



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας

**Διαλειμματική προπόνηση σε Ρυθμό Αγώνα: Η επίδραση του
Διαλείμματος στο Μήκος και Συχνότητα Χεριάς και στην
Συγκέντρωση Γαλακτικού Οξέος**

Μάχος Χαράλαμπος

ΑΕΜ: 0713055

**Επιστημονικός Υπεύθυνος: Γεροδήμος Βασίλειος, Αναπληρωτής καθηγητής,
Σ.Ε.Φ.Α.Α. Π.Θ.**

Τρίκαλα, 2017

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| 1. Περίληψη..... | 2 |
| 2. Εισαγωγή | 3 |
| 2.1 Διαλειμματική προπόνηση στην κολύμβηση | 3 |
| 2.2 Κατηγοριοποίηση διαλειμματικής προπόνησης | 4 |
| 1.2.1 Διαφοροποίηση σε σχέση με την ένταση..... | 4 |
| 2.2.3 Διαφοροποίηση σε σχέση με διάλειμμα..... | 6 |
| 2.2.4 «Σπαστό» κολύμπι αγωνιστικού ρυθμού | 7 |
| 2.3 Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα στην διάρκεια διαλειμματικής κολύμβησης | 9 |
| 2.4 Συστατικά προώθησης στη κολύμβηση | 12 |
| 2.4.1 Μήκος Χεριάς..... | 12 |
| 2.4.2 Ρυθμός χεριάς..... | 13 |
| 2.4.3 Ταχύτητα προώθησης..... | 13 |
| 4. Μεθοδολογία..... | 19 |
| 4.1 Στατιστική επεξεργασία | 20 |
| 5. Αποτελέσματα..... | 20 |
| 6. Διαγράμματα..... | 20 |
| 7. Συζήτηση..... | 23 |
| 8. Βιβλιογραφία | 25 |

1. Περίληψη

Ο στόχος της έρευνας ήταν να διερευνήσει την επίδραση της διάρκειας του διαλείμματος στο μήκος και στη συχνότητα χεριάς κολύμβησης, αλλά και στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος σε σετ διαλειμματικής προπόνησης αγωνιστικού ρυθμού 4x50 μέτρα ελεύθερο, διαφοροποιώντας τα από την αγωνιστική απόσταση των 200 μέτρων συνολικά. Το δείγμα της μελέτης αυτής ήταν 16 νεαροί κολυμβητές, 8 αγόρια και 8 κορίτσια, ηλικίας $13,81 \pm 1,1$ ετών (Μ.Ο \pm Τ.Α), διασυλλογικού επιπέδου. Οι κολυμβητές σε τρεις ξεχωριστές επισκέψεις στο κολυμβητήριο εκτέλεσαν σε ρυθμό κούρσας 200 μέτρων δοκιμασίες 4x50 μέτρα ελεύθερο με 5" αποκατάσταση μεταξύ των επαναλήψεων, 4x50 μέτρα ελεύθερο με 10" αποκατάσταση μεταξύ των επαναλήψεων και 200 μέτρα ελεύθερο συνεχόμενα. Κατά τις δοκιμασίες αξιολογήθηκαν το συνολικό μήκος χεριάς, ο συνολικός ρυθμός χεριάς, ενώ αμέσως μετά από κάθε δοκιμασία έγινε λήψη δείγματος γαλακτικού οξέος. Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για να εξεταστούν διαφορές στο μήκος χεριάς, στον αριθμό των κύκλων χεριάς και στην συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στην δοκιμασία κολύμβησης 200 μέτρων ελεύθερο με τρεις διαφορετικές συνθήκες διαλείμματος (χωρίς διάλειμμα, με διάλειμμα 5 δευτερόλεπτα σε κάθε πενήνταρι, με 10 δευτερόλεπτα σε κάθε πενήνταρι). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή στους παράγοντες που αξιολογήθηκαν μεταξύ των δοκιμασιών. Αναλυτικά για τη δοκιμασία των 200 μέτρων, των 4x50 με 5" και των 4x50 με 10" διάλειμμα βρέθηκαν αντιστοίχως για το μήκος χεριάς: $2,017 \pm 0,245$, $1,984 \pm 0,153$ και $1,984 \pm 0,201$ μέτρα/κύκλο, το ρυθμό χεριάς: $20,086 \pm 2,236$, $20,273 \pm 1,504$ και $20,340 \pm 1,879$ κύκλοι/λεπτό, και τη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος: $10,85 \pm 1,41$, $11,91 \pm 1,41$ και $11,14 \pm 1,49$ mmol/L⁻¹. Συμπερασματικά, η επιβάρυνση ενός σετ αγωνιστικού ρυθμού δεν επηρεάζεται σε αντιληπτό βαθμό από τη διάρκεια του διαλείμματος. Ωστόσο περισσότερες έρευνες πρέπει να γίνουν σε αυτόν τον τομέα της προπόνησης, που δεν έχει διερευνηθεί αρκετά έως τώρα, αφού αποτελεί μία πολύ χρήσιμη μέθοδο προπόνησης για όλους τους κολυμβητές.

2. Εισαγωγή

2.1 Διαλειμματική προπόνηση στην κολύμβηση

Η σύγχρονη προπονητική στρέφεται όλο και περισσότερο στην Διαλειμματική προπόνηση. Η διαλειμματική προπόνηση καθιερώθηκε ευρέως στο προπονητικό κοινό το 1956 [1, 2]. Ως διαλειμματική προπόνηση ορίζεται η άσκηση η οποία περιλαμβάνει σύντομες επαναλήψεις μέγιστης ή υπό-μέγιστης έντασης, οι οποίες εναλλάσσονται με διαλείμματα [3, 4], παθητικής ή ενεργητικής αποκατάστασης [1, 5]. Η λογική πίσω από την διαλειμματική προπόνηση είναι ότι ο συνολικός χρόνος έντονης άσκησης είναι μικρότερος από αυτόν που θα μπορούσε να επιτευχθεί στην διάρκεια ενός ίδιου ερεθίσματος χαμηλότερης έντασης με την μέθοδο διάρκειας [3]. Έτσι η διαλειμματική προπόνηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο του προπονητή λόγω της βελτίωσης που επιφέρει στην επίδοση των αθλητών σε μικρότερο χρονικό διάστημα με προπόνηση μικρότερη σε ποσότητα και χρόνο, αλλά με μεγαλύτερη ένταση. Για το λόγο αυτό η διαλειμματική προπόνηση θεωρείται ως μια από τις αποτελεσματικότερες μεθόδους προπόνησης για την βελτίωση της φυσικής κατάστασης [4], καθώς επιφέρει σημαντικότερα προπονητικά αποτελέσματα σε αθλητές οποιουδήποτε επιπέδου και κυρίως σε παιδιά [5].

Όσον αφορά τον ενεργειακό μηχανισμό σε ένα σετ διαλειμματικής μορφής υπάρχουν μεγαλύτερες προσαρμογές στον αερόβιο μηχανισμό σε σχέση με τη μέθοδο διάρκειας, ενώ βελτιώνει, ακόμα, και την κολυμβητική απόδοση στον αγώνα, αφού για την εκτέλεση ενός σετ διαλειμματικής προπόνησης οι αποστάσεις των επαναλήψεων που χρησιμοποιούνται είναι, συνήθως, ίδιες με τις αποστάσεις του αγώνα με αποτέλεσμα τα ενεργειακά συστήματα να ενεργοποιούνται στον ίδιο βαθμό συγκριτικά με τον αγώνα [6, 7]. Κατά τη διάρκεια διαλειμματικής άσκησης ενεργοποιούνται και ο αερόβιος και ο αναερόβιος μηχανισμός παραγωγής ενέργειας με τους δύο μηχανισμούς να συνυπάρχουν πάντοτε [8]. Η συνύπαρξη αυτή, μπορεί να διαταραχθεί με αποτέλεσμα ένας από τους δύο μηχανισμούς ενέργειας να χρησιμοποιείται περισσότερο από τον άλλο. Διαταράξεις που προκαλούν την μεγαλύτερη ενεργοποίηση ενός μηχανισμού από τους δύο προκαλούνται από την ηλικία του αθλητή (τα παιδιά έχουν χαμηλή αναερόβια ικανότητα λόγω λιγότερης μυϊκής μάζας) και τα στοιχεία

επιβάρυνσης, δηλαδή την ένταση και τη διάρκεια των επαναλήψεων, τον αριθμό των επαναλήψεων σε ένα σετ, από τη διάρκεια του χρόνου αποκατάστασης ανάμεσα στις επαναλήψεις καθώς και τη συνολική διάρκεια του σετ [6, 7]. Αναφορικά με την διάρκεια της αποκατάστασης ανάμεσα στις επαναλήψεις, η ενεργοποίηση του αερόβιου μεταβολισμού αυξάνεται καθοριστικά όταν η διάρκεια αποκατάστασης είναι μικρή [6], καθώς η ελαχιστοποίηση του χρόνου αποκατάστασης προκαλεί μεγαλύτερη ενεργοποίηση του αερόβιου μηχανισμού [9], ενώ η μεγιστοποίηση του διαλείμματος (συγκριτικά με την διάρκεια εκτέλεσης της μίας επανάληψης) οδηγεί στην μεγαλύτερη συνεισφορά του αναερόβιου μηχανισμού ενέργειας [9]. Γίνεται λοιπόν εύκολα κατανοητό ότι η συγκεκριμένη μορφή προπόνησης μπορεί να συμμετάσχει στη βελτίωση τόσο της αερόβιας όσο και της αναερόβιας ικανότητας, ενώ, ακόμα και στην διατήρηση της σωστής τεχνικής σταθεροποιώντας τις παραμέτρους της χεριάς ενός κολυμβητή κατά την διάρκεια ενός σετ διαλειμματικής φύσεως [10].

2.2 Κατηγοριοποίηση διαλειμματικής προπόνησης

Η διαλειμματική προπόνηση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως προς την ένταση, την διάρκεια της απόστασης κολύμβησης και την διάρκεια του διαλείμματος [11]. Παρακάτω γίνεται αναλυτική παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο διαφοροποιείται η διαλειμματική προπόνηση.

1.2.1 Διαφοροποίηση σε σχέση με την ένταση

Ο ορισμός της έντασης των επαναλήψεων ενός σετ διαλειμματικής φύσεως επηρεάζει ανάλογα τον ενεργειακό μηχανισμό που θα χρησιμοποιηθεί για το σετ. Τα χαρακτηριστικά προσδιορισμού της έντασης είναι τα εξής: η αναλογία της άσκησης και του διαλείμματος και επιβάρυνση που θα εφαρμοσθεί. Με βάση την ένταση η διαλειμματική προπόνηση διακρίνεται σε χαμηλής, μέτριας και υψηλής έντασης άσκηση.

2.2.1.1 Διαλειμματική προπόνηση χαμηλής έντασης

Όταν σε ένα σετ διαλειμματικής προπόνησης η ένταση των επαναλήψεων είναι μικρή αυξάνεται η ενεργοποίηση του αερόβιου μηχανισμού και υπάρχει μεγαλύτερη αερόβια επίδραση. Η ένταση είναι μεταξύ του 75 με 85% της VO_{2max} , ενώ η απόσταση των επαναλήψεων μεγαλώνει. Παράλληλα, ο χρόνος αποκατάστασης είναι μικρός αφού δεν υπάρχει μεγάλη

επιβάρυνση και είναι από 15 έως 30 δευτερόλεπτα για αποστάσεις από 200 έως 400 μέτρα αντίστοιχα.

