

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗΣ ΆΣΚΗΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΟ
ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΕ ΘΕΡΜΟ ΚΑΙ ΚΡΥΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΝΤΙΚΟΥΛΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ : ΑΝΤΡΕΑΣ ΦΛΟΥΡΗΣ

ΠΟΛΗ : ΤΡΙΚΑΛΑ

ΕΤΟΣ : 2022

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗΣ ΆΣΚΗΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΕ ΘΕΡΜΟ ΚΑΙ ΚΡΥΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΝΤΙΚΟΥΛΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προπόνηση hit και προσαρμογές της στο ανθρώπινο μυϊκό σύστημα

Ο όρος ΗΙΠπροπόνηση περιγράφει τη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, η οποία αποτελείται από διαστήματα διεξαγωγής άσκησης πάνω από το κατώφλι του γαλακτικού οξέος και κοντά στα όρια της vo_{2max} 80-90%). [13] Το ΗΙΠ έχει βρεθεί ότι οδηγεί σε βελτίωση του κάρδιο-αναπνευστικού συστήματος, της γενικότερης

υγείας καθώς και της φυσικής κατάστασης. Στους αθλητές αυξάνει την αερόβια απόδοση, συμβάλει στη μείωση του επιπέδου του σωματικού λίπους αυξάνοντας εξίσου την ικανότητα του μεταβολισμού. [13] Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης συστήνεται στους ανθρώπους που προσπαθούν να μειώσουν το σωματικό τους βάρος, καθώς προκαλεί περισσότερη λιπόλυση από μια μέτρια ένταση συνεχόμενη μορφή άσκησης, καθώς η θερμιδική δαπάνη παραμένει υψηλή και μετά το πέρας της προπόνησης. Στο HIIT η εκτέλεση ασκήσεων σε υψηλή ένταση ακολουθείται από ανάκαμψη χαμηλής έντασης, στη οποία μειώνονται τα επίπεδα γαλακτικού οξέως στην κυκλοφορία του αίματος επιτρέποντας στον ασκούμενο να εκτελέσει ένα ακόμη διάστημα υψηλής έντασης. [6]

Ωστόσο υπάρχουν διαφορετικά μοντέλα διεξαγωγής της προπόνησης HIIT πρόκειται για μια προσέγγιση διαλειμματικής προπόνησης που αντιπροσωπεύει ένα σύνολο ανθρώπων μαζικά ασκούμενους. Ταξινομεί την ένταση και τον συνολικό όγκο της προπόνησης σε χρόνο όπως για παράδειγμα "πρόγραμμα διαλειμματικής προπόνησης μεσαίας διάρκειας αλλά υψηλής έντασης". Πρόκειται για ένα μοντέλο HIIT προπόνησης που αφορά το γενικό πληθυσμό. [7]

ΘΕΡΜΟΥΘΜΙΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η θερμορύθμιση είναι η διαδικασία με τη οποία το ανθρώπινο σώμα διατηρεί τη σταθερότητα ή την ισορροπία της θερμοκρασίας του σε οποιαδήποτε περιβαλλοντική συνθήκη. Η φυσιολογική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος τόσο τους χειμερινούς όσο και τους καλοκαιρινούς μήνες είναι 36,5 βαθμοί Κελσίου. Οι θερμοϋποδοχείς είναι οι αγγειοφόροι πληροφοριών για τη θερμική κατάσταση της ομοιόστασης. Οι θερμοϋποδοχείς είναι εκείνοι που μέσω των νευρικών ινών, ορμονών και πολλών άλλων βιολογικών βοηθητικών εργασιών από διαφορετικές ουσίες αλλάζουν το επίπεδο μεταφοράς θερμότητας όπως και τη παραγωγή της σε διάφορα μέρη του σώματος ή συνολικά.

Με τον τρόπο αυτό οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος γίνονται αισθητές τόσο στο εξωτερικό μέρος του σώματος του ανθρώπου όσο και στο πυρήνα του με αποτέλεσμα την προσαρμογή του οργανισμού και τη θερμορύθμισή του. [8]

Ο μηχανισμός της θερμορύθμισης είναι ένα σύστημα αυτοελέγχου με ανάδραση. Αυτό σημαίνει πως ανάλογα με τις εξωτερικές περιβαλλοντικές ή συνθήκες γίνονται εσωτερικές, ακούσιες και εκούσιες διεργασίες του σώματος για την διατήρηση της σταθερής του θερμοκρασίας 36,5°C. [8]

Θερμορύθμιση στο κρύο

Η έκθεση στο κρύο οδηγεί σε μείωση της θερμότητας του δέρματος και της φυσιολογικής αναπνευστικής ροής του ατόμου λόγω αγγειοσυστολής του δέρματος και των πνευμονικών κυψελίδων, καθώς και με τη μείωση του πνευμονικού αερισμού. Στη έκθεση του σώματος σε κρύο περιβάλλον, ενεργοποιούνται οι μύες με ακούσια μυϊκή σύσπαση, λεγόμενο « ρίγος », με σκοπό τη διατήρηση της

θερμοκρασίας πυρήνα μέσω της παραγωγής θερμότητας από τους μύες. Επίσης, εκτός από ακούσιες, οι μυϊκές συσπάσεις μπορεί να είναι και εκούσιες, ώστε να αυξηθεί η αρτηριακή πίεση μαζί με τη ροή ταχύτητας του αίματος στους μύες .

Μύες και κρύο περιβάλλον

Η έκθεση σε κρύο περιβάλλον επιδρά στη λειτουργία του μυϊκού συστήματος , μειώνοντας την ταχύτητα και την ισχύ της μυϊκής συστολής . [8]

ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πέρα από τον ανθρώπινο οργανισμό στο πλανήτη μας, κατοικεί και ένας τεράστιος αριθμός μικρό – οργανισμών που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ανθρώπινο σώμα για την επιβίωση τους και την αναπαραγωγή τους. Αυτοί οι μικροοργανισμοί, όπως οι μύκητες , τα παράσιτα κ.α. , μπορούν να προκαλέσουν μολύνσεις είτε εξωτερικά στη επιφάνεια του δέρματος είτε εσωτερικά. Για την αντιμετώπιση των διαφόρων μολυσματικών παραγόντων ο ανθρώπινος οργανισμός επιστρατεύει , διάφορους μηχανισμούς άμυνας, που αποτελούν το ανοσοποιητικό σύστημα[11]. Το ανοσοποιητικό μας σύστημα δεν αντιδρά μόνο για να αντιμετωπίσει εξωγενείς παράγοντες αλλά αντιδρά και σε ενδογενείς παράγοντες οιοποίοι επηρεάζουν την ομοιόσταση του οργανισμού. Ενάς τέτοιος ενδογενής παράγοντας είναι και η άσκηση ή οποία προκαλεί στρες στον ανθρώπινο οργανισμό και διαταράσσει την ομοιόστασή του λόγω του τραυματισμού του μυϊκού ιστού. Η φυσική αμυντική απόκριση του ανοσοποιητικού που ενεργοποιείται για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της άσκησης είναι η φλεγμονή [14].

ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΓΙΑΤΙ ΤΟΥΣ ΕΠΙΛΕΞΑΜΕ

Λευκά Αιμοσφαίρια, Αιμοπετάλια και Ερυθρά Αιμοσφαίρια Λεμφοκύτταρα

Ο δείκτης των λευκών αιμοσφαιρίων ή αλλιώς λευκοκυττάρων είναι μια ομάδα κυττάρων μαζί με τα ερυθρά και τα αιμοπετάλια που αποτελούν το 1% του αίματος καθώς είναι μέρος αυτού και βρίσκονται σε όλο τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα λευκά παράγονται στο μυελό των οστών εξίσου και οι άλλοι δύο αιματολογικοί δείκτες και αποθηκεύονται στο αίμα καθώς και στους λεμφικούς ιστούς. Η διάρκεια ζωής των λεμφοκυττάρων δε ξεπερνά τις 72 ώρες με αποτέλεσμα να υπάρχει συνεχής παραγωγή από το μυελό των οστών. Η κύρια χρήση των λευκών αιμοσφαιρίων είναι η συμμετοχή τους στο ανοσοποιητικό σύστημα δηλαδή στην άμυνα του οργανισμού από τυχόν λοιμώξεις , δημιουργούν επίσης φλεγμονές και έχουν τη δυνατότητα να εκδηλώσουν τυχόν αλλεργίες. [5] Η σωματική δραστηριότητα ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί διαταραχές στον αριθμό των λευκών αιμοσφαιρίων στην κυκλοφορία του αίματος και στη λειτουργία τους, οι οποίες φαίνεται να εξαρτώνται από το είδος, την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης. [5]

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι υπεύθυνα για την μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς μέσω του αίματος. Παράγονται στο μυελό των οστών όπως προαναφέρθηκε μέσω της ερυθροποιητίνης ή όποια είναι μια ορμόνη που εκκρίνεται από το νεφρό. Πρόκειται για έναν δείκτη αίματος ανοσοποιητικής κατάστασης . [11]

Τα λεμφοκύτταρα είναι διάφορες κατηγορίες λευκών αιμοσφαιρίων ή λευκοκυττάρων. Κάθε κατηγορία λευκών αιμοσφαιρίων είναι υπεύθυνη για μια λειτουργία και όλες μαζί δρουν για να αντιμετωπίσουν τις ασθένειες και τα νοσήματα που εισβάλλουν η δημιουργούνται σε έναν ανθρώπινο οργανισμό . [12]

Αντιδρώσα πρωτεΐνη CRP και κρεατινική κινάση CPK

Η CRP συντίθεται ως αντίδραση σε διαφόρων ειδών φλεγμονές. [9] Η επίδραση της οξείας φάσης της CRP είναι η άμεση ανταπόκριση σε ερεθίσματα φλεγμονής. Η άσκηση περιλαμβάνει έναν σύνθετο διαμεσολαβητή που στοχεύει προς την ελαχιστοποίηση της έκτασης πάνω στη βλάβη των ιστών και τη δυνατότητα αποκατάστασης από προφλεγμονώδη διεργασίες. Παλιές μελέτες για τη σχέση μεταξύ μεμονωμένων περιόδων άσκησής και την απόκριση της CRP έχουν δείξει αντικρουόμενα δεδομένα και κάποιες άλλες απέτυχαν να το κάνουν. Από τα πρωτόκολλα προπόνησης που μελετήθηκαν, δε φάνηκε να προκαλεί σημαντική οξύτητα και αλλαγές σε οποιαδήποτε μεμονωμένη φλεγμονώδη κυτοκίνη. Η αιτία δίνεται στη σχετικά σύντομη περίοδο εκπαίδευσης . [15]

Η CPK λεγόμενη κρεατινική κινάση , είναι η φωσφορική κρεατίνη, είναι εκείνη που χρησιμοποιείται ως ενέργεια όταν δε υπάρχει υπολειπόμενη στους μύες και με τη βοήθεια της διεξάγεται η εκάστοτε αντίδραση κατά την οποία απελευθερώνεται η απαιτούμενη ενέργεια των μυών . Τη κρεατινική κινάση την εντοπίζουμε σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις ανάλογα με τον ιστό που τις συναντάμε , όπως για παράδειγμα το εγκέφαλο , τους πνεύμονες τους σκελετικούς μύες και τη καρδιά.. Αύξηση του δείκτη της CPK στον ορό του αίματος μπορεί να παρατηρηθεί εξαιτίας σωματικής άσκησης μεγάλης διάρκειας και όγκου προπόνησης και που έχει προκαλέσει μυϊκή καταπόνηση. , ως αποτέλεσμα λοίμωξης από ιούς, καθώς και σε άλλες παθολογικές καταστάσεις. [9]

Αιματοκρίτης

Ο αιματοκρίτης, δηλαδή η αναλογία μεταξύ ερυθρών αιμοσφαιρίων ανά μονάδα όγκου στο αίμα [10], είναι ένας βασικός δείκτης υγείας. Τα επίπεδα του αιματοκρίτη μπορούν να αντικατοπτρίσουν τα , επίπεδα της ενυδάτωσης του ατόμου , τη ικανότητα για μεταφορά οξυγόνου και ακόμη τη πιθανή απώλειααίματος. [10]

ΜΕΘΟΔΟΙ

Συμμετέχοντες

Στο πρωτόκολλο συμμετείχαν άνδρες εθελοντές, ηλικίας από 18 έως 30 ετών . Οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν σε ζευγάρια όπου είχαν τα ίδια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και βρισκόντουσαν στην ίδια κατηγορία BMI καθώς είχαν και παρόμοια ηλικία. Για την συμμετοχή τους στη μελέτη ήταν απαραίτητη η αποχή τους από σωματική άσκηση 72 ώρες πριν καθώς και μετά την διεξαγωγή του πρωτοκόλλου. Κριτήρια αποκλεισμού αποτελούσαν το κάπνισμα , η κατανάλωση αλκοόλ , η έκθεση του σώματος στη νόσο covid 19 τους τελευταίους 2 μήνες όπως οποιοδήποτε παθολογικό ή χρόνια νόσημα και μυοσκελετικό.

Οι εθελοντές, πριν την έναρξη όλων των μετρήσεων έχουν ενημερωθεί πλήρως για τους κανονισμούς συμμετοχής από το έντυπο συναίνεσης , στο οποίο αναφέρονται όλα τα παραπάνω. Οι ίδιοι κλήθηκαν να υπογράψουν με την συγκατάθεση τους στη ερευνητική αυτή μελέτη και να λάβουν μέρος εκ του ασφαλούς και της πλήρη ενημέρωσης.

ΥΛΙΚΑ

Ρουχισμός

Για την διεξαγωγή του πρωτοκόλλου είχαν επιλεγθεί συγκεκριμένα ρούχα και ίδια μεταξύ τους ανεξαιρέτως το περιβάλλον . Πρόκειται για ένα σορτς και μια μπλούζα κοντομάνικη Dri-fit .

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι συνεδρίες που καλέστηκαν οι ασκούμενοι να εκτελέσουν τη προπονητική μονάδα περιλάμβαναν (α) κρύο σε 14 βαθμούς κελσίου και (β) 69 % υγρασία και θερμοουδέτερο περιβάλλον 24 και 60 % .

