



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

**Οι επιδράσεις της παγομάλαξης και του ψυχρού
επιθέματος, ως μέθοδοι αποθεραπείας, στον
ανθρώπινο οργανισμό**

«Βιβλιογραφική Ανασκόπηση»

Σπουδαστής: Πανταζής Δημήτριος
Α.Μ:2374

Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Φουσέκης Κωνσταντίνος

ΑΙΓΙΟ-2021

The effects of ice massage and ice packs, as recovery
methods, on human's body

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Φουσέκη Κωνσταντίνο για την καθοδήγηση και την βοήθεια που μου προσέφερε σε ότι και αν χρειαζόμουν κατά τη διάρκεια την συγγραφής της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ένα ακόμη ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου που με στήριξε σε όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής .

Πρόλογος

Η κρυοθεραπεία είναι ένα εργαλείο στα χέρια των ανθρώπων το οποίο χρησιμοποιείται από αρχαιοτάτων χρόνων για την μείωση του πόνου. Πρώτη αναφορά για τη θεραπευτική εφαρμογή της έγινε στην Αρχαία Αίγυπτο στον πάπυρο του Edwin Smith περίπου το 2500 π.Χ. Στον ίδιο πάπυρο υπάρχει αναφορά για τη χρήση κρύων επιθεμάτων με σκοπό την αντιμετώπιση κρανιακών καταγμάτων και μολυσμένων ανοιχτών πληγών. Ακόμη , υπάρχουν αναφορές πως ο Ιπποκράτης χρησιμοποίησε το χιόνι για την αντιμετώπιση διαφόρων κακώσεων.

Με το πέρασμα των χρόνων οι άνθρωποι άρχισαν να συνειδητοποιούν όλο και περισσότερο τα οφέλη της κρυοθεραπείας για την αποκατάσταση των τραυματισμών , γεγονός που της δίνει πρωταγωνιστικό ρόλο ακόμη και σήμερα σε θέματα που έχουν να κάνουν με τραυματισμούς του μυοσκελετικού συστήματος. Η τεχνολογική πρόοδος έχει εξελίξει τον τρόπο εφαρμογής της κρυοθεραπείας θεαματικά .

Περίληψη

Εισαγωγή: Οι αθλητικές κακώσεις και η καταπόνηση του ανθρώπινου μυοσκελετικού συστήματος κάνουν όλο και περισσότερο την εμφάνιση τους στις μέρες μας εξαιτίας των συνεχώς αυξανόμενων απαιτήσεων της καθημερινότητας. Η εφαρμογή κρύου είναι η δημοφιλέστερη μέθοδος για την μείωση των συμπτωμάτων, από αρχαιοτάτων χρόνων, τόσο στην οξεία φάση ενός τραυματισμού όσο και κατά την διάρκεια της αποκατάστασης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται με πολλές και διαφορετικές μορφές, ωστόσο στην παρούσα εργασία θα επικεντρωθούμε στην εφαρμογή της με την μορφή της παγομάλαξης και του ψυχρού επιθέματος. Στόχος της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης είναι η παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και πιθανόν μειονεκτημάτων των δύο συγκεκριμένων τεχνικών που θα μας οδηγήσουν στην καλύτερη αξιοποίησή τους.

Μέθοδος: Πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή αρθρογραφική έρευνα στις πλατφόρμες αναζήτησης : «PubMed» , «Google Scholar» , «Science Direct». Για την αναζήτηση των άρθρων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής λέξεις κλειδιά : « ice massage» , «cold packs» , «cryotherapy», «skin temperature» , «functional rehabilitation» , «flexibility». Ακόμη, λήφθηκαν πληροφορίες από συγγράμματα , από τα οποία αντλήσαμε χρήσιμες πληροφορίες. Σκοπός της αναζήτησης ήταν η ανεύρεση τυχαιοποιημένων μελετών οι οποίες περιέγραφαν την συμπεριφορά του ανθρώπινου ιστού όπου έχει εφαρμοστεί μια εκ των μεθόδων κρυοθεραπείας, αναζήτηση μελετών που αναφέρονταν στις τεχνικές της παγομάλαξης και του ψυχρού επιθέματος .