2.2.1.2 Διαλειμματική προπόνηση μέτριας έντασης

Όσο η ένταση των επαναλήψεων αυξάνεται ο χρόνος αποκατάστασης μεταξύ των επαναλήψεων μεγαλώνει για να επιτευχθεί η επιθυμητή αποκατάσταση. Η ένταση είναι στο 85 έως το 100% της VO_{2max} και το διάλειμμα κυμαίνεται από τα 15" έως τα 60". Ακόμα η απόσταση των επαναλήψεων μικραίνει με αποτέλεσμα η παραγωγή ενέργειας να γίνεται και από τον αερόβιο και από τον αναερόβιο μηχανισμό ισόποσα.

2.2.1.3 Διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης

Προπόνηση υψηλής έντασης θεωρείται μια άσκηση που η ταχύτητά της είναι στο επίπεδο της VO_{2max} , ή στην μέγιστη ζώνη της συσσώρευσης γαλακτικού οξέος [1, 6] όπου ο αερόβιος και ο αναερόβιος μηχανισμός ενεργοποιούνται στον μέγιστο βαθμό[6]. Στη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης εφαρμόζονται κατά κύριο λόγο πρωτόκολλα μικρού χρόνου, 6-30sec., με ανάλογο διάλειμμα και εντάσεις που κυμαίνονται περίπου στο 100% με 110% της VO_{2max} [11]. Η χρήση της υψηλής έντασης έχει ως στόχο, την βελτίωση κυρίως του αναερόβιου μηχανισμού, αφού στις εντάσεις αυτές η συνεισφορά του συγκεκριμένου μηχανισμού είναι μεγάλη. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα που θα εφαρμοστεί τόσο θα μειωθεί η απόσταση της κάθε επανάληψης και της συνολικής διάρκειας του σετ, ενώ το διάλειμμα θα μεγαλώσει σε σχέση 1 προς 2 και 1 προς 3 με την διάρκεια κάλυψης της απόστασης, εξαρτώμενο και από την απόσταση που θα χρησιμοποιηθεί (25, 50, 100). Έχει φανεί ότι προκαλεί σημαντικές προσαρμογές στον οργανισμό που μπορεί να διαρκέσουν ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα [12].

2.2.2 Διαφοροποίηση σε σχέση με την διάρκεια

Με βάση το χρόνο που διαρκούν τα διαστήματα της άσκησης, η διαλειμματική μέθοδος διακρίνεται σε μικρού, μεσαίου και μακρού χρόνου. Ο χρόνος και η ένταση της άσκησης προσαρμόζονται σε κάθε προπόνηση ανάλογα με τα ατομικά χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις του κάθε ασκούμενου.

2.2.2.1 Διαλειμματική προπόνηση μικρού χρόνου

Στη διαλειμματική προπόνηση μικρού χρόνου οι επαναλήψεις διαρκούν από 15sec έως 40 sec, ενώ η ένταση είναι συνήθως ίση με το 110-120% της VO_{2max} (π.χ. 15 επαναλήψεις των 30sec με ενδιάμεσο διάλειμμα 30sec σε ένταση 120% της VO_{2max}). Στοχεύει στην βελτίωση της αναερόβιας γαλακτικής οδού παραγωγής ενέργειας, ενώ ο αερόβιος μηχανισμός ενεργοποιείται ελάχιστα.

2.2.2.2 Διαλειμματική προπόνηση μεσαίου χρόνου

Όσον αφορά τη διαλειμματική προπόνηση μεσαίου χρόνου, οι επαναλήψεις διαρκούν 1 με 3min, συνήθως όμως 60sec, ενώ το διάλειμμα είναι ανάλογο. Όσο, δηλαδή, η ένταση μειώνεται τόσο το διάλειμμα ελαχιστοποιείται, ενώ η ένταση είναι περίπου στο 100-110% της VO_{2max} . Χρησιμεύει για τη βελτίωση των παραμέτρων της αερόβιας και της αναερόβιας ικανότητας, καθώς υπάρχει μεγάλη δραστηριοποίηση του αερόβιου και αναερόβιου μηχανισμού αφού η ένταση είναι πάνω από το αναερόβιο κατώφλι.

2.2.2.3 Διαλειμματική προπόνηση μακρού χρόνου

Τέλος η διαλειμματική μακρού χρόνου περιλαμβάνει διαστήματα άσκησης διάρκειας 3-8min (συνήθως 3min. με ένταση 85-95% της VO_{2max}). Το διάλειμμα παραμένει το ίδιο με ταυτόχρονη μείωση της έντασης, αύξηση της απόστασης της κάθε επανάληψης και της συνολικής διάρκειας του σετ. Υπάρχει, έτσι, μεγαλύτερη χρησιμοποίηση της αερόβιας οδού παραγωγής ενέργεια και, κατά συνέπεια, βελτίωση των παραμέτρων της αερόβιας ικανότητας.

2.2.3 Διαφοροποίηση σε σχέση με διάλειμμα

Η κατηγοριοποίηση της διαλειμματικής προπόνησης με βάση το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων έχει ως εξής: διαλειμματική προπόνηση με μικρό διάλειμμα, μεσαίο διάλειμμα και μεγάλο διάλειμμα. Το μέγεθος του διαλείμματος επηρεάζεται κυρίως από την ένταση των επαναλήψεων, την απόσταση αυτών και την επιβάρυνση του σετ, δηλαδή, τον στόχο της προπονητικής διαδικασίας [9].

2.2.3.1 Διαλειμματική με μικρό διάλειμμα

Αρχικά, η διαλειμματική προπόνηση με μικρό διάλειμμα περιλαμβάνει διαλείμματα διάρκειας 10" έως 30" ξεκούρασης, είτε ενεργητικής, είτε παθητικής, που επιτρέπει πιο

αερόβιες προπονητικές επιδράσεις αυξάνοντας τον αριθμό ή την απόσταση των επαναλήψεων. Παράλληλα η ταχύτητα εκτέλεσης του σετ βρίσκεται ανάμεσα στο 85% και το 95% της VO_{2max} για μεγαλύτερες αποστάσεις και στο 95 έως το 110% της VO_{2max} για αποστάσεις από 50 έως 200 μέτρα.

2.2.3.2 Διαλειμματική με μεσαίο διάλειμμα

Η διαλειμματική προπόνηση με μεσαίο διάλειμμα αποτελείται από περιόδους ξεκούρασης διάρκειας 15" – 1min. χρησιμεύοντας για σετ με σκοπό την βελτίωση του αερόβιου μηχανισμού μεγαλύτερης απόστασης επαναλήψεις (400-800) με μικρότερη ταχύτητα με σκοπό τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας του κολυμβητή, όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε σετ με σκοπό τη βελτίωση του αναερόβιου γαλακτικού μηχανισμού όπου οι εντάσεις θα κυμαίνονται μεταξύ του 110% και του 120% της VO_2^{max} για αποστάσεις από 50m. έως 200m.

2.2.3.3. Διαλειμματική με μεγάλο διάλειμμα

Σε ένα σετ διαλειμματικής προπόνησης με μεγάλο διάλειμμα βρίσκουμε μέγιστες εντάσεις που αγγίζουν το 140%-150% της VO_{2max} . Η συνολική απόσταση του σετ μειώνεται δραστικά, όπως και η κάθε επανάληψη. Το διάλειμμα ξεκινάει από τα 60" και φτάνει τα 3min. για επαναλήψεις 12,5m., 25m., 50m. και 100m. Στόχος του προπονητή χρησιμοποιώντας την μέθοδο αυτή είναι η βελτίωση τόσο του αναερόβιου γαλακτικού μηχανισμού, όσο και του αναερόβιου α-γαλακτικού μηχανισμού παραγωγής ενέργειας. Σε αυτήν την περίπτωση το μεγάλο διάλειμμα χρησιμεύει για την ανοικοδόμηση του συστήματος ATP-PC για αποστάσεις έως 30" και για την επαρκή αποκατάσταση του οργανισμού πριν το επόμενο ερέθισμα.

2.2.4 «Σπαστό» κολύμπι αγωνιστικού ρυθμού

Εκτός από τις μεθόδους της διαλειμματικής προπόνησης, για την βελτίωση της αγωνιστικής ταχύτητας χρησιμοποιούμε και την προπόνηση αγωνιστικού ρυθμού (Race Pace). Στην βιβλιογραφία μέχρι τώρα η προπόνηση αγωνιστικού ρυθμού έχει ερευνηθεί σε σετ 200 μέτρων [10, 13, 14]. Η προπόνηση Αγωνιστικού Ρυθμού (R.P.) απαρτίζεται από αποστάσεις μικρότερες κατά 50% και 75% από την απόσταση του αγώνισματος του κολυμβητή. Το πιο σημαντικό συστατικό ενός σετ ρυθμού αγώνα είναι ο κολυμβητής να κολυμπάει στην ταχύτητα αγώνα ή και πιο πάνω από αυτή για βέλτιστο αποτέλεσμα. Για αυτόν το λόγο, για μια κούρσα

200 μέτρων η ιδανικότερη απόσταση για την εκτέλεση του σετ είναι τα 50 μέτρα, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί αυτή η ταχύτητα από τον αθλητή [13]. Το διάλειμμα σε ένα σετ ρυθμού αγώνα θα πρέπει να είναι το μικρότερο δυνατό που θα επιτρέπει στον κολυμβητή να κολυπήσει σε ταχύτητα ίση με την επιθυμητή ταχύτητα του αγώνα [11]. Αν και η ένταση είναι υψηλή, η αγωνιστική ταχύτητα μέσα σε μία προπονητική μονάδα μπορεί να επιτευχθεί, αφού τα μικρής διάρκειας διαλείμματα δίνουν την ευκαιρία στο σώμα να διώξει μια ποσότητα γαλακτικού οξέος από τους ασκούμενους μύες αντικαθιστώντας ταυτόχρονα ένα ποσό φωσφοκρεατίνης. Η προπόνηση αγωνιστικού ρυθμού μπορεί, επίσης, να πραγματοποιηθεί με τη συχνότητα χεριών που πρόκειται οι κολυμβητές να χρησιμοποιήσουν στον αγώνα.

