



**ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΡΥΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ  
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗΣ, ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΣΚΗΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ»**

**Αθανάσιος Ζαββός**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»**

**ΑΘΗΝΑ 2014**

© Copyright

Ζαββός Αθανάσιος του Χριστόδουλου

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη

## ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

### ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΤΟΜΕΑΣ  
ΑΘΛΗΤΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εθνικής Αντιστάσεως 41, Δάφνη 17237, Αθήνα Ελλάς  
Τηλ. 210 727 6039, Fax: 210 727 6028  
e-mail: gradbio@phed.uoa.gr

#### ΠΡΑΚΤΙΚΟ

#### ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

#### ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

**Του Αθανάσιου Ζαββού**

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 30/4/2014 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής του **κ. Αθανασίου Ζαββού** με τίτλο: «Επίδραση κρυοθεραπείας στην απόδοση κατά τη διάρκεια παρατεταμένης, διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη» αποτελούμενη από τους κ. **Ν. Γελαδά** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέποντα), κ. **Μ. Κοσκολού** Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. **Α. Τουμπέκη** Λέκτορα του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 30/5/2014 ημέρα Παρασκευή και ώρα 14:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε.Παυλίνη του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

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

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

**Ν. Γελαδάς**, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αθηνών (επιβλέπων)

**Μ. Κοσκολού**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Πανεπιστήμιο Αθηνών

**Α. Τουμπέκης**, Λέκτορας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τις μεταπτυχιακές μου σπουδές, με επιστέγασμα αυτών την διεκπεραίωση της διατριβής μου, θα ήθελα να ευχαριστώ ορισμένα άτομα που συνέβαλαν ώστε να τα καταφέρω.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου τον κύριο Νίκο Γελαδά. Τόσο για τις γνώσεις που μου μετέφερε σε κάθε συνάντηση που είχαμε είτε σε μάθημα είτε στο γραφείο του ακόμη και τυχαία κάπου στη σχολή πάντα έδινε τροφή για σκέψη και αναζήτηση προσφέροντας γενναιόδωρα τις γνώσεις του που πραγματικά είναι αξιοθαύμαστες. Όσο και για τον τρόπο που σε αντιμετωπίζει κάθε φορά που τον χρειάζεσαι για οποιοδήποτε πρόβλημα είναι πραγματικά ένας σωστός Ακαδημαϊκός και Δάσκαλος με όλη την σημασία των λέξεων. Φυσικά, η συμβολή του στην ολοκλήρωση της διατριβής μου είναι αναμφίβολα καθοριστική και τον ευχαριστώ για αυτό.

Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μαρία Κοσκολού που ήταν μέλος της τριμελούς μου επιτροπής. Πάντα ήρεμη και πρόθυμη να σε βοηθήσει για οτιδήποτε της ζητήσεις τη βοήθεια της αντιμετωπίζοντας σε με μια ευχάριστη οικειότητα. Πάντοτε σωστή και καίρια στις παρατηρήσεις της πηγάζοντας βέβαια αυτό από τις πολλές, πολύπλευρες και σε βάθος γνώσεις της. Η συνεισφορά της για την ολοκλήρωση της διατριβής μου ήταν σημαντική γιατί μέσα από τις παρατηρήσεις της συνέβαλε στην βελτίωση της και στην πληρότητα της.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Αργύρη Τουμπέκη μέλος της τριμελούς επιτροπής μου. Ένας πολύ καλός ερευνητής και συνάμα καλός καθηγητής με διάθεση να σου

μεταδώσει τις ευρείες γνώσεις του γύρω από το αντικείμενο του. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερος για την αποδοχή του να ενταχθεί στην τριμελή μου επιτροπή παρά του γεγονότος ότι δεν ήταν στο αρχικό κομμάτι της δημιουργίας του πειραματικού σχεδιασμού και των μετρήσεων αλλά εντάχθηκε μετέπειτα. Όμως, η συμμετοχή του στην ολοκλήρωση της διατριβής μου ήταν ουσιαστική μέσα από τις παρατηρήσεις και τις συμβουλές του.

Δεν θα μπορούσα να μην αναφέρω και να ευχαριστήσω τα άτομα που στάθηκαν δίπλα μου σε όλη τη δύσκολη πορεία για την ολοκλήρωση των πειραμάτων της διατριβής. Ξεκινώντας, από τον Παναγιώτη Γκρίλια που ήταν πάντα ανήσυχος και καχύποπτος για το τι μπορούσε να προκύψει ανά πάσα στιγμή στη διάρκεια ενός πειράματος με αποτέλεσμα να έχει σχεδιάσει κάθε πιθανή λύση για οποιοδήποτε πρόβλημα ήταν πιθανό να προκύψει. Πολλές οι φορές που μας έπαιρνε η νύχτα στο εργαστήριο να επιδιορθώσουμε προβλήματα ώστε να κάνουμε μέτρηση την άλλη μέρα όπως π.χ. το καλώδιο του πυρήνα. Συνεχίζοντας, με την κοπέλα της ομάδας την Νίκη Μανωλάκη με την χαρακτηριστική της διάθεση να σου προσφέρει απλόχερα την βοήθεια της για οποιοδήποτε θέμα, να ενθαρρύνει την ομάδα σε κάθε δύσκολη στιγμή και να δώσει άμεση λύση σε κάθε πρόβλημα που εμφανιζόταν. Αυτά τα δύο άτομα που προαναφέρθηκαν θα ήθελα να τα ευχαριστήσω ιδιαίτερος για την αυταπάρνηση που επέδειξαν στην διάρκεια των πειραμάτων για την ολοκλήρωση της διατριβής μου όπου πολλές φορές παραμέλησαν και προσωπικές τους στιγμές. Τους εύχομαι πραγματικά να επιτύχουν και να καταφέρουν τους στόχους τους.

Δεν θα μπορούσα να ξεχάσω να ευχαριστήσω την Ευγενία Χερουβείμ τον άνθρωπο του εργαστηριού. Όταν προέκυπτε κάτι και δεν μπορούσαμε να το λύσουμε σε αυτόν που απευθυνόμασταν ήταν η Ευγενεία για να μας δώσει τα φώτα της. Επίσης, την ευχαριστώ για την καθοριστική της συμβολή στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων της διατριβής. Ακολουθώς, θα ήθελα να ευχαριστήσω των Παναγιώτη Μηλίωτη γιατί όποτε του ζητήθηκε να βοηθήσει στην διεξαγωγή των πειραμάτων δεν το αρνήθηκε ποτέ και ήταν πάντα εκεί με ευχάριστη διάθεση. Επιπλέον, δεν θα ήταν σωστό να μην αναφέρω και να μην ευχαριστήσω τον Στέλιο Κουναλάκη που ήταν πάντα εκεί για να βοηθήσει όποτε του ζητήθηκε.

Ιδιαίτερα χαρούμενος είμαι που στη δύσκολη πορεία για την διεκπεραίωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών γνώρισα δύο σπάνια παιδιά τον Χρυσάνθο Παπανάκο και την Λάουρα Κόρνια με τους οποίους η συνεργασία και η παρέα ήταν σημαντική ώστε να ξεπεραστούν οι δυσκολίες των μαθημάτων.

Φυσικά ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να δώσω σε όλους τους δοκιμαζόμενους που πήραν μέρος στα πειράματα τις διατριβής μου γιατί χωρίς αυτούς δεν θα είχα καταφέρει να τελειώσω τις μετρήσεις.

Ξεχωριστός λόγος πρέπει να γίνει για την στήριξη της οικογένεια μου, δηλαδή των γονιών μου και του αδερφού μου, που μου παρέχει όλα αυτά τα χρόνια και συνεχίζουν να τα κάνουν σε ότι επιλογές έχω κάνει πάρα τις δυσκολίες που προκύπτουν. Είναι πάντα δίπλα μου δείχνοντας εμπιστοσύνη σε εμένα για τις επιλογές μου και μου προσφέρουν τα πάντα για να πετύχω τους στόχους μου. Είναι βέβαιο ότι χωρίς αυτούς δεν θα είχα καταφέρει τίποτα από αυτά που έχω κάνει έως τώρα. Τους ευχαριστώ για όλα....

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον άνθρωπο που ήταν και είναι συνέχεια δίπλα μου και με στηρίζει σε όλες τις δυσκολίες που συνάντησα. Ήταν κοντά μου σε όλη την πορεία των μεταπτυχιακών σπουδών μου βιώνοντας το καθημερινό άγχος για τα προβλήματα που εμφανίζονταν ώστε να μου δώσει κουράγιο για να τα ξεπεράσω και να συνεχίζω. Συνέβαλε και ουσιαστικά στην ολοκλήρωση της διατριβής με τις παρατηρήσεις της που ήταν πάντοτε εύστοχες. Το άτομο αυτό είναι η Χρύσα η οποία ακόμη και τώρα με στηρίζει στις επιλογές μου. Την ευχαριστώ και της εύχομαι να εκπληρώσει όλα της τα όνειρα.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ.....                                                              | iii       |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....                                                                     | iv        |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....                                                            | vi        |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....                                                             | ix        |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....                                                               | xiii      |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....                                                                        | xiv       |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ.....                                                    | xvi       |
| ΔΙΣΕΛΙΔΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....                                                               | xviii     |
| <b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>                                                              | <b>20</b> |
| 1.1.Σημασία της έρευνας.....                                                         | 20        |
| 1.2.Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος.....                           | 22        |
| 1.3.Μεταβλητές.....                                                                  | 22        |
| 1.3.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές.....                                                   | 22        |
| 1.3.2. Εξαρτημένες μεταβλητές.....                                                   | 23        |
| 1.4. Ερευνητικές υποθέσεις.....                                                      | 23        |
| 1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....                                               | 23        |
| 1.6. Συντομογραφίες.....                                                             | 24        |
| <b>2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....</b>                                              | <b>25</b> |
| 2.1. Φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον..... | 25        |
| 2.1.1. Καρδιαγγειακές αποκρίσεις.....                                                | 25        |
| 2.1.2. Θερμορυθμιστικές αποκρίσεις.....                                              | 28        |
| 2.1.3. Μεταβολικές αποκρίσεις.....                                                   | 32        |
| 2.1.4. Αποκρίσεις στο ποδόσφαιρο ή σε διαλειμματική άσκηση.....                      | 33        |
| 2.2. Η πρόψυξη και η ψύξη ως μέθοδος βελτίωσης της απόδοσης.....                     | 35        |
| 2.2.1. Γενικές αρχές.....                                                            | 35        |
| 2.2.2. Έρευνες στο ποδόσφαιρο.....                                                   | 38        |
| 2.3. Πρόψυξη και ψύξη του σώματος έναντι άλλων μεθόδων ψύξης .....                   | 43        |
| 2.3.1. Ποιές είναι οι άλλες μέθοδοι και πώς βελτιώνουν την απόδοση...43              |           |
| 2.3.1.1. Ψύξη ποδιών.....                                                            | 43        |
| 2.3.1.2. Ψύξη κεφαλιού και προσώπου.....                                             | 43        |
| 2.3.1.3. Ψύξη του λαιμού.....                                                        | 44        |
| 2.3.1.4. Τύλιγμα με βρεγμένες πετσέτες και έκθεση σε αέρα.....                       | 44        |
| 2.3.2. Γιατί υπερτερεί ο τρόπος που προτείνουμε;.....                                | 47        |
| <b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ.....</b>                                                               | <b>48</b> |
| 3.1. 1 <sup>η</sup> Έρευνα.....                                                      | 48        |
| 3.1.1. Δείγμα.....                                                                   | 48        |
| 3.1.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....                                                  | 48        |
| 3.1.3. Πειραματική διαδικασία.....                                                   | 50        |
| 3.1.3.1. Προκαταρτικές μετρήσεις.....                                                | 50        |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.3.1.1. Ανθρωπομετρικές μετρήσεις .....                                 | 50        |
| 3.1.3.1.2. Προσδιορισμός της $VO_{2max}$ .....                             | 51        |
| 3.1.3.1.3. Εξοικείωση με τις κύριες πειραματικές μετρήσεις.....            | 52        |
| 3.1.3.2. Κύριες πειραματικές μετρήσεις.....                                | 52        |
| 3.1.3.2.1. Παρέμβαση με ψύξη.....                                          | 52        |
| 3.1.3.2.2. Παρέμβαση χωρίς ψύξη.....                                       | 55        |
| 3.2. 2 <sup>η</sup> Έρευνα.....                                            | 56        |
| 3.2.1. Δείγμα.....                                                         | 56        |
| 3.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....                                        | 56        |
| 3.2.3. Πειραματική διαδικασία.....                                         | 57        |
| 3.2.3.1. Προκαταρτικές μετρήσεις.....                                      | 57        |
| 3.2.3.2. Κύριες πειραματικές μετρήσεις.....                                | 57        |
| 3.2.3.2.1. Παρέμβαση με ψύξη.....                                          | 57        |
| 3.2.3.2.2. Παρέμβαση χωρίς ψύξη.....                                       | 60        |
| 3.4. Όργανα-Μετρήσεις-Υπολογισμοί.....                                     | 61        |
| 3.4.1. Καταγραφή σωματικού βάρους και ύψους.....                           | 61        |
| 3.4.2. Κυκλοεργόμετρο.....                                                 | 61        |
| 3.4.3. Αναπνευστικές μετρήσεις.....                                        | 61        |
| 3.4.4. Αντιλαμβανόμενη κόπωση.....                                         | 61        |
| 3.4.5. Καρδιακή συχνότητα.....                                             | 61        |
| 3.4.6. Περιβαλλοντικός θάλαμος.....                                        | 62        |
| 3.4.7. Πρωτόκολλο άσκησης.....                                             | 62        |
| 3.4.8. Καταγραφή θερμοκρασίας πυρήνα.....                                  | 62        |
| 3.4.9. Θερμοκρασία δέρματος.....                                           | 62        |
| 3.4.10. Κορυφαία παραγόμενη ισχύς.....                                     | 63        |
| 3.4.11. Δείκτης φυσιολογικής καταπόνησης.....                              | 63        |
| 3.4.12. Αιματολογικές μετρήσεις.....                                       | 64        |
| 3.4.13. Θερμική αίσθηση.....                                               | 64        |
| 3.4.14. Δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας.....                               | 64        |
| 3.5. Στατιστική ανάλυση.....                                               | 65        |
| <b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>                                                | <b>66</b> |
| 4.1. 1 <sup>η</sup> Έρευνα.....                                            | 66        |
| 4.1. Ανθρωπομετρικά.....                                                   | 66        |
| 4.2. Επίδραση της ψύξης στην θερμορυθμιστική απόκριση.....                 | 66        |
| 4.2.1. Θερμοκρασία πυρήνα (Tc).....                                        | 66        |
| 4.2.2. Θερμοκρασία δέρματος (Tskin).....                                   | 69        |
| 4.2.3. Δείκτης αγγειοσυστολής.....                                         | 71        |
| 4.2.4.Θερμική αίσθηση.....                                                 | 72        |
| 4.2.5. Δείκτης φυσιολογικής καταπόνησης.....                               | 72        |
| 4.3. Η επίδραση της ψύξης στην απόδοση – Αντιλαμβανόμενη κόπωση (RPE)..... | 72        |
| 4.4. Επίδραση της ψύξης στη καρδιαγγειακή απόκριση.....                    | 74        |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.1. Καρδιακή συχνότητα.....                                                       | 74  |
| 4.5. Απώλεια υγρών – Αφυδάτωση.....                                                  | 76  |
| 4.6. Αιματολογικές αποκρίσεις.....                                                   | 77  |
| 4.6.1. Γαλακτικό οξύ, αιματοκρίτης και αιμοσφαιρίνη.....                             | 77  |
| 4.6.2. Αλλαγή στον όγκο αίματος και πλάσματος.....                                   | 78  |
| 4.7. Απόδοση στις νοητικές δοκιμασίες.....                                           | 78  |
| 4.7.1. Δοκιμασία χρόνου αντίδρασης (reaction time test).....                         | 78  |
| 4.7.2. Δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής (concentration test).....                     | 78  |
| 2 <sup>η</sup> Έρευνα.....                                                           | 79  |
| 4.8. Ανθρωπομετρικά.....                                                             | 79  |
| 4.9.. Επίδραση της ψύξης στην θερμορυθμιστική απόκριση.....                          | 79  |
| 4.9.1. Θερμοκρασία πυρήνα (T <sub>c</sub> ).....                                     | 79  |
| 4.9.2. Θερμοκρασία δέρματος (T <sub>skin</sub> ).....                                | 81  |
| 4.9.3. Δείκτης αγγειοσυστολής.....                                                   | 82  |
| 4.9.4.Θεμρική αίσθηση.....                                                           | 82  |
| 4.9.5. Δείκτης φυσιολογικής καταπόνησης.....                                         | 82  |
| 4.10. Η επίδραση της ψύξης στην απόδοση – Αντιλαμβανόμενη κόπωση (RPE).....          | 82  |
| 4.11. Επίδραση της ψύξης στη καρδιαγγειακή απόκριση.....                             | 84  |
| 4.11.1. Καρδιακή συχνότητα.....                                                      | 84  |
| 4.12. Απώλεια υγρών – Αφυδάτωση.....                                                 | 84  |
| 4.13. Αιματολογικές αποκρίσεις.....                                                  | 85  |
| 4.13.1. Γαλακτικό οξύ, αιματοκρίτης και αιμοσφαιρίνη.....                            | 85  |
| 4.13.2. Αλλαγή στον όγκο αίματος και πλάσματος.....                                  | 86  |
| 4.14. Απόδοση στις νοητικές δοκιμασίες.....                                          | 87  |
| 4.14.1. Δοκιμασία χρόνου αντίδρασης (reaction time test).....                        | 87  |
| 4.14.2. Δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής (concentration test).....                    | 87  |
| <b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....                                              | 88  |
| 5.1. Η αποτελεσματικότητα τις παρέμβασης ψύξης στις θερμορυθμιστικές αποκρίσεις..... | 89  |
| 5.2. Η επίδραση της ψύξης στην απόδοση – Αντιλαμβανόμενη κόπωση (PRE).....           | 100 |
| 5.3. Η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης ψύξης στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις.....   | 102 |
| 5.4. Η επίδραση της ψύξης στην απώλεια υγρών- Αφυδάτωση.....                         | 105 |
| 5.5. Η απόδοση στις δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας.....                             | 106 |
| Συμπεράσματα.....                                                                    | 107 |
| <b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....                                                         | 109 |
| <b>7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....                                                            | 116 |
| 7.1 Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης δοκιμαζομένων.....                            | 116 |
| 7.2 Ερωτηματολόγιο κατάστασης υγείας.....                                            | 118 |
| 7.3 Αρχικά δεδομένα.....                                                             | 121 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Σχήμα 3.1.</b> Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού (1 <sup>η</sup> έρευνα).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 49 |
| <b>Σχήμα 3.2:</b> Αναπαράσταση του πειραματικού πρωτοκόλλου. Η ψύξη έγινε μόνο στην μία πειραματική συνθήκη από τις δύο που αποτελούν τις κύριες πειραματικές μετρήσεις (1 <sup>η</sup> έρευνα).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 54 |
| <b>Σχήμα 3.3.</b> Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού (2 <sup>η</sup> έρευνα).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 57 |
| <b>Σχήμα 3.4.</b> Αναπαράσταση του πειραματικού πρωτοκόλλου. Η ψύξη έγινε μόνο στην μία πειραματική συνθήκη από τις δύο που αποτελούν τις κύριες πειραματικές μετρήσεις (2 <sup>η</sup> έρευνα).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 59 |
| <b>Σχήμα 4.1.</b> Η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος στο διάστημα των 20 λεπτών πριν την άσκηση, με πρόψυξη (Prec) και χωρίς πρόψυξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (*) υποδεικνύει σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών συνθηκών.....                                                                                                                                                                                                                            | 67 |
| <b>Σχήμα 4.2.</b> Η επίδραση της πρόψυξης στην θερμοκρασία πυρήνα (Tc) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (*) υποδηλώνει την σημαντική διαφορά στην Tc του σώματος ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec και Con).....                                                                                                                                                                                                               | 67 |
| <b>Σχήμα 4.3.</b> Η μεταβολή της θερμοκρασία πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης με πρόψυξη (Prec) και χωρίς πρόψυξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη μεταβολή της Tc του σώματος στην συνθήκη Prec σε σύγκριση με την συνθήκη Con.....                                                                                                                                                   | 68 |
| <b>Σχήμα 4.4.</b> Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης με ψύξη (Prec) και χωρίς ψύξη (Con) στην ανάπαυλα. Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη μεταβολή της Tc του σώματος στην συνθήκη Prec σε σύγκριση με την συνθήκη Con.....                                                                                                                                  | 69 |
| <b>Σχήμα 4.5.</b> Η θερμοκρασία δέρματος (T <sub>skin</sub> ) στην διάρκεια της ανάπαυλας με ψύξη (Prec) και χωρίς ψύξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα. (*) 1 <sup>ο</sup> -5 <sup>ο</sup> λεπτό (p = 0,00016), (§) 6 <sup>ο</sup> λεπτό (p = 0,00058), (Ϟ) 7 <sup>ο</sup> λεπτό (p = 0,0038), (#) 8 <sup>ο</sup> λεπτό (p = 0,014) και (?) 9 <sup>ο</sup> λεπτό (0,03) υποδεικνύουν την σημαντικά υψηλότερη πτώση της T <sub>skin</sub> στην συνθήκη Con έναντι της συνθήκης Prec..... | 70 |

**Σχήμα 4.6.** Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας δέρματος ( $\Delta T_{skin}$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας με ψύξη (Prec) και χωρίς ψύξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των συνθηκών στο  $\Delta T_{skin}$  στο χρονικό διάστημα της ανάπαυλας.....70

**Σχήμα 4.7.** Η επίδραση της ψύξης (ανάπαυλα), μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης, στην θερμοκρασία δέρματος ( $T_{skin}$ ). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη  $T_{skin}$  στην συνθήκη Prec έναντι της συνθήκης Con.....71

**Σχήμα 4.8.** Η μεταβολή της θερμοκρασίας δέρματος ( $\Delta T_{skin}$ ) μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης έχοντας προηγηθεί ανάπαυλα (15 λεπτών) με ψύξη (Prec) ή χωρίς ψύξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά στο  $\Delta T_{skin}$  ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec και Con).....71

**Σχήμα 4.9.** Η θερμική αίσθηση των δοκιμαζόμενων έχοντας ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την σημαντική διαφορά που υπάρχει μεταξύ των συνθηκών (Prec και Con).....72

**Σχήμα 4.10.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.....73

**Σχήμα 4.11.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) κατά την διάρκεια της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών. ....73

**Σχήμα 4.12.** Η επίδραση της πρόψυξης (20 λεπτά πριν την άσκηση) στην καρδιακή συχνότητα μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα της συνθήκης Prec έναντι της συνθήκης Con.....74

**Σχήμα 4.13.** Η επίδραση της ψύξης στην καρδιακή συχνότητα κατά την χρονική περίοδο της ανάπαυλας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την χαμηλότερη τιμή της καρδιακής συχνότητας στην συνθήκη Prec

(για τα πρώτα 10 λεπτά που διαρκεί η παρέμβαση της ψύξης) έναντι της συνθήκης Con.....75

**Σχήμα 4.14.** Η καρδιακή συχνότητα μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης για κάθε συνθήκη (Prec και Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα της συνθήκης Prec έναντι της συνθήκης Con.....75

**Σχήμα 4.15.** Η μεταβολή του σωματικού βάρους των δοκιμαζομένων στην συνθήκη Prec. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Η μέτρηση του σωματικού βάρους πριν τις πειραματικές μετρήσεις δεν διέφερε σημαντικά με την μέτρηση του μετά των πειραματικών μετρήσεων.....76

**Σχήμα 4.16.** Η μεταβολή του σωματικού βάρους των δοκιμαζομένων στην συνθήκη Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει ότι το σωματικό βάρος πριν τις πειραματικές μετρήσεις διέφερε σημαντικά με το σωματικό βάρος μετά των πειραματικών μετρήσεων.....76

**Σχήμα 4.17.** Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας πυρήνα του σώματος ( $\Delta T_c$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει τον σημαντικά μεγαλύτερο ρυθμό πτώσης της  $T_c$  του σώματος για τη συνθήκη Midc έναντι της συνθήκης Con.....80

**Σχήμα 4.18.** Η μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου μέρους της άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη  $\Delta T_c$  για την συνθήκη Midc έναντι της συνθήκης Con.....80

**Σχήμα 4.19.** Η θερμοκρασία του δέρματος ( $T_{skin}$ ) κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών (Midc και Con).....81

**Σχήμα 4.20.** Η θερμοκρασία του δέρματος ( $T_{skin}$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά στην  $T_{skin}$  μεταξύ των συνθηκών Midc και Con.....82

**Σχήμα 4.21.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) για το 46λεπτό πρωτόκολλο άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.....83

**Σχήμα 4.22.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) για το 2 μέρος άσκησης. Το πρωτόκολλο τερματίζει όταν  $T_c$  των δοκιμαζόμενων προσεγγίσει τους  $39^{\circ}\text{C}$ . Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.....84

**Σχήμα 4.23.** Το σωματικό βάρος *πριν* την πειραματική διαδικασία και *μετά* την ολοκλήρωση της για την συνθήκη Midc. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά του σωματικού βάρους *πριν* την πειραματική διαδικασία σε σχέση με *μετά* την ολοκλήρωση της.....85

**Σχήμα 4.24.** Το σωματικό βάρος *πριν* την πειραματική διαδικασία και *μετά* την ολοκλήρωση της για την συνθήκη Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά του σωματικού βάρους *πριν* την πειραματική διαδικασία σε σχέση με *μετά* την ολοκλήρωση της.....85

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Πίνακας 2.1.</b> Σύνοψη ερευνών που αναφέρονται σε ποδόσφαιρο και ψύξη με τη μέθοδο και τα αποτελέσματα τους.....                                                                                                                                                            | 42    |
| <b>Πίνακας 2.2.</b> Σύνοψη ερευνών που αναφέρονται σε μεθόδους ψύξης και τα αποτελέσματα τους.....                                                                                                                                                                              | 45,46 |
| <b>Πίνακας 3.</b> Η κλίμακα για την αξιολόγηση του δείκτη της φυσιολογικής καταπόνησης 0-10.....                                                                                                                                                                                | 63    |
| <b>Πίνακας 4.1.</b> Ηλικία, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και $VO_{2max}$ των δοκιμαζομένων (1 <sup>η</sup> έρευνα).....                                                                                                                                                        | 66    |
| <b>Πίνακας 4.2.</b> Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και αιματοκρίτη στην ηρεμία, στην ανάπαυλα και στο τέλος των πειραματικών μετρήσεων για τις συνθήκες Prec και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα.....                                                          | 77    |
| <b>Πίνακας 4.3.</b> Αλλαγή του όγκου αίματος ( $\Delta BV$ ) και πλάσματος ( $\Delta PV$ ) στα σημεία 46λεπτό πρωτόκολλο άσκησης, 10λεπτή δοκιμασία απόδοσης και όλο το πρωτόκολλο για τις συνθήκες Prec και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα.....            | 78    |
| <b>Πίνακας 4.4.</b> Ηλικία, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και $VO_{2max}$ των δοκιμαζομένων.....                                                                                                                                                                                | 79    |
| <b>Πίνακας 4.5.</b> Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και αιματοκρίτη στην ηρεμία, στην ανάπαυλα και στο τέλος των πειραματικών μετρήσεων για τις συνθήκες Midc και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικό σφάλμα.....                                                          | 86    |
| <b>Πίνακας 4.6.</b> Αλλαγή του όγκου αίματος ( $\Delta BV$ ) και του πλάσματος ( $\Delta PV$ ) στα σημεία 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης, 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης και όλο το πρωτόκολλο άσκησης για τις συνθήκες Midc και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι $\pm$ τυπικόσφάλμα..... | 87    |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται ως έντονη διαλειμματική άσκηση με τους ποδοσφαιριστές να αλλάζουν κινητική δραστηριότητα κάθε 5 δευτερόλεπτα περίπου. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ποδοσφαιριστές προπονούνται ή αγωνίζονται στη ζέστη με αποτέλεσμα η θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος να φτάνει τους 39-40°C και να μειώνεται η απόδοση λόγω υπερθερμίας.

Η αυξημένη  $T_c$  του σώματος μπορεί να τροποποιήσει τη λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος (υπέρμετρη άνοδος της καρδιακής συχνότητας, πτώση του όγκου παλμού, μείωση της καρδιακής παροχής κ.α.) με πιθανό αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης των ποδοσφαιριστών.

Η ευεργετική επίδραση διαφόρων τεχνικών στην επιβράδυνση του ρυθμού ανόδου της  $T_c$  έχει αποδειχτεί σε αρκετές μελέτες. Οι περισσότερες όμως χρησιμοποίησαν τρόπους ψύξης που δεν είναι εύχρηστοι.

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση μιας νέας πρακτικής μεθόδου ψύξης στην αναχαίτιση της ασκησιογούς υπερθερμίας καθώς και την πιθανή επίδραση που θα είχε στην απόδοση κατά την εκτέλεση μιας παρατεταμένης διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη.

Η παρούσα μελέτη αποτελείται από δύο αυτοτελείς ξεχωριστές έρευνες:

1<sup>η</sup> έρευνα: Επτά υγιείς άνδρες ( $25 \pm 5$  ετών) εκτέλεσαν 46λεπτη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης στο κυκλοεργόμετρο και μετά από 15λεπτη ανάπαυλα, 10λεπτη άσκηση απόδοσης. Το πρωτόκολλο εκτελέστηκε 2 φορές στη ζέστη (30-32°C και υγρασία 40-50%). Στη πειραματική συνθήκη οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε ψύξη του σώματος πριν (πρόψυξη) και στην ανάπαυλα του πρωτοκόλλου άσκησης. Η πρόψυξη εφαρμόζονταν για 20 λεπτά

με τους δοκιμαζόμενους σε καθιστή θέση φορώντας ένα βρεγμένο μπουρνούζι και τα πόδια τους ήταν τυλιγμένα με μία βρεγμένη πετσέτα. Στην ανάπαυλα υποβλήθηκαν στην ίδια ακριβώς διαδικασία ψύξης για 10 λεπτά. Η θερμοκρασία του νερού στο οποίο εμβυθίζονταν το μπουρνούζι και η πετσέτα ήταν 14-16°C. Συγκεκριμένα, το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης ήταν δομημένο σε 2 λεπτά που το καθένα περιέχει 10 δευτερόλεπτα παθητικής ηρεμίας, 5 δευτερόλεπτα μέγιστου σπριντ με το 7,5% του σωματικού βάρους και 105 δευτερόλεπτα ενεργητικής αποκατάστασης στο 35% της  $VO_{2max}$ . Η 10λεπτη δοκιμασία είχε ακριβώς την ίδια δομή με το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης. Για την εκτέλεση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης και της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης οι δοκιμαζόμενοι εισέρχονταν εντός περιβαλλοντικού θαλάμου όπου η θερμοκρασία ήταν 30-32°C και η υγρασία 40-50%. Στο χώρο που πραγματοποιήθηκε η ψύξη των δοκιμαζομένων η θερμοκρασία ήταν 23-25°C, ενώ η υγρασία ήταν 30-50%.

Στην πειραματική συνθήκη (Prec) η εφαρμογή της μεθόδου της πρόψυξης (20λεπτη διάρκεια) προκάλεσε σημαντική αύξηση ( $p = 0,009$ ) στην  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων σε σύγκριση με την συνθήκη ελέγχου (Con) (Prec =  $37,70 \pm 0,08^\circ\text{C}$  και Con =  $37,52 \pm 0,04^\circ\text{C}$ ). Αντίθετα, η  $T_c$  ήταν σημαντικά χαμηλότερη στην συνθήκη Prec ( $37,83 \pm 0,23^\circ\text{C}$ ) έναντι της συνθήκης Con ( $38,81 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,001$ ) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Η απόδοση δεν τροποποιήθηκε ούτε στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης ( $p = 0,8$ ) ούτε στη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης ( $p = 0,6$ ) από την παρέμβαση της ψύξης.

2<sup>η</sup> έρευνα: Συμμετείχαν 8 υγιείς άνδρες ( $22,4 \pm 2$  ετών) οι οποίοι εκτέλεσαν πανομοιότυπο πρωτόκολλο με την 1<sup>η</sup> έρευνα. Με τις εξής διαφορές: α) Η παρέμβαση ψύξης γίνονταν μόνο στην

ανάπαυλα, β) Το δεύτερο μέρος της άσκησης διαρκούσε μέχρι ότου οι δοκιμαζόμενοι να προσεγγίσουν του 39°C θερμοκρασία πυρήνα σώματος (Tc), γ) Η θερμοκρασία του νερού στο οποίο εμβυθίζονταν το μπουρνούζι και η πετσέτα ήταν 16-18°C.

Η παρέμβαση ψύξης στην ανάπαυλα είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντικά μεγαλύτερη μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) του σώματος στη συνθήκη Mid ( $-0,15 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) σε σχέση με τη συνθήκη Con ( $-0,05 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,03$ ). Επιπλέον, η παρέμβαση ψύξης προκάλεσε στο δεύτερο μέρος άσκησης σημαντικά χαμηλότερη  $\Delta T_c$  στη συνθήκη Mid ( $0,42 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ) σε σύγκριση με τη συνθήκη Con ( $0,61 \pm 0,11^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,05$ ). Όμοια, με την 1<sup>η</sup> έρευνα δεν βρέθηκε κανένα όφελος στην απόδοση κυρίως στο δεύτερο μέρος άσκησης μεταξύ των συνθηκών (Mid:  $781 \pm 7,4$  Watt και Con:  $844 \pm 172$  Watt  $p = 0,14$ ).

Συμπερασματικά, η μέθοδος ψύξης που πραγματοποιήθηκε και στις δύο έρευνες προάγει την αποφυγή της υπερθερμίας κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον. Όμως, δεν πρόσφερε κανένα όφελος στην απόδοση.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με ANOVA με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Τέλος, όπου υπάρχουν τιμές πριν και μετά τη δοκιμασία έγινε t-test για εξαρτημένα δείγματα. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0,05$ .

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

Soccer is as intense interval exercise and the players altering locomotor activity every 5 seconds. In some cases, players train or struggle in to heat with the core temperature ( $T_c$ ) of the body reaching at 39-40°C and the performance decreasing due to hyperthermia.

Increased  $T_c$  of body may alter the function of the brain and cardiovascular system (cerebral oxygenation, excessive increase in heart rate, a fall in stroke volume, reduced cardiac output, etc.) which may result in reduced the performance of players.

The beneficial effect of various techniques in slowing of rate  $T_c$  raise has been demonstrated in several studies. The majority of them use ways of cooling are not handy.

The purpose of this study was to investigate the effect of a new practical and handy method of cooling for decelerating the exercise-induced hyperthermia and probably improving performance during the high-intensity intermittent exercise in the heat.

This thesis consists of two independent separate studies:

First study: Firtly seven healthy men ( $25 \pm 5$  years) performed a bout of 46 minutes of high intensity interval exercise on the ergometer and secondly they executed a 10 minutes performance test where there was a half-time for 15 minutes between two parts of exercise. The protocol was executed 2 times in the heat. In the experimental condition, subjects were cooled for 20 minutes before the exercise bout and for 10 minutes before the performance test. Pre-cooling was applied in a sitting position with subjects wearing a wet bathrobe and their feet being wrapped in a wet towel. The bathrobe and the towel were got wet in water

temperature of 14-16°C. Specifically, the 46 minutes exercise bout was structured in 2 minutes efforts each one consisted of 10 seconds of passive rest, 5 seconds maximum sprint to 7.5% of body weight and 105 seconds active recovery at 35% of  $VO_{2max}$ . The 10 minutes performance test was precisely of the same structure as the 46 minutes exercise bout. For the implementation of the protocol 46 minutes exercise and 10 minutes exercise performance test, the subjects entered in a environmental chamber where the temperature was 30-32°C and the humidity was 40-50%. Both pre-cooling periods were held in temperature of 23-25°C while the humidity was 30-50%.

In the experimental condition (Prec) the initial application of the cooling method (it has duration 20 minutes) caused a significant increase ( $p = 0,009$ )  $T_c$  of the body comparing with the control condition (Con) (Prec =  $37,70 \pm 0,08^\circ\text{C}$  and Con =  $37,52 \pm 0,04^\circ\text{C}$ ). Conversely, the  $T_c$  was significantly lower in Prec ( $37,83 \pm 0,23^\circ\text{C}$ ) with regard to Con ( $38,81 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,001$ ) after the complete of 46 minutes exercise bout. Performance was not altered either in the 46 minutes exercise bout ( $p = 0,8$ ) or in the 10 minutes performance test ( $p = 0,6$ ) by the intervention of cooling.

Second study: Eight healthy men participated in this study ( $22,4 \pm 2$  years) performing a similar protocol with the aforementioned study. With exceptions of: a) The intervention of cooling was applied only the half-time (Midc). b) The second part of exercise did not last just for 10 minutes but it was termination whenever  $T_c$  reached at 39°C. c) The temperature of the water in which bathrobe and towel were immersed was 16 - 18°C.

Cooling intervention at the half-time has a result in significantly greater

temperature variation core ( $\Delta T_c$ ) in condition Mid ( $-0,15 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) compared to the condition Con ( $-0,05 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,03$ ). Moreover, cooling action induced in the second part of exercise to significantly lower  $\Delta T_c$  to the condition Mid ( $0,42 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ) comparing with the Con ( $0,61 \pm 0,11^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,05$ ). Similarly, to the first study no benefit in performance was found (Mid:  $781 \pm 7,4$  Watt and Con:  $844 \pm 172$  Watt  $p = 0,14$ ).

In conclusion, the specific method of cooling that took place in both studies restrain the  $T_c$  elevation during exercise in a hot environment. But this approach does not offer any improvement in performance.

Statistical analysis of data was by ANOVA with repeated measures. Finally, where there were values before and after the test t-test for dependent samples was used. The level of significance was set at  $p < 0,05$ .

## ΔΙΣΕΛΙΔΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άσκηση σε θερμό περιβάλλον ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) έχει ως αποτέλεσμα τη γρήγορη προσέγγιση θερμοκρασίας πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος στους  $39-40^{\circ}\text{C}$ . Η θερμοκρασία αυτή, πρωτίστως, θεωρείται ως κρίσιμη για την υγεία των αθλητών, εξαιτίας του κινδύνου πρόκλησης υπερθερμίας. Δευτερευόντως, η υψηλή  $T_c$  του σώματος έχει δειχθεί ότι δημιουργεί διαταραχή στην αθλητική απόδοση. Για αυτό είναι διαδεδομένη η χρήση της μεθόδου προασκησιακής ψύξης ώστε να μειώνεται η αρχική  $T_c$  και ακολούθως να επιβραδύνεται ο ρυθμός ανόδου της  $T_c$  του σώματος. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση μιας νέας πρακτικής μεθόδου ψύξης στην θερμορυθμιστική απόκριση των δοκιμαζομένων κατά την εκτέλεση παρατεταμένης, διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη.

### ΜΕΘΟΔΟΣ

#### 1<sup>η</sup> Έρευνα:

Επτά υγιείς άνδρες ( $25 \pm 5$  ετών) εκτέλεσαν 46λεπτη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης στο κυκλοεργόμετρο και μετά από 15λεπτη ανάπαυλα 10λεπτη άσκηση απόδοσης. Αναλυτικά, το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης ήταν δομημένο σε 2 λεπτά που το καθένα περιέχει 10 δευτερόλεπτα παθητικής ηρεμίας, 5 δευτερόλεπτα μέγιστου σπριντ με το 7,5% του σωματικού βάρους και 105 δευτερόλεπτα ενεργητικής αποκατάστασης στο 35% της  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Το πρωτόκολλο εκτελέστηκε 2 φορές στη ζέστη. Στη πειραματική συνθήκη οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε ψύξη του σώματος πριν (πρόψυξη) και στην ανάπαυλα του πρωτοκόλλου άσκησης. Η πρόψυξη εφαρμόζονταν για 20 λεπτά με τους δοκιμαζόμενους σε καθιστή θέση φορώντας ένα βρεγμένο μπουρνουζί και τα πόδια τους ήταν τυλιγμένα με μία βρεγμένη πετσέτα (η θερμοκρασία του νερού στο οποίο εμβυθίζονταν το μπουρνουζί και η πετσέτα ήταν  $14-16^{\circ}\text{C}$ ). Στην ανάπαυλα υποβλήθηκαν στην ίδια ακριβώς διαδικασία ψύξης για 10 λεπτά. Οι κυριότεροι παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν η θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος, η θερμοκρασία δέρματος ( $T_{\text{skin}}$ ), η κορυφαία παραγόμενη ισχύς (PPO) και η καρδιακή συχνότητα (HR).

#### 2<sup>η</sup> Έρευνα

Συμμετείχαν 8 υγιείς άνδρες ( $22,4 \pm 2$  ετών) οι οποίοι εκτέλεσαν πανομοιότυπο πρωτόκολλο με την 1<sup>η</sup> έρευνα. Με τις εξής διαφορές: α) Η παρέμβαση ψύξη γίνονταν μόνο στην ανάπαυλα. β) Το δεύτερο μέρος της άσκησης διαρκούσε μέχρι ότου οι δοκιμαζόμενοι να προσεγγίσουν του  $39^{\circ}\text{C}$  θερμοκρασία πυρήνα σώματος ( $T_c$ ). γ) Η θερμοκρασία του νερού στο οποίο εμβυθίζονταν το μπουρνουζί και η πετσέτα ήταν  $16-18^{\circ}\text{C}$ .

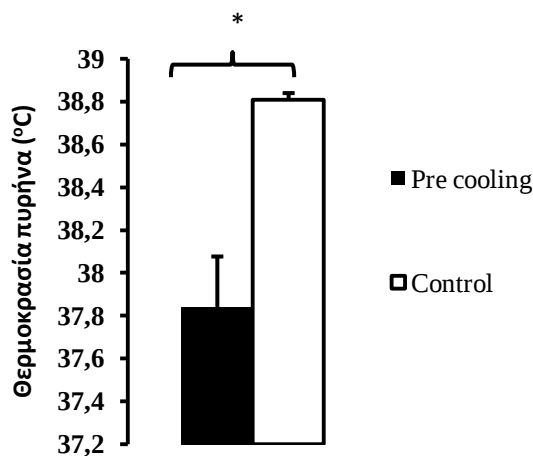
### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 1<sup>η</sup> Έρευνα:

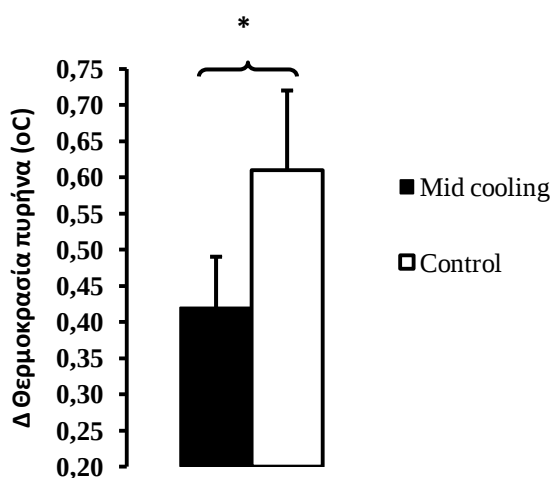
Η απόκριση της  $T_c$  του σώματος μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης παρουσιάζεται στο σχήμα 1. Αντίθετα η ψύξη στην ανάπαυλα δεν επέδειξε καμία θετική απόκριση στην  $T_c$  μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης. Αντιστρόφως, η  $T_{\text{skin}}$  δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης, παρά μόνο τάση για σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των συνθηκών αλλά σημαντική διαφορά εντοπίστηκε μετά τη ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης. Η PPO δεν τροποποιήθηκε μεταξύ των συνθηκών σε κανένα από τα δυο πρωτόκολλα άσκησης. Σε αντίθεση με την HR να επιδεικνύει σημαντικές διαφορές και στα δυο πρωτόκολλα άσκησης ανάμεσα στις δυο συνθήκες.

## 2<sup>η</sup> Έρευνα:

Στο σχήμα 2 φαίνεται ο ρυθμός μεταβολής της Tc ( $\Delta T_c$ ) του σώματος μετά τη λήξη του δευτέρου μέρους άσκησης. Η ολοκλήρωση του δευτέρου μέρους άσκησης δεν ανάδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις ούτε για τη Tskin ούτε για τη PPO και ούτε για την HR.



**Σχήμα 1.** Η επίδραση της πρόψυξης στην θερμοκρασία πυρήνα (Tc) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την σημαντική διαφορά στην Tc του σώματος ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec και Con).



**Σχήμα 2.** Η μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου μέρους της άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη  $\Delta T_c$  για την συνθήκη Midc έναντι της συνθήκης Con.

## **Συμπεράσματα**

Συμπερασματικά, η μέθοδος ψύξης που πραγματοποιήθηκε και στις δύο έρευνες προάγει την αποφυγή της υπερθερμίας κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον. Όμως, δεν πρόσφερε κανένα όφελος στην απόδοση.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Σημασία της έρευνας

Το ποδόσφαιρο είναι το δημοφιλέστερο άθλημα στο κόσμο με εκατομμύρια κόσμο να παίζει είτε σε επαγγελματικό είτε σε ερασιτεχνικό επίπεδο. Ως άθλημα χαρακτηρίζεται ως έντονη διαλειμματική άσκηση με τους παίκτες να αλλάζουν κινητική δραστηριότητα κάθε 5 δευτερόλεπτα περίπου (Mohr et al. 2003). Οι ποδοσφαιρικοί αγώνες διεξάγονται σε ανοιχτά γήπεδα, με αποτέλεσμα οι ποδοσφαιριστές να είναι εκτεθειμένοι στις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Μία από τις σημαντικότερες ποδοσφαιρικές διοργανώσεις είναι το Παγκόσμιο Κύπελλο του 2022 που θα διεξαχθεί σε χώρα της Μέσης Ανατολής, και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος θα ξεπερνά τους 30°C.

Η υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος ενδέχεται να μειώσει την απόδοση και να αποτελέσει πηγή κινδύνου για την υγεία των ποδοσφαιριστών. Συγκεκριμένα, οι ποδοσφαιριστές προσεγγίζουν συντομότερα τους 39-40°C θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος σε θερμό απ' ότι σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον (Ekblom 1986, Mohr et al. 2003, Stolen 2005, Bangsbo et al. 2006 & 2007).

Οι Cheung and Sleivert (2004) αναφέρουν ότι η μειωμένη απόδοση σε θερμό περιβάλλον μπορεί να μην οφείλεται πλήρως στη κόπωση αλλά σ' έναν προληπτικό μηχανισμό του εγκεφάλου που δεν επιτρέπει στους ασκούμενους να υπερβούν τα όρια της κρίσιμης Tc του σώματος (~40°C) μέσω του ελέγχου της θερμικής αποθήκευσης.

Όταν η Tc του σώματος φτάνει τους 39-40°C η απόδοση των αθλητών επιδεινώνεται εξαιτίας κεντρικών ανασταλτικών μηνυμάτων (κεντρική κόπωση) (Nielsen et al. 2001, Nybo et al. 2003, Cheung and Sleivert 2004,

Quod et al. 2006, Nybo 2008 & 2012, Meeusen & Roelands 2010) κι όχι από την μείωση του μυϊκού γλυκογόνου ή άλλων μεταβολικών παραμέτρων (αυξημένη συγκέντρωση H<sup>+</sup> στους εργαζόμενους μυς) (Morris et al. 2005a, Quod et al. 2006). Μερικές από τις αιτίες της μειωμένης κεντρικής διέγερσης είναι είτε η διαταραχή διαφόρων νευροδιαβιβαστών που εμπλέκονται στην αύξηση και την μείωση της διέγερσης του εγκεφάλου (ντοπαμίνη και σεροτονίνη) ή διαταραχή της εγκεφαλικής νευροδιαβιβαστικής ομοιόστασης από την αυξημένη συγκέντρωση της αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) στο αίμα (Nybo et al. 2005, Meeusen & Roelands 2010). Σε έρευνες παρατηρείται πως η άσκηση σε θερμό περιβάλλον επιφέρει πτώση της αιματικής ροής προς τον εγκεφαλο επηρεάζοντας τον μεταβολισμό του (αυξημένη χρήση του εγκεφαλικού γλυκογόνου) και πιθανά οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας του. Τα παραπάνω συμβάλλουν στην εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης στην διάρκεια της άσκησης (Nybo et al. 2002b & 2003).

Η κεντρική κόπωση κάνει πρόωρα την εμφάνισή της σε θερμό περιβάλλον έχοντας αρνητικό αντίκτυπο στην απόδοση. Μία από τις αιτίες της πρόωρης εμφάνισης της κεντρικής κόπωσης είναι η αφυδάτωση. Όταν, λοιπόν, η αφυδάτωση ξεπερνάει το 2% του σωματικού βάρους επιφέρει μείωση της νοητικής απόδοσης (Nybo & Nielsen 2001, Nunnely et al. 2002, Nybo et al. 2002 a&b) αλλά και της τεχνικής ικανότητας σε ποδοσφαιριστές (Mc Gregor et al. 1999, Edwards et al. 2007).

Η διεξαγωγή ποδοσφαιρικών αγώνων σε θερμό περιβάλλον επιφέρει καταπόνηση του

καρδιαγγειακού συστήματος εξαιτίας του ανταγωνισμού που προκύπτει ανάμεσα στους ενεργούς μυς και στο δέρμα για αυξημένη αιμάτωση, ώστε να αποβληθεί η θερμότητα και να αποφευχθεί η αύξηση της  $T_c$  του σώματος. Η θερμότητα προκαλεί αύξηση της καρδιακής συχνότητας και μείωση του όγκου παλμού με αποτέλεσμα την πιθανή μείωση της καρδιακής παροχής εξαιτίας του ανταγωνισμού ανάμεσα στους ενεργούς μυς και το δέρμα. Από ένα σημείο κι έπειτα η ροή αίματος προς το δέρμα μειώνεται για να διατηρηθεί η καρδιαγγειακή σταθερότητα και ως επακόλουθο αυτού είναι η περαιτέρω άνοδος της  $T_c$  του σώματος (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1999 & 2008, Sawka et al. 2001, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010).

Η αιτία για την αύξηση της  $T_c$  του σώματος είναι η ανικανότητα διατήρησης του ρυθμού απώλειας της θερμότητας από το σώμα που έχει ως συνέπεια την μείωση της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στο σώμα και στο περιβάλλον. Εύκολα, λοιπόν, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο ρυθμός αύξησης της  $T_c$  του σώματος σε θερμό περιβάλλον είναι ταχύτερος σε σύγκριση με θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Ο εγκέφαλος θα προσαρμόσει την ένταση της άσκησης σε τέτοιο επίπεδο προσπαθώντας να αποφύγει την υπέρβαση της κρίσιμης  $T_c$  του σώματος ( $\sim 40^\circ\text{C}$ ) και η άσκηση να ολοκληρωθεί μέσα σε ομοιοστατικά όρια (Marino 2002).

Η ψύξη του σώματος είτε πριν (pre-cooling) είτε σε κάποιο διάλειμμα της αθλητικής δραστηριότητας (mid-cooling) χρησιμοποιείται ως μέσο υποβοήθησης της αθλητικής απόδοσης. Η κύρια μέθοδος ψύξης του σώματος και πιθανά η πιο αποτελεσματική είναι η βύθιση σε κρύο νερό (Armstrong et

al. 1996, Marino 2002). Άλλες μέθοδοι ψύξης του σώματος που προσφέρουν θετικά αποτελέσματα σε διάφορες παραμέτρους της απόδοσης είναι το κρύο μπάνιο (Drust et al. 2000), το κρύο γιλέκο (Price et al. 2009, Clarke et al. 2010), η ολόσωμη στολή (Cheung and Robinson, 2004) και ο κρύος αέρας (Bandelow et al. 2010). Οι προαναφερόμενοι τρόποι ψύξης στοχεύουν στη ψύξη του κορμού με σκοπό να μειώσουν την  $T_c$  του σώματος. Δυστυχώς όμως οι παραπάνω τρόποι ψύξης δεν είναι ευκολόχρηστοι κατά την διεξαγωγή ενός ποδοσφαιρικού αγώνα.

Επιπλέον, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι ψύξης που δεν έχουν ως σκοπό να μειώσουν την  $T_c$  του σώματος αλλά να ωφελήσουν την απόδοση μέσω άλλων μηχανισμών. Αυτοί οι τρόποι είναι η ψύξη των ποδιών (Castle et al. 2006), του κεφαλιού (Simmons et al. 2008a & 2008b), του προσώπου (Armada-da-Silva et al. 2004) και του λαιμού (Tyler et al. 2010, Tyler and Sunderlad 2011a&b). Οι παραπάνω μέθοδοι ψύξης δεν έχουν εφαρμοστεί σε αθλήματα παρατεταμένης διάρκειας διαλειμματικής έντασης αν και είναι πρακτικοί και φαίνεται ότι βελτιώνουν την απόδοση.

Η εφαρμογή του κρύου αέρα ως μέθοδος ψύξης παρουσίασε βελτίωση στο χρόνο αντίδρασης των ποδοσφαιριστών εξαιτίας της αύξησης της θερμικής άνεσης ενώ παράλληλα η  $T_c$  του σώματος δεν παρουσίασε σημαντική πτώση (Bandelow et al. 2010). Κατόπιν, το κρύο μπάνιο επέφερε πτώση της  $T_c$  του σώματος (Drust et al. 2000). Επίσης, το ίδιο συνέβη και με τα κρύα γιλέκα, τα οποία κατάφεραν να μειώσουν τη  $T_c$  των ποδοσφαιριστών σε σύγκριση με τους δοκιμαζόμενους που δεν είχαν κάνει χρήση κάποιας μεθόδου ψύξης. Οι παραπάνω μελέτες δείχνουν ότι στους ποδοσφαιριστές που εφαρμόστηκε

ψύξη η ικανότητα για θερμική αποθήκευση ήταν μεγαλύτερη με συνεπακόλουθη βελτίωση της απόδοσης τους (Price et al. 2009, Clarke et al. 2011). Οι έως τώρα έρευνες οι οποίες χρησιμοποίησαν μεθόδους ψύξης σε ποδοσφαιριστές (Drust et al. 2000, Price et al. 2009, Clarke et al. 2011) εμπεριέχουν μεθοδολογικά μειονεκτήματα που περιορίζουν τη γενίκευση των αποτελεσμάτων τους ως προς τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν σ' έναν ποδοσφαιρικό αγώνα. Ένα από τα μειονεκτήματα των προαναφερόμενων ερευνών είναι η χρονική διάρκεια εφαρμογής της ψύξης στους ποδοσφαιριστές. Οι Drust et al. (2000) χρησιμοποίησαν το κρύο μπάνιο διάρκειας 60 λεπτών, ενώ οι Price et al. (2009) και οι Clarke et al. (2011) τα κρύα γιλέκα για 20 λεπτά. Ο χρόνος εφαρμογής της ψύξης που αναφέρθηκε καθιστά αυτές τις μεθόδους μη πρακτικές για το ποδόσφαιρο. Στις αρνητικές επιπτώσεις συγκαταλέγεται και η περιορισμένη κινητικότητα, η οποία επαβιάζεται στους ποδοσφαιριστές κατά την εφαρμογή της ψύξης, ώστε να επιτευχθεί η μείωση της  $T_{c}$  του σώματος. Όσον αφορά στα κρύα γιλέκα προκύπτουν κι άλλα μειονεκτήματα που δημιουργούν πρόβλημα στην εύκολη χρήση τους στο ποδόσφαιρο. Πρώτον, το κόστος αγοράς ενός μεγάλου αριθμού γιλέκων (ώστε να είναι εφικτή η εφαρμογή της ψύξης σε όλους). Δεύτερον, στους εκτός έδρας αγώνες μιας ομάδας τα γιλέκα θα πρέπει να μεταφερθούν εκεί αλλά κυρίως θα πρέπει να ψυχθούν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία μέσα σε ψυγείο για να είναι κατάλληλα για χρήση. Τα στοιχεία αυτά καθιστούν μη ευκολόχρηστη αυτή τη μέθοδο ψύξης για το ποδόσφαιρο. Πέρα απ' αυτά, ένα τρίτο μειονέκτημα των μέχρι τώρα ερευνών είναι το πρωτόκολλο

προσομοίωσης του ποδοσφαιρικού αγώνα το οποίο εκτελέστηκε.

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση μιας νέας πρακτικής μεθόδου ψύξης στην αναχάιψη της ασκησιογενούς υπερθερμίας καθώς και την πιθανή επίδραση που θα είχε στην απόδοση κατά την εκτέλεση μιας παρατεταμένης διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη.

Η σημασία και η σπουδαιότητα της παρούσας έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι διερεύνησε μια πρακτική μέθοδο ψύξης για την άμβλυνση της υπερθερμίας κατά την διάρκεια μιας παρατεταμένης διαλειμματικής άσκησης με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης.

## 1.2 Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος

Το ερευνητικό πρόβλημα της παρούσας έρευνας ήταν πώς η θερμορυθμιστική ικανότητα των αθλητών (αύξηση της  $T_{c}$  του σώματος) κατά την διάρκεια της άσκησης σε θερμό περιβάλλον ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) επιδρά στην απόδοση και τη νοητική τους λειτουργία. Ειδικότερα, η έρευνα προσπάθησε να εξετάσει το αποτέλεσμα ενός πιο πρακτικού νέου τρόπου ψύξης σε αθλητές επιδιώκοντας την πτώση της  $T_{c}$  του σώματος τους.

## 1.3 Μεταβλητές

### 1.3.1. Ανεξάρτητες Μεταβλητές

Η ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν η διαδικασία παρέμβασης της ψύξης: στην 1<sup>η</sup> συνθήκη των κύριων πειραματικών μετρήσεων των δοκιμαζομένων έγινε παρέμβαση με ψύξη, ενώ στη 2<sup>η</sup> συνθήκη των κύριων πειραματικών μετρήσεων που εκτελούνταν από τους ίδιους τους δοκιμαζομένους δεν πραγματοποιήθηκε καμία παρέμβαση ψύξης.

### **1.3.2. Εξαρτημένες Μεταβλητές**

Οι κύριες εξαρτημένες μεταβλητές ήταν η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος και η απόδοση στα σπριντ (κορυφαία παραγόμενη ισχύς) όπου αξιολογήθηκαν κατά την διάρκεια του πρωτοκόλλου άσκησης. Άλλη εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η νοητική λειτουργία των δοκιμαζόμενων που αξιολογήθηκε πριν και μετά το πρωτόκολλο άσκησης. Επίσης, κύριες εξαρτημένες μεταβλητές ήταν η καρδιακή συχνότητα (HR) που καταγράφονταν σ' όλη την διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων αλλά και η μεταβολή του σωματικού βάρους (Σ.Β.) και η θερμική αίσθηση (TS) των δοκιμαζόμενων. Συμπληρωματικές όμως, εξαρτημένες μεταβλητές ήταν και οι τιμές βασικών αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών, όπως η αιμοσφαιρίνη, ο αιματοκρίτης και οι αλλαγές του όγκου πλάσματος και αίματος. Τελευταία αλλά όχι λιγότερο σημαντική μεταβλητή από μεταβολικής πλευράς ήταν το γαλακτικό οξύ.

### **1.4. Ερευνητικές Υποθέσεις**

Η κύρια ερευνητική υπόθεση στη συγκεκριμένη έρευνα ήταν ότι η παρέμβαση ψύξης θα μείωνε τη Tc του σώματος. Απ' αυτό συνεπάγεται ότι το χρονικό διάστημα που θα χρειαζόταν για να προσεγγιστεί η κρίσιμη Tc του σώματος θα ήταν αυξημένο και ο ρυθμός ανόδου της Tc του σώματος θα είχε επιβραδυνθεί μέσω της παρέμβασης ψύξης. Επιπλέον, η απόδοση στα σπριντ κατά την διάρκεια του πρωτοκόλλου άσκησης, η καρδιακή συχνότητα και η νοητική λειτουργία των δοκιμαζόμενων υποθέταμε πως θα είχαν καλύτερη απόκριση στην συνθήκη της ψύξης. Παρόμοια αποτελέσματα θετικής απόκρισης αναμέναμε και στις δευτερεύουσες ερευνητικές υποθέσεις για την θερμική άνεση και την αντιλαμβανόμενη κόπωση στην συνθήκη της ψύξης.

### **1.5. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί**

Βασικός περιορισμός της έρευνας ήταν η χρήση του κυκλοεργόμετρου ως μέσο επίτευξης Tc σώματος παρόμοια με ποδοσφαιρικό αγώνα. Η αιτία ήταν η διαφορά στο κινητικό πρότυπο που ακολουθεί ένας ποδοσφαιριστής στην διάρκεια του αγώνα (μεταφέροντας το σωματικό του βάρος) με αυτό που εκτέλεσαν οι δοκιμαζόμενοι στην διάρκεια των πειραμάτων στο κυκλοεργόμετρο. Επιπλέον, η επιλογή του δείγματος που ήταν εθελοντές δοκιμαζόμενοι και δεν προέκυψαν από καμία διαδικασία τυχαίας επιλογής ήταν ένας σημαντικός περιορισμός της έρευνας. Αξίζει να σημειωθεί επίσης, ότι κατά την διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων είχαν δοθεί οδηγίες σχετικά με την φυσική δραστηριότητα και την διατροφή των δοκιμαζόμενων. Όμως, δεν ήταν δυνατόν να καταγράφονται και να αξιολογούνται οι καθημερινές φυσικές δραστηριότητες και διατροφικές συνήθειες αυτών που ίσως να επηρέασαν την απόδοση τους στις πειραματικές μετρήσεις.

### 1.6. Συντομογραφίες

**a-vDtemp:** αρτηριο-φλεβική διαφορά θερμοκρασίας

**ATP:** τριφωσφορική αδενοσίνη

**BMI:** δείκτης μάζας σώματος

**CFTR:** ρυθμιστής του καναλιού της κυστικής ίνωσης διαμεμβρανικής αγωγιμότητας

**CT:** τεστ συγκέντρωσης

**CVR:** εγκεφαλική αγγειακή αντίσταση

**DA:** ντοπαμίνη

**ΔBV:** διαφορά όγκου αίματος

**ΔPV:** διαφορά όγκου πλάσματος

**H<sup>+</sup>:** ιόν υδρογόνου

**IMP:** μονοφωσφορική ινοσίνη

**Index:** δείκτης αγγειοσυστολής

**K<sup>+</sup>:** ιόν καλίου

**K.N.Σ.:** κεντρικό νευρικό σύστημα

**K.Σ.:** καρδιακή συχνότητα

**La:** γαλακτικό άλας

**M.K.Σ.:** μέγιστη καρδιακή συχνότητα

**MPO:** μέση παραγόμενη ισχύς

**MVC:** μέγιστη εθελούσια συστολή

**NH<sub>3</sub>:** αμμωνία

**PCO<sub>2</sub>:** μερική πίεση διοξειδίου του άνθρακα

**PCr:** φωσφοκρεατίνη

**PO<sub>2</sub>:** μερική πίεση οξυγόνου

**PPO:** μέγιστη παραγόμενη ισχύς

**P2y:** πουρινεργικοί υποδοχείς του ενδοθηλίου

**RER:** αναπνευστικό πηλίκο

**RPE:** δείκτης αντιλαμβανόμενης κόπωσης

**RT:** τεστ αντίδρασης

**Tc:** θερμοκρασία πυρήνα

**Tm:** θερμοκρασία μυός

**Ts:** θερμοκρασία δέρματος

**TS:** θερμική αίσθηση

**VCO<sub>2</sub>:** όγκος παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα

**VO<sub>2</sub>:** όγκος προσλαμβανόμενου οξυγόνου

**VO<sub>2max</sub>:** μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

**5-HT:** σεροτονίνη

## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1. Φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον

Έχουν προταθεί δύο μηχανισμοί που συμβάλλουν στην μείωση της ικανότητας για άσκηση σε θερμό περιβάλλον: α) η μειωμένη αιμάτωση των μυών που επηρεάζει την παραγωγή έργου, β) η τροποποίηση στην λειτουργία του εγκεφάλου που μπορεί να μειώσει την διάθεση για εκτέλεση έργου (Cheung and Sleivert 2004).

#### 2.1.1. Καρδιαγγειακές αποκρίσεις

Η άσκηση σε θερμό περιβάλλον θέτει αυξημένες απαιτήσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα. Αφ' ενός, οι σκελετικοί μύες έχουν ανάγκη για αυξημένη αιμάτωση, ώστε να καλύπτουν τις ενεργειακές τους απαιτήσεις με το μεταφερόμενο οξυγόνο αλλά και την απομάκρυνση των παραπροϊόντων του μεταβολισμού τους. Αφ' ετέρου, τίθεται η ανάγκη για αιμάτωση του δέρματος, ώστε να αποβληθεί η θερμότητα από το σώμα. Στην περίπτωση αυτή προκύπτει ένας ανταγωνισμός ανάμεσα στους ενεργούς σκελετικούς μυς και στο δέρμα για την παροχή αίματος (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez- Alonso et al. 1999, 2008, Sawka et al 2001, Marino 2002, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010).

Οι Gonzalez-Alonso et al. (2000) έδειξαν, ότι οι ενδραπέδων δοκιμαζόμενοι κατά την διάρκεια άσκησης είχαν όμοια  $T_{c}$  σώματος και πρόσληψη οξυγόνου σε θερμό ( $35^{\circ}\text{C}$ ) και σε κρύο ( $8^{\circ}\text{C}$ ) περιβάλλον. Όμως, η καρδιακή παροχή τους ήταν αυξημένη  $\sim 1\text{l/min}$  στο θερμό σε σχέση με το κρύο περιβάλλον, συνδέοντας αυτή την αύξηση με την υψηλότερη καρδιακή

συχνότητα, ενώ παράλληλα ο όγκος παλμού παρέμενε αμετάβλητος. Η υψηλότερη συστηματική ροή αίματος αποδίδεται στην τρεις φορές μεγαλύτερη ροή αίματος προς το δέρμα κατά την διάρκεια άσκησης σε θερμό περιβάλλον καθώς οι μεταβολικές και οι θερμικές απαιτήσεις για αιμάτωση των μυών ήταν ίδιες ανάμεσα στις δύο διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η ροή αίματος προς τους ενεργούς σκελετικούς μυς αυξάνεται κατά την διάρκεια της άσκησης. Αιτία αυτής της αυξημένης παροχής αίματος προς τους ενεργούς μυς είναι η αγγειοδιαστολή που συμβαίνει στα αγγεία των μυών. Η πρόκληση της αγγειοδιαστολής πραγματοποιείται από την αυξημένη θερμοκρασία που έχουν οι μύες κατά την άσκηση μέσω του μεταβολισμού τους ή και από την αυξημένη θερμοκρασία του περιβάλλοντος όταν η άσκηση διεξάγεται σε θερμό περιβάλλον. Η άνοδος της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η συγγένεια του οξυγόνου με την αιμοσφαιρίνη καταλήγοντας στην απώσυνδεση του οξυγόνου. Αυτό επιφέρει πτώση της μερικής πίεσης του οξυγόνου ( $\text{PO}_2$ ) πυροδοτώντας την απελευθέρωση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) από τα ερυθροκύτταρα. Η ATP δρα στους πουρινεργικούς υποδοχείς ( $\text{P}_2\text{y}$ ) του ενδοθηλίου πυροδοτώντας την απελευθέρωση νιτρικού οξέος και προσταγλανδινών, τα οποία δρουν με τη σειρά τους στα λεία μυϊκά κύτταρα προκαλώντας αγγειοδιαστολή (Ellsworth et al. 2009, Mortensen et al. 2009 a, b, Kalsi and Gonzalez-Alonso 2012, Kirdy et al. 2010). Μία πρόσφατη έρευνα (Kalsi and Gonzalez-Alonso 2012) παρουσίασε ότι η απελευθέρωση της ATP από τα ερυθροκύτταρα είναι ευαίσθητη προς την αύξηση της θερμοκρασίας, μέσω της ενεργοποίησης

του ρυθμιστή του καναλιού της κυστικής ίνωσης διαμεμβρανικής αγωγιμότητας (CFTR). Η CFTR είναι μία πρωτεΐνη που βρίσκεται στην μεμβράνη των ερυθροκυττάρων και διευκολύνει την μεταφορά της ATP εκτός αυτών. Οι ερευνητές πρότειναν ότι αυτός ο μηχανισμός είναι πολύ σημαντικός για τη ρύθμιση της παροχής του αίματος όχι μόνο προς τους σκελετικούς μυς αλλά και προς το δέρμα. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία των ιστών και του σώματος είναι αυξημένες με σκοπό να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες που δημιουργούνται. Αύξηση της ATP στο πλάσμα του αίματος κατά την άσκηση συμβαίνει σε συνθήκες υποξίας, υπερκαπνίας και μηχανικής παραμόρφωσης (Ellsworth et al. 2009).

Η ATP εκτός της δυνατότητας να προκαλεί αγγειοδιαστολή έχει και συμπαθητικολυτικές ιδιότητες συμμετέχοντας καθοριστικά στον έλεγχο της σκελετικής μυϊκής αιμάτωσης. Με αυτές τις ιδιότητες η ATP έχει τη δυνατότητα να διατηρεί ή να αυξάνει την αιμάτωση προς τους μυς ως ένα σημείο κατά την άσκηση αλλά και στο θερμικό στρες παρά την αυξημένη συμπαθητική ενεργοποίηση (Niimi et al. 1997, Ray and Gracey 1997, Rosenmeier et al. 2004, Kirby et al. 2008, Pearson et al. 2011).

Εξαιτίας της αυξημένης θερμοκρασίας του σώματος (λόγω της παραγόμενης θερμότητας από την άσκηση αλλά κι από την θερμότητα που δέχεται το σώμα από το περιβάλλον) προκαλείται ενεργή αγγειοδιαστολή στα αγγεία του δέρματος εκτρέποντας μεγαλύτερο όγκο αίματος προς την επιφάνεια του σώματος. Το γεγονός αυτό αυξάνει το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται και ακολούθως αποβάλλεται από την επιφάνεια του σώματος μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez- Alonso et al.

1999, 2008, Sawka et al 2001, Cheung & Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010). Η αγγειοδιαστολή στο δέρμα πραγματοποιείται μέσω του αγγειοδιασταλτικού συστήματος. Τα αγγεία αυτά βρίσκονται υπό το συμπαθητικό νευρικό έλεγχο. Το κατώφλι της εσωτερικής θερμοκρασίας στην οποία εμφανίζεται η αγγειοδιαστολή στην περιφέρεια έχει μετατεθεί σε υψηλότερο επίπεδο στην άσκηση έναντι της ηρεμίας, γι' αυτό το λόγο και η ροή του αίματος προς το δέρμα είναι μικρότερη στην άσκηση σε σχέση με την ηρεμία για την ίδια θερμική επιβάρυνση (Gonzalez- Alonso et al. 2008, Johnson 2010). Ένας μηχανισμός που μπορεί να συνεισφέρει στην αύξηση της αιματικής παροχής προς το δέρμα μέσω της αγγειοδιαστολής είναι η ενεργοποίηση της μεμβρανικής πρωτεΐνης CFTR όπου έχει αναφερθεί προηγουμένως. Η ροή του αίματος προς την περιφέρεια φτάνει σε πλατώ όταν η Tc του σώματος είναι 38°C και καμία περαιτέρω αύξηση της ροής του αίματος δεν συμβαίνει με άνοδο της Tc του σώματος (Gonzalez- Alonso et al. 1999). Η αυξημένη παροχή αίματος προς την περιφέρεια από ένα σημείο της άσκησης και έπειτα συμβάλλει στην μειωμένη ροή αίματος προς τους ενεργούς μυς ενισχύοντας την πρώιμη εμφάνιση της κόπωσης (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez- Alonso et al. 1999 & 2008, Sawka et al 2001, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010). Η αυξημένη ροή του αίματος προς την περιφέρεια μπορεί να κυμαίνεται από 3 μέχρι 40 ml/100ml/min με άνοδο της Tc του σώματος από τους 36°C έως και τους 38°C (Bancroft et al. 1943, Hardy et al. 1985).