Αποτελέσματα: Οι έρευνες που πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής συμπεριλήφθηκαν στο τελικό κείμενο. Προτιμήθηκαν οι πιο πρόσφατες έρευνες. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν παρουσίαζαν ευρήματα έπειτα από την εφαρμογή είτε παγομάλαξης είτε ψυχρού επιθέματος. Επιπροσθέτως , συμπεριλήφθηκαν συγκριτικές μελέτες είτε της εφαρμογής παγομάλαξης είτε της εφαρμογής ψυχρού επιθέματος με άλλες μεθόδους ψύξης (π.χ. Game Ready®, παγομάλαξης με ταυτόχρονη διατήρηση της θεραπευόμενης επιφάνειας στεγνής, θεραπεία με συσκευή κυκλοφορίας κρύου νερού κ.α.).

Συμπεράσματα: Πολλές από τις υφιστάμενες έρευνες μέσα από τα ευρήματα τους αναγνωρίζουν την σημαντικότητα των τεχνικών της παγομάλαξης και του ψυχρού επιθέματος για την αντιμετώπιση μυοσκελετικών τραυματισμών, για την πτώση της θερμοκρασίας στην πάσχουσα περιοχή ,για τη βελτίωση της ελαστικότητας και για την επίτευξη αποθεραπείας

μετά από έντονη άσκηση. Ωστόσο, υπάρχουν και έρευνες όπου αναφέρουν κάποια μειονεκτήματα των συγκεκριμένων τεχνικών που ενδεχομένως να καθυστερούν την αποθεραπεία. Επιπλέον ερευνητικές μελέτες θα χρειαστούν με σκοπό την εξαγωγή ενός ασφαλούς συμπεράσματος.

Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή, οι συνθήκες και οι απαιτήσεις της καθημερινότητας έχουν διαφοροποιηθεί σε σύγκριση με τις απαιτήσεις που υπήρχαν παλαιότερα, το γεγονός αυτό δε θα μπορούσε να αφήσει ανεπηρέαστο το ανθρώπινο μυοσκελετικό σύστημα. Συγκεκριμένα, η πολύωρη καθιστική εργασία επί καθημερινής βάσεως καθώς και οι πολλές ώρες ορθοστασίας, η αλλαγή των καιρικών συνθηκών και οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου τρόπου διαβίωσης είναι ικανές να δημιουργήσουν επώδυνα μυοσκελετικά προβλήματα τα οποία προκαλούν μία καταπόνηση στον ανθρώπινο οργανισμό η οποία αν αμεληθεί από τον ασθενή μπορεί να οδηγήσει σε χρόνια προβλήματα. Ακόμη ο αθλητισμός γίνεται ολοένα και περισσότερο μέρος της καθημερινότητας των ανθρώπων κάθε ηλικίας.

Αυτή η ενασχόληση έχει θετικό αντίκτυπο στην βελτίωση της σωματικής και ψυχικής υγείας. Από την άλλη, η ραγδαία αύξηση συμμετεχόντων σε αθλητικές δραστηριότητες είτε σε ερασιτεχνικό είτε σε επαγγελματικό επίπεδο, έχει οδηγήσει στην αύξηση εμφάνισης μυϊκών τραυματισμών ο οποίοι μπορεί να είναι αποτέλεσμα υπέρχρησης ή οξέος τραυματισμού. Η αποθεραπεία είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι του αθλητισμού το οποίο βοηθά στην μείωση του μυϊκού κάματος και στη βελτίωση των επιδόσεων των αθλητών. Ο κλάδος της φυσικοθεραπείας εξελίσσεται και προσαρμόζεται στις συνθήκες διαβίωσης της εκάστοτε εποχής και στοχεύει στην θεραπεία αυτών των καταπονήσεων και μέσα από αυτή τη θεραπεία στην ευεξία του ανθρώπου. Μια διαχρονική μέθοδος φυσικοθεραπείας που με το πέρασμα των χρόνων έχει αποδειχτεί ότι είναι ένα αναπόσπαστο στοιχείο για την ανθρώπινη σωματική ευεξία είναι η κρυοθεραπεία. Η κρυοθεραπεία είναι μια δημοφιλής μη φαρμακευτική παρέμβαση που χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση του ανθρώπινου οργανισμού μετά από μυοσκελετικούς τραυματισμούς και χειρουργικές επεμβάσεις. Πρωταρχικός στόχος της θεραπείας αυτής, είναι η απομάκρυνση της θερμικής ενέργεια μέσω της εφαρμογής της στο σημείο τραυματισμού, προκειμένου να διευκολυνθεί το θεραπευτικό αποτέλεσμα.