Η προπόνηση Αγωνιστικού Ρυθμού (R.P.), επίσης, μπορεί να εκτελεσθεί με την μέθοδο της «σπαστής» προπόνησης, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την έρευνα αυτή. Το «σπαστό» κολύμπι είναι μια μέθοδος συνδυασμού της διαλειμματικής και της επαναληπτικής μεθόδου, χρησιμοποιούμενη κυρίως στο φορμάρισμα αλλά και στην αγωνιστική περίοδο [2]. Εφαρμόζεται χωρίζοντας μια συγκεκριμένη κολυμβητική απόσταση σε μικρότερα κομμάτια συνήθως με 5 έως 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ τους. Ο καλύτερος τρόπος να καθοριστεί το διάλειμμα για κάθε αθλητή είναι μέσω του πειραματισμού και της εμπειρίας, όμως ύστερα από πολλές μελέτες έχει βρεθεί πως συγκεκριμένα για σπαστό κολύμπι κούρσας 200 μέτρων ελεύθερο η διάρκεια του διαλείμματος θα πρέπει να κυμαίνεται ανάμεσα στα 50άρια μεταξύ των 5 δευτερολέπτων και των 10 δευτερολέπτων [15]. Οι κολυμβητές εκτελούν τα κομμάτια μέχρι η συνολική απόσταση να έχει καλυφθεί, έπειτα γίνεται η συλλογή του συνολικού χρόνου του σετ, από τον οποίο αφαιρούνται τα διαλείμματα και τέλος συγκρίνεται με τον καλύτερο χρόνο του κολυμβητή. Η σπαστή κολύμβηση αναπαριστά την ίδια επιβάρυνση με αυτή στον αγώνα [13] και είναι ιδανική για να μπορέσει ο κάθε κολυμβητής να καταλάβει και να προσαρμόσει το ρυθμό και τη στρατηγική της κούρσας του, αφού δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν διάφορες στρατηγικές ρυθμού με τις οποίες είναι εξοικειωμένοι οι κολυμβητές [14], ενώ παρουσιάζονται και ίδιες επιδράσεις σε κινηματικά χαρακτηριστικά με αυτές στην κούρσα. Ωστόσο δεν υπάρχουν μελέτες που να διερευνούν την διαφορετική επίδραση της διάρκειας του διαλείμματος τόσο στα κινηματικά όσο και στα ενεργειακά χαρακτηριστικά σε ένα σετ σπαστής κολύμβησης.

2.3 Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα στην διάρκεια διαλειμματικής κολύμβησης

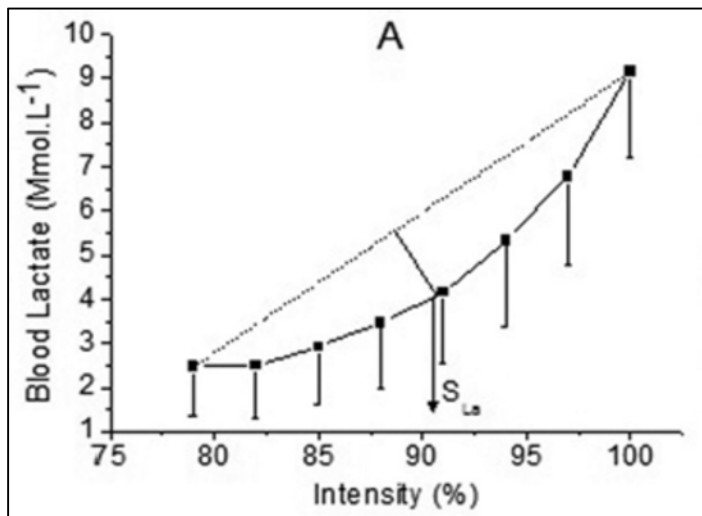
Το γαλακτικό οξύ αποτελεί το προϊόν της αναερόβιας γλυκόλυσης και δημιουργείται στα μυϊκά κύτταρα μαζί με ιόντα υδρογόνου μετά από έντονη άσκηση πριν διαχυθεί στην κυκλοφορία του αίματος. Ο ρυθμός παραγωγής του προκύπτει από το είδος της άσκησης, την ένταση, τη διάρκεια και τη συχνότητα της. Ανάλογα με την επιβάρυνση υπάρχει και ανάλογη παραγωγή γαλακτικού οξέος. Μια ήπιας επιβάρυνσης άσκηση θα προκαλέσει μικρή ή και καθόλου αύξηση της συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος (I_a), ενώ μια άσκηση πάνω από το 100% της VO_{2max} θα επιφέρει μεγάλη παραγωγή (I_a) [2].

Στην κολύμβηση το γαλακτικό οξύ είναι πολύ σημαντικός παράγοντας αξιολόγησης της απόδοσης. Λόγω της οξύτητας των ιόντων υδρογόνου το pH στους μύες θα μειωθεί η παραγωγή ενέργειας από τη μειωμένη ικανότητα συστολής των μυϊκών ινών με αποτέλεσμα την πτώση της ταχύτητας. Τα επίπεδα γαλακτικού οξέος στο αίμα είναι μεταξύ 1,0 και 2,0 στην ηρεμία και είναι δυνατή η αύξηση μέχρι τα 10 με 20 mmol/L⁻¹ σε μέγιστες προσπάθειες. Αντίθετα με προηγούμενα ευρήματα, γνωρίζουμε τώρα πως ο αναερόβιος μεταβολισμός ξεκινάει από το πρώτο δευτερόλεπτο της άσκησης ταυτόχρονα με τον αερόβιο μεταβολισμό και με τον μηχανισμό της φωσφοκρεατίνης [16]. Παρά την κακή φήμη του το γαλακτικό οξύ και η αντοχή του οργανισμού σε αυτό συμβάλουν στην καλύτερη απόδοση σε μια έντονη άσκηση. Γενικά, η απόδοση στον αγώνα είναι συνισταμένη του ελέγχου του ρυθμού και του εύρους της οξέωσης για τη διατήρηση της μεγαλύτερης μέσης ταχύτητας.

Η συσσώρευση του γαλακτικού οξέος κατά την άσκηση εξαρτάται από τους εξωτερικούς παράγοντες, όπως τα στοιχεία επιβάρυνσης και από τον ρυθμό παραγωγής και τον ρυθμό απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος [17]. Σε χαμηλής έντασης άσκηση οι δύο αυτοί ρυθμοί είναι σε ισορροπία κρατώντας τα επίπεδα του γ.ο. χαμηλά κοντά στις φυσιολογικές τιμές του. Αντίθετα, σε υψηλής έντασης άσκηση ο ρυθμός παραγωγής (ρπ) υπερβαίνει αυτόν της απομάκρυνσης (ρα) του γ.ο. με αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος στις μυϊκές ίνες. Ο ρυθμός παραγωγής εξαρτάται από την κολυμβητική ταχύτητα, τον ρυθμό κατανάλωσης οξυγόνου και τον τύπο της μυϊκής ίνας. Ο ρυθμός απομάκρυνσης συμβαίνει μέσω μεταφορέων πρωτεϊνών οι οποίοι μεταφέρουν το γαλακτικό οξύ από τις ασκούμενες μυϊκές ίνες σε γειτονικές ίνες [18]. Το σύστημα αυτό συναντάται μεταξύ μυϊκών ινών βραδείας και ταχείας

συστολής. Οι ίνες βραδείας συστολής έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να μεταβολίζουν το γαλακτικό οξύ λόγω της μεγαλύτερης οξειδωσης που γίνεται στα μιτοχόνδριά τους, έτσι το γ.ο. μεταφέρεται μέσω των κυτταρικών τοιχωμάτων σε γειτονικές ίνες βραδείας συστολής για την οξειδωσή του. Ένας άλλος τρόπος διάσπασης του γ.ο. είναι η είσοδος του στην κυκλοφορία του αίματος, όπου μεταφέρεται σε μυϊκές ίνες βραδείας συστολής στο ήπαρ και στην καρδιά και έπειτα είτε οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό, είτε μετατρέπεται σε γλυκογόνο και αποθηκεύεται. Μολονότι, ο μηχανισμός πρόσληψης οξυγόνου και η απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος μειώνουν την συσσώρευσή του, ο ρυθμός παραγωγής του θα εξακολουθήσει να είναι μεγαλύτερος του ρυθμού εξουδετέρωσης του γ.ο. σε έντονη άσκηση. Κάποια ποσότητα του γ.ο. που θα παραχθεί θα παραμείνει στην πηγή προέλευσης, δηλαδή στις μυϊκές ίνες, μετά το τέλος της άσκησης. Η ποσότητα αυτή θα ανακυκλωθεί μέσω της αερόβιας οδού ή να μετατραπεί σε γλυκογόνο και να αποθηκευτεί στον μυ.

Όπως είπαμε, η τιμές ηρεμίας του γ. ο. είναι μεταξύ 1,0 και 2,0 mmol/L⁻¹. Την στιγμή που θα ξεκινήσει η άσκηση ο αθλητής θα παράγει περισσότερο γαλακτικό οξύ, παρόλο που ο αερόβιος μηχανισμός μπορεί να παρέχει όλη την απαιτούμενη ενέργεια. Για μία εύκολης έντασης άσκηση ο ρυθμός πρόσληψης οξυγόνου καθυστερεί έως και 2 λεπτά να αρχίσει να αυξάνεται για να μεταβολίσει το επιπλέον γαλακτικό οξύ που συσσωρεύεται. Επομένως, παρατηρείται μία μικρή αύξηση για το πρώτο διάστημα της άσκησης στην συγκέντρωσή του μέχρι να αυξηθεί ο αερόβιος μηχανισμός, όπου η παραγωγή του γαλακτικού θα ελαττωθεί και τα επίπεδα του θα ξαναπέσουν κοντά στα φυσιολογικά επίπεδα. Για μία μέτριας έντασης άσκηση θα προκληθεί συσσώρευση 2 έως 4 φορές πάνω από τα επίπεδα ηρεμίας στα πρώτα λεπτά της άσκησης. Αφού αυξηθεί ο ρυθμός πρόσληψης οξυγόνου, η παραγωγή γ.ο. θα μειωθεί τόσο, ώστε να διατηρείται το γ.ο. σε επίπεδα λίγο πάνω από τα κανονικά επίπεδα ηρεμίας, αφού ο ρ.π. θα είναι μεγαλύτερος αυτή τη φορά του ρ.α. του γαλακτικού οξέος. Οι τιμές που παρουσιάζονται στην φάση αυτή της συσσώρευσης του γ.ο. βρίσκονται κοντά στα 4 mmol/L⁻¹ [19]. Στο σημείο αυτό η συσσώρευση του γαλακτικού θα αρχίσει να αυξάνεται ραγδαία με τη συνέχιση της άσκησης με την ίδια ένταση. Η οξειδωση που προκαλείται δεν είναι σοβαρή αρκετά για να μειωθεί σημαντικά το pH των μυών. Έτσι ο αθλητής μπορεί να διατηρήσει αυτόν τον ρυθμό για αρκετή ώρα ακόμη, έως ότου αρχίσει το γαλακτικό οξύ να αυξάνεται απότομα.



Εικόνα 1. Το γαλακτικό οξύ σε σχέση με την ένταση της άσκησης για κάθε του φάση μέχρι την μέγιστη ταχύτητα [20]

Η στιγμή πριν την αύξηση αυτή είναι ορόσημο για την προπονητική, αφού συμβολίζει την εναλλαγή από τον αερόβιο στον αναερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας, με ονομασίες όπως αναερόβιο κατώφλι, γαλακτικό κατώφλι κ.α. μιας και οι όροι αυτοί είναι πάρα πολύ κοντά εννοιολογικά μεταξύ τους [21]. Όταν η επιβάρυνση είναι έντονη, ο ρ.π. του γ.ο. θα είναι αρκετά υψηλός ώστε το γαλακτικό που θα παράγεται να συσσωρεύεται στους μύες, έως το σημείο όπου το pH των μυών αυτών θα μειωθεί αισθητά από τα ιόντα υδρογόνου με αποτέλεσμα ο αθλητής να κουραστεί. Η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος είναι η μέγιστη δυνατή που μπορεί ένας κολυμβητής να αντέξει. Η μέγιστη συγκέντρωση του γ.ο. πρέπει να συμβαίνει στο τέλος της κούρσας ενός αγώνα είτε στο τέλος μιας άσκησης, καθώς ο αθλητής έπειτα από αυτό το σημείο δεν θα είναι ικανός να διατηρήσει τον αγωνιστικό του ρυθμό.