Για την μείωση της ροής του αίματος προς του ενεργούς μυς, κυρίως σε θερμό περιβάλλον, έχουν αναφερθεί

και άλλες αιτίες. Μία από αυτές είναι η άνοδος της θερμοκρασίας του μυός (T<sub>m</sub>) μέχρι και 4°C που επιφέρει μία υπέρμετρη αύξηση στην διέγερση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος με αποτέλεσμα την αγγειοσυστολή και την μείωση της αιματικής ροής στους μυς. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αλληλεπίδρασης μεταξύ της ζέστης και της μυϊκής συστολής στη μηχανοευαισθησία των προσαγωγών νεύρων του μυός (Ray and Cracey 1997). Οι Gonzalez- Alonso et al. (1998) παρουσίασαν ότι μία ακόμη αιτία που ευθύνεται για την μείωση της αιματικής ροής προς τους ενεργούς μυς είναι η πτώση της καρδιακής παροχής (~ 4 l/min). Όμως, αυτή η μείωση της ροής του αίματος προς τους μυς δεν εμφανίζεται ως η κύρια αιτία της κόπωσης κατά την παρατεταμένη άσκηση στη ζέστη, γιατί η μεταφορά του οξυγόνου στους μυς έχει διατηρηθεί. Η διατήρηση της απόδοσης οξυγόνου προς τους σκελετικούς μυς συμβαίνει λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας οξυγόνου στο αίμα εξαιτίας της ασκησιογενούς αφυδάτωσης. Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι η κύρια αιτία πτώσης της αιματικής ροής προς τους ενεργούς μυς είναι η ανακατανομή του όγκου αίματος προς την περιφέρεια.

Η απομάκρυνση της παραγόμενης θερμότητας από τους ενεργούς σκελετικούς μυς των άκρων προς το πυρήνα του σώματος και προς την επιφάνεια του δέρματος εξαρτάται από τη ροή του αίματος προς τους μυς των άκρων και την αρτηριο-φλεβική (a-v) διαφορά θερμότητας του αίματος. Έτσι, οποιαδήποτε συνθήκη μετατρέψει την ροή του αίματος προς τους μυς των άκρων και/ή την a-v διαφορά θερμοκρασίας του αίματος, όπως για παράδειγμα η άσκηση και/ή το περιβαλλοντικό στρες είναι πολύ πιθανόν να προκαλέσουν σημαντικές αλλαγές στην ανταλλαγή της θερμότητας εντός των ενεργών

σκελετικών μυών και ανάμεσα στους ενεργούς σκελετικούς μυς και τον κορμό του σώματος. Γίνεται, άμεσα αντιληπτό ότι η μειωμένη ροή του αίματος προς τους ενεργούς σκελετικούς μυς μειώνει την ικανότητα απομάκρυνσης της θερμότητας από το σώμα (Gonzalez-Alonso, 2012).

Εκτελώντας άσκηση σε θερμό περιβάλλον χωρίς αναπλήρωση υγρών, η ροή του αίματος προς τους ενεργούς σκελετικούς μυς μπορεί να περιοριστεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να επηρεαστεί αρνητικά η απόδοση. Αυτό θα συμβεί, επειδή θα υπάρξει μία προοδευτική αύξηση του επιπέδου της αφυδάτωσης και αντίστοιχη πτώση της αρτηριακής πίεσης του αίματος, επιφέροντας μάλιστα αύξηση στη συστηματική αγγειακή αντίσταση, στη δερμική αγγειακή αντίσταση και αύξηση στη συγκέντρωση της νοραδρεναλίνης στο πλάσμα του αίματος (Gonzalez-Alonso et al. 1995, 1998, 1999, 2000).

Είναι ανάγκη να τονιστεί, ότι η άσκηση σε θερμό περιβάλλον και η αφυδάτωση συντελούν στην μείωση του κεντρικού όγκου αίματος, είτε μέσω της εκτροπής και της λίμνασης μιας μεγάλης ποσότητας αίματος στα αγγεία του δέρματος ή εξαιτίας της αφυδάτωσης μέσω της απώλειας των υγρών προκαλώντας μείωση του όγκου αίματος. Κοντά σ' αυτό επέρχεται και μία μείωση της φλεβικής επιστροφής με επακόλουθη μείωση του τελο-διαστολικού όγκου των κοιλιών της καρδιάς, καταλήγοντας σε μείωση του όγκου παλμού, άρα και της καρδιακής παροχής. Αντίθετα, η προσπάθεια διατήρησης της καρδιακής παροχής γίνεται με την αύξηση της καρδιακής συχνότητας (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1999, 2000, 2008, Sawka et al 2001, Nybo 2008).

Η καρδιακή συχνότητα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Μία αιτία για την αύξησης της είναι ότι μειώνεται

ο όγκος αίματος (κυρίως σε θερμό περιβάλλον άσκηση). Ο όγκος αίματος ανιχνεύεται από τους τασο-υποδοχείς ενεργοποιώντας το συμπαθητικό νευρικό σύστημα για να προκαλέσει αγγειοσυστολές, ώστε να διατηρηθεί η πίεση του αίματος (Guyton, 1992). Από την άλλη και οι μεταβολο-υποδοχείς επηρεάζουν με την λειτουργία τους την καρδιακή συχνότητα. Τα παράγωγα του μυϊκού μεταβολισμού ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}^+$ ) συσσωρεύονται τοπικά στην περιοχή των ενεργών μυών ερεθίζοντας τους παρευρισκόμενους μεταβολο-υποδοχείς (O'Leary, 1993). Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, αυξάνεται η αρτηριακή πίεση σε τέτοιο βαθμό, ώστε να αυξηθεί η ροή αίματος προς την περιοχή με σκοπό να απομακρυνθούν τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η πίεση του αίματος είναι υπό τον έλεγχο του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Άρα, άνοδος της πίεσης του αίματος μέσω της συμπαθητικής διέγερσης προκαλεί αντίστοιχη αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Όχι μόνο αυτό αλλά συχνά υποστηρίζεται, ότι το θερμό αίμα που διέρχεται από την καρδιά μπορεί να διεγείρει το φλεβόκομβο ή ότι η υψηλή καρδιακή θερμοκρασία μετατρέπει την καρδιακή συσταλτικότητα προξενώντας αύξηση της καρδιακής συχνότητας και μείωση του όγκου παλμού. Χρειάζεται επίσης να σημειωθεί, ότι και η άνοδος της  $T_c$  του σώματος κατά  $1^\circ\text{C}$  έχει παρουσιάσει αύξηση της καρδιακής συχνότητας  $9 \pm 1$  παλμούς/λεπτό και πτώση του όγκου παλμού  $11 \pm 3$  ml, ενώ η ροή του αίματος προς το δέρμα είναι σταθερή (Rowell 1966). Η αύξηση της καρδιακής συχνότητας μειώνει τον διαστολικό χρόνο πλήρωσης των κοιλιών της καρδιάς (μικρότερος καρδιακός κύκλος συστολής – διαστολής), με αποτέλεσμα την μείωση του όγκου παλμού, άρα και της καρδιακής παροχής. Το μέγεθος

της μείωσης του όγκου παλμού που επηρεάζει την καρδιακή παροχή εξαρτάται από την ένταση της άσκησης, την θέση του σώματος και την σοβαρότητα του θερμικού στρες (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1995, 1999, 2000, 2008, Sawka et al 2001, Nybo 2008). Δεδομένα από μία έρευνα των Gonzalez-Alonso et al. (2000) στην οποία υποστηρίζουν ότι η κύρια αιτία πτώσης του όγκου παλμού είναι η άνοδος της καρδιακής συχνότητας και η μείωση του όγκου αίματος.

Συμπεραίνεται, ότι ο συνδυασμός της έντονης άσκησης και του θερμικού στρες κατέχουν την μεγαλύτερη πρόκληση για την ρύθμιση της μέσης αρτηριακής πίεσης και την μεταφορά του οξυγόνου στους εργαζόμενους μυς, τον εγκέφαλο και την καρδιά. Κάτω από αυτές τις συνθήκες το καρδιαγγειακό σύστημα φτάνει ταχύτερα στα όρια της ρυθμιστικής του ικανότητας απ' ότι σε ένα θερμο-ουδέτερο περιβάλλον (Gonzalez-Alonso et al. 2012).

### 2.1.2. Θερμορυθμιστικές αποκρίσεις

Κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον ( $>30^\circ\text{C}$ ) η υψηλή  $T_c$  του σώματος ( $\sim 40^\circ\text{C}$ ) είναι η κύρια αιτία της κόπωσης (Gonzalez-Alonso et al. 1999). Επίσης, όταν η άσκηση διεξάγεται σε θερμό περιβάλλον οι αθλητές υφίστανται απώλεια υγρών που συχνά ξεπερνά το 2% του σωματικού τους βάρους (Σ.Β.), έχοντας ως επίπτωση την μείωση της απόδοσής τους (Sawka 1992, Sawka et al. 2001, 2007, Maughan and Shirreffs 2010).

Η συνεχιζόμενη άσκηση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος που είναι ανάλογη προς το μεταβολικό ρυθμό. Σε σταθερό επίπεδο άσκησης η θερμοκρασία μπορεί να διατηρηθεί όταν η παραγόμενη θερμότητα είναι αντίστοιχη με την θερμότητα που αποβάλλεται. Ο ρυθμός αύξησης της

Τς του σώματος σε θερμό περιβάλλον παρουσιάζει ταχύτερη άνοδο σε σχέση μ' ένα θερμο-ουδέτερο περιβάλλον κι αυτό γιατί η θερμική επιβάρυνση είναι μεγαλύτερη. Το σώμα δέχεται επιπρόσθετη θερμότητα από το θερμό περιβάλλον παράλληλα με την αυξημένη μεταβολική θερμότητα που παράγεται από τους μύες. Η ικανότητα του οργανισμού να διατηρήσει το ρυθμό απώλειας της θερμότητας από το σώμα χάνεται εξαιτίας της μειωμένης θερμικής κλίσης ανάμεσα στο σώμα και το περιβάλλον. Έτσι, η θερμότητα εγκλωβίζεται στο σώμα και γι' αυτό αυξάνεται η Τς του σώματος, με επακόλουθο την πρώιμη εμφάνιση της κόπωσης. Η άμβλυνση της θερμικής κλίσης ανάμεσα στο σώμα και το περιβάλλον, σε βαθμό που να περιορίζει την ικανότητα για άσκηση, δεν συμβαίνει εξ' αρχής αλλά είναι μία προοδευτική διαδικασία κατά την διάρκεια της άσκησης. Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας (θερμοκρασία του περιβάλλοντος) που επηρεάζει την ικανότητα θερμορύθμισης είναι η σχετική υγρασία. Το ποσοστό υγρασίας που υπάρχει σ' ένα περιβάλλον επιδρά στην ικανότητα εξάτμισης του ιδρώτα. Όσο υψηλότερη είναι η σχετική υγρασία (δηλαδή το ποσοστό του αέρα που είναι δεσμευμένο με νερό) τόσο μικρότερη είναι η ικανότητα για εξάτμιση του ιδρώτα και το αντίστροφο. Σε πρόσφατη έρευνα (Maughan et al. 2012) η ικανότητα για άσκηση σε θερμό περιβάλλον παρουσίασε προοδευτική μείωση καθώς η σχετική υγρασία αυξανόταν. Από την άλλη πλευρά, ο εγκέφαλος θα προσαρμόσει την ένταση της άσκησης σε τέτοιο επίπεδο, ώστε να αποφευχθεί υπέρβαση της κρίσιμης τιμής της Τς του σώματος και η άσκηση να ολοκληρωθεί ή να συνεχιστεί με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης κάποιου κυτταρικού τραυματισμού ή θερμικής βλάβης (Marino 2002). Αξίζει να σημειωθεί, ότι ο ορισμός της κρίσιμης θερμοκρασίας

αντιπροσωπεύει τις θερμοκρασίες του πυρήνα (~ 40°C) και του μυός στο σημείο τερματισμού της άσκησης με σκοπό την αποφυγή θερμικών βλαβών του οργανισμού (Nielsen et al. 1993). Κατά συνέπεια η μειωμένη απόδοση στο θερμό περιβάλλον μπορεί να μην οφείλεται εξ' ολοκλήρου στην κόπωση αλλά σ' έναν προληπτικό μηχανισμό που δεν επιτρέπει να ξεπεραστεί η κρίσιμη τιμή της Τς του σώματος μέσω του ελέγχου του ρυθμού της θερμικής αποθήκευσης (Cheung & Sleivert 2004).

Υποστηρίζεται η θεωρία ότι μειώνεται η κεντρική εντολή από το κεντρικό νευρικό σύστημα (Κ.Ν.Σ.), το οποίο κατέχει κύριο ρόλο στην εμφάνιση της κόπωσης σε θερμό περιβάλλον (Cheung and Sleivert 2004). Δύο είναι οι πιθανοί μηχανισμοί που συμβάλλουν στην μείωση της κεντρικής εντολής α) η μείωση των καθοδικών μηνυμάτων από τον εγκέφαλο προς τους κινητικούς νευρώνες και β) η προσαγωγή ανατροφοδότηση (από τις τύπου III και IV κεντρομόλες ίνες) που μπορεί να μειώσει την διεγερσιμότητα των κινητικών μονάδων στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού (Cheung and Sleivert 2004).

Οι Nielsen et al. (2001) έδειξαν ότι η άσκηση σε θερμό περιβάλλον μείωσε το επίπεδο λειτουργίας του εγκεφάλου στους δοκιμαζόμενους. Παρόμοια μείωση έχει παρατηρηθεί και στον ύπνο. Οι ερευνητές προσδιόρισαν την μείωση της εγκεφαλικής λειτουργίας από τον δείκτη α/β (α) χαμηλή συχνότητα 8-13 Hz, (β) υψηλή συχνότητα 13-30 Hz). Τα ευρήματα των ερευνών έδειξαν ότι κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον ταυτόχρονα με την άνοδο της Τς μετατρέπεται και η ηλεκτρική δραστηριότητα του μετωπιαίου φλοιού του εγκεφάλου. Η μετατροπή αυτή εκφράζεται με τον παραπάνω δείκτη, υποδηλώνοντας το μειωμένο επίπεδο

της εγκεφαλικής διέγερσης. Ο δείκτης αυτός αυξήθηκε στο θερμό περιβάλλον στην διάρκεια της άσκησης εξαιτίας της μείωσης του ( $\beta$ ). Το συμπέρασμα που εξήχθηκε είναι ότι η μειωμένη εγκεφαλική λειτουργία είναι ο λόγος για την μειωμένη απόδοση σε θερμό περιβάλλον. Ο δείκτης  $\alpha/\beta$  έχει συσχετιστεί με την αυξημένη  $T_c$  του σώματος ( $r^2=0.94-0.98$ ).

Η διαταραχή στο νευροδιαβιβαστικό επίπεδο του εγκεφάλου εμπλέκεται στην κεντρική κόπωση κυρίως μέσω της ντοπαμίνης και της σεροτονίνης. Αυξημένα επίπεδα σεροτονίνης μειώνουν το επίπεδο της διέγερσης του εγκεφάλου συνεισφέροντας στην μείωση της απόδοσης. Ο άλλος νευροδιαβιβαστής, η ντοπαμίνη, παίζει σημαντικό ρόλο στην έναρξη και τον έλεγχο της κίνησης, όπως και στην μείωση της σεροτονίνης. Η ντοπαμίνη μαζί με την νορεπινεφρίνη μπορεί να εμποδίζουν ή να παρακάμπτουν τα ανασταλτικά σήματα του Κ.Ν.Σ. για παύση της άσκησης (Cheung and Sleivert 2004, Meeusen and Roelands 2010). Η συγκέντρωση της ντοπαμίνης αυξάνεται με την άσκηση και η απότομη πτώση της συμπίπτει με πρώιμη εμφάνιση της κόπωσης (Nybo et al. 2003, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2007, Nybo 2008, Meeusen and Roelands 2010). Επίσης, η σχέση σεροτονίνης προς ντοπαμίνης (5-HT/DA) σχετίζεται με την απόδοση. Συγκεκριμένα, η υψηλή σχέση απεικονίζει αρνητικό αντίκτυπο στην απόδοση σε αντίθεση με την χαμηλή σχέση (Meeusen & Roelands 2010).

Οι Nybo et al. (2003) προτείνουν ότι η κεντρική κόπωση μπορεί να σχετίζεται με την εξάντληση του γλυκογόνου στον εγκέφαλο. Σε μία άλλη έρευνα των Nybo et al. (2002b) παρουσιάστηκε μειωμένη εγκεφαλική ροή αίματος, αυξημένος εγκεφαλικός μεταβολικός ρυθμός οξυγόνου αλλά και αυξημένη

χρήση της γλυκόζης. Η θερμοκρασία του εγκεφάλου αυξήθηκε στην διάρκεια της άσκησης σε θερμό περιβάλλον. Αυτή η αύξηση είναι ο συνδυασμός της μειωμένης ροής του αίματος (-20%) προς τον εγκέφαλο με παράλληλη αύξηση της παραγόμενης θερμότητάς του (7%). Απόρροια όλων των παραπάνω είναι η αυξημένη θερμική αποθήκευση ( $0,20 \pm 0,06$  Jg/min) στον εγκέφαλο. Η αιτία αυτής της αυξημένης θερμικής αποθήκευσης του εγκεφάλου είναι η μειωμένη θερμική απομάκρυνση (~30%) που προκαλείται από την μειωμένη ροή του αίματος προς τον εγκέφαλο σε άτομα με υψηλή θερμοκρασία του σώματος. Στην ίδια έρευνα (Nybo et al. 2002b), η αρτηριο-φλεβική διαφορά θερμοκρασίας του εγκεφάλου ( $v-aD_{temp}$ ) δεν ήταν σημαντικά διαφορετική ανάμεσα στους δοκιμαζόμενους με υψηλή θερμοκρασία του σώματος και με φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος. Η πτώση της εγκεφαλικής ροής αίματος είναι λόγω των αγγειοσυστολών που προκαλούνται εξαιτίας του υπεραερισμού και της μείωσης της αρτηριακής μερικής πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα ( $PaCO_2$ ) (Nybo et al. 2002b). Το αποτέλεσμα είναι η πρώιμη εμφάνιση της κόπωσης (Nybo et al. 2002a,b). Η θερμοκρασία του εγκεφάλου είναι πάντα  $0,2^\circ C$  υψηλότερη από την  $T_c$  του σώματος ανεξαρτήτως των συνθηκών (Nybo et al. 2002a). Όμοια αποτελέσματα υπήρξαν και σ' άλλη έρευνα (Wilson et al. 2006), παρουσιάζοντας μείωση της εγκεφαλικής ροής του αίματος και αύξηση της εγκεφαλικής αγγειακής αντίστασης (CVR). Η αιτιολογία των αποτελεσμάτων αυτών από τους ερευνητές ήταν η πτώση της μερικής πίεσης του  $CO_2$  ( $PCO_2$ ) και η αυξημένη εγκεφαλική συμπαθητική ενεργοποίηση. Σε συμφωνία με τα παραπάνω είναι και τα δεδομένα μιας άλλης πρόσφατης έρευνας (Kounalakis and Geladas, 2012) παρουσιάζοντας

πτώση της εγκεφαλικής οξυγόνωσης με την ανάπτυξη της καρδιαγγειακής παρέκκλισης. Αυτή είναι η πρώτη έρευνα που συνδέει την πτώση της καρδιακής παροχής με την μειωμένη εγκεφαλική αιμάτωση και οξυγόνωση και αφορά την συνεχόμενη άσκηση.

Η αύξηση της  $T_c$  του σώματος επηρεάζει άμεσα την μέγιστη εθελούσια συστολή (MVC) και την εθελούσια ενεργοποίηση των μυών (Morrison et al. 2004). Αυτό συμπεραίνεται από το γεγονός, ότι κρατώντας σταθερή την  $T_c$  του σώματος και ψύχοντας το δέρμα δεν αποκαταστάθηκαν MVC και η εθελούσια ενεργοποίηση των μυών παρά μόνο όταν η  $T_c$  του σώματος επανήλθε στα αρχικά της επίπεδα (Morrison et al. 2004). Παρ' ότι είναι γνωστό, ότι η αυξημένη θερμοκρασία σώματος προκαλεί κεντρική κόπωση δεν φαίνεται να επηρεάζει την MVC όταν η διάρκεια της είναι μικρή (~2sec) δείχνοντας την ικανότητα του Κ.Ν.Σ. να αποκαθιστά την δυνατότητα του για MVC εντός ολίγων δευτερολέπτων (~3sec) (Nielsen et al. 1993, Nybo et al. 2001a). Το πρόβλημα είναι όταν η MVC πρέπει να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τότε η κεντρική ενεργοποίηση μειώνεται. Σε αυτό συνεισφέρουν, η εξάντληση των ενεργειακών υποστρωμάτων, οι μεταβολικές διαταραχές του Κ.Ν.Σ. και οι διαταραχές σε ορισμένους νευροδιαβιβαστές. Η θερμότητα προκαλεί μείωση στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την μέγιστη παραγωγή της δύναμης, καθώς και στο χρόνο χαλάρωσης των μυών. Συνεπώς, η αυξημένη θερμοκρασία του σώματος αυξάνει την απαιτούμενη συχνότητα πυροδότησης των κινητικών μονάδων για την διατήρηση της μέγιστης ενεργοποίησης των μυών, καθιστώντας δύσκολο έως ακατόρθωτο για το Κ.Ν.Σ. να διατηρήσει την μέγιστη παραγόμενη δύναμη (Morrison et al. 2004). Είναι φανερό, ότι η

αυξημένη  $T_c$  του σώματος κι όχι η τοπική μυϊκή θερμοκρασία ( $T_{m}$ ) είναι αυτή που διαταράζει την μυϊκή ενεργοποίηση (Nybo 2008 & 2012). Σε εν μέρει σύγκριση έρχονται τα ευρήματα της έρευνας των Racinais et al. (2008) στην οποία παρουσιάζεται πτώση στην MVC όταν η διάρκεια της ήταν παρατεταμένη (120s) σε υπερθερμικές συνθήκες, εξαιτίας βλάβης στο υπερνωτιαίο επίπεδο (εγκέφαλος) διαταράσσοντας την ικανότητα μεταβίβασης της κινητικής εντολής. Αυτή, όμως, είναι η πρώτη έρευνα η οποία έδειξε ότι σε μικρή διάρκεια MVC (4-5sec) υπήρξε και περιφερική βλάβη στην μεταβίβαση της κινητικής εντολής τόσο από το νωτιαίο επίπεδο όσο και από την νευρομυϊκή σύναψη σε υπερθερμικές συνθήκες.

Η αυξημένη θερμοκρασία του σώματος προκαλεί κεντρική κόπωση. Αυτό δεν πρέπει να θεωρείται ως ένα φαινόμενο «όλα ή τίποτα» όταν γίνεται υψηλά κρίσιμη η  $T_c$  του σώματος αλλά ως μία προοδευτική ανασταλτική διαδικασία που πραγματοποιείται από εγκεφαλικά σήματα για να μειώσει την ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων. Σ' αυτό συμβάλλουν και τα ανασταλτικά σήματα από διάφορους υποδοχείς του σώματος (χημειο-υποδοχείς και μεταβολο-υποδοχείς) προκαλώντας κόπωση του Κ.Ν.Σ. (Morrison et al. 2004). Η αυξημένη θερμοκρασία σώματος προκαλεί μείωση στην κορυφαία (PPO) και την μέση (MPO) παραγόμενη ισχύς. Η μείωση της απόδοσης δε γίνεται λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του αίματος σε γαλακτικό οξύ, υδρογόνο ( $H^+$ ) και κάλιο ( $K^+$ ), οι οποίες ουσίες έχουν μειωθεί στο πλάσμα του αίματος. Συνεπώς, η κόπωση δεν είναι αποτέλεσμα ανικανότητας του αίματος να μεταφέρει το οξυγόνο ή διαταραχής της ομοιόστασης του μυός αλλά του άμεσου επηρεασμού του Κ.Ν.Σ. από τη θερμοκρασία (Drust et al. 2005).

### 2.1.3. Μεταβολικές αποκρίσεις

Τέλος, στην μειωμένη απόδοση σε θερμό περιβάλλον συμβάλλουν και οι διαταραχές του μεταβολισμού σε μυϊκό επίπεδο. Η άσκηση σε θερμό περιβάλλον προκαλεί αύξηση στην απελευθέρωση της αδρεναλίνης και της νοραδρεναλίνης σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι σε θερμο-ουδέτερο. Θετική συσχέτιση έχει βρεθεί ανάμεσα στην χρήση του γλυκογόνου και στο επίπεδο συγκέντρωσης της αδρεναλίνης στο πλάσμα του αίματος, γνωρίζοντας, ότι η αδρεναλίνη ερεθίζει το ένζυμο της γλυκοσυνθετάσης ενισχύοντας την χρήση των υδατανθράκων (Morris et al. 2005a, Quod et al. 2006). Η χρήση του μυϊκού γλυκογόνου είναι ~34% μεγαλύτερη σε θερμό απ' ό,τι σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον, όπως αντίστοιχα μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος και της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος (Morris et al. 2005a). Παρ' όλα αυτά, η συγκέντρωση του μυός σε γλυκογόνο είναι μεγαλύτερη στο σημείο της εξάντλησης σε θερμό περιβάλλον απ' ό,τι σε θερμο-ουδέτερο (Morris et al. 2005a, Quod et al. 2006). Συνεπώς, η αυξημένη χρήση του γλυκογόνου δεν είναι η αιτία που προκαλεί την κόπωση στη ζέστη αλλά η αύξηση της Tc του σώματος (Quod et al. 2006). Οι Gonzalez-Alonso et al. (1999) έχουν καταλήξει στα ίδια συμπεράσματα με τα παραπάνω, βρίσκοντας μειωμένη χρήση των ελεύθερων λιπαρών οξέων και αυξημένη χρήση του μυϊκού γλυκογόνου και την συσσώρευση του γαλακτικού οξέος στο αίμα. Όμως, ως κύρια αιτία της πρώιμης εμφάνισης της κόπωσης σε θερμές συνθήκες άσκησης κατέληξαν πως είναι η αυξημένη Tc του σώματος (~ 40°C) με τα επίπεδα μυϊκού γλυκογόνου να είναι υψηλά.

Έχει παρατηρηθεί αυξημένη ανάγκη για χρήση ATP σε θερμό απ' ό,τι σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Αυτή η επιπλέον ανάγκη για ATP καλύπτεται

από την αυξημένη συνεισφορά της φωσφοκρεατίνης (PCr) και της αναερόβιας γλυκόλυσης (Febbraio et al. 1994). Η προηγούμενη έρευνα, επίσης, παρουσίασε αυξημένη συγκέντρωση αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) εντός του μυός. Προηγουμένως, έχει αναφερθεί η σύνδεση της αμμωνίας με την διαταραχή της εγκεφαλικής λειτουργίας.

Σε έρευνα των Parkin et al. (1999) παρατηρήθηκε αυξημένη συγκέντρωση μονοφωσφορικής ινσίνης (IMP) στους μυς μετά από υπομέγιστη άσκηση ποδηλασίας σε θερμό περιβάλλον (40°C). Η αυξημένη συγκέντρωση IMP δεν συνοδεύονταν με αντίστοιχη μείωση στην αποθήκευση του μυϊκού γλυκογόνου. Αυτό αναφέρεται επειδή σ' άλλη έρευνα υποστηρίζεται ότι η αύξηση της IMP πραγματοποιείται μετά την εξάντληση του μυϊκού γλυκογόνου (Febbraio et al. 1994). Εξαιτίας αυτού οι Parkin et al. (1999) υποστηρίζουν ότι η άσκηση σε θερμό περιβάλλον ίσως προκαλεί μεταβολικές διαταραχές που να συνεισφέρουν στην πρώιμη εμφάνιση της κόπωσης όταν η άσκηση γίνεται σε θερμό περιβάλλον.

### 2.1.4. Αποκρίσεις στο ποδόσφαιρο ή σε διαλειμματική άσκηση

Στη διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου, σε θερμό περιβάλλον, έχει παρατηρηθεί ότι η Tc του σώματος των ποδοσφαιριστών να φτάνει στους 39-40°C (Ekblom 1986, Ozgunen et al. 2010) και υφίστανται μία απώλεια 1-3 κιλά του σωματικού τους βάρους που αντιστοιχεί σ' ένα επίπεδο αφυδάτωσης >2% (Edwards and Clark 2006, Aragon-Vargas et al. 2009, Mohr et al. 2010, Ozgunen et al. 2010). Όσον αφορά την απώλεια των υγρών, παρόμοια αποτελέσματα που να επιβεβαιώνουν τα παραπάνω έχουν βρεθεί σε εργαστηριακές δοκιμασίες που απευθύνονται σε ποδοσφαιριστές (Abt et al. 1998, McGregor et al. 1999, Morris et al. 2005, Edwards et al. 2007,

Ali et al. 2007) αλλά και σε μία έρευνα που πραγματοποίησε μετρήσεις στην διάρκεια της προπόνησης (Shirreff et al. 2005). Τέλος, γίνονται αναφορές για τις παραπάνω παραμέτρους και σε ανασκοπήσεις των Edwards and Noakes (2009) και Kurdak et al. (2010).

Ένα μεγάλο μέρος του ποδοσφαιρικού αγώνα στηρίζεται στην αερόβια ικανότητα του ποδοσφαιριστή (διανύει 9-12 km σε έναν αγώνα) που επηρεάζεται αρνητικά από το θερμό περιβάλλον (Bangsbo et al. 2006). Η συνολική απόσταση που θα διανυθεί σ' έναν ποδοσφαιρικό αγώνα θα είναι μικρότερη σε θερμότερο περιβάλλον σε σύγκριση μ' ένα πιο θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Επιπλέον, τα μέτρα που θα καλύψουν οι ποδοσφαιριστές με τις υπόλοιπες κινητικές δραστηριότητες (τζόκιν, χαμηλής-μέτριας ταχύτητας τρέξιμο, υψηλής ταχύτητας τρέξιμο) θα είναι περισσότερα σε θερμο-ουδέτερο παρά σε θερμό περιβάλλον, εκτός του περπατήματος που η μεγαλύτερη απόσταση καλύπτεται σε θερμότερο περιβάλλον (Mohr et al. 2010, Ozgunen et al. 2010). Περαιτέρω, η κινητική δραστηριότητα του σπριντ είναι μία ικανότητα που κατέχει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη και στην έκβαση του αγώνα. Στην διάρκεια του παιχνιδιού εκτελούνται επαναλαμβανόμενα σπριντ που όπως φαίνεται είναι αρνητικά επηρεασμένα από την υψηλή  $T_c$  του σώματος που διαταράζει την λειτουργία του Κ.Ν.Σ., όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω. Επιπρόσθετα, σε έρευνα των Mohr et al. (2004, 2010) έχει παρουσιαστεί μείωση της απόδοσης στα σπριντ στην αρχή του δευτέρου ημιχρόνου εξαιτίας της μειωμένης  $T_m$ . Κατανοητό πρέπει να γίνει ότι η  $T_m$  που βελτιώνει την απόδοση στα σπριντ έχει ένα εύρος που όταν δεν τηρούνται αυτά τα όρια είτε προς τα επάνω είτε προς τα κάτω η

απόδοση αναπόφευκτα θα έχει αρνητικές συνέπειες. Άρα, γίνεται αντιληπτό ότι, η διεξαγωγή των ποδοσφαιρικών αγώνων σε θερμό περιβάλλον ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) προκαλεί πρόωρη εμφάνιση της κόπωσης εξαιτίας της αυξημένης θερμοκρασίας σώματος που προκαλείται (Bangsbo et al. 2006).

Όλα τα παραπάνω ενισχύουν την πεποίθηση, ότι ένας τρόπος αναχαίτισης της αφυδάτωσης και της αύξησης της  $T_c$  του σώματος με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης είναι η ανάπτυξη ενός εξατομικευμένου προγράμματος ενυδάτωσης (πριν, κατά την διάρκεια και μετά τον αγώνα ή την προπόνηση), συμβάλλοντας έτσι στην διατήρηση του όγκου αίματος (Shirreffs et al. 2005, Edwards et al. 2007).

Σε συμφωνία με την δημιουργία ενός προγράμματος ενυδάτωσης έρχονται τα ευρήματα της έρευνας του Edwards et al. (2007) που διεξήχθησαν κάτω από σχετικά εύκρατες συνθήκες. Οι ποδοσφαιριστές που δεν ελάμβαναν υγρά διένυσαν λιγότερα χιλιόμετρα σε σχέση με αυτούς που έκαναν λήψη υγρών. Αυτό δείχνει ότι οι ποδοσφαιριστές που δεν έκαναν λήψη υγρών υπέστησαν αφυδάτωση με αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοσή τους εξαιτίας της αύξησης της  $T_c$  του σώματος (ο μηχανισμός στον οποίο οφείλεται η μείωση της απόδοσης λόγω αυξημένης  $T_c$  σώματος έχει αναφερθεί προηγουμένως). Καθώς, οι ποδοσφαιριστές αγωνίζονται σε θερμό περιβάλλον εμφανίζουν υψηλότερο επίπεδο αφυδάτωσης και σε συντομότερο χρονικό διάστημα επιδεινώνοντας ακόμα περισσότερο την απόδοσή τους. Επιπλέον, η έρευνα του McGregor et al. (1999) έδειξε πως η επίδραση της αφυδάτωσης στη τεχνική ικανότητα των ποδοσφαιριστών φαίνεται να είναι αρνητική μειώνοντας την κατά ~5%. Η αιτία αυτής της μείωσης στη τεχνική ικανότητα των ποδοσφαιριστών οφείλεται στην αυξημένη κατανάλωση

της γλυκόζης στον εγκέφαλο και την επακόλουθη ταχύτερη εξάντλησή της, όπως ακριβώς συμβαίνει σε περιπτώσεις μείωσης του όγκου αίματος με αυξημένη τη θερμοκρασία του σώματος (Nybo et al. 2002b & 2003).

Στην έρευνα του Abt et al. (1998) παρουσιάστηκε ότι η μείωση του μυϊκού γλυκογόνου δεν έχει αρνητικό αποτέλεσμα στην τεχνική ικανότητα των ποδοσφαιριστών αλλά άλλοι παράγοντες είναι αυτοί που επηρεάζουν αρνητικά αυτή την ικανότητα. Οι ίδιοι ερευνητές απολογούν τα αποτελέσματα τους, λέγοντας, ότι το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε δεν ήταν ικανό να προκαλέσει εξάντληση του μυϊκού γλυκογόνου και να προξενήσει επιδείνωση στην ικανότητα των ποδοσφαιριστών στο να εκτελέσουν τις τεχνικές τους δεξιότητες, αλλά η αφυδάτωση και η αυξημένη συσσώρευση του γαλακτικού οξέος είναι παράγοντες που πιθανόν να ευθύνονται για την μειωμένη τεχνική τους ικανότητα.

Σε αντίθεση με προηγούμενες έρευνες που αφορούσαν άντρες, έρευνα των Ali et al. (2010) έδειξε ότι η πρόσληψη υγρών δεν επηρεάζει θετικά την απόδοση στα σπριντ και την τεχνική ικανότητα γυναικών ποδοσφαιριστών, παρ' όσα η πρόσληψη υγρών επιτυγχάνει την μείωση του επιπέδου της αφυδάτωσης, άρα της καρδιαγγειακής καταπόνησης.

Η νοητική λειτουργία πλήττεται σε μεγαλύτερο βαθμό στο θερμό περιβάλλον και κυρίως κατά τις θερμικές διαταραχές που μπορεί να υποστεί ο οργανισμός απ' ότι μπορεί να συμβεί στις φυσιολογικές παραμέτρους (Gaouna 2010). Αρχικώς, η νοητική λειτουργία επηρεάζεται από την θερμοκρασία του δέρματος ( $T_s$ ) συμβάλλοντας δυσμενώς και η  $T_c$  του σώματος όταν αυξηθεί σε ικανό επίπεδο. Η λειτουργία αυτή μπορεί να χρησιμεύει και ως μία γραμμή άμυνας για να αποφευχθεί μία περαιτέρω φυσιολογική καταπόνηση

(Frank et al. 1999). Η αύξηση της  $T_c$  του σώματος οδηγεί σε άνοδο της θερμοκρασία του εγκεφάλου, ως αποτέλεσμα να διαταράσσεται η νευρική του λειτουργία. Επίσης, το μειωμένο επίπεδο γλυκόζης του αίματος έχει συνδεθεί κι αυτό με τη νοητική δυσλειτουργία. Επιπλέον, η θερμική άνεση παρουσιάζει μία μείωση καθώς η  $T_s$  αυξάνεται (Frank et al. 1999). Τέλος, η αφυδάτωση ( $>2\%$  Σ.Β.) είναι μία αιτία διαταραχής της νοητικής λειτουργίας, δηλαδή, όσο αυξάνεται το επίπεδο της αφυδάτωσης τόσο περισσότερο αρνητικά επηρεάζεται η νοητική λειτουργία (Gaouna 2010). Δεν είναι η περιβαλλοντική θερμοκρασία που επιδεινώνει την νοητική λειτουργία αλλά είτε η κεντρική κόπωση, είτε η αυξημένη  $T_c$  του σώματος ή ένας συνδυασμός αυτών των δύο (Gaouna 2010).

Η θερμική αίσθηση και η θερμική άνεση μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους θερμικούς παράγοντες, όπως από α) την απόλυτη περιβαλλοντική θερμοκρασία, β) το ρυθμό αλλαγής του θερμικού ερεθίσματος, γ) το συνολικό θερμικό επίπεδο του σώματος, μαζί με την θέση της επιφάνειας επί της οποίας το θερμικό ερέθισμα εφαρμόζεται (Cheung 2010).

Σε έρευνα (Edwards et al. 2007) που είχε ως δοκιμαζόμενους ποδοσφαιριστές βρέθηκε ότι η αντίληψη της προσπάθειας (RPE) ήταν μεγαλύτερη όταν η πρόσληψη νερού δεν επιτρεπόταν, δηλαδή, όταν το επίπεδο της αφυδάτωσης ήταν μεγαλύτερο (όπως το ίδιο συμβαίνει και κατά την αυξημένη θερμοκρασία του σώματος). Στην ίδια έρευνα παρουσιάζεται, ότι η νοητική απόδοση δεν έχει επηρεαστεί αρνητικά στις διαφορετικές προσπάθειες που συμπεριλάμβανε το πειραματικό πρωτόκολλο από την μέτρια βαθμού αφυδάτωση. Αυτό δείχνει, ότι η ικανότητα να λαμβάνονται αποφάσεις στην διάρκεια

του αγώνα δεν έχει υποστεί αρνητικές συνέπειες.

Σε συμφωνία με τα παραπάνω δεδομένα, η έρευνα των Bandelow et al. (2010) δεν έδειξε ξεκάθαρα ότι η ήπια προς μέτριο βαθμό αφυδάτωσης επηρεάζει αρνητικά την νοητική λειτουργία σε θερμό περιβάλλον κατά την διάρκεια του αγώνα. Παρουσίασε, όμως, ότι η  $T_c$  του σώματος και το επίπεδο της γλυκόζης του πλάσματος έχουν κυρίαρχο ρόλο στην απόδοση των ποδοσφαιριστών. Η υψηλή  $T_c$  του σώματος έδειξε ότι μειώνει την ταχύτητα των κινήσεων αλλά αυξάνει την ακρίβεια. Το αντίθετο, ακριβώς συμβαίνει με την γλυκόζη του αίματος όπου η αύξησή της βελτιώνει την ταχύτητα εκτέλεσης αλλά, όμως, μειώνει την ακρίβεια. Αυτό που προτείνεται από τους ερευνητές είναι ότι μία 50% συσχέτιση αυτών των δύο παραμέτρων κατά την διάρκεια του αγώνα θα βοηθούσε στην σταθεροποίηση της νοητικής απόδοσης.

Σε έρευνες που χρησιμοποίησαν την έντονη διαλειμματική άσκηση και περιλάμβαναν επαναλαμβανόμενα σπριντ ως τρόπο άσκησης όπου πραγματοποιήθηκαν σε θερμό περιβάλλον εξήχθηκε το συμπέρασμα, ότι η πρώιμη κόπωση που προκαλείται δεν είναι αποτέλεσμα των μεταβολικών παραγόντων (πχ. αυξημένη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και αμμωνίας) αλλά εξαιτίας της αυξημένης  $T_c$  του σώματος που προξενεί διαταραχή στο Κ.Ν.Σ.. Το παραπάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνεται στις ίδιες έρευνες από το γεγονός ότι παρά την αυξημένη χρήση του μυϊκού γλυκογόνου κατά την άσκηση αυτό είναι σε υψηλότερη συγκέντρωση στην εξάντληση, υποδηλώνοντας ότι δεν είναι αυτή η αιτία της κόπωσης σε θερμό περιβάλλον άσκησης (Morris et al. 2000 & 2005, Drust et al. 2005).

## **2.2. Η πρόψυξη και η ψύξη ως μέθοδος βελτίωσης της απόδοσης**

### **2.2.1. Γενικές αρχές**

Η θεωρία της πρόψυξης (precooling) βασίζεται στην μείωση της  $T_c$  του σώματος πριν την άσκηση. Μ' αυτό τον τρόπο αυξάνονται τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να αυξηθεί η μεταβολικός παραγόμενη θερμότητα παρέχοντας μεγαλύτερο χρονικό περιθώριο για να επιτευχθεί η κρίσιμη  $T_c$  του σώματος που θα επιφέρει και τον τερματισμό της άσκησης. Η προσέγγιση της κρίσιμης  $T_c$  σώματος θα αναγκάσει τον αθλούμενο να μειώσει την ένταση ή να διακόψει την άσκηση με σκοπό να αποφύγει τον κίνδυνο της θερμικής βλάβης (θερμική εξάντληση, υπερθερμία) (Nielsen et al. 1993).

Ο Gonzalez- Alonso et al. (1999) έδειξαν ότι ο χρόνος άσκησης μέχρι την εμφάνιση της εξάντλησης σε θερμό περιβάλλον είναι αντιστρόφως ανάλογος με την αρχική  $T_c$  του σώματος και είναι άμεσα συσχετισμένος με τον ρυθμό της θερμικής αποθήκευσης.

Το κύριο όφελος που προσφέρει η πρόψυξη είναι η αυξημένη ικανότητα για θερμική αποθήκευση με αποτέλεσμα την βελτίωση της απόδοσης. Σε έρευνα των Booth et al. (2001) παρουσιάστηκε αύξηση της θερμικής αποθήκευσης από  $113\text{W/m}^2$  σε  $249\text{ W/m}^2$  μετά από βύθιση σε κρύο νερό προκαλώντας πτώση στη  $T_c$  του σώματος  $0,7^\circ\text{C}$ . Η μειωμένη αρχική  $T_c$  του σώματος που επιτυγχάνεται από την πρόψυξη είναι αυτή που δίνει την δυνατότητα για μεγαλύτερη ικανότητα θερμικής αποθήκευσης πριν φτάσει η κρίσιμη  $T_c$  του σώματος που θα διακοπεί η άσκηση ή θα μειωθεί η ένταση της. Αύξηση της θερμικής αποθήκευσης (από  $84\text{W/m}^2$  σε  $153\text{ W/m}^2$ ) έχει φανεί, ότι μπορεί να προκληθεί από μείωση της  $T_s$  χωρίς ταυτόχρονη πτώση της  $T_c$  του

σώματος. Έχει προταθεί ότι η πτώση της  $T_s$  αυξάνει την θερμική κλίση για διάχυση της θερμότητας από τον πυρήνα του σώματος προς το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο ρυθμός αύξησης της  $T_c$  του σώματος καθυστερώντας την προσέγγιση της κρίσιμης  $T_c$  του σώματος (Kay et al. 1999). Σε μία άλλη έρευνα των Lee and Haymes (1995) αποδείχθηκε, ότι η θερμική αποθήκευση ήταν  $144 \text{ W/m}^2$  και  $119 \text{ W/m}^2$  για τις συνθήκες πρόψυξης και ελέγχου, αντίστοιχα. Στην ίδια έρευνα παρουσιάστηκε, ότι στην συνθήκη της πρόψυξης οι δοκιμαζόμενοι είχαν σημαντικά χαμηλότερο ρυθμό εφίδρωσης απ' ότι στην συνθήκη ελέγχου. Όμως, μόνο το 57% του παραγόμενου ιδρώτα από την συνθήκη ελέγχου εξατμιζόταν (το υπόλοιπο παρέμενε στο σώμα). Αντίθετα, με την συνθήκη της πρόψυξης εξατμιζόταν το 75% του παραγόμενου ιδρώτα. Από τα παραπάνω διαπιστώνει κανείς, ότι η διάχυση της παραγόμενης θερμότητας μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα είναι οικονομικότερη μετά από πρόψυξη.

Η αλλαγή στη  $T_s$  επηρεάζει την θερμική αίσθηση και κατ' επέκταση τη νοητική λειτουργία. Η ευαισθησία της νοητικής λειτουργίας στις αλλαγές της  $T_s$  μπορεί να αιτιολογηθεί από το αλλασθητικό αποτέλεσμα. Οι απότομες αλλαγές στη  $T_s$  σε διάφορες περιοχές του σώματος επηρεάζουν την θερμική αίσθηση ανεξάρτητα από την  $T_c$  του σώματος. Αυτές οι απότομες αλλαγές της  $T_s$  δρουν επιβαρυντικά στην απόδοση, μειώνοντας τη νοητική λειτουργία χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι η αυξημένη  $T_c$  δεν συμβάλλει στην διαταραχή της νοητικής απόδοσης σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό. Η νοητική λειτουργία είναι πιο ευπαθής στις περιβαλλοντικές αλλαγές απ' ότι οι φυσιολογικές αποκρίσεις. Η ψύξη του δέρματος σε αυξημένη περιβαλλοντική

θερμοκρασία μπορεί να διατηρήσει τη νοητική λειτουργία (Gaouan 2010).

Πτώση της  $T_c$  του σώματος και της  $T_s$  μέσω της ψύξης μειώνουν την ανάγκη αιματικής ροής προς το δέρμα με σκοπό την διάχυση της θερμότητας. Αυτό έχει ως αντίκτυπο να αυξάνεται ο κεντρικός όγκος αίματος, ο όγκος παλμού και να μειώνεται η καρδιακή συχνότητα. Επιπρόσθετα, συμβάλλει στην αυξημένη διαθεσιμότητα του αίματος για τους ενεργούς μυς (Drust et al. 2000, Cotter et al. 2001, Marino 2002, Cheung 2004) και επίσης συνεισφέρει στην διατήρηση της εγκεφαλικής ροής αίματος καθυστερώντας την εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης (Wilson et al. 2002). Η βύθιση σε θερμό ουδέτερο νερό ( $\sim 28^\circ\text{C}$ ) επιφέρει μετατόπιση  $\sim 700\text{ml}$  του αίματος προς τον θώρακα, η οποία είναι μία άνοδος 30-40% της καρδιακής παροχής. Αντιθέτως, η βύθιση σε κρύο νερό ( $\sim 20^\circ\text{C}$ ) δεν θα προξενήσει μεγαλύτερη μετατόπιση του αίματος προς το θώρακα αλλά θα αυξήσει την διαστολική πίεση ( $\sim 10\text{torr}$ ) εξαιτίας των αγγειοσυστολών που προκαλούνται από την θερμοκρασία του νερού. Η αύξηση της διαστολικής πίεσης αυξάνει το καρδιακό μεταφορτίο, το οποίο ένα μέρος του μπορεί να αντισταθμιστεί από το αυξημένο προ-φορτίο. Το αυξημένο μετα-φορτίο της καρδιάς θα μειώσει την καρδιακή συχνότητα  $\sim 10$  παλμούς/λεπτό. Η μείωση της καρδιακής συχνότητας θα αυξήσει τον χρόνο πλήρωσης της αριστερής κοιλίας με επακόλουθη αύξηση του τελο-διαστολικού όγκου χωρίς όμως να επέρχεται μία περαιτέρω αύξηση του όγκου παλμού εξαιτίας του αυξημένου μετα-φορτίου της καρδιάς. Επομένως, ο συνδυασμός αύξησης του μετα-φορτίου της καρδιάς και η μείωση της καρδιακής συχνότητας δεν συνοδεύεται από αύξηση του όγκου παλμού και εξηγεί την χαμηλότερη από την αναμενόμενη καρδιακή παροχή κατά την διάρκεια

βύθισης σε κρύο νερό. Ακόμη η Μ.Κ.Σ. είναι μειωμένη 10-30 παλμούς/λεπτό όταν  $T_c$  του σώματος είναι από 0,5 έως 2°C χαμηλότερη από την φυσιολογική (Pendergast 1988). Το αποτέλεσμα θα είναι άμβλυνση της καρδιαγγειακής καταπόνησης με την χρήση της μεθόδου ψύξης. Τα ευρήματα της έρευνας των Olschewski and Bruck (1988) είναι σύμφωνα με την μειωμένη καρδιαγγειακή καταπόνηση. Επίσης, με την εφαρμογή της ψύξης μειώνεται και η θερμορρυθμιστική και η μυϊκή καταπόνηση.

Θεωρητικά με την ψύξη του σώματος αναμένεται συνεισφορά στην βελτίωση της απόδοσης μέσω της μειωμένης μεταβολικής διαταραχής που έχει παρατηρηθεί σε μυϊκό επίπεδο από την αυξημένη  $T_c$  του σώματος και  $T_{m}$ . Η πτώση της  $T_c$  του σώματος μειώνει την χρήση του μυϊκού γλυκογόνου (Marino 2002). Όμως, σε έρευνα του Booth et al. (2001) δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στην χρήση του μυϊκού γλυκογόνου και την συσσώρευση του γαλακτικού οξέος ανάμεσα στην ομάδα που πραγματοποίησε πρόψυξη και την ομάδα ελέγχου. Όσον αφορά την προηγούμενη έρευνα αξιοσημείωτο είναι ότι τα επίπεδα του μυϊκού γλυκογόνου δεν ήταν τα ίδια πριν την έναρξη των δύο προσπαθειών και γι' αυτό το λόγο η ερμηνεία των δεδομένων είναι δύσκολη.

Έχει αναφερθεί και παραπάνω ότι η άνοδος της  $T_c$  του σώματος επηρεάζει άμεσα το Κ.Ν.Σ. αφού μειώνει την ένταση της άσκησης και την παραγωγή δύναμης και αυτό γιατί λειτουργεί ως προστατευτικός μηχανισμός με σκοπό την αποφυγή των θερμικών διαταραχών (Morrison et al. 2004, Nybo 2008 & 2012). Αντίθετα, παρατηρείται πτώση της αρχικής  $T_c$  του σώματος κατά την εφαρμογή της πρόψυξης καθυστερώντας την εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης. Επιπλέον, το Κ.Ν.Σ. επηρεάζεται αρνητικά από τις κυτοκίνες αφού μία από τις

ιδιότητες τους είναι να μειώνουν την ενεργοποίηση των μυών. Οι κυτοκίνες είναι ορμόνες, οι οποίες εισάγονται στην αιματική κυκλοφορία εξαιτίας της διαρροής που συμβαίνει στα έντερα. Η διαρροή αυτή οφείλεται στην μειωμένη ροή αίματος στην κοιλιακή χώρα λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του σώματος. Με την ψύξη μειώνεται η θερμική καταπόνηση. Αυτό έχει ως επακόλουθο η ροή του αίματος προς την κοιλιακή χώρα να διατηρείται σε υψηλότερο επίπεδο. Συνεπώς η εμφάνιση των κυτοκινών να καθυστερεί και να βελτώνεται η απόδοση (Sakurada and Hales 1998, Quod et al. 2006).

Τέλος, η αποτελεσματικότητα μιας μεθόδου ψύξης εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής στο σώμα (μέθοδος, διάρκεια και ένταση), τον τύπο της άσκησης (ένταση, διάρκεια και τύπο), τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το επίπεδο φυσικής κατάστασης του αθλητή (Quod et al. 2006). Σύμφωνα με τον Marino (2002) η αποτελεσματικότερη μέθοδος ψύξης δεν είναι και η πρακτικότερη μέθοδος. Πράγματι, η αποτελεσματικότερη μέθοδος είναι η βύθιση σε κρύο νερό (Armstrong et al. 1996) αλλά απομάτως είναι και η λιγότερο πρακτική κατά την αθλητική προσπάθεια. Όμως, πριν την εφαρμογή κάθε μεθόδου ψύξης αυτά που θα πρέπει να εξετάζονται είναι το κόστος που έχει η κάθε μέθοδος, το κατά πόσο εύκολη είναι η εφαρμογή της, η αποτελεσματικότητα της και η προετοιμασία που χρειάζεται να γίνει πριν την εφαρμογή της. Οι μέθοδοι ψύξης που έχουν χρησιμοποιηθεί στο ποδόσφαιρο μέχρι σήμερα είναι τα κρύα γιλέκα, το κρύο μπάνιο και ο κρύος αέρας.

### 2.2.2. Έρευνες στο ποδόσφαιρο

Σε ποδοσφαιριστές που αγωνίστηκαν σε τρεις αγώνες σε θερμό περιβάλλον (~ 34°C & ~ 64% υγρασία) και τους εφαρμόστηκε ως μέθοδος ψύξης ο κρύος αέρας μαζί με ψεκασμό νερού μέσα σε μία ειδική κατασκευή από τέντες δεν επέφερε σημαντική πτώση στην Tc του σώματος (15 λεπτά πρόψυξη και 10 λεπτά ψύξη στην ανάπαυλα). Όμως, η εφαρμογή της ψύξης οδήγησε τους ποδοσφαιριστές σε σημαντικά ταχύτερο χρόνο αντίδρασης (RTs) της άσκησης στο ημίχρονο και στην ολοκλήρωση του αγώνα στο Visual Sensitivity test αλλά όχι πριν το παιχνίδι. Η εξήγηση για αυτή την βελτίωση στο RTs είναι ότι η ψύξη μπορεί να μην προκάλεσε πτώση της Tc του σώματος αλλά αύξησε την αντιλαμβανόμενη θερμική άνεση μέσα στις ψυχρές τέντες με αποτέλεσμα οι ποδοσφαιριστές να μπορούν να ανταποκρίνονται ταχύτερα (Bandelow et al. 2010).

Ο Drust et al. (2000) παρουσίασαν μείωση στην Tc σώματος 0,3°C όταν χρησιμοποίησαν ως μέθοδο πρόψυξης το κρύο μπάνιο για χρονικό διάστημα 60 λεπτών μειώνοντας τη θερμοκρασία νερού 2°C κάθε 20 λεπτά (από 28°C σε 24°C). Η μείωση της Tc του σώματος έφτασε τους 0,6°C μέχρι να ξεκινήσει το πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε γιατί υπήρξε συνέχιση στην πτώση της Tc του σώματος. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν την ώρα της πρόψυξης ήταν θερμοκρασία 20,5±0,6°C και σχετική υγρασία 68,3±6,2%. Η Ts υπέστη και αυτή πτώση 3,8°C (από 28,2 ±1,3 σε 24,4 ±1,3°C) στο τέλος του κρύου μπάνιου. Η μέση Tc του σώματος ήταν σημαντικά χαμηλότερη σ' όλη την διάρκεια της άσκησης για την προσπάθεια με την εφαρμογή πρόψυξης απ' ότι στην θερμή συνθήκη (πρόψυξη 38,1±0,6°C και θερμότητα 38,6±0,3°C). Όμως, η αύξηση της Tc του σώματος από το πρώτο στο δεύτερο ημίχρονο είναι

σημαντικά μεγαλύτερη στην συνθήκη πρόψυξης απ' ότι σε σύγκριση με τις άλλες δύο συνθήκες (φυσιολογική 0,5°C, θερμότητας 0,4°C, πρόψυξης 0,8°C). Επιπλέον, παρά την τάση της χαμηλότερης καρδιακής συχνότητας στην συνθήκη πρόψυξης αυτή δεν είναι σημαντική, άλλα ούτε σημαντικές διαφορές βρέθηκαν ανάμεσα στις παραμέτρους για την κατανάλωση οξυγόνου, ανά λεπτό αερισμό, στην αντιλαμβανόμενη κόπωση και στις συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος, γλυκόζης και λιπαρών οξέων στο αίμα. Οι ερευνητές συμπεραίνουν, ότι η πρόψυξη όλου του σώματος δεν έχει κανένα αποτέλεσμα στις φυσιολογικές και μεταβολικές απαιτήσεις σε έντονη διαλειμματική άσκηση, όπως το ποδόσφαιρο, παρ' όλη τη σημαντική πτώση της Tc του σώματος.

Σε αυτή την έρευνα (Drust et al. 2000), οι περιβαλλοντικές συνθήκες που έχουν χρησιμοποιηθεί στο πρωτόκολλο άσκησης (20,5±0,8°C και 71,6±8,4% φυσιολογική και 26±0,2°C και 61,5±9% για θερμή συνθήκη) είναι οι μέσοι όροι από τα τελευταία τέσσερα παγκόσμια κύπελλα. Η θερμοκρασία που χρησιμοποιείται για την θερμή συνθήκη είναι αρκετά χαμηλή, ώστε να προκληθεί θερμικό στρες. Ενώ, στην φυσιολογική συνθήκη που εφαρμόζεται η πρόψυξη η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή για να επιφέρει αποτελέσματα η μέθοδος της πρόψυξης. Περαιτέρω, μία αδυναμία της έρευνας αυτής είναι ότι το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε για να προσομοιάσει τις ποδοσφαιρικές απαιτήσεις έγινε πάνω σε δαπεδοεργόμετρο. Η συνέπεια αυτού είναι η ανικανότητα να πραγματοποιηθούν κάποιες κινήσεις που γίνονται στην διάρκεια του αγώνα ή αδυναμία να εκτελεστούν στην ένταση που θα γινόντουσαν σ' ένα γήπεδο (αλλαγή κατεύθυνσης, επιτάχυνση, επιβράδυνση κ.α.). Έτσι, η φυσιολογική καταπόνηση που θα επιφέρει αυτό το

πρωτόκολλο άσκησης δεν θα προσομοιάζει πλήρως τον ποδοσφαιρικό αγώνα. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν θα αντικατοπτρίζουν πλήρως τις πραγματικές συνθήκες. Τέλος, η μέθοδος πρόψυξης που εφαρμόζεται σ' αυτή την έρευνα (60 λεπτά κρύο μπάνιο) είναι μία μέθοδος μη πρακτική. Κανένας παίκτης και καμία ομάδα δε μπορεί να διαθέσει 60 λεπτά πριν τον αγώνα για να εφαρμοστεί η πρόψυξη. Ο λόγος της μη πρακτικότητας αυτής της μεθόδου, είναι η διαθεσιμότητα του χρόνου (πόση ώρα πριν θα πάει η ομάδα στο γήπεδο, χρειάζεται χρόνος για οδηγίες του προπονητή, για ζέσταμα κ.α.).

Σε μία άλλη έρευνα (Price et al. 2009) η μέθοδος ψύξης που χρησιμοποιήθηκε ήταν τα κρύα γιλέκα και η διαδικασία εφαρμογής ήταν στη μία προσπάθεια να γίνει πρόψυξη μόνο (PRE), στην άλλη πρόψυξη και ψύξη στο διάλειμμα (PRE+MID) και στην τελευταία χωρίς ψύξη (CON). Η διάρκεια ψύξης ήταν 20 λεπτά πριν τον αγώνα σε 18°C και 15 λεπτά στο ημίχρονο σε 30,6°C. Όμως δεν αναφέρεται η υγρασία που υπήρχε για το ίδιο χρονικό διάστημα. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες αθλήτριες ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου. Στο τέλος του πρωτοκόλλου υπήρχε μία τάση, αλλά όχι σημαντική, για χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα για την PRE+MID προσπάθεια σε σχέση με τις άλλες δύο προσπάθειες. Το πρωτόκολλο αποτελούνταν από δύο 45λεπτα με 15 λεπτά διάλειμμα. Στην παρούσα έρευνα υπήρξε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στο χρόνο και την προσπάθεια, δηλώνοντας ότι όσο περνάει η ώρα κατά την διάρκεια της άσκησης αυξάνεται και η Tc του σώματος. Η πτώση της Tc του σώματος για PRE ήταν 0,2± 0,1°C και για PRE+MID ήταν 0,1±0,2°C χωρίς να υπάρχει σημαντικότητα. Στην πτώση αυτή μπορεί να συνεισφέρει το γεγονός, ότι το αίμα που ψύχεται στο δέρμα μέσω

της επαφής με το γιλέκο επιστρέφει στην κεντρική κυκλοφορία, με αποτέλεσμα την πτώση της Tc του σώματος. Η αύξηση της Tc του σώματος από το 35° λεπτό είναι μεγαλύτερη στην CON προσπάθεια σε σχέση με τις άλλες δύο για όλη την διάρκεια του πρωτοκόλλου. Δεν υπήρξε σημαντική πτώση της Tc του σώματος στο ημίχρονο για CON και PRE παρά μόνο για την PRE+MID προσπάθεια. Σ' όλη την διάρκεια του πρωτοκόλλου δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην Tc του σώματος ανάμεσα PRE και PRE+MID προσπάθεια παρά μόνο μία τάση χαμηλότερη της Tc του σώματος στο δεύτερο ημίχρονο. Η συχνότητα εφίδρωσης στην παρούσα έρευνα είναι σημαντικά υψηλότερη στην PRE+MID προσπάθεια σε σύγκριση με τις άλλες δύο προσπάθειες. Υποδηλώνοντας, μία καλύτερη ικανότητα θερμορύθμισης μέσω της αποβολής της θερμότητας από την εξάτμιση του ιδρώτα που είναι κι ο κύριος μηχανισμός κατά την άσκηση. Η θερμοκρασία κάτω από την οποία διεξάγεται η έρευνα είναι στους 30,6±0,2°C με 63,4±2,5% υγρασία υποδεικνύοντας ένα θερμό περιβάλλον με υψηλό θερμικό στρες. Το θερμικό περιεχόμενο ήταν σημαντικά διαφορετικό ανάμεσα στις προσπάθειες. Αρχικά, η μείωση ήταν ίδια στην αρχική εφαρμογή ψύξης στις προσπάθειες PRE και PRE+MID σε σύγκριση με CON που δεν υπήρξε μείωση. Έπειτα, στο δεύτερο ημίχρονο που ξανά έγινε ψύξη στην PRE+MID προσπάθεια το θερμικό περιεχόμενο ήταν χαμηλότερο σε σχέση με τις άλλες δύο προσπάθειες, ενώ το θερμικό περιεχόμενο της PRE εξακολουθούσε να είναι χαμηλότερο από την CON. Η διαφορά στο θερμικό περιεχόμενο διατηρήθηκε σε όλη την διάρκεια του πρωτοκόλλου ανάμεσα στις προσπάθειες (PRE+MID 4,01±0,99 J/g, PRE 5,10±1,45 J/g, CON 6,20±1,59 J/g). Το συμπέρασμα από την παρούσα έρευνα είναι ότι η εφαρμογή ψύξης

(PRE+MID και PRE) μειώνει την θερμική αποθήκευση σε σχέση με τη μη εφαρμογή (CON) και ακόμα πιο αποτελεσματικός τρόπος είναι η εφαρμογή ψύξης PRE+MID απ' ότι PRE μόνο, μειώνοντας ακόμα περισσότερο την θερμική αποθήκευση. Το αποτέλεσμα είναι η καθυστέρηση της εμφάνισης της κεντρικής κόπωσης (υπερθερμία) εξαιτίας της κρίσιμης  $T_c$  του σώματος που επιτυγχάνεται στην διάρκεια του αγώνα κυρίως σε θερμό περιβάλλον.

Στην παραπάνω έρευνα (Price et al 2009), το πρωτόκολλο που έχει χρησιμοποιηθεί για να προσομοιάσει τις φυσιολογικές απαιτήσεις ενός αγώνα έχει διεξαχθεί πάνω σε δαπεδοεργόμετρο, όπως και η έρευνα του Dust et al. (2000). Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η αδυναμία να πραγματοποιηθούν κάποιες κινήσεις ή να εκτελεστούν στην ένταση που θα γινόντουσαν στο γήπεδο (αλλαγής κατεύθυνσης, επιτάχυνση, επιβράδυνση κ.α.) μειώνουν την δυνατότητα των αποτελεσμάτων να ανταποκριθούν πλήρως σε πραγματικές συνθήκες ενός αγώνα. Επιπλέον, η μέθοδος ψύξης που χρησιμοποιείται σ' αυτήν την έρευνα είναι τα κρύα γιλέκα. Παρ' ότι είναι μία πρακτική μέθοδος ψύξης εφαρμόζεται σε μικρή επιφάνεια σώματος μειώνοντας την  $T_c$  του σώματος σε όχι μεγάλο βαθμό  $\sim 0,2^\circ\text{C}$ . Αυτό μπορεί να οφείλεται, ότι η πρόψυξη γίνεται σε περιβάλλον  $18^\circ\text{C}$  αντίθετα με την ψύξη στο διάλειμμα που γίνεται σε  $30,6^\circ\text{C}$  όπου και η  $T_c$  του σώματος είναι υψηλότερη στο ημίχρονο απ' ότι η αρχική (η πτώση της  $T_c$  είναι  $\sim 0,7^\circ\text{C}$ ). Επίσης, η χρήση αυτής της μεθόδου ψύξης από μία ομάδα ποδοσφαίρου απαιτεί ένα αρκετά μεγάλο αριθμό απ' αυτά τα γιλέκα, με αποτέλεσμα να υπάρχει κόστος για την αγορά τους. Ακόμη, η διαδικασία ώστε τα γιλέκα να είναι έτοιμα για χρήση τα καθιστούν

όχι και τόσο ευκολόχρηστη μέθοδο για αγώνες στις έδρες των αντιπάλων.

Η συνδυασμένη χρήση ψύξης και πρόσληψης υδατανθράκων έχει φανεί να προσφέρει επιπλέον αποτελέσματα απ' ότι η απομονωμένη χρήση αυτών των δύο μεθόδων (Clarke et al. 2011). Αυτή η έρευνα αποτελείται από δύο συνθήκες που στη μία γίνεται λήψη των υδατανθράκων και ψύξη πριν και στο διάλειμμα του πρωτοκόλλου άσκησης από την μία ομάδα (CHOc), ενώ στην άλλη ομάδα γίνεται μόνο λήψη των υδατανθράκων (CHO). Στην επόμενη συνθήκη η μία ομάδα ακολουθεί ακριβώς την ίδια διαδικασία ψύξης με την λήψη ενός εικονικού φαρμάκου (PLAc) και η άλλη ομάδα λαμβάνει μόνο το εικονικό φάρμακο (PLA). Η διάρκεια πρόψυξης ήταν 60 λεπτά και της ψύξης στην ανάπαυλα 15 λεπτά. Πουθενά, όμως δεν διευκρινίζονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν. Η πειραματική διαδικασία διεξάγεται σε εργαστηριακό χώρο με περιβαλλοντικές συνθήκες  $30,5^\circ\text{C}$  και 42,2% υγρασία με δοκιμαζόμενους ποδοσφαιριστές. Η μέθοδος ψύξης που χρησιμοποιείται είναι με κρύα γιλέκα και η πτώση της  $T_c$  του σώματος και στις δύο ομάδες που κάνουν ψύξη είναι  $0,6^\circ\text{C}$  για PLAc και  $0,7^\circ\text{C}$  για CHOc. Οι δύο ομάδες που πραγματοποίησαν ψύξη είχαν σημαντικά χαμηλότερη  $T_c$  σώματος από τις άλλες δύο. Αυτή η διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες που έκαναν ψύξη και σ' αυτές που δεν εφάρμοσαν διατηρείται σε όλη την διάρκεια του πρωτοκόλλου. Σ' αυτή την έρευνα, η ομάδα που κάνει συνδυαστική χρήση πρόσληψης υδατανθράκων και ψύξης (CHOc) έχει σημαντικά χαμηλότερη  $T_c$  του σώματος. Η ερμηνεία αυτού του αποτελέσματος μπορεί να οδηγεί ότι θα υπάρξει καθυστέρηση στην εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης που οφείλεται στην υψηλή  $T_c$  του σώματος (υπερθερμία) και στην μειωμένη

συγκέντρωση της γλυκόζης του αίματος που είναι η κύρια πηγή ενέργειας του εγκεφάλου και του Κ.Ν.Σ.. Επιπλέον, η χρήση της ψύξης φαίνεται πως βελτίωσε την θερμική άνεση και στις δύο ομάδες (CHOc & PLAc) πριν τον αγώνα αλλά και στο διάλειμμα. Επίσης, η ομάδα CHOc επιλέγει υψηλότερη ταχύτητα τρεξίματος (σε τεστ αντοχής) κι ο χρόνος εμφάνισης της κόπωσης (σε τεστ ταχύτητας) είναι μεγαλύτερος από τις άλλες ομάδες. Ακόμη και η ομάδα PLAc έχει την τάση να επιλέγει υψηλότερη ταχύτητα τρεξίματος από τις άλλες δύο. Η ομάδα CHOc έχει σημαντικά καλύτερη απόδοση από την PLA ομάδα στο νοητικό τεστ. Όσον αφορά τον μεταβολισμό, η διαδικασία ψύξης δεν επέφερε κανένα αποτέλεσμα. Όπως αναφέρθηκε αρχικά, η συνδυασμένη χρήση ψύξης και υδατανθράκων έχει τα καλύτερα αποτελέσματα. Όμως, βελτίωση παρατηρήθηκε και στην συνθήκη PLAc σε σύγκριση με την PLA συνθήκη. Καταλήγοντας, ότι η μέθοδος της ψύξης προσφέρει βελτίωση της απόδοσης.

