης είναι πιθανόν να είναι μικρή ώστε να παρατηρηθούν διαφορές μεταξύ των ομάδων που εφαρμόζουν προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, συγκριτικά μόνο με την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Επιπλέον, προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης είναι πιθανό να επιφέρει παρόμοιες φυσιολογικές και μυϊκές προσαρμογές και η διαφορά εξ αιτίας των προγραμμάτων εκτός νερού να μην είναι εμφανής σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Τρίτη μελέτη

Στην τρίτη μελέτη παρατηρήθηκε παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου κολύμβησης κατά τη διάρκεια των 4X50-m μεταξύ ΜΑ έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε, στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις. Όμως είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι κατά τις τελικές μετρήσεις, στην παρούσα μελέτη, παρουσιάστηκε η τάση για υψηλότερη ποσοστιαία μεταβολή στο χρόνο κολύμβησης στα 4X50-m, για τη σύγκριση ΜΔ έναντι Ε. Είναι πιθανό οι κολυμβητές, να παρουσίασαν μεγαλύτερη εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης ΜΑ, εξαιτίας των παρόμοιων χαρακτηριστικών προπόνησης αντιστάσεων που ακολούθησαν κατά τη διάρκεια διακοπής της προπόνησης κολύμβησης. Οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια επαναξιολόγησης, πιθανόν να αισθάνονται μεγαλύτερη αδυναμία διατήρησης της απόδοσης κατά τη διάρκεια της προπόνησης 4X50-m, όπως προκύπτει και από την αύξηση του δείκτη μείωσης της απόδοσης, μετά από εφαρμογή προγράμματος ΜΔ.

Εκτός από τις ποσοστιαίες μεταβολές, παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου χρόνου απόδοσης στα 4X50-m και 100-m ελεύθερο στην προπόνηση σε όλες τις συνθήκες (ΜΑ, ΜΔ, Ε), κατά τη διάρκεια της επαναξιολόγησης μετά από 16 εβδομάδες. Ο χρόνος κολύμβησης αυξήθηκε κατά $1,65 \pm 1,80\%$ μετά από εφαρμογή προγράμματος ΜΑ συγκριτικά με Ε και επιβεβαιώνει τα ευρήματα από την πρώτη και δεύτερη μελέτη της παρούσης διδακτορικής διατριβής. Σε μελέτες στην κολύμβηση έχει παρατηρηθεί μείωση της απόδοσης (2-4%) μετά από διακοπή της προπόνησης, σε νεαρούς και έφηβους κολυμβητές (Morais et al., 2020; Zacca et al., 2019; Moreira et al., 2014). Ωστόσο, η μείωση της απόδοσης στις μελέτες αυτές, παρατηρήθηκε μόλις μετά από τέσσερις εβδομάδες, συγκριτικά με τις 16 εβδομάδες διακοπής που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Οι κολυμβητές στην παρούσα μελέτη, πραγματοποιούσαν περίπου τέσσερις φορές την εβδομάδα, πρόγραμμα προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού, παράλληλα με προπόνηση αντοχής (τρέξιμο, περπάτημα, ή ποδηλασία). Παρόλο, που η προπόνηση αυτή δεν ήταν ειδική για τους κολυμβητές, αφού εφαρμόστηκε έξω από το νερό, είναι πιθανόν κατάλληλη για να κατάφεραν να διατηρήσουν ως ένα βαθμό τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός (π.χ. ποσοστό μυϊκών ινών βραδείας, ταχείας συστολής, εγκάρσια επιφάνεια μυϊκών ινών, κινητοποίηση μυϊκών ομάδων).

Εκτός από την εξέταση της απόδοσης κατά τη διάρκεια της προπόνησης κολύμβησης, η απόδοση στην τρίτη μελέτη εξετάστηκε και μέσω της δύναμης εντός και εκτός νερού. Παρατηρήθηκε ότι η δύναμη χειρολαβής, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, καθώς και η δύναμη έλξης στο νερό, παρέμειναν αμετάβλητες μετά από τη διακοπή της προπόνησης, ενώ προπόνηση ΜΑ μείωσε τη δύναμη έλξης στο νερό συγκριτικά με τη συνθήκη Ε, μόνο κατά τις τελικές μετρήσεις, μετά από τη διακοπή της προπόνησης. Έχει παρατηρηθεί ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μυός (τύπος μυϊκών ινών, εγκάρσια επιφάνεια μυός) μπορούν να διατηρηθούν ακόμα και μετά από 12 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης (Mujika et al., 2000). Είναι πιθανόν η καθοδηγούμενη προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης που ακολούθησαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια της διακοπής να διατήρησε σε ένα βαθμό τις μυϊκές προσαρμογές που φαίνεται ότι προκαλεί η προπόνηση ΜΑ και ΜΔ, όπως και παρατηρήθηκε στη δεύτερη μελέτη της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Συμπερασματικά, προπόνηση ΜΑ όταν εφαρμόζεται στην ίδια προπονητική συνεδρία με προπόνηση υψηλής έντασης μειώνει την απόδοση των κολυμβητών σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με ΜΔ και Ε (πρώτη μελέτη). Ταυτόχρονη προπόνηση για έξι εβδομάδες ΜΑ και ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης και μόνο προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης προκαλεί παρόμοια βελτίωση της απόδοσης κατά τη διάρκεια της προπόνησης μέγιστης έντασης. Κατά την επαναξιολόγηση της επίδρασης των προπονήσεων ΜΑ και ΜΔ στην απόδοση κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί δεν παρατηρήθηκαν διαφορές συγκριτικά με την αρχική αξιολόγηση (δεύτερη μελέτη). Ωστόσο, οι ομάδες Α-ΜΔ και Β-ΜΑ που εφαρμόσαν ειδικά προγράμματα ΜΔ και ΜΑ αντίστοιχα, θα αυξήσουν τη μέγιστη δύναμη εκτός νερού συγκριτικά με την ομάδα Γ-Ε που πραγματοποίησε μόνο την προπόνηση κολύμβησης (δεύτερη μελέτη). Μακράς διάρκειας διακοπή της προπόνησης κολύμβησης θα μειώσει την απόδοση των κολυμβητών, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται διαφορά μεταξύ των συνθηκών ΜΑ, ΜΔ και Ε. Παρόλα αυτά είναι πιθανό το πρόγραμμα ΜΔ να οδηγεί σε μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση της απόδοσης των κολυμβητών, όταν εφαρμόζεται πριν από προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Είναι πιθανό αυτό να οφείλεται κυρίως στα χαρακτηριστικά της προπόνησής αντιστάσεων που ακολουθήσαν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια της διακοπής της προπόνησης κολύμβησης. Η δύναμη χειρολαβής, η ισομετρική δύναμη των μυών του ώμου, καθώς και η δύναμη έλξης στο νερό, παραμένουν αμετάβλητες μετά από τη διακοπή της προπόνησης (τρίτη μελέτη). Είναι πιθανόν καθοδηγούμενη προπόνηση αντιστάσεων να διατηρεί τις μορφολογικές προσαρμογές του μυός, μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης (τρίτη μελέτη).

6.1. Συμπεράσματα

Από αυτή τη διατριβή μπορούμε να εξάγουμε τα παρακάτω συμπεράσματα:

Πρώτη μελέτη

1. Η Προπόνηση MA μειώνει την απόδοση των κολυμβητών κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί, όταν οι δύο προπονήσεις εφαρμόζονται με διαφορά 20 λεπτών.
2. Η συγκέντρωση γαλακτικού και η καρδιακή συχνότητα δεν μεταβάλλονται κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης όταν έχει προηγηθεί εκτός νερού προπόνηση ΜΔ ή ΜΑ.
3. Προπόνηση MA και ΜΔ, δεν μεταβάλλει την τεχνική ικανότητα των κολυμβητών, κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης, που ακολουθεί 20 λεπτά αργότερα.

Δεύτερη μελέτη

1. Η ταυτόχρονη προπόνηση ΜΔ, ΜΑ εκτός νερού με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης προκαλεί παρόμοια βελτίωση της κρίσιμης ταχύτητας με την προπόνηση κολύμβησης μόνο (ομάδα Ε).
2. Η επίδραση μίας προπόνησης MA και ΜΔ συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου εμφανίζει παρόμοια επίδραση στην απόδοση κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης που περιλαμβάνει 4X50-m και 100-m ελεύθερο μέγιστης έντασης, τόσο πριν όσο και μετά από έξι εβδομάδες.
3. Μετά από 6 εβδομάδες ταυτόχρονης προπόνησης, η μέγιστη δύναμη εκτός νερού βελτιώνεται για τις ομάδες που εφαρμόζουν πρόγραμμα ΜΔ ή ΜΑ (Α-ΜΔ και Β-ΜΑ) συγκριτικά με την ομάδα που πραγματοποιεί μόνο την προπόνηση κολύμβησης (Γ-Ε).
4. Μία προπόνηση MA και ΜΔ συγκριτικά με τη συνθήκη ελέγχου προκαλεί παρόμοια μεταβολή της δύναμης εντός και εκτός νερού πριν και μετά από περίοδο ταυτόχρονης προπόνησης MA, ΜΔ με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης.
5. Εφαρμογή ταυτόχρονης προπόνησης ΜΔ και προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης αυξάνει τη συχνότητα χεριάς κατά την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης 4X50 μέτρα μετά από 6 εβδομάδες.
6. Οι μεταβολή του μήκους χεριάς, δείκτη αποτελεσματικότητας και προωθητικής αποτελεσματικότητας είναι παρόμοια σε αρχικές και τελικές μετρήσεις, μετά από την εφαρμογή προγράμματος MA και ΜΔ στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης που ακολουθεί.