Έρευνες δείχνουν πως η συγκέντρωση του γ.ο. στο μυ και στο αίμα σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την διάρκεια, άρα και την απόσταση, του αγωνίσματος ή ενός σετ. Αυτό προκύπτει από το ποσοστό της ενεργοποίησης του αναερόβιου γαλακτικού μηχανισμού κατά την άσκηση, που όπως είναι γνωστό, όσο αυξάνεται η διάρκεια της άσκησης, τόσο αυξάνεται και η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού με αποτέλεσμα τον αποδοτικότερο μεταβολισμό του γαλακτικού οξέος [19]. Η γνώση για τον μεταβολισμό του γαλακτικού οξέος για τους προπονητές είναι μεγάλης σημασίας. Η χρησιμότητα του γ.ο. στην προπονητική φαίνεται, αρχικά, στον

σχεδιασμό του αγωνιστικού ρυθμού, αφού σκοπός κάθε προπονητή για τους αθλητές του είναι να επιτύχουν την μεγαλύτερη συγκέντρωση του στο αίμα στο τέλος της κούρσας. Αυτό σημαίνει πως ο κολυμβητής δεν θα είχε πτώση στον αγωνιστικό ρυθμό λόγω κόπωσης από την οξέωση των μυών κατά τη διάρκεια της κούρσας και πως ο κολυμβητής είχε καλή απόδοση στον αγώνα. Ακόμα, η συσσώρευση του γ.ο. αντανακλά την αναερόβια ικανότητα του κάθε αθλητή. Όσο πιο όξινο γίνεται το περιβάλλον στους μύες κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης, τόσο διεγείρονται οι υποδοχείς του πόνου και το αίσθημα του καψίματος γίνεται μεγαλύτερο. Οι αθλητές που μπορούν να αντέξουν στον πόνο περισσότερο έχουν την μεγαλύτερη ανοχή πόνου από άλλους αθλητές οι οποίοι αν δεν ελαττώσουν ταχύτητα δεν πιστεύουν ότι θα μπορέσουν να τερματίσουν δυναμικά τον αγώνα τους. Η προσωπική βελτίωση του κολυμβητή στον αναερόβιο μηχανισμό μέσω της διαλειμματικής προπόνησης μπορεί να επιφέρει καθυστέρηση της οξέωσης στους μύες καθυστερώντας τα σημάδια της κόπωσης με αποτέλεσμα ο κολυμβητής να μπορεί στο τέλος του αγώνα να πιέσει περισσότερο τον εαυτό του για μία καλύτερη επίδοση.

2.4 Συστατικά προώθησης στη κολύμβηση

Εκτός από τους βιοενεργητικούς παράγοντες για τον καθορισμό και την αξιολόγηση της απόδοσης, σημαντικοί θεωρούνται και οι κινηματικοί ή αλλιώς εμβιομηχανικοί παράγοντες, όπως είναι τα συστατικά προώθησης [22-24]. Τα συστατικά προώθησης είναι στοιχεία που περιγράφουν την κίνηση του κολυμβητή στην μονάδα του μέτρου και του χρόνου και μας βοηθούν στην αξιολόγηση της τεχνικής, της δύναμης και της αντοχής. Αυτά είναι το μήκος προώθησης, η απόσταση, δηλαδή, που διανύει ο κολυμβητής σε ένα κύκλο χεριάς, ο ρυθμός προώθησης και η ταχύτητα προώθησης ή κολυμβητική ταχύτητα.

2.4.1 Μήκος Χεριάς

Το μήκος χεριάς είναι, όπως καταλαβαίνει κανείς και από τον τίτλο, το μήκος που διανύει ο κολυμβητής σε ένα κύκλο χεριάς, (2 χεριές για το ελεύθερο και το ύπτιο και 1 χεριά για το πρόσθιο και την πεταλούδα). Ο υπολογισμός του γίνεται υπολογίζοντας την απόσταση που καλύπτει ο αθλητής για να ολοκληρώσει έναν κύκλο χεριάς [13], ή διαιρώντας με τον αριθμό των κύκλων χεριάς την απόσταση που χρειάστηκε να καλύψει ο κολυμβητής. (π.χ. 50 μέτρα / 23 κύκλους χεριών = 2,17 μέτρα/κύκλο. Το μήκος προώθησης (stroke length, sl) διαφέρει από αθλητή σε αθλητή και είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη της καλύτερης

κολυμβητικής απόδοσης [25], ενώ, επίσης, είναι το πιο αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση της ατομικής τεχνικής [26].

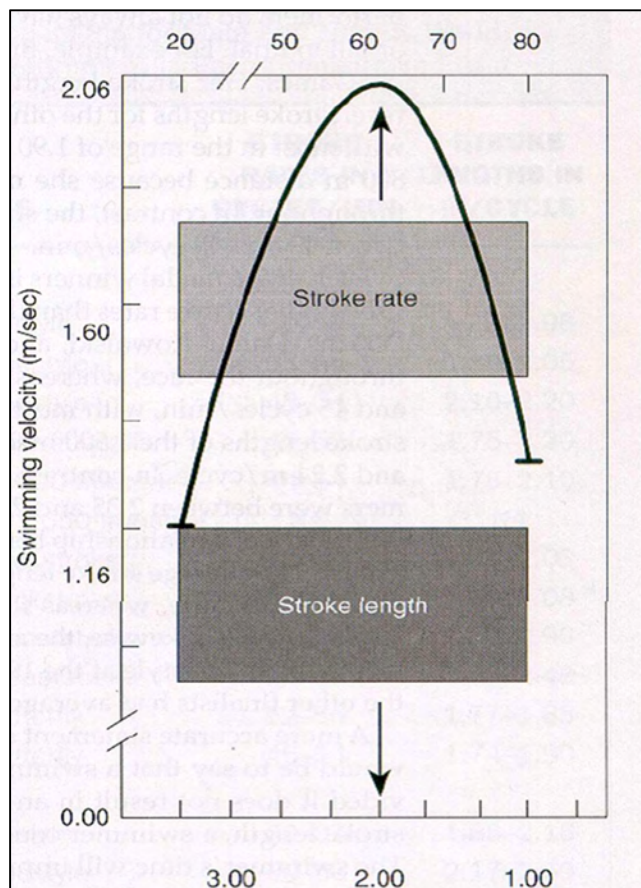
2.4.2 Ρυθμός χεριάς

Ο ρυθμός προώθησης είναι ο ρυθμός ολοκληρωμένου κύκλου χεριάς. Ο υπολογισμός του γίνεται με δύο τρόπους. Αρχικά μπορεί να βρεθεί από τον χρόνο που χρειάστηκε ο αθλητής να ολοκληρώσει έναν πλήρη κύκλο χεριάς [13], ενώ ακόμα για να βρεθεί ο ρυθμός των κύκλων χεριών χρησιμοποιούμε το άθροισμα των κύκλων που έκανε για να καλύψει μια συγκεκριμένη απόσταση και το αναγάγουμε στο 1 λεπτό (60") βρίσκοντας έτσι τον αριθμό των κύκλων που έκανε ή θα έκανε σε 1 λεπτό [27]. (π.χ. για 21 κύκλους χεριών χρειάστηκε 30 δευτερόλεπτα, επομένως με την μέθοδο των τριών βρίσκουμε ό τι, αφού $60 = 30 \cdot 2$, ο συγκεκριμένος αθλητής θα είχε ρυθμό χεριάς 42cycle/min). Ο ρυθμός προώθησης (stroke rate, sr) του κάθε αθλητή είναι διαφορετικός και είναι μεγάλος παράγοντας για την επίτευξη της μέγιστης κολυμβητικής ταχύτητας

2.4.3 Ταχύτητα προώθησης

Ως ταχύτητα προώθησης ή κολυμβητική ταχύτητα (swimming velocity, sv), ορίζεται η μετατόπιση που έχει ένας κολυμβητής σε έναν κύκλο χεριάς (sl) διά τον χρόνο που χρειάστηκε να ολοκληρώσει τον κύκλο αυτόν (sr) [13, 22, 27-29]. Η ταχύτητα (m/s) μπορεί να καθοριστεί επίσης διαιρώντας την κολυμβητική απόσταση με τον χρόνο που χρειάστηκε για την κάλυψη αυτής. Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας διεθνώς είναι τα μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Ο σκοπός στον αγώνα είναι να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα, η οποία επηρεάζεται άμεσα από το (sl) και το (sr), καθώς η μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα επιτυγχάνεται από τον ιδανικό συνδυασμό των δύο, ένας συνδυασμός που είναι διαφορετικός για τον κάθε κολυμβητή ξεχωριστά [22], ενώ αυτός επηρεάζεται από τα ανθρωπομετρικά, τα ενεργειακά και τα κινηματικά χαρακτηριστικά, όπως και από την κολυμβητική οικονομία του κάθε κολυμβητή [30]. Επεξηγηματικά, αν υπάρχει πάρα πολύ μεγάλος ρυθμός χεριάς ή πάρα πολύ μικρός η ταχύτητα μειώνεται, όπως και με το μήκος, όταν είναι πολύ μεγάλο ή πολύ μικρό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζει το (sr) με αποτέλεσμα την πτώση της ταχύτητας. Η μεγαλύτερη ταχύτητα παράγεται από την ισορροπημένη σχέση μήκους και ρυθμού προώθησης. Αύξηση της ταχύτητας μπορεί να

γίνει με αύξηση του ρυθμού χεριάς μέχρι ένα ορισμένο σημείο (60 κύκλοι/λεπτό) Αύξηση του ρυθμού περαιτέρω προκαλεί μείωση του μήκους χεριάς και συνεπώς πτώση της ταχύτητας.



Εικόνα 2. Η σχέση μεταξύ του μήκους χεριάς, του ρυθμού χεριάς και της κολυμβητικής ταχύτητας [11]

Ο ιδανικότερος συνδυασμός ρυθμού και μήκους χεριάς για κάθε αθλητή για την παραγωγή της μεγαλύτερης ταχύτητας διαφέρει ανάλογα το ύψος του, την δύναμη των άκρων του, την αποτελεσματικότητα της κίνησης των ποδιών του, την πλευστικότητα του και τις αντιστάσεις του. Ωστόσο, η μέγιστη ταχύτητα σε αγώνισμα 50 μέτρων ελεύθερο παράγεται με ρυθμό χεριάς μεγαλύτερο από 60 κύκλους/λεπτό. Όσο η απόσταση μεγαλώνει, τόσο μειώνεται ο ρυθμός χεριάς, έτσι για τα 100 μέτρα υπάρχει μείωση έως και 10 χεριές/λεπτό (5 κύκλους χεριών). Για τα 200 μέτρα το sl αυξάνεται, ενώ το sr μειώνεται ελαφρώς σε σχέση με τα 100 μέτρα. Ακόμα για το 400άρι το μήκος παραμένει σταθερό ενώ το sr μειώνεται κατά 4-5

χεριές/λεπτό. Τέλος τα 800 και 1500 μέτρα δεν απαιτούν αλλαγές στο μήκος αλλά ο ρυθμός επίσης μειώνεται κατά 2 έως 5 χεριές/λεπτό. Παρ' όλα αυτά έχουν σημειωθεί νίκες και ρεκόρ σε διάφορα αγωνίσματα όπου οι κολυμβητές χρησιμοποιούσαν λιγότερες ή περισσότερες χεριές από τους συναθλητές τους [11]. Τέλος, σε μία κούρσα, όταν επέλθει η κόπωση διαφοροποιείται τόσο το μήκος όσο και ο ρυθμός χεριάς. Πιο συγκεκριμένα μέσα σε μία κούρσα μειώνεται τόσο το μήκος χεριάς, όσο και ο ρυθμός χεριάς. Έχει βρεθεί, όμως, ότι ενώ το μήκος μπορεί να μειώνεται με την επήρεια της κόπωσης, ταυτόχρονα γίνεται μια αύξηση του ρυθμού χεριάς και αντίθετα, όταν μειώνεται ο ρυθμός χεριάς λόγω κόπωσης παρατηρείται αύξηση του μήκους [25]. Επομένως με την μείωση του ενός παράγοντα, υπάρχει αύξηση του άλλου δημιουργώντας μία εξισορρόπηση της μηχανικής δύναμης για τη διατήρηση της ταχύτητας [22]. Γενικά η αύξηση του ρυθμού χεριάς κατά την κόπωση είναι στατιστικά σημαντική για την κολυμβητική απόδοση υπό την κόπωση [15].

3. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

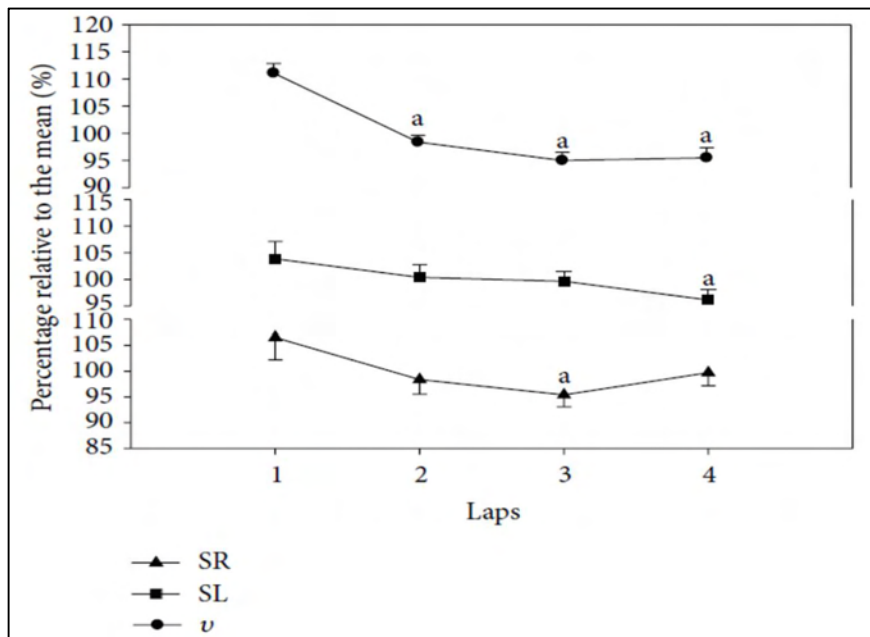
Στην διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την κολυμβητική απόδοση οι ερευνητές έχουν εστιάσει σε τρεις κύριους παράγοντες, τους βιοενεργητικούς, τους ανθρωπομετρικούς, και τους βιομηχανικούς [8, 24, 31]. Όσο αφορά τους βιοενεργητικούς παράγοντες ο τομέας όπου έχουν γίνει οι περισσότερες αναζητήσεις των ερευνητών είναι το γαλακτικό οξύ και η συσσώρευσή του στους μύες και στο αίμα. Το γ.ο. αξιολογεί την αναερόβια ικανότητα του αθλητή και, αν και είναι δύσκολο να γίνει η μέτρησή του, είναι πολύ αξιόπιστη. Στην βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνες, όπου το γαλακτικό οξύ χρησιμοποιείται ως μέσο αξιολόγησης των επιδράσεων των ερευνητικών προπονητικών προγραμμάτων διαλειμματικής φύσεως και μη [7], η ενεργοποίηση των μυών μέσω ηλεκτρομυογραφίας [10], η αναερόβια ικανότητα και άλλες παράμετροι αξιολόγησης της κολυμβητικής απόδοσης. Γενικά, έχουν γίνει πολλές έρευνες και για το γαλακτικό οξύ αλλά και την σχέση του με την κολυμβητική απόδοση, όπως και για την επίπεδα συσσώρευσή του κατά τη διάρκεια ενός σετ διαλειμματικής προπόνησης, όμως δεν έχει διερευνηθεί το μέγεθος της συσσώρευσής του στην προπόνηση σε ρυθμό αγώνα (Race Pace – R.P), και ο τρόπος με τον οποίο το διάλειμμα επηρεάζει τη συσσώρευση του γ.ο. σε κάθε 50άρι.

Η σύγχρονη προπονητική στρέφεται όλο και περισσότερο στην Διαλειμματική προπόνηση. Η Διαλειμματική Προπόνηση Υψηλής έντασης (High Intensity Interval Training - HIIT) περιλαμβάνει άσκηση η οποία χαρακτηρίζεται από σύντομες επαναλήψεις υψηλής έντασης, οι οποίες εναλλάσσονται με διαλείμματα παθητικής ή ενεργητικής αποκατάστασης [11]. Σε έρευνες στην μέχρι τώρα βιβλιογραφία έχει φανεί ότι προκαλεί σημαντικές προσαρμογές στον οργανισμό που μπορεί να διαρκέσουν ένα σημαντικό χρονικό διάστημα [12]. Οι προσαρμογές που προκαλούνται από αυτή τη μορφή προπόνησης οδηγούν σε μεγαλύτερη αντοχή στην κόπωση και στην διατήρηση της σωστής τεχνικής σταθεροποιώντας τις παραμέτρους της χεριάς ενός κολυμβητή κατά την διάρκεια ενός σετ διαλειμματικής φύσεως [22].

Κατά τη διάρκεια ενός σετ διαλειμματικής προπόνησης και κυριότερα σε άσκηση υψηλής έντασης η κολυμβητική ταχύτητα μειώνεται ως αποτέλεσμα της μείωσης της παραγωγής μηχανικής ενέργειας από τον κολυμβητή υπό την επήρεια της κόπωσης. Τη δεδομένη, αυτή, χρονική στιγμή υπάρχουν σημαντικές επιδράσεις στο μήκος και το ρυθμός της προώθησης [15]. Συγκεκριμένα, ο ρυθμός χεριάς (Stroke Rate – SR) αυξάνεται, εξαιτίας της ταυτόχρονης μείωσης του μήκους χεριάς (Stroke Length – S.L) [25]. Επομένως όταν ένας παράγοντας μειώνεται, ένας άλλος αυξάνεται με σκοπό την εξισορρόπηση της μηχανικής δύναμης για τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα [22]. Ακόμα, η αύξηση του ρυθμού χεριάς κατά την κόπωση καθιστά το SR στατιστικά σημαντικό για την απόδοση κατά την κόπωση [15]. Ωστόσο, ενώ είναι γνωστό ότι στην διάρκεια του αγωνίσματος μειώνεται ο ρυθμός και το μήκος χεριάς, δεν έχει διερευνηθεί ο ρυθμός μείωσης στην διαλειμματική προπόνηση σε ρυθμό αγώνα (Race Pace – R.P) ο τρόπος με τον οποίο το διάλειμμα συσχετίζεται με αυτή τη μείωση σε κάθε 50άρι. Το πιο σημαντικό συστατικό ενός σετ ρυθμού αγώνα είναι ο κολυμβητής να κολυμπάει στην ταχύτητα αγώνα ή και πιο πάνω από αυτή για πιο επιθυμητό αποτέλεσμα. Για αυτόν το λόγο, για μια κούρσα 200 μέτρων, για παράδειγμα, η ιδανικότερη απόσταση για την εκτέλεση του σετ είναι τα 50 μέτρα, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί αυτή η ταχύτητα από τον αθλητή. Η προπόνηση Αγωνιστικού Ρυθμού (R.P.), επίσης, μπορεί να εκτελεσθεί με την μέθοδο της σπαστής προπόνησης, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την έρευνα αυτή. Το σπαστό κολύμπι είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται χωρίζοντας μια συγκεκριμένη κολυμβητική απόσταση σε μικρότερα κομμάτια συνήθως με 5 έως 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ τους. Οι κολυμβητές εκτελούν τα

κομμάτια μέχρι η συνολική απόσταση να έχει καλυφθεί, έπειτα γίνεται η συλλογή του συνολικού χρόνου του σετ, από τον οποίο αφαιρούνται τα διαλείμματα και τέλος συγκρίνεται με τον καλύτερο χρόνο του κολυμβητή [2]. Η περίοδο ξεκούρασης κατά τη διάρκεια του σετ, τέλος, θα πρέπει να είναι αρκετή, ώστε να επιτρέπει στους κολυμβητές να κολυμπούν στην αγωνιστική τους ταχύτητα, αλλά όχι μεγαλύτερη. Ο καλύτερος τρόπος να καθοριστεί το διάλειμμα για κάθε αθλητή είναι μέσω του πειραματισμού και της εμπειρίας, όμως ύστερα από πολλές μελέτες έχει βρεθεί πως συγκεκριμένα για σπαστό κολύμπι κούρσας 200 μέτρων ελεύθερο η διάρκεια του διαλείμματος θα πρέπει να κυμαίνεται ανάμεσα στα 50άρια μεταξύ των 5 δευτερολέπτων και των 10 δευτερολέπτων [11].

Όσον αφορά την προπόνηση αγωνιστικού ρυθμού και το «Σπαστό κολύμπι» δεν υπάρχουν αρκετές έρευνες πάνω σε αυτούς τους τομείς του προπονητικού σχεδιασμού, παρ' όλο που θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικοί για την απόδοση, αφού προσομοιάζουν τις αγωνιστικές συνθήκες στην προπόνηση βελτιώνοντας έτσι, εκτός από την ψυχολογία του κολυμβητή κατά την κούρσα, και την εύρεση ενός αποδοτικού και αποτελεσματικού ρυθμού προώθησης (ρυθμού χεριάς). Ωστόσο, οι έρευνες που έγιναν έως τώρα που αφορούν σετ αγωνιστικού ρυθμού «σπαστής» κολύμβησης αφορούν μόνο τα 200 μέτρα [10, 14] με σετ 4x50 μέτρα σε αγωνιστική ταχύτητα με διάλειμμα 10 δευτερολέπτων που είχαν ως στόχο να συγκρίνουν τις αλλαγές στα κινηματικά και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες αλλαγές που συμβαίνουν σε μία κούρσα 200 μέτρων [16, 22, 30, 32]. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών περιγράφουν μία γραμμική πτώση στο μήκος χεριάς (μ.χ.) από τον πρώτο έως τον τέταρτο γύρο, τη στιγμή που υπάρχει μία αύξηση στον ρυθμό ταχύτητας μη γραμμική αλλά σημαντική από την αρχή μέχρι το τέλος του σετ. Αυτό δείχνει πως κολυμπώντας στην αγωνιστική ταχύτητα επέρχεται η κόπωση η οποία επιδρά στα συστατικά προώθησης μειώνοντας το μ.χ. προκαλώντας μία αύξηση στο ρ.χ. [16, 22, 29, 32, 33]. Η ταχύτητα προώθησης, όπως και σε μία απλή αγωνιστική κούρσα 200 μέτρων, ξεκινάει ψηλά, όμως πέφτει σημαντικά από το πρώτο 50άρι στο δεύτερο και έπειτα η πτώση από το 3^ο 50άρι στο 4^ο ελαχιστοποιείται [13, 22]. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν την αξιοπιστία της προπόνησης του αγωνιστικού ρυθμού με την μέθοδο της «σπαστής» κολύμβησης, αφού καταφέρνει να επιβάλει την ίδια επιβάρυνση και την ίδια συνθήκη στον οργανισμό με αυτή που βιώνει στην κούρσα των 200 μέτρων.