Στην παρούσα έρευνα (Clarke et al. 2011), το πρωτόκολλο άσκησης εφαρμόζεται πάνω σε δαπεδοεργόμετρο. Σε αυτό

υπάρχει μία αδυναμία ως προς το να ανταποκριθούν πλήρως τα αποτελέσματα της έρευνας στις πραγματικές συνθήκες ενός αγώνα, εξαιτίας της ανικανότητας στο να αναπαραχθούν οι κινήσεις που γίνονται μέσα στο γήπεδο επάνω στο δαπεδοεργόμετρο (αλλαγή κατεύθυνσης, επιτάχυνσης, επιβράδυνσης κ.α.). Η διάρκεια εφαρμογής της πρόψυξης είναι μη πρακτική (60 λεπτά) γιατί οι ποδοσφαιριστές πρέπει να παραμένουν σε καθιστή θέση για να διευκολυνθεί η πτώση της Tc του σώματος και αυτό με την σειρά του δημιουργεί πρόβλημα στην διαθεσιμότητα του χρόνου (πόση ώρα πριν πάει η ομάδα στο γήπεδο, το ζέσταμα κ.α.). Επιπρόσθετα, η διαδικασία ώστε τα γιλέκα να είναι έτοιμα για χρήση τα καθιστούν όχι και τόσο ευκολόχρηστη μέθοδο για αγώνες στις έδρες των αντάρτων. Παρ' ότι είναι μία πρακτική μέθοδος ψύξης τα γιλέκα εφαρμόζονται σε μικρή επιφάνεια σώματος κι αυτό μπορεί να επιφέρει μικρή μείωση της Tc του σώματος (Price et al. 2009). Επίσης, η χρήση αυτής της μεθόδου ψύξης από μία ομάδα ποδοσφαίρου απαιτεί ένα αρκετά μεγάλο αριθμό από αυτά τα γιλέκα, με αποτέλεσμα να υπάρχει κόστος για την αγορά τους.

**Πίνακας 2.1.** Σύνοψη ερευνών που αναφέρονται σε ποδόσφαιρο και ψύξη με τη μέθοδο και τα αποτελέσματα τους.

| Ερευνητές            | Δείγμα                                                 | Πρωτόκολλο                                                       | Μέθοδος Ψύξης                                                                               | Περιβαλλοντικές Συνθήκες                               | Κύρια Ευρήματα                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bandelow et al. 2010 | 20 ποδοσφαιριστές πανεπιστημίου (εκτός τερματοφύλακες) | 3 ποδοσφαιρικοί αγώνες                                           | Ψύξη με αέρα και ψεκασμός νερού σε ειδικό χώρο από τέντες. Αέρας 25°C & νερό 12°C           | ~34 °C & ~64%rh                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>↔ Tc</li> <li>Βελτίωση χρόνου αντίδρασης</li> </ul>                                                                                                           |
| Clarke et al. 2011   | 12 ποδοσφαιριστές πανεπιστημίου                        | 90λεπτό τεστ προσομοίωσης ποδοσφαιρικού αγώνα σε δαπεδοεργόμετρο | Κρύα γιλέκα. 60 λεπτά πρόψυξη και 15 λεπτά ψύξη στο διάλειμμα του τεστ.                     | 30,5°C & 42,2% rh                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Tc 0,6°C PLAc, Tc 0,7°C CHOC</li> <li>↑ Νοητικής απόδοσης</li> <li>↑ Επιλεγόμενης ταχύτητας τρεξίματος</li> <li>↑ Χρόνου εμφάνισης εξάντλησης...</li> </ul> |
| Drust et al. 2000    | 6 ποδοσφαιριστές πανεπιστημίου                         | 90λεπτό τεστ προσομοίωσης ποδοσφαιρικού αγώνα σε δαπεδοεργόμετρο | Κρύο μπάνιο πρόψυξη για 60 λεπτά. 2°C/20λεπτό (24-28°C).                                    | Α) Φυσιολογική συνθήκη 20°C<br>Β) Θερμική συνθήκη 26°C | <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Tc 0,6°C</li> <li>Κανένα αποτέλεσμα στις φυσιολογικές &amp; μεταβολικές αποκρίσεις</li> </ul>                                                               |
| Price et al. 2009    | 8 γυναίκες ποδοσφαιριστές                              | 90λεπτό τεστ προσομοίωσης ποδοσφαιρικού αγώνα σε δαπεδοεργόμετρο | Κρύα γιλέκα. 20 λεπτά πρόψυξη και 15 λεπτά ψύξη στο διάλειμμα του τεστ. (-18°C για 2 ώρες). | Πρόψυξη 18°C & Ψύξη 30,6°C                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Tc 0,2 ± 0,1°C PRE, ↓ Tc 0,1 ± 0,2 °C &amp; 0,7°C PRE+MID</li> <li>↓ Θερμικής αποθήκευσης</li> <li>Καλύτερη PRE+MID ψύξη έναντι PRE ψύξης.</li> </ul>       |

Tc= Θερμοκρασία πυρήνα, CHOC= Λήψη υδατανθράκων και πρόψυξη, PLAc= Λήψη εικονικού φαριμάκου και πρόψυξη, PRE= Πρόψυξη, PRE+MID= Πρόψυξη και ψύξη στο διάλειμμα του πρωτοκόλλου.

## **2.3 Πρόψυξη και ψύξη του σώματος έναντι άλλων μεθόδων ψύξης**

### **2.3.1. Ποιές είναι οι άλλες μέθοδοι και πώς βελτιώνουν την απόδοση;**

#### **2.3.1.1. Ψύξη ποδιών**

Βελτίωση κατά 4% έχει βρεθεί στην κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) μετά από ψύξη των ποδιών σε έντονα διαλειμματικά σπριντ σε θερμό περιβάλλον ( $33,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  &  $51,6 \pm 2,2\%$  υγρασία). Η ψύξη των ποδιών έγινε με την εφαρμογή παγοκυστών στους μηρούς για 20 λεπτά πριν την έναρξη των σπριντ. Η πρόψυξη των ποδιών φαίνεται να υπερτερεί της πρόψυξης του κορμού μόνο ή όλου του σώματος (Castle et al. 2006). Πρόψυξη του άνω μέρους του σώματος (περιλαμβάνοντας κορμό και κεφάλι) δεν πρόσφερε κανένα όφελος στα έντονα διαλειμματικά σπριντ σε μέτριο περιβάλλον ( $22^{\circ}\text{C}$  & 40% rh) (Cheung and Robinson 2004).

#### **2.3.1.2. Ψύξη κεφαλιού και προσώπου**

Η ψύξη του προσώπου έχει αποδειχθεί να είναι δύο με πέντε φορές αποτελεσματικότερη στην καταστολή της εφίδρωσης και της θερμικής δυσφορίας σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη ισοδύναμη περιοχή του σώματος (Cotter and Taylor 2005). Είναι αποδεδειγμένο, ότι η αντίληψη της προσπάθειας που καταβάλλεται (RPE) είναι άμεσα συσχετιζόμενη με την  $T_{\text{c}}$  του σώματος (Gonzalez-Alonso et al. 1999). Παρ' όλα αυτά έχει βρεθεί να μειώνεται η RPE μέσω ψύξης του κεφαλιού χωρίς να επηρεάζεται η  $T_{\text{c}}$  του σώματος (Armada-da-Silva et al. 2004). Αντίθετα, σε πρόσφατη έρευνα (Simmons et al. 2008b) παρουσιάστηκε ότι η ψύξη του κεφαλιού έχει εξασθενήσει τον ρυθμό αύξησης της  $T_{\text{c}}$  του σώματος με αντίκτυπο την βελτίωση RPE, ανάλογη προς την  $T_{\text{c}}$  του σώματος. Οι πιθανοί μηχανισμοί

που συνεισφέρουν μέσω της ψύξης του κεφαλιού, στην βελτίωση της RPE και ίσως στην άμβλυνση της αύξησης στη  $T_{\text{c}}$  του σώματος είναι η ψύξη του δέρματος. Αυτή έχει βρεθεί να προλαμβάνει την πτώση της μέσης ταχύτητας του αρτηριακού αίματος που κατευθύνεται προς τον εγκέφαλο (Wilson et al. 2002). Το κεφάλι είναι σε ιδανική θέση για την αποβολή θερμότητας σε σύγκριση με άλλα μέρη του σώματος κι έχει μεγάλη παροχή αίματος με αποχή αγγειοσυσταλτικής νευρώσης (Fox et al. 1962). Επίσης, το μέτωπο παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία ανά μονάδα επιφάνειας σώματος σε σχέση με άλλα μέρη του σώματος στον μειωμένο ρυθμό εφίδρωσης και στην θερμική αίσθηση (Crawshaw et al. 1975). Αφ' ετέρου, το πρόσωπο έχει 2-5 φορές μεγαλύτερη θερμο-ευαισθησία απ' οποιοδήποτε άλλο μέρος του σώματος (Cotter and Taylor 2005). Επιπλέον, σ' άλλη έρευνα παρουσιάστηκε μείωση της καρδιακής καταπόνησης και βελτίωση των αισθημάτων ετοιμότητας, ικανοποίησης, ηρεμίας και θερμικής άνεσης με ψύξη στο κεφάλι (Simmons et al. 2008a). Η ψύξη του προσώπου έχει δείξει ότι μειώνει την έκκριση της προλακτίνης από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης αυξάνοντας την θερμική άνεση και μειώνοντας την RPE. Η έκκριση της προλακτίνης έχει συνδεθεί με την αυξημένη  $T_{\text{c}}$  του σώματος και την εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης ιδιαίτερα σε θερμό περιβάλλον, (αυξάνει το RPE και μειώνει την θερμική άνεση). Συμπεραίνεται, παρ' ότι το πρόσωπο αποτελεί μόνο το 10% της επιφάνειας του δέρματος όλου του σώματος έχει μία δυσανάλογη μεγάλη ικανότητα να επηρεάζει θετικά τις ορμονικές και αντιληπτικές αποκρίσεις κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον βελτιώνοντας την θερμική άνεση και ίσως την απόδοση (Mundel et al. 2006 & 2007). Η μέτρηση της προλακτίνης γίνεται για

να αξιολογηθούν έμμεσα η ντοπαμίνη (DA) και η σεροτονίνη (5-HT) που επηρεάζουν άμεσα την θερμορυθμιστική ικανότητα του σώματος (οι λειτουργίες αυτών των δύο ορμονών έχουν αναφερθεί παραπάνω). Η έκκριση της προλακτίνης ερεθίζεται από την 5-HT και αναστέλλεται από την DA.

### 2.3.1.3. Ψύξη του λαιμού

Ακόμη μία μέθοδος που έχει φανεί ότι βελτιώνει την απόδοση είναι η ψύξη στο λαιμό. Μία σειρά από έρευνες των Tyler et al. (2010 & 2011a,b) έδειξαν, ότι οι δοκιμαζόμενοι που έκαναν χρήση ψύξης στον λαιμό είχαν όμοιες τιμές RPE και θερμικής αίσθησης αλλά διέφεραν στην τελική  $T_{c}$  του σώματος και καρδιακή συχνότητα (HR), οι οποίες ήταν υψηλότερες σε σχέση μ' αυτούς που δεν έκαναν χρήση ψύξης. Η βελτίωση της απόδοσης μέσω αυτής της μεθόδου ψύξης δεν προέρχεται από αλλαγές φυσιολογικών και ορμονικών αποκρίσεων στην διάρκεια της άσκησης, αλλά από παράκαμψη των προσαγωγών σημάτων από την περιφέρεια προς τον εγκέφαλο που τον ενημερώνουν για το θερμικό επίπεδο του σώματος. Η αλλοίωση των προσαγωγών μηνυμάτων για το θερμικό επίπεδο του σώματος παραπληροφορούν τον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος με την σειρά του αντιλαμβάνεται ότι το θερμικό στρες είναι μικρότερο από το πραγματικό και επιτρέπει είτε την διατήρηση είτε την αύξηση της έντασης κατά την άσκηση. Η κατάληξη είναι ότι ο δοκιμαζόμενος φτάνει σε υψηλότερη  $T_{c}$  του σώματος αυξάνοντας την θερμική του καταπόνηση.

Η ψύξη του λαιμού για βελτίωση της απόδοσης στηρίζεται στο ότι ο λαιμός βρίσκεται ανατομικά πολύ κοντά στο θερμορυθμιστικό κέντρο (υποθάλαμος). Άρα μπορεί άμεσα να επηρεάσει και τα προσαγωγά σήματα προς αυτόν. Επιπλέον, οι τραχηλικές αρτηρίες που τροφοδοτούν άμεσα τον εγκέφαλο με αίμα από την αορτή βρίσκονται στο σημείο εφαρμογής της ψύξης, θεωρώντας πως μπορεί να ψυχθεί το αίμα που ρέει μέσα σε αυτές, άρα και να επηρεάσει την θερμοκρασία του εγκεφάλου. Ο τελευταίος μηχανισμός αμφισβητείται ότι μπορεί να επηρεάσει την θερμοκρασία του εγκεφάλου με επιφανειακή εφαρμογή ψύξης.

### 2.3.1.4. Τύλιγμα με βρεγμένες πετσέτες και έκθεση σε αέρα

Τέλος, μία μέθοδος ψύξης που πραγματοποιήθηκε σε δρομείς παρουσίασε πτώση της  $T_{c}$  του σώματος  $0,11 \pm 0,02$  °C/min. Η μέθοδος αυτή αποτελούταν από έκθεση σε αέρα που είχε ταχύτητα  $2,0 \pm 0,3$  m/s και τύλιγμα με βρεγμένες πετσέτες, ενώ οι περιβαλλοντικές συνθήκες ήταν  $24,4 \pm 0,8$  °C &  $67 \pm 4\%$  rh (Armstrong et al. 1996). Όπως γίνεται αντιληπτό, αυτός ο τρόπος ψύξης στοχεύει στην μείωση της  $T_{c}$  του σώματος παρά το γεγονός το ότι γίνεται αναφορά γι' αυτόν σ' αυτή την ενότητα. Είναι μία μέθοδος ψύξης που παρ' όλο την αποτελεσματικότητα που έχει επιδείξει στην μείωση της  $T_{c}$  του σώματος σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα δεν έχει ερευνηθεί η αποτελεσματικότητά της σε αθλήματα, όπως το ποδόσφαιρο. Ακόμη, είναι μία μέθοδος η οποία δεν χρειάζεται μεγάλο κόστος για την εφαρμογή της.

**Πίνακας 2.2.** Σύνοψη ερευνών που αναφέρονται σε μεθόδους ψύξης και τα αποτελέσματά τους. Συνεχίζεται

| Ερευνητές/Δείγμα                                                            | Πρωτόκολλο                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Μέθοδος Ψύξης                                                                                                                      | Περιβαλλοντικές Συνθήκες       | Κύρια Ευρήματα                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Armada – 10 υγιείς da- Silva et al. 2004<br>δοκιμαζόμενοι φυσικά δραστήριοι | 1 <sup>η</sup> συνεδρία: Η Tc σώματος σε ηρεμία<br>2η συνεδρία: Η Tc σώματος ↑ εντός 5άουντας στους 38,5°C πριν την άσκηση.<br>Πρωτοκ. Άσκησης: 2 λεπτά προθ., 3*4λεπτά άσκησης σε 65,60 & 70% WWmax.                                                                                                                                                                            | Ψύξη προσώπου με ανεμιστήρα και με σπρέι νερού. ↓ θερμοκρασίας 4°C.                                                                | 35 °C & ~20%rh & σάουντας 75°C | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↔ Tc</li> <li>• ↓ RPE</li> </ul>                                                                                                                           |
| Armstrong et al. 1996<br>21 δρομείς αποστάσεων                              | Αγώνας δρόμου 11,5 km.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Βύθιση σε κρύο νερό (1-3°C) ή έκθεση σε αέρα (2±0,3m/sec) με τύλιγμα σε βρεγμένες πετσέτες.                                        | 24,4°C & 67%rh                 | Ρυθμός ψύξης Tc: α) 0,20±0,02°C/min βύθιση σε κρύο νερό, β) 0,11±0,02°C/min με αέρα και τύλιγμα με βρεγμένες πετσέτες.                                                                              |
| Castle et al. 2006<br>12 άνδρες αθλητές ομαδικών αθλημάτων                  | 1 <sup>η</sup> συνεδρία: 95W στις 80 rpm αύξηση 25W /3 min ως το γαλακτικό κατώφλι έπειτα 25 W/min ως εξάντληση<br>2 <sup>η</sup> συνεδρία: 20*2λεπτά αποτελούμενα 10s ηρεμία, 5s μέγιστο σπριντ με αντίστασης 7,5% Σ.Β., 105s ενεργητική αποκατάσταση                                                                                                                           | Ψύξη ποδιών με παγοκύστες. (-16±5,8°C). Βύθιση σε νερό (17±2,1 °C). Γιάλεκα (10,7±2,5°C)                                           | 33,7±0,3°C & 51,6±20%rh        | ↑ 4% στη PPO στην συνθήκη με τις παγοκύστες σε σύγκριση με τη συνθήκη ελέγχου.                                                                                                                      |
| Simmons et al. 2008<br>6 άνδρες & 4 γυναίκες                                | 1 <sup>ο</sup> μέρος: σε 25°C & 50%rh για 30 min όπου Tc & Ts ↓ εκτελείται το 1 <sup>ο</sup> νοητικό τεστ<br>2 <sup>ο</sup> μέρος: σε 45°C & 50%rh ~30 min μέχρι Tc ↔ & Ts ↑ εκτελείται το 2 <sup>ο</sup> νοητικό τεστ<br>3 <sup>ο</sup> μέρος: σε 45°C & 50%rh μέχρι η Tc ↑ 1°C έπειτα εκτελείται το 3 <sup>ο</sup> νοητικό τεστ.<br>Όλο το πρωτόκολλο είναι με παθητική ↑ Tc . | Ψύξη κεφαλιού & λαιμού με ειδική κουκούλα στη 1 <sup>ο</sup> μέρος – ψύξη ~ 3°C και στο 2 <sup>ο</sup> & 3 <sup>ο</sup> μέρος ~8C. |                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ καρδιαγγειακής καταπόνησης</li> <li>↑ ετοιμότητας, ικανοποίησης, ηρεμίας, θερμικής άνεσης</li> <li>↓ της νοητικής απόδοσης οφείλεται στην ↑ Tc.</li> </ul> |

WWmax = Μέγιστη επιβάρυνση, Tc= Θερμοκρασία πυρήνα, Ts= Θερμοκρασία δέρματος, RPE= αντιλαμβανόμενη κόπωση, PPO= κορυφαία παραγόμενη ισχύς, W= Watt, Σ.Β.= Σωματικό βάρος.

Πίνακας 2.2. Σύνοψη ερευνών που αναφέρεται σε μεθόδους ψύξης και τα αποτελέσματα τους. Συνέχεια

| Ερευνητές               | Δείγμα                                     | Πρωτόκολλο                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Μέθοδος Ψύξης                             | Περιβαλλοντικές συνθήκες             | Κόρια Ευρήματα                                                                                                                                     |
|-------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Simmons et al. 2008     | 6 άνδρες & 3 γυναίκες υγιείς δοκιμαζόμενοι | 12 min ποδηλάτηση στο 70% VO <sub>2</sub> max σε 34°C, εϊσοδος σε σάουνα σε 68°C σε ηρεμία και τέλος 12 min ποδηλάτηση στο 70% VO <sub>2</sub> max σε 34°C. Το πρωτόκολλο εκτελείται 2 ξεχωριστές φορές όπου στη μία γίνεται η ψύξη εντός σάουνας.                                          | Ψύξη κεφαλιού                             | 34,3°C & 28% rh<br>σάουνα 67,7±0,8°C | Εξασθένιση του ρυθμού ↑Tc<br>↓RPE                                                                                                                  |
| Tyler et al. 2010       | 12 υγιείς άνδρες                           | <i>A μέρος:</i> 90λεπτό τρέξιμο στο διάδρομο όπου τα 75 λεπτά εκτελούνται στο 60% VO <sub>2</sub> max και τα 15 λεπτά αυτοεπιλεγόμενο ρυθμό του κάθε δοκιμαζόμενου. Γίνεται με κολάρο και ψύξη, κολάρο χωρίς ψύξη & χωρίς ψύξη.<br><i>B μέρος:</i> 15λεπτή προσπάρεια με ψύξη & χωρίς ψύξη. | Ψύξη στο λαιμό. (24-28 ώρες στους -80°C). | 30,4±0,4°C & 53±2%rh                 | Δεν επιφέρει κανένα αποτέλεσμα στη Tc. Βελτιώνει τη απόδοσης μέσω αναστολής των σημάτων για διακοπή της άσκησης εξαιτίας της θερμικής καταπόνησης. |
| Tyler & Sunderland 2011 | 8 άνδρες αθλητές αντοχής                   | 8λεπτή προθέρμανση. Τρέξιμο σε δαπεδοργόμετρο μέχρι εξάντλησης σε ένταση στο 70% VO <sub>2</sub> max. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν με ψύξη & χωρίς το πρωτόκολλο.                                                                                                                             | Ψύξη στο λαιμό. (24-28 ώρες στους -80°C). | 32,2±0,2°C & 53±2%rh                 | Ο θερματισμός της άσκησης έρχεται σε ↑ Tc & HR με ψύξη στο λαιμό. Εξαιτίας της αλλοίωσης του πραγματικού επιπέδου θερμότητας του σώματος.          |
| Tyler & Sunderland 2011 | 6 υγιείς προπονημένοι άνδρες               | 90λεπτό τρέξιμο στο διάδρομο όπου τα 75 λεπτά εκτελούνται στο 60% VO <sub>2</sub> max και τα 15 λεπτά αυτοεπιλεγόμενο ρυθμό του κάθε δοκιμαζόμενου. Γίνεται με ψύξη ή χωρίς και αντικατάσταση της κολάρου που κάνει τη ψύξη.                                                                | Ψύξη στο λαιμό. (24-28 ώρες στους -80°C). | 30,4±0,4°C & 53±2%rh                 | ↑ 7,3% της απόδοσης με ψύξη.<br>↑ της θερμικής άνεσης λόγω της απόκρυψη του πραγματικού επιπέδου θερμικής επιβάρυνσης του σώματος.                 |

VO<sub>2</sub>max=Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, Tc= Θερμοκρασία πυρήνα, RPE= αντιλαμβανόμενη κόπωση, HR= Καρδιακή συχνότητα.

***2.3.2. Γιατί υπερτερεί ο τρόπος που προτείνουμε;***

Ο τρόπος που προτείνουμε είναι οι δοκιμαζόμενοι να βρίσκονται σε καθιστή θέση φορώντας ένα βρεγμένο μπουρνούζι και τα πόδια τους να είναι τυλιγμένα με μία βρεγμένη πετσέτα. Αυτή η μέθοδος ψύξης υποθέτουμε πως θα υπερτερεί έναντι των άλλων μεθόδων που έχουν εφαρμοστεί στο ποδόσφαιρο, λόγω της μεγαλύτερης πτώσης στην  $T_{re}$  του σώματος που θα προκαλείται σε συντομότερο χρονικό διάστημα και με ταυτόχρονη επιβράδυνση του ρυθμού

ανόδου της  $T_{re}$  του σώματος. Επίσης, ο χρόνος που προτιθέμεθα να την εφαρμόσουμε δεν θα δημιουργεί πρόβλημα για τις υπόλοιπες δραστηριότητες που θα έχει η ομάδα πριν τον αγώνα (20 λεπτά πρόψυξη και 10 λεπτά ψύξη στην ανάπαυλα του test), με αποτέλεσμα να μην δημιουργείται δυσχέρεια με την διαθεσιμότητα του χρόνου. Αφ' ετέρου, το κόστος για την χρήση αυτής της μεθόδου θα είναι ελάχιστο σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους, εξίσου κι η προετοιμασία που θα χρειάζεται για την εφαρμογή της.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΣ

Στην διατριβή αυτή περιέχονται δύο αυτόνομες πειραματικές διαδικασίες. Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για την πραγματοποίηση αυτών θα περιγραφούν παρακάτω. Η έρευνα που αναφέρεται πρώτη είναι και αυτή που έγινε πρώτη. Με τις δύο αυτές έρευνες, η παρούσα διατριβή διερευνά πρωτίστως την θερμορυθμιστική και καρδιαγγειακή απόκριση αλλά και την ικανότητα απόδοσης των δοκιμαζομένων κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον, εφαρμόζοντας τους μία πρακτική μέθοδο ψύξης. Δευτερευόντως, εξετάζει την νοητική λειτουργία, την θερμική άνεση και την αντιλαμβανόμενη κόπωση. Για τον σκοπό αυτό και στις δύο έρευνες εκτελέστηκε ένα πρωτόκολλο παρατεταμένης, διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέση. Εφαρμόζοντας παράλληλα στους δοκιμαζόμενους μία πρακτική μέθοδο ψύξης.

#### 3.1. 1<sup>η</sup> Έρευνα

##### 3.1.1. Δείγμα

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 7 άνδρες (ηλικίας  $25 \pm 4,1$  ετών). Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν υγιείς χωρίς ιστορικό τραυματισμού τον τελευταίο μήνα. Το επίπεδο φυσικής κατάστασης των δοκιμαζομένων ήταν μέτριο (Πίνακας 4.1). Πριν την συμμετοχή των δοκιμαζομένων στην πειραματική διαδικασία είχαν ενημερωθεί για τις δυσκολίες και τους κινδύνους που περιέχονται σ' αυτή. Επίσης, ενώ κατανόησαν και συμφώνησαν με τους όρους της συμμετοχής τους υπέγραψαν γραπτή δήλωση συγκατάθεσης. Τέλος, όλες οι πειραματικές μετρήσεις έγιναν σύμφωνα με τις αρχές της Επιτροπής Δεοντολογίας του Π.Μ.Σ. <<Βιολογία της Άσκησης>> του Πανεπιστημίου Αθηνών.

##### 3.1.2. Πειραματικός σχεδιασμός

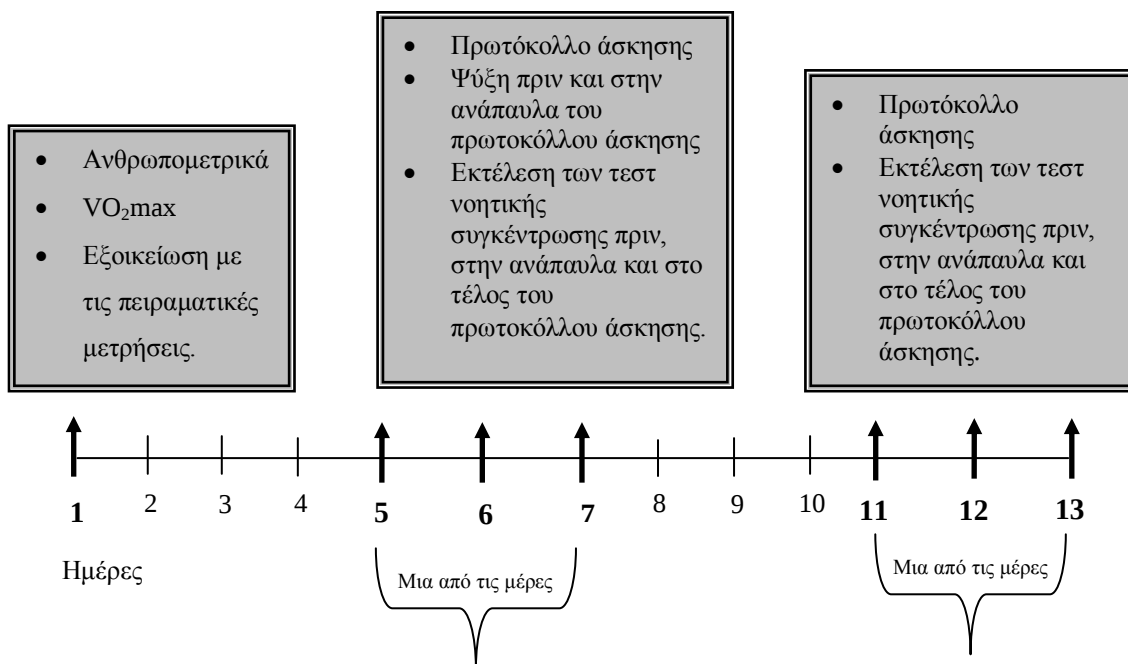
Η πρώτη έρευνα αποτελούταν από δύο φάσεις α) τις προκαταρκτικές μετρήσεις και β) τις κύριες πειραματικές μετρήσεις οι οποίες έγιναν με απόσταση 5-7 ημέρες η μία από την άλλη. Οι κύριες πειραματικές μετρήσεις περιλάμβαναν δύο συνθήκες. Στη μία συνθήκη πραγματοποιήθηκε εφαρμογή ψύξης πριν και στην ανάπαυλα του πρωτοκόλλου άσκησης, ενώ στην άλλη συνθήκη δεν έγινε εφαρμογή ψύξης. Η σειρά εκτέλεσης των συνθηκών για τις κύριες πειραματικές μετρήσεις για τον κάθε δοκιμαζόμενο ήταν τυχαία και αντισταθμιζόμενη.

Κατά τις προκαταρκτικές μετρήσεις αξιολογήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (όπως το βάρος, το ύψος, η σύσταση του σώματος), έγινε ο προσδιορισμός της  $\dot{V}O_{2max}$  και η εξοικείωση με τις κύριες πειραματικές μετρήσεις. Οι κύριες πειραματικές μετρήσεις αποτελούταν από δύο συνθήκες στις οποίες οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν ένα 46λεπτο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στο κυκλοεργόμετρο και στην συνέχεια ένα 10λεπτο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης αφού είχε μεσολαβήσει πρώτα ένα διάλειμμα 15 λεπτών ανάμεσά τους. Ο σκοπός του πρωτοκόλλου ήταν να προσομοιάσουν τη δραστηριότητα ενός ποδοσφαιρικού αγώνα. Η απόδοση κατά την διάρκεια του πρωτοκόλλου άσκησης αξιολογήθηκε με την μέγιστη παραγόμενη ισχύ των σπριντ. Επίσης, πριν την εκτέλεση και στο διάλειμμα του πρωτοκόλλου άσκησης οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν κάποια τεστ νοητικής συγκέντρωσης (mental test). Τα τεστ επαναλαμβάνονταν και μετά την ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου άσκησης απ' όλους τους δοκιμαζόμενους. Η πειραματική παρέμβαση περιελάμβανε την εφαρμογή μιας πρακτική μεθόδου ψύξης (cooling) πριν την έναρξη του

πρωτοκόλλου άσκησης, όπως και στην ανάπαυλα του πρωτοκόλλου άσκησης. Όσον αφορά το δεύτερο μέρος των πειραματικών μετρήσεων ξανά οι δοκιμαζόμενοι έκαναν το ίδιο πρωτόκολλο με τη μόνη διαφορά ότι δεν τους εφαρμόστηκε ψύξη ούτε πριν ούτε στην ανάπαυλα του πρωτοκόλλου άσκησης.

Οι προκαταρκτικές και οι κύριες πειραματικές μετρήσεις διεξήχθησαν

στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες για τις προκαταρκτικές μετρήσεις ήταν 20-23°C και 30-50% υγρασία. Οι κύριες πειραματικές μετρήσεις έγιναν σε περιβαλλοντικό θάλαμο με θερμοκρασία 30-32°C και σχετική υγρασία 40-50%.



**Σχήμα 3.1.** Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού.

### 3.1.3. Πειραματική Διαδικασία

Αρχικά, έγινε ενημέρωση των δοκιμαζομένων σχετικά με την διατροφή και τη φυσική δραστηριότητα που έπρεπε να ακολουθούν την παραμονή αλλά και την ημέρα των δοκιμασιών. Ακριβέστερα, προτάθηκαν γεύματα πλούσια σε υδατάνθρακα (όπως τα μακαρόνια, το ψωμί, οι πατάτες) κι άφθονη κατανάλωση υγρών για να αποφευχθεί η αφυδάτωση πριν από τις δοκιμασίες. Επιπλέον, συστήθηκε στους δοκιμαζόμενους να αποφεύγουν την κατανάλωση καφέ, αλκοολούχων ροφημάτων καθώς και το κάπνισμα την ημέρα των δοκιμασιών. Το τελευταίο γεύμα έπρεπε να έχει ληφθεί 3 ώρες πριν την εκτέλεση των δοκιμασιών. Επιπρόσθετα, είχε συστηθεί στους δοκιμαζόμενους να αποφεύγουν οποιαδήποτε φυσική δραστηριότητα την παραμονή των δοκιμασιών. Οι τροφές που κατανάλωσαν και η φυσική δραστηριότητα που πραγματοποίησαν τις τελευταίες 24 ώρες πριν την έναρξη των πειραματικών μετρήσεων καταγράφηκαν σ' ένα ειδικό έντυπο και επαναλήφθηκε και την επόμενη φορά. Τέλος, η ώρα διεξαγωγής των προκαταρκτικών μετρήσεων αλλά και οι δυο συνθήκες των κύριων πειραματικών μετρήσεων ήταν η ίδια, ώστε να αποφεύγεται η μεταβολή της απόδοσης των δοκιμαζομένων από την μεταβολή των βιορυθμών.

#### 3.1.3.1. Προκαταρκτικές μετρήσεις

##### 3.1.3.1.1. Ανθρωπομετρήσεις

Στις προκαταρκτικές μετρήσεις οι δοκιμαζόμενοι προσήλθαν στο εργαστήριο με αθλητική περιβολή (αθλητικό σορτς, αθλητικό μπλουζάκι, αθλητικές κάλτσες και αθλητικά παπούτσια) 30 λεπτά πριν από την έναρξη της δοκιμασίας για τον προσδιορισμό της  $\dot{V}O_{2max}$ . Στο χρονικό αυτό διάστημα πραγματοποιήθηκαν οι ανθρωπομετρήσεις των δοκιμαζομένων.

Συγκεκριμένα, καταγράφηκε το σωματικό τους ύψος και το βάρος. Επιπλέον, υπολογίστηκε ο δείκτης μάζας σώματος (Δ.Μ.Σ.) τους σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:  $\Delta\text{Μ}\Sigma = \text{Μάζα Σώματος (kg)} / (\text{ύψος})^2 (\text{m})$ .

Επίσης, έγινε πρόβλεψη του σωματικού λίπους με την μέθοδο της μέτρησης των δερματοπτυχών. Η μέθοδος αυτή είναι βασισμένη στην υπάρχουσα σχέση μεταξύ του υποδόριου λίπους καθώς και του συνολικού λίπους στο σώμα (Heyward and Stolarczyk, 1996). Για την πραγματοποίηση αυτής της μέτρησης χρησιμοποιήθηκε ένα δερματοπτυχόμετρο (Harpenden, U.K.), ώστε να μετρηθεί με σχετική ακρίβεια το υποδόριο λίπος σε συγκεκριμένες περιοχές του σώματος. Ειδικότερα, στους δοκιμαζόμενους μετρήθηκαν οι πτυχώσεις λίπους στο στήθος (πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα, πλησίον της κατάφυσης του μείζονος θωρακικού), στην μασχालιά, στην κοιλότητα, στον τρικέφαλο βραχιόνιο μυ, στην υπερλαγόνια περιοχή, στο κάτω χείλος της ωμοπλάτης, στο παρομφαλικό τμήμα και την πρόσθια επιφάνεια του μηρού.

Η διαδικασία για την μέτρηση του πάχους της πτύχωσης του λίπους περιλαμβάνει το πάσιμο μιας πτύχωσης του δέρματος και του υποδόριου λίπους σφιχτά με τον αντίχειρα και τον δείκτη, απομακρύνοντας το από τον υποκείμενο μυϊκό ιστό και ακολουθώντας το περίγραμμα της πτύχωσης. Το δερματοπτυχόμετρο εφαρμόζεται με τους σιαγόνες του να ασκούν μία συνεχόμενη πίεση 10  $\text{g}^2/\text{mm}$ . Το πάχος του διπλού στρώματος δέρματος και του υποδόριου λίπους διαβάζεται κατευθείαν από την διαβάθμιση του εργαλείου και καταγράφηκε σε χιλιοστά μερικά δευτερόλεπτα μετά την εφαρμογή του εργαλείου (στα πρώτα 4 δευτερόλεπτα). Μ' αυτό το

τρόπο αποφεύχθηκε η αναίτια συμπύκνωση του λιπώδους ιστού κατά την μέτρηση. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από την δεξιά πλευρά του σώματος των δοκιμαζομένων σε όρθια θέση. Έπειτα, έγινε ο προσδιορισμός του σωματικού λίπους των δοκιμαζομένων με μαθηματικές πράξεις χρησιμοποιώντας τις τιμές που λήφθηκαν από την παραπάνω διαδικασία. Αναλυτικά, για τον προσδιορισμό της συνολικής πυκνότητας του σώματος (Db) χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω εξίσωση:  $Db (g/cc) = 1.1120000 - 0.00043499 (S7SKF) + 0.00000055 (S7SKF)^2 - 0.00028826 (\text{ηλικία})$  (Jackson and Pollock 1978)

$S7SKF$  = άθροισμα δερματοπτυχών (mm) του στήθους, της μασχαλιαίας κοιλότητας, του τρικεφάλου, του κάτω χείλους της ωμοπλάτης, της παρομφαλικής χώρας, της υπερλαγόνιας περιοχής και της πρόσθιας επιφάνειας του μηρού.

Ακολούθως, εφαρμόστηκε η παρακάτω εξίσωση για την μετατροπή της πυκνότητας του σώματος σε ποσοστό σωματικού λίπους (%BF):  $\%BF = [(4.95/Db) - 4.50] * 100$  (Siri, 1961).

Για τη δυνατόν μεγαλύτερη μείωση του σφάλματος από την συγκεκριμένη μέτρηση η κάθε πτύχωση μετρήθηκε δύο φορές και η μέση τιμή ήταν αυτή που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του σωματικού λίπους για την συγκεκριμένη πτύχωση.

### **3.1.3.1.2. Προσδιορισμός της $VO_{2max}$**

Ως μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) ορίζεται η μέγιστη μέση τιμή των 30 δευτερολέπτων του τελευταίου σταδίου της δοκιμασίας, με την προϋπόθεση όμως ότι εκπληρώνονται τρία τουλάχιστον από τα παρακάτω κριτήρια: α) η κόπωση, η εξάντληση και η αδυναμία συνέχισης της μυϊκής προσπάθειας, β) το αναπνευστικό πηλίκο (RER) να είναι τουλάχιστον

1,15, γ) η καρδιακή συχνότητα να μη διαφέρει περισσότερο από 10 χτύπους/λεπτό από την μέγιστη προβλεπόμενη καρδιακή συχνότητα με βάση την ηλικία του ατόμου ( $M.K.Σ. - 220 - \text{ηλικία}$ ), δ) η κόπωση να προσεγγίζει το 19 ή 20 στην κλίμακα του Borg, και ε) η  $VO_2$  να εμφανίζει σταθεροποίηση (plateau) (Howley et al., 1995).

Μετά την ολοκλήρωση των ανθρωπομετρήσεων, οι δοκιμαζόμενοι ανέβηκαν στο κυκλοεργόμετρο (Monark, 834 E, Sweden) και ξεκίνησαν την προθέρμανσή τους διάρκειας 5 λεπτών με ισχύ 50 Watt με 70 rpm. Έπειτα, οι δοκιμαζόμενοι είχαν 5 λεπτά στην διάθεση τους για διατακτικές ασκήσεις.

Με την ολοκλήρωση των 5 λεπτών κι ενώ οι δοκιμαζόμενοι μας διαβεβαίωσαν ότι είναι έτοιμοι να ξεκινήσουν την δοκιμασία επέστρεψαν στο κυκλοεργόμετρο. Στην συνέχεια, οι δοκιμαζόμενοι συνδέθηκαν με ανοιχτό κύκλωμα εργοσπιρομέτρησης.

Αρχικά, οι εθελοντές ηρέμησαν για 1-2 λεπτά πάνω στο κυκλοεργόμετρο ενώ καταγράφονταν οι τιμές της ηρεμίας τους στον αναλυτή αερίων. Έπειτα, η δοκιμασία ξεκινούσε με αρχική επιβάρυνση 70 Watt και προοδευτικά αυξανόταν κάθε 1 λεπτό κατά 35 Watt μέχρι την εθελούσια εξάντληση των δοκιμαζομένων και την επίτευξη της  $VO_{2max}$ . Εν τω μεταξύ, καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμασίας είχε δοθεί η εντολή στους δοκιμαζόμενους να διατηρούν 60-70 rpm (ACSM, 2000). Σε όλη την διάρκεια της δοκιμασίας καταγραφόταν η καρδιακή συχνότητα, η αντιλαμβανόμενη κόπωση (κλίμακα Borg) και παρακολουθούταν οι αναπνευστικές παράμετροι των δοκιμαζομένων για κάθε 1 λεπτό, με σκοπό να διαπιστωθεί η επίτευξη της  $VO_{2max}$ . Κάθε φορά που επρόκειτο να γίνει προσδιορισμός της  $VO_{2max}$  πραγματοποιούνταν βαθμονόμηση του αναλυτή αερίων.

### **3.1.3.1.3. Εξοικείωση με τις κύριες πειραματικές μετρήσεις**

Μετά την ολοκλήρωση των προκαταρκτικών μετρήσεων κι ενώ οι εθελοντές αναπαύθηκαν για 20-30 λεπτά υποβλήθηκαν σε εξοικείωση με τις κύριες πειραματικές μετρήσεις. Αυτό στόχευε στο να μειωθεί το φαινόμενο της εκμάθησης των δοκιμαζομένων από το πρώτο μέρος (1<sup>η</sup> συνεδρία) στο δεύτερο (2<sup>η</sup> συνεδρία) των κύριων πειραματικών μετρήσεων. Επιπρόσθετα, εξάλειψε την επιφυλακτικότητα των δοκιμαζομένων για κάτι που θα έκαναν για πρώτη φορά. Αυτό βοήθησε στο να διατηρηθούν οι ίδιες πειραματικές συνθήκες και τις δύο φορές που οι εθελοντές προσήλθαν για τις κύριες πειραματικές μετρήσεις.

Όσον αφορά το πρωτόκολλο άσκησης απαιτήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να πραγματοποιήσουν ένα 10λεπτο άσκησης, ώστε να γνωρίσουν την ένταση της ποδηλάτησης που θα τους απαιτούταν να εκτελέσουν ώστε να ήταν εξοικειωμένοι με την διαδικασία. Έπειτα, εκτελέστηκαν τα τεστ συγκέντρωσης (mental test).

### **3.1.3.2. Κύριες πειραματικές μετρήσεις**

#### **3.1.3.2.1. Παρέμβαση με ψύξη**

Αρχικώς, στους δοκιμαζόμενους, ενώ είχαν αφιχθεί στο χώρο των μετρήσεων, μετρήθηκε το σωματικό τους βάρος ενώ πρώτα είχε προηγηθεί κένωση της ουροδόχου κύστεως. Αφού τοποθετήθηκε ο αισθητήρας (probe) για την καταγραφή της  $T_{re}$  του σώματος, 10 εκατοστά από τον σφιγκτήρα του πρωκτού. Μετά το πέρας διαστήματος 5 λεπτών ελήφθη δείγμα αίματος για τον προσδιορισμό της αιμοσφαιρίνης, του αιματοκρίτη και του γαλακτικού οξέος. Ύστερα, οι δοκιμαζόμενοι σε καθιστή θέση υποβλήθηκαν σε 20λεπτη ψύξη του σώματος (pre-cooling) φορώντας ένα βρεγμένο μπουρνούζι ενώ τα πόδια

τους ήταν τυλιγμένα με μία βρεγμένη πετσέτα. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα, οι εθελοντές υποδείκνυαν την θερμική τους αίσθηση από την 10βάθμια κλίμακα. Ακολούθως, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν μία oligόλεπτη προθέρμανση (~ 5 λεπτά) και διατατικές ασκήσεις. Η προθέρμανση ήταν ποδηλάτησης στις 80 rpm σε παραγόμενη ισχύ 95 W για 5 λεπτά και ακολουθούσαν δύο περίοδοι των 30 δευτερόλεπτων παθητικής αποκατάστασης με 30 δευτερόλεπτα ποδηλάτησης με 100 rpm σε 120 W ανάμεσα στις δύο περιόδους παθητικής αποκατάστασης. Στην συνέχεια εκτέλεσαν τα τεστ νοητικής λειτουργίας και ακολούθησε το 46λεπτο του πρωτοκόλλου άσκησης εντός του περιβαλλοντικού θαλάμου. Υπήρχε ένα 15λεπτο διάλειμμα στο οποίο οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν ξανά τα τεστ νοητικής λειτουργίας εντός του θαλάμου κι έπειτα εκτός του θαλάμου υποβλήθηκαν ξανά στην ίδια ακριβώς διαδικασία για την ψύξη του σώματος (mid-cooling) φορώντας ένα βρεγμένο μπουρνούζι και τα πόδια τους ήταν τυλιγμένα με μία βρεγμένη πετσέτα. Η παρέμβασης ψύξης στην ανάπαυλα είχε διάρκεια 10 λεπτά από τα συνολικά 15 λεπτά που ήταν η ανάπαυλα. Επιπλέον, αξιολογήθηκε η θερμική αίσθηση των δοκιμαζόμενων και λήφθηκε αίμα για τον προσδιορισμό του γαλακτικού οξέος, της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη. Με την ολοκλήρωση του 15λεπτου διαλείμματος οι δοκιμαζόμενοι εισέρχονταν εντός του περιβαλλοντικού θαλάμου και πραγματοποιούσαν προθέρμανση μικρής διάρκειας (2 λεπτά στις 80 rpm σε παραγόμενη ισχύ 95 W και ακολουθούσαν δύο περίοδοι 30 δευτερόλεπτων παθητικής αποκατάστασης με 30 δευτερόλεπτα ποδηλάτησης με 100 rpm σε 120 W ανάμεσα στις δύο περιόδους παθητικής αποκατάστασης) ώστε να πραγματοποιήσουν τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης. Ο λόγος της πραγματοποίησης προθέρμανσης πριν το δεύτερο μέρος

του πρωτοκόλλου άσκησης ήταν η μειωμένη απόδοση των ποδοσφαιριστών στα σπριντ στην αρχή του δευτέρου ημιχρόνου κατά την διάρκεια ποδοσφαιρικού αγώνα όπως έδειξε έρευνα των Mohr et al. (2004). Η μείωση της απόδοσης οφείλεται στην πώση της θερμοκρασίας του μυός στο διάστημα της ανάπαυλας. Η αξιολόγηση της απόδοσης των δοκιμαζομένων έγινε από την μέγιστη παραγόμενη ισχύ των σπριντ. Με την ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου άσκησης πραγματοποιήθηκε ξανά λήψη αίματος για τον προσδιορισμό της αιμοσφαιρίνης, του αιματοκρίτη και του γαλακτικού οξέος, ενώ αξιολογήθηκε και η θερμική αίσθηση των δοκιμαζομένων. Τέλος, οι δοκιμαζόμενοι επανέλαβαν τα τεστ νοητικής λειτουργίας. Η εφαρμογή της ψύξης πριν και στο διάλειμμα του πρωτοκόλλου άσκησης πραγματοποιήθηκε εκτός του περιβαλλοντικού θαλάμου σε αντίθεση με τα τεστ νοητικής λειτουργίας που διεξάχθηκαν εντός του περιβαλλοντικού θαλάμου.

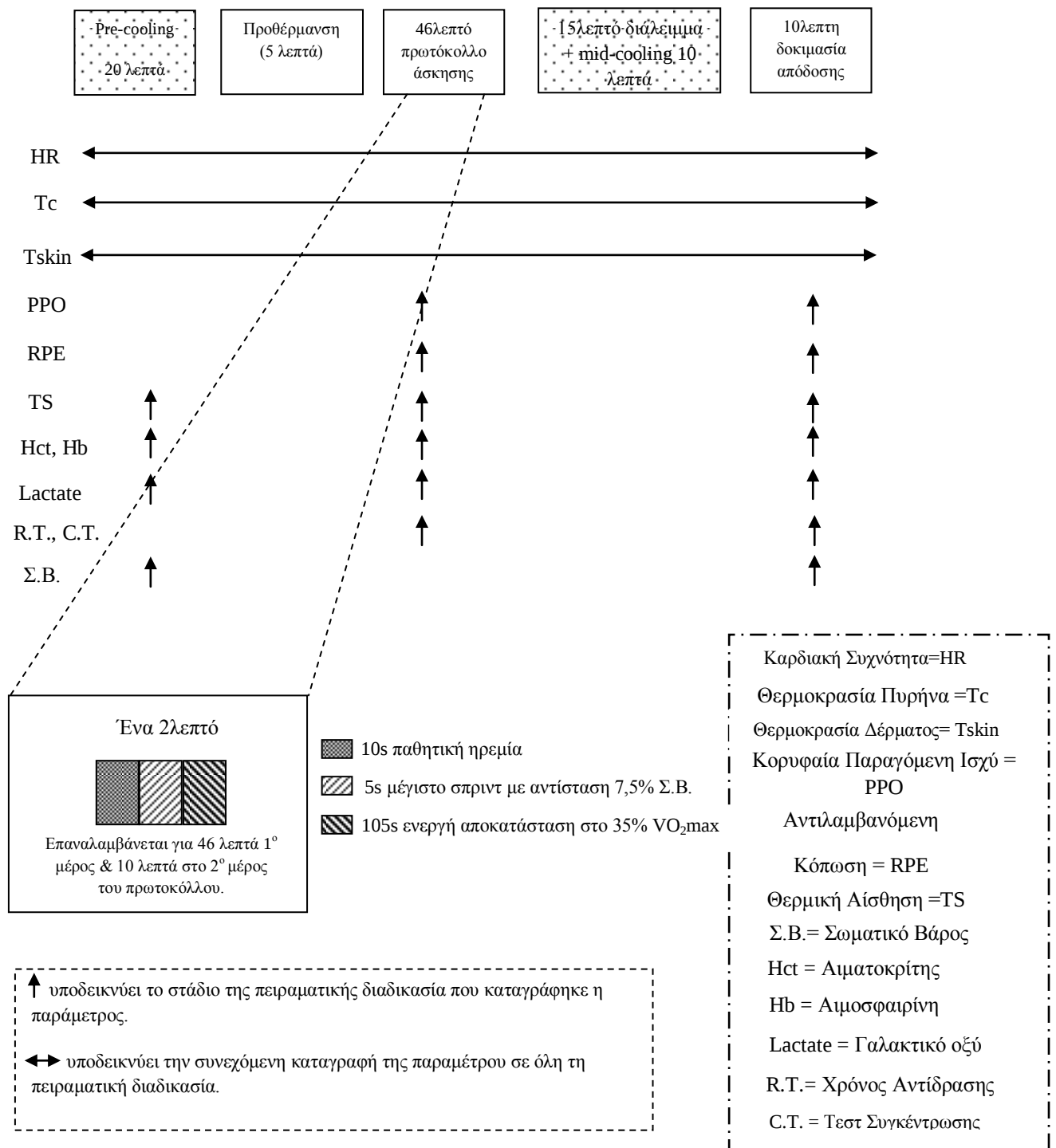
Σε όλη την διάρκεια των μετρήσεων έγινε συνεχής καταγραφή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος, των θερμοκρασιών του δέρματος ( $T_s$ ) και της καρδιακής συχνότητας (HR). Η κλίμακα της ανταμβανόμενης κόπωσης και

της θερμικής αίσθησης υποδεικνύονταν στους δοκιμαζόμενους σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά την άσκηση.

Όσον αφορά τη λήψη του νερού, οι δοκιμαζόμενοι την πρώτη φορά που εκτέλεσαν τις κύριες πειραματικές μετρήσεις τους επιτρεπόταν η ελεύθερη κατανάλωση νερού (*ad libitum*), η οποία καταγραφόταν ακριβέστατα (ποσότητα και χρονική περίοδος), ώστε την δεύτερη φορά που προσήλθαν γινόταν χορήγηση του νερού ακριβώς στις ίδιες ποσότητες και στις ίδιες χρονικές περιόδους με την πρώτη φορά. Όπως είχε αναφερθεί, αυτό έγινε για να διατηρηθούν όσο το δυνατόν οι ίδιες πειραματικές συνθήκες μεταξύ των δύο συνθηκών που αποτελούν τις πειραματικές μετρήσεις.

Η θερμοκρασία του νερού με το οποίο είχε βραχεί το μπουρνούζι και η πετσέτα ήταν 14-16°C. Στον χώρο που πραγματοποιήθηκε η ψύξη των δοκιμαζομένων η θερμοκρασία ήταν 23-25°C ενώ η υγρασία 30-50%.

Τέλος, όταν η  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων προσέγγιζε τους 39°C πριν ολοκληρωθεί το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης τότε η πειραματική διαδικασία διακόπτονταν και μετέβαινε στο επόμενο στάδιο που ήταν το 15λεπτο διάλειμμα.



**Σχήμα 3.2:** Αναπαράσταση του πειραματικού πρωτοκόλλου. Η ψύξη έγινε μόνο στην μία πειραματική συνθήκη από τις δύο που αποτελούν τις κύριες πειραματικές μετρήσεις (□).

#### **3.1.3.2.2. Παρέμβαση χωρίς ψύξη**

Σε αυτή την συνθήκη των κύριων πειραματικών μετρήσεων, οι δοκιμαζόμενοι ακολούθησαν ακριβώς το ίδιο πρωτόκολλο

που περιγράφηκε παραπάνω (Σχήμα 3.2) με την μόνη διαφορά ότι δεν πραγματοποιήθηκε η μέθοδο της ψύξης σε καμία χρονική περίοδο αυτής της πειραματικής συνθήκης.

### 3.2. 2<sup>η</sup> Έρευνα

#### 3.2.1. Δείγμα

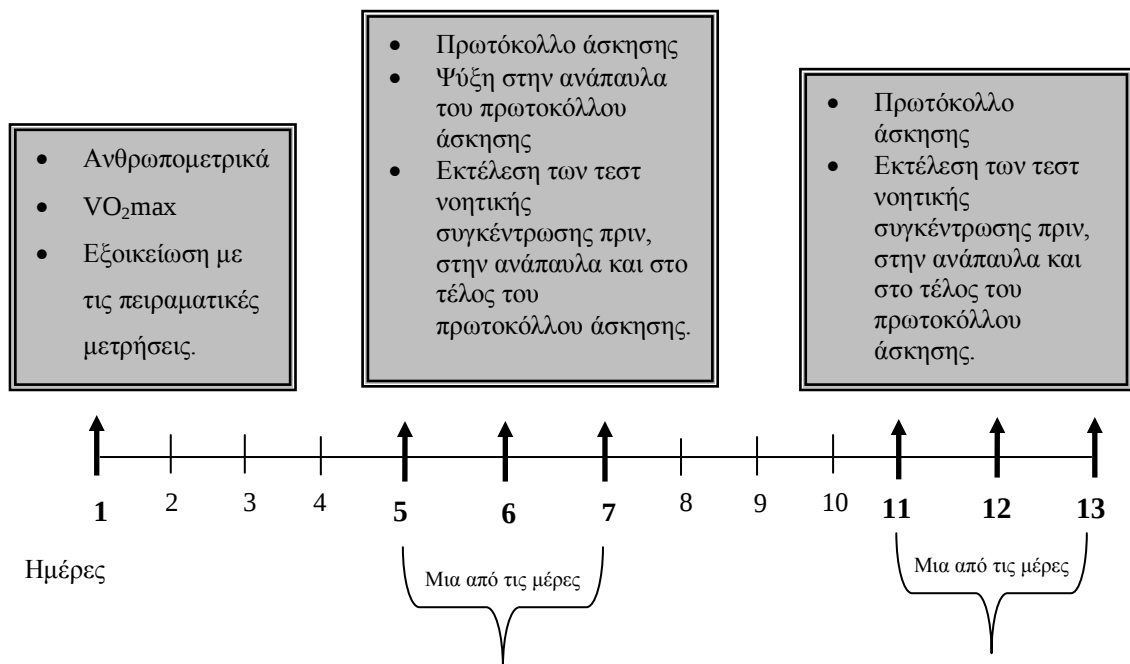
Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 8 άνδρες (ηλικίας  $22 \pm 1.7$  ετών). Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν υγιείς χωρίς ιστορικό τραυματισμού τον τελευταίο μήνα. Πριν την συμμετοχή των δοκιμαζόμενων στην πειραματική διαδικασία είχαν ενημερωθεί για τις δυσκολίες και τους κινδύνους που εμπεριέχονται σ' αυτήν. Επίσης, ενώ κατανόησαν και συμφώνησαν με τους όρους της συμμετοχής τους υπέγραψαν γραπτή δήλωση συγκατάθεσης. Τέλος, όλες οι πειραματικές μετρήσεις έγιναν σύμφωνα με τις αρχές της Επιτροπής Δεοντολογίας του Π.Μ.Σ. <<Βιολογία της Άσκησης>> του Πανεπιστημίου Αθηνών.

#### 3.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Ο πειραματικός σχεδιασμός της δεύτερης έρευνας συμπεριλαμβάνει ακριβώς τις ίδιες διαδικασίες με αυτές τις πρώτης έρευνας και τηρήθηκαν ακριβώς οι ίδιοι κανόνες (Σχήμα 3.3). Ακόμη, ο σκοπός της χρήσης του ίδιου πρωτοκόλλου άσκησης ήταν η προσομοίωση του ποδοσφαίρου, η απόδοση αξιολογήθηκε από την μέγιστη παραγόμενη ισχύ των

σπριντ και η εκτέλεση των τεστ νοητικής λειτουργίας πραγματοποιήθηκε στα ίδια χρονικά σημεία. Οι διαφορές που υπήρχαν ανάμεσα στις δύο έρευνες είναι οι εξής: α) στην παρέμβαση της ψύξης, η παρέμβαση ψύξης πραγματοποιήθηκε μόνο στην 15λεπτη ανάπαυλα (έχοντας ακριβώς την ίδια διάρκεια), β) το δεύτερο μέρος της άσκησης δεν ήταν 10λεπτης διάρκειας (όπως στην 1<sup>η</sup> έρευνα) αλλά ολοκληρωνόταν όταν η  $T_{c}$  του σώματος προσέγγιζε τους  $39^{\circ}\text{C}$  ή όταν ολοκληρωνόταν το δεύτερο 46λεπτο άσκησης ή αν ο δοκιμαζόμενος δεν μπορούσε να συνεχίσει άλλο την προσπάθεια του εξαιτίας της κόπωσης.

Οι προκαταρκτικές και οι κύριες πειραματικές μετρήσεις διεξήχθησαν στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες για τις προκαταρκτικές μετρήσεις ήταν  $20-23^{\circ}\text{C}$  και 30-50% υγρασία. Οι κύριες πειραματικές μετρήσεις έγιναν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος  $30-32^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία 40-50%.



**Σχήμα 3.3.** Σχεδιάγραμμα του πειραματικού σχεδιασμού.

### 3.2.3. Πειραματική Διαδικασία

Στην δεύτερη έρευνα ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς πειραματική διαδικασία με την πρώτη έρευνα. Δηλαδή, δόθηκαν οι ίδιες οδηγίες προς τους δοκιμαζόμενους για το τι να προσέξουν πριν τις μετρήσεις (π.χ. διατροφή, κατανάλωση υγρών, κάπνισμα κ.α.). Η καταγραφή των τροφών που κατανάλωσαν και η φυσική δραστηριότητα που πραγματοποίησαν οι δοκιμαζόμενοι 24 ώρες πριν τις μετρήσεις καταγράφηκαν, ακριβώς όπως και στην πρώτη έρευνα, και επαναλήφθηκαν για την επόμενη φορά. Η ώρα διεξαγωγής των προκαταρκτικών και των πειραματικών μετρήσεων ήταν η ίδια, ώστε να αποφεύγεται η μεταβολή της απόδοσης από την μεταβολή των βιορυθμών.

#### 3.2.3.1. Προκαταρκτικές μετρήσεις

Η διαδικασία των προκαταρκτικών μετρήσεων, που περιλάμβαναν τις ανθρωπομετρήσεις, τον προσδιορισμό της VO<sub>2</sub>max και την εξοικείωση με τις

κύριες πειραματικές μετρήσεις, ήταν ακριβώς η ίδια με αυτή της πρώτης έρευνας.

#### 3.2.3.2. Κύριες πειραματικές μετρήσεις

##### 3.2.3.2.1. Παρέμβαση με ψύξη

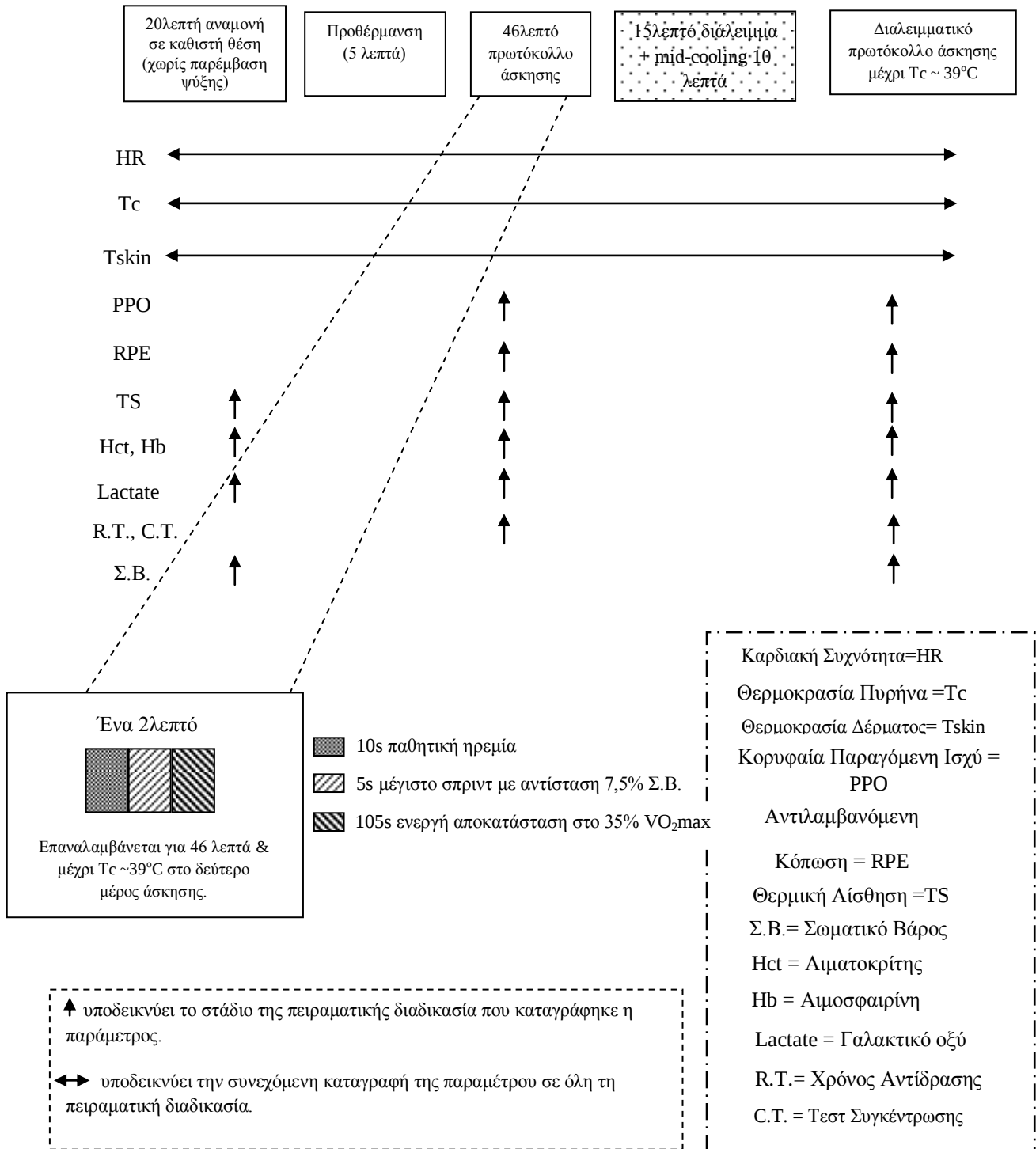
Στην πειραματική συνθήκη, όπου πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση της ψύξης, τηρήθηκαν ακριβώς οι ίδιες πειραματικές διαδικασίες και οι αρχές με την αντίστοιχη πειραματική συνθήκη της πρώτης έρευνας (π.χ. η τοποθέτηση αισθητήρα καταγραφής της T<sub>c</sub> του σώματος, τα χρονικά σημεία της λήψης του αίματος, ο τρόπος της ψύξης του σώματος, η λήψη του νερού, οι παράμετροι που καταγράφηκαν και τα χρονικά τους σημεία κ.α.). Διαφοροποίηση σε σχέση με την πρώτη έρευνα υπήρξε σε δύο σημεία: α) η παρέμβαση της ψύξης, η παρέμβαση της ψύξης πραγματοποιήθηκε μόνο στην ανάπαυλα του πρωτοκόλλου άσκησης (η χρονική

περίοδος εφαρμογής ήταν η ίδια, δηλαδή στα 10 λεπτά από τα 15 λεπτά που διαρκούσε η ανάπαυλα), β) η διάρκεια του δευτέρου μέρους της άσκησης δεν είχε 10λεπτη διάρκεια αλλά ολοκληρωνόταν όταν η  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων προσέγγιζε του  $39^{\circ}\text{C}$  ή όταν ολοκληρωνόταν στο δεύτερο 46λεπτο άσκησης ή αν οι δοκιμαζόμενοι δεν μπορούσαν να συνεχίσουν εξαιτίας της κόπωσης (Σχήμα 3.4).

Η θερμοκρασία του νερού με το οποίο είχε βραχεί το μπουρνούζι και η

πετσέτα ήταν  $16-18^{\circ}\text{C}$ . Στον χώρο που πραγματοποιήθηκε η ψύξη των δοκιμαζομένων η θερμοκρασία ήταν  $26-27^{\circ}\text{C}$  ενώ η υγρασία 30-50%.

Τέλος, όταν η  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων προσέγγιζε τους  $39^{\circ}\text{C}$  πριν ολοκληρωθεί το πρώτο μέρος άσκησης, 46λεπτης διάρκειας, η πειραματική διαδικασία σταματούσε και μετέβαινε στο επόμενο στάδιο που ήταν το 15λεπτο διάλειμμα.



**Σχήμα 3.4.** Αναπαράσταση του πειραματικού πρωτοκόλλου. Η ψύξη έγινε μόνο στην μία πειραματική συνθήκη από τις δύο που αποτελούν τις κύριες πειραματικές μετρήσεις (□).

#### **3.2.3.2.2. Παρέμβαση χωρίς ψύξη**

Στη συνθήκη ελέγχου οι δοκιμαζόμενοι ακολούθησαν ακριβώς την ίδια πειραματική διαδικασία όπως

αναφέρθηκε προηγουμένως. Με την διαφορά ότι δεν πραγματοποιήθηκε παρέμβαση ψύξης σε κανένα χρονικό σημείο της πειραματικής διαδικασίας (Σχήμα 3.4).

### **3.4 Όργανα – Μετρήσεις – Υπολογισμοί**

#### **3.4.1. Καταγραφή σωματικού βάρους & ύψους**

Η μέτρηση του σωματικού αναστήματος έγινε στις προκαταρκτικές μετρήσεις. Αντίθετα, η μέτρηση του σωματικού βάρους έγινε στις προκαταρκτικές μετρήσεις αλλά και στην αρχή και στο τέλος του πρωτοκόλλου άσκησης και στις δύο πειραματικές συνθήκες. Το ύψος προσδιορίστηκε στην πρώτη επίσκεψη με την ακρίβεια εκατοστού και το βάρος με ακρίβεια 0.5 kg (Bilance Salus, Milano, Italy).

#### **3.4.2. Κυκλοεργόμετρο**

Ο προσδιορισμός της  $\text{VO}_2\text{max}$  πραγματοποιήθηκε σε κυκλοεργόμετρο ολίσθησης τριβής (Monark, 843E, Sweden). Το ίδιο ακριβώς κυκλοεργόμετρο χρησιμοποιήθηκε και για τις κύριες πειραματικές μετρήσεις. Αυτό λειτουργεί μέσω της δύναμης της τριβής, η οποία παράγεται από έναν ιμάντα που ολισθαίνει στον περιστρεφόμενο τροχό. Η αντίσταση με την οποία ποδηλατούσαν οι δοκιμαζόμενοι ρυθμιζόταν από ένα καλάθι στο οποίο είχαν τοποθετηθεί συγκεκριμένα βάρη. Κατά την έναρξη της κάθε μέτρησης γινόταν προσεκτική βαθμονόμηση του εργόμετρου.

#### **3.4.3. Αναπνευστικές παράμετροι**

Οι αναπνευστικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τον προσδιορισμό της  $\text{VO}_2\text{max}$  που έγινε με ανοιχτό κύκλωμα εργοσπιρομέτρησης και συλλογή του εκπνεόμενου αέρα σε πνευμοταχογράφο και αναλυτές αερίων οξυγόνου ( $\text{O}_2$ ) και διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). Οι τιμές αποθηκεύονταν ανά αναπνοή (breath by breath) για επεξεργασία και μελέτη σε ηλεκτρονικό υπολογιστή που ήταν εξοπλισμένος με σχετικό λογισμικό πρόγραμμα (CPX – D, Max Series, Medgraphics, USA). Πριν από

κάθε μέτρηση για τον προσδιορισμό της  $\text{VO}_2\text{max}$  γινόταν βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου και των αναλυτών αερίων. Η βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου γίνεται με μηδενική ροή και με ροή αέρα ίση με  $3 \text{ l/min}^{-1}$ . Αυτό πραγματοποιείται με την χρήση ειδικής αντλίας 3 lit (3 lit calibration syringe, Medgraphics, USA). Επιπλέον, η βαθμονόμηση των αναλυτών αερίων γίνεται με δύο διαφορετικής σύνθεσης μείγματα αερίων. Πρώτον, από την φιάλη αναφοράς που εμπεριέχει ατμοσφαιρικό αέρα ( $\text{O}_2$ : 20,95% &  $\text{CO}_2$ : 0,03%) και δεύτερον από την φιάλη βαθμονόμησης που περιέχει μία συγκεκριμένη σύνθεση αερίων ( $\text{O}_2$ : 12% &  $\text{CO}_2$ : 3%). Τα μείγματα αερίων είναι αυστηρά ελεγμένα και πιστοποιημένα ως προς την σύνθεσή τους. Οι παράμετροι που καταγράφηκαν ήταν ο πνευμονικός αερισμός (VE), η κατανάλωση του οξυγόνου ( $\text{VO}_2$ ), η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και το αναπνευστικό πηλίκο (RER) για κάθε λεπτό.

#### **3.4.4. Αντιλαμβανόμενη κόπωση**

Ο προσδιορισμός της αντιλαμβανόμενης κόπωσης γινόταν με την επίδειξη της κλίμακας του Borg (Borg 1973) σε τακτά και προκαθορισμένα διαστήματα στις προκαταρκτικές εργαστηριακές μετρήσεις για τον προσδιορισμό της  $\text{VO}_2\text{max}$  και στις κύριες πειραματικές μετρήσεις. Οι δοκιμαζόμενοι εξέφραζαν την αντιλαμβανόμενη κόπωση τους επιλέγοντας έναν αριθμό (6-20) που αντιστοιχούσε σ' ένα συγκεκριμένο επίπεδο αίσθησης της κόπωσης.

#### **3.4.5. Καρδιακή συχνότητα**

Η καρδιακή συχνότητα καταγραφόταν και κατά τις προκαταρκτικές εργαστηριακές μετρήσεις αλλά και σ' όλη την διάρκεια των κύριων πειραματικών μετρήσεων με σύστημα τηλεμετρίας (Polar sports tester, Polar Electro, FS2C, Finland).

Το σύστημα αποτελείται από μία ζώνη – ηλεκτρόδιο που είχε τοποθετηθεί στο στήθος του δοκιμαζόμενου, από έναν πομπό και από έναν δέκτη, ο οποίος ήταν τοποθετημένος στο χέρι του δοκιμαζόμενου. Ο δέκτης κατέγραφε και αποθήκευε την καρδιακή συχνότητα κάθε 5 δευτερόλεπτα.