Η θερμοκρασία και η υγρασία καθορίστηκαν για τη κάθε συνθήκη από τους μέσους όρους τεσσάρων των τελευταίων χρόνων (2018 – 2021), με δεδομένα από το μετεωρολογικό σταθμό wunderground.com συγκεκριμένα Spata Athens . Όλες οι συνεδρίες πραγματοποιήθηκαν στον περιβαλλοντικό θάλαμο του εργαστηρίου Περιβαλλοντικής Φυσιολογίας (FAME Laboratory) του πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για να ελεγχθεί ότι οι συνθήκες παρέμειναν σταθερές κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου χρησιμοποιήθηκε φορητός μετεωρολογικός σταθμός (Kestrel).

Υπό μέγιστη ένταση και καθορισμός καρδιακών παλμών - ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ VO₂max

Για την υπό μέγιστη ένταση σε καρδιακούς παλμούς του εθελοντή στο 90 % της μέγιστης καρδιακής συχνότητας , πραγματοποιήθηκε 96 ώρες πριν την έναρξη της άσκησης ένα τέστ μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου Vo2Max. οι ασκούμενοι κλήθηκαν

να φτάσουν στις μέγιστες αερόβιες δυνατότητες τους. Το πρωτόκολλο για την εύρεση των μέγιστων καρδιακών παλμών αποτελούνταν από τρέξιμο σε διάδρομο με ανηφορική κλίση . Ξεκινώντας από χαμηλό επίπεδο 10% κλίση με μέσο ρυθμό 3.2 km/hr , κάθε 3 λεπτά ανέβαινε ανα 2 % η κλίση του διαδρόμου φτάνοντας έως το 20% ανηφορικής κλίσης ενώ η ταχύτητα αυξανόταν και εκείνη σταδιακά κάθε 3 λεπτά ξεκινώντας από 4.8χλμ ανά ώρα σε 6.5χλμ ώρας, 8.1χλμ, 9.5χλμ ,10.6χλμ και 12χλμ ανά ώρα.

Dual energy X-ray Absorptiometry (DXA)- Σύσταση σώματος

Οι εθελοντές υποβλήθηκαν σε μέτρηση σύστασης σώματος στο DXA. Η μέθοδος αυτή δίνει ακριβή ανάλυση για τη σωματική δομή καθώς και τη σύστασή σώματος μέσω μιας χαμηλής ενέργειας δέσμη ακτίνων X (ακτινοβολία 1.42 mRem).

Αφυδάτωση

Από τους εθελοντές ζητήθηκε δείγμα ούρων (20 ml) το οποίο συλλέχθηκε σε ουροσυλλέκτες προκειμένου να εκτιμηθεί το ειδικό βάρος ούρων μέσω των οποίων θα εκτιμηθεί η κατάσταση της ενυδάτωσης, πριν και αμέσως μετά την άσκηση. Ενυδατωμένος ορίζεται εκείνος που η τιμή του ειδικού βάρους ούρων είναι <1.02. Η ανάλυση των ούρων πραγματοποιήθηκε μέσω διαθλασίμετρου. . Εξίσου μετρήθηκε το βάρος των ρούχων πριν και μετά την διεξαγωγή του πρωτοκόλλου για τους δείκτες αφυδάτωσης από την εφίδρωση .

Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος

Ένα από τα σημεία της έρευνας στράφηκαν στους αισθητήρες που φορούσε επάνω του ο εθελοντής στο δικέφαλο βραχιόνιο , στη θωρακική αριστερή μοίρα του στήθους , στη αριστερή γάμπα , στο δεξί και αριστερό τετρακέφαλο μοιριαίο κατά την διάρκεια της άσκηση λεγόμενα ibuttons (type DS1921H, Maxim/Dallas Semiconductor Corp., USA). Πρόκειται για αισθητήρες μικρών διαστάσεων (16x 2 mm² τα οποία εφάπτονται επάνω στο δέρμα προσωρινά με τη χρήση κολλητικής ταινίας μιας όψεως (tape) για τη καταγραφή και τη μέτρηση της θερμοκρασίας δέρματος=.

Αιμοληψία

Οι αιμοληψίες πραγματοποιήθηκαν πριν ακριβώς από την έναρξη της προπονητικής μονάδας του πρωτοκόλλου , αμέσως μετά το τέλος της , έπειτα από 24 ώρες και η τελευταία στις 72 ώρες μετά την άσκηση.

Φυγοκέντρηση:

Τα δείγματα αίματος φυγοκεντρήθηκαν για δέκα λεπτά στις 1370 rcf στους 4 Κελσίου.

Δείκτες που αναλύθηκαν:

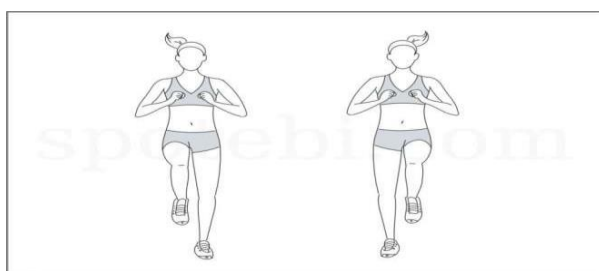
Οι δείκτες που αναλύθηκαν από την γενική αίματος, είναι δείκτες που επηρεάζουν το ανοσοποιητικό σύστημα. Συγκεκριμένα, τα λευκά αιμοσφαίρια (WBC) , τα λεμφοκύτταρα (LYM) και ο αιματοκρίτης. Ενώ από τις βιοχημικές αναλύθηκε η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη(CRP) και η κινάση κρεατίνης(CPK).

Προπονητικό πρωτόκολλο

Το πρωτόκολλο άσκησης που εφαρμόστηκε , είναι μια προπονητική μονάδα αναερόβιας μορφής και οι συμμετέχοντες δούλεψαν στο90% των μέγιστων καρδιακών παλμών. Αναλυτικά:

- ❖ Οι εθελοντές εκτέλεσαν 4 set από 6 ασκήσεις σε κυκλική μορφή, με 35'' ενεργή άσκηση, 25'' διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων και 2' διάλειμμα μεταξύ των κύκλων.
- ❖ Οι εθελοντές έκαναν10 λεπτά προθέρμανση αποτελούμενα από 2 μέρη: 5 ' τρέξιμο σε διάδρομο και 5' δυναμικές / ενεργητικές διατάσεις για όλες τις μυϊκές ομάδες..
- ❖ Ο ίδιος κύκλος διατάσεων πραγματοποιήθηκε στο τέλος του πρωτοκόλλου ως αποθεραπεία σε στατική μορφή .
- ❖ Τα προπονητικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αλτήρες 4 , 5 και 6 κιλών καθώς και ένα κυκλικό λάστιχο αντίστασης.
- ❖ Το πρωτόκολλο αποτελούνταν από :