Εικόνα 3. Η παρουσίαση της ταχύτητας, του μήκους χεριάς και του ρυθμού χεριάς ποσοστιαία στο 100% της μέσης τιμής για μία κούρσα 200 μέτρων. ^aΣτατιστικά σημαντική διαφορά από 1^ο 50άρι [22]

Για τους νεαρούς κολυμβητές οι παράγοντες που σχετίζονται με την απόδοση είναι οι βιομηχανικοί, όπως και οι ανθρωπομετρικοί και οι φυσιολογικοί [34]. Οπότε, υποθετικά, σε ένα σετ αγωνιστικού ρυθμού οι επιδράσεις στην τεχνική θα είναι ίδιες και για τα παιδιά όπως και στους ενήλικες. Αν και δεν υπάρχουν αρκετές έρευνες σε παιδιά, ξέρουμε πως στις μικρότερες ηλικίες ο ρυθμός χεριάς(ρ.χ.) είναι μεγαλύτερος, ενώ το μήκος είναι μικρότερο [35-37], εξαιτίας των ανθρωπομετρικών παραγόντων (ύψος, άνοιγμα χεριών, επιφάνεια πλευστότητας) και φυσιολογικών (δύναμη άνω – κάτω άκρων). Ακόμα, γνωρίζουμε πως το επίπεδο του κολυμβητή του επιτρέπει, ανάλογα με το πόσο υψηλό είναι να διατηρεί το μήκος της χεριάς του για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και σε καταστάσεις μεγαλύτερης κόπωσης, λόγω τεχνικής και λόγω δύναμης των άνω άκρων [38]. Αυτή η πρόταση θα μπορούσε να διατυπωθεί ομοίως και για τους νεαρότερους κολυμβητές, αφού λόγω έλλειψης άλιπης σωματικής μάζας δεν διαθέτουν την ίδια ποσότητα δύναμης. Όσον αφορά τα 200 μέτρα και την έρευνα αυτή έχει βρεθεί πως ο σημαντικότερος παράγοντας στην πτώση της ταχύτητας κατά τη διάρκεια μιας κούρσας σε παιδιά από 11 έως 16 χρονών είναι η αύξηση του ρυθμού χεριάς μέσα στην κούρσα, αφού και

η ταχύτητα και ο ρ.χ. ελαττώνονται με την ίδια πορεία, ενώ το μήκος παραμένει σχεδόν σταθερό [25]. Τέλος, είναι σημαντικό να υπάρξουν περαιτέρω έρευνες γύρω από την προπόνηση αγωνιστικού ρυθμού και σε ενήλικες και σε παιδιά, καθώς μέσω της σπαστής κολύμβησης ο κολυμβητής μαζί με τον προπονητή μπορούν να σχεδιάσουν μία καλή στρατηγική αγώνα χρησιμοποιώντας και τον ρυθμό προώθησης, ενώ είναι μια χρήσιμη μέθοδος για την εξοικείωση του κολυμβητή με την αγωνιστική απόσταση.

4. Μεθοδολογία

Η διεξαγωγή της έρευνας έλαβε έγκριση από την επιτροπή βιοηθικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Όλη η διαδικασία έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις του Δημοτικού κολυμβητηρίου Καρδίτσας και του Δημοτικού κολυμβητηρίου Τρικάλων. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 16 νεαροί υγιείς κολυμβητές εθνικού επιπέδου (8 άνδρες, 8 γυναίκες). Η ηλικία τους, το σωματικό βάρος και το ύψος τους ήταν $13,81 \pm 1,1$ χρόνια ($M.O \pm T.A$), $57,98 \pm 6,41$ kg, και $1,68 \pm 0,07$ cm αντίστοιχα. Στην πρώτη τους επίσκεψη στο κολυμβητήριο, οι συμμετέχοντες έλαβαν τις απαραίτητες γνώσεις σχετικά με τη μεθοδολογία της έρευνας, πληροφορήθηκαν για τους κινδύνους που συμπεριλαμβάνονται στη διαδικασία εκτέλεσης της έρευνας και στη συνέχεια υπέγραψαν το σχετικό έντυπο συναίνεσης που τους δόθηκε. Όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν σε 3 διαφορετικές ημέρες τυχαία 3 δοκιμασίες για την πραγματοποίηση των απαραίτητων μετρήσεων με 48 ώρες τουλάχιστον κενό μεταξύ τους.

Οι δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 200 ελεύθερο σε αγωνιστική ταχύτητα χωρίς διάλειμμα ανάμεσα στα πενήντάρια, 200 μέτρα ελεύθερο σε αγωνιστική ταχύτητα με 5 δευτερόλεπτα διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις 200 μέτρα ελεύθερο με 10 δευτερόλεπτα διάλειμμα. Ζητήθηκε από τους κολυμβητές να κολυμπήσουν με την στρατηγική αγώνα που έχει ο καθένας. Μετρήθηκαν η συσσώρευση γαλακτικού οξέος Ηρεμίας (L.A.Pre), η συσσώρευση γαλακτικού οξέος Κόπωσης (L.A.Post), το μήκος προώθησης και ο ρυθμός προώθησης, δηλαδή, η συχνότητα των κύκλων χεριάς. Κατά τις δοκιμασίες οι κολυμβητές πραγματοποιούσαν push off start και έκαναν ανοιχτές στροφές και χωρίς δελφινισμούς για την εύρεση της καθαρής ταχύτητας των κολυμβητών. Πριν από κάθε δοκιμασία οι αθλητές έκαναν όλοι το ζέσταμα με το οποίο είναι εξοικειωμένοι στην καθημερινή τους προπόνηση, διάρκειας 1000 μέτρων. Πριν την

εκτέλεση των δοκιμασιών όλοι οι συμμετέχοντες είχαν παλμούς λιγότερους από 120/λεπτό. Για τις μετρήσεις δούλεψαν 3 άτομα για την καταγραφή των δεδομένων, την βιντεοσκόπηση των δοκιμασιών και την χρονομέτρηση των δοκιμασιών. Χρησιμοποιήθηκαν φορητή κάμερα Nikon S2700 για την καταμέτρηση του αριθμού των χεριών, χρονόμετρο για την καταγραφή χρόνων, ταινίες μέτρησης γαλακτικού οξέος για την καταγραφή της συσσώρευσης Γ.Ο. πριν την δοκιμασία και αμέσως μετά.

4.1 Στατιστική επεξεργασία

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για να εξεταστούν διαφορές στον αριθμό των κύκλων χεριάς, του μήκους χεριάς και στην συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στην δοκιμασία κολύμβησης 200 μέτρων ελεύθερο με τρεις διαφορετικές συνθήκες διαλείμματος (χωρίς διάλειμμα, με διάλειμμα 5 δευτερόλεπτα σε κάθε πενηντάρι, με 10 δευτερόλεπτα σε κάθε πενηντάρι). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$.

5. Αποτελέσματα

Ρυθμός χεριάς: Τα αποτελέσματα με βάση το Mauchly's test υποδηλώνουν ότι υπήρξε παραβίαση της ομοιογένειας της συνδιακύμανσης (sphericity) $\chi^2 (2) = 10.806$, $p < 0.05$. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στον ρυθμό χεριάς στις τρεις δοκιμασίες.

Μήκος χεριάς: Τα αποτελέσματα με βάση το Mauchly's test υποδηλώνουν ότι υπήρξε παραβίαση της ομοιογένειας της συνδιακύμανσης (sphericity) $\chi^2 (2) = 14.447$, $p < 0.05$. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο μήκος χεριάς στις τρεις δοκιμασίες.

Γαλακτικό οξύ: Τα αποτελέσματα με βάση το Mauchly's test υποδηλώνουν ότι δεν υπήρξε παραβίαση της ομοιογένειας της συν-διακύμανσης (sphericity) $\chi^2 (2) = 1.869$, $p < 0.05$. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην συγκέντρωση γαλακτικού οξέος.