#### **3.4.6. Περιβαλλοντικός θάλαμος**

Το πρωτόκολλο άσκησης διεξήχθη μέσα σε ειδικό περιβαλλοντικό θάλαμο (American Motors AMP) όπου η θερμοκρασία και η υγρασία είχαν ρυθμιστεί από τους ερευνητές και ήταν ανεπηρέαστες από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ήταν 30-32°C και η σχετική υγρασία 40-50%.

#### **3.4.7. Πρωτόκολλο άσκησης**

Το Cycling Intermittent Sprint Protocols (CISP) (Castle et al. 2006) είναι μία δοκιμασία που περιέχει μέγιστα διαλειμματικά σπριντ και ο δοκιμαζόμενος εκτελεί σπριντ κάθε 2 λεπτά, ενώ στο υπόλοιπο χρονικό διάστημα συμπεριλαμβάνεται παθητική και ενεργητική αποκατάσταση. Η ακριβής απεικόνιση ενός 2λεπτου του CISP είναι η εξής:

- 10 δευτερόλεπτα παθητική ηρεμία
- 5 δευτερόλεπτα μέγιστο σπριντ με αντίσταση το 7,5% του σωματικού βάρους κάθε δοκιμαζόμενου
- 105 δευτερόλεπτα ενεργητική αποκατάσταση στο 35% της VO2max κάθε δοκιμαζόμενου

Το συγκεκριμένο τεστ επιλέχτηκε γιατί περιείχε έναν έντονο διαλειμματικό τρόπο άσκησης. Αυτό ευνοούσε την πρόθεση μας να προσομοιάσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα τον διαλειμματικό χαρακτήρα του ποδοσφαίρου.

#### **3.4.8. Καταγραφή της θερμοκρασίας πυρήνα του σώματος**

Η μέτρηση της θερμοκρασίας πυρήνα (Tc) του σώματος έγινε με ειδικό αισθητήρα θερμοκρασίας (TSD202F, BIOPAC Systems, Inc., USA), ο οποίος εισαγόταν 10 εκατοστά εντός του σφιγκτήρα του πρωκτού των δοκιμαζόμενων πριν την έναρξη οποιασδήποτε κύριας πειραματικής μέτρησης. Το σήμα από τον αισθητήρα θερμοκρασίας κατευθυνόταν απευθείας στο σύστημα επεξεργασίας των δεδομένων (MP 100A, BIOPAC System, Inc., USA) κι από εκεί σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

#### **3.4.9. Θερμοκρασίες του δέρματος**

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος γινόταν καταγραφή δύο περιοχών του σώματος. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με αισθητήρες θερμοκρασίας για τις περιοχές του πήχη, (SS7, BIOPAC Systems, Inc., USA) και του δακτύλου (SS6, BIOPAC Systems, Inc., USA). Οι αισθητήρες είχαν τοποθετηθεί στις προαναφερόμενες περιοχές του σώματος πριν την έναρξη οποιασδήποτε κύριας πειραματικής μέτρησης. Το σήμα από τους αισθητήρες θερμοκρασίας μεταβιβαζόταν από την κινητή μονάδα συλλογής δεδομένων (TEL 100D, BIOPAC, Systems, Inc., USA) στο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (MP 100A, BIOPAC Systems, Inc., USA) και τέλος στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Ο δείκτης αγγειοσυστολής (ΔT) υπολογίστηκε από τις θερμοκρασίες του πήχη (Tfarm) και του δακτύλου (Tfig) ως η διαφορά τους (Rubinstein and Sessler, 1990).

#### **3.4.10. Κορυφαία παραγόμενη ισχύς**

Μετά από κάθε σπριντ που πραγματοποιήθηκε κατά την εκτέλεση του πρωτοκόλλου άσκησης γινόταν καταγραφή της κορυφαίας παραγόμενης ισχύς (PPO). Ο τρόπος με τον οποίο γινόταν η καταγραφή της PPO ήταν μέσω ταχύμετρου που παρουσίαζε την μέγιστη ταχύτητα που έφτασε ο κάθε δοκιμαζόμενος κατά την εκτέλεση του σπριντ. Έπειτα, μέσω της μέγιστης ταχύτητας για κάθε σπριντ των δοκιμαζόμενων υπολογίστηκε η PPO.

#### **3.4.11. Δείκτης της φυσιολογικής καταπόνησης**

Ο δείκτης της φυσιολογικής καταπόνησης (PSI) (Moran et al. 1998) αξιολογεί την

θερμική καταπόνηση των δοκιμαζόμενων μέσω μιας δεκαβάθμιας κλίμακας 0-10. Το 0 είναι η μηδενική σχεδόν καταπόνηση ενώ το 10 είναι η πολύ υψηλή καταπόνηση. Ο δείκτης βασίζεται σε δύο βασικές παραμέτρους την HR και την Tc του σώματος. Οι δύο αυτοί παράμετροι αντικατοπτρίζουν την καταπόνηση που υφίστανται το καρδιαγγειακό και θερμορρυθμιστικό σύστημα. Ο τρόπος που υπολογίζεται ο παραπάνω δείκτης είναι μέσω της ακόλουθης εξίσωσης:  $PSI = 5(T_{ret} - T_{re0}) * (39,5 - T_{re0})^{-1} + 5(HR_t - HR_0) * (180 - HR_0)^{-1}$  [4] όπου  $T_{ret}$  και  $HR_t$  είναι οι ταυτόχρονα μετρούμενες τιμές σε οποιοδήποτε χρονικό σημείο, ενώ  $T_{re0}$  και  $HR_0$  είναι οι αρχικές τιμές.

**Πίνακας 3.** Η κλίμακα για την αξιολόγηση του δείκτη της φυσιολογικής καταπόνησης 0-10

| Καταπόνηση   | PSI |
|--------------|-----|
|              | 0   |
| Καμία / Λίγη | 1   |
|              | 2   |
| Χαμηλή       | 3   |
|              | 4   |
| Μέτρια       | 5   |
|              | 6   |
| Υψηλή        | 7   |
|              | 8   |
| Πολύ Υψηλή   | 9   |
|              | 10  |

### 3.4.12. Αιματολογικές μετρήσεις

Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης (Hb) προσδιορίστηκε από δείγματα αίματος 10 μl σε μίνι-φωτόμετρο (Dr. Lange LP 20), με ειδικά αντιδραστήρια (Mini – Cuvette, LKM 143, Germany) και με την μέθοδο της κυανιομεθαιμοσφαιρίνης (cyanmethemoglobin method). Πάντα γινόταν λήψη δυο δειγμάτων αίματος για επιβεβαίωση του αποτελέσματος. Το αίμα που λαμβανόταν ήταν μεικό αρτηριακο-φλεβικό από τη ρώγα του δακτύλου του χεριού.

Επιπλέον, ο προσδιορισμός του αιματοκρίτη (Hct) έγινε με δείγματα αίματος περίπου 75 μl. Τα δείγματα αίματος φυγοκεντρίστηκαν στο τέλος του κάθε μέρους των κύριων πειραματικών μετρήσεων στις 11800 στροφές το λεπτό για διάστημα 4 λεπτών (Micro Haematocrit Mk5 Centrifuge, Hawksley, UK), με σκοπό να διαχωρίζεται το πλάσμα από τα έμμορφα συστατικά του. Μέτα το τέλος της φυγοκέντρισης προσδιορίστηκε ο αιματοκρίτης με την χρήση ειδικής συσκευής (Haematocrit reader, HawksleyInc., UK). Από τις τιμές της Hb και του Hct έγινε ο υπολογισμός των αλλαγών (%) του όγκου αίματος και του πλάσματος σύμφωνα με τις εξισώσεις των Dill and Costill (1974). Ο προσδιορισμός αυτών των αλλαγών έγινε για να υπολογιστεί το ποσοστό αφυδάτωσης στο οποίο υποβλήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι

Επίσης, έγινε και μέτρηση για την συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα με δείγματα αίματος 10 μl σε μίνι-φωτόμετρο (Dr. Lange LP 20), σε ειδικά αντιδραστήρια (Mini – Cuvette, LKM 140, Germany).

### 3.4.13. Θερμική αίσθηση

Η θερμική αίσθηση των δοκιμαζομένων προσδιοριζόταν με την επίδειξη μιας 10βάθμιας κλίμακας (0 = το περισσότερο κρύο που έχω νιώσει ποτέ, 5 =

ουδέτερο ούτε κρύο ούτε ζέστη, 10 = η περισσότερη ζέστη που έχω νιώσει ποτέ) (Frank et al. 1999) σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα και στις δύο συνθήκες των κύριων πειραματικών μετρήσεων.

### 3.4.14. Δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας (mental test)

Για την αξιολόγηση της νοητικής λειτουργίας χρησιμοποιήθηκε το τεστ συγκέντρωσης (concentration test) (Weinberg and Gould 2003). Αυτό το τεστ υποχρέωνε τους δοκιμαζόμενους να αναγνωρίζουν αριθμούς που εμφανίζονταν με τυχαία σειρά από την φθίνουσα προς την αύξουσα σειρά (1 έως 100). Οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να αναγνωρίζουν όσους περισσότερους αριθμούς είναι δυνατόν μέσα σε 1 λεπτό. Η χορήγηση του τεστ έγινε πριν, στην ανάπαυλα και στο τέλος του πρωτοκόλλου άσκησης.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε και τεστ χρόνου αντίδρασης (RT test) (The online reaction time test) σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι δοκιμαζόμενοι παρατηρούσαν την οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή όπου απεικονίζονταν ένα φανάρι (ρύθμισης της οδικής κυκλοφορίας). Ο χρόνος αντίδρασης των δοκιμαζομένων αξιολογούταν με το πόσο γρήγορα πατούσαν το πλήκτρο του υπολογιστή όταν άλλαζε το κόκκινο φανάρι σε πράσινο. Κάθε φορά που οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν το τεστ είχαν στην διάθεση τους πέντε προσπάθειες, από αυτές εξήχθη ο μέσος όρος για να γίνει η αξιολόγηση της απόδοσης τους. Όπως στο προηγούμενο τεστ νοητικής λειτουργίας έτσι και σε αυτό η χορήγηση του έγινε πριν, στην ανάπαυλα και στο τέλος του πρωτοκόλλου άσκησης.

Η σειρά με την οποία πραγματοποιούσαν κάθε φορά τα τεστ ήταν πρώτα της συγκέντρωσης και έπειτα του χρόνου αντίδρασης. Τα τεστ πραγματοποιούνταν πάντα εντός θαλάμου.

### **3.5 Στατιστική ανάλυση**

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για τις παραμέτρους της μέγιστης ισχύος της καρδιακής συχνότητας, των θερμοκρασιών (πυρήνα και δέρματος), της ανταμειβόμενης κόπωσης, της θερμικής αίσθησης, όλων των τεστ νοητικής λειτουργίας και των αιμοδυναμικών παραμέτρων ήταν ANOVA με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Δηλαδή αριθμός των συνθηκών που συμπεριλήφθησαν στην έρευνα επί των παραμέτρων που καταγράφηκαν σε αυτές τις δύο συνθήκες.

Για την θερμοκρασία πυρήνα του σώματος, στην 2<sup>η</sup> έρευνα και στο δεύτερο μέρος της άσκησης, έγινε εφαρμογή t-test για εξαρτημένα δείγματα. Ο λόγος είναι η διαφορετική χρονική στιγμή τερματισμού της άσκησης των

δοκιμαζόμενων. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν οι τελικές τιμές της θερμοκρασίας πυρήνα του σώματος για κάθε συνθήκη. Για την στατιστική ανάλυση του σωματικού βάρους (Σ.Β.) έγινε εφαρμογή t-test για εξαρτημένα δείγματα.

Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0.05$ . Στις περιπτώσεις όπου το F της ANOVA βρέθηκε στατιστικά σημαντικό, η ανάλυση συνεχίστηκε προκειμένου να βρεθούν ποιοί μέσοι όροι διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας τον στατιστικό έλεγχο Tukey (Tukey test). Στο κείμενο, στα σχήματα και στους πίνακες τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσες τιμές  $\pm$  τυπικό σφάλμα μέτρησης. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα Statistica 5.0.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως έχει προαναφερθεί, η παρούσα διατριβή αποτελείται από δύο ξεχωριστές έρευνες και τα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται με την σειρά που έγινε και η περιγραφή τους στο κεφάλαιο της μεθόδου. Αρχικώς παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε πρώτη χρονικά. Οι ενότητες που εμπεριέχονται στα αποτελέσματα και ισχύουν και για τις δύο έρευνες είναι: α) ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, β) επίδραση της ψύξης στην θερμορυθμιστική απόκριση, γ) επίδραση της ψύξης στην καρδιαγγειακή απόκριση, δ) απώλεια υγρών – αφυδάτωση, ε) επίδραση της ψύξης στην απόδοση-αντλαμβανόμενη κόπωση, ζ) αιματολογικές

αποκρίσεις και η) απόδοση στις νοητικές δοκιμασίες.

### 1<sup>η</sup> Έρευνα

#### **4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά**

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, η ηλικία και η  $VO_{2max}$  των δοκιμαζομένων παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 4.1. Οι τιμές που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα είναι οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.

**Πίνακας 4.1.** Ηλικία, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και  $VO_{2max}$  των δοκιμαζομένων.

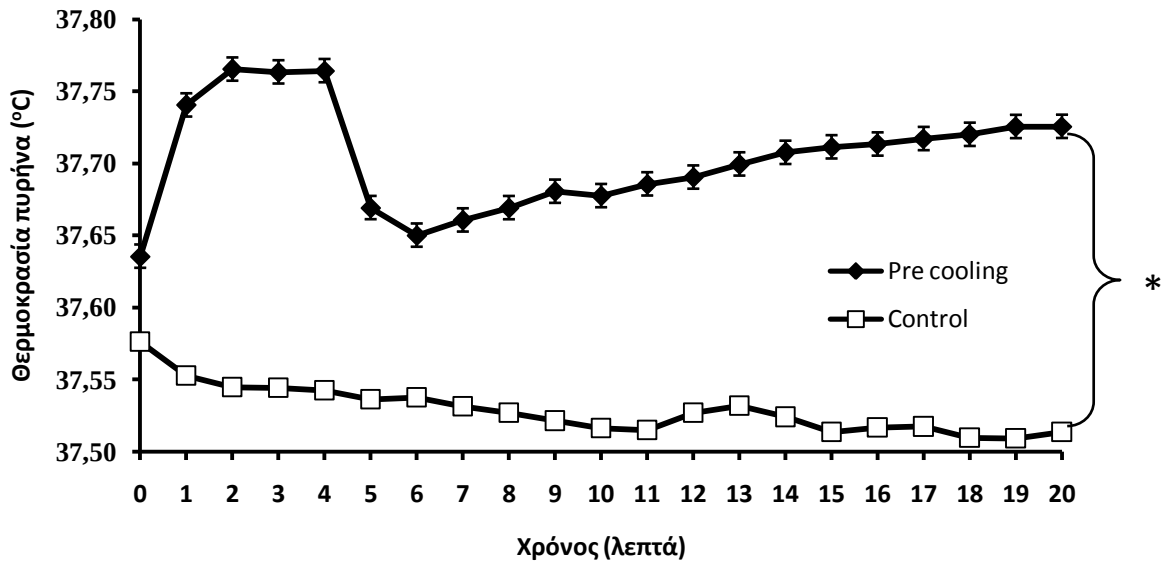
| Ηλικία (έτη) | Βάρος (kg)   | Ύψος (cm)       | % Λίπους       | $VO_{2max}$ (ml/kg/min) |
|--------------|--------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| $25 \pm 5$   | $75,8 \pm 6$ | $178,1 \pm 8,4$ | $11,7 \pm 4,1$ | $44,6 \pm 4,1$          |

#### **4.2 Επίδραση της ψύξης στην θερμορυθμιστική απόκριση**

##### **4.2.1. Θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ )**

Η θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος των δοκιμαζομένων κατά την άφιξη τους στο εργαστήριο για τις μετρήσεις δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec:  $37,64 \pm 0,07^\circ C$  και Con:  $37,58 \pm 0,03^\circ C$ ,  $p = 0,43$ ). Στην πειραματική συνθήκη

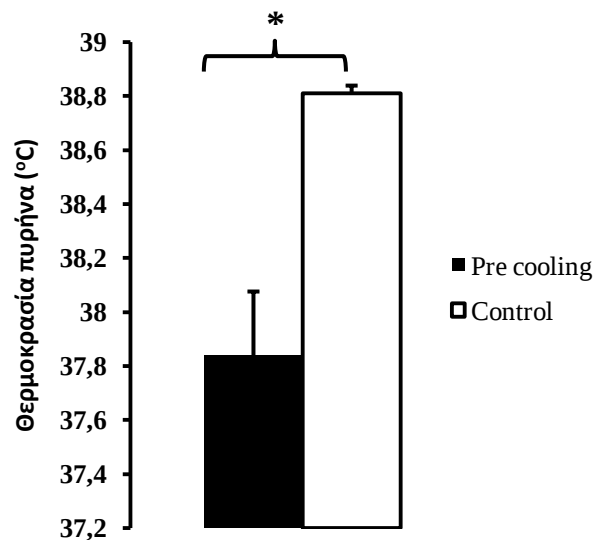
(Prec) η εφαρμογή της μεθόδου της πρόψυξης (20λεπτη διάρκεια) προκάλεσε σημαντική αύξηση ( $p = 0,009$ ) στην  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων σε σύγκριση με την συνθήκη ελέγχου (Con) (Prec =  $37,70 \pm 0,08^\circ C$  και Con =  $37,52 \pm 0,04^\circ C$ ) (Σχήμα 4.1). Το γεγονός της αύξηση της  $T_c$  του σώματος με την πρόψυξη μας οδήγησε στο να πραγματοποιηθεί και η 2<sup>η</sup> έρευνα.



**Σχήμα 4.1.** Η θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος στο διάστημα των 20 λεπτών πριν την άσκηση, με πρόψυξη (Prec) και χωρίς πρόψυξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών συνθηκών.

Αντιθέτως, για την ίδια 20λεπτη περίοδο πριν την άσκηση η μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) του σώματος δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec:  $-0,03 \pm 0,06^\circ\text{C}$  και Con:  $-0,02 \pm 0,01^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,85$ ).

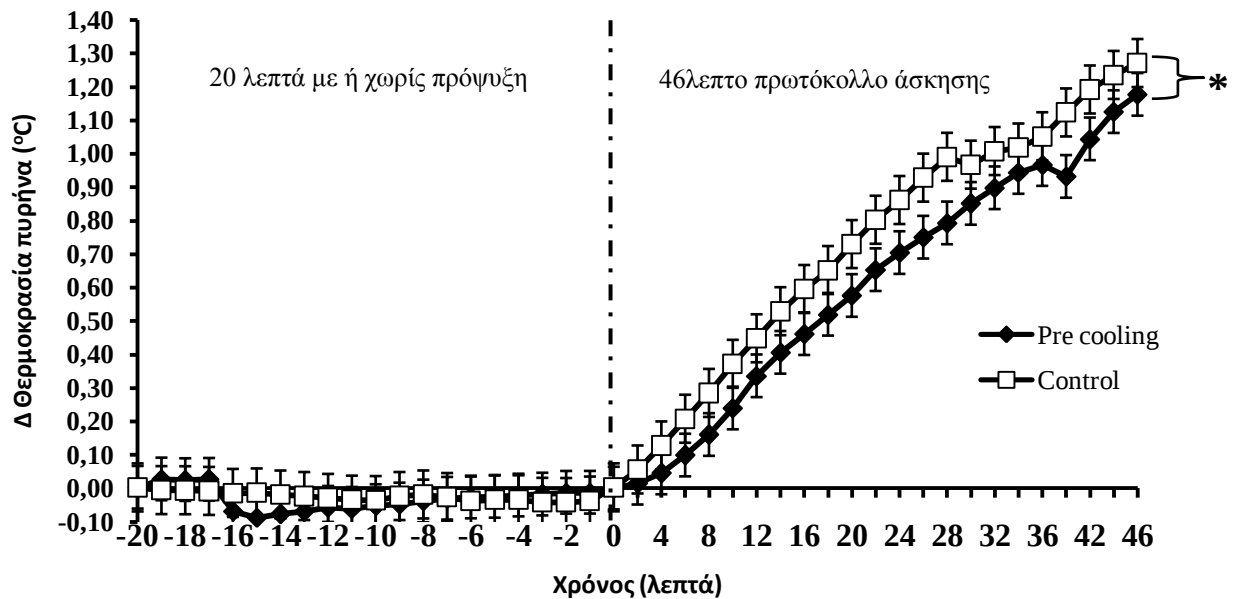
Η επίδραση της πρόψυξης στην  $T_c$  του σώματος επέφερε σημαντικές διαφοροποιήσεις κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης μεταξύ των συνθηκών. Στην συνθήκη παρέμβασης (Prec) η  $T_c$  του σώματος παρατηρήθηκε να είναι σημαντικά χαμηλότερη απ' αυτή της  $T_c$  του σώματος στην συνθήκη ελέγχου (Con) μετά την ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου άσκησης (Prec:  $37,83 \pm 0,23^\circ\text{C}$  και Con:  $38,81 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,001$ ) (Σχήμα 4.2).



**Σχήμα 4.2.** Η επίδραση της πρόψυξης στην θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την σημαντική διαφορά στην  $T_c$  του σώματος ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec και Con).

Παρόμοιο αποτέλεσμα το οποίο ενισχύει την επίδραση της πρόψυξης στην  $T_c$  του σώματος με το παραπάνω παρουσιάζει και η  $\Delta T_c$ . Η εφαρμογή της πρόψυξης είχε ως αποτέλεσμα η ανόδος της  $T_c$  του σώματος να είναι

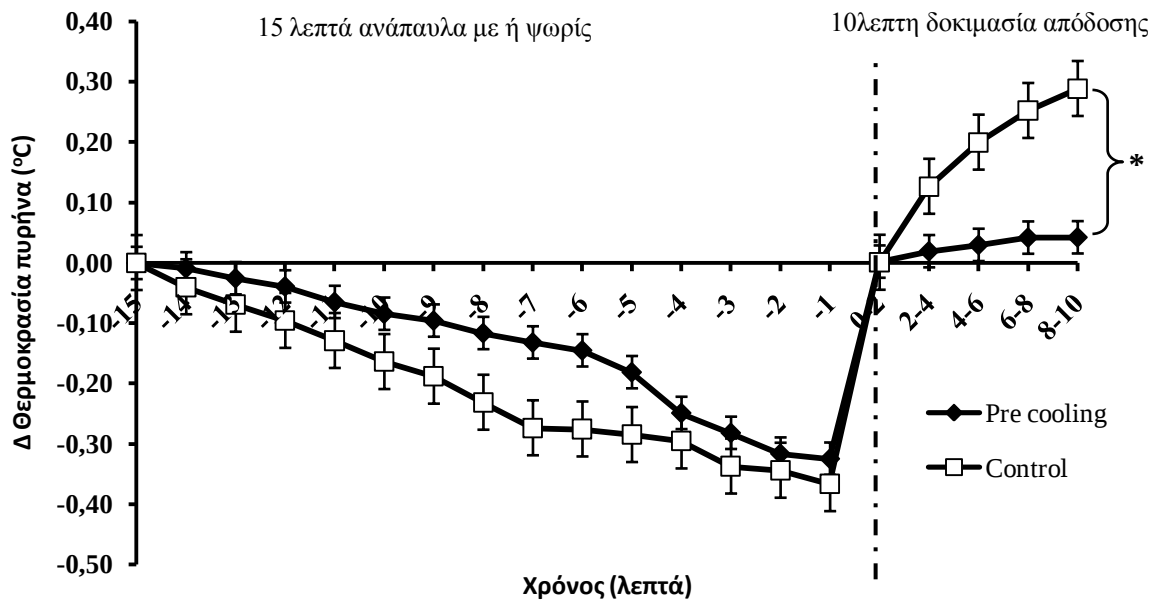
σημαντικά χαμηλότερη στην συνθήκη Prec ( $0,6 \pm 0,36^\circ\text{C}$ ) σε σχέση με την συνθήκη Con ( $1,3 \pm 0,03^\circ\text{C}$ ) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης ( $p = 0,001$ ) (Σχήμα 4.3.).



**Σχήμα 4.3.** Η μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης με πρόψυξη (Prec) και χωρίς πρόψυξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη μεταβολή της  $T_c$  του σώματος στην συνθήκη Prec σε σύγκριση με την συνθήκη Con.

Στην διάρκεια της ανάπαυλας (15 λεπτών διάρκεια) η μείωση της  $T_c$  του σώματος ήταν σημαντική ( $p = 0,00$ ) αλλά όχι ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec:  $38,79 \pm 0,11^\circ\text{C} \rightarrow 38,39 \pm 0,07^\circ\text{C}$ , Con:  $38,79 \pm 0,15^\circ\text{C} \rightarrow 38,33 \pm 0,13^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,5$ ). Όμοια, μετά τα αποτελέσματα της  $T_c$  του σώματος στο διάστημα της ανάπαυλας είναι και τα αποτελέσματα που αφορούν το ρυθμό μεταβολής της  $T_c$  του σώματος, δηλαδή την  $\Delta T_c$ . Έτσι, παρά την σημαντική μεταβολή στην  $\Delta T_c$  κατά την διάρκεια της ανάπαυλας ( $p = 0,00$ ) δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών (Prec:  $-0,33 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , Con:  $-0,37 \pm 0,18^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,3$ ).

Προς την ίδια κατεύθυνση, της μη σημαντικής διαφοροποίησης, είναι και τα αποτελέσματα που αφορούν την επίδραση που είχε η ψύξη στην  $T_c$  του σώματος που πραγματοποιήθηκε στην ανάπαυλα (Prec:  $38,57 \pm 0,08^\circ\text{C}$  και Con:  $38,62 \pm 0,14^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,4$ ) και κατά την διάρκεια της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης μεταξύ των συνθηκών (Prec:  $38,34^\circ\text{C}$  και Con:  $38,36^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,6$ ). Ωστόσο, η μέθοδος της ψύξης προκάλεσε σημαντική διαφορά στο  $\Delta T_c$  ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec:  $-0,33 \pm 0,62^\circ\text{C}$  και Con:  $0,14 \pm 0,48^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,005$ ) (Σχήμα 4.4).



**Σχήμα 4.4.** Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης με ψύξη (Prec) και χωρίς ψύξη (Con) στην ανάπαυλα. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη μεταβολή της  $T_c$  του σώματος στην συνθήκη Prec σε σύγκριση με την συνθήκη Con.

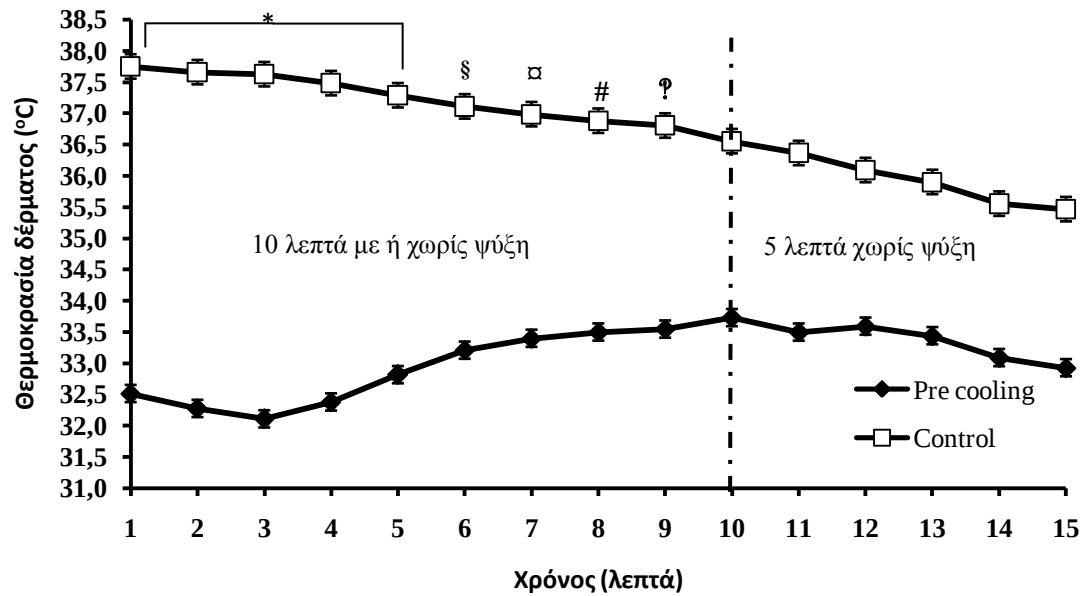
#### 4.2.2. Θερμοκρασία δέρματος ( $T_{skin}$ )

Η εφαρμογή της πρόψυξης στο διάστημα των 20 λεπτών πριν την άσκηση, ανέδειξε μία τάση για χαμηλότερη θερμοκρασία δέρματος ( $T_{skin}$ ) στην συνθήκη Prec ( $31,51 \pm 1,73^\circ\text{C}$ ) έναντι της συνθήκης Con ( $34,67 \pm 0,64^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,13$ ). Τάση που δεν επαληθεύτηκε για τον ρυθμό μεταβολής της θερμοκρασίας δέρματος ( $\Delta T_{skin}$ ) κατά την πρόψυξη ( $p = 0,88$ ) μεταξύ των συνθηκών (Prec:  $0,26 \pm 1,35^\circ\text{C}$  και Con:  $0,07 \pm 0,19^\circ\text{C}$ ).

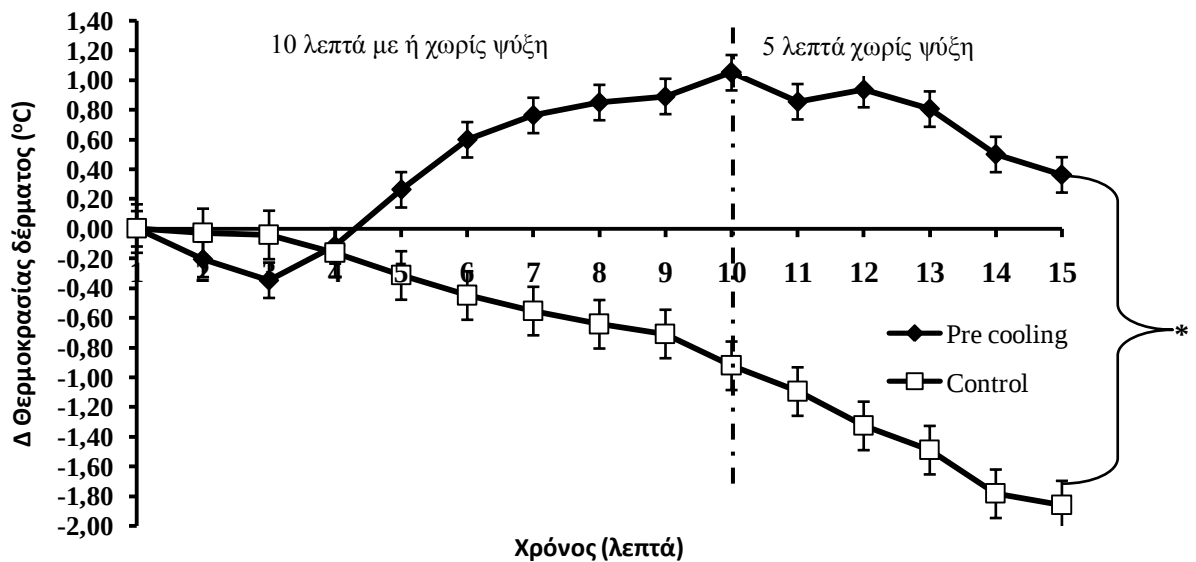
Η  $T_{skin}$ , όπως και προηγουμένως, παρουσίασε μία τάση ( $p = 0,06$ ) να είναι χαμηλότερη μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης στην συνθήκη Prec ( $32,9 \pm 0,59^\circ\text{C}$ ) σε σύγκριση με την συνθήκη Con ( $37,6 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ).

Παρατηρώντας την  $T_{skin}$  κατά την διάρκεια της ανάπαυλας φαίνεται να

υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες. Με την  $T_{skin}$  στην συνθήκη Con ( $37,75 \pm 1,06^\circ\text{C} \rightarrow 35,46 \pm 0,94^\circ\text{C}$ ) να παρουσιάζει αξιόλογη πτώση σε σύγκριση με την συνθήκη Prec ( $32,51 \pm 1,44^\circ\text{C} \rightarrow 32,92 \pm 1,32^\circ\text{C}$ ) κατά την οποία η  $T_{skin}$  υποβάλλεται σε ελαφρά άνοδο. Ωστόσο, η  $T_{skin}$  στην συνθήκη Con ποτέ δεν προσεγγίζει την χαμηλότερη θερμοκρασία της συνθήκης Prec. Η διαφορά των δύο συνθηκών εντοπίζεται κυρίως στο διάστημα των 10 λεπτών όσο διαρκεί και η διαδικασία της μεθόδου ψύξης ( $p = 0,00016 - 0,03$ ) (Σχήμα 4.5). Σημαντική διαφοροποίηση βρέθηκε και για τον ρυθμό μεταβολής της  $T_{skin}$  ( $\Delta T_{skin}$ ) ανάμεσα στις συνθήκες (Prec:  $0,48 \pm 0,12^\circ\text{C}$  και Con:  $-0,76 \pm 0,16^\circ\text{C}$ ) στο διάστημα της ανάπαυλας ( $p = 0,01$ ) (Σχήμα 4.6).

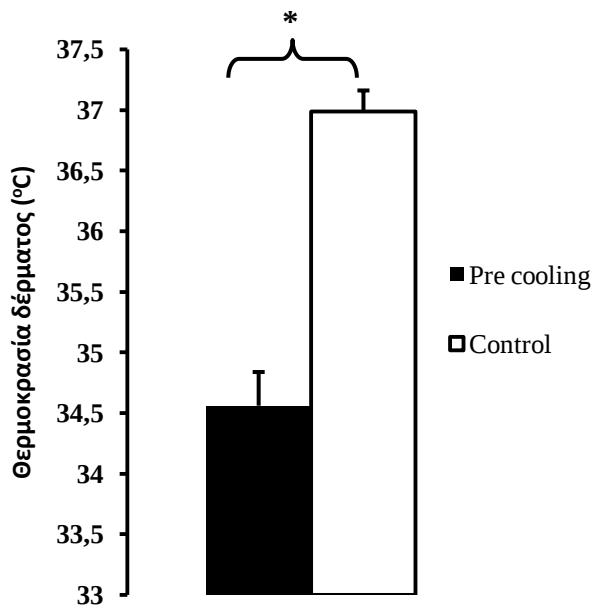


**Σχήμα 4.5.** Η θερμοκρασία δέρματος ( $T_{skin}$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας με ψύξη (Prec) και χωρίς ψύξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. (\*) 1<sup>ο</sup>-5<sup>ο</sup> λεπτό ( $p = 0,00016$ ), (§) 6<sup>ο</sup> λεπτό ( $p = 0,00058$ ), ( $\alpha$ ) 7<sup>ο</sup> λεπτό ( $p = 0,0038$ ), (#) 8<sup>ο</sup> λεπτό ( $p = 0,014$ ) και (?) 9<sup>ο</sup> λεπτό ( $p = 0,03$ ) υποδεικνύουν την σημαντικά υψηλότερη πτώση της  $T_{skin}$  στην συνθήκη Con έναντι της συνθήκης Prec.

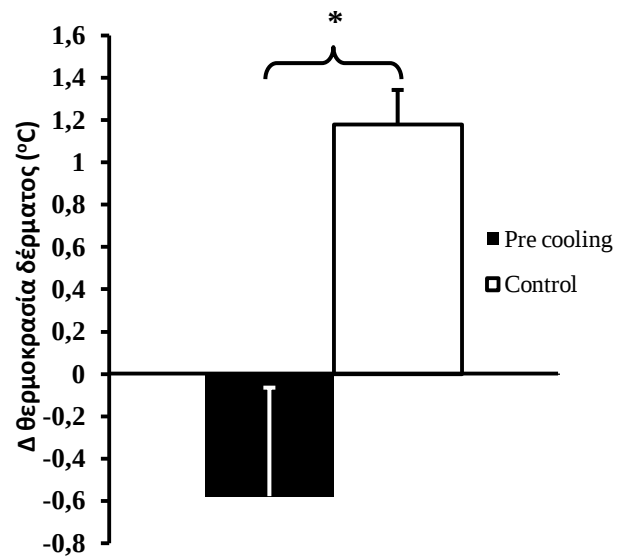


**Σχήμα 4.6.** Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας δέρματος ( $\Delta T_{skin}$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας με ψύξη (Prec) και χωρίς ψύξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των συνθηκών στο  $\Delta T_{skin}$  στο χρονικό διάστημα της ανάπαυλας.

Το αποτέλεσμα της ψύξης που έλαβε μέρος στην διάρκεια της ανάπαυλας επηρέασε την Tskin με κατάληξη να υπάρξει σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών (Prec:  $34,56 \pm 0,28^{\circ}\text{C}$  και Con:  $36,99 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,004$ ) μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης (Σχήμα 4.7). Όμοιο ήταν και το αποτέλεσμα που είχε προκαλέσει η ψύξη στο  $\Delta\text{Tskin}$  κατά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης, επιφέροντας σημαντική διαφορά στην μεταβολή Tskin μεταξύ των συνθηκών (Prec:  $-0,58 \pm 0,52^{\circ}\text{C}$  και Con:  $1,18 \pm 0,16^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,02$ ) (Σχήμα 4.8).



**Σχήμα 4.7.** Η επίδραση της ψύξης (ανάπαυλα), μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης, στην θερμοκρασία δέρματος (Tskin). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη Tskin στην συνθήκη Prec έναντι της συνθήκης Con.



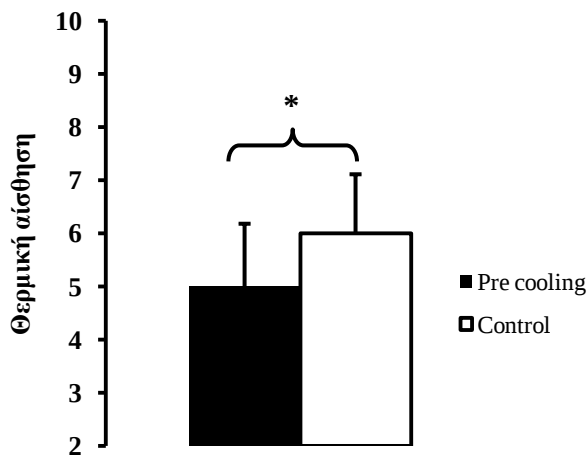
**Σχήμα 4.8.** Η μεταβολή της θερμοκρασίας δέρματος ( $\Delta\text{Tskin}$ ) μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης έχοντας προηγηθεί ανάπαυλα (15 λεπτών) με ψύξη (Prec) ή χωρίς ψύξη (Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά στο  $\Delta\text{Tskin}$  ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec και Con).

#### 4.2.3. Δείκτης αγγειοσυστολής

Ο δείκτης αγγειοσυστολής δεν πρόσφερε καμία σημαντική διαφορά στο διάστημα των 20 λεπτών πριν την άσκηση μεταξύ των συνθηκών Prec ( $2,16 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ ) και Con ( $0,65 \pm 0,06^{\circ}\text{C}$ ) ( $p = 0,4$ ). Γεγονός, το οποίο επαναλήφθηκε παρατηρώντας τον δείκτη αγγειοσυστολής κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης (Prec:  $1,02 \pm 0,05^{\circ}\text{C}$  και Con:  $2,16 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,6$ ). Επίσης, από τον δείκτη αγγειοσυστολής, δεν δόθηκε καμία σημαντικότητα ούτε στην διάρκεια της ανάπαυλας (Prec:  $-0,66 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$  και Con:  $0,81 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,4$ ) ούτε όμως και στην 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (Prec:  $1,18 \pm 0,39^{\circ}\text{C}$  και Con:  $1,65 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,7$ ).

#### 4.2.4. Θερμική αίσθηση

Η θερμική αίσθηση των δοκιμαζομένων παρουσίασε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες ( $p = 0,001$ ). Στην συνθήκη Prec ( $5 \pm 1,18$ ), η θερμική αίσθηση ήταν σημαντικά μικρότερη από την συνθήκη Con ( $6 \pm 1,11$ ) μετά το πέρας όλης της πειραματικής διαδικασίας (Σχήμα 4.9). Η μικρότερη θερμική αίσθηση στην συνθήκη Prec δηλώνει την καλύτερη θερμική άνεση που ένιωθαν οι δοκιμαζόμενοι σε σχέση με την συνθήκη Con.



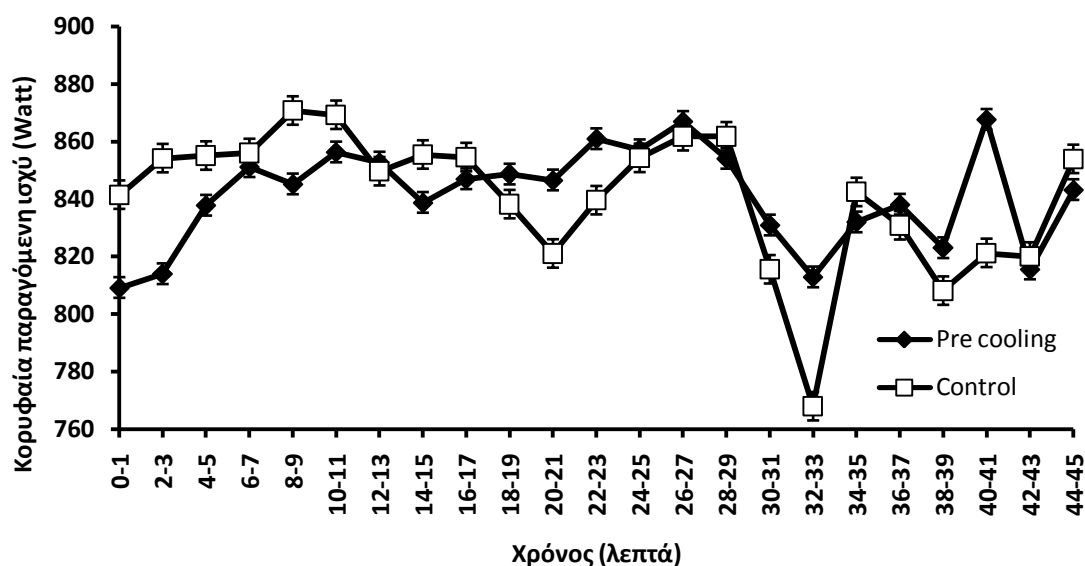
**Σχήμα 4.9.** Η θερμική αίσθηση των δοκιμαζόμενων έχοντας ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την σημαντική διαφορά που υπάρχει μεταξύ των συνθηκών (Prec και Con).

#### 4.2.5. Δείκτης φυσιολογικής καταπόνησης

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρουσιάστηκε ανάμεσα στις δύο συνθήκες της πειραματικής διαδικασίας ως προς τον δείκτη φυσιολογικής καταπόνησης (Prec:  $1,85 \pm 1,96$  και Con:  $0,89 \pm 1,53$ ,  $p = 0,44$ ).

#### 4.3 Η επίδραση της ψύξης στην απόδοση – Αντιλαμβανόμενη κόπωση (RPE)

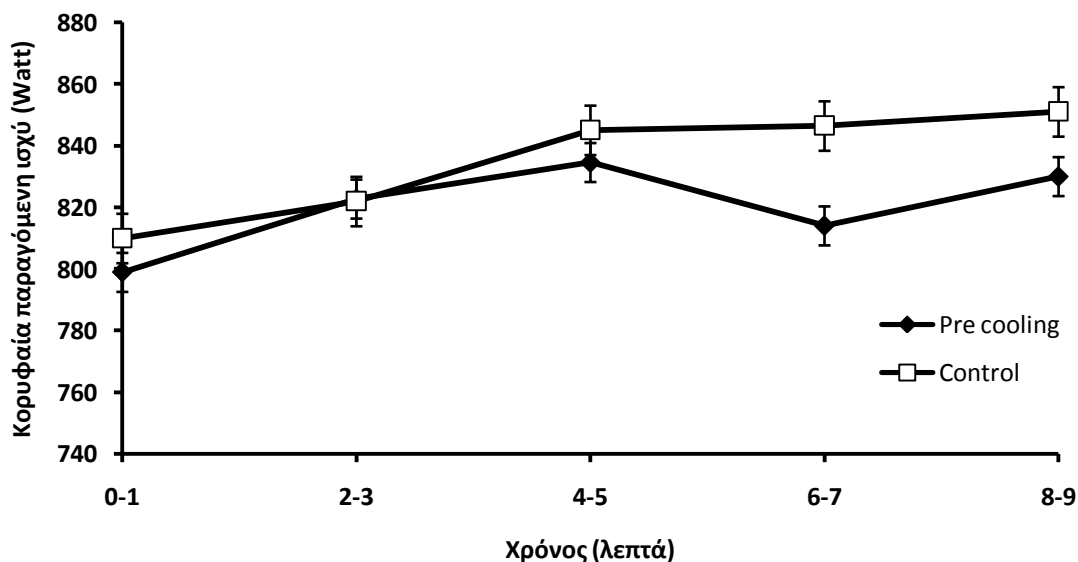
Η εφαρμογή της πρόψυξης (20 λεπτά πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης) δεν φάνηκε να επηρεάζει την απόδοση των δοκιμαζομένων ( $p = 0,8$ ). Ακριβέστερα, η απόδοση των δοκιμαζόμενων στην συνθήκη Prec ( $828,75 \pm 2,9$  Watt) δεν διέφερε σημαντικά από την συνθήκη Con ( $826,56 \pm 3,5$  Watt). Η απόδοση αξιολογείται ως η κορυφαία παραγόμενη ισχύς (PPO) που επαυγχάνουν οι δοκιμαζόμενοι σε κάθε σπριντ που πραγματοποιούν στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (συνολικά εκτελέστηκαν 23 σπριντ) (Σχήμα 4.10).



**Σχήμα 4.10.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.

Σύμφωνα, με τα παραπάνω αποτελέσματα είναι κι αυτά που εξήχθησαν από την 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνολικά εκτελέστηκαν 5

σπριντ) ( $p = 0,6$ ). Ανάμεσα στις συνθήκες Prec ( $820 \pm 6,32$  Watt) και Con ( $834 \pm 7,99$  Watt) δεν υπήρξε σημαντική διαφορά (Σχήμα 4.11).



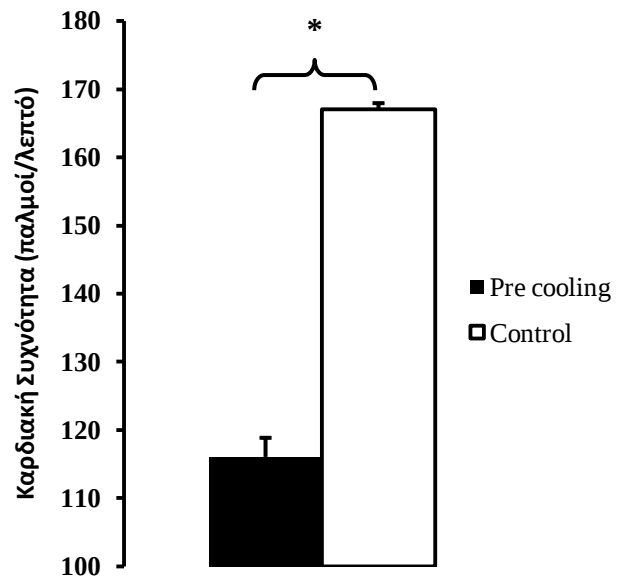
**Σχήμα 4.11.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) κατά την διάρκεια της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.

Επιπλέον, μία ακόμη παράμετρος η οποία δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών ήταν και η αντιλαμβανόμενη κόπωση των δοκιμαζομένων. Πρώτον, δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Prec:  $15 \pm 0,46$  και Con:  $14 \pm 0,57$   $p = 0,6$ ). Δεύτερον, το ίδιο επαναλαμβάνεται και για την 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (Prec:  $12 \pm 0,37$  και Con:  $13 \pm 0,33$ ,  $p = 0,4$ ).

#### 4.4 Επίδραση της ψύξης στην καρδιαγγειακή απόκριση

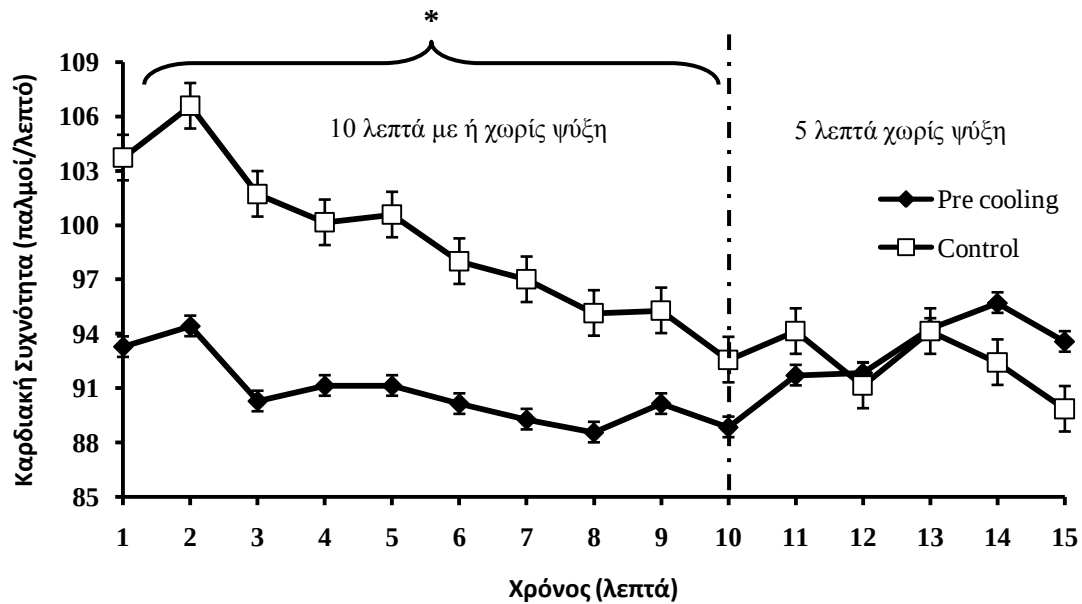
##### 4.4.1. Καρδιακή συχνότητα

Η επίδραση της πρόψυξης στο διάστημα των 20 λεπτών πριν την άσκηση παρουσίασε μία τάση για χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα στην συνθήκη Prec ( $65 \pm 0,28$  παλμούς/λεπτό) σε σύγκριση με την συνθήκη Con ( $69 \pm 0,34$  παλμούς/λεπτό) ( $p = 0,09$ ). Όμως, η έκθεση του σώματος των δοκιμαζομένων στην πρόψυξη (διάστημα των 20 λεπτών πριν την άσκηση) προκάλεσε σημαντική διαφορά στην καρδιακή συχνότητα μεταξύ των συνθηκών ( $p = 0,00$ ). Με την καρδιακή συχνότητα στην συνθήκη Prec ( $116 \pm 28,4$  παλμούς/λεπτό) να είναι σημαντικά χαμηλότερη συγκρίνοντάς την με την καρδιακή συχνότητα της συνθήκης Con ( $167 \pm 0,87$  παλμούς/λεπτό) στην ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης (Σχήμα 4.12).



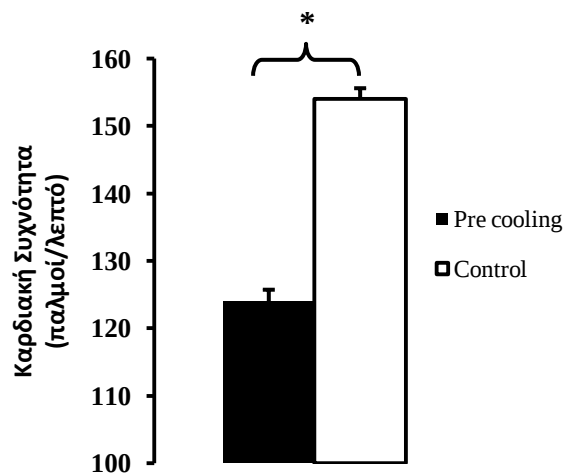
**Σχήμα 4.12.** Η επίδραση της πρόψυξης στην καρδιακή συχνότητα (HR) μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα της συνθήκης Prec έναντι της συνθήκης Con.

Όσον αφορά στην διάρκεια της ανάπαυλας παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις δύο συνθήκες ( $p = 0,03$ ). Συγκεκριμένα, η σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Prec:  $90 \pm 0,59$  παλμούς/λεπτό και Con  $99 \pm 1,35$  παλμούς/λεπτό) εντοπίζεται στα πρώτα 10 λεπτά από τα 15 λεπτά που διαρκεί όλη η ανάπαυλα. Σε αυτά τα πρώτα 10 λεπτά είναι το χρονικό διάστημα εφαρμογής της ψύξης. Στα υπόλοιπα 5 λεπτά που απέμειναν για την ολοκλήρωση της ανάπαυλας δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των συνθηκών (Prec:  $93 \pm 0,72$  παλμούς/λεπτό και Con:  $92 \pm 0,89$  παλμούς/λεπτό,  $p = 0,8$ ) (Σχήμα 4.13).



**Σχήμα 4.13.** Η επίδραση της ψύξης στην καρδιακή συχνότητα κατά την χρονική περίοδο της ανάπαυλας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδηλώνει την χαμηλότερη τιμή της καρδιακής συχνότητας στην συνθήκη Prec (για τα πρώτα 10 λεπτά που διαρκεί η παρέμβαση της ψύξης) έναντι της συνθήκης Con.

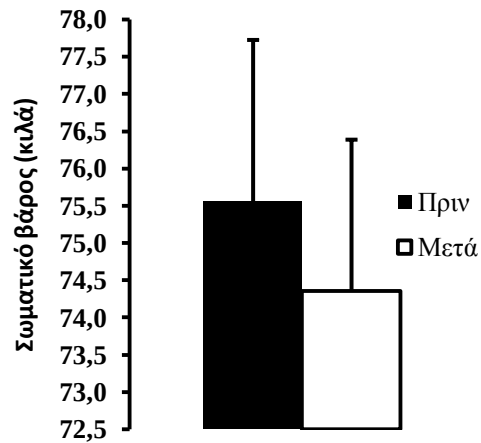
Θετική απόκριση της καρδιακής συχνότητας με την εφαρμογή της ψύξης στην ανάπαυλα παρουσιάστηκε και στην 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης. Με την συνθήκη Prec ( $124 \pm 18,7$  παλμούς/λεπτό) να καταγράφει σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα από αυτή της συνθήκης Con ( $154 \pm 1,6$  παλμούς/λεπτό) ( $p = 0,00$ ) (Σχήμα 4.14).



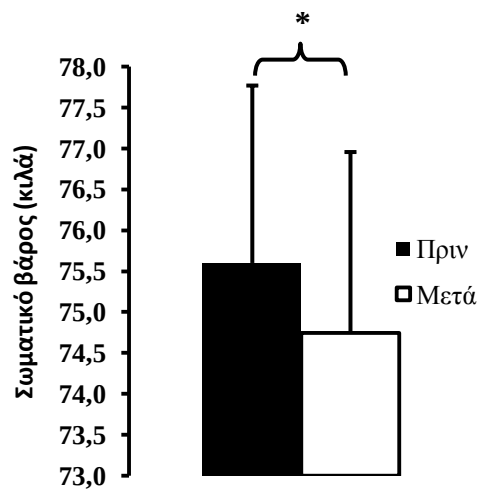
**Σχήμα 4.14.** Η καρδιακή συχνότητα μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης για κάθε συνθήκη (Prec και Con). Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα της συνθήκης Prec έναντι της συνθήκης Con.

#### 4.5 Απώλεια υγρών – Αφυδάτωση

Αξίζει να αναφερθούν οι σημαντικές διαφοροποιήσεις που εντοπίστηκαν στον βαθμό της αφυδάτωσης των δοκιμαζόμενων μετά το τέλος των πειραματικών διαδικασιών μεταξύ των δύο συνθηκών. Έτσι, το μέγεθος της αφυδάτωσης που είχαν υποστεί οι δοκιμαζόμενοι υπολογίστηκε από την διαφορά του σωματικού τους βάρους, δηλαδή, το βάρος τους πριν την έναρξη των πειραματικών μετρήσεων και το βάρος τους στο τέλος των πειραματικών μετρήσεων. Η διαφορά αυτή υπολογίστηκε ξεχωριστά για τις δύο συνθήκες. Η προκύπτουσα διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων της ίδιας συνθήκης στο σωματικό βάρος αντιστοιχεί στην απώλεια υγρών κατά την διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων. Συγκεκριμένα, η διαφορά στην μεταβολή του σωματικού βάρους των δοκιμαζόμενων στην συνθήκη Prec δεν ήταν σημαντική ( $p = 0,11$ ) (Σχήμα 4.15). Αντίθετα, στην συνθήκη Con η μεταβολή του σωματικού βάρους παρουσίασε σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης ( $p = 0,00$ ) (Σχήμα 4.16).



**Σχήμα 4.15.** Η μεταβολή του σωματικού βάρους των δοκιμαζόμενων στην συνθήκη Prec. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Η μέτρηση του σωματικού βάρους πριν τις πειραματικές μετρήσεις δεν διέφερε σημαντικά με την μέτρηση του μετά των πειραματικών μετρήσεων.



**Σχήμα 4.16.** Η μεταβολή του σωματικού βάρους των δοκιμαζόμενων στην συνθήκη Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει ότι το σωματικό βάρος πριν τις πειραματικές μετρήσεις διέφερε σημαντικά με το σωματικό βάρος μετά των πειραματικών μετρήσεων.

#### 4.6 Αιματολογικές αποκρίσεις

##### 4.6.1. Γαλακτικό οξύ, αιματοκρίτης και αιμοσφαιρίνη

Αν και οι τιμές του γαλακτικού οξέος παρουσίασαν σημαντική άνοδο στην διάρκεια του χρόνου ( $p = 0,00$ ) αυτή η μεταβολή δεν ήταν σημαντική μεταξύ των δύο συνθηκών ( $p = 0,55$ ) (Πίνακας 4.2).

Αντιθέτως, ο αιματοκρίτης (Hct) παρουσίασε σημαντική μεταβολή στην διάρκεια του χρόνου ( $p = 0,00$ ) αλλά εντοπίστηκαν και σημαντικές μεταβολές μεταξύ των συνθηκών και στις τρεις χρονικές στιγμές που

αξιολογήθηκε (Πίνακας 4.2). Με τον αιματοκρίτη να είναι σημαντικά υψηλότερος στην συνθήκη Prec έναντι της συνθήκης Con. Επίσης, σημαντικές διαφορές υπάρχουν και εντός της συνθήκης Prec με την τιμή στην ηρεμία να είναι σημαντικά χαμηλότερη από τις τιμές στην ανάπαυλα και στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας. Επιπρόσθετα, σημαντική διαφορά εντός της συνθήκης υπήρξε και για την συνθήκη Con, με την τιμή της ανάπαυλας να διαφέρει σημαντικά από τις τιμές της ηρεμίας και του τέλους της πειραματικής διαδικασίας.

**Πίνακας 4.2.** Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και αιματοκρίτη στην ηρεμία, στην ανάπαυλα και στο τέλος των πειραματικών μετρήσεων για τις συνθήκες Prec και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα.

|                           |             | Ηρεμία                      | Ανάπαυλα                   | Τέλος                      |
|---------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Γαλακτικό οξύ<br>(mmol/l) | Pre cooling | 1,55 $\pm$ 0,08             | 10,47 $\pm$ 0,60           | 8,97 $\pm$ 0,53            |
|                           | Control     | 1,56 $\pm$ 0,13             | 10,54 $\pm$ 0,56           | 9,33 $\pm$ 0,48            |
| Hct<br>(%)                | Pre cooling | 46 $\pm$ 1,69 <sup>*†</sup> | 48 $\pm$ 1,34 <sup>#</sup> | 48 $\pm$ 1,39 <sup>§</sup> |
|                           | Control     | 44 $\pm$ 0,46               | 46 $\pm$ 0,81 <sup>‡</sup> | 45 $\pm$ 0,91              |

(\*) στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ Prec και Con στην ηρεμία ( $p = 0,005$ ), (#) στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ Prec και Con στην ανάπαυλα ( $p = 0,01$ ), (§) στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ Prec και Con στο τέλος ( $p = 0,00$ ), (†) στατιστική σημαντική διαφορά της τιμής ηρεμίας με τις τιμές της ανάπαυλας και του τέλους για την συνθήκη Prec ( $p = 0,00$ ), (‡) στατιστική σημαντική διαφορά της τιμής της ανάπαυλας από την τιμή της ηρεμίας ( $p = 0,00$ ) και από την τιμή στο τέλος ( $p = 0,03$ ) για τη συνθήκη Con.

Όπως, οι δυο προηγούμενες μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική μεταβολή στον χρόνο το ίδιο έπραξε και η αιμοσφαιρίνη ( $p = 0,01$ ). Όμως, δεν ανιχνεύτηκε καμία σημαντική διαφορά

ανάμεσα στις δυο συνθήκες προς την παράμετρο αυτή.

#### 4.6.2. Αλλαγή στον όγκο αίματος και πλάσματος

Ο όγκος του αίματος και του πλάσματος δε μεταβλήθηκαν σημαντικά στη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων και δε διέφερον σημαντικά μεταξύ των συνθηκών

Prec και Con ( $p = 0,9 - 0,76$ ) (Πίνακας 4.3).

**Πίνακας 4.3.** Αλλαγή του όγκου αίματος ( $\Delta BV$ ) και πλάσματος ( $\Delta PV$ ) στα σημεία 46λεπτό πρωτόκολλο άσκησης, 10λεπτή δοκιμασία απόδοσης και όλο το πρωτόκολλο για τις συνθήκες Prec και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα.

|                  |                    | 46λεπτο<br>πρωτόκολλο<br>άσκησης | 10λεπτη<br>δοκιμασία<br>απόδοσης | Όλο το<br>πρωτόκολλο |
|------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| $\Delta BV(\%)$  | <b>Pre cooling</b> | 4,78 $\pm$ 1,96                  | 0,45 $\pm$ 0,98                  | 5,29 $\pm$ 2,51      |
|                  | <b>Control</b>     | 4,60 $\pm$ 2,41                  | 0,13 $\pm$ 3,14                  | 4,60 $\pm$ 3,41      |
| $\Delta PV (\%)$ | <b>Pre cooling</b> | -0,12 $\pm$ 2,79                 | -0,41 $\pm$ 1,02                 | -0,43 $\pm$ 3,59     |
|                  | <b>Control</b>     | 0,65 $\pm$ 2,61                  | -2,84 $\pm$ 2,51                 | -2,32 $\pm$ 3,06     |

#### 4.7 Απόδοση στις νοητικές δοκιμασίες

##### 4.7.1. Δοκιμασία χρόνου αντίδρασης (reaction time test)

Η εφαρμογή της μεθόδου της ψύξης δεν προκάλεσε σε κανένα από τα τρία χρονικά σημεία που εκτελέστηκε η δοκιμασία χρόνου αντίδρασης σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών (Pre και Con) ( $p = 0,95$ ).

##### 4.7.2. Δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής (concentration test)

Η παρέμβαση ψύξης στην συνθήκη Pre δεν επέφερε καμία σημαντική μεταβολή στην δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής σε οποιοδήποτε από τα τρία χρονικά σημεία και αν εκτελέστηκε σε σύγκριση με την συνθήκη Con ( $p = 0,6$ ).

## **2<sup>η</sup> Έρευνα**

### **4.8 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά**

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, η ηλικία και η  $\text{VO}_{2\text{max}}$  των δοκιμαζομένων παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 4.4. Οι τιμές που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα είναι οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.

**Πίνακας 4.4.** *Ηλικία, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και  $\text{VO}_{2\text{max}}$  των δοκιμαζομένων.*

| Ηλικία (έτη) | Βάρος (kg) | Ύψος (cm) | % Λίπους | $\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/kg/min) |
|--------------|------------|-----------|----------|---------------------------------------|
| 22,4± 2      | 75,1±6     | 180,7±10  | 10,6±3,2 | 43±4,4                                |

### **4.9. Επίδραση της ψύξης στην θερμορυθμιστική απόκριση**

#### **4.9.1. Θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ )**

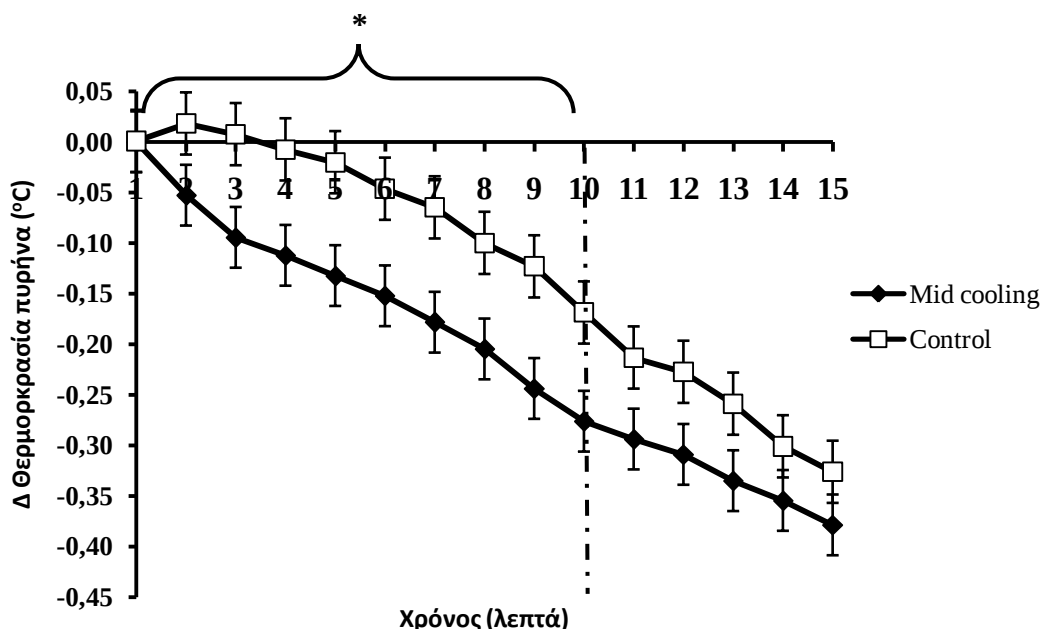
Η θερμοκρασία πυρήνα ( $T_c$ ) του σώματος των δοκιμαζόμενων κατά την άφιξη τους στο εργαστήριο για την πραγματοποίηση των μετρήσεων δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Midc:  $37,59 \pm 0,05^\circ\text{C}$  και Con:  $37,59 \pm 0,10^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,74$ ). Η πειραματική συνθήκη (Midc) δεν διέφερε σημαντικά από την συνθήκη ελέγχου (Con) στην περίοδο των 20 λεπτών πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Midc:  $37,64 \pm 0,00^\circ\text{C}$  και Con:  $37,58 \pm 0,00^\circ\text{C}$ ,  $p = 0,6$ ). Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα που αφορούσαν την μεταβολή της  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) για την ίδια χρονική περίοδο (20 λεπτά πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης), δηλαδή χωρίς σημαντική διαφοροποίηση της συνθήκης Midc ( $0,002 \pm 0,06^\circ\text{C}$ ) από την συνθήκη Con ( $-0,01 \pm 0,11^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,21$ ).

Η πραγματοποίηση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης δεν επέφερε

καμία σημαντική διαφορά της συνθήκης Midc ( $38,17 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ) έναντι της συνθήκης Con ( $38,19 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ) ως προς την  $T_c$  του σώματος ( $p = 0,88$ ). Σε συμφωνία έρχεται και το  $\Delta T_c$  για το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης, όπου δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά της συνθήκης Midc ( $0,63 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ) σε σύγκριση με την συνθήκη Con ( $0,66 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,66$ ).

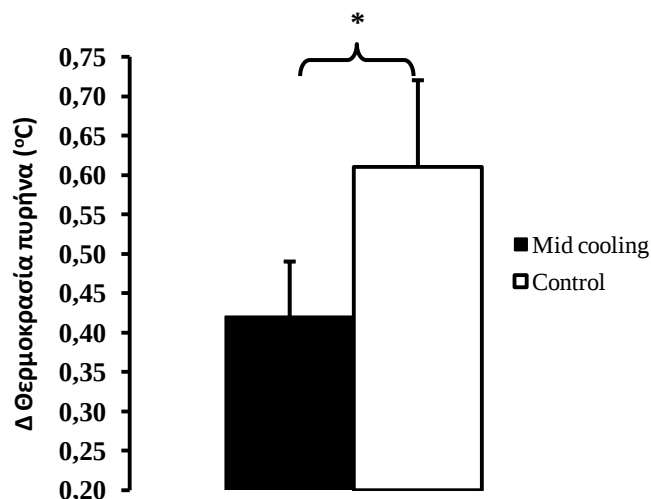
Όσον αφορά το χρονικό διάστημα της ανάπαυλας στο οποίο και πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση ψύξης (δηλαδή, συνολικής διάρκειας ανάπαυλας 15 λεπτών εκ των οποίων μόνο στα 10 λεπτά εφαρμόστηκε ψύξη) για την συνθήκη Midc ( $38,63 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά σε σχέση με την συνθήκη Con ( $38,75 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) ( $p = 0,3$ ). Αντίθετα, στατιστικά σημαντική διαφορά αναδείχθηκε για την  $\Delta T_c$  μεταξύ των δύο συνθηκών στο 10λεπτο διάστημα της ανάπαυλας, όπου στην συνθήκη Midc πραγματοποιούνταν η ψύξη ( $p = 0,03$ ). Σε αυτό το διάστημα ο ρυθμός πτώσης της  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) ήταν μεγαλύτερος στην συνθήκη Midc (-

$0,15 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ) σε αντίθεση με την συνθήκη Con ( $-0,05 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ) (Σχήμα 4.17).



**Σχήμα 4.17.** Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας πυρήνα του σώματος ( $\Delta T_c$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει τον σημαντικά μεγαλύτερο ρυθμό πτώσης της  $T_c$  του σώματος για τη συνθήκη Midc έναντι της συνθήκης Con.

Εξετάζοντας το δεύτερο μέρος της άσκησης (οι δοκιμαζόμενοι διέκοπταν την άσκηση όταν η θερμοκρασία πυρήνα του σώματος τους προσέγγιζε τους  $\sim 39^{\circ}\text{C}$ ) φαίνεται η σημαντική διαφορά που υπάρχει στην  $\Delta T_c$  στο τέλος της άσκησης μεταξύ των δύο συνθηκών ( $p = 0,05$ ). Η μεταβολή στο  $\Delta T_c$  στην συνθήκη Midc ( $0,42 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$ ) είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτό της συνθήκης Con ( $0,61 \pm 0,11^{\circ}\text{C}$ ) (Σχήμα 4.18).