Τρίτη μελέτη

1. Εμφανίζεται παρόμοια μεταβολή της απόδοσης των κολυμβητών στην προπόνηση κατά τη διάρκεια των 4X50-m και 100-m ελεύθερο, μεταξύ των συγκρίσεων MA έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε, πριν και μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης.
2. Εμφανίζεται παρόμοια μείωση της απόδοσης (αύξηση χρόνου κολύμβησης σε 4X50 και 100 μέτρα) στις συνθήκες MA, ΜΔ, Ε σε τελικές έναντι των αρχικών μετρήσεων, μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης.
3. Η δύναμη εντός και εκτός νερού εμφανίζει παρόμοια μείωση για τις συγκρίσεις MA έναντι Ε και ΜΔ έναντι Ε, πριν και μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης.

4. Μετά από 16 εβδομάδες αποχής από την προπόνηση κολύμβησης αλλά με καθοδηγούμενη προπόνηση εκτός νερού παρατηρείται διατήρηση της μέγιστης δύναμης εκτός νερού στα άνω άκρα αλλά όχι στα κάτω άκρα.

5. Παρά την αποχή από την προπόνηση κολύμβησης εμφανίζεται παρόμοια ποσοστιαία μεταβολή των τεχνικών παραμέτρων στην προπόνηση που περιλαμβάνει 4X50 και 100-m μέγιστης έντασης μετά από πρόγραμμα ΜΑ, ΜΔ ή συνθήκη Ε συγκριτικά με πριν από τη διακοπή της προπόνησης κολύμβησης.

6. Η μακράς διάρκειας (16 εβδομάδες) διακοπή της προπόνησης, προκαλεί μείωση του μήκους χεριάς των κολυμβητών κατά τη διάρκεια προπόνησης κολύμβησης μέγιστης έντασης (4X50 και 100-m), όταν προηγείται προπόνηση ΜΑ και ΜΔ.

6.2. Πρακτικές εφαρμογές

1. Προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης τόσο ΜΑ όσο και ΜΔ, μπορούν να εφαρμόζονται πριν από την προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης. Ωστόσο, προπόνηση ΜΑ θα μειώσει την απόδοση των κολυμβητών στην προπόνηση υψηλής έντασης χωρίς να μεταβάλει τις φυσιολογικές αποκρίσεις.

2. Ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ και ΜΔ, με προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης, για περίοδο έξι εβδομάδων, προκαλεί παρόμοια βελτίωση με προπόνηση κολύμβησης υψηλής έντασης όταν εφαρμόζεται 2-3 φορές την εβδομάδα.

3. Καθοδηγούμενη προπόνηση με αντιστάσεις σε συνδυασμό με προπόνηση αντοχής εκτός νερού, κατά τη διάρκεια διακοπής της προπόνησης, εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού COVID-19, μπορεί να διατηρήσει εν μέρει τη μυϊκή λειτουργία των κολυμβητών κυρίως στα άνω άκρα, παρά την απουσία της ειδικής προπόνησης κολύμβησης.

6.3. Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες

Από τα ευρήματα της παρούσας διδακτορικής διατριβής προκύπτουν ερωτήματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα προκειμένου να εξεταστεί:

1. Επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης 6-24 ώρες αργότερα.
2. Επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης με διαφορετικό προπονητικό περιεχόμενο (απόσταση >50 και 100-m ελεύθερο).
3. Επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην προπόνηση κολύμβησης μέγιστης έντασης σε διαφορετικό στυλ κολύμβησης (πεταλούδα, ύπτιο, πρόσθιο).
4. Επαναξιολόγηση της επίδρασης των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, σε μορφολογικά χαρακτηριστικά των μυών των άνω και κάτω άκρων αμέσως μετά την εφαρμογή αλλά και μετά από 12 εβδομάδες προπόνησης.
5. Επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, στην απόδοση σε φυσιολογικές και τεχνικές παραμέτρους μετά από ταυτόχρονη προπόνηση ΜΑ και ΜΔ με κολύμβηση μέγιστης έντασης για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια (π.χ. 12 εβδομάδες).

6. Επίδραση των προγραμμάτων ΜΑ και ΜΔ, σε μορφολογικά χαρακτηριστικά των μυών των άνω και κάτω άκρων μετά από 16 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης κολύμβησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00283.2002>
- Aguiar, S. da S., Sousa, C. V., Simões, H. G., Neves, R. V. P., Costa, F., de Souza, M. K., et al. (2018). Acute metabolic responses following different resistance exercise protocols. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 43(8), 838–843. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0771>
- Alberty, M., Sidney, M., Pelayo, P., & Toussaint, H. M. (2009). Stroking characteristics during time to exhaustion tests. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 637–644. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818acfb
- Amara, A. S., Hammami, R., Zacca, R., & Mota, J. (2022). The effect of combining HIIT and dry-land training on strength, technique, and 100-m butterfly swimming performance in age-group swimmers: a randomized controlled trial. *Biology of Sport*, 40(1), 85–92. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2023.110747>
- Amaro, N. N., Marinho, A. D., Marques, C. M., Batalha, P. N., & Morouco, G. P. (2017). Effects of dry-land strength and conditioning programs in age group swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2447–2454. doi: 10.1519/JSC.0000000000001709
- Arsoniadis, G. G., Bogdanis, G. C., Terzis, G., & Toubekis, A. G. (2020). Acute resistance exercise: Physiological and biomechanical alterations during a subsequent swim training session. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(1), 105–112. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0897>
- Arsoniadis, G., Botonis, P., Bogdanis, G. C., Terzis, G., & Toubekis, A. (2022). Acute and long-term effects of concurrent resistance and swimming training on swimming performance. *Sports*, 10(3), 29. <https://doi.org/10.3390/sports10030029>
- Arsoniadis, G. G., Botonis, P. G., Nikitakis, I. S., Kalokiris, D., & Toubekis, A. G. (2017). Effects of successive annual training on aerobic endurance indices in young swimmers. *The Open Sports Sciences Journal*, 10(1), 214–221. DOI: 10.2174/1875399X01710010214
- Arsoniadis, G. G., Nikitakis, I. S., Botonis, P. G., Malliaros, I., & Toubekis, A. G. (2020). Validating physiological and biomechanical parameters during intermittent swimming at speed corresponding to lactate concentration of 4 mmol·L⁻¹. *Sports*, 8(2), 23. <https://doi.org/10.3390/sports8020023>
- Arsoniadis, G., Nikitakis, I., Botonis, P., Malliaros, I., & Toubekis, A. (2020). Verifying physiological and biomechanical parameters during continuous swimming at speed corresponding to lactate threshold. *Sports*, 8(7), 95. <https://doi.org/10.3390/sports8070095>
- Arsoniadis G. G., Botonis, P.G., Tsoltos, I. T., Chatzigiannakis, D. A., Bogdanis, C. G., Terzis, D. G., & Toubekis, G. A. (2022). Dryland training during COVID-19 lockdown period on swimming performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(8), 1264-1271. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0516>
- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science and*

- Medicine*, 8(3), 357–365. PMID: PMC3763280.
- Aspenes, S. T., & Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527–543. <https://doi.org/10.2165/11630760-000000000-00000>
- Aujouannet, Y. A., Bonifazi, M., Hintzy, F., Vuillerme, N., & Rouard, A. H. (2006). Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31(2), 150–158. <https://doi.org/10.1139/h05-012>
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.01.003>
- Barnes, K. R., Hopkins, W. G., Mcguigan, M. R., Northuis, M. E., & Kilding, A. E. (2013). Effects of resistance training on running economy and cross-country performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(12), 2322–2331. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829af603>
- Bentley, D. J., Smith, P. A., Davie, A. J., & Zhou, S. (2000). Muscle activation of the knee extensors following high intensity endurance exercise in cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 81(4), 297–302. <https://doi.org/10.1007/s004210050046>
- Bentley, D. J., Zhou, S., & Davie, A. J. (1998). The effect of endurance exercise on muscle force generating capacity of the lower limbs. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1(3), 179–188. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(98\)80013-3](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(98)80013-3)
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability part II: Recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), 741–756. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000>
- Boone, C. H., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Jajtner, A. R., Townsend, J. R., Baker, K. M., et al. (2016). Changes in plasma aldosterone and electrolytes following high volume and high intensity resistance exercise protocols in trained men. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(7), 1917–1923. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001276>
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, I. T. (2016). Concurrent strength and interval endurance training in elite water polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 126–133. doi: 10.1519/JSC.0000000000001091
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., Terzis, G. D., Geladas, N. D., & Platanou, I. T. (2019). Effects of concurrent strength and high-intensity interval training on fitness and match performance in water-polo players. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 175–184. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0001>
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., & Li, F. X. (2017). Accumulated workloads and the acute: Chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 452–459. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095820>
- Bowes, A., Lomax, L., & Piasecki, J. (2020). The impact of the COVID-19 lockdown on elite sportswomen. *Managing Sport and Leisure*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/23750472.2020.1825988>
- Buchheit, M., Al Haddad, H., Chivot, A., Lepître, P. M., Ahmaidi, S., & Laursen, P.