6. Διαγράμματα

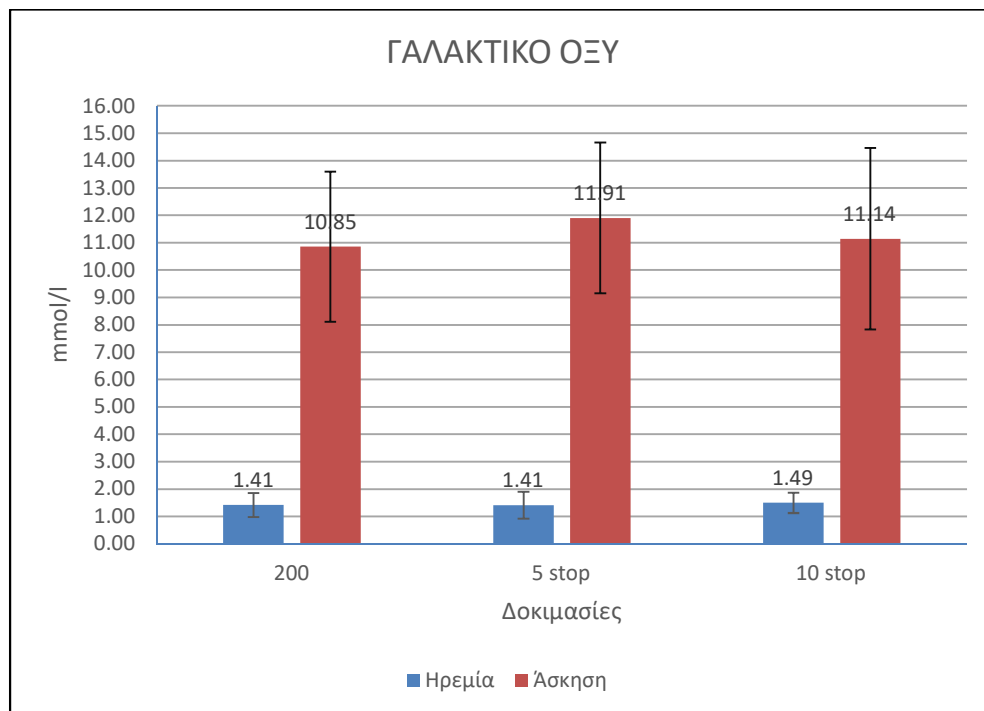


Figure 1. Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στις 3 δοκιμασίες

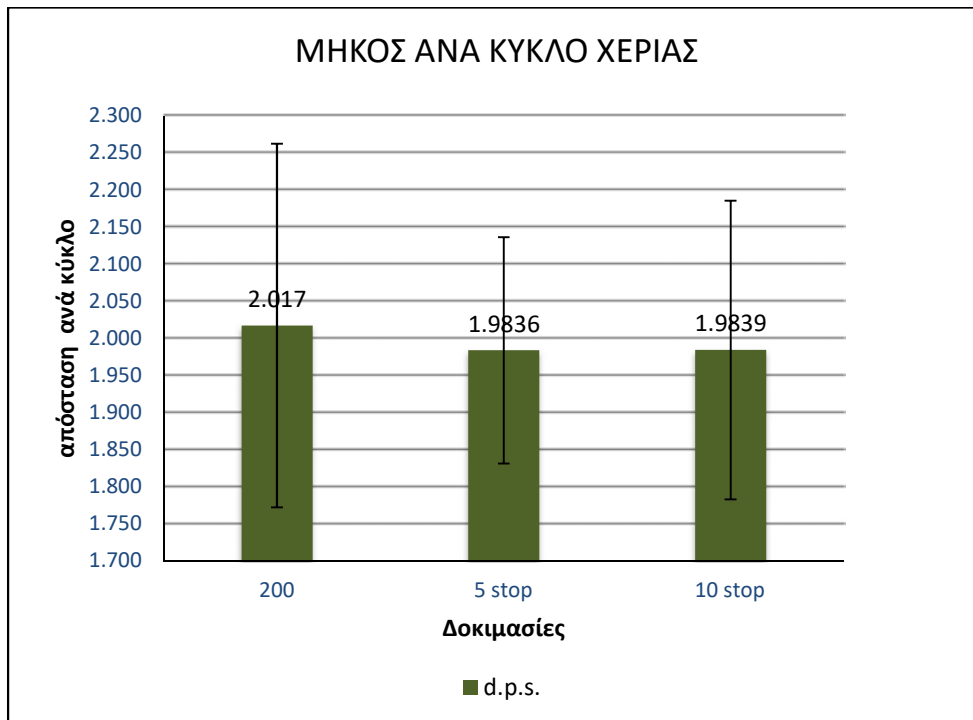


Figure 2. Μήκος ανά κύκλο χεριάς στις 3 δοκιμασίες

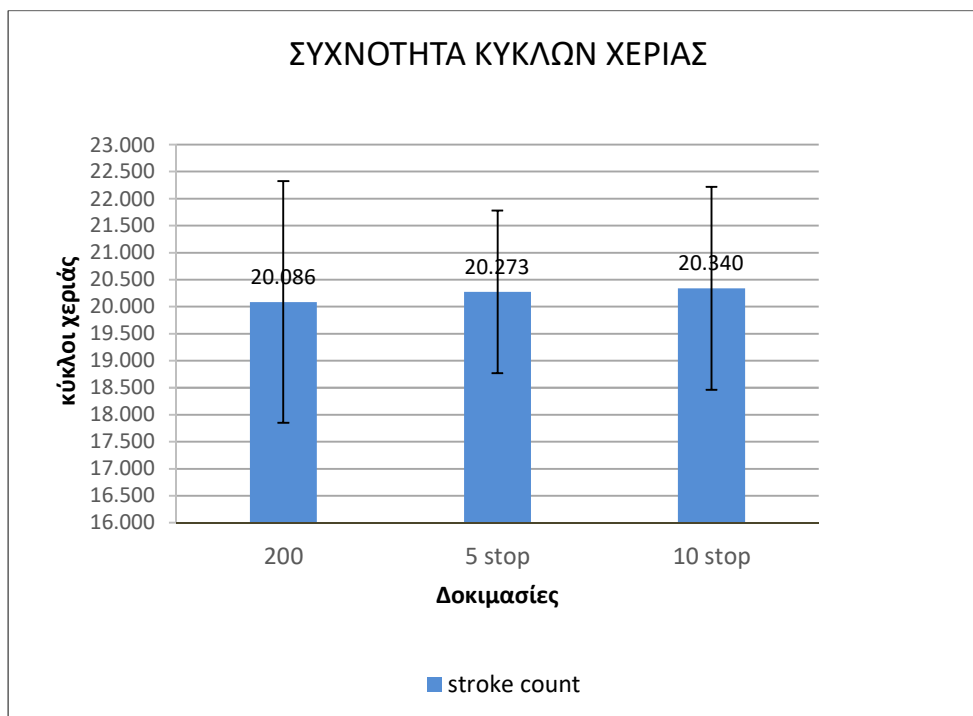


Figure 3. Ρυθμός χεριάς ως προς το 1 λεπτό στις τρεις δοκιμασίες

7. Συζήτηση

Η έρευνα αυτή ήταν η πρώτη που εξέτασε την επίδραση του διαλείμματος στα συστατικά προώθησης και την συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος σε ένα σετ ρυθμού αγώνα σπαστής κολύμβησης. Τα αποτελέσματα προέκυψαν από την μέση τιμή της κάθε παραμέτρου για ολόκληρη την δοκιμασία, είτε με 10 δευτερόλεπτα, είτε με 5 δευτερόλεπτα, είτε χωρίς καθόλου αποκατάσταση. Ακόμα, όλες οι ενδείξεις προέκυψαν από τον μέσο όρο όλων των συμμετεχόντων ηλικίας 12 έως 15 χρονών για την αποφυγή της ύπαρξης της αυξημένης ικανότητας της δύναμης. Τέλος, οι τιμές που παρουσιάζονται αφορούν τον μαζικό πληθυσμό του δείγματος συμπεριλαμβάνοντας τόσο τα αγόρια, όσο και τα κορίτσια.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως δεν υπήρξαν σημαντικές επιδράσεις στα συστατικά προώθησης (μήκος-ρυθμός χεριάς) μεταξύ των 3 διαφορετικών συνθηκών της αποκατάστασης, αλλά και η συγκέντρωση του γ.ο. παρέμεινε στα ίδια επίπεδα σχεδόν και στις τρεις δοκιμασίες χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αναλυτικά, οι τιμές για το μήκος χεριάς και οι τυπικές αποκλίσεις τους, όπως φαίνονται και στον Πίνακα 2, ήταν $2,017 \pm 0,245$, $1,984 \pm 0,153$ και $1,984 \pm 0,201$ μέτρα/κύκλο αντίστοιχα για καθόλου αποκατάσταση, για 5" και για 10" αποκατάσταση ανάμεσα στα 50άρια. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, ο ρυθμός χεριάς των συμμετεχόντων ήταν ομοίως $20,086 \pm 2,236$, $20,273 \pm 1,504$ και $20,340 \pm 1,879$ κύκλοι/λεπτό. Ακόμα, η συσσώρευση του γαλακτικού οξέος (Πίνακας 1) έπειτα από κάθε δοκιμασία ήταν $10,85 \pm 1,41$, $11,91 \pm 1,41$ και $11,14 \pm 1,49$ mmol/L⁻¹ αντίστοιχα για τις ανάλογες δοκιμασίες. Τα αποτελέσματα αυτά φανερώνουν πως η διαφορετική διάρκεια του διαλείμματος ανάμεσα στις επαναλήψεις σε ένα σετ ρυθμού αγώνα δεν προκαλεί σημαντικές επιδράσεις στα συστατικά προώθησης. Όσον αφορά τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος, ο χρόνος της αποκατάστασης που ευνόησε στην απομάκρυνση του γ.ο., δεν προσέφερε σημαντικές επιδράσεις στην τελική συγκέντρωσή του στο αίμα. Αυτό επιβεβαιώνει πως ο αερόβιος μεταβολισμός συμβάλει σημαντικά περισσότερο στην κούρσα των 200 μέτρων έναντι του αναερόβιου, όπως, παρουσιάζουν και οι έρευνες [14, 16, 39, 40], ενώ, όπως είπαμε προηγουμένως, η αύξηση του διαλείμματος σε ένα σετ διαλειμματικής προκαλεί μεγαλύτερη ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού.

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας παρουσιάζουν ομοιότητες αλλά και διαφορές με άλλες έρευνες που χρησιμοποίησαν παρόμοιο δείγμα με αυτό της συγκεκριμένης μελέτης. Όσον αφορά το μήκος χεριάς σε σχέση με την έρευνα [41], όπου η μέτρηση αφορούσε κολύμπι με σταθερό ρυθμό διάρκειας 4 λεπτών, βρέθηκε πως για τις ανάλογες ηλικίες ήταν 2.01 ± 0.18 μέτρα/κύκλο, ωστόσο ο ρυθμός χεριάς που παρατηρήθηκε ήταν σημαντικά πιο αργός (0.48 ± 0.04 χεριά/δευτερόλεπτο). Σε σχέση με τα αποτελέσματα της μελέτης [42], που είχε ως δοκιμασία την εκτέλεση 200 μέτρων ελεύθερου, παρουσιάστηκε μικρότερο μ.χ. 1.74 ± 0.15 , με τον ρυθμό χεριάς να είναι μεγαλύτερος 48.53 ± 3.78 χεριές/λεπτό και την έρευνα [37], που περιείχε 3 με 4 αυξανόμενες επαναλήψεις 50 μέτρων με μήκος χεριάς 2.02 ± 0.26 και ρυθμό 0.65 ± 0.10 χεριά/δευτερόλεπτο. Ακόμα, σχετικά με άλλες έρευνες που περιλάμβαναν δοκιμασία απόστασης 200 μέτρων με δείγμα μεγαλύτερης ηλικίας και εμπειρίας από την συγκεκριμένη έρευνα, βρέθηκε στις μελέτες [10, 16], με δείγμα αποτελούμενο από 10 υψηλού επιπέδου κολυμβητές ετών 21.6 ± 2.4 και δοκιμασία μιας μέγιστης εκτέλεσης 200 μέτρων και στην έρευνα [15], με δείγμα που αποτελούνταν από 10 διεθνούς επιπέδου κολυμβητές ετών 22.5 ± 2.3 και δοκιμασία ενός σετ 200 μέτρων αγωνιστικού ρυθμού 4x50, ότι το μήκος χεριάς που καταγράφηκε ήταν σημαντικά μεγαλύτερο και ο ρυθμός χεριάς αρκετά μικρότερος. Αιτία αυτού μπορεί να θεωρηθεί η ύπαρξη μεγαλύτερης μυϊκής δύναμης που επέρχεται με την αύξηση της ηλικίας και της προπόνησης αλλά και της καλύτερης τεχνικής της χεριάς. Επιπλέον, αναφορικά με μελέτες, που το δείγμα ήταν ηλικιακά μικρότερο από αυτό της παρούσας έρευνας, παρουσιάστηκε μικρότερο μήκος και μεγαλύτερος ρυθμός ή συχνότητα χεριάς [43-45] όπου χρησιμοποιήθηκαν αποστάσεις μέγιστης προσπάθειας 25, 100 και 200 μέτρων κατά σειρά, λόγω του μικρότερου ηλικιακά δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για τις έρευνες αυτές. Αυτό υποδεικνύει το κατώτερο επίπεδο μυϊκής δύναμης, καθώς και τεχνικής, που βρίσκονται αθλητές μικρότερης ηλικίας. Τέλος συγκριτικά με τα δεδομένα του γαλακτικού οξέος που παρουσιάσαμε υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση με τα δεδομένα της μελέτης [10], που ενώ οι συμμετέχοντες της είχαν μέσο όρο ηλικίας τα 21.6 έτη παρουσίασαν παρόμοιες ενδείξεις με αυτές της έρευνάς μας εκτελώντας μέγιστη προσπάθεια σε μία δοκιμασία 200 μέτρων ελεύθερο. Ακόμα στην έρευνα [46] η τιμή του γ.ο. μετά από μία κούρσα 200 μέτρων ελεύθερο αντρών ήταν 12.35 ± 2.8 mmol/L⁻¹. Ωστόσο, άλλες έρευνες αναφέρουν παρόμοιες τιμές

γαλακτικού οξέος σε ενήλικες στο τέλος ενός σετ αγωνιστικού ρυθμού 4x50 μέτρων, όπως στην έρευνα [13] (20.5 ± 1.0 ετών, 13.1 ± 1.63 mmol/L⁻¹) και στην [15] (22.5 ± 2.3 ετών, 13.0 ± 2.8 mmol/L⁻¹).