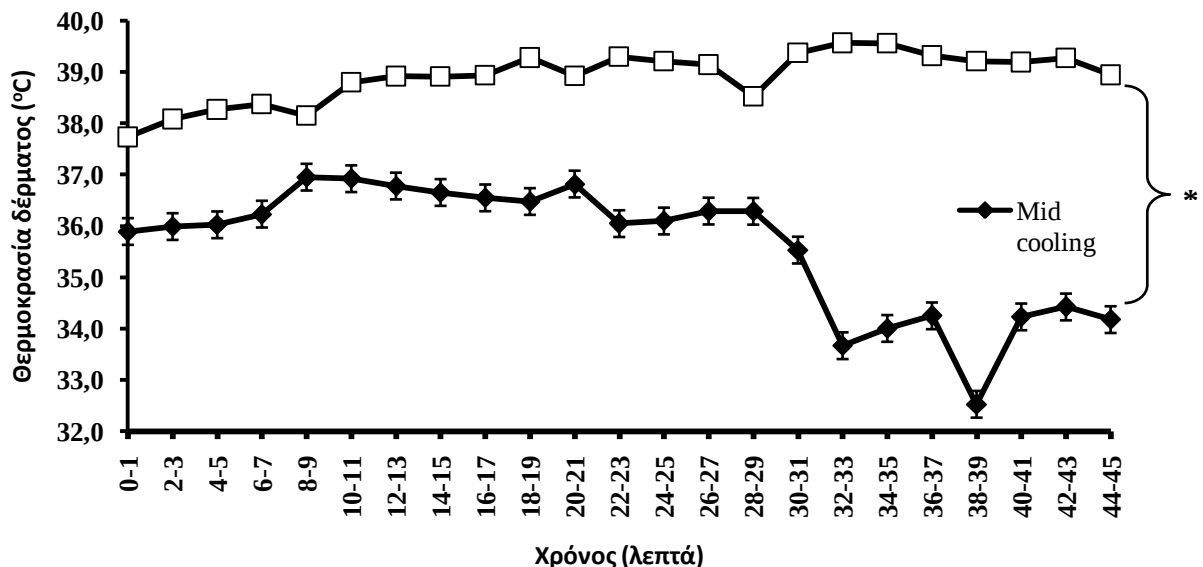


**Σχήμα 4.18.** Η μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου μέρους της άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντικά χαμηλότερη  $\Delta T_c$  για την συνθήκη Midc έναντι της συνθήκης Con.

#### 4.9.2. Θερμοκρασία δέρματος (Tskin)

Η θερμοκρασία δέρματος (Tskin) κατά την χρονική περίοδο των 20 λεπτών πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών Midc ( $36,2 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$ ) και Con ( $37,9 \pm 0,06^{\circ}\text{C}$ ) ( $p = 0,21$ ). Παρομοίως το ίδιο συμβαίνει για την ίδια χρονική περίοδο με την μεταβολή της θερμοκρασίας του δέρματος ( $\Delta T_{\text{skin}}$ ) (Midc:  $0,07 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$  και Con:  $0,45 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,12$ ).

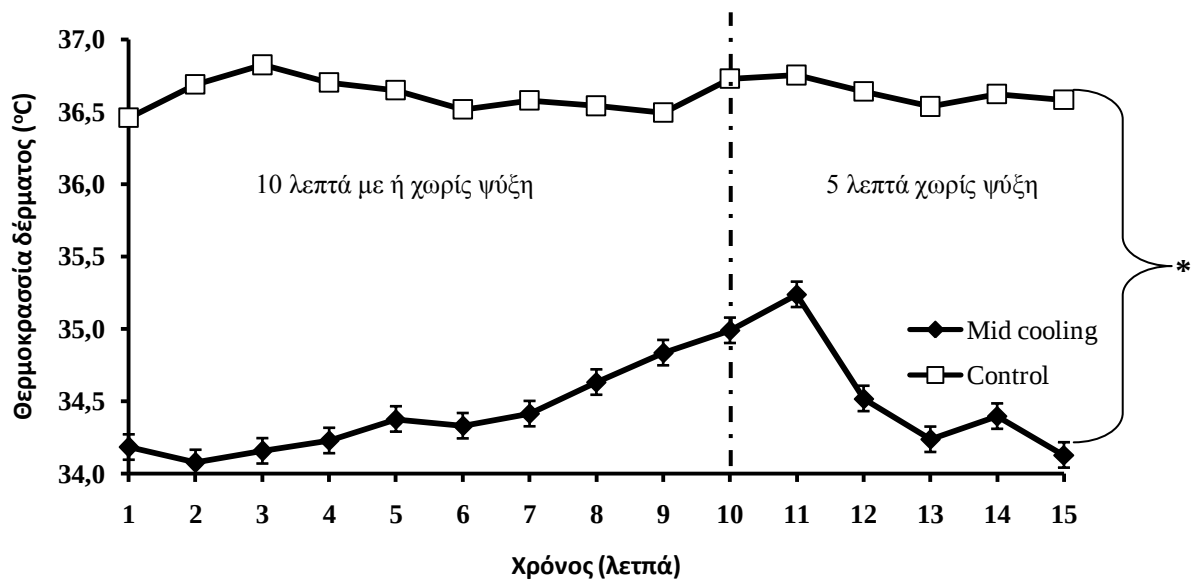
Στην διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην Tskin μεταξύ των συνθηκών ( $p = 0,01$ ). Η Tskin στην συνθήκη Midc ( $35,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ) ήταν σημαντικά χαμηλότερη από την συνθήκη Con ( $39,3 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$ ) (Σχήμα 4.19). Σημαντικότητα που δεν επαληθεύεται για την  $\Delta T_{\text{skin}}$  στην ίδια περίοδο, με την συνθήκη Midc να παρουσιάζει μεταβολή  $0,42 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  και την συνθήκη Con  $0,83 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$  ( $p = 0,7$ ).



**Σχήμα 4.19.** Η θερμοκρασία του δέρματος (Tskin) κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών (Midc και Con).

Η πτώση της Tskin στην ανάπαυλα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην συνθήκη Midc ( $34,12 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$ ) στην διάρκεια της οποίας εφαρμόστηκε η παρέμβαση ψύξης σε σχέση με την συνθήκη Con ( $37,04 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ ) ( $p = 0,03$ ) (Σχήμα 4.20). Η σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο συνθηκών δεν υφίσταται για το  $\Delta T_{\text{skin}}$  για την

περίοδο της ανάπαυλας (Midc:  $0,32 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$  και Con:  $0,17 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,7$ ). Μετά την ολοκλήρωση του δευτέρου μέρους της άσκησης φαίνεται να υπάρχει μία τάση για μικρότερη Tskin στην συνθήκη Midc ( $36,76 \pm 0,78^{\circ}\text{C}$ ) σε σύγκριση με την συνθήκη Con ( $39,26 \pm 0,91^{\circ}\text{C}$ ) ( $p = 0,07$ ).



**Σχήμα 4.20.** Η θερμοκρασία του δέρματος ( $T_{skin}$ ) στην διάρκεια της ανάπαυλας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά στην  $T_{skin}$  μεταξύ των συνθηκών Midc και Con.

#### 4.9.3. Δείκτης αγγειοσυστολής

Ο δείκτης αγγειοσυστολής δεν επέδειξε καμία σημαντική διαφορά στο διάστημα των 20 λεπτών πριν την έναρξη του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Midc:  $1,28 \pm 0,06^{\circ}\text{C}$  και Con:  $1,10 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,89$ ). Ακριβώς, το ίδιο συμβαίνει και κατά την διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης, δηλαδή σε κανένα σημείο δεν εντοπιζόταν σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών (Midc:  $-0,96 \pm 0,36^{\circ}\text{C}$  και Con:  $2,67 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,22$ ). Καμία διαφορά δεν φάνηκε να υπάρχει στον δείκτη αγγειοσυστολής για τις δύο συνθήκες ούτε στην διάρκεια της ανάπαυλας (Midc:  $-0,58 \pm 0,32^{\circ}\text{C}$  και Con:  $0,85 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$   $p = 0,33$ ). Τέλος, σημαντική διαφορά για τον δείκτη αγγειοσυστολής δεν εξήχθη ούτε για το δεύτερο μέρος άσκησης για τις δύο συνθήκες (Midc:  $1,18 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$  και Con:  $1,43 \pm 0,33^{\circ}\text{C}$   $p = 0,7$ )

#### 4.9.4. Θερμική αίσθηση

Η θερμική αίσθηση των δοκιμαζομένων δεν διέφερε σε κανένα χρονικό σημείο της πειραματικής διαδικασίας μεταξύ της συνθήκης Midc ( $6 \pm 1,28$ ) και Con ( $6 \pm 1,31$ ) ( $p = 0,27$ ).

#### 4.9.5. Δείκτης φυσιολογικής καταπόνησης

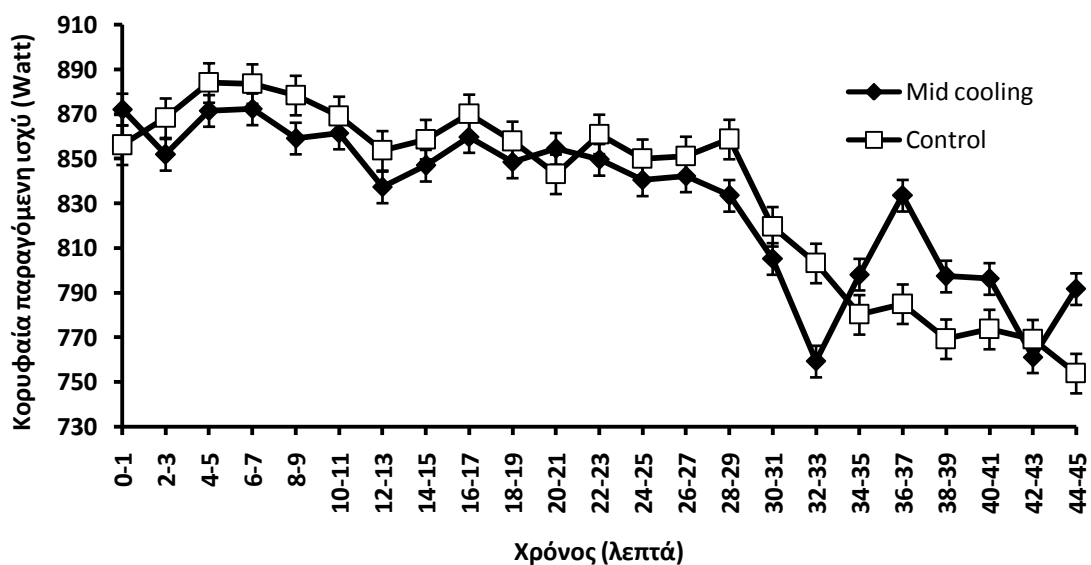
Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρουσιάστηκε ανάμεσα στις δύο συνθήκες της πειραματικής διαδικασίας ως προς τον δείκτη φυσιολογικής καταπόνησης (Midc:  $1,22 \pm 1,71$  και Con:  $1,82 \pm 1,8$   $p = 0,08$ ).

#### 4.10. Επίδραση της ψύξης στην απόδοση – Αντιλαμβανόμενη κόπωση (RPE)

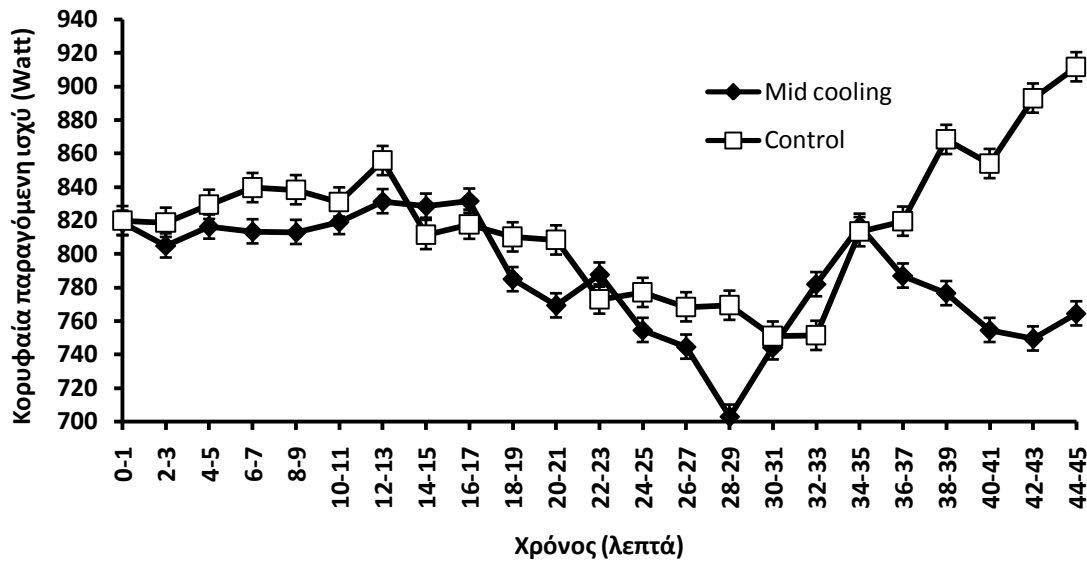
Η απόδοση των δοκιμαζομένων δεν διέφερε κατά την διάρκεια της εκτέλεσης του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης ανάμεσα στις δύο συνθήκες Midc ( $793 \pm 4,99$  Watt) και Con ( $778 \pm 7,4$  Watt) ( $p = 0,75$ ) (Σχήμα 4.21). Σημαντικότητα,

δεν υπήρξε ως προς την απόδοση ούτε στο δεύτερο μέρος άσκησης εντούτοις φάνηκε μία τάση στην συνθήκη Midc (781±157 Watt) να επιτυγχάνεται χαμηλότερη απόδοση μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου μέρους άσκησης σε σχέση με την συνθήκη Con (844±172 Watt) ( $p = 0,14$ )(Σχήμα 4.22). Η ανάλυση αυτή έγινε με t-test για εξαρτημένα

δείγματα όπως αναφέρθηκε και στη μέθοδο. Συμπληρωματικά, πραγματοποιήθηκε και ανάλυση (για την ίδια χρονική περίοδο και την ίδια παράμετρο) ANOVA με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις χωρίς να εντοπιστεί σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο συνθηκών ( $p = 0,8$ ).



**Σχήμα 4.21.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) για το 46λεπτό πρωτόκολλο άσκησης. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.



**Σχήμα 4.22.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύ (PPO) για το 2 μέρος άσκησης. Το πρωτόκολλο τερματίζει όταν  $T_{re}$  των δοκιμαζόμενων προσεγγίσει τους  $39^{\circ}\text{C}$ . Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών.

Η αντιλαμβανόμενη κόπωση (RPE) των δοκιμαζόμενων δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Midc:  $15 \pm 0,59$  και Con:  $14 \pm 0,64$ ,  $p = 0,26$ ). Παρόμοια, ήταν και τα αποτελέσματα για το δεύτερο μέρος της άσκησης χωρίς να εκδηλώνεται καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών (Midc:  $14 \pm 0,54$  και Con:  $15 \pm 0,52$ ,  $p = 0,14$ ).

#### 4.11. Επίδραση της ψύξης στην καρδιαγγειακή απόκριση

##### 4.11.1. Καρδιακή συχνότητα

Η καρδιακή συχνότητα δεν είχε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών στην χρονική περίοδο των 20 λεπτών πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Midc:  $76 \pm 0,36$  παλμούς/λεπτό και Con:  $72 \pm 0,37$  παλμούς/λεπτό,  $p = 0,14$ ). Όμως, υπήρξε αύξηση της καρδιακής συχνότητας στην διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης ( $p = 0,00$ ). Αντίθετα, σημαντική διαφοροποίηση στην καρδιακή συχνότητα δεν υπήρξε μεταξύ

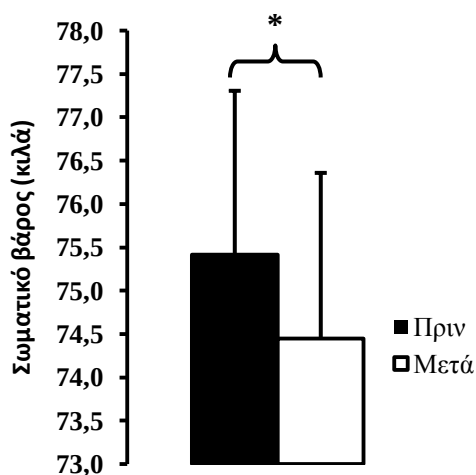
των δύο συνθηκών γι' αυτό το χρονικό διάστημα (Midc:  $149 \pm 1,69$  παλμούς/λεπτό και Con:  $144 \pm 1,56$  παλμούς/λεπτό,  $p = 0,69$ ).

Παρά την σημαντική πτώση που επιδεικνύει η καρδιακή συχνότητα στην διάρκεια της ανάπαυλας ( $p = 0,00$ ) αυτή δεν αντικατοπτρίζεται σε στατιστική σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Midc:  $97 \pm 0,54$  παλμούς/λεπτό και Con:  $97 \pm 0,75$ ,  $p = 0,99$ ). Ωστόσο, υπάρχει τάση για χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα στην συνθήκη Midc ( $139 \pm 1,57$  παλμούς/λεπτό) σε σχέση με την συνθήκη Con ( $153 \pm 1,20$  παλμούς/λεπτό) που παρουσιάστηκε στο δεύτερο μέρος της άσκησης ( $p = 0,12$ ).

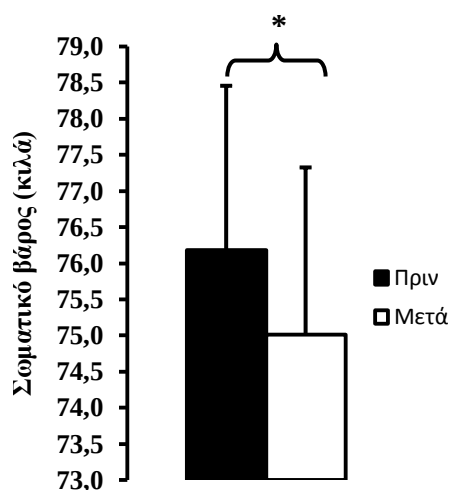
##### 4.12. Απώλεια υγρών – Αφυδάτωση

Η απώλεια υγρών που υπέστησαν οι δοκιμαζόμενοι κατά την διάρκεια όλης της πειραματικής διαδικασίας ήταν σημαντική στην συνθήκη Mid ( $74,5 \pm 1,89$   $73,7 \pm 1,91$  κλά,  $p = 0,000556$ ) αλλά και στην συνθήκη Con ( $75,5 \pm 2,27$   $74,4 \pm 2,31$  κλά,  $p = 0,000145$ ). Μολαταύτα, υπάρχει διαφορά μεταξύ των συνθηκών προς

το επίπεδο σημαντικότητας. Ειδικότερα στο επίπεδο σημαντικότητας μας δηλώνει ότι η απώλεια υγρών στην συνθήκη Con είναι μεγαλύτερη (κατά 300 γραμμάρια) σε σύγκριση με την συνθήκη Midc (Σχήμα 4.23 & 4.24).



**Σχήμα 4.23.** Το σωματικό βάρος *πριν* την πειραματική διαδικασία και *μετά* την ολοκλήρωση της για την συνθήκη Midc. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά του σωματικού βάρους *πριν* την πειραματική διαδικασία σε σχέση με *μετά* την ολοκλήρωση της.



**Σχήμα 4.24.** Το σωματικό βάρος *πριν* την πειραματική διαδικασία και *μετά* την ολοκλήρωση της για την συνθήκη Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει την σημαντική διαφορά του σωματικού βάρους *πριν* την πειραματική διαδικασία σε σχέση με *μετά* την ολοκλήρωση της.

#### 4.13. Αιματολογικές αποκρίσεις

##### 4.13.1. Γαλακτικό οξύ, αιματοκρίτης και αιμοσφαιρίνη

Πρωτίστως, το γαλακτικό οξύ παρουσίασε μία σημαντική μεταβολή στην συγκέντρωσή του στα τρία χρονικά σημεία που ελέγχθηκε ( $p=0,00$ ). Παρ' όλα αυτά, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην συγκέντρωση του μεταξύ των συνθηκών Midc και Con. Ο αιματοκρίτης μεταβλήθηκε σημαντικά στην διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας ( $p=0,00$ ) κι όμως δεν υπήρξε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες. Ωστόσο αξιοσημείωτη σημαντικότητα, εντοπίστηκε εντός της συνθήκης Con, με την τιμή ηρεμίας του αιματοκρίτη να διαφέρει σημαντικά από τις τιμές της ανάπαυλας και του τέλους της πειραματικής διαδικασίας (Πίνακας 4.5).

**Πίνακας 4.5.** Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και αιματοκρίτη στην ηρεμία, στην ανάπαυλα και στο τέλος των πειραματικών μετρήσεων για τις συνθήκες Midc και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα.

|                                   |                    | Ηρεμία                     | Ανάπαυλα         | Τέλος           |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|-----------------|
| <b>Γαλακτικό οξύ<br/>(mmol/l)</b> | <b>Mid cooling</b> | 1,52 $\pm$ 0,08            | 10,71 $\pm$ 0,80 | 8,82 $\pm$ 0,44 |
|                                   | <b>Control</b>     | 1,37 $\pm$ 0,09            | 9,79 $\pm$ 0,68  | 8,91 $\pm$ 0,52 |
| <b>Hct<br/>(%)</b>                | <b>Mid cooling</b> | 43 $\pm$ 0,99              | 46 $\pm$ 0,80    | 44 $\pm$ 1,08   |
|                                   | <b>Control</b>     | 42 $\pm$ 0,93 <sup>‡</sup> | 44 $\pm$ 1,12    | 44 $\pm$ 1,17   |

(<sup>‡</sup>) στατιστική σημαντική διαφορά της τιμής ηρεμίας από την τιμή της ανάπαυλας ( $p = 0,04$ ) και από την τιμή στο τέλος ( $p = 0,03$ ) για την συνθήκη Con.

Πανομοιότυπα με το γαλακτικό και τον αιματοκρίτη, η αιμοσφαιρίνη παρουσιάστηκε σημαντική μεταβολή στην πορεία της πειραματικής διαδικασίας χωρίς όμως να υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών ( $p = 0,02$ ).

#### 4.13.2. Αλλαγή στον όγκο αίματος και πλάσματος

Καμία σημαντική μεταβολή δεν βρέθηκε στην αλλαγή του όγκου αίματος ( $\Delta BV$ ) μεταξύ των δύο συνθηκών Midc και Con. Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην αλλαγή του όγκου πλάσματος ( $\Delta PV$ ) στην συνθήκη Midc σε σχέση με την συνθήκη Con (Πίνακας 4.6).

**Πίνακας 4.6.** Αλλαγή του όγκου αίματος ( $\Delta BV$ ) και του πλάσματος ( $\Delta PV$ ) στα σημεία 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης, 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης και όλο το πρωτόκολλο άσκησης για τις συνθήκες Midc και Con. Οι τιμές είναι μέσοι όροι  $\pm$  τυπικό σφάλμα.

|                                    |                    | <b>46λεπτο<br/>πρωτόκολλο<br/>άσκησης</b> | <b>10λεπτη<br/>δοκιμασία<br/>απόδοσης</b> | <b>Όλο το<br/>πρωτόκολλο</b> |
|------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| <b><math>\Delta BV(\%)</math></b>  | <b>Mid cooling</b> | 8,64 $\pm$ 2,26                           | 6,23 $\pm$ 6,56                           | 15,87 $\pm$ 8,60             |
|                                    | <b>Control</b>     | 4,75 $\pm$ 2,87                           | 5,55 $\pm$ 2,08                           | 10,24 $\pm$ 2,39             |
| <b><math>\Delta PV (\%)</math></b> | <b>Mid cooling</b> | -3,37 $\pm$ 2,49                          | -5,80 $\pm$ 4,72                          | -8,74 $\pm$ 5,23             |
|                                    | <b>Control</b>     | 2,56 $\pm$ 2,89                           | -4,41 $\pm$ 2,64                          | -2,15 $\pm$ 3,53             |

#### **4.14 Απόδοση στις νοητικές δοκιμασίες**

##### **4.14.1. Δοκιμασία χρόνου αντίδρασης (reaction time test)**

Σε κανένα από τα τρία χρονικά σημεία που εκτελέστηκε η δοκιμασία χρόνου αντίδρασης δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών Midc και Con ( $p = 0,52$ ).

##### **4.14.2. Δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής (concentration test)**

Καμία σημαντική μεταβολή στην δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής σε οποιοδήποτε από τα τρία χρονικά σημεία και αν εκτελέστηκε δεν παρατηρήθηκε για τις συνθήκες Midc και Con ( $p = 0,45$ ).

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο κύριος σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση μιας νέας πρακτικής μεθόδου ψύξης στην αναχαίτιση της ασκησιογενούς υπερθερμίας καθώς και την πιθανή επίδραση στην απόδοση κατά την εκτέλεση παρατεταμένης, διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη. Αξίζει να σημειωθεί ότι ως σκοπός διερεύνησης είχε τεθεί η επίδραση της ψύξης στην καρδιακή συχνότητα, στην μεταβολική απόκριση, στην αντιλαμβανόμενη κόπωση, στην θερμική αίσθηση και τέλος στη νοητική λειτουργία σε θερμό περιβάλλον.

Για τον σκοπό αυτό, λοιπόν, πραγματοποιήθηκαν δύο ξεχωριστές έρευνες στις οποίες πραγματοποιήθηκε παρέμβαση ψύξης. Αρχικά, στην πρώτη έρευνα πήραν μέρος 7 υγιείς δοκιμαζόμενοι (άνδρες) ηλικίας  $25 \pm 5$  ετών και όσον αφορά την φυσική τους κατάσταση ήταν μέτρια ( $44,6 \pm 4,1$  ml/kg/min). Από την άλλη, στην δεύτερη έρευνα έλαβαν μέρος 8 υγιείς δοκιμαζόμενοι (άνδρες) ηλικίας  $22,4 \pm 2$  ετών έχοντας μέτρια φυσική κατάσταση ( $43 \pm 4,4$  ml/kg/min). Στη συνέχεια, οι δοκιμαζόμενοι στην πρώτη έρευνα υποβλήθηκαν σε παρέμβαση ψύξης για 20 λεπτά πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης και για 10 λεπτά κατά την διάρκεια της 15λεπτης ανάπαυλας πριν τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης. Ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι στην συνθήκη ελέγχου δεν πραγματοποιήθηκε καμία παρέμβαση ψύξης. Απεναντίας, στην δεύτερη έρευνα εφαρμόστηκε παρέμβαση ψύξης μόνο για 10 λεπτά κατά την 15λεπτη ανάπαυλα πριν το δεύτερο μέρος της άσκησης όπου ο τερματισμός της άσκησης γινόταν όταν  $T_{c}$  του σώματος έφτανε στους  $\sim 39^{\circ}\text{C}$ . Βέβαια, στην συνθήκη ελέγχου δεν γινόταν πουθενά εφαρμογή ψύξης. Η μέθοδος ψύξης που εφαρμόστηκε ήταν κοινή και στις δύο έρευνες. Διαφορά υπήρξε μόνο στην θερμοκρασία

νερού που είχαν βραχεί οι πετσέτες. Στην πρώτη έρευνα η θερμοκρασία ήταν  $15 \pm 1,02^{\circ}\text{C}$  ενώ στην δεύτερη ήταν  $17 \pm 0,32^{\circ}\text{C}$ . Η σειρά με την οποία εκτελέστηκαν οι συνθήκες κάθε έρευνας ήταν τυχαία και αντισταθμισμένη.

Η παρούσα μελέτη είναι πρωτότυπη γιατί διερεύνησε την επίδραση μιας πρακτικής μεθόδου ψύξης στην αναχαίτιση της ασκησιογενούς υπερθερμίας και στην απόδοση κατά την εκτέλεση μιας παρατεταμένης διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη. Τα κύρια ευρήματα αυτής της ερευνητικής διαδικασίας συνοψίζονται παρακάτω και για τις δύο έρευνες:

Αναλυτικότερα στην 1<sup>η</sup> έρευνα : α) η 20λεπτη πρόψυξη δεν προκάλεσε καμία πτώση στην  $T_{c}$  του σώματος αλλά αντίθετα άνοδο σε σχέση με την συνθήκη ελέγχου. Αντίθετα, η επίδραση της πρόψυξης μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης επέφερε χαμηλότερη  $T_{c}$  του σώματος σε σχέση με την συνθήκη ελέγχου. Παράλληλα, η ψύξη στην ανάπαυλα δεν έδειξε καμία σημαντική διαφορά στην  $T_{c}$  του σώματος μεταξύ των συνθηκών μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης. β) Η απόδοση των δοκιμαζομένων δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών ούτε για το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης ούτε για την 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης. γ) Μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης παρατηρήθηκε ότι η παρέμβαση της 20λεπτης πρόψυξης είχε επιφέρει σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα σε σύγκριση με την συνθήκη ελέγχου. Ομοίως και μετά την 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης ενώ είχε προηγηθεί η 10λεπτη ψύξη στην ανάπαυλα. δ) Καμία διαφορά δεν εντοπίστηκε

μεταξύ των συνθηκών για την ικανότητα των δοκιμαζομένων να ανταποκριθούν στις δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας.

Όπως προέκυψε από την 2<sup>η</sup> έρευνα α): Δεν υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση στη Tc του σώματος μεταξύ των συνθηκών μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης, αναμενόμενο αποτέλεσμα επειδή δεν πραγματοποιήθηκε καμία παρέμβαση ψύξης στην 20λεπτη περίοδο πριν την άσκηση. Από την άλλη πλευρά, όμως, η μεταβολή της Tc ( $\Delta Tc$ ) του σώματος ήταν σημαντικά μεγαλύτερη κατά την εφαρμογή της ψύξης στην ανάπαυλα σε σχέση με την συνθήκη ελέγχου. β) Η επίδραση της ψύξης στην ανάπαυλα επέφερε σημαντικά χαμηλότερο  $\Delta Tc$  του σώματος στο δεύτερο μέρος της άσκησης σε αντίθεση με την μη εφαρμογή της ψύξης. γ) Όπως στην 1<sup>η</sup> έρευνα έτσι και στην 2<sup>η</sup>, η παρέμβαση ψύξης δεν προσέφερε καμία θετική επίδραση στην απόδοση στο δεύτερο μέρος της άσκησης. Διαφορά δεν βρέθηκε ούτε στις δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας. δ) Η καρδιακή συχνότητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών από την εφαρμογή της ψύξης στην ανάπαυλα και έπειτα.

Τα παραπάνω ευρήματα θα συζητηθούν σε πέντε διαφορετικές ενότητες που ακολουθούν παρακάτω. Οι ενότητες αυτές είναι: 1) η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης ψύξης στις θερμορυθμιστικές αποκρίσεις, 2) η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης ψύξης στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις, 3) η επίδραση της ψύξης στην απώλεια υγρών – αφυδάτωση, 4) η επίδραση της ψύξης στην απόδοση – αντιλαμβανόμενη κόπωση, 5) η απόδοση στις δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας.

### **5.1. Η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης ψύξης στις θερμορυθμιστικές αποκρίσεις.**

Τα δεδομένα της 1<sup>ης</sup> έρευνας της παρούσας μελέτης που αντιστοιχούν στην διάρκεια της 20λεπτης πρόψυξης ήταν αντίθετα από αυτά που αναμέναμε για την απόκριση της θερμοκρασίας του πυρήνα (Tc) του σώματος. Η Tc του σώματος στην συνθήκη με την παρέμβαση της πρόψυξης (Prec) παρουσίασε μία ελαφρά άνοδο της τάξεως  $0,06^{\circ}\text{C}$  ( $37,64 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$  σε  $37,70 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ ), αντίθετα στην συνθήκη ελέγχου (Con) η Tc του σώματος παρουσίασε ελαφρά πτώση στο ίδιο μέγεθος ( $37,58 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$  σε  $37,52 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$ ). Αυτή η μεταβολή στη Tc του σώματος μεταξύ των δύο συνθηκών είχε ως αποτέλεσμα την σημαντικά μεγαλύτερη Tc του σώματος στην συνθήκη Prec έναντι της συνθήκης Con (Prec:  $37,70 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$  και Con:  $37,52 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$ ). Το αποτέλεσμα αυτό είναι αντίθετο με τον σκοπό της πρόψυξης που επιδιώκει την μείωση της Tc του σώματος, ώστε να αυξηθούν τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να αυξηθεί η μεταβολικώς παραγόμενη θερμότητα, παρέχοντας μεγαλύτερο χρονικό περιθώριο για να επιτευχθεί η κρίσιμη Tc του σώματος που θα επιφέρει και τον τερματισμό της άσκησης. Η προσέγγιση της κρίσιμης τιμής της Tc του σώματος ωθεί τον αθλούμενο να ελαττώσει την ένταση της άσκησης ή να τερματίσει αυτήν για να αποφύγει τυχόν κίνδυνο θερμικής βλάβης (Nielsen et al. 1993). Αντίθετα, επίσης, ήταν τα αποτελέσματα της έρευνας των Drust et al. (2000) που παρουσίασαν πτώση της Tc του σώματος  $0,6^{\circ}\text{C}$  χρησιμοποιώντας ως μέθοδο πρόψυξης το κρύο μπάνιο διάρκειας 60 λεπτών. Στην ίδια κατεύθυνση ήταν και τα αποτελέσματα από άλλες έρευνες που χρησιμοποίησαν ως μέθοδο πρόψυξης τα κρύα γιλέκα (Price et al. 2009, Clarke et al. 2011). Η Tc του σώματος

στην έρευνα των Price et al. (2009) ελαττώθηκε και στις δύο συνθήκες όπου εφαρμόστηκε η μέθοδος της πρόψυξης (στην συνθήκη PRE  $0,2 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  και στην συνθήκη PRE+MID  $0,1 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) αλλά το μέγεθος της πτώσης δεν ήταν σημαντικό. Ο χρόνος εφαρμογής της πρόψυξης στην έρευνα των Price et al. (2009) ήταν 20 λεπτά, δηλαδή, ίδιος με τον χρόνο που διήρκεσε και στη δική μας έρευνα. Πτώση στην Tc του σώματος και στις δύο συνθήκες όπου πραγματοποιήσαν παρέμβαση με πρόψυξη (διάρκειας 60 λεπτών) προκάλεσαν στην έρευνά τους οι Clarke et al. (2011) (στη συνθήκη PLAc  $0,6^{\circ}\text{C}$  και στην συνθήκη CHOC  $0,7^{\circ}\text{C}$ ). Έρευνα, η οποία χρησιμοποίησε ως μέθοδο πρόψυξης τον κρύο αέρα μαζί με ψεκάσμο νερού δεν κατάφερε να μειώσει σημαντικά την Tc του σώματος των δοκιμαζομένων (Bandelow et al. 2010).

Εύκολα μπορεί να αντιληφθεί κανείς την διαφορά που υπάρχει στο χρονικό διάστημα εφαρμογής της μεθόδου πρόψυξης για κάθε έρευνα που αναφέρθηκε παραπάνω. Έχοντας κατά νου του την πρακτικότητα μιας μεθόδου πρόψυξης, το χρονικό διάστημα των 60 λεπτών εφαρμογής που είχαν οι δύο έρευνες, όπου και αναφέρθηκαν παραπάνω, μάλλον δεν ευνοεί την χρήση από ομάδες ποδοσφαίρου ή άλλων ομαδικών αθλημάτων παρά την μεγαλύτερη πτώση στην Tc του σώματος που παρουσιάζουν σε σύγκριση με την εφαρμογή των 20 λεπτών που έγινε στην δική μας έρευνα και των Price et al (2009). Λογικά, όσο περισσότερο εφαρμόσει κανείς την μέθοδο της πρόψυξης τόσο μεγαλύτερη πτώση στην Tc του σώματος θα έχει. Ο σκοπός, όμως, δεν είναι μόνο αυτός όσον αφορά την απόδοση των δοκιμαζομένων, αλλά να μπορεί η μέθοδος αυτή να χρησιμοποιηθεί και σε πραγματικές συνθήκες. Φυσικά, ας σημειωθεί κοντά σ' αυτό ακόμη ότι

όταν αναφερόμαστε σε πραγματικές συνθήκες δεν μπορούμε να σκεφτόμαστε μόνο την εφαρμογή της πρόψυξης αλλά και τις άλλες λειτουργίες που πρέπει να γίνουν πριν από έναν αγώνα γι' αυτό και ο χρόνος της παρέμβασης θα πρέπει να είναι σε λογικά πλαίσια. Καταλήγοντας, λοιπόν, η διάρκεια των 60 λεπτών ενός κρύου μπάνιου δεν μπορεί να είναι εφικτή στην πράξη για μία ομάδα ποδοσφαίρου στην οποία απευθύνεται και η ίδια η έρευνα (Drust et al. 2000). Εκτός απ' αυτό, η χρήση των κρύων γιλέκων για 60 λεπτά σίγουρα είναι πιο πρακτική από την προηγούμενη μέθοδο αλλά η καθήλωση γι' αυτό το χρονικό διάστημα σε καθιστή θέση δημιουργεί δυσχέρεια στις υπόλοιπες υποχρεώσεις που πρέπει να γίνουν για να είναι μία ομάδα έτοιμη ώστε να αγωνιστεί σε πραγματικές συνθήκες (π.χ. ένδυση των παικτών, οδηγίες του προπονητή, ψυχολογία των παικτών κ.α.) (Clarke et al. 2011). Η διάρκεια των 20 λεπτών της πρόψυξης που εφαρμόστηκε στην έρευνα μας πιστεύουμε ότι δεν δημιουργεί χρονική δυσχέρεια για τις λοιπές υποχρεώσεις της ομάδας. Είναι ένα μικρό χρονικό διάστημα που χρειάζεται να αφοσιωθούν σε αυτό οι παίκτες δίχως να μπορούν να κάνουν κάτι διαφορετικό αλλά δεν θα τους επηρεάσει ψυχολογικά η μεγάλη αναμονή σε μία συγκεκριμένη θέση για την επίτευξη της πτώσης της Tc του σώματος τους. Όλες οι αναφορές ήταν για εργαστηριακές έρευνες, όπως και η παρούσα έρευνα. Η μόνη που έγινε και χρησιμοποίησε πρόψυξη σε πραγματικές συνθήκες πριν από αγώνα ποδοσφαίρου, ήταν των Bandelow et al. (2010) αλλά δεν παρουσίασε καμία μεταβολή στην Tc του σώματος.

Σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου πρόψυξης είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά την εφαρμογή τους (Quod et al. 2006). Όσο

υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμική επιβάρυνση που δέχεται το σώμα αυξάνοντας την θερμοκρασία του. Συνεπώς, όταν θα εφαρμοστεί η πρόψυξη θα επέλθει και μεγαλύτερη μεταβολή στην  $T_c$  του σώματος. Για τον παραπάνω λόγο, όταν εξετάζουμε την πρακτικότητα μιας μεθόδου πρόψυξης θα πρέπει να παρατηρούμε την αποτελεσματικότητα της σε θερμοκρασίες που θα συναντηθούν σε πραγματικές συνθήκες. Στον πίνακα 2.1 αναφέρονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες που υπήρξαν σε κάθε έρευνα. Μία διευκρίνιση στο σημείο αυτό είναι απαραίτητη καθώς στις έρευνες των Bandelow et al. (2010) και Drust et al. (2000) δεν γίνεται αναφορά σε τι περιβαλλοντικές συνθήκες εφαρμόστηκε η μέθοδος της πρόψυξης αλλά σε τι περιβαλλοντικές συνθήκες έγιναν οι αγώνες και οι εργαστηριακές μετρήσεις αντίστοιχα. Μία άλλη παράμετρος που επηρεάζει εξίσου σημαντικά την αποτελεσματικότητα της πρόψυξης είναι η υγρασία, η οποία επιδρά στην ικανότητα για την εξάτμιση του ιδρώτα από το σώμα. Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό της σχετικής υγρασίας τόσο μικρότερη είναι η ικανότητα για εξάτμιση του ιδρώτα. Εξάλλου, σε πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ότι η ικανότητα για άσκηση προοδευτικά μειώθηκε καθώς η σχετική υγρασία αυξήθηκε (Maughan et al. 2012). Γίνεται επομένως αντιληπτό, ότι οι διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες μεταξύ των ερευνών που χρησιμοποιούν την ίδια μέθοδο ψύξης επηρεάζουν το μέγεθος της μεταβολής της  $T_c$  του σώματος.

Όσον αφορά την μεταβολή της θερμοκρασίας πυρήνα ( $\Delta T_c$ ) στην περίοδο των 20 λεπτών που πραγματοποιήθηκε η πρόψυξη δεν προκλήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών (Prec: -

$0,03 \pm 0,06^\circ\text{C}$  και Con:  $-0,02 \pm 0,01^\circ\text{C}$ ). Το γεγονός αυτό μας υποδεικνύει, ότι η μέθοδος πρόψυξης που χρησιμοποιήσαμε δεν επέφερε καμία σημαντική μεταβολή στην  $T_c$  του σώματος σε σύγκριση με την συνθήκη ελέγχου. Παρατηρώντας, την  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων όταν αφίχθηκαν στο εργαστήριο είχε μία διαφορά  $0,06^\circ\text{C}$  μεταξύ των συνθηκών στην οποία προστέθηκε η μέση μη σημαντική μεταβολή της  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) για κάθε συνθήκη που ήταν  $0,06^\circ\text{C}$  στην 20λεπτη περίοδο πρόψυξης, δηλαδή, δημιουργήθηκε μία σημαντική διαφορά  $0,18^\circ\text{C}$  μεταξύ των συνθηκών. Όπως προκύπτει, η σημαντική διαφορά στην  $T_c$  του σώματος κατά την διάρκεια της πρόψυξης δεν προήλθε από την σημαντική μεταβολή της  $T_c$  του σώματος που προκάλεσε η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε, αλλά η ασήμαντη αρχική διαφορά της  $T_c$  του σώματος συν την συνολική ασήμαντη μεταβολή της  $T_c$  του σώματος κατά την διάρκεια των 20 λεπτών οδήγησαν σ' αυτό το αποτέλεσμα. Τέλος, απομονώνοντας τα τέσσερα πρώτα λεπτά της πρόψυξης υπάρχει μία άνοδος της  $T_c$  του σώματος  $\sim 0,13^\circ\text{C}$ . Αυτή ίσως να οφείλεται σε θερμογένεση του οργανισμού γιατί το μπουρνούζι και η πετσέτα που τυλίγονται οι δοκιμαζόμενοι, βρεγμένα σε νερό θερμοκρασίας  $15^\circ\text{C}$ , έρχονται σε άμεση επαφή με το σώμα. Αυτή η άμεση επαφή του κρύου νερού με το δέρμα ενεργοποιεί τους θερμοαισθητήρες που βρίσκονται στην επιφάνεια του προκαλώντας ακούσιο μυϊκό σπασμό με σκοπό να αποφευχθεί η πτώση της  $T_c$  του σώματος μέσω της παραγωγής θερμότητας από την μυϊκή συστολή.

Η συνεχής αναφορά για την αποτελεσματικότητα και την πρακτικότητα της μεθόδου της ψύξης γίνεται γιατί η επιδίωξη μας ήταν να βρούμε μία μέθοδο ψύξης που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως στο ποδόσφαιρο ή σε

άλλα ομαδικά αθλήματα. Η στόχευση μας στο ποδόσφαιρο μας έκανε να επιλέξουμε και το συγκεκριμένο πρωτόκολλο άσκησης που το προσομοιάζει στην ένταση.

Στη 2<sup>η</sup> έρευνα η Tc του σώματος δεν είχε διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών (Midc:  $37,59 \pm 0,05^{\circ}\text{C}$  και Con:  $37,59 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ ). Όπως και κατά την διάρκεια των 20 λεπτών πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά για τη Tc του σώματος ανάμεσα στις συνθήκες. Εξάλλου αυτός ήταν και ο σκοπός μας για την 2<sup>η</sup> έρευνα να μην υπάρξουν διαφοροποιήσεις μεταξύ της συνθήκης Midc και της συνθήκης Con. Φυσικά, το ίδιο ισχύει και για το  $\Delta Tc$  για την χρονική περίοδο των 20 λεπτών.

Η απόκριση της θερμοκρασίας του δέρματος (Tskin) της 1<sup>ης</sup> έρευνας μεταξύ των συνθηκών δεν ήταν σημαντική αλλά είχε την τάση για σημαντικότητα κατά την περίοδο των 20 λεπτών που έγινε η πρόψυξη (Prec:  $31,51 \pm 1,73^{\circ}\text{C}$  και Con:  $34,67 \pm 0,46^{\circ}\text{C}$ ). Η διαφορά των  $3,16^{\circ}\text{C}$  μεταξύ των συνθηκών, παρόλο που δεν βρέθηκε να είναι σημαντική, δημιουργήθηκε από την παρέμβαση της πρόψυξης. Η εφαρμογή της μεθόδου πρόψυξης, βρεγμένου μπουρνουζιού και πετσέτας με κρύο νερό, γινόταν σε άμεση επαφή με το δέρμα καθώς οι δοκιμαζόμενοι δεν φορούσαν μπλούζα κατά την διάρκεια της εφαρμογής. Με αποτέλεσμα το κρύο νερό να απομακρύνει την θερμότητα από την επιφάνεια του δέρματος μειώνοντας τη θερμοκρασία του δημιουργώντας μία μεγάλη διαφορά θερμικής κλίσης μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και του περιβάλλοντος.

Όπως, ήδη έχει αναφερθεί στη 2<sup>η</sup> έρευνα δεν πραγματοποιήθηκε καμία παρέμβαση ψύξης στο διάστημα των 20 λεπτών πριν το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης με αποτέλεσμα να μην υπάρχει διαφορά στη Tskin μεταξύ των συνθηκών. Διαφορά, όμως, δεν υπήρξε

ούτε για το  $\Delta T_{\text{skin}}$  για το διάστημα αυτό των 20 λεπτών.

Το αποτέλεσμα της επιρροής της πρόψυξης στην 1<sup>η</sup> έρευνα φάνηκε όταν ολοκληρώθηκε το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης. Η Tc του σώματος στη συνθήκη Prec ήταν σημαντικά χαμηλότερη από τη συνθήκη Con (Prec:  $37,83 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$  και Con:  $38,81 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ). Η εξήγηση για την αρκετά μεγάλη διαφορά στην Tc του σώματος μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης μπορεί να προέλθει από τη μείωση της Tskin που προκάλεσε η πρόψυξη παρότι η Tc του σώματος δεν ελαττώθηκε στο διάστημα αυτό. Παρόλο που η πτώση της Tskin στο διάστημα της πρόψυξης δεν διαφοροποίησε σημαντικά τις δύο συνθήκες, η διαφορά που δημιουργήθηκε μεταξύ τους ήταν αρκετά μεγάλη ( $3,16^{\circ}\text{C}$ ) με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη θερμική κλίση ανάμεσα στο δέρμα και το περιβάλλον εξυπηρετώντας την απομάκρυνση της θερμότητας από την επιφάνεια του δέρματος. Αυτό είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας που υποστήριξε ότι η μείωση της Tskin χωρίς παράλληλη πτώση της Tc έχει καταφέρει να αυξήσει την ικανότητα για αποθήκευση θερμότητας από  $84\text{W/m}^2$  σε  $153\text{W/m}^2$ . Συμπεραίνοντας, ότι η πτώση της Tskin αύξησε την θερμική κλίση για την διάχυση της θερμότητας από τον πυρήνα του σώματος προς το περιβάλλον και επιβράδυνε τον ρυθμό αύξησης της Tc του σώματος καθυστερώντας την προσέγγιση της κρίσιμης τιμής ( $\sim 40^{\circ}\text{C}$ ) (Kay et al. 1999). Πράγματι, η Tskin στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη Prec παρουσιάζει άνοδο  $1,39^{\circ}\text{C}$  ( $31,51 \pm 1,73^{\circ}\text{C}$  σε  $32,9 \pm 0,59^{\circ}\text{C}$ ), ενώ στη συνθήκη Con  $2,93^{\circ}\text{C}$  ( $34,67 \pm 0,64^{\circ}\text{C}$  σε  $37,6 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$ ) καταλήγοντας σε μία συνολική διαφορά μεταξύ των συνθηκών  $4,7^{\circ}\text{C}$ . Σύμφωνα με τα παραπάνω, σίγουρα, μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι αυτή η

μεγάλη διαφορά στη  $T_{skin}$  δημιουργεί και διαφορετικού μεγέθους θερμική κλίση. Συνεπώς και η απομάκρυνση της θερμότητας από το δέρμα προς το περιβάλλον είναι διαφορετική όπως και ο ρυθμός ανόδου της  $T_c$  του σώματος.

Σημαντική ήταν και η διαφορά για το  $\Delta T_c$  μεταξύ συνθήκης Prec ( $0,6 \pm 0,36^\circ\text{C}$ ) και συνθήκης Con ( $1,3 \pm 0,03^\circ\text{C}$ ) για το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης. Ένας λόγος που μπορεί να υφίσταται η σημαντική διαφορά στο  $\Delta T_c$  μεταξύ των συνθηκών είναι ότι το αίμα που ρέει στο δέρμα κατά την διάρκεια της πρόψυξης ψύχεται και κατά την επιστροφή του στην κεντρική κυκλοφορία να καθυστερεί την άνοδο της  $T_c$  του σώματος.

Όσον αφορά τα ευρήματα της 2<sup>ης</sup> έρευνας για την απόκριση της  $T_c$  του σώματος στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης δεν βρέθηκε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών (Midc:  $38,17 \pm 0,08^\circ\text{C}$  και Con:  $38,19 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ), με το  $\Delta T_c$  να μην παρουσιάζει ούτε αυτό κάποια σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες (Midc:  $0,63 \pm 0,08^\circ\text{C}$  και Con:  $0,66 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ). Φυσικά, αυτή ήταν και η πρόθεση μας από τη στιγμή που δεν είχαμε πραγματοποιήσει παρέμβαση πρόψυξης πριν την άσκηση. Παραδόξως, η  $T_{skin}$  κατά την εκτέλεση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης παρουσίασε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες. Όμως, το  $\Delta T_{skin}$  δεν έδειξε καμία σημαντική διαφορά για τις συνθήκες (Midc:  $0,42 \pm 0,3^\circ\text{C}$  και Con:  $0,83 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ). Αυτό συνέβαλε στο να καταλάβουμε, ότι η διαφορά που υπάρχει στη  $T_{skin}$  είναι εξαιτίας μιας αρχικής διαφοράς της θερμοκρασίας και όχι κάποιας άλλης αιτίας ειδικά από τη στιγμή που οι περιβαλλοντικές συνθήκες κάτω από τις οποίες εκτελείται η άσκηση είναι ίδιες και στις δύο περιπτώσεις. Η αιτία της αρχικής διαφοράς στη  $T_{skin}$  ίσως προέρχεται από το θερμοεγκληματισμό των δοκιμαζομένων. Εξαιτίας τεχνικών

προβλημάτων η διαδικασία των πειραμάτων έγινε σε δύο φάσεις, δηλαδή, τα μισά πειράματα πραγματοποιήθηκαν αρχές καλοκαιριού και τα υπόλοιπα αρχές φθινοπώρου. Γνωρίζοντας, αυτή τη κατάσταση υποθέτουμε ότι οι δοκιμαζόμενοι που ήρθαν να ολοκληρώσουν την πειραματική διαδικασία στις αρχές του φθινοπώρου είχαν θερμοεγκλιματιστεί στη ζέστη με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορά στη  $T_{skin}$ . Για αυτό το λόγο αξιολογώντας το  $\Delta T_{skin}$  δεν παρατηρείται διαφορά στη μεταβολή επειδή όλες οι υπόλοιπες παράμετροι ήταν ακριβώς οι ίδιες και για τις δύο συνθήκες. Κατά συνέπεια, η μεταβολή της  $T_{skin}$  από την αρχική θερμοκρασία δεν ήταν διαφορετική στην διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης μεταξύ των συνθηκών.

Όπως συνέβη και κατά την διάρκεια της πρόψυξης (1<sup>η</sup> έρευνα) έτσι και στην ανάπαυλα που πραγματοποιήθηκε ψύξη στα πρώτα 10 λεπτά από τα συνολικά 15 που διαρκούσε δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στη πτώση της  $T_c$  του σώματος ανάμεσα στις δύο συνθήκες. Η διαδικασία της ψύξης ήταν ακριβώς ίδια με την πρόψυξη. Ο λόγος της 10λεπτης διάρκειας της ψύξης ήταν για να είναι πιο πρακτική η προσέγγιση σε πραγματικές συνθήκες ενός ποδοσφαιρικού αγώνα, όπου διέθετε 5 λεπτά χρόνο στους δοκιμαζόμενους να προετοιμαστούν για το δεύτερο μέρος της άσκησης. Παράλληλα, το  $\Delta T_c$  δεν έδειξε να διαφέρει όταν συγκριθήκαν οι δύο συνθήκες μεταξύ τους. Αυτό μας επιβεβαιώνει για μία ακόμη φορά, όπως και στο διάστημα της πρόψυξης, ότι η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε δεν επιφέρει κάποιο αποτέλεσμα στη πτώση της  $T_c$  του σώματος. Με τα δεδομένα της δικιά μας έρευνα συμβαδίζουν και τα αποτελέσματα των Clarke et al. (2011), τα οποία έδειξαν σε δύο περιπτώσεις, ότι η ψύξη στην ανάπαυλα δεν συνέβαλε σε μεγαλύτερη πτώση της  $T_c$

του σώματος έναντι της μη ψύξης. Σ' αυτό το σημείο συμπορεύονται και τα αποτελέσματα της έρευνα των Bandelow et al. (2010) με τη Tc του σώματος να μην σημειώνει σημαντική πτώση όταν εφαρμόστηκε η ψύξη. Σε αντίθεση, έρευνα (Price et al. 2009) εμφάνισε σημαντική πτώση της Tc του σώματος κατά την παρέμβαση ψύξης στην ανάπαυλα ( $\sim 0,7^{\circ}\text{C}$ ) προς τη συνθήκη ελέγχου αλλά όχι προς τη συνθήκη που είχε πραγματοποιήσει πρόψυξη μόνο.

Αντίθετα με τη Tc του σώματος, η Tskin παρουσιάζει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες στο διάστημα των 10 λεπτών που διαρκεί η ψύξη στην ανάπαυλα. Η Tskin στη συνθήκη Con παρουσίασε πτώση  $2,29^{\circ}\text{C}$  απεναντίας στη συνθήκη Prec η Tskin αυξήθηκε κατά  $0,41^{\circ}\text{C}$ . Αυτή η αντίθετη πορεία από την αναμενόμενη έχει την εξήγηση της, η οποία αναλύεται παρακάτω. Η άσκηση στη συνθήκη Con αύξησε περισσότερο τη Tskin στους δοκιμαζόμενους έναντι της συνθήκης Prec επειδή δεν είχαν υποβληθεί σε πρόψυξη. Όταν, οι δοκιμαζόμενοι στη συνθήκη Con τερμάτιζαν την άσκηση εντός του περιβαλλοντικού θαλάμου έβγαιναν εκτός αυτού και κατευθύνονταν στο χώρο που πραγματοποιούνταν η ανάπαυλα. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στον χώρο της ανάπαυλας ήταν χαμηλότερες από αυτές του θαλάμου. Η έξοδος των δοκιμαζομένων δημιουργούσε μεγάλη διαφορά μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος τους και του περιβάλλοντος που ευνοούσε την απώλεια της θερμότητας. Παράλληλα, η Tskin στη συνθήκη Prec ήταν μικρότερη κατά την εκτέλεση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης, δημιουργώντας ταυτόχρονα και μικρότερη θερμική κλίση μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και του περιβάλλοντος όταν οι δοκιμαζόμενοι εξέρχονταν στον χώρο της ανάπαυλας.

Συμπερασματικά, μικρότερη ικανότητα απώλειας θερμότητας σε σχέση με τη συνθήκη Con. Εκτός αυτού, οι δοκιμαζόμενοι υποβάλλονταν σε παρέμβαση ψύξης με το κρύο νερό που είχαν βραχεί το μπουρνούζι και η πετσέτα να έρχονται σε άμεση επαφή με το δέρμα των δοκιμαζομένων. Αυτό μπορεί να προκάλεσε θερμογένεση και γι' αυτό να αυξήθηκε η Tskin στην διάρκεια της ανάπαυλας για τη συνθήκη Prec. Αυτή η μη αναμενόμενη πορεία της Tskin επιβεβαιώνεται και από το  $\Delta T_{\text{skin}}$  με τη συνθήκη Con να είναι  $-0,76 \pm 0,16^{\circ}\text{C}$  και της συνθήκης Prec  $0,48 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$ . Τελικώς, η Tskin στη συνθήκη Prec κατά τη 10λεπτη περίοδο της ψύξης είναι  $2,54^{\circ}\text{C}$  χαμηλότερη από τη συνθήκη Con.

Για το ίδιο διάστημα της ανάπαυλας αλλά για την 2<sup>η</sup> έρευνα η Tc του σώματος δεν παρουσίασε ούτε εδώ σημαντική πτώση στη συνθήκη Midc ( $38,63 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ) έναντι της συνθήκης Con ( $38,75 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ). Όμως, στο 10λεπτο που διήρκεσε η ψύξη βρέθηκε ότι στη συνθήκη Midc ( $-0,15 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ) η  $\Delta Tc$  ήταν σημαντικά υψηλότερη από εκείνη της συνθήκης Con ( $-0,05 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ). Το αποτέλεσμα αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ψύξη στην ανάπαυλα, χωρίς να έχει προηγηθεί πρόψυξη, αυξάνει τον ρυθμό πτώσης της Tc του σώματος κατά 3 φορές. Το εύρημα αυτό έρχεται σε αντίθεση με αυτό της 1<sup>ης</sup> έρευνας όπου η ψύξη στην ανάπαυλα δεν επέφερε καμία μεταβολή στη Tc του σώματος μεταξύ των συνθηκών. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο έρευνες έγκειται στο γεγονός ότι στην 1<sup>η</sup> έρευνα η πρόψυξη κατάφερε να επιδράσει θετικά στη Tc του σώματος και η άνοδος της να είναι σημαντικά χαμηλότερη σε σύγκριση με την μη παρέμβαση όταν ολοκληρώθηκε το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης. Ωστόσο, αυτή η μικρότερη Tc στο

τέλος του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης δεν άφησε πολλά περιθώρια για περαιτέρω πτώση με την παρέμβαση ψύξης στην ανάπαυλα. Αντίθετα, στη 2<sup>η</sup> έρευνα όπου το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης πραγματοποιήθηκε και στις δύο συνθήκες χωρίς να έχει προηγηθεί καμία παρέμβαση η Tc του σώματος έφτασε στα ίδια επίπεδα. Όταν εφαρμόστηκε η μέθοδος ψύξης τότε η μεταβολή ήταν σημαντικά μεγαλύτερη για τη συνθήκη Midc είτε εξαιτίας μεγαλύτερης θερμικής κλίσης είτε επειδή το αίμα που ψύχονταν στην επιφάνεια του δέρματος κατά την επιστροφή του στην κεντρική κυκλοφορία συνέσφερε στον αυξημένο ρυθμό πτώσης της Tc του σώματος ή και τα δύο μαζί.

Δεν υπάρχει άλλη έρευνα που να έχει κάνει χρήση την μέθοδο ψύξης μόνο στην ανάπαυλα γι' αυτό και δεν μπορούμε άμεσα να την συγκρίνουμε με άλλη. Στη μόνη έρευνα που γίνεται ψύξη και έχει βρεθεί σημαντική μεταβολή της Tc του σώματος στην ανάπαυλα είναι των Price et al. (2009) αλλά είχε προηγηθεί και πρόψυξη.

Η 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (1<sup>η</sup> έρευνα) δεν ανέδειξε σημαντική διαφορά στη Tc του σώματος όταν συγκρίθηκαν οι δύο συνθήκες (Prec: 38,34°C και Con: 38,36°C). Η αιτία μπορεί να ήταν η ελάχιστη διάρκεια της δοκιμασίας με αποτέλεσμα να μην πρόλαβε να φανεί η διαφορά στη Tc του σώματος. Αυτό το υποθέτουμε απ' το γεγονός ότι η επίδραση της ψύξης φάνηκε να επιδρά θετικά στο ΔTc καθώς η μεταβολή μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης στη συνθήκη Prec ήταν -0,33±0,62°C, αντιθέτως στη συνθήκη Con ήταν 0,14±0,48°C. Ένας ακόμη λόγος για να υποστηρίξουμε την ελάχιστη διάρκεια της δοκιμασίας είναι και η Tskin. Όπως συνέβη και στη φάση της πρόψυξης που επέφερε χαμηλότερη Tskin με επακόλουθο τη χαμηλότερη Tskin και κατά τη

διάρκεια του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης με κατάληξη την επιβράδυνση του ρυθμού ανόδου της Tc του σώματος. Έτσι, η ψύξη στην ανάπαυλα διατήρησε τη χαμηλότερη Tskin η οποία με τη σειρά της στη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης ήταν σημαντικά χαμηλότερη από τη συνθήκη Con. Άρα, μέσω του ίδιου μηχανισμού, της μεγαλύτερης θερμικής κλίσης ανάμεσα στην επιφάνεια του δέρματος και του περιβάλλοντος, θα αναμέναμε να διευκολυνόταν η απώλεια της θερμότητας και να καθυστέρουσε η άνοδος της Tc του σώματος. Εξάλλου, η Tskin διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις δύο συνθήκες περίπου 2,43°C (Prec: 34,56±0,28°C και Con: 36,99±0,17°C) για το διάστημα αυτό. Φυσικά, το ΔTskin για τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης διέφερε από τη συνθήκη Prec (-0,58±0,52°C) στη συνθήκη Con (1,18±0,16°C).

Η επίδραση της ψύξης στην ανάπαυλα (2<sup>η</sup> έρευνα) επηρέασε θετικά το ΔTc, με αποτέλεσμα στη συνθήκη Midc η μεταβολή της Tc του σώματος στο τέλος του δευτέρου μέρους της άσκησης να είναι 0,42±0,07°C σε αντίθεση με τη μεγαλύτερη μεταβολή που παρουσίασε η συνθήκη Con 0,61±0,11°C. Σε αυτό έρχεται να προστεθεί και η τάση για σημαντική διαφορά της Tskin που εμφανίστηκε στο δεύτερο μέρος της άσκησης. Η Tskin στη συνθήκη Midc είναι 36,76±0,78°C ενώ στη συνθήκη Con είναι 39,26±0,91°C, μ' άλλα λόγια υπήρξε μια διαφορά ~ 2,5°C. Όπως, έχει προαναφερθεί η διαφορά στη Tskin προκαλεί διαφορετική θερμική κλίση ανάμεσα στην επιφάνεια του δέρματος και του περιβάλλοντος και όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο περισσότερο ευνοείται και η απώλεια θερμότητας. Έτσι, στη συνθήκη Midc η μεγαλύτερη θερμική κλίση που

υπάρχει ή η ψύξη του αίματος, μέσω της επαφής με την κρύα επιφάνεια του δέρματος, ίσως καθυστερεί την άνοδο της  $T_c$  του σώματος κατά την επιστροφή του στην κεντρική κυκλοφορία ή και τα δύο μαζί μπορούν να συνεισφέρουν στην θετική επίδραση της ψύξης.

**Συνολική κριτική των αποτελεσμάτων της θερμορρυθμιστικής απόκρισης.** Ο σκοπός της πρόψυξης είναι η πτώση της  $T_c$  του σώματος με απώτερο στόχο την διεύρυνση των ορίων για την επίτευξη της κρίσιμης  $T_c$  του σώματος, ώστε να αποφευχθεί η μείωση της έντασης ή να διακοπεί η άσκηση για αποτροπή θερμικού τραυματισμού (Nielsen et al. 1993). Εν τω μεταξύ, έρευνα των Booth et al. (2001) έδειξε ότι η πρόψυξη με βύθιση σε κρύο νερό αύξησε την ικανότητα για θερμική αποθήκευση από  $113 \text{ W/m}^2$  σε  $249 \text{ W/m}^2$  αφού είχε προκληθεί πτώση στη  $T_c$  του σώματος  $0,7^\circ\text{C}$ . Σε αυτό έρχεται να προστεθεί και το εύρημα της έρευνα των Gonzalez–Alonso et al. (1999) ότι ο χρόνος άσκησης μέχρι την εμφάνιση της εξάντλησης σε θερμό περιβάλλον είναι αντιστρόφως ανάλογος της αρχικής  $T_c$  του σώματος και άμεσα συσχετισμένος με τον ρυθμό της θερμικής αποθήκευσης. Βεβαίως, έχει υποστηριχτεί ότι αύξηση της ικανότητας για θερμική αποθήκευση μπορεί να συμβεί και χωρίς πτώση της  $T_c$  του σώματος αλλά με πτώση μόνο της  $T_{\text{skin}}$ . Αυτό υποστήριξε έρευνα των Kay et al. (1999) όπου παρατήρησαν αύξηση της θερμικής αποθήκευσης από  $84 \text{ W/m}^2$  σε  $153 \text{ W/m}^2$  με πτώση της  $T_{\text{skin}}$  χωρίς όμως παράλληλη πτώση της  $T_c$  του σώματος. Επίσης, σε άλλη έρευνα (Lee and Haymes, 1995), η οποία πραγματοποίησε πρόψυξη αλλά αντί της πτώσης της  $T_c$  του σώματος επέφερε άνοδο. Όμως, στη διάρκεια της άσκησης η  $T_c$  του σώματος ήταν σημαντικά χαμηλότερη στη συνθήκη

που έκανε την πρόψυξη. Ταυτόχρονα, η  $T_{\text{skin}}$  σ' αυτή την έρευνα ήταν σημαντικά χαμηλότερη στη διάρκεια της πρόψυξης αλλά και στο κομμάτι της άσκησης παρέχοντας διαφορετική θερμική κλίση μεταξύ των δύο συνθηκών. Το συμπέρασμα της έρευνας αυτής ήταν ότι η πρόψυξη βελτίωσε την ικανότητα για θερμική αποθήκευση και αυτό ήταν αποτέλεσμα της αύξησης της θερμικής κλίσης. Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας συμφωνούν με τα δικά μας ευρήματα. Ως προς την 1<sup>η</sup> έρευνα, η πρόψυξη και σε εμάς προκάλεσε αύξηση στη  $T_c$  του σώματος (μη σημαντική) και τάση για σημαντική πτώση της  $T_{\text{skin}}$  (στη φάση της πρόψυξης και στο 46 πρωτόκολλο άσκησης) στη συνθήκη Prec. Στο 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης τελικά η  $T_c$  του σώματος ήταν σημαντικά χαμηλότερη στη συνθήκη Prec. Υποθέτοντας ότι αυτό συνέβη από την μεγαλύτερη θερμική κλίση ευνοώντας την απώλεια της θερμότητας και τη βελτίωση της ικανότητας για θερμική αποθήκευση. Ως προς τη 2<sup>η</sup> έρευνα, η ψύξη στην ανάπαυλα φάνηκε να επιδρά θετικά στη  $T_c$  του σώματος. Μέσω των μηχανισμών που αποτυπώθηκαν προηγουμένως το  $\Delta T_c$  στη συνθήκη που έγινε η παρέμβαση ψύξης ήταν χαμηλότερο στο τερματισμό του δευτέρου μέρους της άσκησης. Ακριβώς γιατί κι εδώ η  $T_{\text{skin}}$  είναι σημαντικά χαμηλότερη στη συνθήκη Midc με αποτέλεσμα να αλλάζει η θερμική κλίση μεταξύ των συνθηκών και μάλλον η ικανότητα για τη θερμική αποθήκευση.

Αξίζει να αναφερθεί, ότι έρευνα των Nybo et al. (2002b) έδειξε άτομα με υψηλή θερμοκρασία σώματος να έχουν μειωμένη ροή αίματος προς τον εγκέφαλο. Κατάληξη της μείωσης είναι η αυξημένη θερμική αποθήκευση του εγκεφάλου εξαιτίας της μειωμένης θερμικής απομάκρυνσης ( $\sim 30\%$ ). Η έκβαση των παραπάνω γεγονότων ήταν

η εμφάνιση της πρώιμης κόπωσης και συγκεκριμένα της λεγόμενης κεντρικής κόπωσης. Στις 2 έρευνες που πραγματοποιήσαμε δεν αξιολογήσαμε την αιματική ροή προς το εγκέφαλο αλλά ούτε την θερμική αποθήκευση ή απομάκρυνση του εγκεφάλου. Όμως, υποθέσαμε ότι τα άτομα που θα είχαν μικρότερη θερμοκρασία σώματος θα υπόκεινται σε μικρότερη πτώση της εγκεφαλικής ροής αίματος άρα θα καθυστερούσαν και την εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης.

Γενικά, γίνεται κατανοητό ότι η άσκηση σε θερμό περιβάλλον προκαλεί ταχύτερη άνοδο στη  $T_c$  του σώματος σε σύγκριση με ένα θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Η κατάληξη αυτή είναι απόρροια όχι μόνο της μυϊκής παραγωγής θερμότητας αλλά και της επιπρόσθετης θερμότητας που δέχεται το σώμα από το θερμό περιβάλλον. Έτσι, η ικανότητα του σώματος να αποβάλει τη θερμότητα περιορίζεται λόγω της μείωσης της θερμικής κλίσης ανάμεσα στο σώμα και το περιβάλλον. Η θερμότητα εγκλωβίζεται στο σώμα με επακόλουθο την αύξηση της  $T_c$  του σώματος και την πρώιμη εμφάνιση της κόπωσης. Βέβαια, η άμβλυνση της θερμικής κλίσης δεν συμβαίνει εξ' αρχής αλλά είναι μία προοδευτική διαδικασία κατά την διάρκεια της άσκησης.

Οι Cheung and Sleivert (2004) υποστηρίζουν, ότι η μειωμένη απόδοση στο θερμό περιβάλλον μπορεί να μην οφείλεται εξ' ολοκλήρου στην κόπωση αλλά σε έναν προληπτικό μηχανισμό που δεν επιτρέπει να ξεπεραστεί η κρίσιμη τιμή της  $T_c$  του σώματος μέσω του ελέγχου του ρυθμού της θερμικής αποθήκευσης. Η χρησιμοποίηση της παρέμβασης πρόψυξης σε έρευνα (Price et al. 2009) είχε ως αποτέλεσμα το χαμηλότερο θερμικό περιεχόμενο σ' όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου άσκησης σε σχέση με τη μη παρέμβαση.

Το αποτέλεσμα ήταν η καθυστέρηση της εμφάνισης της κεντρικής κόπωσης, δηλαδή, η αποφυγή της υπερθερμίας λόγω της επιβράδυνσης του ρυθμού προσέγγισης της κρίσιμης τιμής της  $T_c$  του σώματος. Το εύρημα αυτό ταυτίζεται με τα δικά μας από την 1<sup>η</sup> έρευνα. Η μέθοδος πρόψυξης που εφαρμόσαμε επέδρασε στη  $T_c$  του σώματος με κατάληξη να είναι χαμηλότερη στην ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης, μειώνοντας τη πιθανότητα ο δοκιμαζόμενος να προσεγγίσει την κρίσιμη  $T_c$  του σώματος και να υποστεί υπερθερμία. Παρ' όλο αυτά, εμείς δεν προσδιορίσαμε το θερμικό περιεχόμενο μεταξύ των δύο συνθηκών που αποτελούσαν την έρευνα αλλά υποθέτουμε ότι δεν θα είναι διαφορετικό το αποτέλεσμα.