I. Γόνατα ψηλά επιτόπιο τρέξιμο



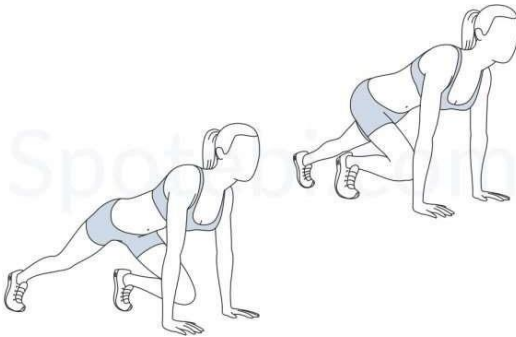
Εικόνα 1 (1^η άσκηση πρωτόκολλου)

II. Καθίσματα με αλτήρες στις παλάμες σε κάθε άνοδο τα χέρια εκτίνουν προς την ανάταση



Εικόνα 2 (2^η άσκηση πρωτοκόλλου ΗΙΙΤ)

- III. Σανίδα με στήριξη στις παλάμες εκτελώντας κάμψη και έκταση του γόνατο
Χρόνος του ισχίου προς τη κοιλιακή περιοχή



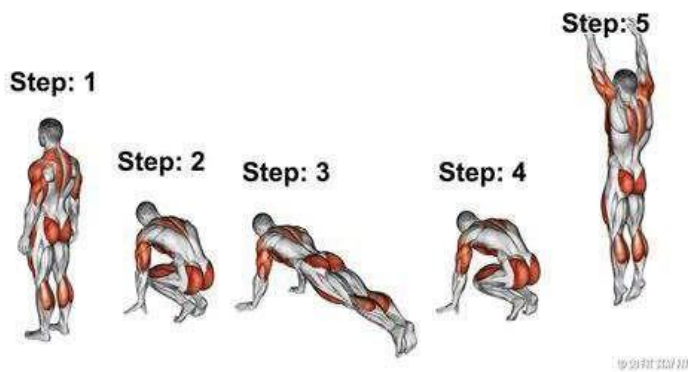
Εικόνα 3 (3^η άσκηση πρωτοκόλλου ΗΙΙΤ)

- IV. Κάθισμα σε sumo θέση σε κάθε άνοδο έκταση των αλτήρων προς την ανάταση



Εικόνα 4 (4^η άσκηση πρωτοκόλλου ΗΙΙΤ)

- V. Στήριξη πρηνής στις παλάμες εκτέλεση κάμψης έπειτα γόνατα κοντά στο στήθος επιτόπιο άλμα



Εικόνα 5 (5^η άσκηση πρωτοκόλλου HIIT)

- VI. Στήριξη πρηγής στις παλάμες έχοντας ένα λάστιχο αντιστάσεων κυκλικού σχήματος στα άκρα των χεριών εκτέλεση της κάμψης και έπειτα κάμψη του αγκώνα προς τα πίσω, κλειστή κωπηλατική. [3,4] .

Ερωτηματολόγια

Πριν την συμμετοχή του στο πρωτόκολλο ο εθελοντής συμπλήρωσε τα ακόλουθα ερωτηματολόγια: α. το σύντομο διεθνές ερωτηματολόγιο φυσικής δραστηριότητας και β. ένα ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού (Βλέπε παράρτημα).

Στατιστική

Το απαραίτητο δείγμα για την διεξαγωγή της μελέτης καθορίστηκε σύμφωνα με το πρόγραμμα G*power (έκδοση 3.1.9.2) [1] με βάση τα ερευνητικά δεδομένα που υπήρχαν στην μελέτη [2]. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για να εξετάσουμε μεταβολές τους αιματολογικούς δείκτες ανάμεσα στα δύο περιβάλλοντα για τις τέσσερις διαφορετικές χρονικές στιγμές που έγιναν οι αιμοληψίες. Επίσης εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για να ελέγξουμε την αφυδάτωση των συμμετεχόντων, πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου άσκησης στα δύο περιβάλλοντα. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το IBM SPSS statistics 26 commuter License.

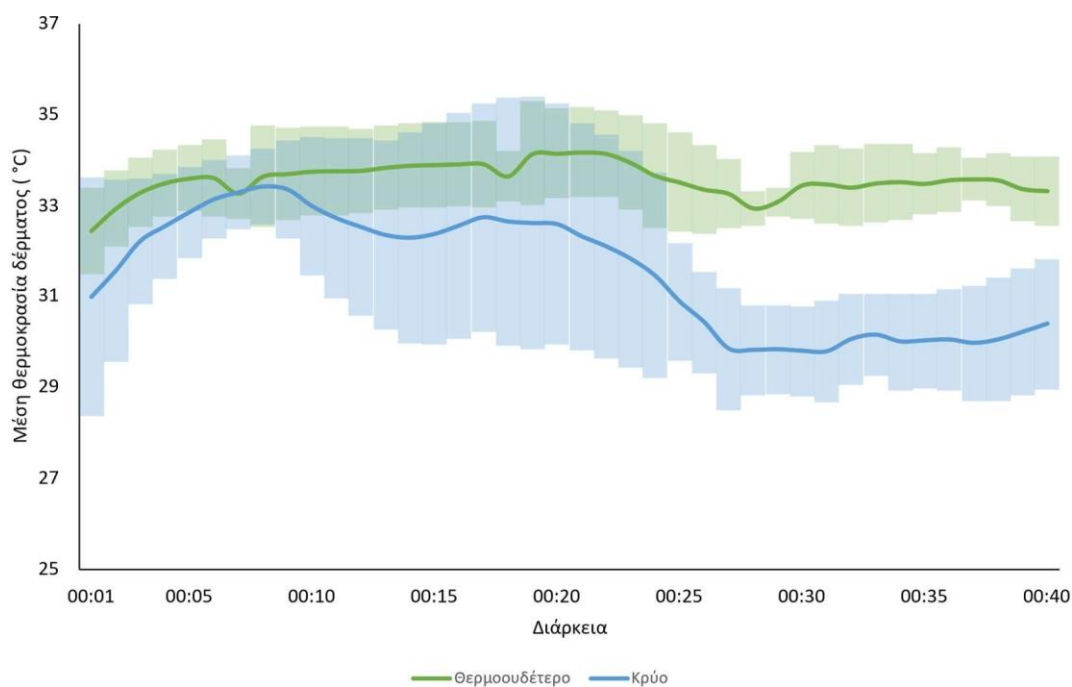
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη του πρωτοκόλλου εξετάστηκαν σε ζευγάρια , που ανήκαν στην ίδια κατηγορία BMI, είχαν ίδια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και

παρόμοια ηλικία. Η ανάλυση των αιματολογικών δεικτών έγινε πριν, αμέσως μετά το τέλος του πρωτοκόλλου, 24 και 72 ώρες μετά και μας έδειξαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Θερμοκρασία δέρματος