- B. (2010). Effect of in- versus out-of-water recovery on repeated swimming sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 321–327. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1212-5>
- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., et al. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 50–60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
- Cantrell, G. S., Schilling, B. K., Paquette, M. R., & Murlasits, Z. (2014). Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training. *European Journal of Applied Physiology*, 114(4), 763–771. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2811-8>
- Carroll, T. J., Taylor, J. L., & Gandevia, S. C. (2017). Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1068–1076. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00775.2016>
- Chi, M.Y. M., Hintz, S. C., Coyle, F. E., Martin, H. W., Ivy, L. J., Nemeth, M. P., et al. (1983). Effects of detraining on enzymes of energy metabolism in individual human muscle fibers. *Journal of the American Society of Nephrology*, 244(13), 276–287. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1983.244.3.C276>
- Cobb, J. P., Hotchkiss, R. S., Karl, I. E., & Buchman, T. G. (1996). Mechanisms of cell injury and death. *British Journal of Anaesthesia*, 77(1), 3–10. DOI: 10.1093/bja/77.1.3
- Coffey, V. G., Jemiolo, B., Edge, J., Garnham, A. P., Trappe, S. W., & Hawley, J. A. (2009a). Effect of consecutive repeated sprint and resistance exercise bouts on acute adaptive responses in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 297(5), 1441–1451. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00351.2009>
- Coffey, V. G., Pilegaard, H., Garnham, A. P., O'Brien, B. J., & Hawley, J. A. (2009b). Consecutive bouts of diverse contractile activity alter acute responses in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 106(4), 1187–1197. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91221.2008>
- Coffey, V. G., Zhong, Z., Shield, A., Canny, B. J., Chibalin, A. V., Zierath, J. R., & Hawley, J. A. (2006). Early signaling responses to divergent exercise stimuli in skeletal muscle from well-trained humans. *The FASEB Journal*, 20(1), 190–192. <https://doi.org/10.1096/fj.05-4809fje>
- Collins, M. A., & Snow, T. K. (1993). Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? *Journal of Sports Sciences*, 11(6), 485–491. <https://doi.org/10.1080/02640419308730017>
- Costa, M. J., Garrido, N. D., Marinho, D. A., & Santos, C. C. (2021). How much the swimming performance leading to tokyo 2020 olympic games was impaired due to the covid-19 lockdown? *Journal of Sports Science and Medicine*, 2016, 20(4), 714–720. doi: 10.52082/jssm.2021.714
- Costill, D. L., King, D. S., Thomas, R., & Hargreaves, M. (1985). Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Physician and Sportsmedicine*, 13(2), 94–101. <https://doi.org/10.1080/00913847.1985.11708748>
- Coyle, E. F., Hemmert, M. K., & Coggan, A. R. (1986). Effects of detraining on

- cardiovascular responses to exercise: Role of blood volume. *Journal of Applied Physiology*, 60(1), 95–99. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.1.95>
- Coyle, E. F., Martin, W. H., Bloomfield, S. A., Lowry, O. H., & Holloszy, J. O. (1985). Effects of detraining on responses to submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 59(3), 853–859. <https://doi.org/10.1152/jappl.1985.59.3.853>
- Coyle, E. F., Martin, W. H., Sinacore, D. R., Joyner, M. J., Hagberg, J. M., & Holloszy, J. O. (1984). Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. *Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology*, 57(6), 1857–1864. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.6.1857>
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2018). Dry-land resistance training practices of elite swimming strength and conditioning coaches. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2592–2600. doi: 10.1519/JSC.0000000000002599
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The impact of resistance training on swimming performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 47(11), 2285–2307. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0730-2>
- Dalamitros, A., Orologas, P., Nousiou, S., Semaltianou, E., Zourladani, A., & Manou, V. (2021). The acute effects of different resistance training loads on repeated sprint ability in water polo players. *Journal of Human Movement*, 22(4), 78–82. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.103293>
- Davitt, M. P., Pellegrino, K. J., Schanzer, R. J., Tjionas, H., & Arent, M. S. (2014). The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects: Does order matter? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1937–1945. doi: 10.1519/JSC.0000000000000355
- Deakin, G. B. (2004). Concurrent training in endurance athletes: the acute effects on muscle recovery capacity, physiological, hormonal and gene expression responses post-exercise. In *Theses* (Issue January). 1020; 991012821374402368
- Dekerle, J., & Paterson, J. (2016). Muscle fatigue when swimming intermittently above and below critical speed. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 602–607. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0429>
- Denadai, B. S., de Aguiar, R. A., de Lima, L. C. R., Greco, C. C., & Caputo, F. (2017). Explosive training and heavy weight training are effective for improving running economy in endurance athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(3), 545–554. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0604-z>
- Dingley, A. A., Pyne, B. D., Youngson, J., & Burkett, B. (2015). Effectiveness of a dry-land resistance training program on strength, power, and swimming performance in paralympic swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 619–626. doi: 10.1519/JSC.0000000000000684
- Doma, K., & Deakin, G. B. (2013). The effects of strength training and endurance training order on running economy and performance. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 38(6), 651–656. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0362>
- Doma, K., & Deakin, G. B. (2014). The acute effects intensity and volume of strength training on running performance. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 107–115. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.726653>
- Durnin, J. V. G. A., & Rahaman, M. M. (1967). The assessment of the amount of fat

- in the human body from measurements of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition*, 21(3), 681–689. doi:10.1079/BJN19670070
- Eddens, L., van Someren, K., & Howatson, G. (2018). The role of intra-session exercise sequence in the interference effect: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(1), 177–188. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0784-1>
- Eklund, D., Scumann, M., Kraemer, J. W., Izquierdo, M., Taipale, S. R., & Hakkinen, K. (2016). Acute endocrine and force responses and long-term adaptations to same-session combined strength and endurance training in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 164–175. doi: 10.1519/JSC.0000000000001022
- Eklund, D., Pulverenti, T., Bankers, S., Avela, J., Newton, R., Schumann, M., & Häkkinen, K. (2015). Neuromuscular adaptations to different modes of combined strength and endurance training. *International Journal of Sports Medicine*, 36(2), 120–129. DOI: 10.1055/s-0034-1385883
- Fardy, P. S. (1967). The effects of soccer training and detraining upon selectic cardiac and metabolic measures. *Research Querterly. Americal Association of Health, Physical Education and Recreation*, 40(3), 502-508. <https://doi.org/10.1080/10671188.1969.10614869>
- Faude, O., Roth, R., Giovine, D. D., Zahner, L., & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season : a randomised-controlled trial. *Journal of Sports Siences*, 31(13), 1460-1467. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.796065>
- Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). An energy balance of the 200 m front crawl race. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 767–777. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1696-z>
- Fitts, R. H. (2008). The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 104(2), 551–558. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01200.2007>
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training: Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>
- Fone, L., & van den Tillaar, R. (2022). Effect of different types of strength training on swimming performance in competitive swimmers: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00410-5>
- Fonseca, F. S., Costa, B. D. de V., Ferreira, M. E. C., Paes, S., de Lima-Junior, D., Kassiano, W., et al. (2020). Acute effects of equated volume-load resistance training leading to muscular failure versus non-failure on neuromuscular performance. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 18(2), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.01.004>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115. PMID: 11708692.
- Fyfe, J. J., Bartlett, J. D., Hanson, E. D., Stepto, N. K., & Bishop, D. J. (2016). Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. *Frontiers in Physiology*, 7, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00487>

- Fyfe, J. J., Bishop, D. J., & Stepto, N. K. (2014). Interference between concurrent resistance and endurance exercise: Molecular bases and the role of individual training variables. *Sports Medicine*, 44(6), 743–762. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0162-1>
- Gäbler, M., Prieske, O., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2018). The effects of concurrent strength and endurance training on physical fitness and athletic performance in youth: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01057>
- Garay, L., Rhea, M., Reis, V., Simão, R., Menezes, P., Strom-Olsen, H., & Novaes, J. (2013). Effects of a resistance exercise session on the physiological response and time to exhaustion during submaximal and maximal cycling. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(1), 36–44. <http://www.asep.org/journals/JEPonline>
- Garrido, N., Marinho, A. D., Barbosa, M. T., Costa, M. A., Silva, J. A., Perez-Turpin, A. J., & Marques, C. M. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(2), 240–249. <http://hdl.handle.net/10198/3456>
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 300–310. PMCID: PMC3761739.
- Girold, S., Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J. C., Millet, G. (2007). Effects of dry-land vs. resisted and assisted sprint exercises on swimming sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 599–605. DOI: 10.1519/r-19695.1
- Girold, S., Jalab, C., Bernard, O., Carette, P., Kemoun, G., & Dugué, B. (2012). Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 497–505. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220e6e4
- Glowacki, S. P., Martin, S. E., Maurer, A., Baek, W., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2119–2127. DOI: 10.1249/01.mss.0000147629.74832.52
- Gorostiaga, E. M. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 485–493. <https://doi.org/10.1007/s004210050622>
- Goto, K., Higashiyama, M., Ishii, N., & Takamatsu, K. (2005). Prior endurance exercise attenuates growth hormone response to subsequent resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 94(3), 333–338. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1296-x>
- Gotshalk, L. A., Loebel, C. C., Nindl, B. C., Putukian, M., Sebastianelli, W. J., Newton, R. U., et al. (1997). Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22(3), 244–255. <https://doi.org/10.1139/h97-016>
- Gravelle, B. L., & Blessing, D. L. (2000). Physiological Adaptation in Women Concurrently Training for Strength and Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 5–13.