Οι Quod et al. (2006) αναφέρουν ότι η αποτελεσματικότητα μιας μεθόδου ψύξης εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής της ψύξης, τον τύπο της άσκησης, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το επίπεδο της φυσικής κατάστασης του αθλητή. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιήσει πρόψυξη μόνο ή και ψύξη έχει παρατηρηθεί να χρησιμοποιούν διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την διάρκεια της παρέμβασης ψύξης ή του πρωτοκόλλου άσκησης που ακολουθεί. Έρευνα που εφάρμοσε πρόψυξη και ψύξη στην ανάπαυλα κατά την διάρκεια τριών ποδοσφαιρικών αγώνων δεν αναφέρονται πούθενά οι περιβαλλοντικές συνθήκες στο διάστημα της παρέμβασης της ψύξης παρά μόνο οι συνθήκες που επικρατούσαν στους αγώνες. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες των αγώνων πραγματικά προκαλούσαν υψηλό θερμικό στρες ( $\sim 34^{\circ}\text{C}$  και  $\sim 64\%$  υγρασία) (Bandelow et al. 2010). Σε παλιότερη έρευνα (Drust et al. 2000), η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε εντός εργαστηρίου. Σ' αυτή την έρευνα έγινε εφαρμογή μόνο παρέμβαση

πρόψυξης. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες για το διάστημα αυτό ήταν  $20,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$  και η υγρασία  $68,3 \pm 6,2\%$ . Εδώ θα μπορούσαμε να αναφέρουμε, ότι η θερμοκρασία ήταν αρκετά χαμηλή, συνεπώς είτε να επηρέαζε τη  $T_c$  του σώματος των δοκιμαζομένων χωρίς καμία παρέμβαση πρόψυξης (προκαλώντας πτώση ή άνοδο μέσω της θερμογένεσης) είτε να έχει συνεισφέρει υποβοηθώντας την μέθοδο της πρόψυξης που θα είχε εφαρμοστεί. Κατανοούμε, ότι η πτώση  $T_c$  του σώματος που προκλήθηκε σ' αυτή την έρευνα μπορεί να μην είναι μόνο αποτέλεσμα την παρέμβασης αλλά και των περιβαλλοντικών συνθηκών που υπήρχαν. Περαιτέρω, οι περιβαλλοντικές συνθήκες που δημιούργησαν οι ερευνητές για το διάστημα της άσκησης τίθενται υπό συζήτηση. Ως θερμό περιβάλλον στο οποίο έγινε η άσκηση ήταν  $26 \pm 0,2^\circ\text{C}$  και  $61,5 \pm 9\%$ . Η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλή ώστε να θεωρηθεί ότι προκαλεί υψηλό θερμικό στρες στους δοκιμαζόμενους. Θερμό περιβάλλον συνήθως θεωρείται εκείνο στο οποίο η θερμοκρασία είναι από  $\sim 30^\circ\text{C}$  και πάνω. Η υγρασία είναι σε φυσιολογικά επίπεδα για θερμό περιβάλλον. Αντίστοιχα, η θερμοκρασία στη φυσιολογική συνθήκη όπως την ονομάζουν οι ερευνητές είναι αρκετά χαμηλή για θερμο-ουδέτερο περιβάλλον, η θερμοκρασία είναι  $20,5 \pm 0,8^\circ\text{C}$  και η υγρασία  $71,6 \pm 8,4\%$ . Επιπλέον, η παρέμβαση της πρόψυξης πραγματοποιήθηκε στην φυσιολογική συνθήκη και όχι στο θερμό περιβάλλον. Στην πρόψυξη η  $T_c$  του σώματος έπεσε αλλά όπως αναφέραμε υπάρχει σύγχυση αν αυτή η πτώση οφείλεται αποκλειστικά στην παρέμβαση ή και στο περιβάλλον. Ακριβώς την ίδια σύγχυση δημιουργούν και τα αποτελέσματα στο διάστημα της άσκησης με την  $T_c$  του σώματος να είναι χαμηλότερη σ' αυτή τη συνθήκη σε σύγκριση με τη θερμή. Η χαμηλότερη  $T_c$  του σώματος στην

διάρκεια της άσκησης δεν εξασφαλίζει ότι προέρχεται αποκλειστικά από την παρέμβαση της πρόψυξης γιατί η χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να επηρέασε την απώλεια θερμότητας συνεισφέροντας στην διατήρηση της  $T_c$  του σώματος σε χαμηλότερα επίπεδα. Σε έρευνα των Price et al. (2009) παρ' ότι η θερμοκρασία που επικρατούσε στη περίοδο της πρόψυξης ήταν χαμηλή  $\sim 18^\circ\text{C}$  η  $T_c$  του σώματος δεν επέδειξε σημαντική πτώση. Αντίθετα, όταν έγινε η ψύξη στην ανάπαυλα υπήρξε σημαντική πτώση της  $T_c$  του σώματος με τη θερμοκρασία να είναι  $\sim 30,6^\circ\text{C}$ . Όμως, δεν αναφέρεται η υγρασία για τα δύο διαστήματα που πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση της ψύξης. Η υγρασία, όπως είναι γνωστό, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την εξάτμιση του ιδρώτα από το δέρμα, άρα λοιπόν, και την αποβολή της θερμότητας. Το να μη γνωρίζουμε την υγρασία επηρεάζει την πληροφόρηση μας για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου που εφαρμόστηκε. Το γεγονός, ότι η  $T_c$  του σώματος δεν μειώνεται σημαντικά πριν την άσκηση παρά τη χαμηλότερη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αντίθετα με υψηλότερη θερμοκρασία του περιβάλλοντος όταν η  $T_c$  του σώματος μειώνεται σημαντικά στην ανάπαυλα, μπορεί να αιτιολογηθεί. Στην ηρεμία πριν την άσκηση η  $T_c$  του σώματος είναι σε χαμηλά επίπεδα ( $\sim 36,6^\circ\text{C}$ ) με αποτέλεσμα η περαιτέρω πτώση της να είναι δύσκολη, ενώ μετά από άσκηση η  $T_c$  του σώματος είναι ανεβασμένη. Η υψηλή  $T_c$  του σώματος μετά τον τερματισμό της άσκησης και χωρίς παρέμβαση ψύξης θα παρουσιάσει πτώση για να προσεγγίσει την αρχική τιμή της ηρεμίας. Σ' αυτό συνεισφέρει ο τερματισμός της μυϊκής παραγωγής θερμότητας. Πόσο μάλλον εάν το σώμα έρθει σε επαφή μ' ένα πιο κρύο μέσο θα έχουμε επιτάχυνση της

πτώσης της  $T_c$  του σώματος αλλά και του μεγέθους της Βάσης αψού μπορούμε να αιτιολογήσουμε το παραπάνω συμβάν. Στην ίδια έρευνα το πρωτόκολλο άσκησης διεξάγεται σε περιβαλλοντικές συνθήκες που εξασφαλίζουν ότι υπήρξε θερμό περιβάλλον  $30,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$  και  $63,4 \pm 2,5\%$ . Σε πρόσφατη έρευνα (Clarke et al. 2011) δεν διευκρινίζονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιήθηκαν η πρόψυξη και η ψύξη. Αν οι περιβαλλοντικές συνθήκες που έγινε παρέμβαση τη ψύξης ήταν κοινές με αυτές που έγινε το πρωτόκολλο άσκησης τότε πράγματι θεωρείται το περιβάλλον θερμό ( $30,5^\circ\text{C}$  και  $42,2\%$ ). Η επιλογή στις δικές μας έρευνες ήταν οι παρεμβάσεις της ψύξης να γίνονται σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον με τη λογική ότι πριν από έναν αγώνα οι αθλητές βρίσκονται στα αποδυτήρια και εκεί επιστρέφουν ξανά στο ημίχρονο. Στην 1<sup>η</sup> έρευνα, οι περιβαλλοντικές συνθήκες ήταν  $\sim 24^\circ\text{C}$  και η υγρασία  $\sim 40\%$ , ενώ στη 2<sup>η</sup> έρευνα ήταν  $\sim 25^\circ\text{C}$  και η υγρασία  $40\%$ . Σε σύγκριση με τις παραπάνω έρευνες δεν βρέθηκε να έχουν χρησιμοποιηθεί κοινές περιβαλλοντικές συνθήκες γι' αυτό το διάστημα. Έπειτα, τα πρωτόκολλα άσκησης έγιναν σε περιβαλλοντικές συνθήκες όπου θα δημιουργούσαν θερμό περιβάλλον. Γι' αυτό και στις δύο έρευνες η θερμοκρασία ήταν  $\sim 31^\circ\text{C}$  και η υγρασία  $\sim 45\%$ . Αυτές οι συνθήκες περίπου επικρατούσαν και στις προηγούμενες έρευνες.

Οι μέθοδοι ψύξης που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες έρευνες είναι διαφορετικές από αυτή που εμείς χρησιμοποιήσαμε. Η διαφορά δεν εντοπίζεται μόνο προς τη μέθοδο της ψύξης αλλά στον χρόνο εφαρμογής και στο βαθμό ψύξης που προσφέρει η κάθε μέθοδος (Πίνακας 1). Η έρευνα των Clarke et al. (2011) δεν αναφέρει

σε τι βαθμούς κελσίου ( $^\circ\text{C}$ ) πραγματοποίησαν την ψύξη των γιλέκων πριν την παρέμβαση της ψύξης. Απεναντίας, σε έρευνα που έκαναν χρήση της ίδιας μεθόδου αναφέρεται ακριβώς το μέγεθος της ψύξης των γιλέκων (Price et al. 2009).

Η πλειοψηφία των ερευνών χρησιμοποίησαν πρωτόκολλα άσκησης που διεξήχθησαν σε δαπεδοεργόμετρο (Drust et al. 2000, Price et al. 2009, Clarke et al. 2011). Αυτό έχει την αδυναμία να εκτελεστούν κάποιες κινήσεις ή να γίνουν στην ένταση που θα γινόντουσαν σε πραγματικές συνθήκες σ' έναν αγώνα ποδοσφαίρου (αλλαγή κατεύθυνσης, επιτάχυνση κ.α.). Αυτό, επίσης, έχει σαν συνέπεια τα αποτελέσματα αυτά να μην μπορούν να ανταποκριθούν πλήρως σε πραγματικές συνθήκες. Παρομοίως, στις δύο έρευνες που αποτελούν την παρούσα έρευνα τα πρωτόκολλα άσκησης διεξήχθησαν σε ποδήλατο. Αυτό μας έδωσε τη δυνατότητα να αξιολογήσουμε την απόδοση των δοκιμαζομένων στα σπριντ που εκτελούσαν αλλά δεν υπήρχε το ίδιο κινησιολογικό πρότυπο με αυτό που έχουν οι ποδοσφαιριστές. Η μόνη έρευνα που διεξήχθη εκτός εργαστηρίου ήταν των Bandelow et al. (2010) αξιολογώντας τις παραμέτρους της στην διάρκεια τριών ποδοσφαιρικών αγώνων.

Το δείγμα των δοκιμαζομένων που χρησιμοποίησαν οι παραπάνω έρευνες έχει διαφορές. Στην έρευνα των Drust et al. (2000) το δείγμα αποτελείται από 6 άνδρες ποδοσφαιριστές του πανεπιστημίου. Επίσης, στην έρευνα των Clarke et al. (2011) οι δοκιμαζόμενοι είναι ποδοσφαιριστές πανεπιστημίου αλλά ο αριθμός του δείγματος είναι 12 άνδρες. Αν και οι Price et al. (2009) χρησιμοποιούν 8 ποδοσφαιριστές αυτές είναι γυναίκες. Οι Bandelow et al. (2010) ως δείγμα

είχαν 20 ποδοσφαιριστές από 2 πανεπιστημιακές ομάδες. Τέλος, στη 1<sup>η</sup> έρευνα είχαμε 7 άνδρες δοκιμαζόμενους οι οποίοι ήταν κυρίως ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές ή ήταν αθλητές ομαδικών αθλημάτων. Αντίστοιχα, στη 2<sup>η</sup> έρευνα οι δοκιμαζόμενοι ήταν 8 άνδρες δοκιμαζόμενοι ίδιου επιπέδου με την 1<sup>η</sup> έρευνα.

## 5.2 Η επίδραση της ψύξης στην απόδοση – Αντιλαμβανόμενη κόπωση

Οι Nybo et al. (2002a,b) απέδειξαν ότι η υψηλή θερμοκρασία σώματος μειώνει την εγκεφαλική ροή αίματος με αποτέλεσμα την πρόωμη εμφάνιση της κόπωσης. Επιπλέον, η αυξημένη θερμοκρασία σώματος φαίνεται πως μειώνει την κορυφαία (PPO) και την μέση (MPO) παραγόμενη ισχύ. Χωρίς αυτό να οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση στο αίμα του γαλακτικού οξέος, υδρογόνου ( $H^+$ ) και καλίου ( $K^+$ ) αλλά ούτε στην ανικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο ή στη διαταραχή της ομοιόστασης του μυός. Ξεκάθαρα, η μείωση της κορυφαίας (PPO) και την μέσης (MPO) παραγόμενη ισχύς είναι εξαιτίας του άμεσου επηρεασμού του Κ.Ν.Σ. από τη θερμοκρασία (Drust et al. 2005). Η άνοδος της  $T_c$  του σώματος επηρεάζει αρνητικά τη μέγιστη εθελούσια συστολή (MVC) και την εθελούσια ενεργοποίηση των μυών. Πράγματι, η μείωση της έντασης της άσκησης και της παραγωγής δύναμης, εξαιτίας της επιρροής του Κ.Ν.Σ. από τη αυξημένη  $T_c$ , λειτουργεί ως προστατευτικός μηχανισμός για την αποφυγή θερμικών διαταραχών (Morrison et al. 2004, Nybo 2008, 2012). Οι Morrison et al. (2004) έδειξαν, ότι διατηρώντας τη  $T_c$  του σώματος σταθερή ψύχοντας το δέρμα δεν επιτυγχάνεται αποκατάσταση της MVC και της εθελούσιας ενεργοποίησης των μυών, παρά μόνο όταν η  $T_c$

επιστρέψει στα αρχικά επίπεδα. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί, ότι η αυξημένη θερμοκρασία σώματος μπορεί να προκαλεί κεντρική κόπωσης δε φαίνεται όμως να επηρεάζει αρνητικά τη MVC όταν η διάρκεια της είναι μικρή (~2 sec). Αναδεικνύοντας, την ικανότητα που διαθέτει το Κ.Ν.Σ. να αποκαθιστά τη δυνατότητα του για MVC εντός ολίγων δευτερολέπτων (~3sec) (Nielsen et al. 1993, Nybo et al. 2001a). Το πρόβλημα εντοπίζεται όταν MVC απαιτείται να διατηρηθεί για περισσότερο χρόνο, τότε η κεντρική ενεργοποίηση μειώνεται (Racinais et al. 2008). Δεδομένα από έρευνα παρουσίασαν, περιφερική βλάβη στη μεταβίβαση της κινητικής εντολής από το νωτιαίο επίπεδο και από τη νερομυϊκή σύναψη σε υπερθερμικές συνθήκες σε μικρής διάρκειας MVC (4-5sec) (Racinais et al. 2008), ερχόμενη σε αντίθεση με προηγούμενα ευρήματα. Πέρα των εργαστηριακών μετρήσεων και σε πραγματικές συνθήκες ποδοσφαιρικού αγώνα βρέθηκε πως η ικανότητα για επαναλαμβανόμενα σπριντ έχει διαταραχθεί εξαιτίας της ανόδου της  $T_c$  του σώματος (Mohr et al. 2010, Ozgunen et al. 2010).

Σημειώθηκε, βελτίωση 4% στη PPO κατά την εκτέλεση έντονων διαλειμματικών σπριντ σε θερμό περιβάλλον ενώ είχε προηγηθεί ψύξη των ποδιών. Το πρωτόκολλο άσκησης της συγκεκριμένης μελέτης είχε την ίδια δομή με αυτό που χρησιμοποιήσαμε και στις δυο έρευνες μας (Castle et al. 2006). Παράλληλα, υπέδειξε ότι η ψύξη των ποδιών είναι αποτελεσματικότερη από την ψύξη όλου του σώματος ή μόνο του κορμού. Αντίθετα, η παρέμβαση ψύξης και στις δυο έρευνες που πραγματοποιήσαμε δεν προσέφερε κανένα όφελος στην απόδοση των δοκιμαζομένων σε θερμό περιβάλλον. Ταυτόχρονα, ίσως τα αποτελέσματα

μας ενισχύουν τη πεποίθηση ότι η ολόσωμη ψύξη δεν προσφέρει όφελος στην απόδοση. Επίσης, πρόψυξη του κορμού μαζί με το κεφάλι δεν φάνηκε να βελτιώνει την απόδοση σε έντονα διαλειμματικά σπριντ σε ήπιο περιβάλλον (22°C και 40%) (Cheung and Robinson 2004). Σε έρευνα που πραγματοποίησε παρέμβαση ψύξης και ταυτόχρονα χορηγούσε και υδατάνθρακες ή πραγματοποιούσε μόνο παρέμβαση ψύξης και το πρωτόκολλο τους προσομοίαζε ποδοσφαιρικό αγώνα παρουσίασε βελτίωση στην απόδοση (Clarke et al. 2011). Η απόδοση σε αυτή την έρευνα δεν είχε να κάνει με την PPO στα σπριντ αλλά με τεστ αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας που διεξήχθησαν μετά την προσομοίωση του ποδοσφαιρικού αγώνα.

Μια διαφορετική προσέγγιση για την αξιολόγηση της απόδοσης είναι και η απόκριση του μεταβολισμού σε θερμό περιβάλλον. Η χρήση του μυϊκού γλυκογόνου έχει υποστηριχτεί ότι είναι μεγαλύτερη ~ 34% σε θερμό έναντι θερμο-ουδέτερου περιβάλλοντος (Gonzalez-Alonso et al. 1999, Morris et al. 2005a). Όμως, στο σημείο της εξάντλησης η συγκέντρωση του γλυκογόνου είναι μεγαλύτερη στο θερμό περιβάλλον (Gonzalez-Alonso et al. 1999, Morris et al. 2005a, Quod et al. 2006). Προφανώς, η αυξημένη χρήση του μυϊκού γλυκογόνου δεν αποτελεί την αιτία που επέρχεται πρόωρα η κόπωση σε θερμό περιβάλλον αλλά η αιτία είναι η αυξημένη Tc σώματος (Gonzalez-Alonso et al. 1999, Quod et al. 2006). Ειδικότερα, σε άσκηση σε θερμό περιβάλλον βρέθηκε αυξημένη συγκέντρωση μονοφασφορικής ινositίνης (IMP) στους μυς ύστερα από υπομέγιστη άσκηση ποδηλασίας. Η IMP δεν είχε ως αντίκτυπο μια παράλληλη μείωση στο γλυκογόνου των μυών. Διαπιστώνοντας, ότι η άσκηση σε θερμό περιβάλλον μάλλον

προκαλεί μεταβολικές διαταραχές προάγοντας πρόωρη εμφάνιση της κόπωσης (Parkin et al. 1999). Μπορεί η χρήση του μυϊκού γλυκογόνου να είναι μεγαλύτερη κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον αλλά τα επίπεδα του δεν θα φτάσουν ποτέ σε σημείο που να είναι επιζήμια στην απόδοση. Ο λόγος είναι η προσέγγιση της κρίσιμης Tc που θα επιφέρει είτε τερματισμό της άσκησης είτε μείωση της έντασης της. Αντιθέτως, η άσκηση σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον έχει χαμηλότερη χρήση του μυϊκού γλυκογόνου για την ίδια χρονική στιγμή με το θερμό περιβάλλον. Όμως, είτε η διάρκεια θα είναι περισσότερη είτε η ένταση της άσκησης υψηλότερη με κατάληξη εξάντληση των αποθεμάτων του μυϊκού γλυκογόνου και κόπωσης εξαιτίας αυτού. Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί αυξημένη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και γλυκόζη στο πλάσμα του αίματος σε θερμό περιβάλλον (Gonzalez-Alonso et al. 1999, Morris et al. 2005a).

Η χρήση της μεθόδου ψύξης δεν απέδωσε κανένα όφελος σε μεταβολικό επίπεδο. Με τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος και τη χρήση του μυϊκού γλυκογόνου να μην διαφέρουν στην συνθήκη πρόψυξης με τη συνθήκη ελέγχου σε έρευνα των Booth et al. (2001). Σύμφωνα με τα ευρήματα αυτά είναι έρευνες που εφάρμοσαν μεθόδους ψύξης προσομοιάζοντας ποδοσφαιρικό αγώνα χωρίς όμως να βρουν όφελος στις μεταβολικές αποκρίσεις (Drust et al. 2000, Clarke et al. 2011). Στην ίδια κατεύθυνση είναι και τα αποτελέσματα από τις δυο έρευνες που διεξαγάγαμε. Με το γαλακτικό οξύ να μην διαφοροποιείται ούτε στη 1<sup>η</sup> ούτε 2<sup>η</sup> έρευνα για τις συνθήκες στις οποίες πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση ψύξης.

Πιθανώς, η μέθοδος ψύξης που χρησιμοποιήσαμε να μην ήταν ικανή

να επιδράσει στο νευρομυϊκό σύστημα. Για αυτό ίσως δεν παρατηρήθηκε καμία βελτίωση στην απόδοση πάρα το θερμό περιβάλλον που διεξήχθη η άσκηση. Η μέθοδος ψύξης που εφαρμόσαμε δεν προκάλεσε πτώση της  $T_{c}$  του σώματος ίσως γιατί το μέγεθος της ψύξης δεν ήταν ικανό για κάτι τέτοιο. Συνεπώς, πιθανολογούμε ότι ούτε η θερμοκρασία μυός οδηγήθηκε σε πτώση με την παρέμβαση ψύξης. Υποθέτουμε, ότι οι διαταραχές της άσκησης στο θερμό περιβάλλον ήταν κοινές και για τις δυο συνθήκες των δυο ερευνών σε νευρομυϊκό επίπεδο. Η παραγωγή θερμότητας και στις συνθήκες ψύξης και στις συνθήκες ελέγχου ήταν όμοια στους μύες με την διαφορά να έγκειται στην αποτελεσματικότερη απομάκρυνση της από το σώμα στις συνθήκες ψύξης εξαιτίας της χαμηλότερης  $T_{skin}$ . Συμπεραίνουμε, ότι η παρέμβαση ψύξης που χρησιμοποιήσαμε δεν απέδωσε οφέλη στην απόδοση εξαιτίας της αδυναμίας της να επιδράσει στο νευρομυϊκό σύστημα μέσω της μείωσης της  $T_{c}$  του σώματος.

Τέλος, η παράμετρος της αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE) δεν επηρεάστηκε σε καμία από τις δυο έρευνες από την παρέμβαση ψύξης. Το ίδιο εύρημα είχε η έρευνα των Drust et al. (2000) με την RPE να μην τροποποιείται μεταξύ των συνθηκών πρόψυξης και ελέγχου. Από την άλλη πλευρά, η RPE έχει βρεθεί να βελτιώνεται με την ψύξη του κεφαλιού χωρίς να επηρεάζεται η  $T_{c}$  του σώματος (Armada-da-Silva et al. 2004). Επίσης, με ψύξη του κεφαλιού υπήρξε μείωση του ρυθμού ανόδου της  $T_{c}$  με παράλληλη βελτίωση της RPE (Simmons et al. 2008b).

### 5.3 Η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης ψύξης στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις

Παρόλο που στην διάρκεια των 20 λεπτών της πρόψυξης στην 1<sup>η</sup> έρευνα η καρδιακή συχνότητα δεν βρέθηκε να τροποποιείται σημαντικά μεταξύ των συνθηκών, αυτή επέδρασε θετικά στην ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης ώστε να είναι σημαντικά χαμηλότερη στην συνθήκη Prec ( $116 \pm 28,4$  παλμούς/λεπτό) έναντι της συνθήκης Con ( $167 \pm 0,87$  παλμούς/λεπτό). Αντίθετα, με την πρόψυξη πριν την άσκηση η ψύξη προκάλεσε σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα στο χρονικό διάστημα που εφαρμόστηκε για τη συνθήκη Prec ( $90 \pm 0,59$  παλμούς/λεπτό) σε σχέση με τη συνθήκη Con ( $99 \pm 1,35$  παλμούς/λεπτό). Επαλήθευση της θετικής απόκρισης είχαμε για την επίδραση της ψύξης, μετά την ολοκλήρωση της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης, για την καρδιακή συχνότητα (Prec:  $124 \pm 18,7$  παλμούς/λεπτό και Con:  $154 \pm 1,6$  παλμούς/λεπτό). Συνάμα, στην 2<sup>η</sup> έρευνα δεν υπήρξε σε κανένα στάδιο της πειραματικής διαδικασίας μια σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών για την παράμετρο της καρδιακής συχνότητας. Το μόνο που ίσως είναι άξιο αναφοράς είναι μία διαφορά 14 παλμών/λεπτό που παρατηρήθηκε μετά την ολοκλήρωση του δευτέρου μέρους άσκησης και πιθανά προκλήθηκε από την ψύξη στην ανάπαυλα (Mid:  $139 \pm 1,57$  παλμούς/λεπτό και Con:  $153 \pm 1,20$  παλμούς/λεπτό).

Τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Drust et al. 2000, Price et al. 2009) που αξιολόγησαν την επίδραση της παρέμβασης ψύξης χρησιμοποιώντας ως άσκηση πρωτόκολλα που να προσομοιάζουν ποδοσφαιρικό αγώνα δεν βρήκαν σημαντική επίδραση παρά μόνο μία τάση για χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα. Τα ευρήματα

αυτά έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της 2<sup>η</sup> έρευνας μας, ενώ η 1<sup>η</sup> έρευνα ανέδειξε σημαντική επίδραση της ψύξης σε όλη τη πειραματική διαδικασία.

Η άσκηση σε θερμό περιβάλλον αυξάνει τις απαιτήσεις για το καρδιαγγειακό σύστημα. Εκτός από την αυξημένη ανάγκη για αιμάτωση των σκελετικών μυών, ώστε να καλύψουν τις ενεργειακές τους απαιτήσεις με το μεταφερόμενο οξυγόνο αλλά και να απομακρύνουν τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού, υπάρχει και η ανάγκη για την αύξηση της αιμάτωσης του δέρματος, με σκοπό να αποβληθεί η θερμότητα από το σώμα. Δημιουργείται ένας ανταγωνισμός ανάμεσα στους ενεργούς σκελετικούς μυς και το δέρμα για την παροχή του αίματος (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1999, 2008, Sawka et al. 2001, Marino 2002, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010). Έρευνα των Gonzalez-Alonso et al. (2000) βρήκε, ότι ενυδατωμένοι δοκιμαζόμενοι στην διάρκεια της άσκησης είχαν ίδια Tc σώματος και πρόσληψη οξυγόνου σε θερμό και κρύο περιβάλλον. Όμως, η καρδιακή παροχή τους είχε αυξηθεί ~ 1l/min στο θερμό έναντι του κρύου περιβάλλοντος. Αυτή η αύξηση προήλθε από την άνοδο της καρδιακής συχνότητας ενώ ταυτόχρονα ο όγκος παλμού παρέμενε σταθερός. Οι ερευνητές απέδωσαν την αυξημένη συστηματική ροή αίματος στην τρεις φορές μεγαλύτερη ροή αίματος προς το δέρμα κατά την διάρκεια άσκησης στο θερμό περιβάλλον.

Κατά την διάρκεια της άσκησης η ροή αίματος προς του ενεργούς σκελετικούς μυς αυξάνεται. Η αυξημένη παροχή αίματος προς τους ενεργούς μυς γίνεται εξαιτίας αγγειοδιαστολής στα αγγεία των μυών. Όμως, η αυξημένη θερμοκρασία

σώματος (λόγω της παραγόμενης θερμότητας από την άσκηση αλλά και από την θερμότητα που δέχεται το σώμα από το περιβάλλον) επιφέρει ενεργή αγγειοδιαστολή στα αγγεία του δέρματος μετατοπίζοντας μεγαλύτερο όγκο αίματος προς την επιφάνεια του δέρματος. Η κατάληξη είναι να αυξηθεί το πόσο της θερμότητας που θα μεταφερθεί στην επιφάνεια του δέρματος, ώστε να αποβληθεί μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1999, 2008, Sawka et al. 2001, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010). Η αυξημένη παροχή αίματος προς την περιφέρεια, από ένα σημείο της άσκησης και έπειτα, προκαλεί μειωμένη ροή αίματος προς τους ενεργούς μυς επιταχύνοντας την εμφάνιση της πρώιμης κόπωσης (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1999, 2008, Sawka et al. 2001, Cheung and Sleivert 2004, Quod et al. 2006, Nybo 2008, Johnson 2010). Βέβαια, όταν η Tc του σώματος προσεγγίσει τους 38°C η ροή αίματος προς την περιφέρεια είχε φτάσει σε πλατώ και καμία μετέπειτα αύξηση στη ροή του αίματος (προς την περιφέρεια) δεν πραγματοποιείται με άνοδο της Tc του σώματος (Gonzalez-Alonso et al. 1999). Το εύρος που κυμαίνεται η ροή αίματος προς την περιφέρεια είναι από 3 μέχρι 40 ml/100ml/min με άνοδο της Tc του σώματος από 36°C έως 38°C (Bancroft et al. 1943, Hardy et al. 1985). Ξεκάθαρα, υποδεικνύεται ότι κύρια αίτια πτώσης της αιματικής ροής προς τους ενεργούς μυς είναι η ανακατανομή του όγκου αίματος προς την περιφέρεια.

Ο Gonzalez-Alonso (2012) υποδεικνύει ότι η απομάκρυνση της θερμότητας που παράγεται από του ενεργούς μυς των άκρων προς τον πυρήνα του σώματος και την επιφάνεια

του δέρματος εξαρτάται από τη ροή του αίματος προς τους μυς και την αρτηριο-φλεβική διαφορά (a-v) θερμοκρασίας του αίματος. Έτσι λοιπόν, με αντίκτυπο οποιαδήποτε συνθήκη τροποποιήσει τη ροή του αίματος προς του μυς και/ή την a-v διαφορά θερμοκρασίας του αίματος, όπως για παράδειγμα η άσκηση και/ή το περιβαλλοντικό στρες πιθανώς θα προκαλέσουν αξιοσημείωτες αλλαγές στην ανταλλαγή της θερμότητας εντός των ενεργών μυών και ανάμεσα στους ενεργούς μυς και τον κορμό του σώματος. Αναμφίβολα, η μειωμένη ροή αίματος προς του ενεργούς σκελετικούς μυς εξασθενεί την ικανότητα απομάκρυνσης της θερμότητας από το σώμα. Επιπλέον, μία σειρά από μελέτες (Rowell 1966, Sawka 1992, Gonzalez-Alonso et al. 1999, 2000, 2008, Sawka et al. 2001, Nybo 2008) αποδεικνύουν πως η άσκηση σε θερμό περιβάλλον και η αφυδάτωση αυξάνουν την καταπόνηση του καρδιαγγειακού συστήματος. Η άσκηση σε θερμό περιβάλλον και η αφυδάτωση συμπράττουν στην ελάττωση του κεντρικού όγκου αίματος είτε μέσω της εκτροπής και της λίμνασης μεγάλης ποσότητας αίματος στα αγγεία του δέρματος ή λόγω της αφυδάτωσης μέσω της απώλειας υγρών προκαλώντας πτώση στον όγκο αίματος. Συνεπακόλουθο είναι η μείωση της φλεβικής επιστροφής με επικείμενη μείωση του τελο-διαστολικού όγκου των κοιλιών της καρδιάς, καταλήγοντας σε πτώση του όγκου παλμού, άρα και της καρδιακής παροχής. Αντισταθμιστικά, η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται στην προσπάθεια να διατηρηθεί η καρδιακή παροχή. Με τους Gonzalez-Alonso et al. (2000) να υποστηρίζουν ότι κυρία αιτία πτώσης του όγκου παλμού είναι η άνοδος της καρδιακής συχνότητας.

Αξίζει να τονιστεί ότι η άνοδος της Tc του σώματος κατά 1°C επέφερε αύξηση της καρδιακής συχνότητας ( $9 \pm 1$  παλμούς/λεπτό) και πτώση του όγκου παλμού ( $11 \pm 3$  ml) με τη ροή του αίματος προς το δέρμα να είναι αμετάβλητη (Rowell 1966).

Οι Gonzalez – Alonso et al. (2012) συμπέραναν, ότι ο συνδυασμός έντονης άσκησης και θερμικού στρες θέτουν την μεγαλύτερη πρόκληση για τη ρύθμιση της μέσης αρτηριακής πίεσης και τη μεταφορά του οξυγόνου στους εργαζόμενους μυς, τον εγκέφαλο και την καρδιά. Υπό αυτές τις συνθήκες το καρδιαγγειακό σύστημα προσεγγίζει ταχύτερα τα όρια της ρυθμιστικής του ικανότητας απ' ότι σε ένα θερμο-ουδέτερο περιβάλλον.

Πτώση της Tc του σώματος και της Tskin μέσω παρέμβασης ψύξης μειώνουν την απαίτηση της αιματικής ροής προς την επιφάνεια του δέρματος με σκοπό τη διάχυση της θερμότητας. Έτσι, αυξάνεται ο κεντρικός όγκος αίματος και ο όγκος παλμού και παράλληλα η καρδιακή συχνότητα μειώνεται. Συνεπώς, η παρέμβαση ψύξης συνεισφέρει στην αυξημένη διαθεσιμότητα του αίματος στους ενεργούς μυς (Drust et al. 2000, Cotter et al. 2001, Marino 2002, Cheung 2004). Χρειάζεται επίσης να σημειωθεί, ότι διατηρεί την εγκεφαλική ροή αίματος επιβραδύνοντας την εμφάνιση της κεντρικής κόπωσης (Wilson et al. 2002). Τα ευρήματα αυτά συμβαδίζουν με τα αποτελέσματα από την 1<sup>η</sup> έρευνα μας, στην οποία η παρέμβαση ψύξης επέφερε χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα στα διαστήματα που πραγματοποιήθηκε η άσκηση. Αξίζει επιπλέον ν' αναφέρουμε, ότι η M.K.Σ. είναι μειωμένη 10-30 παλμούς/λεπτό όταν Tc του σώματος είναι από 0,5 έως 2°C χαμηλότερη από την φυσιολογική (Pendergast 1988).

#### 5.4 Η επίδραση της ψύξης στην απώλεια υγρών – αφυδάτωση

Ο προσδιορισμός της απώλειας υγρών έγινε με ζύγιση των δοκιμαζομένων στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας και για τις δύο έρευνες. Η διαφορά στο σωματικό βάρος των δοκιμαζομένων αντιστοιχούσε και στην απώλεια υγρών που είχε υποστεί. Ακριβέστερα, στην 1<sup>η</sup> έρευνα βρέθηκε ότι οι δοκιμαζόμενοι στην συνθήκη Con είχαν υποβληθεί σε σημαντική απώλεια υγρών σε αντίθεση με τη συνθήκη Prec. Συνάμα, στη 2<sup>η</sup> έρευνα παρατηρήθηκε σημαντική απώλεια υγρών και για τις δύο συνθήκες. Μολαταύτα, η απώλεια υγρών στη συνθήκη Con είναι ~ 300 γραμμάρια μεγαλύτερη από τη συνθήκη Midc. Τα παραπάνω ευρήματα μας υποδηλώνουν, ότι η παρέμβαση ψύξης μειώνει την ανάγκη για αποβολή της θερμότητας μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα. Αυτό ενισχύεται και από τη Tc του σώματος, κυρίως της 1<sup>ης</sup> έρευνας, η οποία είναι χαμηλότερη στο τέλος του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Σε παλιότερη έρευνα (Lee and Haymes, 1995) φάνηκε, ότι η εφαρμογή πρόψυξης είχε ως αποτέλεσμα οι δοκιμαζόμενοι να έχουν σημαντικά χαμηλότερο ρυθμό εφίδρωσης. Ειδικότερα, μόνο το 57% του παραγόμενου ιδρώτα εξατμιζόταν στη συνθήκη ελέγχου. Απεναντίας, στη συνθήκη πρόψυξης εξατμιζόταν 75% του παραγόμενου ιδρώτα. Διαπιστώνοντας, ότι η διάχυση της παραγόμενης θερμότητας μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα είναι οικονομικότερη μετά από πρόψυξη.

Σε μία σειρά από έρευνες οι Gonzalez – Alonso et al. (1995, 1998, 1999, 2000) μας υποδεικνύουν την αρνητική επίδραση που έχει η αφυδάτωση στην απόδοση. Αναλυτικότερα, η άσκηση κυρίως σε θερμό περιβάλλον, χωρίς αναπλήρωση υγρών αυξάνει το επίπεδο της αφυδάτωσης. Αυτό έχει ως

συνέπεια τη πτώση της αρτηριακής πίεσης του αίματος προκαλώντας αύξηση στη συστηματική αγγειακή αντίσταση, ακόμη στη δερμική αγγειακή αντίσταση καθώς και αύξηση στη συγκέντρωση της νοραδρεναλίνης στο πλάσμα του αίματος. Η αύξηση της αγγειακής αντίστασης θα περιορίσει την αιματική ροή προς τους ενεργούς σκελετικούς μυς.

Αξιολόγηση ποδοσφαιριστών μετά από αγώνα ποδοσφαίρου σε θερμό περιβάλλον ανέδειξε μία μείωση στο σωματικό τους βάρος 1-3 κιλά που αναλογεί σε επίπεδο αφυδάτωσης >2% (Edwards and Clark 2006, Aragon-Vargas et al. 2009, Mohr et al. 2010, Ozgunen et al. 2010). Όμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και σε εργαστηριακές μελέτες που απευθύνονταν σε ποδοσφαιριστές (Abt et al. 1998, Mc Gregor et al. 1999, Morris et al. 2005, Edwards et al. 2007, Ali et al. 2007) αλλά και μετά από προπόνηση (Shirreffs et al. 2005).

Ένας διαφορετικός τρόπος να αξιολογήσουμε το μέγεθος της αφυδάτωσης είναι η τιμή του αιματοκρίτη. Στην 1<sup>η</sup> έρευνα βρέθηκε σημαντική διαφορά και στα τρία σημεία που αξιολογήθηκαν μεταξύ των συνθηκών. Αρχικά, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η παρέμβαση της ψύξης δεν προσέφερε θετική απόκριση, ώστε η τιμή του αιματοκρίτη να μην αυξηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό με την άσκηση. Με τη δεύτερη ματιά παρατηρούμε ότι υπάρχει μία διαφορά δύο μονάδων στην αρχική τιμή. Η μεταβολή που συμβαίνει στον αιματοκρίτη μετά την ολοκλήρωση του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης είναι αύξηση δύο μονάδων και στις δύο συνθήκες (Prec:  $46 \pm 1,69$  σε  $48 \pm 1,34$  και Con:  $44 \pm 0,46$  σε  $46 \pm 0,81$ ). Επιλογικά, η σημαντική διαφορά που υπάρχει μετά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης είναι εξαιτίας της διατήρησης

της σημαντικότητας από τις αρχικές τιμές. Η διαφορά μεταξύ των συνθηκών αυξήθηκε σε 3 μονάδες από 2 που ήταν στις δυο προηγούμενες περιόδους. Η αύξηση της διαφοράς στη τελική τιμή του αιματοκρίτη ίσως να

μην οφείλεται στην παρέμβαση ψύξης. Η παρέμβαση της ψύξης στην ανάπαυλα στην 2<sup>η</sup> έρευνα δεν προσέφερε καμία διαφοροποίηση μεταξύ των ερευνών.

### 5.5 Η απόδοση στις δοκιμασίες νοητικής λειτουργίας

Η άσκηση σε θερμό περιβάλλον έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την εγκεφαλική λειτουργία μέσω του δείκτη  $\alpha/\beta$  που έχει συσχετιστεί θετικά με την αύξηση  $T_c$  του σώματος (Nielsen et al. 2001). Σε πρόσφατη έρευνα (Gaouna 2010) υποστηρίζεται ότι το θερμό περιβάλλον πλήττει σε μεγαλύτερο βαθμό τη νοητική λειτουργία σε σχέση με τις φυσιολογικές παραμέτρους του οργανισμού. Στην νοητική λειτουργία δρα δυσμενώς και η αύξηση  $T_{skin}$  και της  $T_c$  του σώματος. Επιπλέον, αρνητικές επιπτώσεις στην νοητική λειτουργία έχει και η αφυδάτωση  $>2\%$  του σωματικού βάρους. Όμως, η ψύξης του δέρματος φαίνεται να διατηρεί την νοητική λειτουργία (Gaouna 2010). Ακόμη, έρευνα που πραγματοποίησε παρέμβασης ψύξης και χορήγηση υδατανθράκων βρήκε καλύτερη απόδοση στα νοητικές δοκιμασίες έναντι της ομάδας ελέγχου. Αυτό που δεν διευκρινίζεται στην

συγκεκριμένη έρευνα είναι αν η καλύτερη απόδοση προέρχεται από την παρέμβαση ψύξης ή από την πρόσληψη των υδατανθράκων ή και τα δυο μαζί.

Τα αποτελέσματα των δυο ερευνών που διεξαγάγαμε δεν παρουσίασαν κανένα όφελος της παρέμβασης ψύξης σε καμία από τις δυο νοητικές δοκιμασίες που χρησιμοποιήσαμε (δοκιμασία χρόνου αντίδρασης και δοκιμασία συγκέντρωσης προσοχής).

Οι νοητικές δοκιμασίες που εκτελούνται εντός εργαστηρίου δεν έχουν την πολυπλοκότητα που απαιτείται παραδείγματος χάριν για μια φάση ενός ποδοσφαιρικού αγώνα. Στην οποία ο ποδοσφαιριστής σε κλάσματα του δευτερολέπτου θα πρέπει να αξιολογήσει μια πληθώρα μεταβλητών πριν αποφασίσει ποια θα είναι η απόκριση του. Για αυτό ίσως οι δοκιμασίες των δικών μας ερευνών αλλά και άλλων να είναι ελλιπής σε δυσκολία.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο κύριος σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση μιας νέας πρακτικής μεθόδου ψύξης στην αναχαίτιση της ασκησιογενούς υπερθερμίας καθώς και την πιθανή επίδραση που θα είχε στην απόδοση κατά την εκτέλεση μιας παρατεταμένης, διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης στη ζέστη. Για το σκοπό αυτό η συγκεκριμένη μελέτη αποτελείται από δύο αυτοτελείς ξεχωριστές έρευνες.

Συνοψίζοντας τα ευρήματα της παρούσας μελέτης παραθέτονται στα εξής συμπεράσματα:

### 1<sup>η</sup> έρευνα:

- Η μέθοδος ψύξης που εφαρμόστηκε δεν προκάλεσε πτώση της  $T_c$  του σώματος είτε στην 20λεπτη διάρκεια πρόψυξης είτε στην 10λεπτη διάρκεια της ψύξης στην ανάπαυλα.
- Η εφαρμογή της παρέμβασης πρόψυξης είχε ως αποτέλεσμα την χαμηλότερη  $T_c$  του σώματος στο τέλος του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Το ίδιο συνέβη και για την μεταβολή της  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) στην 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης έχοντας προηγηθεί παρέμβαση ψύξης στην ανάπαυλα. Δείχνοντας, ότι η μέθοδος ψύξης που χρησιμοποιήσαμε προάγει την αποφυγή της υπερθερμίας κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον.
- Η χαμηλότερη  $T_c$  του σώματος στο τέλος του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης και η μικρότερη μεταβολή της  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) στο τέλος της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης είναι αποτέλεσμα της μεγαλύτερης θερμικής κλίσης που δημιουργείται εξαιτίας της παρέμβασης ψύξης. Η

μεγαλύτερη θερμική κλίση όταν γίνεται παρέμβαση ψύξης είναι λόγω της πτώση της  $T_{skin}$  με αποτέλεσμα την διευκόλυνση της αποβολής της θερμότητας από το σώμα.

- Η μέθοδος ψύξης που εφαρμόσαμε δεν προσέφερε κανένα όφελος στην ικανότητα εκτέλεσης των επαναλαμβανόμενων σπριντ. Όπως, ούτε στην απόδοση των νοητικών δοκιμασιών ούτε στην μεταβολική απόκριση.
- Η επίδραση της παρέμβαση ψύξης είχε ως έκβαση την χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα στο τέλος του 46λεπτου πρωτοκόλλου άσκησης. Επιπλέον, η ψύξη στην ανάπαυλα επέφερε ταχύτερη πτώση της καρδιακής συχνότητας ενώ παράλληλα ήταν χαμηλότερη στο τέλος της 10λεπτης δοκιμασίας απόδοσης. Η χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα ήταν αποτέλεσμα της μικρότερης απαίτησης για αιματική ροή στην επιφάνεια του δέρματος ώστε να απομακρυνθεί θερμότητα.

### 2η έρευνα:

- Η παρέμβαση ψύξης στην ανάπαυλα είχε ως αποτέλεσμα την 3 φορές μεγαλύτερη μεταβολή της  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) προς την αρχική τιμή ηρεμίας. Αντιθέτως, η παρέμβαση ψύξης επέδρασε θετικά ώστε η μεταβολή  $T_c$  του σώματος ( $\Delta T_c$ ) στο τέλος του δεύτερου μέρους άσκησης να είναι μικρότερη. Συνεισφέροντας, στην αποφυγή της προσέγγισης της κρίσιμης τιμής της  $T_c$  του σώματος απομακρύνοντας από τον κίνδυνο της υπερθερμίας.
- Ταυτόχρονα, η πτώση της  $T_{skin}$  στην ανάπαυλα ήταν μεγαλύτερη όταν έγινε παρέμβαση ψύξης. Ακόμη, μία τάση για μικρότερη

Tskin υπήρχε στο τέλος του δευτέρου μέρους άσκησης. Αυτό δημιούργησε μεγαλύτερη θερμική κλίση, άρα και αποτελεσματικότερη απομάκρυνση της θερμότητας από το σώμα.

- Η μέθοδος ψύξης που εφαρμόσαμε στην ανάπαυλα δεν πρόσφερε κανένα όφελος στην καρδιακή συχνότητα, την ικανότητα για επαναλαμβανόμενα σπριντ, στις νοητικές δοκιμασίες και στην μεταβολική απόκριση.

Η παρούσα μελέτη προσπάθησε να επινοήσει μία νέα πρακτική μέθοδο ψύξης η οποία να αποτρέπει τον κίνδυνο εμφάνισης της υπερθερμίας

και δευτερευόντως να ευνοεί την ικανότητα για απόδοση κυρίως στο άθλημα του ποδοσφαίρου. Η χρησιμότητα των καλοκαιρινών μηνών είναι γνωστή ως μία περίοδος προετοιμασίας των ποδοσφαιρικών ομάδων για την αγωνιστική περίοδο ή ως χρόνος διεξαγωγής Παγκοσμίου Κυπέλλου, Ευρωπαϊκού Πρωταθλήματος και Ολυμπιακών Αγώνων. Γι' αυτό τίθεται η αναγκαιότητα για μία πρακτική μέθοδο ψύξης η οποία να εξασφαλίζει την αποφυγή των θερμικών διαταραχών και όσο τον δυνατόν περισσότερο να ευνοεί την βελτίωση της απόδοσης.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abt G, Zhou S and Weatherby R. The effect of a high carbohydrate diet on the skill performance of midfield soccer player after intermittent exercise. *J Sc Med Sport* 1(4): 203-212, 1998.
- Ali A, Gardiner R, and Gant N, Fluid balance, thermoregulation and sprint and passing skill performance in female soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 21 (3):437-45, 2011.
- American College of Sports Medicine (2000). Guidelines for exercise testing and prescription, Philadelphia: Lea and Febiger.
- Aragon- Vargas LF, Moncada-Jimenez J and Hernandez-Elizondo J. Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *Eur J Sport Sci* 9(5): 269-276, 2009.
- Armstrong L, Crago A, Adams R, Roberts W, and Wresh C. Whole body cooling of hyperthermic runners: comparison of two field therapies *Am J Em Med* 14 (4) 355-358, 1996.
- Armada-da- Silva, Woods J, Jones DA. The effect of passive heating and face cooling on perceived exertion during exercise in the heat *Eur J Appl Physiol* 91: 563-571, 2004.
- Bancroft , H.C. and Edholm O.G. The effect of temperature on blood flow and deep temperature in the human forearm *J Physiol (Lond.)* 102: 5-20, 1943.
- Bandelow S, Maughan S, Shirreffs S, et al. The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scand J Med Sci Sports* 20 (Suppl. 3): 148-160, 2010.
- Bangsbo J, Mohr M, and Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-paly in the elite football player. *J Sports Sci* 24(7): 665-674, 2006.
- Bangsbo J, Iaia FM, and Krstrup P. Metabolic responses and fatigue in soccer. *Inter J Sports Phys Perf* 2:111-127, 2007.
- Booth J, Wilsmore BR, Macdonald et al. Whole body pre-cooling does not alter human muscle metabolism during sub-maximal exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol* 84: 587-590, 2001.
- Borg G.A.. Perceived exertion: a note on “history” and methods. *Med Sci Sports Ex* (5): 90-3.
- Castle P, Macdonald L, Philp A, et al. Precooling leg muscle improves intermittent sprint exercise performance in hot, humid conditions. *J Appl Physiol* 100: 1377-1384, 2006.
- Cheung S and Robinson A. The influence of upper-body pre-cooling on repeated sprint performance in moderate ambient temperatures. *J Sports Sci* 22:605-612, 2004.
- Cheung S and Sleivert G. Multiple triggers foe hyperthermic fatigue and exhaustion. *Exerc Sports Rev* 32(3): 100-106, 2004.
- Cheung S. Interconnections between thermal perception and exercise capacity in the heat *Scand J Med Sci Sports* 20 (Suppl 3): 53-59, 2010.
- Clarke ND, Drust B, Maclaren M, Reilly T. Fluid provision and metabolic responses to soccer-specific exercise *Eur J Appl Physiol* 104:1069, 2008.

- Clarke ND, Maclaren M, Reilly T, Drust B. Carbohydrate ingestion and pre-cooling improves exercise capacity following soccer-specific intermittent exercise performed in the heat. *Eur J Appl Physiol* 111(7): 1447-1455, 2011.
- Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, Febbraio MA. Effect of pre-cooling with and without thigh cooling on a strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp Biom Physiol* 128:667-677, 2001.
- Crawshaw L. I., Nadel E. R, Stolwijk J. A. J., and Stamford B. A. Effect of local cooling on sweating rate and cold sensation. *Pflugers Arch.* 354: 19—27, 1975.
- Cui J, Durand S and Crandall C. Baroreflex control of muscle sympathetic nerve during skin surface cooling *J Appl Physiol* 103: 1284-1289, 2007.
- Dill D. B. and Costill Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 37(2): 247-248, 1974.
- Drust B, Cable NT, and Reilly T. Investigation of the effects on pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise *Eur J Appl Physiol* 81:14-17, 2000.
- Drust B, Rasmussen P, Mohr M et al. Elevation in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance. *Acta Physiol Scand* 183: 191-190, 2005.
- Edwards AM, and Clark NA. Thermoregulation observations in soccer match play: professional and recreational level applications using an intestinal pill system to measure core temperature *Br J Sports Med* 40: 133-138, 2006.
- Edwards AM, Mann ME, and Marfell-Jones MJ et al. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport specific and mental concentration tests. *Br J Sports Med* 41:385-391, 2007.
- Edwards AM and Noakes T. Dehydration Cause of fatigue or sign of pacing in elite soccer. *Sports Med* 39(1) 1-13, 2009.
- Eklom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med* 3: 50-60, 1986.
- Ellsworth M, Ellis C, Goldman D, Stephenson A, Dietrich H and Sprague R. Erythrocytes: Oxygen sensors and modulators of vascular tone. *Physiol* 24: 107-116, 2009.
- Endo M, Tauchi S, Naoyuki N et al. Facial cooling-induced bradycardia does not slow pulmonary VO2 kinetics at the onset of high intensity exercise. *J Appl Physiol* 95: 1623-1631, 2003.
- Febbraio A, Show J, Stathis G, Hargreaves M and Carey F. effect of heat stress on muscle energy metabolism during exercise. *J Appl Physiol* 77(6): 2827-2831, 1994.
- Fox RH, Coldsmith R, Kidd DJ. Cutaneous vasomotor control in the human head, neck and upper chest. *J Physiol* 161:298-312, 1392.
- Frank S, Raja S, Bulcao C and Coldstein D. Relative contribution on core and cutaneous temperatures to thermal comfort and autonomic responses in humans *J Appl Physiol* 86(5): 1588-1593, 1999.
- Gaouina N. Cognitive function in hot environments: a question of methodology *Scand j Sci Sports* 20 (Suppl 3):60-70, 2010.
- Gonzalez –Alonso J, Mora-Rodriguez R, Below P, Coyle E. Dehydration

- reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise J Appl Physiol 79(5): 1487-1496, 1995.
- Gonzalez –Alonso J, Calbet J, Nielsen B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. J Physiol 513(3): 895-905, 1998.
- Gonzalez –Alonso J, Calbet J and Nielsen B. Metabolic and thermodynamic responses to dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising humans J Physiol 520.2: 577-589, 1999.
- Gonzalez –Alonso J, Teller C, and Andersen S, et al. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat J Appl Physiol 86(3): 1032-1039, 1999.
- Gonzalez-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Coyle EF. Stroke volume during exercise: Interaction of environment and hydration. Am J Physiol Heart Circ Physiol 278: H321-H330, 2000.
- Gonzalez –Alonso J, Crandall C and Johnson J. The cardiovascular challenge of exercise in the heat. J Physiol 586,1: 45-53, 2008.
- Gonzalez-Alonso J. Human thermoregulatory and the cardiovascular system. Exp. Physiol 97(3): 340-346, 2012.
- Grantham J, Cheung S, Connes P et al. Current knowledge on playing football in hot environments Scand J Med Sci Sports 20(suppl 3): 161-167, 2010.
- Guyton A. C. Kidneys and fluids in pressure regulation small volume but large pressure changes (suppl.) 19: 2-9, 1992.
- Hardy J.F. and Soderstrom G.F. Heat loss from the nude body and peripheral blood flow at temperature of 22°C to 35°C. J Nutr 16: 493-509, 1985.
- Heyward V. and Stolarczyk L. M. Applied Body Composition Human Kinetics 1996.
- Howley, E.T., D.R. Jr., Bassett, & H.G., Welch. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. Med Sci Sports Exe 27: 1292-1301, 1995.
- Jackson A.S., and Pollock M.L. Generalized equations for predicting body density of men, Br J Nutr 40: 497-504 1978.
- Johnson JM. Exercise in a hot environments: the skin circulation Scand J Med Sci Sports 20(Suppl 3): 29-39, 2010.
- Kalsi K and Gonzalez-Alonso J. Temperature-dependent release of ATP from human erythrocytes: mechanism for the control of local tissue perfusion. Exp Physiol 97(3): 419-432, 2012.
- Kay D. Taaffe DR and Marino FE. Whole body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid conditions J Sports Sci 17: 937-944, 1999.
- Kirdy B, Voyles W, Carlson R and Dinunno F. Graded sympatholytic effect of exogenous ATP on postjunctional  $\alpha$ -adrenergic vasoconstriction in the human forearm: implications for vascular control in contracting muscle. J Physiol 586 (1): 4305-4316. 2008.
- Kirdy B, Crecelius A, Voyles W and Dinunno F. Vasodilatory responsiveness to adenosine triphosphate in ageing humans. J Physiol 588 (20): 4017-4027, 2010.
- Kounalakis SN and Geladas ND. Cardiovascular drift and cerebral and muscle tissue oxygenation during prolonged cycling at different pedaling cadences. Appl

- Physiol Nutr Metab 37(3): 407-17, 2012.
- Krustrup P, Mohr M, Amstrup T et al. The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological responses reliability and validity Med Sci Sportss Exerc 35(4): 697-705, 2003.
- Kurdak SS, Shirreffs SM, Maughan RJ et al. Hydration and sweating responses to hot-weather football competition Scand J Med Sci Sports 20(Suppl 3): 33-39, 2010.
- Lee D.T. and Haymes E.M. Exercise duration and thermoregulatory responses after whole body precooling J Appl Physiol 79(6): 1971-1976, 1995.
- Marino FE. Methods, advantages and limitations of body cooling for exercise performance Br J Sports Med 36: 89-94, 2002.
- Maughan RJ, Shirreffs SM and Leiper. Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass J Sports Sci 25(7): 797-804, 2007.
- Maughan RJ, and Shirreffs SM. Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high intensity sports and in sports with repeated intense efforts Scand J Med Sci Sports 20(Suppl 3): 59-69, 2010.
- Maughan RJ, Otani H., Watson P. Influence of relative humidity on prolonged exercise capacity in a warm environment. Eur J Appl Physiol 112(6): 2313-2321, 2012.
- McGregor SJ, Nicholas CW, Lakomy HKA and Williams C. The influence of intermittent high intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill J Sports Sci 17: 895-903, 1999.
- Meeusen R and Roelands B. Central fatigue neurotransmitters, can thermoregulation be manipulated? Scand J Med Sci Sports 20 (Suppl 3): 19-28, 2010.
- Mohr M, Krustrup P and Bangsbo J. Match performance of high standard soccer players with special reference to development of fatigue. J Sports Sci 21: 519-528, 2003.
- Mohr M, Krustrup P and Bangsbo J. Fatigue in soccer: A brief review J Sports Sci 23(6): 596-599, 2005.
- Mohr M, Krustrup P, Nybo L, Nielsen J and Bangsbo J. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches- beneficial effect of re-warm-up at half time. Scand J Med Sci Sports 14: 156-162, 2004.
- Mohr M, Mujika I, and Santisteban J, et al. Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach. Scand J Med Sci Sports 20(Suppl 3): 125-132, 2010.
- Moran D.S., Shitzer A. and Pandolf K. B. Aphysiological strain index to evaluate heat stress Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 275: R129-R134, 1998.
- Morrison S, Sleivert G and Cheung S. Passive hyperthermia reduces voluntary activation and isometric force production Eur J Appl Physiol 91: 729-736, 2004.
- Morris J, Nevill M and Williams C. Physiological and metabolic responses of female games and endurance athletes to prolonged, intermittent, high intensity running at 30° and 16° ambient temperature Eur J Appl Physiol 81: 84-92, 2000.
- Morris J, Nevill M, Boobis LH et al. Muscle metabolism, temperature and function during prolonged intermittent high intensity running in air temperature of 33° and 17°C. Int J Sports Med 26: 805-814, 2005.

- Mortensen S, Gonzalez-Alonso J, Nielsen JJ, Saltin B and Hellsten Y. Muscle interstitial ATP and norepinephrine in the human leg during exercise and ATP infusion. *J Appl Physiol* 107: 1757-1762, 2009 a.
- Mortensen S, Gonzalez-Alonso J, Bune L, Saltin B, Pilegaard H and Hellsten Y. ATP-induced vasodilation and purinergic receptors in the human leg: roles of nitric oxide, prostaglandins, and adenosine. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 296: 1140-1148, 2009 b.
- Mundel T, Hooper, Bunn S and Jones D. The effects of face cooling on the prolactin responses and subjective comfort during moderate passive heating in humans *Exp Physiol* 91.6; 1007-1014, 2006.
- Mundel T, Hooper, Bunn S and Jones D. The effects of face cooling during hypothermic exercise in man; evidence for an integrated thermal, neuroendocrine and behavioural responses. *Exp Physiol* 32.1: 187-195, 2007.
- Nielsen B, Hales JRS, Strange S et al. Human circulatory and thermoregulatory adaption with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. *J Physiol* 460; 467-485, 1993.
- Nielsen B, Hyldig T, Bidstrup et al. Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol* 442:41-48, 2001.
- Niimi Y, Matsukawa T, Sugiyama Y, Shamsuzzaman ASM, Ito H, Sobue G and Mano T. Effect of heat stress on muscle sympathetic nerve activity in humans. *J Aut Nervous Syst* 63: 61-67, 1997.
- Nunnely S, Martin C, Slauson J et al. Changes in regional cerebral metabolism during systemic hyperthermia in humans *J Appl Physiol* 92: 846-851, 2002.
- Nybo L and Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans *J Appl Physiol* 91; 1055-1060, 2001a.
- Nybo L and Nielsen B. Middle cerebral artery blood velocity is reduced with hyperthermia during prolonged exercise in humans. *J Physiol* 534: 279-286, 2001b.
- Nybo L, Secher N, and Nielsen B. Inadequate heat release from the human brain during prolonged exercise with hyperthermia *J Physiol* 545.2: 697-704, 2002a.
- Nybo L, Moller K, Volianitis S, et al. Effects of hyperthermia on cerebral blood flow and metabolism during prolonged exercise in humans *J Appl Physiol* 93:58-64, 2002b.
- Nybo L, Nielsen B, Blomstrand E, et al. Neurohumoral responses during prolonged exercise in humans *J Appl Physiol* 95:1125-1131, 2003.
- Nybo L, Dalgaard M, Steensberg A, et al. Cerebral ammonia uptake and accumulation during prolonged exercise in humans. *J Physiol* 563.1: 285-290, 2005.
- Nybo L. Hyperthermia and fatigue. *J Appl Physiol* 104:871-878, 2008.
- Nybo L. Brain temperature and exercise performance *Exp Physiol* 97(3): 333-339, 2012.
- O'Leary D. Autonomic mechanisms of muscle metaboreflex control of heart rate *J Appl Physiol* 74(4): 1748-1754, 1993.
- Olschewski H. and Bruck K. Thermoregulatory, cardiovascular, muscular factors related to exercise after precooling *J Appl Physiol* 64(2): 803-811, 1988.
- Ozguenen KT, Kurdak SS, Maughan RJ, et al. Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and

- temperature responses of football players. *Scand J Med Sci Sports* 20(Suppl 3): 140-147, 2010.
- Parkin M, Carey F, Zhao S, Febbraio A. Effect of ambient temperature on human skeletal muscle metabolism during fatiguing submaximal exercise. *J Appl Physiol* 86(3): 902-908, 1999.
- Pearson J, Low D, Stohr E, Kalsi K, Ali L, Barker H and Gonzalez-Alonso. Hemodynamic responses to heat stress in the resting and exercising human leg: insight into the effect of temperature on skeletal muscle blood flow. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 300: 663-673, 2011.
- Perdersgasr D. The effect of body cooling on oxygen transport during exercise *Med Sci Sports Exerc* 20(5): 171-176, 1988.
- Price M, Boyd C, Victoria L, and Goosey-Tolfrey. The physiological effects of pre-event and mid-event cooling during intermittent running in the heat in elite female soccer players. *Appl Physiol Nutr Metab.* 34:942-949, 2009.
- Quod M, Martin D and Laursen P. Cooling athletes before competition in the heat. *Sports Med* 36(8):671-682, 2006.
- Racinais S, Gaoua N and Grantham J. Hyperthermia impairs short-term memory and peripheral motor drive transmission. *J Physiol* 586(19): 4751-4762, 2008.
- Rampinini E, Bosio A, Ferrares I, et al. Match-related fatigue in soccer players. *Med Sci Sports Ex* 2011.
- Ramsbottom R, Brewer J, Williams C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br J Sports Med* 22(4):141-144, 1988.
- Ray C and Gracey K. Augmentation of exercise-induced muscle sympathetic nerve activity during muscle heating. *J Appl Physiol* 82(6): 1719-1725, 1997.
- Rosenmeier J, Hansen J and Gonzalez-Alonso J. Circulating ATP-induced vasodilatation overrides sympathetic vasoconstrictor activity in human skeletal muscle. *J Physiol* 558 (1): 351-365, 2004.
- Rowell L, Marx H, Bruce R, et al. Reductions in cardiac output, central blood volume and stroke volume with thermal stress in normal men during exercise. *J Clin Inv* 45(11):1801-1816, 1966.
- Rubinstein HE and Sessler DI. Skin-surface temperature gradients correlate with fingertip blood flow in humans. *Anesthes* 73:541-545, 1990.
- Sakurada S and Hales R. A role for gastrointestinal endotoxins in enhancement of heat tolerance by physical fitness. *J Appl Physiol* 84(1): 207-214, 1998.
- Sawka M. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exe* 24(6): 657-670, 1992.
- Sawka M, Montain S and Latzka, W. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biom Physiol* 128:679-690, 2001.
- Sawka M. Exercise and fluid replacement. *Position Stand Med Sci Sports Exe* 377-390, 2007.
- Simmons S, Saxby B, McGlobe and Jones D. The effect of passive heating and head cooling on perception, cardiovascular function and cognitive performance in the heat *Eur J Appl Physiol* 1041: 271-280, 2008a.
- Simmons S, Mundel Tand Jones D. The effects of passive heating and head cooling on perception of

- exercise in the heat. Eur J Appl Physiol 104:281-288, 2008b.
- Siri W.E., Body composition from fluids spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek and A. Henschel (Eds.), Techniques for measuring body composition (pp. 223-244). Washington, DC: National Academy of Sciences. (1961).
- Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Chamorro M, et al. The sweating responses of elite professional soccer to training in the heat. Int J Sports Med 26:90-95, 2005.
- Shirreffs SM. Hydration: Special issues for playing football in warm and hot environments Scand J Med Sci Sports 20(Suppl 3): 90-64, 2010.
- Stolen T, Chamari K, Castagna C and Wisloff U. Physiology of Soccer: Up date Sports Med 35 (6): 501-536, 2005.
- Tucker R, Rauch L, Harley YXR and Noakes T. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment Eur Appl Physiol 448:422-430, 2004.
- Tyler C, Wild P and Sunderland C. Practical neck cooling and time trail running performance in hot environment Eur Appl Physiol 110: 1063-1074, 2010.
- Tyler C, and Sunderland C. Cooling the neck region during exercise in the heat. J Athl Train 46(1): 61-68, 2011.
- Tyler C, and Sunderland C. Neck cooling and running performance in the heat: single versus repeated application 43 (12): 2388-95, 2011.
- Vaeyens R, Malina R M, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgois J, Vrijens J, Philippaerts R M. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project Br J Sports Med 40: 928-934 2006.
- Weinberg, R.S., & Gould, D. Foundations of sport and exercise psychology. Champaign, IL: Human Kinetics. 2003
- Wilson T, Cui J, Zhang et al. Skin cooling maintains cerebral blood flow velocity and orthostatic tolerance during tilting in heating humans J Appl Physiol 93: 85-91, 2002.
- Wilson T, Gui J, Zhang R and Grandall G. Heat stress reduces cerebral blood velocity and markedly impairs orthostatic tolerance in humans. Am J Physiol Regul Integ Comp Physiol 291: 1443-1448, 2006.
- Yamazaki F and Sone R. Modulation of arterial baroreflex control of heart rate by skin cooling and heating in humans. J Appl Physiol 88:393-400, 2000

## 7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 7.1 Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης δοκιμαζομένων

#### ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



ΤΟΜΕΑΣ  
ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη 17237, Αθήνα Ελλάδα  
Τηλ. 210 727 6039, Fax: 210 727 6038  
e-mail: gradbio@cc.uoa.gr

#### Έντυπο συγκατάθεσης δοκιμαζομένου

Η έρευνα στην οποία πρόκειται να προσυπογράψετε τη συμμετοχή σας διεξάγεται στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Βιολογία της Άσκησης» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας του ΤΕΦΑΑ Αθηνών.

##### Προκαταρτικές Μετρήσεις:

Για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου θα σας ζητηθεί να εκτελέσετε άσκηση προοδευτικά αυξανόμενης έντασης, μέχρι εξάντλησης ( $VO_{2max}$  test). Κατά τη διάρκεια της άσκησης θα προσδιορίζεται η πρόσληψη οξυγόνου (ανοιχτό κύκλωμα εργοσπιρομέτρησης) και η καρδιακή συχνότητα (τηλεμετρία). Για να μετρηθεί η κατανάλωση οξυγόνου θα συνδεθείτε μέσω ενός επιστομίου και σωληνώσεων με ένα κατάλληλο μηχάνημα.

Πρέπει να γνωρίζετε ότι η διαδικασία άσκησης προοδευτικά αυξανόμενης έντασης απαιτεί έντονη και επίμονη μυϊκή προσπάθεια. Υπάρχουν ελάχιστες πιθανότητες υπέρμετρης καταπόνησης του καρδιαγγειακού συστήματος με αποτέλεσμα διαταραχή της φυσιολογικής αρτηριακής πίεσης του αίματος, λιποθυμίας και καρδιακής προσβολής. Το εργαστήριο διαθέτει πλήρη μηχανισμό πρώτων βοηθειών και εξειδικευμένο προσωπικό για να προλάβει και να επιληφθεί τέτοιων σπάνιων και ασυνήθιστων καταστάσεων.

Επιπλέον, θα γίνει και προσδιορισμός της σωματικής σας σύστασης με την μέθοδο των δερματοπτυχών. Η μέθοδος αυτή δεν περιέχει κανένα απολύτως κίνδυνο για την σωματικής σας ακεραιότητα.

##### Κύριες Πειραματικές Μετρήσεις:

Στο χρονικό διάστημα που θα πραγματοποιηθεί το πρωτόκολλο άσκησης θα πρέπει να εισέρθετε εντός του περιβαλλοντικού θαλάμου. Εντός θαλάμου η θερμοκρασία θα είναι ρυθμισμένη στους 30-32°C και η υγρασία <50%.

Η πραγματοποίηση άσκησης σε τέτοιο περιβάλλον θα αυξήσει την θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος. Η άσκηση θα τερματιστεί προτού η

θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος ξεπεράσει τους 38,8-39°C. Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός αλλά κυρίως το καρδιαγγειακό και θερμορυθμιστικό σύστημα θα καταπονηθεί σε μέγιστο επίπεδο. Οι πιθανότητες για την εμφάνιση είτε θερμικής (π.χ. θερμική εξάντληση κ.α.) είτε καρδιαγγειακής διαταραχής (π.χ. λιποθυμία, πτώση αρτηριακής πίεσης κ.α.) είναι ελάχιστες.

Επίσης, στις κύριες πειραματικές μετρήσεις θα γίνεται λήψη αίματος σε ένα από τα δάχτυλα του χεριού, ώστε να πραγματοποιείται ο προσδιορισμός της αιμοσφαιρίνης, του αιματοκρίτη και του γαλακτικού οξέος.

Όσον αφορά τις θερμοκρασίες δέρματος θα τοποθετηθούν ειδικά θερμόμετρα σε συγκεκριμένες περιοχές στο σώμα. Η μέτρηση της θερμοκρασίας πυρήνα θα γίνεται με ειδικό θερμόμετρο που θα εισάγεται 10 εκατοστά από τον σφιγκτήρα του πρωκτού. Κανένα από τα θερμόμετρα δεν θέτει σε κίνδυνο την υγεία.

Τέλος, η καρδιακή συχνότητα θα καταγράφεται με σύστημα τηλεμετρίας.

Είναι υποχρέωσή σας, ωστόσο, να μην αποκρύψετε οποιαδήποτε πληροφορία γνωρίζετε και σχετίζεται τόσο με την τωρινή κατάσταση της υγείας σας όσο με οποιοδήποτε πρόβλημα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Σας τονίζουμε ότι μπορείτε να διακόψετε τη συμμετοχή σας στο πείραμα οποιαδήποτε στιγμή αισθανθείτε αδιαθεσία, πόνο ή για οποιοδήποτε λόγο εσείς κρίνετε σοβαρό.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι εμπιστευτικά για χρήση δική σας και της ερευνητικής ομάδας. Σε περίπτωση δημοσιοποίησης των δεδομένων, αυτή θα είναι ανώνυμη. Για οποιαδήποτε ερώτηση ή παρατήρηση θα είμαι στη διάθεσή σας.