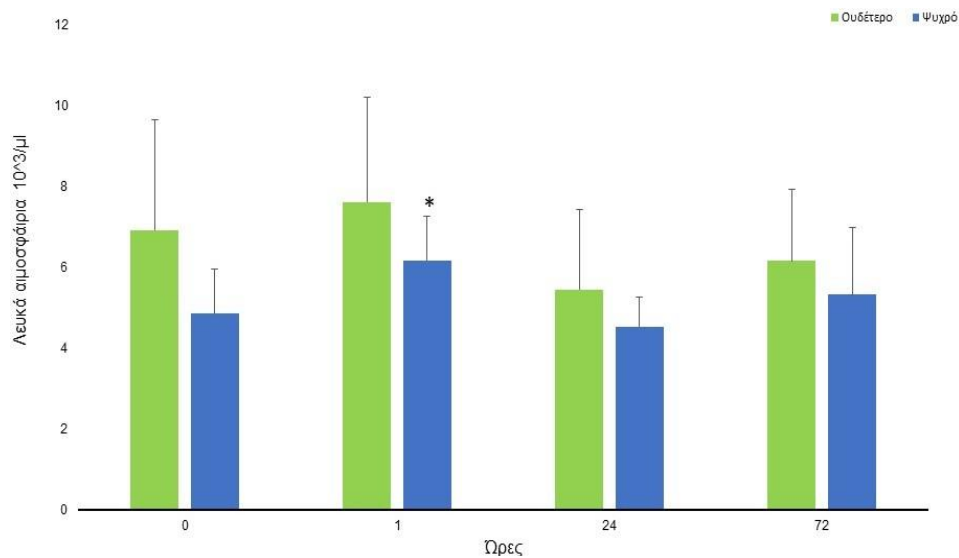
Στη θερμοκρασία δέρματος και στα δύο περιβάλλοντα υπάρχει μια άνοδος της θερμοκρασίας με την έναρξη της άσκησης. Στο θερμό- ουδέτερο περιβάλλον βλέπουμε πιο υψηλή τιμή θερμοκρασίας δέρματος από την αρχή αλλά σχετικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου. Από την άλλη, στο ψυχρό περιβάλλον ενώ υπάρχει άνοδος της θερμοκρασίας, από το 25ο λεπτό και μετά είναι χαμηλότερη τιμή της θερμοκρασίας.



Εικόνα 6 Θερμοκρασίες δέρματος

Λευκά αιμοσφαίρια (WBC)

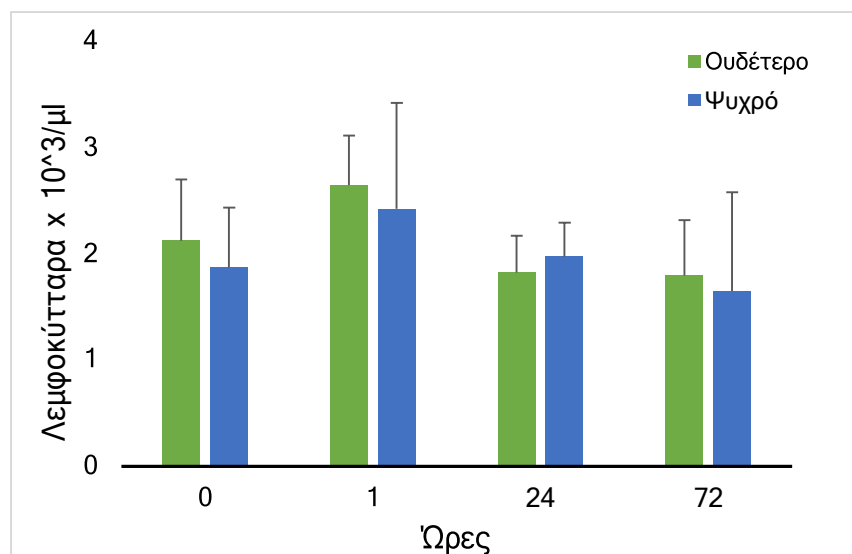
Στα λευκά αιμοσφαίρια παρατηρούμε μια στατιστικά σημαντική διαφορά στο κρύο περιβάλλον. Παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωσή τους στις 24 ώρες μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου σε σχέση με την μέτρηση αμέσως μετά τη λήξη του προγράμματος. Παρόλα αυτά και στα δυο περιβάλλοντα η αυξομείωση των λευκών αιμοσφαιρίων ακολουθεί το ίδιο μοτίβο. (εικ. 1)



Εικόνα 7 Αποτελέσματα αιματολογικών μετρήσεων λευκών αιμοσφαιρίων

Λεμφοκύτταρα (LYMF)

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των λεμφοκυττάρων μεταξύ των δυο περιβαλλόντων αλλά ούτε και μεταξύ των διαφορετικών δειγματοληψιών ($p > 0,05$) .

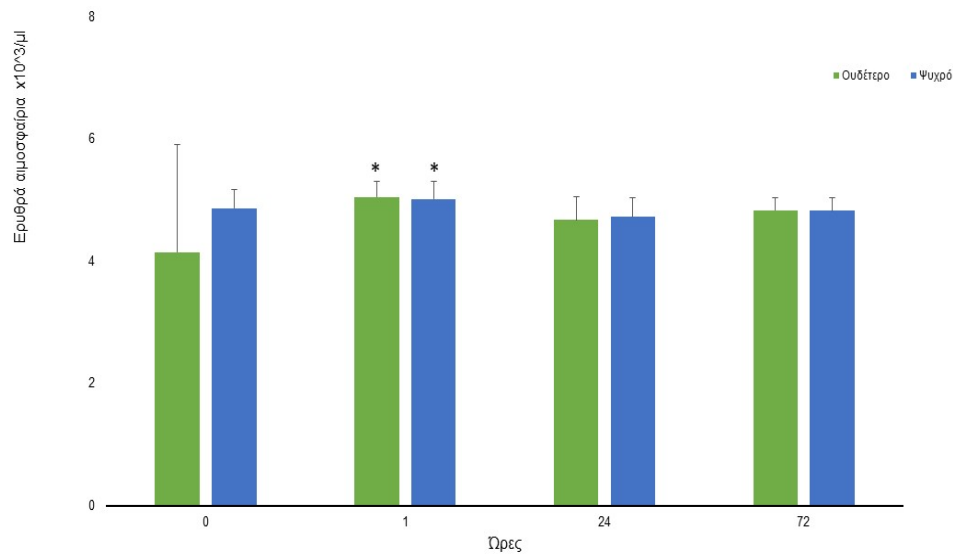


Πίνακας 8 Στατιστικά αποτελέσματα αιματολογικών μετρήσεων Λεμφοκύτταρων

Ερυθρά αιμοσφαίρια (RBC)

Σχετικά με τα ερυθρά αιμοσφαίρια δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο περιβάλλοντα ($p > 0,05$), ωστόσο παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων των

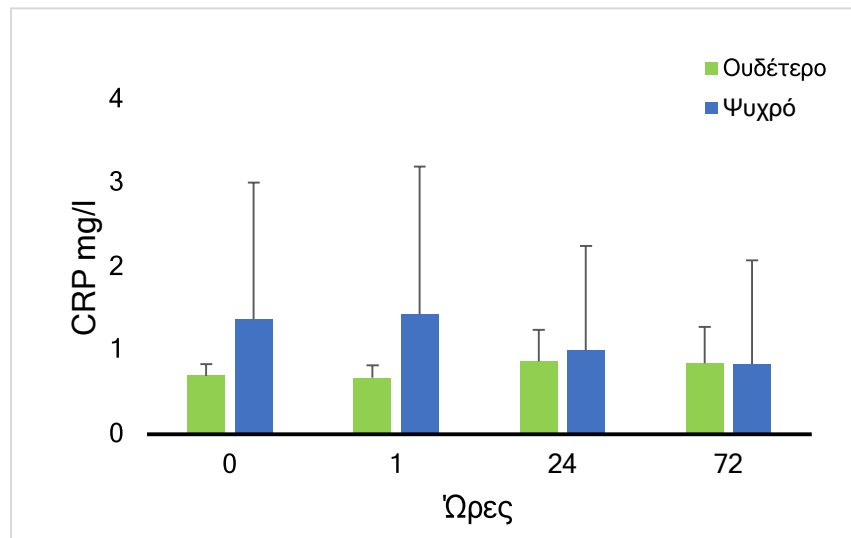
συμμετεχόντων από το τέλος πρωτοκόλλου στις 24 ώρες ($p=0,009$ για το θερμό – ουδέτερο περιβάλλον και $p = 0,03$ για το ψυχρό περιβάλλον).