- Hackett, D. A., Johnson, N., & Chow, C. (2013). Respiratory muscle adaptations: a comparison between bodybuilders and endurance athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53, 139–145. PMID: 23584320
- Hackett, D. A. (2020). Lung function and respiratory muscle adaptations of endurance and strength-trained males. *Sports*, 8(12), 160. <https://doi.org/10.3390/sports8120160>
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 45, 255–263. <https://doi.org/10.1007/BF00421333>
- Houston, M. E., Bentzen, H., & Larsen, H. (1979). Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and retraining. *Acta Physiologica Scandinavica*, 105(2), 163–170. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1979.tb06328.x>
- Howatson, G., Brandon, R., & Hunter, A. M. (2016). The response to and recovery from maximum-strength and-power training in elite track and field athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 356–362. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0235>
- Ihalainen, J., Walker, S., Paulsen, G., Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Härmäläinen, M., et al. (2014). Acute leukocyte, cytokine and adipocytokine responses to maximal and hypertrophic resistance exercise bouts. *European Journal of Applied Physiology*, 114(12), 2607–2616. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2979-6>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504. <https://doi.org/10.1079/BJN19780152>
- Jones, W. T., Howatson, G., Russel, M., & French, N. D. (2013). Performance and neuromuscular adaptations following differing ratios of concurrent strength and endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3342–3351. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b2cf39
- Jones, C. M., Griffiths, P. C., & Mellalieu, S. D. (2017). Training load and fatigue marker associations with injury and illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Medicine* 47(5), 943–974. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>
- Jones, T. W., Walshe, I. H., Hamilton, D. L., Howatson, G., Russell, M., Price, O. J., et al. (2016). Signaling responses after varying sequencing of strength and endurance training in a fed state. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 868–875. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0534>
- Jones, J. V., Pyne, D. B., Haff, G. G., & Newton, R. U. (2018). Comparison of ballistic and strength training on swimming turn and dry-land leg extensor characteristics in elite swimmers. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 13(2), 262–269. <https://doi.org/10.1177/1747954117726017>
- Kabasakalis, A., Nikolaidis, S., Tsalis, G., & Mougios, V. (2018). Effects of sprint interval exercise dose and sex on circulating irisin and redox status markers in adolescent swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 37(7), 1–6. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1530056>
- Kang, J., Hoffman, J. R., Im, J., Spiering, B. A., Ratamess, N. A., Rundell, K. W., et al. (2005). Evaluation of physiological responses during recovery following three

- resistance exercise programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 305–309. DOI: 10.1519/1533-4287(2005)19[305:eoprdr]2.0.co;2
- Karsten, B., Larumb-Zabala, E., Kandemir, G., Hazir, T., Klose, A., & Naclerio, F. (2016). The effects of a 6-week strength training on critical velocity, anaerobic running distance, 30-M sprint and Yo-Yo intermittent running test performances in male soccer players. *PLoS ONE*, 11(3), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151448>
- Knuiman, P., Hopman, M. T. E., & Mensink, M. (2015). Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise. *Nutrition and Metabolism*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12986-015-0055-9>
- Kostoulas, I. D., Toubekis, A. G., Paxinos, T., Volaklis, K., & Tokmakidis, S. P. (2017). Active recovery intervals restore initial performance after repeated sprints in swimming. *European Journal of Sport Science*, 18(3), 1–9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1415376>
- Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Newton, R. U., McCormick, M., Nindl, B. C., Volek, J. S., et al. (1998). Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 77(3), 206–211. <https://doi.org/10.1007/s004210050323>
- Kraemer, W. J., Duncan, N. D., & Volek, J. S. (1998). Resistance training and elite athletes: Adaptations and program considerations. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 28(2), 110–119. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1998.28.2.110>
- Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M., et al. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 982–992. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.3.982>
- Kristoffersen, M., Sandbakk, Ø., Rønnestad, B. R., & Gundersen, H. (2019). Comparison of short-sprint and heavy strength training on cycling performance. *Frontiers in Physiology*, 10, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01132>
- Leveritt, M., & Abernethy, P. J. (1999). Effects of Carbohydrate Restriction on Strength Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 52–57. <https://doi.org/10.1519/00124278-199902000-00010>
- Levin, G., McGuigan, R. M., & Laursen, B. P. (2009). Effect of concurrent resistance and endurance training on physiologic and performance parameters of well-trained endurance cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2280–2286. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b990c2
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.007>
- Low, D., Harsley, P., Shaw, M., & Peart, D. (2015). The effect of heavy resistance exercise on repeated sprint performance in youth athletes. *Journal of Sports Sciences*, 33(10), 1028–1034. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.979857>
- Lundberg, T. R., Fernandez-Gonzalo, R., Gustafsson, T., & Tesch, P. A. (2012). Aerobic exercise alters skeletal muscle molecular responses to resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(9), 1680–1688. DOI:

- 10.1249/MSS.0b013e318256f8e8
- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *Journal of Physiology*, 595(9), 2915–2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- MacNeil, L. G., Glover, E., Bergstra, T. G., Safdar, A., & Tarnopolsky, M. A. (2014). The order of exercise during concurrent training for rehabilitation does not alter acute genetic expression, mitochondrial enzyme activity or improvements in muscle function. *PLoS ONE*, 9(10), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109189>
- Martin, R. B., Yeater, R. A., & White, M. K. (1981). A simple analytical model for the crawl stroke. *Journal of Biomechanics*, 14(8), 539–548. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(81\)90003-8](https://doi.org/10.1016/0021-9290(81)90003-8)
- McCaulley, G. O., McBride, J. M., Cormie, P., Hudson, M. B., Nuzzo, J. L., Quindry, J. C., & Travis, T. N. (2009). Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 105(5), 695–704. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0951-z>
- McGawley, K., & Andersson, P. I. (2013). The order of concurrent training does not affect soccer-related performance adaptations. *International Journal of Sports Medicine*, 34(11), 983–990. DOI: 10.1055/s-0033-1334969
- Methenitis, S. (2018). *A Brief Review on Concurrent Training : From Laboratory to the Field*. *Sports*, 6(4), 127. <https://doi.org/10.3390/sports6040127>
- Morais, J. E., Lopes, V. P., Barbosa, T. M., Moriyama, S. I., & Marinho, D. A. (2020). How does 11-week detraining affect 11-12 years old swimmers' biomechanical determinants and its relationship with 100 m freestyle performance? *Sports Biomechanics*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1726998>
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Amaro, N. M., Pérez-Turpin, J. A., & Marques, M. C. (2012). Effects of dry-land strength training on swimming performance: A brief review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(2), 553–559. <http://hdl.handle.net/10045/23621>
- Morouço, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161–169. DOI: 10.1123/jab.27.2.161
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part II. *Sports Medicine*, 30(3), 145–154. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: Loss of training induced physiological and performance adaptation. Part I. Short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79–87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030030-00001>
- Muriel, X., Courel-Ibáñez, J., Cerezuela-Espejo, V., & Pallarés, J. G. (2021). Training load and performance impairments in professional cyclists during COVID-19 lockdown. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(5), 735–738. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0501>
- Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Medicine*, 44(3), 319–330. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0117-y>

- Newton, R. U., Jones, J., Kraemer, W. J., & Wardle, H. (2002). Strength and Power Training of Australian Olympic Swimmers. *Strength and Conditioning Journal*, 24(3), 7–15.
- Nikitakis, I. S., Paradisis, G. P., Bogdanis, G. C., & Toubekis, A. G. (2019). Physiological responses of continuous and intermittent swimming at critical speed and maximum lactate steady state in children and adolescent swimmers. *Sports*, 7(1), 25. <https://doi.org/10.3390/sports7010025>
- Olbrecht, J., Madsen O, Mader, A., Liesen, H., & Hollmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 6(2), 74–77. DOI: 10.1055/s-2008-1025816
- Oliver, J. L. (2009). Is a fatigue index a worthwhile measure of repeated sprint ability? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 20–23. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.010>
- Ormsbee, M. J., & Arciero, P. J. (2012). Detraining increases body fat and weight and decreases $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ and metabolic rate. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2087–2095. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823b874c
- Oxford, K. L. (2000). Elbow positioning for maximum grip performance. *Journal of Hand Therapy*, 13(1), 33–36. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(00\)80050-2](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(00)80050-2)
- Palayo, P., Alberty, M., Sidney, M., Potdevin, F., & Dekerle, J. (2007). Aerobic potential, stroke parameters, and coordination in swimming front-crawl performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(4), 347–359. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.4.347>
- Pelarigo, J. G., Machado, L., Fernandes, R. J., Greco, C. C., & Vilas-Boas, J. P. (2017). Oxygen uptake kinetics and energy system's contribution around maximal lactate steady state swimming intensity. *PLoS ONE*, 12(2), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167263>
- Perez, G. M., Vansumeren, M., Brown, M., & Hew-Butler, T. (2022). Pandemic-induced reductions on swim training volume and performance in collegiate swimmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 164. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010164>
- Peyrebrune, M. C., Toubekis, A. G., Lakomy, H. K. A. & Nevill, M. E. (2014). Estimating the energy contribution during single and repeated sprint swimming. *Scandinavian Journal in Medicine Science and Sports*, 24, 369–376. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01517.x>
- Pinto, S. S., Alberton, C. L., Bagatini, N. C., Zaffari, P., Cadore, E. L., Radaelli, R., et al. (2015). Neuromuscular adaptations to water-based concurrent training in postmenopausal women: effects of intrasession exercise sequence. *Age*, 37(1), 6. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9751-7>
- Pollock, S., Gaoua, N., Johnston, M. J., Cooke, K., Girard, O., & Mileva, K. N. (2019). Training regimes and recovery monitoring practices of Elite British swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(3), 577–585. PMID: PMC6683628
- Raastad, T., Bjøro, T., & Hallén, J. (2000). Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 121–128. <https://doi.org/10.1007/s004210050661>
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., &

- Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 100, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0394-y>
- Ribeiro, L. F. P., Lima, M. C. S., & Gobatto, C. A. (2010). Changes in physiological and stroking parameters during interval swims at the slope of the d-t relationship. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.10.001>
- Robineau, J., Babault, N., Piscione, J., Lacome, M., & Bigard, A. X. (2016). Specific training effects of concurrent aerobic and strength exercises depend on recovery duration. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 672–683. doi: 10.1519/JSC.0000000000000798
- Rodas, G. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 480–486. <https://doi.org/10.1007/s004210000223>
- Rodriguez, F., & Mader, A. (2003). Energy metabolism during 400 and 100-m crawl swimming: computer simulation based on free swimming measurement. *Biomechanics and Medecine in Swimming VIII, January 2003*, 373–390.
- Sadowski, J., Mastalerz, A., & Gromisz, W. (2020). Transfer of Dry-Land Resistance Training Modalities to Swimming Performance. *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 195–203. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0025>
- Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W., & Niżnikowski, T. (2012). Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 32(1), 77–86. doi: 10.2478/v10078-012-0025-5
- Sale, D. G., MacDougall, J. D., Jacobs, I., & Garner, S. (1990). Interaction between concurrent strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 68(1), 260–270. <https://doi.org/10.1152/jappl.1990.68.1.260>
- Schoenfeld, B. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3
- Schumann, M., Eklund, D., Taipale, R. S., Nyman, K., Kraemer, W. J., Hakkinen, A., et al. (2013). Acute neuromuscular and endocrine responses and recovery to single-session combined endurance and strength loadings:“order effect” in untrained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 421–433. doi: 10.1519/JSC.0b013e31827f4a10
- Schumann, M., & Rønnestad, B. R. (2019). Concurrent aerobic and strength training. in concurrent aerobic and strength training. Springer International Publishing, Switzerland.
- Seifert, L., & Carmigniani, R. (2021). Coordination and stroking parameters in the four swimming techniques: a narrative review. *Sports Biomechanics*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1959945>
- Seifert, L., Komar, J., Barbosa, T., Toussaint, H., Millet, G., & Davids, K. (2014). Coordination pattern variability provides functional adaptations to constraints in swimming performance. *Sports Medicine*, 44, 1333–1345. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0210-x>
- Sharp, R. L., Troup, J. P., & Costill, D. L. (1982). Relationship between power and

- sprint freestyle swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(1), 53-56. DOI: 10.1249/00005768-198201000-00010
- Smilios, I., Pilianidis, T., Karamouzis, M., & Tokmakidis, S. P. (2003). Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 644–654. DOI: 10.1249/01.mss.0000058366.04460.5f
- Smith, D. J., Norris, S. R., & Hogg, J. M. (2002). Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sports Medicine*, 32(9), 539–554. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232090-00001>
- Sousa, C. A., Marinho A. D., Gil, H. M., Izquiereo, M., Rodriguez-Rosell, D., Neiva P. H., & Marques, C. M. (2018). Concurrent training followed by detraining: Does the resistance training intensity matter? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 632–642. doi: 10.1519/JSC.0000000000002237
- Sousa, A. C., Neiva, P. H., Gil, H. M., Izquiereo, M., Rodriguez-Rosell, D., Marques, C. M., & Marinho, A. D. (2020). Concurrent training and detraining: The influence of different aerobic intensities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(9), 2565–2574. doi: 10.1519/JSC.0000000000002874
- Sousa, A. C., Neiva, H. P., Izquierdo, M., Cadore, E. L., Alves, A. R., & Marinho, D. A. (2019). Concurrent training and detraining: brief review on the effect of exercise intensities. *International Journal of Sports Medicine*, 40(12), 747–755. DOI: 10.1055/a-0975-9471
- Sporer, B. C., & Wenger, H. A. (2003). Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 638–644. DOI: 10.1519/1533-4287(2003)017<0638:eoaeos>2.0.co;2
- Strass, D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *International Series on Sports Science*, 149–156.
- Taipale, R. S., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., & Häkkinen, K. (2013). Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: Maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European Journal of Applied Physiology*, 113(2), 325–335. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2440-7>
- Taipale, Ritva S., Schumann, M., Mikkola, J., Nyman, K., Kyröläinen, H., Nummela, A., & Häkkinen, K. (2014). Acute neuromuscular and metabolic responses to combined strength and endurance loadings: The “order effect” in recreationally endurance trained runners. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1155–1164. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889842>
- Tanaka, H., Costill, L. D., Thomas, R., Fink, J. W., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(8), 952–959.
- Taylor, J. L., Amann, M., Duchateau, J., Meeusen, R., & Rice, C. L. (2016). Neural contributions to muscle fatigue: From the brain to the muscle and back again. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(11), 2294–2306. doi: 10.1249/MSS.0000000000000923
- Tesch, P. A., Colliander, E. B., & Kaiser, P. (1986). Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55(4), 362–366. <https://doi.org/10.1007/BF00422734>

- Toubekis, A. G., Douda, H. T., & Tokmakidis, S. P. (2005). Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 694–700. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1244-9>
- Toubekis, A. G., Drosou, E., Gourgoulis, V., Thomaidis, S., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2013). Competitive performance, training load and physiological responses during tapering in young swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 38(1), 125–134. doi: 10.2478/hukin-2013-0052
- Toubekis, A. G., Smilios, I., Bogdanis, G. C., Mavridis, G., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effect of different intensities of active recovery on sprint swimming performance. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31, 709–716. <https://doi.org/10.1139/h06-075>
- Toubekis, A. G. & Tokmakidis, S. P. (2013). Metabolic responses at various intensities relative to critical swimming velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1731–1741. doi: 10.1519/JSC.0b013e31828dde1e
- Toubekis, A. G., Tsolaki, A., & Smilios, I. (2014). Swimming performance after passive and active swimming performance after passive and active recovery of various durations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 375–386. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.3.375>
- Toubekis, A., Tsami, A., & Tokmakidis, S. (2006). Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 27(2), 117–123. DOI: 10.1055/s-2005-837487
- Toussaint, H. M., Hollander, A. P., Berg, C. V. D., & Vorontsov, A. (2000). Biomechanics of swimming. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 3, 219–248.
- Toussaint, H. M., & Hollander, A. P. (1994). Energetics of competitive swimming. Implications for training programmes. *Sports Medicine*, 18(6), 384–405. <https://doi.org/10.2165/00007256-199418060-00004>
- Trappe, W. Scott; Pearson, R. D. (1994). Effects of weight assisted dry-land strength training on swimming performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 209–213.
- Vechin, F. C., Conceição, M. S., Telles, G. D., Libardi, C. A., & Ugrinowitsch, C. (2021). Interference phenomenon with concurrent strength and high-intensity interval training-based aerobic training: An updated model. *Sports Medicine*, 51, 599–605. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01421-6>
- Vissing, K., McGee, S. L., Farup, J., Kjølhed, T., Vendelbo, M. H., & Jessen, N. (2013). Differentiated mTOR but not AMPK signaling after strength vs endurance exercise in training-accustomed individuals. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(3), 355–366. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01395.x>
- Wakayoshi, K., D'Acquisto, L. J., Cappaert, J. M., & Troup, J. P. (1995). Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 16(1), 19–23. DOI: 10.1055/s-2007-972957 DOI: 10.1055/s-2007-972957
- Walker, S., Davis, L., Avela, J., & Häkkinen, K. (2012). Neuromuscular fatigue during dynamic maximal strength and hypertrophic resistance loadings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(3), 356–362.

<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.12.009>

- Wallace, L., Coutts, A., Bell, J., Simpson, N., & Slattery, K. (2008). Using session-RPE to monitor training load in swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 72–76. doi: 10.1519/SSC.0b013e31818eed5f
- Weston, A. R., Myburgh, K. H., Lindsay, F. H., Dennis, S. C., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1996). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(1), 7–13. <https://doi.org/10.1007/s004210050119>
- Weston, M., Hibbs, A. E., Thompson, K. G., & Spears, I. R. (2015). Isolated core training improves sprint performance in national-level junior swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 204–210. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0488>
- Wilhelm, E. N., Rech, A., Minozzo, F., Botton, C. E., Radaelli, R., Teixeira, B. C., Reischak-Oliveira, A., & Pinto, R. S. (2014). Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. *Experimental Gerontology*, 60, 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.11.007>
- Williams, T. D., Esco, M. R., Fedewa, M. V., & Bishop, P. A. (2020). Bench press load-velocity profiles and strength after overload and taper microcycles in male powerlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3338–3345. doi: 10.1519/JSC.0000000000003835
- Wilson, M. J., Marin, J. P., Rhea, R. M., Wilson, M. C. S., Loenneke, P. J., & Anderson, C. J. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293–2307. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d
- Zacca, R., Toubekis, A., Freitas, L., Silva, A. F., Azevedo, R., Vilas-Boas, J. P., Pyne, D. B., et al. (2019). Effects of detraining in age-group swimmers performance, energetics and kinematics. *Journal of Sports Sciences*, 37(13), 1490–1498. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1572434>
- Zamparo, P., Pendergast, D. R., Mollendorf, J., Termin, A., & Minetti, A. E. (2005). An energy balance of front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 94(1–2), 134–144. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1281-4>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΗΛΩΣΗΣ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ
Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης

ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ ΑΜΕΣΑ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑ

Μελέτη για τη διδακτορική διατριβή του: Αρσονιάδη Γαβριήλ

Επιβλέπων καθηγητής: Τουμπέκης Αργύρης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Πληροφορίες για τους ενδιαφερόμενους και δήλωση συμμετοχής

Τίτλος της μελέτης: Άμεση και μακράς διάρκειας επίδραση της προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης εκτός νερού στην απόδοση των κολυμβητών.