Σας ευχαριστώ πολύ,  
Ζαββός Αθανάσιος  
Μεταπτυχιακός φοιτητής

**Διάβασα το παραπάνω κείμενο και κατανόησα πλήρως τις διαδικασίες στις οποίες θα υποβληθώ. Συναινώ να συμμετάσχω αβίαστα και διατηρώ το δικαίωμα να σταματήσω ή να αποσυρθώ, σύμφωνα με την προσωπική μου κρίση. Δηλώνω ότι είμαι υγιής και δεν ταλαιπωρούμαι από σύνδρομο ή ασθένειες που πιθανόν να θέσουν την υγεία και τη ζωή μου σε κίνδυνο κατά την διάρκεια διεξαγωγής όλων των πειραματικών μετρήσεων.**

Όνομα δοκιμαζόμενου

Όνομα ερευνητή

Όνομα μάρτυρα

Υπογραφή

Υπογραφή

Υπογραφή

Αθήνα ...../...../201

## 7.2 Ερωτηματολόγιο κατάστασης υγείας

### ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



ΤΟΜΕΑΣ  
ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη 17237, Αθήνα Ελλάς  
Τηλ. 210 727 6039, Fax: 210 727 6038  
e-mail: gradbio@cc.uoa.gr

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Πριν την συμμετοχή σας σε οποιαδήποτε ερευνητική δραστηριότητα πρέπει να γνωρίζουμε την κατάσταση της υγείας σας. Για το λόγο αυτό καλείστε να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις, ώστε η συμμετοχή σας στην έρευνα να γίνει με την μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια. Παρακαλώ να διαβάσετε τις ερωτήσεις προσεκτικά και να απαντήσετε με ειλικρίνεια συμπληρώνοντας ή σημειώνοντας ΝΑΙ ή ΟΧΙ.

Ονοματεπώνυμο

.....

ΝΑΙ ΟΧΙ

1. Πότε ήταν η τελευταία φορά που έκανες πλήρη ιατρικό έλεγχο;

.....

2. Έχεις εξεταστεί σε εργομετρικό εργαστήριο; Αν ναι, πότε;.....

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

3. Σου έχουν αναφέρει ότι πάσχεις από κόποια χρόνια ή σοβαρή ασθένεια: Αν ναι, ποια ή ποιες;

.....

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

4. Έχετε οικογενειακό ιστορικό καρδιαγγειακού νοσήματος (π.χ. έμφραγμα, υπέρταση); Αν ναι, αναφέρατε το νόσημα, τα συγγενικά πρόσωπα καθώς και την ηλικία στην οποία τους παρουσιάστηκε.

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη**

.....  
.....  
.....

5. Σας έχει πει ποτέ ο γιατρός ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα με την καρδιά σας και ότι πρέπει να εκτελείτε φυσική δραστηριότητα που προτείνεται από κάποιο γιατρό; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
6. Αισθάνεστε πόνο στο στήθος όταν εκτελείτε οποιαδήποτε δραστηριότητα; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
7. Έχετε αισθανθεί την καρδιά σας να χτυπά ασυνήθιστα (σαν φτερουγίσματα); 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
8. Υπάρχουν φορές που η καρδιά σας χτυπά πολύ γρήγορα χωρίς ιδιαίτερο λόγο (ταχυκαρδίες); 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
9. Σας έχουν αναφέρει ποτέ ότι η πίεση του αίματος σας δεν είναι φυσιολογική; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
10. Χάνετε την ισορροπία σας λόγω ζαλάδας; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
11. Έχετε χάσει ποτέ τις αισθήσεις σας; Αν ναι για ποιο λόγο σας συνέβη;.....  
..... 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
12. Έχετε κάποιο πρόβλημα στα οστά σας ή στις αρθρώσεις σας που χειροτερεύει όταν εκτελείτε φυσική δραστηριότητα; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
13. Είστε αναιμικός; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
14. Έχετε πρόβλημα με τη λήψη αίματος; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
15. Κάνετε χρήση φαρμάκων ή διατροφικών συμπληρωμάτων;  
Αν ναι, ποια; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|
16. Καπνίζετε; Αν ναι, πόσα τσιγάρα την ημέρα; 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

.....

17. Πως θα αξιολογούσατε τη γενική σας υγεία;

α) Άριστη β) Πολύ καλή γ) Καλή δ) Μέτρια ε) Κακή

18. Γυμνάζεστε συστηματικά; Πόσες φορές την εβδομάδα; Για πόσα χρόνια;

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

.....

19. Έχετε ασχοληθεί ποτέ με υδάτινες αθλητικές δραστηριότητες όπως κολύμβηση, υδατοσφαίριση, συγχρονισμένη κολύμβηση και ελεύθερη κατάδυση; Αν ναι, πριν από πόσο καιρό;.....

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

20. Θεωρείτε ότι η φυσική σας κατάσταση είναι:

α) Χαμηλή β) Μέτρια γ) Καλή δ) Πολύ καλή ε) Άριστη

21. Έχεις εσύ ή κάποιος πρώτου βαθμού συγγενής σου ευαισθησία στο θερμό περιβάλλον;

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

22. Έχεις εσύ ή κάποιος πρώτου βαθμού συγγενής σου επιδείξει δυσανεξία στο θερμό περιβάλλον;

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

23. Έχεις εσύ ή κάποιος πρώτου βαθμού συγγενής σου πάθει θερμοπληξία ή εκδηλώσει λιποθυμικές τάσεις στο θερμό περιβάλλον;

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**Διάβασα κατανόησα και συμπλήρωσα το παρόν ερωτηματολόγιο. Δηλώνω ότι μπορώ να συμμετέχω στις πειραματικές μετρήσεις.**

Υπογραφή δοκιμαζόμενου

Υπογραφή μάρτυρα

Υπογραφή ερευνητή

Ονομ/μο μάρτυρα

Ονομ/μο ερευνητή

### 7.3 Αρχικά δεδομένα

#### 1<sup>ο</sup> Πείραμα

**Πίνακας 7.1.** Η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος για το χρονικό διάστημα ηρεμίας (3 λεπτών) πριν την έναρξη των πειραματικών διαδικασιών είτε της συνθήκης πρόψυξης είτε της συνθήκης ελέγχου.

| Ηρεμία (3 λεπτών) πριν την έναρξη της συνθήκης<br>πρόψυξης |      |      |      | Ηρεμία (3 λεπτών) πριν την<br>έναρξη της συνθήκης ελέγχου |      |      |
|------------------------------------------------------------|------|------|------|-----------------------------------------------------------|------|------|
| Δοκιμαζόμενοι                                              | 0-1  | 1-2  | 2-3  | 0-1                                                       | 1-2  | 2-3  |
| A.Γ                                                        | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,5                                                      | 37,5 | 37,5 |
| X.Δ                                                        | 37,3 | 37,3 | 37,3 | 37,6                                                      | 37,6 | 37,6 |
| B.K                                                        | 37,9 | 37,9 | 37,9 | 37,7                                                      | 37,7 | 37,7 |
| A.K                                                        | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 37,6                                                      | 37,6 | 37,6 |
| Π.Μ                                                        | 37,9 | 37,9 | 37,9 | 37,5                                                      | 37,5 | 37,5 |
| Δ.Μ                                                        | 37,6 | 37,6 | 37,6 | 37,7                                                      | 37,6 | 37,6 |
| Σ.Ν                                                        | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,5                                                      | 37,5 | 37,5 |
| <b>ΜΟ</b>                                                  | 37,6 | 37,6 | 37,6 | 37,6                                                      | 37,6 | 37,6 |
| <b>SE</b>                                                  | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09                                                      | 0,07 | 0,07 |

Παράρτημα

**Πίνακας 7.2.** Η θερμοκρασία πυρήνα (T<sub>c</sub>) του σώματος κατά την 20λεπτη περίοδο στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Χρονικό διάστημα 20λεπτης πρόψυξης                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| A.Γ                                                  | 37,69 | 37,69 | 37,70 | 37,70 | 37,71 | 37,71 | 37,72 | 37,73 | 37,74 | 37,75 | 37,75 | 37,76 | 37,77 | 37,78 | 37,78 | 37,79 | 37,79 | 37,80 | 37,80 | 37,81 |
| X.Δ                                                  | 37,37 | 37,37 | 37,36 | 37,35 | 37,35 | 37,35 | 37,36 | 37,35 | 37,35 | 37,28 | 37,29 | 37,33 | 37,37 | 37,38 | 37,41 | 37,42 | 37,42 | 37,42 | 37,44 | 37,44 |
| B.K                                                  | 37,89 | 37,88 | 37,87 | 37,86 | 37,86 | 37,87 | 37,87 | 37,88 | 37,89 | 37,89 | 37,88 | 37,88 | 37,88 | 37,88 | 37,88 | 37,88 | 37,89 | 37,89 | 37,89 | 37,89 |
| A.K                                                  | 37,45 | 37,44 | 37,46 | 37,48 | 37,49 | 37,50 | 37,51 | 37,52 | 37,52 | 37,53 | 37,53 | 37,54 | 37,54 | 37,55 | 37,54 | 37,53 | 37,54 | 37,54 | 37,54 | 37,54 |
| Π.Μ                                                  | 37,88 | 37,88 | 37,87 | 37,87 | 37,86 | 37,85 | 37,84 | 37,82 | 37,82 | 37,81 | 37,80 | 37,79 | 37,79 | 37,78 | 37,78 | 37,77 | 37,76 | 37,75 | 37,75 | 37,74 |
| Δ.Μ                                                  | 38,24 | 38,44 | 38,43 | 38,43 | 37,77 | 37,61 | 37,67 | 37,71 | 37,75 | 37,77 | 37,81 | 37,79 | 37,80 | 37,83 | 37,83 | 37,84 | 37,85 | 37,87 | 37,88 | 37,88 |
| Σ.Ν                                                  | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,66 | 37,67 | 37,68 | 37,70 | 37,71 | 37,72 | 37,73 | 37,74 | 37,75 | 37,76 | 37,76 | 37,77 | 37,77 | 37,77 | 37,78 |
| ΜΟ                                                   | 37,74 | 37,77 | 37,76 | 37,76 | 37,67 | 37,65 | 37,66 | 37,67 | 37,68 | 37,68 | 37,69 | 37,69 | 37,70 | 37,71 | 37,71 | 37,71 | 37,72 | 37,72 | 37,73 | 37,73 |
| SE                                                   | 0,11  | 0,13  | 0,13  | 0,13  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,08  | 0,08  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,06  | 0,06  | 0,06  | 0,07  | 0,06  | 0,06  |
| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής (Συνθήκη ελέγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| A.Γ                                                  | 37,53 | 37,52 | 37,52 | 37,51 | 37,50 | 37,51 | 37,50 | 37,49 | 37,49 | 37,47 | 37,49 | 37,57 | 37,57 | 37,55 | 37,53 | 37,54 | 37,54 | 37,56 | 37,55 | 37,56 |
| X.Δ                                                  | 37,34 | 37,34 | 37,35 | 37,35 | 37,35 | 37,36 | 37,36 | 37,36 | 37,37 | 37,37 | 37,37 | 37,37 | 37,38 | 37,37 | 37,37 | 37,37 | 37,37 | 37,37 | 37,37 | 37,38 |
| B.K                                                  | 37,70 | 37,69 | 37,69 | 37,70 | 37,70 | 37,69 | 37,70 | 37,69 | 37,67 | 37,66 | 37,65 | 37,64 | 37,66 | 37,65 | 37,64 | 37,64 | 37,64 | 37,63 | 37,64 | 37,66 |
| A.K                                                  | 37,57 | 37,56 | 37,54 | 37,53 | 37,53 | 37,53 | 37,51 | 37,50 | 37,48 | 37,50 | 37,49 | 37,49 | 37,50 | 37,50 | 37,49 | 37,48 | 37,47 | 37,46 | 37,46 | 37,46 |
| Π.Μ                                                  | 37,55 | 37,55 | 37,55 | 37,55 | 37,55 | 37,56 | 37,55 | 37,55 | 37,56 | 37,56 | 37,55 | 37,54 | 37,54 | 37,54 | 37,55 | 37,55 | 37,55 | 37,55 | 37,55 | 37,55 |
| Δ.Μ                                                  | 37,71 | 37,71 | 37,71 | 37,72 | 37,69 | 37,68 | 37,68 | 37,67 | 37,65 | 37,63 | 37,64 | 37,66 | 37,65 | 37,64 | 37,62 | 37,64 | 37,65 | 37,60 | 37,62 | 37,62 |
| Σ.Ν                                                  | 37,46 | 37,45 | 37,45 | 37,44 | 37,44 | 37,43 | 37,43 | 37,43 | 37,43 | 37,42 | 37,42 | 37,41 | 37,42 | 37,42 | 37,41 | 37,40 | 37,40 | 37,39 | 37,39 | 37,38 |
| ΜΟ                                                   | 37,55 | 37,54 | 37,54 | 37,54 | 37,54 | 37,54 | 37,53 | 37,53 | 37,52 | 37,52 | 37,51 | 37,53 | 37,53 | 37,52 | 37,51 | 37,52 | 37,52 | 37,51 | 37,51 | 37,51 |
| SE                                                   | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04  |

***Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη***

**Πίνακας 7.3.** Η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη πρόψυξης) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                 | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| A.Γ                                           | 37,73 | 37,75 | 37,79 | 37,84 | 37,88 | 37,91 | 37,98 | 38,05 | 38,11 | 38,18 | 38,26 | 38,33 | 38,38 | 38,43 | 38,48 | 38,56 | 38,61 | 38,67 | 38,77 | 38,80 | 38,81 | 38,81 | 38,82 |
| X.Δ                                           | 37,14 | 37,18 | 37,24 | 37,34 | 37,47 | 37,59 | 37,69 | 37,77 | 37,84 | 37,89 | 37,98 | 38,20 | 38,31 | 38,36 | 38,45 | 38,51 | 38,55 | 38,56 | 38,57 | 38,40 | 38,66 | 38,82 | 38,87 |
| B.K                                           | 37,70 | 37,66 | 37,63 | 37,60 | 37,57 | 37,70 | 37,88 | 37,92 | 37,94 | 37,95 | 37,96 | 37,98 | 37,98 | 38,00 | 38,03 | 38,10 | 38,11 | 38,16 | 38,18 | 38,16 | 38,11 | 38,23 | 38,33 |
| A.K                                           | 37,48 | 37,53 | 37,57 | 37,62 | 37,69 | 37,74 | 37,82 | 37,88 | 37,94 | 38,02 | 38,08 | 38,14 | 38,21 | 38,28 | 38,36 | 38,42 | 38,47 |       |       |       |       |       |       |
| Π.Μ                                           | 37,69 | 37,72 | 37,78 | 37,88 | 37,97 | 38,06 | 38,15 | 38,25 | 38,32 | 38,39 | 38,44 | 38,50 | 38,55 | 38,62 | 38,67 | 38,74 | 38,81 | 38,87 | 38,93 | 38,99 | 39,06 | 39,11 | 39,16 |
| Δ.Μ                                           | 37,70 | 37,69 | 37,70 | 37,78 | 37,84 | 37,92 | 37,98 | 38,01 | 38,01 | 38,06 | 38,11 | 38,17 | 38,19 | 38,21 | 38,16 | 38,19 | 38,26 | 38,37 | 38,25 | 38,12 | 38,47 | 38,61 | 38,68 |
| Σ.Ν                                           | 37,72 | 37,73 | 37,75 | 37,80 | 37,85 | 37,90 | 38,01 | 38,13 | 38,23 | 38,30 | 38,35 | 38,41 | 38,46 | 38,51 | 38,56 | 38,59 | 38,63 | 38,70 | 38,77 | 38,80 | 38,83 | 38,85 | 38,87 |
| ΜΟ                                            | 37,59 | 37,61 | 37,64 | 37,69 | 37,75 | 37,83 | 37,93 | 38,00 | 38,06 | 38,11 | 38,17 | 38,25 | 38,30 | 38,34 | 38,39 | 38,44 | 38,49 | 38,56 | 38,58 | 38,54 | 38,66 | 38,74 | 38,79 |
| SE                                            | 0,08  | 0,08  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,06  | 0,06  | 0,06  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,08  | 0,08  | 0,09  | 0,09  | 0,10  | 0,12  | 0,15  | 0,14  | 0,12  | 0,11  |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                 | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| A.Γ                                           | 37,50 | 37,54 | 37,61 | 37,69 | 37,74 | 37,80 | 37,87 | 37,96 | 38,02 | 38,07 | 38,12 | 38,19 | 38,24 | 38,30 | 38,34 | 38,37 | 38,37 | 38,39 | 38,43 | 38,46 | 38,45 | 38,48 | 38,53 |
| X.Δ                                           | 37,44 | 37,48 | 37,55 | 37,62 | 37,71 | 37,83 | 37,94 | 38,07 | 38,18 | 38,30 | 38,37 | 38,46 | 38,55 | 38,64 | 38,72 | 38,78 | 38,85 | 38,92 | 38,98 | 39,05 | 39,12 | 39,17 | 39,23 |
| B.K                                           | 37,56 | 37,68 | 37,81 | 37,91 | 38,02 | 38,14 | 38,20 | 38,27 | 38,36 | 38,49 | 38,62 | 38,73 | 38,80 | 38,92 | 39,01 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| A.K                                           | 37,58 | 37,65 | 37,75 | 37,87 | 37,96 | 38,05 | 38,13 | 38,20 | 38,26 | 38,33 | 38,40 | 38,45 | 38,51 | 38,56 | 38,62 | 38,71 | 38,75 |       |       |       |       |       |       |
| Π.Μ                                           | 37,59 | 37,62 | 37,65 | 37,71 | 37,80 | 37,89 | 37,98 | 38,05 | 38,11 | 38,06 | 38,26 | 38,34 | 38,43 | 38,51 | 38,59 | 38,66 | 38,72 | 38,78 | 38,83 | 38,92 | 39,00 | 39,05 | 39,03 |
| Δ.Μ                                           | 37,71 | 37,76 | 37,80 | 37,87 | 37,91 | 37,98 | 38,05 | 38,12 | 38,14 | 38,15 | 38,12 | 38,15 | 38,12 | 38,14 | 38,15 | 38,15 | 38,17 | 38,18 | 38,13 | 38,24 | 38,39 | 38,42 | 38,45 |
| Σ.Ν                                           | 37,37 | 37,41 | 37,47 | 37,53 | 37,59 | 37,66 | 37,72 | 37,78 | 37,84 | 37,91 | 37,97 | 38,05 | 38,11 | 38,18 | 38,25 | 38,31 | 38,37 | 38,43 | 38,49 | 38,55 | 38,61 | 38,67 | 38,72 |
| ΜΟ                                            | 37,54 | 37,59 | 37,66 | 37,74 | 37,82 | 37,91 | 37,98 | 38,06 | 38,13 | 38,19 | 38,26 | 38,34 | 38,40 | 38,46 | 38,53 | 38,50 | 38,54 | 38,54 | 38,57 | 38,64 | 38,71 | 38,76 | 38,79 |
| SE                                            | 0,04  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,06  | 0,06  | 0,06  | 0,06  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  | 0,10  | 0,10  | 0,11  | 0,10  | 0,11  | 0,14  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  |

**Πίνακας 7.4.** Η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος κατά τη 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη πρόψυξης |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                         | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| A.Γ                                   | 38,62 | 38,54 | 38,52 | 38,48 | 38,39 | 38,36 | 38,34 | 38,30 | 38,31 | 38,31 | 38,30 | 38,27 | 38,26 | 38,28 | 38,28 |
| X.Δ                                   | 38,94 | 38,96 | 38,98 | 38,97 | 38,95 | 38,95 | 38,95 | 38,97 | 38,99 | 39,01 | 39,05 | 38,92 | 38,86 | 38,74 | 38,72 |
| B.K                                   | 38,83 | 38,84 | 38,82 | 38,81 | 38,78 | 38,75 | 38,73 | 38,69 | 38,67 | 38,62 | 38,59 | 38,51 | 38,47 | 38,45 | 38,43 |
| A.K                                   | 38,53 | 38,56 | 38,54 | 38,55 | 38,53 | 38,51 | 38,50 | 38,47 | 38,44 | 38,42 | 38,31 | 38,26 | 38,22 | 38,20 | 38,22 |
| Π.Μ                                   | 39,00 | 38,96 | 38,89 | 38,82 | 38,77 | 38,75 | 38,72 | 38,68 | 38,63 | 38,59 | 38,55 | 38,49 | 38,50 | 38,48 | 38,45 |
| Δ.Μ                                   | 38,44 | 38,45 | 38,42 | 38,44 | 38,46 | 38,46 | 38,48 | 38,47 | 38,43 | 38,43 | 38,36 | 38,33 | 38,23 | 38,20 | 38,22 |
| Σ.Ν                                   | 38,63 | 38,62 | 38,64 | 38,65 | 38,64 | 38,61 | 38,59 | 38,59 | 38,60 | 38,59 | 38,56 | 38,46 | 38,46 | 38,41 | 38,39 |
| ΜΟ                                    | 38,71 | 38,70 | 38,69 | 38,67 | 38,65 | 38,63 | 38,62 | 38,60 | 38,58 | 38,57 | 38,53 | 38,46 | 38,43 | 38,40 | 38,39 |
| SE                                    | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,07  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,09  | 0,10  | 0,09  | 0,09  | 0,07  | 0,07  |
| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ελέγχου  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                         | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| A.Γ                                   | 38,65 | 38,61 | 38,61 | 38,61 | 38,60 | 38,60 | 38,60 | 38,60 | 38,59 | 38,56 | 38,55 | 38,51 | 38,45 | 38,47 | 38,40 |
| X.Δ                                   | 39,15 | 39,13 | 39,11 | 39,08 | 39,03 | 39,00 | 38,97 | 38,94 | 38,91 | 38,88 | 38,85 | 38,84 | 38,82 | 38,80 | 38,78 |
| B.K                                   | 39,05 | 39,06 | 39,04 | 39,03 | 39,02 | 39,00 | 38,98 | 38,95 | 38,92 | 38,89 | 38,86 | 38,83 | 38,80 | 38,77 | 38,74 |
| A.K                                   | 38,48 | 38,47 | 38,44 | 38,44 | 38,41 | 38,38 | 38,36 | 38,34 | 38,32 | 38,29 | 38,25 | 38,26 | 38,26 | 38,23 | 38,21 |
| Π.Μ                                   | 38,72 | 38,64 | 38,58 | 38,52 | 38,46 | 38,36 | 38,29 | 38,09 | 37,87 | 38,00 | 38,04 | 37,97 | 37,92 | 37,95 | 37,97 |
| Δ.Μ                                   | 38,25 | 38,12 | 38,06 | 38,00 | 37,95 | 37,92 | 37,92 | 37,93 | 37,90 | 37,85 | 37,84 | 37,92 | 37,88 | 37,88 | 37,86 |
| Σ.Ν                                   | 38,60 | 38,59 | 38,56 | 38,56 | 38,52 | 38,48 | 38,46 | 38,45 | 38,47 | 38,50 | 38,52 | 38,50 | 38,41 | 38,38 | 38,38 |
| ΜΟ                                    | 38,70 | 38,66 | 38,63 | 38,60 | 38,57 | 38,54 | 38,51 | 38,47 | 38,43 | 38,42 | 38,41 | 38,40 | 38,36 | 38,36 | 38,33 |
| SE                                    | 0,12  | 0,13  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,15  | 0,16  | 0,15  | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,13  |

**Πίνακας 7.5.** Η θερμοκρασία πυρήνα (T<sub>c</sub>) του σώματος κατά τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη πρόψυξης)</b> |            |            |            |            |            |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| <b>A.Γ</b>                                           | 38,29      | 38,36      | 38,44      | 38,45      | 38,50      |
| <b>X.Δ</b>                                           | 38,54      | 38,47      | 38,37      | 38,24      | 38,12      |
| <b>B.K</b>                                           | 38,29      | 38,31      | 38,32      | 38,33      | 38,33      |
| <b>A.K</b>                                           | 38,09      | 38,07      | 38,09      | 38,14      | 38,18      |
| <b>Π.Μ</b>                                           | 38,27      | 38,31      | 38,33      | 38,35      | 38,30      |
| <b>Δ.Μ</b>                                           | 38,11      | 38,18      | 38,20      | 38,25      | 38,26      |
| <b>Σ.Ν</b>                                           | 38,43      | 38,47      | 38,48      | 38,53      | 38,63      |
| <b>ΜΟ</b>                                            | 38,29      | 38,31      | 38,32      | 38,33      | 38,33      |
| <b>SE</b>                                            | 0,06       | 0,06       | 0,05       | 0,05       | 0,07       |
| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη ελέγχου)</b>  |            |            |            |            |            |
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| <b>A.Γ</b>                                           | 38,19      | 38,20      | 38,23      | 38,26      | 38,31      |
| <b>X.Δ</b>                                           | 38,41      | 38,38      | 38,37      | 38,38      | 38,41      |
| <b>B.K</b>                                           | 37,82      | 38,45      | 38,66      | 38,69      | 38,74      |
| <b>A.K</b>                                           | 38,16      | 38,19      | 38,23      | 38,28      | 38,34      |
| <b>Π.Μ</b>                                           | 37,82      | 37,99      | 38,16      | 38,39      | 38,42      |
| <b>Δ.Μ</b>                                           | 38,30      | 38,35      | 38,39      | 38,37      | 38,39      |
| <b>Σ.Ν</b>                                           | 38,25      | 38,27      | 38,30      | 38,33      | 38,36      |
| <b>ΜΟ</b>                                            | 38,14      | 38,26      | 38,34      | 38,39      | 38,42      |
| <b>SE</b>                                            | 0,09       | 0,06       | 0,06       | 0,05       | 0,05       |

**Πίνακας 7.6.** Η θερμοκρασία πήχης (Tarm) του σώματος κατά την 20λεπτη περίοδο στη συνθήκη πρόνυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Χρονικό διάστημα 20λεπτης πρόνυξης |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                      | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| A.Γ                                | 31,25 | 30,22 | 38,03 | 38,46 | 38,64 | 38,73 | 38,78 | 38,81 | 38,84 | 38,86 | 38,88 | 38,90 | 38,91 | 38,92 | 38,93 | 38,94 | 38,95 | 38,95 | 38,96 | 38,97 |
| X.Δ                                | 28,97 | 24,98 | 24,05 | 24,81 | 25,29 | 25,55 | 25,81 | 26,03 | 26,15 | 26,56 | 26,89 | 27,05 | 27,09 | 27,05 | 26,91 | 26,74 | 26,58 | 26,35 | 26,20 | 26,05 |
| B.Κ                                | 31,94 | 31,49 | 31,45 | 31,32 | 31,13 | 31,10 | 31,15 | 31,18 | 31,21 | 31,21 | 31,20 | 31,15 | 31,12 | 31,04 | 30,99 | 30,84 | 30,73 | 30,70 | 30,71 | 30,54 |
| A.Κ                                | 34,75 | 34,24 | 33,65 | 33,00 | 32,75 | 32,74 | 32,70 | 32,68 | 32,69 | 32,83 | 32,91 | 32,88 | 33,04 | 33,14 | 32,25 | 32,40 | 32,86 | 33,23 | 33,49 | 33,72 |
| Π.Μ                                | 32,18 | 32,22 | 32,24 | 32,23 | 33,55 | 34,64 | 34,91 | 35,26 | 35,66 | 35,98 | 36,23 | 36,47 | 36,74 | 36,93 | 37,01 | 37,02 | 37,15 | 37,22 | 37,26 | 37,15 |
| Δ.Μ                                | 31,87 | 31,14 | 31,92 | 31,97 | 30,80 | 30,03 | 31,57 | 31,85 | 31,57 | 31,28 | 31,08 | 30,17 | 30,18 | 28,94 | 27,77 | 29,22 | 30,26 | 29,60 | 29,19 | 29,87 |
| Σ.Ν                                | 27,77 | 27,26 | 26,92 | 26,51 | 26,34 | 26,13 | 26,04 | 25,99 | 25,81 | 25,76 | 25,73 | 25,79 | 25,87 | 25,94 | 25,96 | 25,95 | 25,94 | 25,91 | 25,88 | 25,89 |
| MO                                 | 31,25 | 30,22 | 30,04 | 29,97 | 29,98 | 30,03 | 30,36 | 30,50 | 30,52 | 30,60 | 30,67 | 30,58 | 30,67 | 30,51 | 30,15 | 30,36 | 30,59 | 30,50 | 30,45 | 30,54 |
| SE                                 | 0,86  | 1,18  | 1,72  | 1,69  | 1,70  | 1,76  | 1,75  | 1,75  | 1,78  | 1,78  | 1,78  | 1,79  | 1,81  | 1,85  | 1,90  | 1,86  | 1,86  | 1,91  | 1,94  | 1,93  |

| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής (Συνθήκη ελέγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| A.Γ                                                  | 32,23 | 32,24 | 32,26 | 32,27 | 32,28 | 32,29 | 32,30 | 32,31 | 32,32 | 32,33 | 32,34 | 32,35 | 32,35 | 32,36 | 32,37 | 32,38 | 32,39 | 32,39 | 32,40 | 32,40 |
| X.Δ                                                  | 34,97 | 34,90 | 34,66 | 35,19 | 34,51 | 34,38 | 34,37 | 34,25 | 34,13 | 35,24 | 33,79 | 33,89 | 33,85 | 33,74 | 33,72 | 33,56 | 33,53 | 33,53 | 33,40 | 33,42 |
| B.Κ                                                  | 33,83 | 33,86 | 33,80 | 33,73 | 33,70 | 33,73 | 33,82 | 34,11 | 34,20 | 34,17 | 34,16 | 34,26 | 34,31 | 34,40 | 34,42 | 34,37 | 34,19 | 34,12 | 34,22 | 34,20 |
| A.Κ                                                  | 37,96 | 38,01 | 38,09 | 38,02 | 37,68 | 37,74 | 37,52 | 37,50 | 37,50 | 37,64 | 37,51 | 37,57 | 37,60 | 37,66 | 37,71 | 37,82 | 37,78 | 37,78 | 37,81 | 37,72 |
| Π.Μ                                                  | 34,69 | 34,79 | 34,98 | 35,07 | 35,15 | 35,19 | 35,30 | 35,37 | 35,37 | 35,25 | 35,29 | 35,35 | 35,36 | 35,48 | 35,50 | 35,52 | 35,65 | 35,69 | 35,69 | 35,77 |
| Δ.Μ                                                  | 34,99 | 35,05 | 35,08 | 35,19 | 35,01 | 34,99 | 34,97 | 35,03 | 35,02 | 35,24 | 34,95 | 35,02 | 35,03 | 35,06 | 35,09 | 35,08 | 35,05 | 35,08 | 35,10 | 35,11 |
| Σ.Ν                                                  | 33,49 | 33,71 | 33,89 | 33,93 | 34,01 | 33,92 | 33,87 | 33,90 | 33,91 | 33,91 | 33,97 | 34,01 | 34,04 | 34,02 | 34,08 | 34,15 | 34,12 | 34,28 | 34,37 | 34,44 |
| MO                                                   | 34,99 | 35,05 | 35,08 | 35,19 | 35,01 | 34,99 | 34,97 | 35,03 | 35,02 | 35,24 | 34,95 | 35,02 | 35,03 | 35,06 | 35,09 | 35,08 | 35,05 | 35,08 | 35,10 | 35,11 |
| SE                                                   | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,63  | 0,64  | 0,61  | 0,60  | 0,60  | 0,62  | 0,61  | 0,61  | 0,61  | 0,63  | 0,63  | 0,65  | 0,65  | 0,65  | 0,66  | 0,65  |

### Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.7.** Η θερμοκρασία πύλη (Tarm) του σώματος κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη πρόψυξης) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                 | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| A.Γ                                           | 38,55 | 38,72 | 38,82 | 38,51 | 38,75 | 38,82 | 38,82 | 39,83 | 38,78 | 38,82 | 38,83 | 38,76 | 38,18 | 38,66 | 38,81 | 38,84 | 38,79 | 38,83 | 38,68 | 38,83 | 38,79 | 38,67 | 38,75 |
| X.Δ                                           | 30,79 | 31,76 | 32,81 | 33,72 | 34,79 | 35,10 | 35,41 | 36,12 | 36,43 | 36,23 | 36,49 | 36,97 | 38,01 | 38,22 | 39,10 | 38,59 | 39,38 | 39,59 | 37,28 | 37,34 | 37,08 | 39,05 | 38,40 |
| B.Κ                                           | 31,15 | 31,74 | 32,26 | 32,71 | 32,60 | 32,81 | 33,19 | 34,01 | 34,18 | 33,88 | 33,22 | 33,27 | 33,30 | 33,34 | 33,42 | 33,30 |       |       |       |       |       |       |       |
| A.Κ                                           | 35,59 | 35,82 | 35,97 | 35,95 | 36,49 | 37,58 | 39,06 | 39,68 | 39,27 | 39,07 | 39,31 | 39,70 | 39,63 | 39,83 | 40,30 | 40,24 | 40,68 |       |       |       |       |       |       |
| Π.Μ                                           | 38,65 | 38,96 | 39,30 | 39,50 | 39,50 | 39,64 | 39,59 | 39,56 | 39,92 | 39,92 | 39,42 | 40,45 | 40,34 | 38,92 | 39,02 | 39,84 | 40,78 | 40,85 | 41,13 | 41,49 | 41,11 | 41,74 | 41,67 |
| Δ.Μ                                           | 31,63 | 32,10 | 32,12 | 30,10 | 32,27 | 32,31 | 32,33 | 32,22 | 32,13 | 31,76 | 31,57 | 31,02 | 32,21 | 32,18 | 31,81 | 31,57 | 32,16 | 32,07 | 32,11 | 32,56 | 32,17 | 31,61 | 31,63 |
| Σ.Ν                                           | 31,05 | 32,06 | 32,15 | 32,30 | 32,07 | 32,67 | 33,83 | 34,03 | 34,14 | 35,20 | 34,94 | 34,49 | 35,29 | 34,37 | 33,46 | 33,89 | 35,32 | 34,82 | 35,09 | 35,17 | 37,90 | 38,29 | 37,18 |
| MO                                            | 33,15 | 33,74 | 34,10 | 34,05 | 34,62 | 35,02 | 35,57 | 35,94 | 36,01 | 36,01 | 35,83 | 35,98 | 36,46 | 36,14 | 36,18 | 36,24 | 37,66 | 36,83 | 36,41 | 36,64 | 37,07 | 37,67 | 37,22 |
| SE                                            | 1,36  | 1,26  | 1,22  | 1,30  | 1,18  | 1,18  | 1,16  | 1,21  | 1,14  | 1,14  | 1,18  | 1,34  | 1,19  | 1,17  | 1,32  | 1,35  | 1,40  | 1,64  | 1,54  | 1,53  | 1,47  | 1,68  | 1,65  |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                 | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| A.Γ                                           | 33,90 | 33,75 | 33,25 | 32,74 | 33,96 | 33,11 | 31,91 | 33,35 | 32,29 | 31,98 | 32,36 | 32,33 | 32,36 | 32,25 | 31,96 | 32,27 | 32,33 | 31,99 | 32,29 | 32,25 | 32,04 | 32,02 | 32,06 |
| X.Δ                                           | 36,01 | 36,60 | 37,47 | 37,99 | 38,68 | 39,53 | 39,79 | 38,27 | 38,02 | 37,67 | 37,06 | 36,56 | 37,38 | 36,22 | 37,30 | 38,48 | 39,05 | 37,93 | 37,01 | 38,00 | 37,61 | 38,22 | 38,06 |
| B.Κ                                           | 34,93 | 34,91 | 34,93 | 35,03 | 35,48 | 35,62 | 35,66 | 35,72 | 35,51 | 35,43 | 34,85 | 35,09 | 34,89 | 34,55 | 35,20 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| A.Κ                                           | 37,97 | 38,40 | 38,48 | 38,51 | 38,99 | 40,14 | 40,98 | 41,40 | 41,60 | 42,12 | 41,76 | 41,89 | 42,09 | 42,33 | 42,37 | 42,14 | 42,31 |       |       |       |       |       |       |
| Π.Μ                                           | 36,89 | 36,43 | 37,15 | 36,83 | 36,36 | 36,51 | 37,57 | 37,36 | 37,16 | 37,08 | 35,79 | 34,52 | 34,80 | 35,54 | 35,40 | 35,01 | 36,45 | 35,59 | 35,24 | 36,51 | 38,17 | 36,73 | 37,30 |
| Δ.Μ                                           | 36,64 | 37,04 | 37,43 | 37,33 | 37,49 | 37,89 | 38,60 | 38,38 | 38,31 | 38,21 | 38,43 | 38,21 | 38,53 | 38,57 | 38,95 | 39,06 | 39,54 | 38,18 | 37,70 | 38,53 | 38,86 | 38,81 | 39,03 |
| Σ.Ν                                           | 37,14 | 37,91 | 37,91 | 37,24 | 37,24 | 37,40 | 38,53 | 38,81 | 38,76 | 38,25 | 39,12 | 39,86 | 39,87 | 40,19 | 40,73 | 40,62 | 40,37 | 41,00 | 40,83 | 41,08 | 40,80 | 41,47 | 41,72 |
| MO                                            | 36,60 | 36,88 | 37,23 | 37,15 | 37,37 | 37,85 | 38,52 | 38,32 | 38,23 | 38,13 | 37,84 | 37,69 | 37,93 | 37,90 | 38,32 | 39,06 | 39,54 | 38,18 | 37,70 | 38,53 | 38,86 | 38,81 | 39,03 |
| SE                                            | 0,53  | 0,62  | 0,71  | 0,75  | 0,67  | 0,90  | 1,14  | 0,96  | 1,10  | 1,16  | 1,16  | 1,25  | 1,27  | 1,31  | 1,35  | 1,50  | 1,43  | 1,51  | 1,41  | 1,46  | 1,47  | 1,56  | 1,58  |

Πίνακας 7.8. Η θερμοκρασία πήχης (Tarm) του σώματος κατά τη 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη πρόψυξης |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                         | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| A.Γ                                   | 38,83 | 38,83 | 38,84 | 38,84 | 38,86 | 38,87 | 38,87 | 38,88 | 38,88 | 38,90 | 38,92 | 38,92 | 38,92 | 38,88 | 38,89 |
| X.Δ                                   | 32,21 | 30,38 | 29,10 | 29,51 | 30,81 | 32,23 | 32,84 | 33,28 | 33,61 | 33,79 | 33,88 | 33,58 | 33,28 | 32,78 | 32,05 |
| B.K                                   | 30,37 | 30,72 | 31,48 | 32,04 | 32,52 | 32,87 | 32,99 | 32,99 | 32,90 | 32,91 | 32,90 | 32,53 | 32,27 | 32,17 | 32,14 |
| A.K                                   | 36,65 | 36,31 | 36,07 | 36,36 | 36,07 | 36,66 | 37,21 | 37,48 | 37,62 | 37,84 | 35,72 | 37,55 | 37,47 | 37,47 | 37,60 |
| Π.Μ                                   | 35,91 | 36,73 | 37,36 | 37,87 | 38,14 | 37,47 | 36,85 | 36,54 | 36,40 | 36,29 | 36,13 | 35,64 | 35,36 | 34,99 | 35,14 |
| Δ.Μ                                   | 31,80 | 32,08 | 31,68 | 31,38 | 31,68 | 31,63 | 31,66 | 31,71 | 31,75 | 32,04 | 32,07 | 31,86 | 31,76 | 31,39 | 30,98 |
| Σ.Ν                                   | 28,13 | 27,40 | 26,94 | 27,09 | 27,66 | 28,36 | 28,82 | 28,98 | 28,98 | 29,49 | 30,26 | 30,36 | 30,48 | 29,70 | 29,64 |
| MO                                    | 32,51 | 32,27 | 32,10 | 32,38 | 32,81 | 33,20 | 33,40 | 33,49 | 33,54 | 33,73 | 33,49 | 33,59 | 33,44 | 33,09 | 32,92 |
| SE                                    | 1,44  | 1,56  | 1,68  | 1,68  | 1,56  | 1,42  | 1,35  | 1,33  | 1,32  | 1,27  | 1,09  | 1,18  | 1,18  | 1,26  | 1,32  |
| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ελέγχου  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                         | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| A.Γ                                   | 31,63 | 31,97 | 32,07 | 32,09 | 32,19 | 32,31 | 32,33 | 32,34 | 32,34 | 32,34 | 32,27 | 32,28 | 32,29 | 32,31 | 32,31 |
| X.Δ                                   | 36,90 | 36,90 | 36,95 | 36,41 | 36,36 | 36,05 | 35,66 | 35,12 | 34,55 | 33,55 | 33,07 | 32,65 | 32,59 | 32,10 | 31,89 |
| B.K                                   | 35,33 | 35,26 | 35,37 | 35,15 | 34,86 | 34,81 | 34,89 | 35,10 | 35,22 | 35,20 | 35,00 | 34,60 | 34,36 | 34,71 | 34,54 |
| A.K                                   | 40,47 | 40,21 | 39,85 | 39,79 | 39,67 | 39,51 | 39,37 | 39,49 | 39,51 | 39,36 | 39,68 | 39,60 | 39,39 | 39,06 | 38,93 |
| Π.Μ                                   | 37,28 | 37,30 | 37,60 | 37,71 | 37,66 | 37,54 | 37,41 | 37,27 | 37,21 | 36,97 | 36,42 | 36,13 | 35,98 | 34,90 | 34,92 |
| Δ.Μ                                   | 37,75 | 37,66 | 37,62 | 37,48 | 37,29 | 37,11 | 36,98 | 36,88 | 36,80 | 36,55 | 36,36 | 36,09 | 35,90 | 35,55 | 35,46 |
| Σ.Ν                                   | 38,75 | 38,60 | 38,35 | 38,34 | 37,88 | 37,62 | 37,59 | 37,40 | 37,52 | 37,68 | 37,64 | 37,47 | 37,16 | 36,97 | 37,03 |
| MO                                    | 37,75 | 37,66 | 37,62 | 37,48 | 37,29 | 37,11 | 36,98 | 36,88 | 36,80 | 36,55 | 36,36 | 36,09 | 35,90 | 35,55 | 35,46 |
| SE                                    | 1,06  | 0,99  | 0,94  | 0,95  | 0,92  | 0,88  | 0,86  | 0,86  | 0,88  | 0,92  | 0,97  | 0,98  | 0,95  | 0,93  | 0,94  |

**Πίνακας 7.9.** Η θερμοκρασία πήχης (Tarm) του σώματος κατά τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη πρόψυξης)</b> |            |            |            |            |            |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| A.Γ                                                  | 38,87      | 38,84      | 38,82      | 38,57      | 38,55      |
| X.Δ                                                  | 35,01      | 35,92      | 36,49      | 37,19      | 37,78      |
| B.K                                                  | 35,10      | 35,54      | 36,12      | 36,75      | 36,86      |
| A.K                                                  | 37,92      | 38,28      | 39,05      | 40,14      | 40,64      |
| Π.Μ                                                  | 38,35      | 38,39      | 38,47      | 38,71      | 39,05      |
| Δ.Μ                                                  | 31,86      | 32,23      | 32,26      | 32,92      | 31,70      |
| Σ.Ν                                                  | 32,35      | 32,85      | 34,31      | 34,79      | 35,14      |
| ΜΟ                                                   | 35,10      | 35,54      | 36,12      | 36,75      | 36,86      |
| SE                                                   | 1,08       | 1,02       | 0,96       | 0,94       | 1,11       |
| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη ελέγχου)</b>  |            |            |            |            |            |
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| A.Γ                                                  | 32,42      | 32,40      | 32,31      | 32,43      | 31,71      |
| X.Δ                                                  | 33,99      | 34,27      | 35,24      | 35,99      | 37,41      |
| B.K                                                  | 35,21      | 35,88      | 36,15      | 36,08      | 36,20      |
| A.K                                                  | 38,51      | 39,32      | 40,26      | 40,84      | 41,08      |
| Π.Μ                                                  | 37,13      | 37,34      | 36,40      | 37,58      | 38,62      |
| Δ.Μ                                                  | 36,60      | 37,06      | 37,32      | 37,90      | 38,65      |
| Σ.Ν                                                  | 38,15      | 38,50      | 38,55      | 39,01      | 39,94      |
| ΜΟ                                                   | 36,60      | 37,06      | 37,32      | 37,90      | 38,65      |
| SE                                                   | 0,85       | 0,91       | 0,95       | 1,01       | 1,16       |

***Παράρτημα***

**Πίνακας 7.10.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά την 20λεπτη περίοδο στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| <b>Χρονικό διάστημα 20λεπτης πρόψυξης</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                      | <b>0-1</b> | <b>1-2</b> | <b>2-3</b> | <b>3-4</b> | <b>4-5</b> | <b>5-6</b> | <b>6-7</b> | <b>7-8</b> | <b>8-9</b> | <b>9-10</b> | <b>10-11</b> | <b>11-12</b> | <b>12-13</b> | <b>13-14</b> | <b>14-15</b> | <b>15-16</b> | <b>16-17</b> | <b>17-18</b> | <b>18-19</b> | <b>19-20</b> |
| <b>A.Γ</b>                                | 55         | 52         | 48         | 47         | 48         | 52         | 52         | 49         | 49         | 56          | 52           | 55           | 50           | 50           | 54           | 51           | 53           | 49           | 53           | 56           |
| <b>Χ.Δ</b>                                | 65         | 75         | 67         | 63         | 61         | 63         | 62         | 61         | 64         | 60          | 60           | 60           | 65           | 61           | 64           | 59           | 62           | 58           | 63           | 60           |
| <b>B.Κ</b>                                | 62         | 59         | 57         | 59         | 59         | 57         | 55         | 58         | 57         | 57          | 61           | 57           | 56           | 60           | 59           | 63           | 62           | 57           | 58           | 63           |
| <b>A.Κ</b>                                | 59         | 61         | 66         | 65         | 62         | 66         | 61         | 65         | 64         | 71          | 68           | 65           | 68           | 72           | 70           | 66           | 69           | 69           | 73           | 71           |
| <b>Π.Μ</b>                                | 76         | 77         | 72         | 79         | 70         | 71         | 71         | 68         | 67         | 66          | 63           | 65           | 59           | 64           | 67           | 70           | 69           | 65           | 74           | 70           |
| <b>Δ.Μ</b>                                | 65         | 67         | 64         | 70         | 70         | 58         | 74         | 70         | 69         | 78          | 74           | 75           | 72           | 68           | 65           | 72           | 71           | 67           | 66           | 69           |
| <b>Σ.Ν</b>                                | 73         | 81         | 78         | 77         | 75         | 72         | 73         | 70         | 76         | 76          | 71           | 75           | 72           | 72           | 70           | 71           | 74           | 82           | 72           | 76           |
| <b>ΜΟ</b>                                 | 65         | 67         | 65         | 66         | 64         | 63         | 64         | 63         | 64         | 66          | 64           | 65           | 63           | 64           | 64           | 65           | 66           | 64           | 66           | 66           |
| <b>SE</b>                                 | 2,80       | 4,03       | 3,70       | 4,16       | 3,40       | 2,83       | 3,34       | 2,89       | 3,28       | 3,40        | 2,82         | 3,04         | 3,18         | 2,95         | 2,22         | 2,87         | 2,71         | 3,99         | 3,05         | 2,64         |

| <b>Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής (Συνθήκη ελέγχου)</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                        | <b>0-1</b> | <b>1-2</b> | <b>2-3</b> | <b>3-4</b> | <b>4-5</b> | <b>5-6</b> | <b>6-7</b> | <b>7-8</b> | <b>8-9</b> | <b>9-10</b> | <b>10-11</b> | <b>11-12</b> | <b>12-13</b> | <b>13-14</b> | <b>14-15</b> | <b>15-16</b> | <b>16-17</b> | <b>17-18</b> | <b>18-19</b> | <b>19-20</b> |
| <b>A.Γ</b>                                                  | 69         | 70         | 70         | 68         | 75         | 74         | 51         | 52         | 55         | 53          | 58           | 58           | 57           | 61           | 54           | 56           | 56           | 61           | 56           | 55           |
| <b>Χ.Δ</b>                                                  | 69         | 69         | 66         | 69         | 68         | 68         | 68         | 70         | 67         | 71          | 69           | 70           | 64           | 70           | 69           | 69           | 70           | 74           | 66           | 68           |
| <b>B.Κ</b>                                                  | 65         | 68         | 65         | 65         | 67         | 67         | 68         | 75         | 75         | 75          | 67           | 75           | 70           | 70           | 64           | 65           | 70           | 74           | 71           | 66           |
| <b>A.Κ</b>                                                  | 71         | 68         | 67         | 74         | 70         | 73         | 64         | 70         | 73         | 72          | 67           | 70           | 72           | 68           | 67           | 70           | 70           | 70           | 78           | 80           |
| <b>Π.Μ</b>                                                  | 65         | 67         | 74         | 69         | 67         | 67         | 65         | 67         | 70         | 72          | 67           | 65           | 66           | 62           | 66           | 65           | 69           | 70           | 61           | 64           |
| <b>Δ.Μ</b>                                                  | 73         | 77         | 77         | 78         | 76         | 80         | 78         | 77         | 74         | 79          | 70           | 78           | 78           | 69           | 78           | 79           | 75           | 79           | 75           | 78           |
| <b>Σ.Ν</b>                                                  | 70         | 69         | 71         | 70         | 72         | 69         | 70         | 65         | 69         | 71          | 69           | 68           | 76           | 69           | 68           | 72           | 70           | 69           | 68           | 71           |
| <b>ΜΟ</b>                                                   | 69         | 70         | 70         | 70         | 71         | 71         | 66         | 68         | 69         | 70          | 67           | 69           | 69           | 67           | 67           | 68           | 69           | 71           | 68           | 69           |
| <b>SE</b>                                                   | 1,12       | 1,27       | 1,66       | 1,62       | 1,41       | 1,82       | 3,08       | 3,10       | 2,57       | 3,10        | 1,52         | 2,47         | 2,75         | 1,45         | 2,69         | 2,69         | 2,22         | 2,12         | 2,91         | 3,23         |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.11.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη πρόψυξης) |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                 | 0-1  | 2-3  | 4-5  | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| A.Γ                                           | 122  | 137  | 152  | 157  | 158  | 157   | 153   | 158   | 156   | 156   | 157   | 158   | 164   | 163   | 158   | 161   | 164   | 161   | 162   | 157   | 164   | 160   | 168   |
| X.Δ                                           | 127  | 147  | 149  | 156  | 161  | 160   | 162   | 161   | 165   | 166   | 169   | 171   | 173   | 170   | 172   | 170   | 173   | 169   | 173   | 173   | 170   | 167   | 170   |
| B.Κ                                           | 134  | 144  | 150  | 150  | 149  | 159   | 161   | 164   | 165   | 166   | 165   | 169   | 169   | 171   | 171   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| A.Κ                                           | 121  | 136  | 139  | 146  | 149  | 149   | 150   | 154   | 152   | 152   | 150   | 156   | 159   | 166   | 165   | 166   | 160   |       |       |       |       |       |       |
| Π.Μ                                           | 119  | 139  | 148  | 146  | 151  | 153   | 152   | 150   | 147   | 146   | 151   | 156   | 157   | 156   | 154   | 161   | 157   | 161   | 161   | 164   | 165   | 161   | 164   |
| Δ.Μ                                           | 122  | 123  | 143  | 146  | 142  | 151   | 150   | 154   | 152   | 150   | 145   | 155   | 157   | 156   | 162   | 160   | 160   | 165   | 172   | 163   | 159   | 165   | 167   |
| Σ.Ν                                           | 133  | 143  | 152  | 151  | 157  | 162   | 168   | 161   | 164   | 166   | 164   | 168   | 169   | 169   | 169   | 165   | 170   | 171   | 173   | 168   | 169   | 173   | 173   |
| MO                                            | 125  | 138  | 148  | 150  | 152  | 156   | 157   | 157   | 157   | 157   | 157   | 162   | 164   | 164   | 164   | 164   | 164   | 165   | 168   | 165   | 165   | 165   | 168   |
| SE                                            | 2,28 | 2,97 | 1,84 | 1,78 | 2,49 | 1,86  | 2,67  | 1,88  | 2,79  | 3,23  | 3,40  | 2,69  | 2,46  | 2,40  | 2,57  | 1,58  | 2,57  | 2,04  | 2,75  | 2,66  | 1,96  | 2,33  | 1,50  |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου)  |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                 | 0-1  | 2-3  | 4-5  | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| A.Γ                                           | 128  | 140  | 138  | 152  | 150  | 149   | 153   | 149   | 152   | 148   | 149   | 153   | 150   | 150   | 147   | 153   | 154   | 153   | 157   | 152   | 153   | 159   | 166   |
| X.Δ                                           | 139  | 153  | 149  | 156  | 160  | 164   | 166   | 166   | 167   | 164   | 164   | 166   | 166   | 173   | 173   | 170   | 170   | 176   | 175   | 170   | 173   | 173   | 173   |
| B.Κ                                           | 139  | 151  | 153  | 155  | 163  | 159   | 166   | 160   | 161   | 160   | 163   | 156   | 166   | 166   | 166   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| A.Κ                                           | 121  | 139  | 150  | 151  | 155  | 157   | 156   | 157   | 161   | 162   | 160   | 161   | 167   | 166   | 168   | 168   | 167   |       |       |       |       |       |       |
| Π.Μ                                           | 121  | 132  | 147  | 136  | 142  | 144   | 145   | 142   | 150   | 154   | 144   | 148   | 149   | 153   | 159   | 158   | 160   | 159   | 160   | 162   | 165   | 167   | 167   |
| Δ.Μ                                           | 148  | 149  | 155  | 158  | 158  | 162   | 163   | 166   | 162   | 168   | 167   | 167   | 169   | 163   | 162   | 163   | 164   | 166   | 165   | 163   | 163   | 163   | 164   |
| Σ.Ν                                           | 119  | 128  | 129  | 140  | 139  | 149   | 152   | 151   | 152   | 152   | 159   | 158   | 162   | 161   | 158   | 158   | 161   | 163   | 167   | 171   | 170   | 170   | 172   |
| MO                                            | 131  | 142  | 146  | 150  | 152  | 155   | 157   | 156   | 158   | 158   | 158   | 158   | 161   | 162   | 162   | 162   | 163   | 163   | 165   | 164   | 165   | 166   | 168   |
| SE                                            | 4,28 | 3,65 | 3,48 | 3,18 | 3,46 | 2,86  | 3,02  | 3,40  | 2,44  | 2,71  | 3,18  | 2,59  | 3,15  | 3,01  | 3,17  | 2,67  | 2,30  | 3,83  | 3,10  | 3,41  | 3,44  | 2,48  | 1,75  |

Πίνακας 7.12. Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά τη 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη πρόψυξης |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                         | 0-1  | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5  | 5-6  | 6-7  | 7-8  | 8-9  | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Α.Γ                                   | 77   | 84   | 79   | 79   | 79   | 79   | 74   | 74   | 90   | 89   | 92    | 92    | 94    | 96    | 94    |
| Χ.Δ                                   | 88   | 87   | 87   | 86   | 88   | 85   | 87   | 87   | 84   | 85   | 86    | 83    | 98    | 90    | 85    |
| Β.Κ                                   | 98   | 97   | 91   | 92   | 91   | 90   | 89   | 90   | 87   | 86   | 91    | 93    | 95    | 90    | 90    |
| Α.Κ                                   | 92   | 93   | 86   | 91   | 90   | 88   | 87   | 87   | 88   | 87   | 89    | 92    | 91    | 83    | 86    |
| Π.Μ                                   | 89   | 92   | 89   | 91   | 89   | 85   | 86   | 85   | 86   | 84   | 89    | 87    | 85    | 91    | 92    |
| Δ.Μ                                   | 104  | 105  | 100  | 99   | 103  | 103  | 98   | 96   | 98   | 93   | 94    | 95    | 97    | 108   | 102   |
| Σ.Ν                                   | 105  | 103  | 100  | 100  | 98   | 101  | 104  | 101  | 98   | 98   | 101   | 101   | 100   | 112   | 106   |
| ΜΟ                                    | 93   | 94   | 90   | 91   | 91   | 90   | 89   | 89   | 90   | 89   | 92    | 92    | 94    | 96    | 94    |
| SE                                    | 3,74 | 2,94 | 2,88 | 2,74 | 2,89 | 3,33 | 3,61 | 3,24 | 2,14 | 1,90 | 1,82  | 2,16  | 1,90  | 3,98  | 2,97  |
| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ελέγχου  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                         | 0-1  | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5  | 5-6  | 6-7  | 7-8  | 8-9  | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Α.Γ                                   | 73   | 84   | 75   | 71   | 80   | 67   | 77   | 67   | 75   | 66   | 79    | 82    | 83    | 79    | 71    |
| Χ.Δ                                   | 102  | 101  | 97   | 95   | 92   | 97   | 88   | 92   | 95   | 96   | 90    | 85    | 94    | 94    | 93    |
| Β.Κ                                   | 105  | 110  | 103  | 104  | 105  | 103  | 100  | 101  | 94   | 96   | 93    | 94    | 98    | 95    | 92    |
| Α.Κ                                   | 104  | 106  | 104  | 101  | 102  | 102  | 97   | 97   | 98   | 100  | 97    | 95    | 97    | 92    | 102   |
| Π.Μ                                   | 115  | 114  | 116  | 113  | 111  | 105  | 102  | 95   | 103  | 97   | 99    | 93    | 94    | 96    | 97    |
| Δ.Μ                                   | 116  | 117  | 110  | 108  | 107  | 107  | 116  | 112  | 107  | 108  | 112   | 104   | 110   | 106   | 90    |
| Σ.Ν                                   | 111  | 114  | 107  | 109  | 107  | 105  | 99   | 102  | 95   | 85   | 89    | 85    | 83    | 85    | 84    |
| ΜΟ                                    | 104  | 107  | 102  | 100  | 101  | 98   | 97   | 95   | 95   | 93   | 94    | 91    | 94    | 92    | 90    |
| SE                                    | 5,52 | 4,29 | 4,98 | 5,34 | 4,11 | 5,30 | 4,58 | 5,28 | 3,83 | 5,12 | 3,86  | 2,89  | 3,53  | 3,24  | 3,79  |

**Πίνακας 7.13.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη πρόψυξης)</b> |            |            |            |            |            |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| A.Γ                                                  | 145        | 156        | 155        | 157        | 159        |
| X.Δ                                                  | 145        | 152        | 159        | 147        | 150        |
| B.K                                                  | 137        | 151        | 156        | 157        | 157        |
| A.K                                                  | 137        | 149        | 156        | 160        | 160        |
| Π.Μ                                                  | 120        | 144        | 151        | 151        | 149        |
| Δ.Μ                                                  | 129        | 148        | 157        | 168        | 169        |
| Σ.Ν                                                  | 146        | 154        | 155        | 159        | 155        |
| ΜΟ                                                   | 137        | 151        | 156        | 157        | 157        |
| SE                                                   | 9,68       | 3,99       | 2,44       | 6,71       | 6,76       |
| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη ελέγχου)</b>  |            |            |            |            |            |
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| A.Γ                                                  | 143        | 150        | 150        | 150        | 155        |
| X.Δ                                                  | 132        | 148        | 147        | 153        | 159        |
| B.K                                                  | 148        | 151        | 153        | 155        | 159        |
| A.K                                                  | 138        | 149        | 153        | 156        | 157        |
| Π.Μ                                                  | 135        | 149        | 141        | 152        | 151        |
| Δ.Μ                                                  | 138        | 151        | 153        | 153        | 153        |
| Σ.Ν                                                  | 144        | 155        | 153        | 157        | 161        |
| ΜΟ                                                   | 140        | 150        | 150        | 154        | 156        |
| SE                                                   | 5,56       | 2,30       | 4,58       | 2,43       | 3,60       |

**Πίνακας 7.14.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύς (ΡΡΟ) κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| <b>46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη πρόψυξης)</b> |            |            |            |            |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> | <b>10-11</b> | <b>12-13</b> | <b>14-15</b> | <b>16-17</b> | <b>18-19</b> | <b>20-21</b> | <b>22-23</b> | <b>24-25</b> | <b>26-27</b> | <b>28-29</b> | <b>30-31</b> | <b>32-33</b> | <b>34-35</b> | <b>36-37</b> | <b>38-39</b> | <b>40-41</b> | <b>42-43</b> | <b>44-45</b> |
| <b>Α.Γ</b>                                           | 717        | 755        | 771        | 763        | 763        | 778          | 740          | 748          | 748          | 771          | 771          | 755          | 771          | 771          | 763          | 794          | 771          | 771          | 763          | 725          | 763          | 771          | 763          |
| <b>Χ.Δ</b>                                           | 668        | 695        | 709        | 737        | 709        | 723          | 716          | 737          | 681          | 716          | 716          | 723          | 688          | 723          | 674          | 695          | 653          | 674          | 674          | 667          | 868          | 591          | 681          |
| <b>Β.Κ</b>                                           | 932        | 948        | 965        | 1014       | 1014       | 1046         | 1046         | 1014         | 1030         | 1014         | 1014         | 1063         | 1063         | 1063         | 1030         |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Α.Κ</b>                                           | 737        | 751        | 765        | 773        | 773        | 751          | 765          | 773          | 802          | 780          | 715          | 816          | 809          | 845          | 802          | 823          | 729          |              |              |              |              |              |              |
| <b>Π.Μ</b>                                           | 809        | 809        | 850        | 858        | 875        | 867          | 842          | 839          | 826          | 842          | 891          | 818          | 875          | 834          | 875          | 850          | 867          | 850          | 867          | 867          | 858          | 826          | 867          |
| <b>Δ.Μ</b>                                           | 847        | 801        | 816        | 809        | 778        | 824          | 855          | 824          | 855          | 847          | 832          | 847          | 832          | 862          | 847          | 877          | 877          | 885          | 916          | 885          | 877          | 877          | 900          |
| <b>Σ.Ν</b>                                           | 955        | 938        | 988        | 1005       | 1005       | 1005         | 1005         | 938          | 988          | 971          | 988          | 1005         | 963          | 971          | 988          | 946          | 980          | 980          | 971          | 971          | 971          | 1014         | 1005         |
| <b>ΜΟ</b>                                            | 809        | 814        | 838        | 851        | 845        | 856          | 853          | 839          | 847          | 849          | 847          | 861          | 857          | 867          | 854          | 831          | 813          | 832          | 838          | 823          | 868          | 816          | 843          |
| <b>SE</b>                                            | 109        | 96         | 105        | 115        | 122        | 126          | 129          | 103          | 125          | 109          | 123          | 126          | 124          | 116          | 124          | 85           | 118          | 116          | 120          | 124          | 74           | 155          | 125          |
| <b>46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου)</b>  |            |            |            |            |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> | <b>10-11</b> | <b>12-13</b> | <b>14-15</b> | <b>16-17</b> | <b>18-19</b> | <b>20-21</b> | <b>22-23</b> | <b>24-25</b> | <b>26-27</b> | <b>28-29</b> | <b>30-31</b> | <b>32-33</b> | <b>34-35</b> | <b>36-37</b> | <b>38-39</b> | <b>40-41</b> | <b>42-43</b> | <b>44-45</b> |
| <b>Α.Γ</b>                                           | 763        | 771        | 778        | 771        | 801        | 778          | 778          | 771          | 748          | 763          | 755          | 771          | 748          | 786          | 794          | 748          | 763          | 801          | 778          | 755          | 786          | 809          | 832          |
| <b>Χ.Δ</b>                                           | 749        | 749        | 722        | 722        | 743        | 770          | 783          | 743          | 729          | 681          | 702          | 736          | 743          | 763          | 736          | 695          | 709          | 756          | 736          | 620          | 695          | 715          | 688          |
| <b>Β.Κ</b>                                           | 1030       | 1046       | 1079       | 1046       | 1046       | 1030         | 997          | 1030         | 997          | 1014         | 981          | 981          | 981          | 981          | 1046         |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Α.Κ</b>                                           | 758        | 780        | 830        | 852        | 830        | 830          | 765          | 816          | 830          | 765          | 722          | 809          | 838          | 830          | 765          | 765          | 737          |              |              |              |              |              |              |
| <b>Π.Μ</b>                                           | 842        | 834        | 858        | 818        | 875        | 875          | 850          | 850          | 891          | 883          | 867          | 801          | 858          | 867          | 875          | 867          | 646          | 858          | 867          | 875          | 875          | 818          | 875          |
| <b>Δ.Μ</b>                                           | 877        | 870        | 862        | 862        | 862        | 847          | 801          | 824          | 832          | 832          | 816          | 816          | 824          | 809          | 862          | 847          | 824          | 816          | 794          | 794          | 771          | 778          | 870          |
| <b>Σ.Ν</b>                                           | 870        | 929        | 855        | 921        | 938        | 955          | 971          | 955          | 955          | 929          | 904          | 963          | 988          | 997          | 955          | 971          | 929          | 980          | 980          | 997          | 980          | 980          | 1005         |
| <b>ΜΟ</b>                                            | 841        | 854        | 855        | 856        | 871        | 869          | 850          | 855          | 855          | 838          | 821          | 840          | 854          | 862          | 862          | 816          | 768          | 842          | 831          | 808          | 821          | 820          | 854          |
| <b>SE</b>                                            | 99         | 105        | 111        | 106        | 99         | 94           | 96           | 102          | 100          | 113          | 102          | 95           | 99           | 93           | 110          | 100          | 99           | 85           | 96           | 140          | 109          | 98           | 114          |

**Πίνακας 7.15.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύς (PPO) κατά τη 10λεπτη δοκιμασία απόδοσης στη συνθήκη πρόψυξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη πρόψυξης)</b> |            |            |            |            |            |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| A.Γ                                                  | 771        | 771        | 763        | 740        | 809        |
| X.Δ                                                  | 668        | 668        | 681        | 586        | 647        |
| B.K                                                  | 799        | 823        | 835        | 814        | 830        |
| A.K                                                  | 744        | 802        | 794        | 823        | 780        |
| Π.Μ                                                  | 801        | 850        | 867        | 858        | 834        |
| Δ.Μ                                                  | 839        | 900        | 931        | 931        | 931        |
| Σ.Ν                                                  | 971        | 946        | 971        | 946        | 980        |
| ΜΟ                                                   | 799        | 823        | 835        | 814        | 830        |
| SE                                                   | 94         | 91         | 99         | 123        | 107        |
| <b>10λεπτη δοκιμασία απόδοσης (συνθήκη ελέγχου)</b>  |            |            |            |            |            |
| <b>Δοκιμαζόμενοι</b>                                 | <b>0-1</b> | <b>2-3</b> | <b>4-5</b> | <b>6-7</b> | <b>8-9</b> |
| A.Γ                                                  | 771        | 794        | 794        | 786        | 801        |
| X.Δ                                                  | 593        | 668        | 668        | 668        | 702        |
| B.K                                                  | 981        | 948        | 1046       | 1046       | 1014       |
| A.K                                                  | 751        | 722        | 744        | 744        | 758        |
| Π.Μ                                                  | 826        | 842        | 875        | 842        | 834        |
| Δ.Μ                                                  | 786        | 809        | 801        | 885        | 877        |
| Σ.Ν                                                  | 963        | 971        | 988        | 955        | 971        |
| ΜΟ                                                   | 810        | 822        | 845        | 846        | 851        |
| SE                                                   | 133        | 111        | 134        | 129        | 112        |

## 2<sup>ο</sup> Πείραμα

**Πίνακας 7.16.** Η θερμοκρασία πυρήνα (T<sub>c</sub>) του σώματος για το χρονικό διάστημα ηρεμίας (3 λεπτών) πριν την έναρξη των πειραματικών διαδικασιών είτε της συνθήκης ψύξης είτε της συνθήκης ελέγχου.