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής σε συνδυασμό με τα παραπάνω δείχνουν πως το μοντέλο προπόνησης σπαστής κολύμβησης ρυθμού αγώνα που πραγματοποιήθηκε για την έρευνα κατάφερε να προσομοιώσει τις συνθήκες του αγώνα μιας κούρσας 200 μέτρων [13, 15], καθώς τόσο τα συστατικά προώθησης, όσο και οι τιμές του γαλακτικού οξέος δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των σπαστών σετ και της κούρσας των 200 μέτρων χωρίς διαλείμματα. Η προπόνηση αγωνιστικού ρυθμού είναι από τις πιο χρήσιμες μορφές προπόνησης για έναν προπονητή, ιδίως την αγωνιστική περίοδο και το φορμάρισμα. Επίσης συμβάλει στην αυτοπεποίθηση του κολυμβητή για μία συγκεκριμένη απόσταση, δεδομένου ότι στο σετ αγωνιστικού ρυθμού, η απόσταση αυτή χωρίζεται σε μικρότερα μέρη, δίνοντας τη δυνατότητα καλύτερης εφαρμογής της στρατηγικής, αλλά και καλύτερης διαχείρισης της κόπωσης σε ψυχολογικό επίπεδο, σε αγωνιστικό επίπεδο και σε εμβιομηχανικό επίπεδο. Όσον αφορά, τα συστατικά προώθησης, ως αποτέλεσμα των παραπάνω μπορούμε να δηλώσουμε πως το μήκος χεριάς αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας από την προ-εφηβεία, χωρίς διαφορές μεταξύ των φύλων στα πρώτα χρόνια, έως ότου φτάσει το τέλος της αύξησής του που είναι τα 20 έτη [37]. Ακολούθως, προτείνεται για τους προπονητές των ηλικιών αυτών να αφιερώνουν αρκετό χρόνο στην προπόνηση του μήκους χεριάς στις προπονήσεις μέσα από την τεχνική [42]. Για τους παραπάνω λόγους, είναι επομένως σημαντικό να γίνουν περαιτέρω έρευνες στον τομέα της προπόνησης αγωνιστικού ρυθμού συμπεριλαμβάνοντας κι άλλα διαλείμματα διαφορετικής διάρκειας, όπως και άλλους παράγοντες επίδρασης της απόδοσης, αφού έχει αποδειχθεί πως είναι σημαντική για την απόδοση στην κούρσα παράγοντας παρόμοιες ενεργειακές και βιομηχανικές απαιτήσεις.

8. Βιβλιογραφία

1. Sousa, A., et al., *VO2 at Maximal and Supramaximal Intensities: Lessons to High Interval Training in Swimming*. Int J Sports Physiol Perform, 2016: p. 1-22.
2. Nikolopoulos, A.G., *Kolimbisi*. 2006, Athens, Greece. 424.

3. da Rocha, G.L., et al., *Effect of High Intensity Interval and Continuous Swimming Training on Body Mass Adiposity Level and Serum Parameters in High-Fat Diet Fed Rats*. ScientificWorldJournal, 2016. **2016**: p. 2194120.
4. Garcia-Pinillos, F., et al., *A High Intensity Interval Training (HIIT)-Based Running Plan Improves Athletic Performance by Improving Muscle Power*. J Strength Cond Res, 2017. **31**(1): p. 146-153.
5. Motta, V.F., M.B. Aguila, and C.A. Mandarim-De-Lacerda, *High-intensity interval training (swimming) significantly improves the adverse metabolism and comorbidities in diet-induced obese mice*. J Sports Med Phys Fitness, 2015.
6. Τουμπέκης, Α., Τοκμακίδης Σ., *Ενεργειακή Συμμετοχή κατά τον Αγώνα και την Προπόνηση Υψηλής Έντασης στην Κολύμβηση*. Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό, 2008. **6**(1): p. 111-23.
7. Dalamitros, A.A., et al., *Effects of Short-Interval and Long-Interval Swimming Protocols on Performance, Aerobic Adaptations, and Technical Parameters: A Training Study*. J Strength Cond Res, 2016. **30**(10): p. 2871-9.
8. Toussaint, H.M. and A.P. Hollander, *Energetics of competitive swimming. Implications for training programmes*. Sports Med, 1994. **18**(6): p. 384-405.
9. Barzdukas, A., et al., *Adaptations to interval training at common intensities and different work: Rest ratios*. (1992). In A. Lees, D. MacLaren & T. Reilly (Eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming. Swimming Science VI* (p. 189-194). London, UK: Taylor & Francis.
10. Figueiredo, P., et al., *Kinematic and electromyographic changes during 200 m front crawl at race pace*. Int J Sports Med, 2013. **34**(1): p. 49-55.
11. Maglischo, E.W., *Swimming Fastest*. 2003, Champaign, IL: Human Kinetics. 903.
12. Ribeiro, L.F., M.C. Lima, and C.A. Gobatto, *Changes in physiological and stroking parameters during interval swims at the slope of the d-t relationship*. J Sci Med Sport, 2010. **13**(1): p. 141-5.
13. Ikuta, Y., et al., *Relationship between decreased swimming velocity and muscle activity during 200-m front crawl*. Eur J Appl Physiol, 2012. **112**(9): p. 3417-29.
14. Sousa, A.C., et al., *VO2 kinetics in 200-m race-pace front crawl swimming*. Int J Sports Med, 2011. **32**(10): p. 765-70.
15. Aujouannet, Y.A., et al., *Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes*. Appl Physiol Nutr Metab, 2006. **31**(2): p. 150-8.
16. Figueiredo, P., et al., *An energy balance of the 200 m front crawl race*. Eur J Appl Physiol, 2011. **111**(5): p. 767-77.
17. Billat, V.L., et al., *The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science*. Sports Med, 2003. **33**(6): p. 407-26.
18. Bonen, A., S.K. Baker, and H. Hatta, *Lactate transport and lactate transporters in skeletal muscle*. Can J Appl Physiol, 1997. **22**(6): p. 531-52.
19. Costa, M.J., et al., *Effects of swim training on energetics and performance*. Int J Sports Med, 2013. **34**(6): p. 507-13.
20. Oliveira, M.F., et al., *Physiological and stroke parameters to assess aerobic capacity in swimming*. Int J Sports Physiol Perform, 2012. **7**(3): p. 218-23.
21. Faude, O., W. Kindermann, and T. Meyer, *Lactate threshold concepts: how valid are they?* Sports Med, 2009. **39**(6): p. 469-90.
22. Figueiredo, P., et al., *Interplay of biomechanical, energetic, coordinative, and muscular factors in a 200 m front crawl swim*. Biomed Res Int, 2013. **2013**: p. 897232.
23. Ferreira, M.I., et al., *Energetics, Biomechanics, and Performance in Masters' Swimmers: A Systematic Review*. J Strength Cond Res, 2016. **30**(7): p. 2069-81.
24. Barbosa, T.M., et al., *Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art*. J Sci Med Sport, 2010. **13**(2): p. 262-9.

25. Toussaint, H.M., et al., *Effect of fatigue on stroking characteristics in an arms-only 100-m front-crawl race*. Med Sci Sports Exerc, 2006. **38**(9): p. 1635-42.
26. Bentley, D.J., et al., *Blood lactate and stroke parameters during front crawl in elite swimmers with disability*. J Strength Cond Res, 2002. **16**(1): p. 97-102.
27. Dekerle, J., et al., *Stroking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed*. Int J Sports Med, 2005. **26**(1): p. 53-8.
28. Craig, A.B., Jr., et al., *Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition*. Med Sci Sports Exerc, 1985. **17**(6): p. 625-34.
29. Alberty, M.R., et al., *Effect of stroke rate reduction on swimming technique during paced exercise*. J Strength Cond Res, 2011. **25**(2): p. 392-7.
30. Huot-Marchand, F., et al., *Variations of stroking parameters associated with 200 m competitive performance improvement in top-standard front crawl swimmers*. Sports Biomech, 2005. **4**(1): p. 89-99.
31. Toussaint, H.M. and P.J. Beek, *Biomechanics of competitive front crawl swimming*. Sports Med, 1992. **13**(1): p. 8-24.
32. Barden, J.M., R.T. Kell, and D. Kobsar, *The effect of critical speed and exercise intensity on stroke phase duration and bilateral asymmetry in 200-m front crawl swimming*. J Sports Sci, 2011. **29**(5): p. 517-26.
33. Bassan, N.M., et al., *Relationship Between Fatigue and Changes in Swim Technique During an Exhaustive Swim Exercise*. Int J Sports Physiol Perform, 2016. **11**(1): p. 33-9.
34. Morais, J.E., et al., *Modelling the relationship between biomechanics and performance of young sprinting swimmers*. Eur J Sport Sci, 2016. **16**(6): p. 661-8.
35. Kjendlie, P.L., et al., *Differences in the energy cost between children and adults during front crawl swimming*. Eur J Appl Physiol, 2004. **91**(4): p. 473-80.
36. Kjendlie, P.L., R.K. Stallman, and J. Stray-Gundersen, *Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children*. Eur J Appl Physiol, 2004. **91**(5-6): p. 649-55.
37. Zamparo, P., *Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke*. Eur J Appl Physiol, 2006. **97**(1): p. 52-8.
38. Chollet, D., et al., *Stroking characteristic variations in the 100-M freestyle for male swimmers of differing skill*. Percept Mot Skills, 1997. **85**(1): p. 167-77.
39. Capelli, C., D.R. Pendergast, and B. Termin, *Energetics of swimming at maximal speeds in humans*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1998. **78**(5): p. 385-93.
40. Zamparo, P., et al., *Energy cost of front-crawl swimming at supra-maximal speeds and underwater torque in young swimmers*. Eur J Appl Physiol, 2000. **83**(6): p. 487-91.
41. Zamparo, P., et al., *The interplay between propelling efficiency, hydrodynamic position and energy cost of front crawl in 8 to 19-year-old swimmers*. Eur J Appl Physiol, 2008. **104**(4): p. 689-99.
42. Nasirzade, A., et al., *Multivariate analysis of 200-m front crawl swimming performance in young male swimmers*. Acta Bioeng Biomech, 2015. **17**(3): p. 137-43.
43. Figueiredo, P., et al., *Front Crawl Sprint Performance: A Cluster Analysis of Biomechanics, Energetics, Coordinative, and Anthropometric Determinants in Young Swimmers*. Motor Control, 2016. **20**(3): p. 209-21.
44. Morais, J.E., et al., *Linking selected kinematic, anthropometric and hydrodynamic variables to young swimmer performance*. Pediatr Exerc Sci, 2012. **24**(4): p. 649-64.
45. Barbosa, T.M., et al., *Modeling the links between young swimmers' performance: energetic and biomechanic profiles*. Pediatr Exerc Sci, 2010. **22**(3): p. 379-91.
46. Bonifazi, M., et al., *Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition*. J Sports Med Phys Fitness, 1993. **33**(1): p. 13-8.