Προγράμματα για τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης και της αντοχής στην δύναμη χρησιμοποιούνται από αρκετούς προπονητές κολύμβησης με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των κολυμβητών και εκτελούνται συνήθως πριν από τη προπόνηση στο νερό. Οι φυσιολογικές, νευρομυϊκές μεταβολές που προκαλούνται κατά τη διάρκεια των προπονήσεων μέγιστης δύναμης και αντοχής στη δύναμη είναι δυνατό να επηρεάσουν τις φυσιολογικές ανταποκρίσεις και τις βιομηχανικές παραμέτρους στην προπόνηση κολύμβησης που ακολουθεί μερικά λεπτά αργότερα. Τέτοιες πληροφορίες θα χρησιμεύσουν για τον ορθότερο σχεδιασμό της προπόνησης στην κολύμβηση.

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ποια προγράμματα δύναμης είναι κατάλληλα να χρησιμοποιούνται πριν την προπόνηση κολύμβησης με την μικρότερη δυνατή επίδραση στην ποιότητα της προπόνησης που ακολουθεί και την μέγιστη δυνατή επίδραση στην απόδοση των κολυμβητών μακροπρόθεσμα.

Εφαρμογή συνδυασμού προγραμμάτων με διαφορετικούς στόχους είναι καθημερινή πρακτική στην προπόνηση. Αναζήτηση των φυσιολογικών, δομικών ή και σε μελλοντικές μελέτες μοριακών παραγόντων που καθορίζουν την κατάλληλη σειρά εκτέλεσής τους από τους ασκούμενους κολυμβητές θα συνεισφέρει στον αρτιότερο σχεδιασμό της προπόνησης για κολυμβητές που συμμετέχουν σε αγώνες

Σκοπός της μελέτης:

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει την άμεση (μερικά λεπτά μετά) και μακροχρόνια επίδραση προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης τα οποία στοχεύουν τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης (ΜΕΓ), ή τη βελτίωση της μυϊκής αντοχής (ΑΝΤ) στις νευρομυϊκές, φυσιολογικές και τεχνικές παραμέτρους κατά

την προπόνηση κολύμβησης υψηλής έντασης που ακολουθεί. Η μελέτη χωρίζεται σε δύο ερευνητικούς σχεδιασμούς.

Χώρος διεξαγωγής της μελέτης

Οι κολυμβητές θα πραγματοποιήσουν όλες τις διαδικασίες εντός και εκτός νερού στο Δημοτικό κολυμβητήριο του Περιστερίου.

Διαδικασίες

Ο προγραμματισμός των διαδικασιών θα γίνεται μετά από συνεννόηση με τους συμμετέχοντες και τους προπονητές τους.

Περιορισμοί για τους συμμετέχοντες

Οι κολυμβητές θα πραγματοποιούν τις δοκιμασίες κατά την διάρκεια της εβδομάδας (Δευτέρα έως Κυριακή). Σε περίπτωση που χρειαστεί οι κολυμβητές να χάσουν κάποιες ώρες από το σχολείο τους θα τους παρέχεται βεβαίωση από τον υπεύθυνο των μετρήσεων και της ΣΕΦΑΑ για την δικαιολόγηση των απουσιών.

Προκαταρκτικές Δοκιμασίες

1. Θα γίνει αξιολόγηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητών (ανάστημα, μάζα σώματος, ανάστημα από καθιστή θέση, μήκος κνήμης, ποσοστό σωματικού λίπους) και ατομική χρονομέτρηση 400μ ελεύθερο μέγιστης έντασης για τον υπολογισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου.

2. Ατομική χρονομέτρηση 50 μέτρων ελεύθερο και 300 μέτρων του κολυμβητικού στυλ εξειδίκευσης για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας.

3. Υπολογισμός μέγιστης ανύψωσης βάρους σε επιλεγμένες ασκήσεις (πιέσεις στήθους σε μηχανήμα Smith, καθίσματα στις 90° σε μηχανήμα Smith και κωπηλατική σε καθιστή θέση).

Κύριες δοκιμασίες

Αποτελούνται από τρεις διαφορετικές συνθήκες (πειραματική 1, 2 & ελέγχου).

1. **Πειραματική συνθήκη 1:** Προηγείται το πρόγραμμα μέγιστης δύναμης εκτός νερού (ΜΕΓ, στο γυμναστήριο) με διάρκεια περίπου 45 λεπτά, μετά από 15 λεπτά οι κολυμβητές μπαίνουν στο νερό και πραγματοποιούν προθέρμανση 1000 μέτρων (400 μ. ελεύθερο, 4x50 μ. (πόδια με σανίδα), 4x50 μ. (ασκήσεις), 4x50 μ. με αυξανόμενη ένταση), προσδεμένη κολύμβηση 6-10 δευτερολέπτων και 2 σειρές των 4 επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο και 1 επανάληψη 100 μέτρων ελεύθερο. Οι προσπάθειες των 50 μέτρων ελεύθερο θα πραγματοποιηθούν σε ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της ταχύτητας από την καλύτερη επίδοση των 50 μέτρων ελεύθερο, ενώ η προσπάθεια των 100 μέτρων ελεύθερο θα είναι μέγιστη.

2. **Πειραματική συνθήκη 2:** Προηγείται το πρόγραμμα αντοχής στην δύναμη (ΑΝΤ) εκτός νερού (στο γυμναστήριο) με διάρκεια περίπου 45 λεπτά, μετά από 15 λεπτά οι κολυμβητές μπαίνουν στο νερό και πραγματοποιούν προθέρμανση 1000 μέτρων (400 μ. ελεύθερο, 4x50 μ. (πόδια με σανίδα), 4x50 μ. (ασκήσεις), 4x50 μ. με αυξανόμενη ένταση), προσδεμένη κολύμβηση 6-10 δευτερολέπτων και 2 σειρές των 4 επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο και 1 επανάληψη 100 μέτρων ελεύθερο. Οι προσπάθειες των 50 μέτρων ελεύθερο θα πραγματοποιηθούν σε ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της ταχύτητας από την καλύτερη επίδοση των 50 μέτρων ελεύθερο, ενώ η προσπάθεια των 100 μέτρων ελεύθερο θα είναι μέγιστη.

3. **Συνθήκη ελέγχου:** Οι κολυμβητές μπαίνουν στο νερό και πραγματοποιούν προθέρμανση 1000 μέτρων (400 μ. ελεύθερο, 4x50 μ. (πόδια με σανίδα), 4x50 μ.

(ασκήσεις), 4x50 μ. με αυξανόμενη ένταση), προσδεμένη κολύμβηση 6-10 δευτερολέπτων και 2 σειρές των 4 επαναλήψεων 50 μέτρων ελεύθερο και 1 επανάληψη 100 μέτρων ελεύθερο. Οι προσπάθειες των 50 μέτρων ελεύθερο θα πραγματοποιηθούν σε ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της ταχύτητας από την καλύτερη επίδοση των 50 μέτρων ελεύθερο, ενώ η προσπάθεια των 100 μέτρων ελεύθερο θα είναι η μέγιστη.

4. Έπειτα από την ολοκλήρωση των άμεσων διαδικασιών για την εύρεση μεταβολών σε φυσιολογικές και νευρομυϊκές παραμέτρους μετά από προγράμματα ΜΕΓ και ΑΝΤ, θα πραγματοποιηθεί προπόνηση αυτών των προγραμμάτων για 6 εβδομάδες, 2 φορές την εβδομάδα και επανεξέταση των προγραμμάτων αυτών μετά το πέρας των 6 εβδομάδων.

Οι μετρήσεις θα γίνουν στην ίδια για όλους προπονητική περίοδο κατά την διάρκεια του χειμερινού μεσόκυκλου σε κολυμβητήριο 50 μέτρων.

Οι μετρήσεις είναι ασφαλείς και θα πραγματοποιηθούν από ειδικευμένο προσωπικό. Δεν υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού αφού πρόκειται για προσπάθειες συνηθισμένες στην προπόνηση των κολυμβητών.

Προστασία των δεδομένων

Τα δεδομένα που θα συλλεχθούν είναι δυνατό να παρουσιαστούν ή να δημοσιευτούν σε Ελληνικά ή ξενόγλωσσα περιοδικά. Σε καμία περίπτωση όμως δεν θα αναφέρεται το όνομα ή κάποιο από τα προσωπικά στοιχεία των εξεταζόμενων.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

Έχω διαβάσει την περιγραφή των διαδικασιών για τη μελέτη της άμεσης επίδρασης της προπόνησης δύναμης εκτός νερού σε παραμέτρους απόδοσης και τεχνικής σε προπόνηση κολύμβησης που ακολουθεί. Έχω δικαίωμα να ζητήσω περισσότερες εξηγήσεις οποιαδήποτε στιγμή στη διάρκεια της έρευνας και να αποχωρήσω οποτεδήποτε το επιθυμώ χωρίς να δώσω κάποιες εξηγήσεις για τους λόγους.

ΣΥΜΦΩΝΩ ΝΑ ΠΑΡΩ ΜΕΡΟΣ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ

Ονοματεπώνυμο:

Υπογραφή Ημερομηνία

Στην περίπτωση που ο συμμετέχων είναι ανήλικος το παραπάνω έντυπο αποδοχής το υπογράφει ο κηδεμόνας του.