| Ηρεμία (3 λεπτών) πριν την έναρξη της συνθήκης ψύξης |      |      |      | Ηρεμία (3 λεπτών) πριν την έναρξη της συνθήκης ελέγχου |      |      |
|------------------------------------------------------|------|------|------|--------------------------------------------------------|------|------|
| Δοκιμαζόμενοι                                        | 0-1  | 1-2  | 2-3  | 0-1                                                    | 1-2  | 2-3  |
| Θ.Α                                                  | 37,4 | 37,4 | 37,3 | 37,4                                                   | 37,4 | 37,5 |
| Χ.Δ                                                  | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 36,9                                                   | 36,9 | 36,9 |
| Β.Κ                                                  | 37,6 | 37,6 | 37,6 | 37,7                                                   | 37,7 | 37,7 |
| Α.Κ                                                  | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,6                                                   | 37,6 | 37,6 |
| Δ.Μ                                                  | 37,8 | 37,8 | 37,7 | 37,7                                                   | 37,7 | 37,7 |
| Σ.Ν                                                  | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,8                                                   | 37,8 | 37,8 |
| Π.Τ                                                  | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 38,0                                                   | 38,0 | 38,0 |
| Φ.Φ                                                  | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,6                                                   | 37,6 | 37,6 |
| ΜΟ                                                   | 37,6 | 37,6 | 37,6 | 37,6                                                   | 37,6 | 37,6 |
| SE                                                   | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,10                                                   | 0,10 | 0,10 |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.17.** Η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος κατά την 20λεπτη περίοδο στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Χρονικό διάστημα 20λεπτης ψύξης                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Θ.Α                                                  | 37,34 | 37,34 | 37,34 | 37,33 | 37,34 | 37,34 | 37,34 | 37,34 | 37,34 | 37,34 | 37,33 | 37,34 | 37,36 | 37,36 | 37,33 | 37,33 | 37,31 | 37,31 | 37,32 | 37,32 |
| Χ.Δ                                                  | 37,40 | 37,40 | 37,40 | 37,40 | 37,40 | 37,40 | 37,40 | 37,39 | 37,39 | 37,39 | 37,39 | 37,39 | 37,38 | 37,38 | 37,38 | 37,41 | 37,39 | 37,38 | 37,37 | 37,37 |
| Β.Κ                                                  | 38,04 | 38,04 | 38,04 | 38,04 | 38,04 | 38,03 | 38,03 | 38,02 | 38,03 | 38,03 | 38,02 | 38,02 | 38,03 | 38,03 | 38,03 | 38,03 | 38,04 | 38,04 | 38,02 | 38,02 |
| Α.Κ                                                  | 37,76 | 37,76 | 37,76 | 37,77 | 37,77 | 37,77 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,79 | 37,79 | 37,79 | 37,79 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,78 |
| Δ.Μ                                                  | 37,74 | 37,74 | 37,74 | 37,75 | 37,79 | 37,80 | 37,82 | 37,81 | 37,79 | 37,80 | 37,81 | 37,82 | 37,83 | 37,85 | 37,86 | 37,87 | 37,88 | 37,87 | 37,87 | 37,84 |
| Σ.Ν                                                  | 37,73 | 37,72 | 37,73 | 37,73 | 37,72 | 37,72 | 37,72 | 37,71 | 37,71 | 37,70 | 37,70 | 37,71 | 37,71 | 37,70 | 37,69 | 37,69 | 37,69 | 37,69 | 37,69 | 37,68 |
| Π.Τ                                                  | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,43 | 37,43 | 37,43 | 37,44 | 37,44 | 37,44 | 37,46 | 37,45 | 37,45 | 37,46 | 37,50 |
| Φ.Φ                                                  | 37,70 | 37,70 | 37,71 | 37,72 | 37,69 | 37,69 | 37,69 | 37,69 | 37,69 | 37,68 | 37,66 | 37,64 | 37,66 | 37,67 | 37,65 | 37,63 | 37,64 | 37,65 | 37,64 | 37,63 |
| ΜΟ                                                   | 37,64 | 37,64 | 37,64 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,64 | 37,64 | 37,64 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,65 | 37,64 | 37,64 |
| SE                                                   | 0,07  | 0,07  | 0,07  | 0,08  | 0,08  | 0,07  | 0,08  | 0,07  | 0,07  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,07  |
| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής (Συνθήκη ελέγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Θ.Α                                                  | 37,47 | 37,49 | 37,51 | 37,51 | 37,51 | 37,50 | 37,49 | 37,48 | 37,50 | 37,48 | 37,49 | 37,51 | 37,52 | 37,51 | 37,51 | 37,51 | 37,48 | 37,48 | 37,50 | 37,48 |
| Χ.Δ                                                  | 36,84 | 36,84 | 36,84 | 36,83 | 36,85 | 36,85 | 36,85 | 36,85 | 36,86 | 36,88 | 36,89 | 36,88 | 36,88 | 36,88 | 36,89 | 36,91 | 36,91 | 36,88 | 36,85 | 36,83 |
| Β.Κ                                                  | 37,70 | 37,69 | 37,69 | 37,70 | 37,70 | 37,69 | 37,70 | 37,69 | 37,67 | 37,66 | 37,65 | 37,64 | 37,66 | 37,65 | 37,64 | 37,64 | 37,64 | 37,63 | 37,64 | 37,66 |
| Α.Κ                                                  | 37,57 | 37,56 | 37,54 | 37,53 | 37,53 | 37,53 | 37,51 | 37,50 | 37,48 | 37,50 | 37,49 | 37,49 | 37,50 | 37,50 | 37,49 | 37,48 | 37,47 | 37,46 | 37,46 | 37,46 |
| Δ.Μ                                                  | 37,67 | 37,63 | 37,63 | 37,66 | 37,68 | 37,71 | 37,73 | 37,74 | 37,75 | 37,75 | 37,75 | 37,76 | 37,71 | 37,66 | 37,67 | 37,71 | 37,68 | 37,72 | 37,74 | 37,77 |
| Σ.Ν                                                  | 37,82 | 37,82 | 37,81 | 37,79 | 37,80 | 37,80 | 37,79 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,78 | 37,77 | 37,77 | 37,78 | 37,77 | 37,77 | 37,76 | 37,76 | 37,76 | 37,74 |
| Π.Τ                                                  | 37,98 | 37,99 | 38,00 | 37,95 | 37,94 | 37,92 | 37,93 | 37,95 | 37,95 | 37,94 | 37,91 | 37,91 | 37,95 | 37,90 | 37,88 | 37,91 | 37,93 | 37,94 | 37,94 | 37,95 |
| Φ.Φ                                                  | 37,75 | 37,77 | 37,77 | 37,75 | 37,70 | 37,72 | 37,71 | 37,75 | 37,75 | 37,75 | 37,71 | 37,69 | 37,67 | 37,69 | 37,68 | 37,67 | 37,64 | 37,66 | 37,65 | 37,73 |
| ΜΟ                                                   | 37,60 | 37,60 | 37,60 | 37,59 | 37,59 | 37,59 | 37,59 | 37,59 | 37,59 | 37,59 | 37,58 | 37,58 | 37,58 | 37,57 | 37,56 | 37,57 | 37,56 | 37,57 | 37,57 | 37,58 |
| SE                                                   | 0,11  | 0,11  | 0,11  | 0,11  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,11  | 0,11  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,11  |

**Πίνακας 7.18.** Η θερμοκρασία πυρήνα (T<sub>c</sub>) του σώματος κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 37,52 | 37,59 | 37,68 | 37,77 | 37,86 | 37,96 | 38,04 | 38,14 | 38,25 | 38,34 | 38,43 | 38,52 | 38,59 | 38,67 | 38,75 | 38,82 | 38,90 | 38,98 | 39,05 | 39,10 |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 37,36 | 37,41 | 37,44 | 37,51 | 37,59 | 37,69 | 37,79 | 37,89 | 37,99 | 38,08 | 38,17 | 38,24 | 38,33 | 38,41 | 38,49 | 38,57 | 38,64 | 38,70 | 38,76 | 38,81 | 38,87 | 38,91 | 38,94 |
| Β.Κ                                          | 38,03 | 38,04 | 38,07 | 38,14 | 38,23 | 38,33 | 38,45 | 38,53 | 38,62 | 38,68 | 38,78 | 38,9  | 39,0  | 39,15 | 39,2  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 37,87 | 37,85 | 37,86 | 37,91 | 38,03 | 38,07 | 38,14 | 38,27 | 38,38 | 38,51 | 38,55 | 38,57 | 38,68 | 38,72 | 38,83 | 38,93 | 38,99 | 39,05 |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 37,83 | 37,87 | 37,91 | 37,96 | 38,00 | 38,05 | 38,08 | 38,15 | 38,21 | 38,26 | 38,31 | 38,36 | 38,42 | 38,46 | 38,51 | 38,58 | 38,63 | 38,66 | 38,70 | 38,76 | 38,83 | 38,87 | 38,90 |
| Σ.Ν                                          | 37,84 | 37,90 | 37,98 | 38,06 | 38,16 | 38,27 | 38,37 | 38,46 | 38,55 | 38,64 | 38,73 | 38,82 | 38,91 | 38,98 | 39,05 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 37,42 | 37,45 | 37,49 | 37,55 | 37,62 | 37,68 | 37,74 | 37,80 | 37,86 | 37,92 | 37,99 | 38,05 | 38,08 | 38,08 | 38,13 | 38,17 | 38,16 | 38,20 | 38,23 | 38,26 | 38,24 | 38,31 | 38,32 |
| Φ.Φ                                          | 37,94 | 37,99 | 38,03 | 38,07 | 38,13 | 38,19 | 38,27 | 38,34 | 38,40 | 38,45 | 38,54 | 38,57 | 38,64 | 38,70 | 38,76 | 38,83 |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 37,73 | 37,76 | 37,81 | 37,87 | 37,95 | 38,03 | 38,11 | 38,20 | 38,28 | 38,36 | 38,44 | 38,50 | 38,58 | 38,65 | 38,71 | 38,65 | 38,67 | 38,72 | 38,68 | 38,73 | 38,64 | 38,70 | 38,72 |
| SE                                           | 0,25  | 0,25  | 0,24  | 0,24  | 0,24  | 0,24  | 0,25  | 0,26  | 0,26  | 0,27  | 0,27  | 0,28  | 0,30  | 0,33  | 0,34  | 0,28  | 0,32  | 0,33  | 0,34  | 0,35  | 0,35  | 0,34  | 0,35  |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 37,54 | 37,54 | 37,61 | 37,69 | 37,72 | 37,84 | 37,92 | 38,01 | 38,10 | 38,22 | 38,32 | 38,37 | 38,43 | 38,17 | 38,42 | 38,51 | 38,59 | 38,66 | 38,78 | 38,88 |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 37,12 | 37,18 | 37,31 | 37,41 | 37,51 | 37,66 | 37,83 | 37,94 | 38,03 | 38,13 | 38,23 | 38,29 | 38,35 | 38,44 | 38,43 | 38,45 | 38,53 | 38,55 | 38,63 | 38,70 | 38,72 | 38,65 | 38,73 |
| Β.Κ                                          | 37,56 | 37,68 | 37,81 | 37,91 | 38,02 | 38,14 | 38,20 | 38,27 | 38,36 | 38,49 | 38,62 | 38,73 | 38,80 | 38,92 | 39,01 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 37,58 | 37,65 | 37,75 | 37,87 | 37,96 | 38,05 | 38,13 | 38,20 | 38,26 | 38,33 | 38,40 | 38,45 | 38,51 | 38,56 | 38,62 | 38,71 | 38,75 |       |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 37,74 | 37,77 | 37,84 | 37,90 | 37,97 | 38,03 | 38,06 | 38,11 | 38,17 | 38,24 | 38,25 | 38,30 | 38,30 | 38,23 | 38,33 | 38,38 | 38,42 | 38,49 | 38,52 | 38,54 | 38,57 | 38,60 | 38,62 |
| Σ.Ν                                          | 37,86 | 37,92 | 38,01 | 38,10 | 38,13 | 38,18 | 38,28 | 38,36 | 38,44 | 38,54 | 38,59 | 38,69 | 38,75 | 38,80 | 38,88 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 37,71 | 37,76 | 37,80 | 37,76 | 37,71 | 37,71 | 37,75 | 37,75 | 37,75 | 37,77 | 38,25 | 38,30 | 38,36 | 38,41 | 38,47 | 38,55 | 38,60 | 38,66 | 38,69 | 38,70 | 38,73 | 38,78 | 38,82 |
| Φ.Φ                                          | 37,91 | 37,94 | 38,01 | 38,10 | 38,14 | 38,13 | 38,11 | 38,18 | 38,54 | 38,67 | 38,80 | 38,89 | 38,82 | 38,90 | 39,00 | 39,07 | 39,13 |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 37,63 | 37,68 | 37,77 | 37,84 | 37,89 | 37,97 | 38,04 | 38,10 | 38,21 | 38,30 | 38,43 | 38,50 | 38,54 | 38,55 | 38,64 | 38,61 | 38,67 | 38,59 | 38,65 | 38,70 | 38,67 | 38,68 | 38,73 |
| SE                                           | 0,25  | 0,24  | 0,23  | 0,23  | 0,22  | 0,20  | 0,19  | 0,20  | 0,25  | 0,28  | 0,21  | 0,23  | 0,22  | 0,29  | 0,28  | 0,25  | 0,25  | 0,09  | 0,11  | 0,14  | 0,09  | 0,09  | 0,10  |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.19.** Η θερμοκρασία πυρήνα (T<sub>c</sub>) του σώματος κατά τη 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ψύξης   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Θ.Α                                  | 38,98 | 38,95 | 38,90 | 38,91 | 38,90 | 38,87 | 38,85 | 38,83 | 38,75 | 38,60 | 38,58 | 38,52 | 38,47 | 38,44 | 38,40 |
| Χ.Δ                                  | 38,55 | 38,47 | 38,42 | 38,39 | 38,36 | 38,33 | 38,27 | 38,24 | 38,20 | 38,17 | 38,16 | 38,16 | 38,14 | 38,13 | 38,11 |
| Β.Κ                                  | 39,33 | 39,31 | 39,29 | 39,26 | 39,23 | 39,18 | 39,15 | 39,13 | 39,11 | 39,09 | 39,06 | 39,03 | 39,02 | 38,97 | 38,96 |
| Α.Κ                                  | 38,54 | 38,48 | 38,47 | 38,44 | 38,4  | 38,39 | 38,37 | 38,34 | 38,26 | 38,24 | 38,24 | 38,21 | 38,18 | 38,17 | 38,16 |
| Δ.Μ                                  | 38,74 | 38,61 | 38,57 | 38,53 | 38,48 | 38,44 | 38,41 | 38,37 | 38,33 | 38,30 | 38,27 | 38,27 | 38,25 | 38,28 | 38,17 |
| Σ.Ν                                  | 39,17 | 39,14 | 39,10 | 39,07 | 39,05 | 39,03 | 39,00 | 38,97 | 38,94 | 38,92 | 38,88 | 38,88 | 38,85 | 38,79 | 38,76 |
| Π.Τ                                  | 38,13 | 38,08 | 37,99 | 38,03 | 38,07 | 38,08 | 38,08 | 38,07 | 38,06 | 38,10 | 38,12 | 38,09 | 38,10 | 38,10 | 38,09 |
| Φ.Φ                                  | 38,86 | 38,80 | 38,77 | 38,77 | 38,77 | 38,79 | 38,77 | 38,75 | 38,71 | 38,68 | 38,66 | 38,63 | 38,58 | 38,56 | 38,57 |
| ΜΟ                                   | 38,79 | 38,73 | 38,69 | 38,67 | 38,66 | 38,64 | 38,61 | 38,59 | 38,55 | 38,51 | 38,50 | 38,47 | 38,45 | 38,43 | 38,40 |
| SE                                   | 0,16  | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,13  | 0,12  | 0,12  | 0,11  | 0,11  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,16  |
| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ελέγχου |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Θ.Α                                  | 38,79 | 38,74 | 38,74 | 38,69 | 38,68 | 38,65 | 38,65 | 38,65 | 38,64 | 38,55 | 38,51 | 38,49 | 38,48 | 38,43 | 38,42 |
| Χ.Δ                                  | 38,68 | 38,68 | 38,67 | 38,68 | 38,67 | 38,64 | 38,63 | 38,60 | 38,57 | 38,52 | 38,48 | 38,43 | 38,40 | 38,35 | 38,33 |
| Β.Κ                                  | 39,05 | 39,06 | 39,04 | 39,03 | 39,02 | 39,00 | 38,98 | 38,95 | 38,92 | 38,89 | 38,86 | 38,83 | 38,80 | 38,77 | 38,74 |
| Α.Κ                                  | 38,48 | 38,47 | 38,44 | 38,44 | 38,41 | 38,38 | 38,36 | 38,34 | 38,32 | 38,29 | 38,25 | 38,26 | 38,26 | 38,23 | 38,21 |
| Δ.Μ                                  | 38,44 | 38,39 | 38,36 | 38,33 | 38,32 | 38,27 | 38,23 | 38,22 | 38,23 | 38,19 | 38,16 | 38,19 | 38,12 | 38,10 | 38,05 |
| Σ.Ν                                  | 38,95 | 39,16 | 39,18 | 39,19 | 39,18 | 39,16 | 39,14 | 39,11 | 39,08 | 39,06 | 38,95 | 38,98 | 38,97 | 38,93 | 38,88 |
| Π.Τ                                  | 38,71 | 38,72 | 38,71 | 38,68 | 38,66 | 38,62 | 38,60 | 38,59 | 38,55 | 38,51 | 38,48 | 38,47 | 38,36 | 38,24 | 38,23 |
| Φ.Φ                                  | 39,33 | 39,39 | 39,39 | 39,39 | 39,40 | 39,41 | 39,40 | 39,26 | 39,21 | 39,13 | 39,09 | 39,04 | 39,02 | 39,00 | 38,97 |
| ΜΟ                                   | 38,80 | 38,82 | 38,82 | 38,80 | 38,79 | 38,77 | 38,75 | 38,71 | 38,69 | 38,64 | 38,60 | 38,58 | 38,55 | 38,51 | 38,48 |
| SE                                   | 0,10  | 0,12  | 0,12  | 0,13  | 0,13  | 0,13  | 0,14  | 0,13  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,11  | 0,12  | 0,12  | 0,12  |

**Πίνακας 7.20.** Η θερμοκρασία πυρήνα (Tc) του σώματος κατά το διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 38,44 | 38,44 | 38,40 | 38,31 | 38,26 | 38,18 | 38,26 | 38,33 | 38,39 | 38,46 | 38,52 | 38,59 | 38,66 | 38,75 | 38,85 | 38,93 | 39,01 |       |       |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                                | 38,32 | 38,31 | 38,31 | 38,30 | 38,27 | 38,29 | 38,32 | 38,39 | 38,42 | 38,47 | 38,50 | 38,53 | 38,57 | 38,62 | 38,65 | 38,67 | 38,70 |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                                | 38,36 | 38,35 | 38,8  | 38,87 | 38,91 | 38,93 | 38,96 | 39,01 | 39,05 | 39,08 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                                | 38,25 | 38,2  | 38,15 | 38,25 | 38,29 | 38,33 | 38,38 | 38,44 | 38,53 | 38,57 | 38,66 | 38,69 | 38,73 | 38,71 | 38,74 | 38,79 | 38,81 | 38,83 | 38,85 |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                                | 38,22 | 38,24 | 38,26 | 38,25 | 38,38 | 38,42 | 38,45 | 38,50 | 38,44 | 38,49 | 38,51 | 38,51 | 38,52 | 38,57 | 38,58 | 38,62 | 38,65 | 38,67 | 38,69 | 38,68 | 38,62 | 38,60 | 38,52 |
| Σ.Ν                                                | 38,82 | 38,81 | 38,82 | 38,81 | 38,82 | 38,83 | 38,85 | 38,85 | 38,85 | 38,84 | 38,83 | 38,84 | 38,85 | 38,76 | 38,76 | 38,78 | 38,78 | 38,82 | 38,83 | 38,86 | 38,90 | 38,92 | 38,95 |
| Π.Τ                                                | 38,17 | 38,16 | 38,15 | 38,12 | 38,14 | 38,14 | 38,18 | 38,21 | 38,24 | 38,24 | 38,29 | 38,26 | 38,29 | 38,30 | 38,27 | 38,33 | 38,34 | 38,35 | 38,33 | 38,34 | 38,33 | 38,35 | 38,36 |
| Φ.Φ                                                | 38,45 | 38,44 | 38,43 | 38,40 | 38,38 | 38,40 | 38,66 | 38,74 | 38,80 | 38,85 | 38,90 | 38,94 | 38,96 | 38,97 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                                 | 38,38 | 38,37 | 38,41 | 38,41 | 38,43 | 38,44 | 38,51 | 38,56 | 38,59 | 38,62 | 38,60 | 38,62 | 38,66 | 38,67 | 38,64 | 38,69 | 38,72 | 38,67 | 38,67 | 38,63 | 38,62 | 38,62 | 38,61 |
| SE                                                 | 0,20  | 0,20  | 0,26  | 0,27  | 0,28  | 0,29  | 0,28  | 0,28  | 0,28  | 0,27  | 0,21  | 0,23  | 0,22  | 0,21  | 0,21  | 0,20  | 0,22  | 0,22  | 0,24  | 0,27  | 0,28  | 0,29  | 0,30  |
| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ελέγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 38,27 | 38,25 | 38,32 | 38,37 | 38,40 | 38,42 | 38,46 | 38,50 | 38,55 | 38,59 | 38,65 | 38,58 | 38,65 | 38,69 | 38,73 | 38,78 | 38,82 | 38,89 | 38,98 | 39,05 |       |       |       |
| Χ.Δ                                                | 37,85 | 37,89 | 37,92 | 37,95 | 37,99 | 38,01 | 38,05 | 38,09 | 38,12 | 38,15 | 38,19 | 38,22 | 38,24 | 38,26 | 38,27 | 38,29 | 38,29 |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                                | 37,82 | 37,77 | 38,66 | 38,69 | 38,74 | 38,78 | 38,81 | 38,86 | 38,89 | 38,92 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                                | 38,16 | 38,19 | 38,23 | 38,28 | 38,34 | 38,38 | 38,42 | 38,46 | 38,50 | 38,48 | 38,54 | 38,63 | 38,70 | 38,77 | 38,73 | 38,82 | 38,87 | 38,93 |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                                | 38,22 | 38,22 | 38,26 | 38,33 | 38,38 | 38,48 | 38,50 | 38,43 | 38,41 | 38,36 | 38,42 | 38,46 | 38,50 | 38,53 | 38,54 | 38,52 | 38,59 | 38,57 | 38,62 | 38,65 | 38,71 | 38,71 | 38,68 |
| Σ.Ν                                                | 38,81 | 38,81 | 38,81 | 38,85 | 38,91 | 38,92 | 38,97 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                                | 38,13 | 38,21 | 38,24 | 38,31 | 38,48 | 38,53 | 38,57 | 38,62 | 38,65 | 38,69 | 38,73 | 38,76 | 38,70 | 38,74 | 38,67 | 38,72 | 38,73 | 38,81 | 38,87 | 38,87 | 38,83 | 38,90 | 38,93 |
| Φ.Φ                                                | 38,54 | 38,55 | 38,54 | 38,54 | 38,53 | 38,55 | 38,60 | 38,65 | 38,69 | 38,73 | 38,77 | 38,83 | 38,85 | 38,90 | 38,91 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                                 | 38,22 | 38,24 | 38,37 | 38,42 | 38,47 | 38,51 | 38,55 | 38,52 | 38,54 | 38,56 | 38,55 | 38,58 | 38,61 | 38,65 | 38,64 | 38,62 | 38,66 | 38,80 | 38,83 | 38,86 | 38,77 | 38,81 | 38,81 |
| SE                                                 | 0,33  | 0,33  | 0,28  | 0,28  | 0,28  | 0,27  | 0,27  | 0,24  | 0,24  | 0,25  | 0,22  | 0,22  | 0,21  | 0,23  | 0,22  | 0,22  | 0,23  | 0,16  | 0,19  | 0,20  | 0,09  | 0,13  | 0,18  |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.21.** Η θερμοκρασία πήχη (Tarm) του σώματος κατά την 20λεπτη περίοδο στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής στη συνθήκη ψύξης   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                          | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Θ.Α                                                    | 34,73 | 34,76 | 34,76 | 34,77 | 34,70 | 34,66 | 34,62 | 34,55 | 34,52 | 34,51 | 34,52 | 34,59 | 34,64 | 34,60 | 34,60 | 34,62 | 34,67 | 34,66 | 34,74 | 34,74 |
| Χ.Δ                                                    | 33,87 | 33,94 | 34,02 | 34,11 | 34,11 | 34,11 | 34,08 | 34,03 | 34,02 | 34,04 | 34,12 | 34,14 | 34,10 | 34,12 | 34,09 | 34,09 | 34,13 | 34,19 | 34,25 | 34,30 |
| Β.Κ                                                    | 34,80 | 34,90 | 34,82 | 34,78 | 34,84 | 34,89 | 34,98 | 34,85 | 34,91 | 34,92 | 34,82 | 34,99 | 34,85 | 34,77 | 34,71 | 34,71 | 34,76 | 34,90 | 34,79 | 34,83 |
| Α.Κ                                                    | 33,76 | 33,74 | 33,74 | 33,70 | 33,69 | 33,74 | 33,74 | 33,73 | 33,72 | 33,71 | 33,67 | 33,68 | 33,71 | 33,70 | 33,65 | 33,61 | 33,56 | 33,54 | 33,56 | 33,55 |
| Δ.Μ                                                    | 39,11 | 39,13 | 39,15 | 39,17 | 39,19 | 39,21 | 39,23 | 39,25 | 39,27 | 39,29 | 39,19 | 39,22 | 39,27 | 39,39 | 39,33 | 39,32 | 39,34 | 39,35 | 36,12 | 39,63 |
| Σ.Ν                                                    | 40,56 | 38,28 | 40,59 | 40,21 | 36,89 | 41,13 | 41,33 | 41,26 | 41,12 | 41,03 | 41,21 | 40,98 | 40,92 | 41,00 | 41,21 | 41,17 | 41,20 | 41,07 | 41,02 | 41,06 |
| Π.Τ                                                    | 32,66 | 32,70 | 32,70 | 32,72 | 32,74 | 32,81 | 32,85 | 32,83 | 32,82 | 32,84 | 32,76 | 32,74 | 32,78 | 32,85 | 32,89 | 32,88 | 32,85 | 32,73 | 32,68 | 32,74 |
| Φ.Φ                                                    | 39,21 | 39,30 | 39,34 | 39,36 | 39,24 | 39,25 | 39,24 | 39,39 | 39,38 | 39,39 | 39,53 | 39,51 | 39,42 | 39,40 | 39,47 | 39,54 | 39,64 | 39,71 | 39,88 | 39,84 |
| ΜΟ                                                     | 36,09 | 35,84 | 36,14 | 36,10 | 35,68 | 36,22 | 36,26 | 36,24 | 36,22 | 36,22 | 36,23 | 36,23 | 36,21 | 36,23 | 36,24 | 36,24 | 36,27 | 36,27 | 35,88 | 36,34 |
| SE                                                     | 3,03  | 2,64  | 3,04  | 2,97  | 2,48  | 3,13  | 3,17  | 3,20  | 3,17  | 3,16  | 3,21  | 3,15  | 3,13  | 3,16  | 3,21  | 3,22  | 3,24  | 3,23  | 3,00  | 3,28  |
| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής στη συνθήκη ελέγχου |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                          | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Θ.Α                                                    | 36,38 | 36,49 | 36,70 | 36,92 | 37,01 | 37,03 | 37,17 | 37,27 | 37,35 | 37,51 | 37,69 | 37,98 | 38,33 | 38,43 | 38,52 | 38,64 | 38,95 | 39,03 | 39,13 | 39,12 |
| Χ.Δ                                                    | 38,21 | 38,24 | 38,30 | 38,34 | 38,43 | 38,50 | 38,50 | 38,52 | 38,56 | 38,61 | 38,64 | 38,67 | 38,68 | 36,38 | 38,54 | 38,53 | 38,55 | 38,55 | 38,50 | 38,50 |
| Β.Κ                                                    | 33,83 | 33,86 | 33,80 | 33,73 | 33,70 | 33,73 | 33,82 | 34,11 | 34,20 | 34,17 | 34,16 | 34,26 | 34,31 | 34,40 | 34,42 | 34,37 | 34,19 | 34,12 | 34,22 | 34,20 |
| Α.Κ                                                    | 37,96 | 38,01 | 38,09 | 38,02 | 37,68 | 37,74 | 37,52 | 37,50 | 37,50 | 37,64 | 37,51 | 37,57 | 37,60 | 37,66 | 37,71 | 37,82 | 37,78 | 37,78 | 37,81 | 37,72 |
| Δ.Μ                                                    | 38,38 | 38,50 | 38,73 | 38,95 | 39,08 | 39,22 | 39,31 | 39,39 | 39,47 | 39,43 | 39,43 | 39,45 | 39,49 | 39,41 | 39,44 | 39,53 | 39,54 | 39,50 | 39,45 | 39,37 |
| Σ.Ν                                                    | 39,83 | 39,88 | 39,94 | 40,06 | 40,26 | 40,52 | 40,71 | 40,96 | 41,01 | 40,98 | 41,04 | 41,21 | 41,23 | 41,23 | 41,50 | 41,36 | 41,25 | 41,21 | 40,97 | 40,70 |
| Π.Τ                                                    | 39,63 | 39,67 | 39,79 | 39,94 | 40,03 | 40,16 | 40,18 | 40,22 | 40,22 | 40,09 | 40,04 | 39,92 | 39,89 | 39,88 | 39,94 | 40,00 | 40,03 | 39,99 | 39,91 | 39,90 |
| Φ.Φ                                                    | 35,45 | 35,32 | 35,28 | 35,17 | 35,02 | 35,03 | 35,04 | 35,11 | 35,14 | 35,17 | 35,27 | 35,09 | 35,06 | 35,17 | 35,15 | 35,26 | 35,17 | 35,19 | 35,06 | 38,00 |
| ΜΟ                                                     | 37,46 | 37,50 | 37,58 | 37,64 | 37,65 | 37,74 | 37,78 | 37,89 | 37,93 | 37,95 | 37,97 | 38,02 | 38,07 | 37,82 | 38,15 | 38,19 | 38,18 | 38,17 | 38,13 | 38,44 |
| SE                                                     | 2,08  | 2,11  | 2,17  | 2,25  | 2,33  | 2,40  | 2,42  | 2,39  | 2,38  | 2,35  | 2,34  | 2,37  | 2,37  | 2,38  | 2,38  | 2,35  | 2,41  | 2,41  | 2,36  | 1,97  |

Παράρτημα

**Πίνακας 7.22.** Η θερμοκρασία πύλης (Tarm) του σώματος κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 35,11 | 35,27 | 35,52 | 35,73 | 35,38 | 35,42 | 34,55 | 34,16 | 34,42 | 34,83 | 35,19 | 34,34 | 34,32 | 34,72 | 33,71 | 33,28 | 33,32 | 33,73 | 34,11 | 34,05 |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 33,11 | 33,43 | 33,18 | 35,11 | 34,95 | 34,36 | 34,38 | 34,14 | 33,87 | 33,94 | 33,39 | 33,60 | 33,30 | 33,60 | 33,30 | 33,50 | 33,15 | 33,49 | 33,45 | 33,09 | 32,99 | 33,19 | 33,08 |
| Β.Κ                                          | 34,73 | 34,83 | 35,17 | 34,16 | 35,01 | 35,01 | 34,63 | 34,72 | 34,46 | 34,10 | 33,93 | 34,02 | 33,92 | 33,96 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 34,38 | 34,46 | 34,59 | 35,00 | 35,23 | 35,11 | 35,13 | 35,10 | 34,64 | 34,22 | 37,45 | 33,24 | 33,89 | 34,07 | 33,78 | 34,15 | 33,99 | 34,04 |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 36,10 | 36,23 | 36,08 | 36,57 | 41,28 | 41,32 | 41,06 | 41,36 | 41,19 | 41,23 | 40,80 | 38,73 | 38,43 | 38,01 | 37,86 | 36,35 | 32,45 | 33,31 | 33,66 | 27,42 | 30,44 | 34,39 | 29,23 |
| Σ.Ν                                          | 39,88 | 39,85 | 39,96 | 39,95 | 40,07 | 40,23 | 40,22 | 39,31 | 39,56 | 39,02 | 39,17 | 39,59 | 39,76 | 40,28 | 39,93 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 35,33 | 35,42 | 35,50 | 35,26 | 35,44 | 35,76 | 35,53 | 35,73 | 35,32 | 35,51 | 35,71 | 35,29 | 35,28 | 35,66 | 35,30 | 35,71 | 35,44 | 35,46 | 35,78 | 35,55 | 35,48 | 35,70 | 35,28 |
| Φ.Φ                                          | 38,52 | 38,43 | 38,20 | 38,08 | 38,26 | 38,18 | 38,75 | 38,71 | 38,94 | 38,98 | 38,91 | 39,58 | 39,88 | 40,04 | 40,13 | 40,21 |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 35,89 | 35,99 | 36,02 | 36,23 | 36,95 | 36,92 | 36,78 | 36,65 | 36,55 | 36,48 | 36,82 | 36,05 | 36,10 | 36,29 | 36,29 | 35,53 | 33,67 | 34,01 | 34,25 | 32,53 | 32,97 | 34,43 | 32,53 |
| SE                                           | 2,24  | 2,14  | 2,12  | 1,91  | 2,56  | 2,65  | 2,77  | 2,75  | 2,87  | 2,83  | 2,68  | 2,77  | 2,79  | 2,76  | 2,98  | 2,59  | 1,13  | 0,86  | 1,06  | 3,55  | 2,52  | 1,25  | 3,06  |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 37,44 | 37,69 | 37,69 | 38,16 | 38,66 | 39,04 | 39,37 | 39,69 | 40,04 | 39,84 | 40,40 | 40,72 | 40,88 | 39,82 | 39,52 | 39,11 | 39,10 | 39,47 | 39,86 | 39,86 |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 38,40 | 38,59 | 38,66 | 38,65 | 38,86 | 39,08 | 39,45 | 39,82 | 39,95 | 39,09 | 38,99 | 39,21 | 39,04 | 39,13 | 38,70 | 39,28 | 39,16 | 39,02 | 38,22 | 37,67 | 37,93 | 37,68 | 36,91 |
| Β.Κ                                          | 34,93 | 34,91 | 34,93 | 35,03 | 35,48 | 35,62 | 35,66 | 35,72 | 35,51 | 35,43 | 34,85 | 35,09 | 34,89 | 34,55 | 35,20 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 37,97 | 38,40 | 38,48 | 38,51 | 38,99 | 40,14 | 40,98 | 41,40 | 41,60 | 42,12 | 41,76 | 41,89 | 42,09 | 42,33 | 42,37 | 42,14 | 42,31 |       |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 37,33 | 39,09 | 39,72 | 40,17 | 40,75 | 40,68 | 40,99 | 40,85 | 40,91 | 40,83 | 41,18 | 41,13 | 41,17 | 41,25 | 38,08 | 40,22 | 40,49 | 40,57 | 40,37 | 40,65 | 40,88 | 40,46 | 40,29 |
| Σ.Ν                                          | 39,23 | 39,12 | 38,92 | 39,19 | 39,03 | 39,02 | 39,02 | 38,83 | 38,42 | 39,65 | 38,44 | 39,88 | 39,73 | 40,16 | 39,28 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 39,96 | 40,05 | 40,70 | 39,98 | 38,90 | 38,36 | 38,37 | 37,96 | 38,16 | 38,09 | 38,58 | 39,80 | 39,22 | 39,53 | 38,69 | 38,85 | 39,23 | 39,17 | 38,81 | 38,64 | 38,76 | 39,67 | 39,62 |
| Φ.Φ                                          | 36,57 | 36,78 | 37,04 | 37,32 | 34,49 | 38,39 | 37,45 | 37,02 | 36,90 | 39,14 | 37,14 | 36,62 | 36,67 | 36,34 | 36,38 | 36,65 | 37,08 |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 37,73 | 38,08 | 38,27 | 38,38 | 38,15 | 38,79 | 38,91 | 38,91 | 38,94 | 39,28 | 38,92 | 39,29 | 39,21 | 39,14 | 38,53 | 39,37 | 39,56 | 39,55 | 39,31 | 39,21 | 39,19 | 39,27 | 38,94 |
| SE                                           | 1,57  | 1,61  | 1,76  | 1,64  | 2,07  | 1,51  | 1,78  | 1,93  | 2,07  | 1,97  | 2,25  | 2,32  | 2,40  | 2,54  | 2,15  | 1,80  | 1,74  | 0,70  | 0,97  | 1,31  | 1,52  | 1,43  | 1,79  |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.23.** Η θερμοκρασία πήχης (Tarm) του σώματος κατά τη 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ψύξης   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Θ.Α                                  | 33,61 | 33,92 | 33,26 | 32,26 | 31,91 | 31,93 | 32,07 | 32,32 | 32,81 | 33,45 | 33,76 | 33,74 | 33,87 | 33,83 | 33,69 |
| Χ.Δ                                  | 31,93 | 31,44 | 30,62 | 30,61 | 30,77 | 31,03 | 31,67 | 31,91 | 32,12 | 32,07 | 32,04 | 31,79 | 31,66 | 31,60 | 31,43 |
| Β.Κ                                  | 32,54 | 34,08 | 33,00 | 33,23 | 33,70 | 32,53 | 32,04 | 31,96 | 32,00 | 32,01 | 32,11 | 32,32 | 32,47 | 32,45 | 32,38 |
| Α.Κ                                  | 32,39 | 32,39 | 32,86 | 33,08 | 33,10 | 33,08 | 33,07 | 33,10 | 33,00 | 32,94 | 35,54 | 32,05 | 31,65 | 31,35 | 31,16 |
| Δ.Μ                                  | 34,80 | 32,11 | 34,13 | 34,62 | 35,42 | 35,87 | 36,14 | 36,47 | 37,01 | 37,48 | 37,65 | 36,09 | 34,79 | 36,76 | 37,54 |
| Σ.Ν                                  | 35,65 | 36,09 | 36,63 | 37,02 | 37,44 | 37,86 | 38,17 | 38,45 | 38,56 | 38,48 | 38,27 | 38,37 | 38,07 | 38,16 | 38,41 |
| Π.Τ                                  | 32,16 | 31,55 | 31,72 | 32,13 | 31,92 | 31,85 | 31,89 | 31,87 | 31,90 | 31,93 | 31,83 | 31,52 | 31,43 | 31,22 | 31,08 |
| Φ.Φ                                  | 37,34 | 37,65 | 37,97 | 38,10 | 38,05 | 37,79 | 37,68 | 38,14 | 38,28 | 38,47 | 38,37 | 37,74 | 37,51 | 37,35 | 37,34 |
| ΜΟ                                   | 33,80 | 33,65 | 33,77 | 33,88 | 34,04 | 33,99 | 34,09 | 34,28 | 34,46 | 34,60 | 34,95 | 34,20 | 33,93 | 34,09 | 34,13 |
| SE                                   | 1,95  | 2,25  | 2,44  | 2,55  | 2,68  | 2,77  | 2,77  | 2,90  | 2,95  | 2,99  | 2,88  | 2,80  | 2,66  | 2,91  | 3,14  |
| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ελέγχου |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Θ.Α                                  | 39,19 | 39,77 | 39,89 | 40,07 | 40,46 | 40,40 | 40,10 | 40,09 | 40,24 | 40,37 | 40,29 | 40,06 | 40,06 | 40,73 | 40,58 |
| Χ.Δ                                  | 31,46 | 32,11 | 31,63 | 31,26 | 30,91 | 30,80 | 31,99 | 33,20 | 34,06 | 35,00 | 35,25 | 35,37 | 35,45 | 35,44 | 35,48 |
| Β.Κ                                  | 35,33 | 35,26 | 35,37 | 35,15 | 34,86 | 34,81 | 34,89 | 35,10 | 35,22 | 35,20 | 35,00 | 34,60 | 34,36 | 34,71 | 34,54 |
| Α.Κ                                  | 40,47 | 40,21 | 39,85 | 39,79 | 39,67 | 39,51 | 39,37 | 39,49 | 39,51 | 39,36 | 39,68 | 39,60 | 39,39 | 39,06 | 38,93 |
| Δ.Μ                                  | 38,26 | 38,34 | 38,49 | 38,46 | 38,35 | 38,19 | 38,00 | 37,99 | 37,97 | 38,02 | 37,95 | 37,92 | 37,81 | 37,78 | 37,85 |
| Σ.Ν                                  | 37,83 | 38,11 | 38,52 | 38,53 | 38,29 | 38,48 | 38,69 | 37,79 | 37,10 | 37,68 | 38,03 | 38,10 | 37,95 | 37,96 | 38,08 |
| Π.Τ                                  | 36,46 | 37,25 | 37,52 | 37,70 | 37,85 | 37,05 | 37,02 | 36,71 | 35,90 | 36,18 | 36,11 | 35,95 | 35,61 | 35,64 | 35,15 |
| Φ.Φ                                  | 35,99 | 35,84 | 36,82 | 35,90 | 35,67 | 35,61 | 35,60 | 35,28 | 35,37 | 35,47 | 35,32 | 35,25 | 35,47 | 35,43 | 35,41 |
| ΜΟ                                   | 36,87 | 37,11 | 37,26 | 37,11 | 37,01 | 36,86 | 36,96 | 36,96 | 36,92 | 37,16 | 37,20 | 37,11 | 37,01 | 37,10 | 37,00 |
| SE                                   | 2,77  | 2,65  | 2,73  | 2,92  | 3,09  | 3,08  | 2,69  | 2,34  | 2,18  | 2,01  | 2,08  | 2,09  | 2,08  | 2,13  | 2,16  |

**Πίνακας 7.24.** Η θερμοκρασία πήχης (T<sub>arm</sub>) του σώματος κατά το διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 32,14 | 32,43 | 33,88 | 33,96 | 34,59 | 34,44 | 34,36 | 34,96 | 35,29 | 35,71 | 35,48 | 34,12 | 35,24 | 36,42 | 36,99 | 37,13 | 37,31 |       |       |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                                | 31,52 | 32,50 | 32,58 | 32,17 | 32,96 | 32,92 | 32,71 | 32,42 | 32,34 | 33,12 | 33,29 | 33,99 | 33,37 | 33,74 | 33,50 | 33,53 | 34,31 |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                                | 32,53 | 32,50 | 32,48 | 33,12 | 33,31 | 33,29 | 34,27 | 33,90 | 33,94 | 34,24 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                                | 31,97 | 35,13 | 32,16 | 32,39 | 32,72 | 33,00 | 33,26 | 33,77 | 33,65 | 34,05 | 33,83 | 34,08 | 34,09 | 34,16 | 34,27 | 34,25 | 34,24 | 34,60 | 34,93 |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                                | 39,58 | 39,43 | 39,39 | 39,73 | 39,94 | 40,05 | 40,29 | 40,74 | 40,78 | 40,52 | 40,54 | 40,43 | 35,57 | 40,25 | 39,88 | 38,83 | 38,89 | 37,83 | 36,31 | 36,89 | 36,97 | 39,40 | 39,11 |
| Σ.Ν                                                | 37,90 | 37,87 | 37,93 | 36,19 | 38,71 | 38,54 | 37,85 | 36,94 | 38,16 | 38,51 | 36,76 | 36,28 | 36,18 | 36,85 | 37,10 | 37,57 | 36,96 | 36,67 | 37,15 | 37,59 | 38,13 | 38,39 | 38,17 |
| Π.Τ                                                | 31,53 | 32,42 | 32,96 | 33,41 | 33,90 | 33,79 | 34,35 | 34,50 | 34,56 | 34,05 | 34,51 | 34,05 | 34,64 | 34,24 | 35,00 | 34,86 | 34,61 | 34,83 | 34,68 | 35,23 | 35,11 | 35,30 | 35,72 |
| Φ.Φ                                                | 34,24 | 36,37 | 36,68 | 36,99 | 37,68 | 37,99 | 38,22 | 38,76 | 38,26 | 38,81 | 38,68 | 39,62 | 39,87 | 40,32 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                                 | 33,93 | 34,83 | 34,76 | 34,74 | 35,48 | 35,50 | 35,66 | 35,75 | 35,87 | 36,13 | 36,16 | 36,08 | 35,57 | 36,57 | 36,12 | 36,03 | 36,05 | 35,98 | 35,77 | 36,57 | 36,74 | 37,70 | 37,67 |
| SE                                                 | 3,12  | 2,81  | 2,83  | 2,65  | 2,86  | 2,88  | 2,74  | 2,83  | 2,88  | 2,77  | 2,67  | 2,82  | 2,12  | 2,80  | 2,34  | 2,11  | 1,94  | 1,54  | 1,17  | 1,21  | 1,52  | 2,13  | 1,75  |
| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 39,19 | 39,77 | 39,89 | 40,07 | 40,46 | 40,40 | 40,10 | 40,09 | 40,24 | 40,37 | 40,29 | 40,06 | 40,06 | 40,73 | 40,58 | 39,19 | 39,77 | 39,89 | 40,07 | 40,46 | 40,40 | 40,10 | 40,09 |
| Χ.Δ                                                | 31,46 | 32,11 | 31,63 | 31,26 | 30,91 | 30,80 | 31,99 | 33,20 | 34,06 | 35,00 | 35,25 | 35,37 | 35,45 | 35,44 | 35,48 | 31,46 | 32,11 | 31,63 | 31,26 | 30,91 | 30,80 | 31,99 | 33,20 |
| Β.Κ                                                | 35,33 | 35,26 | 35,37 | 35,15 | 34,86 | 34,81 | 34,89 | 35,10 | 35,22 | 35,20 | 35,00 | 34,60 | 34,36 | 34,71 | 34,54 | 35,33 | 35,26 | 35,37 | 35,15 | 34,86 | 34,81 | 34,89 | 35,10 |
| Α.Κ                                                | 40,47 | 40,21 | 39,85 | 39,79 | 39,67 | 39,51 | 39,37 | 39,49 | 39,51 | 39,36 | 39,68 | 39,60 | 39,39 | 39,06 | 38,93 | 40,47 | 40,21 | 39,85 | 39,79 | 39,67 | 39,51 | 39,37 | 39,49 |
| Δ.Μ                                                | 38,26 | 38,34 | 38,49 | 38,46 | 38,35 | 38,19 | 38,00 | 37,99 | 37,97 | 38,02 | 37,95 | 37,92 | 37,81 | 37,78 | 37,85 | 38,26 | 38,34 | 38,49 | 38,46 | 38,35 | 38,19 | 38,00 | 37,99 |
| Σ.Ν                                                | 37,83 | 38,11 | 38,52 | 38,53 | 38,29 | 38,48 | 38,69 | 37,79 | 37,10 | 37,68 | 38,03 | 38,10 | 37,95 | 37,96 | 38,08 | 37,83 | 38,11 | 38,52 | 38,53 | 38,29 | 38,48 | 38,69 | 37,79 |
| Π.Τ                                                | 36,46 | 37,25 | 37,52 | 37,70 | 37,85 | 37,05 | 37,02 | 36,71 | 35,90 | 36,18 | 36,11 | 35,95 | 35,61 | 35,64 | 35,15 | 36,46 | 37,25 | 37,52 | 37,70 | 37,85 | 37,05 | 37,02 | 36,71 |
| Φ.Φ                                                | 35,99 | 35,84 | 36,82 | 35,90 | 35,67 | 35,61 | 35,60 | 35,28 | 35,37 | 35,47 | 35,32 | 35,25 | 35,47 | 35,43 | 35,41 | 35,99 | 35,84 | 36,82 | 35,90 | 35,67 | 35,61 | 35,60 | 35,28 |
| ΜΟ                                                 | 36,87 | 37,11 | 37,26 | 37,11 | 37,01 | 36,86 | 36,96 | 36,96 | 36,92 | 37,16 | 37,20 | 37,11 | 37,01 | 37,10 | 37,00 | 36,87 | 37,11 | 37,26 | 37,11 | 37,01 | 36,86 | 36,96 | 36,96 |
| SE                                                 | 2,77  | 2,65  | 2,73  | 2,92  | 3,09  | 3,08  | 2,69  | 2,34  | 2,18  | 2,01  | 2,08  | 2,09  | 2,08  | 2,13  | 2,16  | 2,77  | 2,65  | 2,73  | 2,92  | 3,09  | 3,08  | 2,69  | 2,34  |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.25.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά την 20λεπτη περίοδο στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής στη συνθήκη ψύξης   |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                          | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8  | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Θ.Α                                                    | 66    | 65    | 67    | 67    | 70    | 68    | 65    | 66   | 60    | 62    | 67    | 65    | 68    | 67    | 70    | 66    | 66    | 67    | 69    | 72    |
| Χ.Δ                                                    | 74    | 74    | 78    | 68    | 70    | 77    | 72    | 72   | 68    | 69    | 72    | 71    | 75    | 78    | 72    | 73    | 74    | 74    | 73    | 81    |
| Β.Κ                                                    | 71    | 74    | 66    | 75    | 81    | 89    | 84    | 78   | 79    | 82    | 81    | 80    | 78    | 84    | 85    | 89    | 88    | 80    | 84    | 85    |
| Α.Κ                                                    | 72    | 77    | 75    | 74    | 74    | 73    | 76    | 73   | 74    | 74    | 74    | 76    | 76    | 74    | 75    | 73    | 75    | 74    | 86    | 73    |
| Δ.Μ                                                    | 73    | 74    | 76    | 79    | 77    | 78    | 76    | 76   | 78    | 77    | 79    | 76    | 77    | 78    | 73    | 75    | 78    | 76    | 79    | 85    |
| Σ.Ν                                                    | 104   | 94    | 100   | 94    | 89    | 95    | 86    | 77   | 102   | 98    | 102   | 102   | 99    | 92    | 95    | 90    | 93    | 97    | 99    | 100   |
| Π.Τ                                                    | 58    | 57    | 57    | 54    | 53    | 56    | 56    | 56   | 57    | 51    | 58    | 50    | 53    | 58    | 54    | 58    | 60    | 57    | 55    | 54    |
| Φ.Φ                                                    | 84    | 88    | 91    | 91    | 83    | 88    | 90    | 85   | 88    | 85    | 88    | 89    | 84    | 91    | 91    | 88    | 87    | 90    | 86    | 90    |
| ΜΟ                                                     | 75    | 75    | 76    | 75    | 75    | 78    | 76    | 73   | 76    | 75    | 78    | 76    | 76    | 78    | 77    | 77    | 78    | 77    | 79    | 80    |
| SE                                                     | 13,74 | 11,71 | 13,87 | 13,02 | 10,91 | 12,65 | 11,31 | 8,72 | 14,72 | 14,46 | 13,41 | 15,51 | 13,05 | 11,57 | 13,13 | 11,65 | 11,33 | 12,52 | 13,28 | 13,84 |
| Χρονικό διάστημα 20λεπτης αναμονής στη συνθήκη ελέγχου |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                          | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8  | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Θ.Α                                                    | 59    | 61    | 66    | 61    | 64    | 62    | 71    | 65   | 64    | 64    | 62    | 66    | 60    | 61    | 64    | 69    | 66    | 63    | 68    | 69    |
| Χ.Δ                                                    | 63    | 63    | 64    | 66    | 66    | 77    | 69    | 60   | 63    | 64    | 64    | 63    | 67    | 64    | 66    | 69    | 70    | 60    | 61    | 64    |
| Β.Κ                                                    | 65    | 68    | 65    | 65    | 67    | 67    | 68    | 75   | 75    | 75    | 67    | 75    | 70    | 70    | 64    | 65    | 70    | 74    | 71    | 66    |
| Α.Κ                                                    | 71    | 68    | 67    | 74    | 70    | 73    | 64    | 70   | 73    | 72    | 67    | 70    | 72    | 68    | 67    | 70    | 70    | 70    | 78    | 80    |
| Δ.Μ                                                    | 77    | 74    | 78    | 73    | 77    | 68    | 72    | 71   | 78    | 76    | 78    | 76    | 80    | 83    | 77    | 79    | 71    | 74    | 74    | 95    |
| Σ.Ν                                                    | 84    | 80    | 81    | 80    | 85    | 85    | 82    | 82   | 79    | 82    | 80    | 79    | 78    | 83    | 85    | 94    | 77    | 82    | 83    | 92    |
| Π.Τ                                                    | 64    | 67    | 69    | 61    | 62    | 63    | 63    | 60   | 69    | 63    | 60    | 67    | 64    | 61    | 64    | 64    | 66    | 66    | 68    | 66    |
| Φ.Φ                                                    | 84    | 85    | 83    | 84    | 91    | 87    | 84    | 85   | 90    | 86    | 86    | 81    | 85    | 84    | 86    | 95    | 85    | 91    | 85    | 86    |
| ΜΟ                                                     | 71    | 71    | 72    | 71    | 73    | 73    | 72    | 71   | 74    | 73    | 71    | 72    | 72    | 72    | 72    | 76    | 72    | 73    | 74    | 77    |
| SE                                                     | 9,76  | 8,31  | 7,74  | 8,64  | 10,55 | 9,54  | 7,69  | 9,35 | 8,82  | 8,66  | 9,53  | 6,56  | 8,50  | 10,08 | 9,58  | 12,49 | 6,31  | 10,23 | 8,16  | 12,61 |

**Πίνακας 7.26.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) το κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 139   | 143   | 147   | 149   | 151   | 150   | 156   | 157   | 155   | 156   | 161   | 161   | 162   | 162   | 160   | 165   | 163   | 165   |       |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 142   | 152   | 157   | 161   | 164   | 160   | 160   | 160   | 160   | 157   | 166   | 167   | 170   | 173   | 175   | 170   | 169   | 168   | 178   | 172   | 169   | 168   | 168   |
| Β.Κ                                          | 147   | 156   | 162   | 163   | 158   | 166   | 163   | 167   | 168   | 165   | 162   | 167   | 164   | 166   | 167   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 148   | 151   | 159   | 158   | 155   | 151   | 156   | 167   | 171   | 172   | 171   | 172   | 173   | 178   | 174   | 177   | 174   |       |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 126   | 140   | 149   | 153   | 153   | 158   | 157   | 159   | 163   | 159   | 160   | 161   | 164   | 166   | 165   | 165   | 166   | 166   | 162   | 163   | 163   | 164   | 161   |
| Σ.Ν                                          | 146   | 154   | 160   | 164   | 165   | 171   | 170   | 169   | 168   | 169   | 172   | 174   | 174   | 173   | 172   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 102   | 116   | 115   | 116   | 112   | 127   | 128   | 116   | 118   | 124   | 122   | 125   | 123   | 132   | 125   | 129   | 127   | 133   | 135   | 131   | 129   | 134   | 138   |
| Φ.Φ                                          | 104   | 147   | 154   | 157   | 161   | 162   | 161   | 159   | 160   | 164   | 161   | 163   | 169   | 171   | 170   | 168   |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 132   | 145   | 150   | 153   | 152   | 156   | 156   | 157   | 158   | 158   | 159   | 161   | 162   | 165   | 164   | 162   | 160   | 158   | 158   | 155   | 154   | 155   | 156   |
| SE                                           | 19,07 | 12,88 | 15,23 | 15,63 | 17,07 | 13,53 | 12,36 | 17,08 | 16,95 | 14,95 | 15,80 | 15,41 | 16,50 | 14,31 | 16,33 | 16,92 | 18,78 | 16,71 | 21,73 | 21,55 | 21,57 | 18,58 | 15,70 |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 128   | 137   | 141   | 147   | 142   | 150   | 152   | 152   | 152   | 159   | 162   | 158   | 163   | 160   | 161   | 165   | 162   | 162   | 167   |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 128   | 139   | 139   | 146   | 148   | 142   | 148   | 144   | 146   | 148   | 150   | 144   | 146   | 146   | 147   | 148   | 154   | 146   | 143   | 142   | 143   | 138   | 139   |
| Β.Κ                                          | 139   | 151   | 153   | 155   | 163   | 159   | 166   | 160   | 161   | 160   | 163   | 156   | 166   | 166   | 166   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 121   | 139   | 150   | 151   | 155   | 157   | 156   | 157   | 161   | 162   | 160   | 161   | 167   | 166   | 168   | 168   | 167   |       |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 123   | 137   | 143   | 148   | 149   | 147   | 144   | 152   | 151   | 154   | 149   | 153   | 155   | 155   | 156   | 157   | 156   | 158   | 156   | 156   | 156   | 160   | 160   |
| Σ.Ν                                          | 133   | 147   | 151   | 156   | 160   | 161   | 164   | 165   | 168   | 169   | 172   | 176   | 177   | 175   | 170   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 102   | 124   | 130   | 136   | 130   | 135   | 125   | 134   | 136   | 138   | 137   | 143   | 145   | 147   | 144   | 148   | 150   | 146   | 148   | 147   | 141   | 147   | 150   |
| Φ.Φ                                          | 136   | 149   | 162   | 165   | 172   | 172   | 179   | 171   | 177   | 173   | 177   | 176   | 176   | 175   | 175   | 180   |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 126   | 140   | 146   | 151   | 152   | 153   | 154   | 154   | 157   | 158   | 159   | 158   | 162   | 161   | 161   | 161   | 158   | 153   | 154   | 148   | 147   | 148   | 150   |
| SE                                           | 11,56 | 8,67  | 9,89  | 8,54  | 13,10 | 11,75 | 16,27 | 11,72 | 12,95 | 11,23 | 13,00 | 12,57 | 12,29 | 11,34 | 11,09 | 12,49 | 6,72  | 8,25  | 10,47 | 7,09  | 8,14  | 11,06 | 10,50 |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.27.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά τη 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ψύξης   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Θ.Α                                  | 101   | 100   | 97    | 92    | 96    | 92    | 94    | 91    | 94    | 91    | 100   | 95    | 93    | 96    | 95    |
| Χ.Α                                  | 99    | 89    | 85    | 88    | 84    | 87    | 86    | 83    | 88    | 86    | 97    | 85    | 85    | 92    | 91    |
| Β.Κ                                  | 107   | 106   | 102   | 104   | 110   | 104   | 105   | 103   | 101   | 101   | 104   | 101   | 101   | 101   | 101   |
| Α.Κ                                  | 92    | 91    | 91    | 89    | 91    | 93    | 92    | 92    | 92    | 102   | 88    | 92    | 91    | 98    | 95    |
| Δ.Μ                                  | 109   | 106   | 105   | 100   | 100   | 94    | 100   | 98    | 95    | 96    | 105   | 103   | 100   | 99    | 99    |
| Σ.Ν                                  | 136   | 131   | 131   | 134   | 133   | 135   | 130   | 133   | 135   | 127   | 145   | 128   | 129   | 128   | 126   |
| Π.Τ                                  | 70    | 70    | 64    | 62    | 69    | 63    | 74    | 67    | 65    | 65    | 65    | 65    | 60    | 63    | 67    |
| Φ.Φ                                  | 108   | 110   | 103   | 106   | 106   | 103   | 104   | 104   | 101   | 101   | 105   | 102   | 102   | 111   | 101   |
| ΜΟ                                   | 103   | 100   | 97    | 97    | 99    | 96    | 98    | 96    | 96    | 96    | 101   | 96    | 95    | 99    | 97    |
| SE                                   | 18,50 | 17,86 | 19,08 | 20,36 | 18,99 | 20,11 | 16,41 | 19,03 | 19,33 | 17,46 | 22,23 | 17,86 | 19,31 | 18,29 | 16,13 |
| 15λεπτη ανάπαυλα στη συνθήκη ελέγχου |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                        | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 |
| Θ.Α                                  | 90    | 92    | 93    | 94    | 90    | 93    | 92    | 92    | 92    | 90    | 89    | 88    | 86    | 85    | 89    |
| Χ.Α                                  | 84    | 80    | 79    | 78    | 81    | 76    | 77    | 77    | 77    | 81    | 73    | 76    | 77    | 73    | 80    |
| Β.Κ                                  | 105   | 110   | 103   | 104   | 105   | 103   | 100   | 101   | 94    | 96    | 93    | 94    | 98    | 95    | 92    |
| Α.Κ                                  | 104   | 106   | 104   | 101   | 102   | 102   | 97    | 97    | 98    | 100   | 97    | 95    | 97    | 92    | 102   |
| Δ.Μ                                  | 107   | 103   | 105   | 100   | 103   | 102   | 101   | 99    | 100   | 99    | 100   | 98    | 95    | 92    | 112   |
| Σ.Ν                                  | 138   | 133   | 132   | 121   | 126   | 125   | 121   | 124   | 124   | 118   | 119   | 120   | 138   | 142   | 119   |
| Π.Τ                                  | 81    | 81    | 81    | 82    | 81    | 88    | 81    | 79    | 82    | 81    | 79    | 77    | 81    | 66    | 81    |
| Φ.Φ                                  | 118   | 117   | 110   | 108   | 102   | 106   | 110   | 112   | 106   | 105   | 109   | 104   | 102   | 101   | 98    |
| ΜΟ                                   | 103   | 103   | 101   | 99    | 99    | 99    | 97    | 98    | 97    | 96    | 95    | 94    | 97    | 93    | 97    |
| SE                                   | 18,84 | 18,08 | 16,98 | 13,88 | 14,77 | 14,36 | 14,39 | 15,67 | 14,53 | 12,40 | 15,03 | 14,35 | 18,85 | 22,88 | 13,98 |

**Πίνακας 7.28.** Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά το διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                    | 0-1   | 2-3   | 4-5   | 6-7   | 8-9   | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                              | 147   | 154   | 148   | 149   | 150   | 155   | 156   | 157   | 159   | 159   | 162   | 163   | 159   | 167   | 169   | 169   | 170   |       |       |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                              | 140   | 143   | 144   | 146   | 143   | 149   | 158   | 162   | 164   | 162   | 164   | 156   | 156   | 158   | 155   | 150   | 153   |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                              | 146   | 152   | 154   | 155   | 157   | 160   | 164   | 165   | 165   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                              | 149   | 158   | 152   | 159   | 174   | 169   | 175   | 169   | 163   | 171   | 163   | 169   | 172   | 170   | 171   | 167   | 173   | 172   | 173   |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                              | 135   | 138   | 146   | 149   | 150   | 142   | 149   | 144   | 143   | 142   | 148   | 151   | 149   | 145   | 150   | 149   | 150   | 152   | 153   | 151   | 151   | 154   | 157   |
| Σ.Ν                                              | 140   | 142   | 143   | 148   | 149   | 149   | 151   | 151   | 154   | 153   | 153   | 152   | 150   | 152   | 153   | 156   | 156   | 161   | 159   | 160   | 160   | 160   | 159   |
| Π.Τ                                              | 104   | 112   | 111   | 123   | 120   | 125   | 133   | 134   | 134   | 137   | 132   | 132   | 136   | 137   | 134   | 135   | 138   | 140   | 136   | 138   | 142   | 145   | 147   |
| Φ.Φ                                              | 145   | 154   | 154   | 159   | 156   | 164   | 162   | 163   | 168   | 165   | 164   | 167   | 167   | 167   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                               | 138   | 144   | 144   | 149   | 150   | 152   | 156   | 156   | 156   | 156   | 155   | 156   | 156   | 157   | 155   | 154   | 157   | 156   | 155   | 150   | 151   | 153   | 154   |
| SE                                               | 14,58 | 14,76 | 14,01 | 11,46 | 15,17 | 13,90 | 12,35 | 11,88 | 11,97 | 12,35 | 11,95 | 12,62 | 12,04 | 12,50 | 13,57 | 12,64 | 13,05 | 13,57 | 15,33 | 11,06 | 9,00  | 7,55  | 6,43  |

| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |      |       |       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1  | 2-3   | 4-5   | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 133  | 144   | 148   | 151  | 153  | 154   | 157   | 160   | 160   | 163   | 169   | 159   | 161   | 155   | 165   | 166   | 168   | 171   | 175   |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                                | 120  | 128   | 128   | 137  | 134  | 133   | 139   | 143   | 138   | 140   | 133   | 131   | 134   | 133   | 137   | 133   | 132   |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                                | 148  | 151   | 153   | 155  | 159  | 158   | 163   | 167   | 162   | 164   | 166   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                                | 138  | 149   | 153   | 156  | 157  | 160   | 160   | 162   | 162   | 163   | 167   | 168   | 172   | 167   | 169   | 171   | 174   | 175   |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                                | 138  | 150   | 155   | 159  | 151  | 153   | 154   | 156   | 156   | 156   | 156   | 159   | 158   | 160   | 159   | 167   | 163   | 161   | 166   | 167   | 169   | 168   | 168   |
| Σ.Ν                                                | 152  | 156   | 162   | 162  | 162  | 165   | 170   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                                | 136  | 131   | 134   | 149  | 145  | 152   | 148   | 152   | 152   | 154   | 151   | 156   | 154   | 150   | 147   | 149   | 147   | 150   | 149   | 150   | 150   | 151   | 145   |
| Φ.Φ                                                | 137  | 152   | 151   | 159  | 163  | 168   | 167   | 166   | 166   | 171   | 167   | 169   | 167   | 172   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                                 | 138  | 145   | 148   | 154  | 153  | 155   | 157   | 158   | 157   | 159   | 158   | 157   | 158   | 156   | 155   | 157   | 157   | 164   | 163   | 159   | 160   | 160   | 157   |
| SE                                                 | 9,63 | 10,23 | 11,34 | 7,93 | 9,72 | 10,69 | 10,19 | 8,47  | 9,36  | 9,96  | 13,06 | 13,78 | 13,25 | 13,85 | 13,22 | 15,94 | 17,11 | 11,18 | 13,20 | 12,02 | 13,44 | 12,02 | 16,26 |

Κρυοθεραπεία και απόδοση κατά την άσκηση στη ζέστη

**Πίνακας 7.29.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύς (PPO) κατά το 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1  | 2-3  | 4-5  | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 806  | 778  | 834  | 834  | 820  | 799   | 806   | 799   | 820   | 799   | 799   | 792   | 785   | 799   | 806   | 813   | 778   | 806   |       |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 736  | 715  | 770  | 777  | 736  | 681   | 715   | 715   | 729   | 681   | 783   | 770   | 722   | 811   | 763   | 763   | 647   | 688   | 818   | 743   | 681   | 647   | 674   |
| Β.Κ                                          | 1030 | 1030 | 1063 | 1046 | 1030 | 1030  | 1046  | 1046  | 1046  | 1014  | 1046  | 1030  | 1030  | 1030  | 1063  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 751  | 729  | 708  | 787  | 765  | 830   | 729   | 780   | 780   | 802   | 794   | 765   | 802   | 802   | 765   | 809   | 686   |       |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 900  | 855  | 870  | 839  | 832  | 877   | 862   | 870   | 847   | 847   | 832   | 885   | 900   | 847   | 855   | 832   | 870   | 847   | 816   | 839   | 862   | 847   | 809   |
| Σ.Ν                                          | 980  | 963  | 955  | 946  | 955  | 929   | 837   | 938   | 938   | 921   | 929   | 929   | 879   | 828   | 794   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 879  | 828  | 845  | 836  | 819  | 836   | 794   | 777   | 811   | 895   | 803   | 819   | 726   | 752   | 760   | 752   | 718   | 777   | 811   | 726   | 777   | 761   | 803   |
| Φ.Φ                                          | 862  | 854  | 870  | 862  | 870  | 847   | 831   | 800   | 862   | 847   | 823   | 808   | 839   | 831   | 831   | 862   |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 868  | 844  | 864  | 866  | 853  | 854   | 828   | 841   | 854   | 851   | 851   | 850   | 835   | 837   | 830   | 805   | 740   | 780   | 815   | 769   | 774   | 752   | 762   |
| SE                                           | 104  | 109  | 108  | 89   | 97   | 101   | 102   | 107   | 99    | 98    | 91    | 92    | 102   | 83    | 100   | 42    | 87    | 67    | 4     | 61    | 91    | 100   | 76    |
| 46λεπτο πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                | 0-1  | 2-3  | 4-5  | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                          | 799  | 799  | 806  | 820  | 792  | 737   | 799   | 799   | 799   | 806   | 806   | 799   | 813   | 806   | 848   | 813   | 806   | 778   | 827   |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                          | 722  | 749  | 736  | 722  | 749  | 743   | 715   | 674   | 668   | 709   | 661   | 695   | 661   | 620   | 722   | 681   | 709   | 586   | 538   | 518   | 552   | 491   | 531   |
| Β.Κ                                          | 1030 | 1046 | 1079 | 1046 | 1046 | 1030  | 997   | 1030  | 997   | 1014  | 981   | 981   | 981   | 981   | 1046  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                          | 758  | 780  | 830  | 852  | 830  | 830   | 765   | 816   | 830   | 765   | 722   | 809   | 838   | 830   | 765   | 765   | 737   |       |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                          | 832  | 824  | 816  | 839  | 824  | 794   | 809   | 801   | 816   | 771   | 824   | 824   | 839   | 847   | 786   | 816   | 809   | 786   | 809   | 809   | 809   | 801   | 824   |
| Σ.Ν                                          | 938  | 946  | 971  | 980  | 971  | 971   | 971   | 963   | 971   | 971   | 971   | 963   | 971   | 963   | 963   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                          | 845  | 895  | 895  | 862  | 879  | 879   | 803   | 845   | 963   | 870   | 887   | 887   | 887   | 853   | 853   | 862   | 862   | 853   | 853   | 828   | 828   | 879   | 754   |
| Φ.Φ                                          | 901  | 893  | 924  | 916  | 924  | 924   | 909   | 885   | 862   | 901   | 847   | 885   | 761   | 862   | 839   | 885   |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                           | 853  | 867  | 882  | 880  | 877  | 863   | 846   | 852   | 863   | 851   | 837   | 855   | 844   | 845   | 853   | 804   | 784   | 751   | 757   | 718   | 729   | 723   | 703   |
| SE                                           | 100  | 98   | 109  | 100  | 99   | 107   | 101   | 109   | 110   | 107   | 111   | 94    | 106   | 110   | 106   | 73    | 61    | 115   | 147   | 174   | 154   | 205   | 153   |

**Πίνακας 7.30.** Η κορυφαία παραγόμενη ισχύς (PPO) κατά το διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης στη συνθήκη ψύξης και στη συνθήκη ελέγχου.

| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη ψύξης)   |     |     |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1 | 2-3 | 4-5  | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 834 | 820 | 816  | 813  | 778  | 806   | 799   | 778   | 813   | 792   | 792   | 792   | 785   | 799   | 771   | 799   | 799   |       |       |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                                | 695 | 627 | 627  | 634  | 647  | 709   | 783   | 777   | 729   | 688   | 722   | 674   | 674   | 586   | 497   | 593   | 484   |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                                | 981 | 997 | 1014 | 948  | 981  | 1030  | 1030  | 1046  | 1030  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                                | 802 | 802 | 809  | 809  | 830  | 802   | 823   | 809   | 809   | 823   | 765   | 859   | 802   | 823   | 794   | 802   | 802   | 787   | 802   |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                                | 801 | 778 | 816  | 816  | 809  | 771   | 809   | 794   | 809   | 786   | 786   | 862   | 862   | 771   | 801   | 801   | 824   | 824   | 809   | 809   | 794   | 778   | 832   |
| Σ.Ν                                                | 743 | 726 | 752  | 760  | 777  | 642   | 676   | 735   | 701   | 667   | 684   | 667   | 608   | 642   | 600   | 684   | 997   | 862   | 912   | 743   | 617   | 667   | 659   |
| Π.Τ                                                | 777 | 777 | 811  | 845  | 760  | 870   | 870   | 828   | 836   | 836   | 811   | 811   | 726   | 752   | 752   | 786   | 786   | 794   | 625   | 777   | 853   | 803   | 803   |
| Φ.Φ                                                | 878 | 878 | 862  | 831  | 870  | 885   | 878   | 878   | 878   | 854   | 823   | 847   | 823   | 839   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                                 | 814 | 801 | 813  | 807  | 807  | 814   | 834   | 830   | 826   | 778   | 769   | 788   | 754   | 744   | 703   | 744   | 782   | 817   | 787   | 776   | 754   | 749   | 764   |
| SE                                                 | 87  | 108 | 108  | 88   | 96   | 118   | 101   | 97    | 100   | 73    | 50    | 84    | 90    | 95    | 125   | 87    | 166   | 34    | 119   | 33    | 123   | 72    | 92    |
| Διαλειμματικό πρωτόκολλο άσκησης (Συνθήκη έλεγχου) |     |     |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Δοκιμαζόμενοι                                      | 0-1 | 2-3 | 4-5  | 6-7  | 8-9  | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 | 20-21 | 22-23 | 24-25 | 26-27 | 28-29 | 30-31 | 32-33 | 34-35 | 36-37 | 38-39 | 40-41 | 42-43 | 44-45 |
| Θ.Α                                                | 792 | 792 | 792  | 792  | 806  | 799   | 785   | 806   | 799   | 792   | 778   | 820   | 799   | 757   | 799   | 820   | 799   | 792   | 820   |       |       |       |       |
| Χ.Δ                                                | 606 | 565 | 565  | 593  | 552  | 545   | 681   | 606   | 572   | 545   | 477   | 463   | 470   | 436   | 470   | 450   | 477   |       |       |       |       |       |       |
| Β.Κ                                                | 981 | 948 | 1046 | 1046 | 1014 | 981   | 1030  | 1014  | 997   | 997   | 1046  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Α.Κ                                                | 751 | 722 | 744  | 744  | 758  | 722   | 765   | 715   | 708   | 722   | 765   | 751   | 802   | 715   | 722   | 737   | 722   | 765   |       |       |       |       |       |
| Δ.Μ                                                | 786 | 801 | 763  | 763  | 763  | 755   | 763   | 809   | 809   | 794   | 809   | 786   | 801   | 824   | 839   | 832   | 809   | 816   | 816   | 862   | 870   | 877   | 900   |
| Σ.Ν                                                | 980 | 960 | 971  | 963  | 963  | 971   | 971   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Π.Τ                                                | 803 | 862 | 887  | 895  | 904  | 904   | 904   | 895   | 904   | 870   | 845   | 870   | 819   | 853   | 895   | 803   | 819   | 803   | 769   | 862   | 803   | 904   | 904   |
| Φ.Φ                                                | 831 | 854 | 815  | 870  | 862  | 878   | 870   | 815   | 854   | 854   | 831   | 831   | 808   | 870   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ΜΟ                                                 | 816 | 813 | 823  | 833  | 828  | 819   | 846   | 809   | 806   | 796   | 793   | 754   | 750   | 743   | 745   | 728   | 725   | 794   | 802   | 862   | 836   | 891   | 902   |
| SE                                                 | 122 | 128 | 148  | 141  | 144  | 146   | 118   | 129   | 137   | 140   | 168   | 148   | 137   | 161   | 166   | 160   | 144   | 22    | 29    | 0     | 48    | 19    | 3     |