Εικόνα 9 Αποτελέσματα αιματολογικών μετρήσεων Ερυθρών αιμοσφαιρίων

CRP

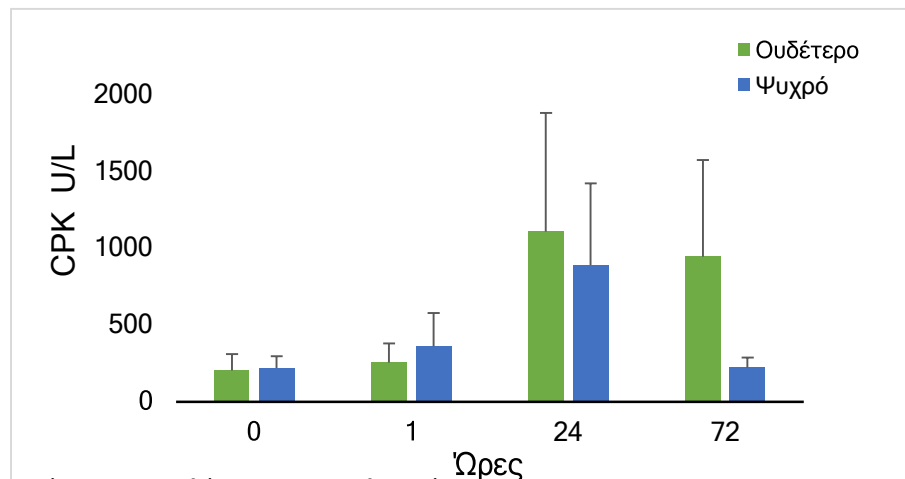
Στη CRP δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών που έγιναν οι αιμοληψίες ούτε μεταξύ των δύο περιβαλλόντων ($p>0,05$). (εικόνα. 2)



Εικόνα 10 Αποτελέσματα αιματολογικών μετρήσεων CRP

Κρεατινική κινάση (CPK)

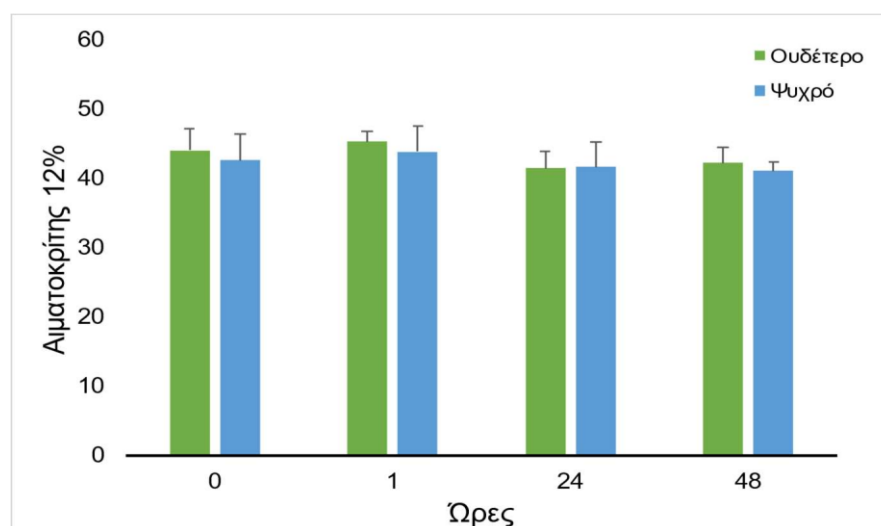
Η κρεατινικής κινάσης αυξήθηκε 24 ώρες μετά την άσκηση και στα δυο περιβάλλοντα αλλά είχε πολύ γρήγορη επαναφορά στα φυσιολογικά δεδομένα στις 72 ώρες στο κρύο, ενώ στο θερμο-ουδέτερο παρέμεινε αυξημένη. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα μας δεν δείχνουν ότι η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($p > 0,05$).



Εικόνα 11 Αποτελέσματα αιματολογικών μετρήσεων CPK

Αιματοκρίτης (HCT)

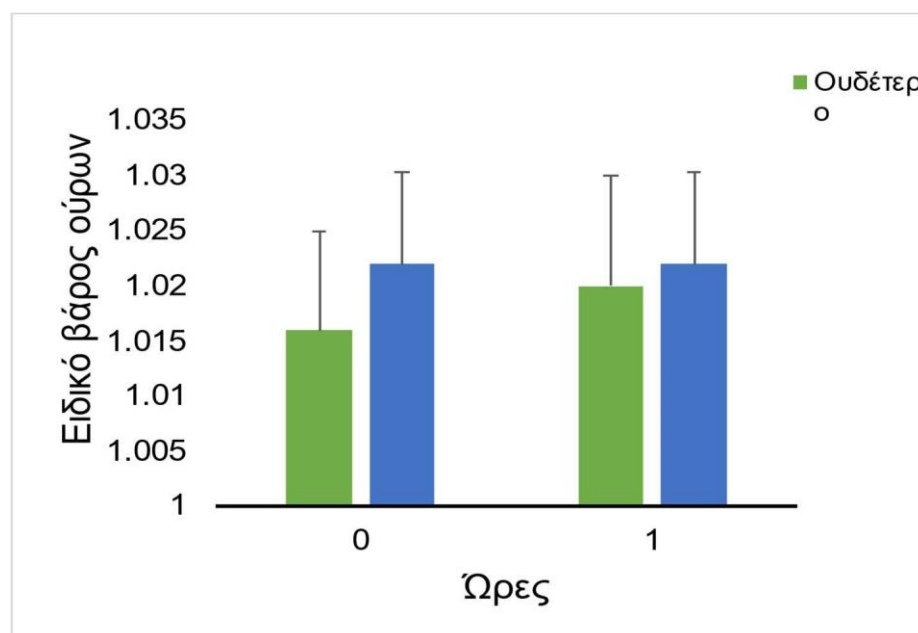
Παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της επίδρασης που είχε η άσκηση στον αιματοκρίτη και στα δύο περιβάλλοντα. Από τη δεύτερη μέτρηση που διεξήχθη αμέσως μετά το τέλος του ερευνητικού πρωτοκόλλου, έως την 24ωρη αιμοληψία υπάρχει μείωση του αιματοκρίτη και στα δυο περιβάλλοντα. Επομένως ο αιματοκρίτης επηρεάστηκε από την άσκηση ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Εικόνα 12 (Στατιστικά αποτελέσματα αιματολογικών μετρήσεων Αιματοκρίτη)

Ειδικό βάρος ούρων (UGS)

Παρατηρείται μεγαλύτερη αφυδάτωση στο ουδέτερο περιβάλλον μετά τη λήξη του πρωτοκόλλου χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά (1.016-1.020) . Ενώ στο ψυχρό περιβάλλον δεν υπήρχε διαφορά πριν και μετά την άσκηση (2.022, $p > 0.05$) .