Τηλέφωνο Υπεύθυνου Ερευνητή: 6983599847

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Επώνυμο:
Όνομα:
Ημερομηνία καταγραφής:
Ημέρα καταγραφής:

Στο παρακάτω έντυπο καταγραφής της διατροφής, καταγράψτε αναλυτικά και με ακρίβεια όλες τις τροφές και τα ροφήματα που θα καταναλώσετε δύο (2) ημέρες πριν και κατά την διάρκεια της ημέρας της δοκιμασίας. Η καταγραφή της διατροφής θα πρέπει να γίνεται πριν από κάθε δοκιμασία μέτρησης.

Οδηγίες:

1. Προσπάθησε να καταναλώνεις ακριβώς τις ίδιες ποσότητες πριν από κάθε δοκιμασία
2. Προσπάθησε να μην καταναλώνεις αλκοόλ δύο (2) ημέρες πριν από κάθε δοκιμασία.
3. Απέφυγε να πιείς καφέ ή ρόφημα που περιέχει καφεΐνη την προηγούμενη ημέρα και το πρωί πριν από την δοκιμασία.
4. Κατέγραψε κάθε τροφή ή χυμό σε καινούργια γραμμή.
5. Καταγράψτε την ποσότητα νερού την οποία καταναλώνετε.
6. Εάν διαθέτετε ζυγαριά ακριβείας, ζυγίστε το πιάτο πρώτα άδειο και στην συνέχεια σερβίρετε ένα -ένα τα επιμέρους συστατικά και ζυγίστε κάθε φορά καταγράφοντας την αύξηση.
7. Εάν δεν υπάρχει ζυγαριά περιγράψτε το περιεχόμενο κάθε μερίδας με λεπτομέρεια.
8. Καταγράψτε το όνομα του κατασκευαστή για τυποποιημένα είδη διατροφής (πχ σοκολάτα Lacta).
9. Καταγράψτε κάθε τροφή και χυμό ή ρόφημα αμέσως μετά την πρόσληψη. Αν τρώτε έξω από το σπίτι σημειώστε σε ένα πρόχειρο χαρτί και καταγράψτε το μετά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Πίνακας 1. Περιεχόμενο προπόνησης κατά τη διάρκεια έξι εβδομάδων, για τις ημέρες που δεν πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση.

Ομάδες	Ημέρες	Χαρακτηριστικά Προπόνησης	Εβδομάδα 1	Εβδομάδα 2	Εβδομάδα 3	Εβδομάδα 4	Εβδομάδα 5	Εβδομάδα 6
Α-ΜΔ Β-ΜΑ Γ-Ε	Τρίτη	Προθέρμανση	1200-m	1200-m	2000-m	2000-m	2000-m	1200-m
			EN1: 1000-m	EN1: 1000-m	EN1: 1200-m	EN1: 1200-m	EN1: 800-m	EN1: 800-m
		Κύριο μέρος	EN2: 600-m	EN2: 600-m	EN2: 1000-m	EN2: 1000-m	EN2: 1600-m	EN2: 1600-m
			SP3: 400-m	SP3: 400-m	SP3: 400-m	SP3: 400-m	SP3: 200-m	SP3: 200-m
		Τεχνική	1000-m	1000-m	800-m	800-m	600-m	600-m
		Αποθεραπεία	200-m	200-m	200-m	200-m	200-m	200-m
		Σύνολο	3400-m	3400-m	5600-m	5600-m	5400-m	4600-m
	Πέμπτη	Προθέρμανση	4400-m	4400-m	2000-m	2000-m	2000-m	1200-m
			EN1: 1000-m	EN1: 1000-m	EN1: 1200-m	EN1: 1200-m	EN1: 800-m	EN1: 800-m
		Κύριο μέρος	EN2: 600-m	EN2: 600-m	EN2: 1000-m	EN2: 1000-m	EN2: 1600-m	EN2: 1600-m
			SP3: 400-m	SP3: 400-m	SP3: 400-m	SP3: 400-m	SP3: 200-m	SP3: 200-m
		Τεχνική	1000-m	1000-m	800-m	800-m	600-m	600-m
		Αποθεραπεία	200-m	200-m	200-m	200-m	200-m	200-m
		Σύνολο	4400-m	4400-m	5600-m	5600-m	5400-m	4600-m
	Σάββατο	Προθέρμανση	1200-m	1200-m	2000-m	2000-m	2000-m	1200-m
		Κύριο μέρος	EN1: 1500-m	EN1: 1500-m	EN1: 800-m	EN1: 800-m	EN1: 800-m	EN1: 800-m
		Τεχνική	800-m	800-m	1000-m	1000-m	1000-m	1000-m
		Αποθεραπεία	200-m	200-m	200-m	200-m	200-m	200-m
		Σύνολο	3700-m	3700-m	4000-m	4000-m	4000-m	3200-m

A, ομάδα ΜΑ; Α-ΜΑ: ομάδα μυϊκή αντοχή, Β, ομάδα ΜΔ; Β-ΜΔ: ομάδα μέγιστη δύναμη, Γ, ομάδα Ε; Γ-Ε: ομάδα ελέγχου, EN1: βασική αερόβια προπόνηση, SP3: προπόνηση ταχυτήτων, EN2: προπόνηση στο δεύτερο κατώφλι γαλακτικού

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Παράδειγμα αρχείου καταγραφής της προπόνησης των αθλητών κατά τη διάρκεια παρέμβασης έξι εβδομάδων.

	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΣΥΒΑΡΙΣΗ	ΧΩΡΟΣ	ΠΡΟΣ	ΑΡΡ 1	ΚΑΤΟΣ	ΥΠΕΡΦ ΑΕ	ΑΝΩΝΗ	ΜΕΤΕΤ	ΠΑΥΣΗ	ΠΟΔ	ΚΕΡ	ΠΟ ΣΤ	ΠΟ ΣΤ ΚΑΤΩ	ΠΟ ΣΤ ΥΠΕΡ	ΠΟ ΣΤ ΑΝΩ-ΤΩ	ΚΕΡ ΣΤ	ΧΕΣΤΗ	ΚΕΡ ΕΛ	ΑΕ ΕΠΙΔ	ΤΩΝ	ΕΠ
ΚΩ	ΔΕ	15/10/2019	6200	8.3	380	1500	1500	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500
ΚΩ	ΤΡ	16/10/2019	11100	11.7	380	1500	5100	1500	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΤΕ	17/10/2019	9800	8.4	720	1400	800	0	0	0	200	100	0	3200	1200	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΠΕ	18/10/2019	11100	11.9	380	3000	4700	1500	0	0	0	0	800	400	200	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΠΑ	19/10/2019	8000	8.1	840	1500	0	0	0	0	400	0	0	3200	800	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΣΑ	19/10/2019	9600	8.8	420	1500	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΚΥ	19/10/2019	0	0.0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΔΕ	19/10/2019	9600	7.7	840	1400	4300	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΤΡ	19/10/2019	10800	12.4	270	0	5400	1500	0	0	0	0	800	0	800	0	0	0	0	0	0	0	1200
ΚΩ	ΤΕ	20/10/2019	9100	8.5	840	1300	2200	0	0	0	400	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
ΚΩ	ΠΕ	21/10/2019	10700	12.3	380	1500	5700	0	0	0	0	0	800	0	400	0	0	0	0	1500	0	0	400
ΚΩ	ΠΑ	22/10/2019	9900	10.5	840	1300	4000	0	0	0	400	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΣΑ	23/10/2019	9400	8.4	120	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000
ΚΩ	ΚΥ	24/10/2019	0	0.0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΚΩ	ΔΕ	25/10/2019	4500	8.3	960	800	2000	0	0	0	400	0	120	0	0	0	0	0	400	400	0	0	500
ΚΩ	ΤΡ	26/10/2019	7040	12.6	315	400	2200	3000	0	0	0	120	120	800	0	800	0	0	0	0	0	0	500
ΚΩ	ΤΕ	27/10/2019	5900	8.6	960	1300	2700	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	1200	0	0	0	400
ΚΩ	ΠΑ	28/10/2019	10100	12.5	380	800	400	2500	0	0	0	200	0	800	0	0	0	200	800	800	0	0	500
ΚΩ	ΣΑ	28/10/2019	7000	10.7	960	3000	2500	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	0	0	0	0	400
ΚΩ	ΚΥ	30/10/2019	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΚΥ	4/12/2019	0	0.0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΔΕ	2/12/2019	5870	8.1	2070	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΤΡ	3/12/2019	10500	14.5	380	3100	3400	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΤΕ	4/12/2019	5870	7.2	890	2070	700	0	0	0	200	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΠΕ	5/12/2019	11100	11.9	440	1500	2800	8000	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΠΑ	6/12/2019	5870	8.1	890	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΣΑ	7/12/2019	5700	8.7	380	1200	4500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΚΥ	8/12/2019	0	0.0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΔΕ	9/12/2019	5870	8.1	890	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΤΡ	10/12/2019	10500	14.5	400	3100	3400	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΤΕ	11/12/2019	5870	8.8	1080	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΠΕ	12/12/2019	11100	11.9	400	1500	2800	8000	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΠΑ	13/12/2019	5870	8.1	890	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΣΑ	14/12/2019	5700	8.7	380	1200	4500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΚΥ	15/12/2019	0	0.0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΔΕ	16/12/2019	5870	8.1	890	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΤΡ	17/12/2019	10500	14.5	380	3100	3400	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΤΕ	18/12/2019	5870	8.8	1080	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΠΕ	19/12/2019	11100	11.9	270	1500	2800	8000	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΠΑ	20/12/2019	5870	8.1	1080	2070	700	0	0	0	400	0	0	0	1200	0	0	0	1500	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΣΑ	21/12/2019	5900	11.1	270	1200	4000	2000	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΕΚ	ΚΥ	22/12/2019	0	0.0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