Εικόνα 13 Ειδικό βάρος ούρων πριν και μετά το πρωτόκολλο σε θερμό και ψυχρό περιβάλλον)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Έχει αποδειχθεί πως η σωματική άσκηση επηρεάζει το ανοσοποιητικό σύστημα και συγκεκριμένα προκαλεί αλλαγές στον αριθμό των λευκών αιμοσφαιρίων στην κυκλοφορία του αίματος και στη λειτουργία τους, οι οποίες φαίνεται να εξαρτώνται από το είδος, την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης .[5] Γνωρίζοντας ότι η άσκηση έχει επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα, θέλησαμε να εξετάσουμε αν το ουδέτερο και ψυχρό περιβάλλον θα επηρεάσουν τους δείκτες του ανοσοποιητικού και πώς. Παρατηρήθηκε λοιπόν και στη δική μας μελέτη, πως τα λευκά αιμοσφαίρια μειώνονται με την άσκηση και υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο περιβαλλόντων. Αυτό σημαίνει πως η άσκηση σε κρύο περιβάλλον έχει επίδραση στα λευκοκύτταρα , τα οποία μειώνονται στις πρώτες 24 ώρες μετά την άσκηση. Ωστόσο είναι αισθητή η επαναφορά στις φυσιολογικές και στις τιμές 72 ώρες μετά.

Στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίστηκε και στον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων των συμμετεχόντων από το τέλος πρωτοκόλλου στις 24 ώρες. Δείχνοντας πως η έντονη διαλλειματική άσκηση με αντιστάσεις επηρεάζει και τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Από την άλλη στους δείκτες της CPK δεν υπάρχει κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά. Όπως και σε άλλες μελέτες είναι γνωστό πως με την σωματική δραστηριότητα υπάρχει αύξηση της CPK και τα δικά μας αποτελέσματα από τους αιματολογικούς δείκτες επιβεβαιώνεται το ότι η έντονη άσκηση αυξάνει

τα επίπεδα της στο ανθρώπινο οργανισμό.[9] Φαίνεται όμως πως το ψυχρό περιβάλλον στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο, στους δικούς μας εθελοντές, προκαλεί μια αύξηση στους δείκτες της κρετινικής κινάσης αλλά και γρήγορη επαναφορά σε φυσιολογικά επίπεδα σε αντίθεση με το ουδέτερο όπου η φλεγμονή του μυός παραμένει υψηλή έως και τις 72 ώρες.

Στη μελέτη μας δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για την επίδραση του περιβάλλοντος στους δείκτες του ανοσοποιητικού. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι ο χρόνος του πρωτοκόλλου (40 λεπτά) μάλλον δεν ήταν επαρκής για να γίνει οποιαδήποτε προσαρμογή του σώματος στις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Στα αποτελέσματα από τις θερμοκρασίες του δέρματος παρατηρείται μια άνοδος της θερμοκρασίας στα πρώτα λεπτά του πρωτοκόλλου αλλά παραμένει σταθερή η τιμή της για την υπόλοιπη ώρα. Αυτό μας δείχνει ότι παρόλη τη σωματική άσκηση η θερμοκρασία δέρματος δεν ανεβαίνει στο ψυχρό περιβάλλον στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Ενώ στο ουδέτερο περιβάλλον δεν πέφτει σε κανένα σημείο η θερμοκρασία του δέρματος κρατάει μια σταθερή πορεία από την αρχή έως το τέλος.

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρέασε τα αποτελέσματα της έρευνας, πιθανό να ήταν ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων. Ίσως σε μελλοντική έρευνα ο μεγαλύτερος αριθμός εθελοντών να οδηγήσει σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Η έρευνα αυτή, παρ' όλους τους περιορισμούς (μικρό δείγμα, ίσως μικρός χρόνος παρέμβασης κλπ) δείχνει κάποιες μικρές διαφορές οι οποίες θα μπορούσαν να οφείλονται στο διαφορετικό περιβάλλον άσκησης. Είναι σημαντικό να εξεταστούν περεταίρω οι ανοσολογικές αποκρίσεις σε διαφορετικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα σε αθλητές οι οποίοι θα ήθελαν πιθανώς να βελτιώσουν το χρόνο αποθεραπείας τους μετά από έντονη άσκηση και ελέγξουν όλους τους παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την προπονητική τους ρουτίνα. Σε μελλοντικές μελέτες, εξετάζοντας περισσότερους αθλούμενους και περισσότερους ανοσολογικούς δείκτες, θα μπορούσαμε να εξετάσουμε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την ανοσολογική απόκριση των συμμετεχόντων για την στοχευμένη δημιουργία προπονητικών πρωτοκόλλων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007;39(2):175–191. PubMed ID: 17695343 doi:10.3758/bf03193146
2. Azizbeigi, K., Azarbayjani, M. A., Atashak, S., & Stannard, S. R. (2015). Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Research in sports medicine*, 23(1), 73-87.
3. Davidson, A.J., et al., Thermochron ibuttons: an inexpensive method for long-term recording of core body temperature in untethered animals. *J Biol Rhythms*, 2003. 18(5): p. 430-2.
4. Van Marken Lichtenbelt, W.D., et al., Evaluation of wireless determination of skin temperature using iButtons. *Physiol Behav*, 2006. 88(4-5): p. 489-97.
5. Mitchell, J. B., Dugas, J. P., McFarlin, B. K., & NELSON, M. J. (2002). Effect of exercise, heat stress, and hydration on immune cell number and function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 1941-1950.
6. Schoenfeld, Brad CSCS1; Dawes, Jay MS, CSCS*D, NSCA-CPT*D2 High-Intensity Interval Training: Applications for General Fitness Training, Strength and Conditioning Journal: December 2009 - Volume 31 - Issue 6 - p 44-46 doi: 10.1519/SSC.0b013e3181c2a844
7. Kilpatrick, Marcus W.; Jung, Mary E.; Little, Jonathan P. HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING, ACSM's Health & Fitness Journal: September/October 2014 - Volume 18 - Issue 5 - p 11-16 doi: 10.1249/FIT.0000000000000067
8. Tansey, E. A., & Johnson, C. D. (2015). Recent advances in thermoregulation. *Advances in physiology education*, 39(3), 139–148. <https://doi.org/10.1152/advan.00126.2014>
9. Petersen, A. M., & Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 98(4), 1154–1162.
10. Barbalato, L., & Pillarisetty, L. S. (2021). Histology, Red Blood Cell. In StatPearls. StatPearls Publishing.
11. Mondal, H., & Lotfollahzadeh, S. (2022). Hematocrit. In StatPearls. StatPearls Publishing.
12. Peake, J. M., Neubauer, O., Walsh, N. P., & Simpson, R. J. (2017). Recovery of the immune system after exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 122(5), 1077–1087. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2016>
- 13 Ito S. High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World J Cardiol*. 2019 Jul

26;11(7):171-188. doi: 10.4330/wjc.v11.i7.171. PMID: 31565193; PMCID: PMC6763680.

14. Cerqueira É, Marinho DA, Neiva HP, Lourenço O. Inflammatory Effects of High and Moderate Intensity Exercise-A Systematic Review. *Front Physiol.* 2020 Jan 9;10:1550. doi: 10.3389/fphys.2019.01550. 15 Kaspar F, Jelinek HF, Perkins S, Al- Aubaidy HA, deJong B, Butkowski E. Acute-Phase Inflammatory Response to Single- Bout HIIT and Endurance Training: A Comparative Study. *Mediators Inflamm.* 2016;2016:5474837. doi: 10.1155/2016/5474837. Epub 2016 Apr 26. PMID: 27212809; PMCID: PMC4861798.

**Σύντομο Διεθνές Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας
Μία συνηθισμένη εβδομάδα**

Οι παρακάτω ερωτήσεις αφορούν το χρόνο που έχετε αφιερώσει για κάποια σωματική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας. Περιλαμβάνουν ερωτήσεις σχετικά με δραστηριότητες που κάνετε κατά την εργασία σας, στις μετακινήσεις σας, στις δουλειές του σπιτιού, του κήπου και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση. Σας παρακαλώ να απαντήσετε όλες τις ερωτήσεις, ακόμα και εάν πιστεύετε ότι δεν είστε ένα σωματικά δραστήριο άτομο.

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 1 και 2, σκεφτείτε όλες τις έντονες σωματικές δραστηριότητες που κάνετε κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας. Μια έντονη σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούν έντονη σωματική προσπάθεια και σας κάνουν να αναπνέετε σημαντικά δυσκολότερα από ότι συνήθως. Σκεφθείτε μόνο τις έντονες σωματικές δραστηριότητες που κάνετε και είχαν διάρκεια μεγαλύτερη από 10 λεπτά κάθε φορά.

1. Κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας, πόσες ημέρες κάνετε κάποια σωματική δραστηριότητα, όπως σκάψιμο, έντονη άσκηση με βάρη, τρέξιμο σε διάδρομο μεκλίση, γρήγορο τρέξιμο, aerobics, γρήγορη ποδηλασία, γρήγορη κολύμβηση, τένις μονό, αγώνας σε γήπεδο (ποδόσφαιρο, basketball, volleyball, handball);

..... ημέρες ανά εβδομάδα

αν δεν κάνετε έντονες σωματικές δραστηριότητες, σημειώστε Χ εδώ

και προχωρήστε στην ερώτηση 3.

2. Τις ημέρες που κάνετε κάποια έντονη σωματική δραστηριότητα πόση ώρα αφιερώνετε συνήθως;

..... λεπτά ανά ημέρα δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 3 και 4, σκεφτείτε όλες τις μέτριας έντασης σωματικές δραστηριότητες που κάνετε κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας. Μια μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούν μέτρια σωματική προσπάθεια και σας κάνουν να αναπνέετε κάπως δυσκολότερα από ότι συνήθως. Σκεφθείτε μόνο τις μέτριας έντασης σωματικές δραστηριότητες που κάνετε και είχαν διάρκεια μεγαλύτερη από 10 λεπτά τη φορά.

Page Break

3. Κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας, πόσες ημέρες κάνετε κάποια μέτρια σωματική δραστηριότητα, όπως το να σηκώσετε και να μεταφέρετε ελαφρά βάρη (μικρότερα από 10 κιλά), συνολική καθαριότητα του σπιτιού, ήπιες ρυθμικές ασκήσεις σώματος, ποδηλασία αναψυχής με χαμηλή

ταχύτητα, χαλαρή κολύμβηση; Σας παρακαλώ να μη συμπεριλάβετε το περπάτημα.

..... ημέρες ανά
εβδομάδα

αν δεν κάνατε μέτριας έντασης σωματικές δραστηριότητες, σημειώστε

X εδώ και προχωρήστε στην ερώτηση 5.

4. Τις ημέρες που κάνατε κάποια μέτρια σωματική δραστηριότητα πόση ώρα αφιερώνετε συνήθως;

..... λεπτά ανά ημέρα δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

Πριν απαντήσετε στις ερωτήσεις 5 και 6, σκεφτείτε το χρόνο που περπατήσατε **κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας.** Να συμπεριλάβετε το περπάτημα στο χώρο της εργασίας σας, στις μετακινήσεις σας και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση.

5. Κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας, πόσες ημέρες περπατήσατε για περισσότερο από 10 συνεχόμενα λεπτά;

..... ημέρες ανά
εβδομάδα

αν δεν περπατήσατε καμία ημέρα περισσότερο από 10 συνεχόμενα

λεπτά, σημειώστε X εδώ και προχωρήστε στην ερώτηση 7.

6. Τις ημέρες που περπατήσατε, για περισσότερο από 10 συνεχόμενα λεπτά, πόση ώρα περάσατε περπατώντας;

..... λεπτά ανά ημέρα δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

7. Πόσο χρόνο περάσατε καθισμένοι σε μία συνηθισμένη μέρα κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης εβδομάδας; Ο χρόνος αυτός μπορεί να περιλαμβάνει το χρόνο που περνάτε καθισμένοι στο σπίτι, στο γραφείο, όταν επισκέπτεστε φίλους, όταν διαβάζετε, μελετάτε ή βλέπετε τηλεόραση, αλλά δεν περιλαμβάνει τον ύπνο.

..... ώρες ανά ημέρα δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

Τέλος ερωτηματολογίου. Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας

Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-21

Τις τελευταίες 24 ώρες, πόσο πολύ σε έχει επηρεάσει το κρυολόγημα στην ικανότητά σου να:

	Καθόλου	Πολύ λίγο	Λίγο	Μέτρια	Πολύ			
	0	1	2	3	4	5	6	7
Σκεφτείς καθαρά								
Κοιμηθείς καλά								
Αναπνέεις εύκολα								
Περπατάς, ανεβαίνεις σκάλες, ασκείσαι								
Πετυχαίνεις καθημερινές δραστηριότητες								
Δουλεύεις εκτός σπιτιού								
Δουλεύεις εντός σπιτιού								
Αλληλοεπιδράς με άλλους ανθρώπους								
Ζεις την προσωπική σου ζωή								

Συγκριτικά με εχθές, νιώθω ότι το κρύωμά μου είναι...

Πολύ Καλύτερα	Κάπως καλύτερα	Λίγο καλύτερα	Τα ίδια	Λίγο χειρότερα	Κάπως χειρότερα	Πολύ χειρότερα