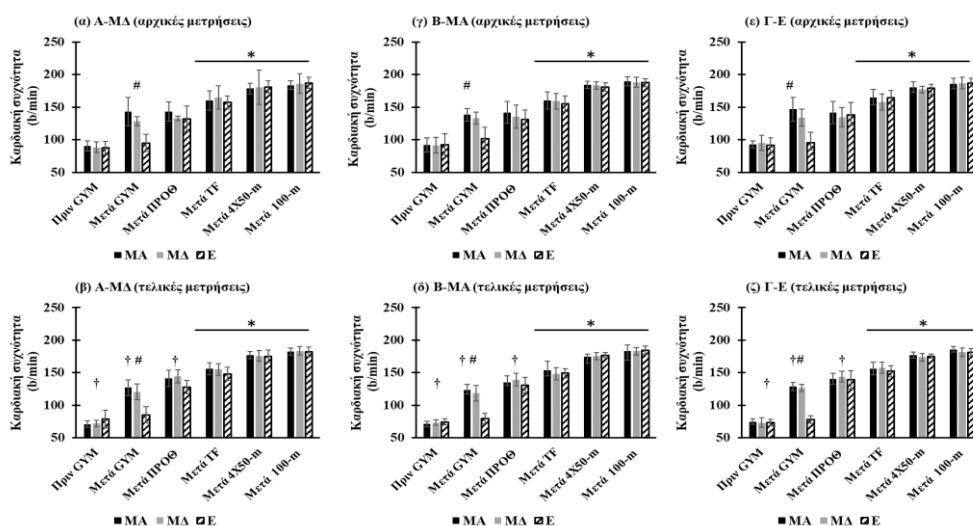
Πίνακας 1. Δείκτες ενδοταξικής συσχέτισης των μετρήσεων αξιολόγησης σε όλες τις μελέτες της παρούσας διατριβής.

Μεταβλητές αξιολόγησης	Δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης (ICC)
Αξιολόγηση μέγιστης δύναμης (1RM) εκτός νερού	
Πιέσεις στήθους	0,96
Κωπηλατική σε καθιστή θέση	0,98
Καθίσματα 90°	0,98
Δοκιμασίες αξιολόγησης δύναμης εκτός νερού	
Ισομετρική δύναμη μυών του ώμου (εύρεση γωνίας χεριού)	0,98
Δύναμη χειρολαβής	0,99
Δοκιμασία αξιολόγησης δύναμης εντός νερού	
Δύναμη έλξης	0,95
Τεχνικές παράμετροι	
Εύρεση γωνίας για τον υπολογισμό της αποτελεσματικότητας χεριάς	0,95

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ

Φυσιολογικές αποκρίσεις: Καρδιακή συχνότητα (δεύτερη μελέτη)

Καρδιακή συχνότητα: Η καρδιακή συχνότητα δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων ($F_{(1,21)}=0,27$, $\eta^2=0,03$, $p=0,76$; Σχήμα 4.16). Η καρδιακή συχνότητα μειώθηκε στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(1,21)}=50,88$, $\eta^2=0,71$, $p=0,01$, Σχήμα 4.7). Αναφορικά με τις συνθήκες ΜΑ, ΜΔ και Ε παρατηρήθηκε μείωση της καρδιακής συχνότητας στην συνθήκη Ε συγκριτικά με ΜΑ και ΜΔ αντίστοιχα ($F_{(2,42)}=52,70$, $\eta^2=0,72$, $p=0,01$, Σχήμα 4.16). Επιπλέον, ανεξαρτήτου ομάδας και συνθηκών μέτρησης παρατηρήθηκε μείωση της καρδιακής συχνότητας για τις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν και μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, και μετά από την προσδεμένη κολύμβηση στις τελικές συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις ($F_{(5,105)}=13,62$, $\eta^2=0,39$, $p=0,01$, Σχήμα 4.16). Επιπρόσθετα, οι κολυμβητές παρουσίασαν υψηλότερη καρδιακή συχνότητα στην συνθήκη ΜΑ για την χρονική στιγμή μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM) συγκριτικά με ΜΔ και Ε αντίστοιχα ($F_{(10,210)}=60,53$, $\eta^2=0,74$, $p=0,01$, Σχήμα 4.16). Ακόμα, σε όλες τις ομάδες για όλες τις συνθήκες παρατηρήθηκε αύξηση της καρδιακής συχνότητας σε όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης συγκριτικά με πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης ($F_{(5,105)}=1682,87$, $\eta^2=0,98$, $p=0,01$, Σχήμα 4.16).

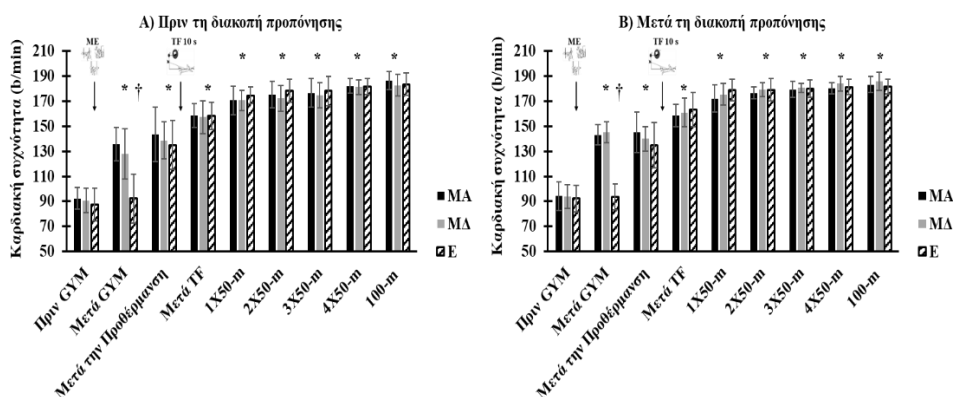


Σχήμα παραρτήματος 1. Μεταβολή της καρδιακής συχνότητας για αρχικές και τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων Α-ΜΔ (σχήμα α-αρχικές, σχήμα β-τελικές μετρήσεις), Β-ΜΑ (σχήμα γ-αρχικές, σχήμα δ-τελικές μετρήσεις) και Γ-Ε (σχήμα ε-αρχικές, σχήμα ζ-τελικές μετρήσεις), και μεταξύ των συνθηκών μέτρησης μυϊκή αντοχή (ΜΑ), μέγιστη δύναμη (ΜΔ) και ελέγχου (Ε), για όλες τις χρονικές στιγμές μέτρησης, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM), μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά από την προθέρμανση (Μετά ΠΡΟΘ), μετά από την προσδεμένη κολύμβηση (Μετά ΤΕ), μετά από τέσσερις επαναλήψεις 50-m ελεύθερο (Μετά 4Χ50-m), μετά από 100-m ελεύθερο (Μετά 100-m). *, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης, $p<0,05$. #, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης ΜΑ, ΜΔ, Ε, $p<0,05$, †, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων, $p<0,05$.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

Φυσιολογικές αποκρίσεις: Καρδιακή συχνότητα (τρίτη μελέτη)

Καρδιακή συχνότητα: Η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε σε όλες τις συνθήκες (MA, MΔ, E) μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(1,10)}=7,27$, $\eta^2=0,42$, $p=0,02$; Σχήμα 5.12). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε αύξηση της καρδιακής συχνότητας για τις χρονικές στιγμές μέτρησης, μετά την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Μετά GYM), μετά την προσδεμένη κολύμβηση 10 s με μέγιστη ένταση (Μετά TF), μετά από κάθε επανάληψη 50-m ελεύθερο, και μετά τα 100-m ελεύθερο, συγκριτικά με πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (Πριν GYM; $F_{(1,10)}=259,34$, $\eta^2=0,96$, $p=0,01$; Σχήμα 5.12). Επιπλέον, παρατηρήθηκε υψηλότερη καρδιακή συχνότητα για τις συνθήκες MA και MΔ συγκριτικά με E πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης ($F_{(2,20)}=16,90$, $\eta^2=0,63$, $p=0,01$; Σχήμα 5.12).



Σχήμα παραρτήματος 1. Μεταβολή της καρδιακής συχνότητας, η οποία μετρήθηκε σε εννέα χρονικές στιγμές, πριν από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (πριν GYM), μετά από την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης (μετά GYM), μετά την προθέρμανση, μετά από την προσδεμένη κολύμβηση 10 s με μέγιστη ένταση (Μετά TF), μετά από κάθε επανάληψη 50-m (Μετά από 4X50-m.), και μετά από την προσπάθεια 100-m (Μετά από 100 -m), για τη συνθήκη μυϊκή αντοχή (MA), μέγιστη δύναμη (MΔ), και ελέγχου (E) πριν από τη διακοπή προπόνησης (A), και μετά τη διακοπή της προπόνησης (B). †, μεταξύ των συνθηκών MA vs E, και MΔ vs E, $p<0,05$, *, μεταξύ των χρονικών στιγμών μέτρησης (Πριν GYM συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες) για όλες τις συνθήκες, πριν και μετά τη διακοπή της προπόνησης, $p<0,05$, #, μεταξύ των συνθηκών μέτρησης πριν συγκριτικά με μετά τη διακοπή της προπόνησης, $p<0,05$.