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τις θεραπευτικές δυνάμεις του κρύου για την θεραπεία του πόνου, για την μείωση των φλεγμονών, την βελτίωση της υγείας και την πρόληψη ασθενειών. Οι πρώτες έρευνες σχετικά με την κρυοθεραπεία δημοσιεύονται την δεκαετία '60-'70 με τους Waylonis et al 1967 να προσπαθούν να μελετήσουν τις επιδράσεις της παγομάλαξης και την εύρεση του ιδανικού χρονικού διαστήματος εφαρμογής,

καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως τα 10 έως 15 λεπτά παγομάλαξης είναι το μέγιστο χρονικό διάστημα εφαρμογής της παγομάλαξης εκτός εάν το επιθυμητό αποτέλεσμα επιτευχθεί νωρίτερα. Οι Lee et al το 1978 μελέτησαν τις επιδράσεις της εμβύθισης σε κρύο νερό. Με το πέραμα των χρόνων ολοένα και περισσότερες έρευνες δημοσιεύονταν για να περιγράψουν τις ιδανικές συνθήκες κρυοθεραπείας, τους κατάλληλους χρόνους και τις πιο χρήσιμες μεθόδους προς όφελος πάντα του ανθρώπινου οργανισμού. Βέβαια υπάρχουν και έρευνες οι οποίες παρουσιάζουν κάποιες πιθανές αρνητικές επιδράσεις της κρυοθεραπείας οι οποίες μπορεί να μη μας οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα (Tseng C.Y. et al 2013, Van Nemet et al 2009).

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη της κρυοθεραπείας και συγκεκριμένα , την ανάλυση δύο τεχνικών της , της τεχνικής της παγομάλαξης και του ψυχρού επιθέματος. Τα θεραπευτικά αποτελέσματα της εφαρμογής της παγομάλαξη και του ψυχρού επιθέματος μελετώνται εδώ και αρκετά χρόνια στην προσπάθεια ανεύρεσης των κατάλληλων χρόνων εφαρμογής , στους βέλτιστους τρόπους εφαρμογής τις επιθυμητές θερμοκρασίες και τις φυσιολογικές αποκρίσεις που συνδέονται με την εφαρμογή των συγκεκριμένων τεχνικών αποθεραπείας. Στην εργασία αυτή θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα οφέλη των δυο αυτών τεχνικών που συμβάλλουν στην θεραπεία από των καταπονήσεων και των τραυματισμών σε διάφορες μεταβλητές της ανθρώπινης λειτουργίας, μέσα από την ανασκόπηση ερευνών που έχουν μελετήσει τις επιδράσεις των δύο αυτών τεχνικών. Ακόμη, θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε τους πιθανούς κινδύνους μέσα από μελέτες που παρουσιάζουν αντιφάσεις.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	ii
Πρόλογος	iii
Περίληψη	iv
Εισαγωγή.....	7
Κατάλογος εικόνων	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Γενική ανασκόπηση.....	13
1.1 Ορισμός κρυοθεραπείας.....	13
1.2 Κρυοθεραπεία: Γενικά στοιχεία	13
1.3 Οι επιδράσεις της κρυοθεραπείας στον ανθρώπινο οργανισμό.....	20
1.3.1 Αισθητική Λειτουργία	21
1.3.2 Αιματική Ροή και Κινητική Λειτουργία	21
1.4 Εισαγωγή στην τεχνική της παγομάλαξης.....	23
1.5 Εισαγωγή στην τεχνική του ψυχρού επιθέματος	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ειδική ανασκόπηση	27
2.1 Ανάλυση και περιγραφή της τεχνικής της παγομάλαξης.....	27
2.2 Οι επιδράσεις της παγομάλαξης στους ιστούς και η συμβολή της ως μέσο αποθεραπείας και καταπολέμησης του πόνου	28
2.3 Ανάλυση και περιγραφή της τεχνικής του ψυχρού επιθέματος	37
2.4 Οι επιδράσεις της εφαρμογής του ψυχρού επιθέματος στους ιστούς και η συμβολή της ως μέσο αποθεραπείας και καταπολέμησης του πόνου.....	37
Συζήτηση.....	49
Συμπεράσματα.....	53
Βιβλιογραφία	55

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1. : Αναλυτική περιγραφή του πρωτοκόλλου P.O.L.I.C.E (http://www.experimentalphysiology.gr).....	14
Εικόνα 1.2. : Ολόσωμη εμβύθιση σε παγωμένο νερό (http://healthyjon.com/tag/cold-waterimmersion).....	16
Εικόνα 1.3. : Εφαρμογή ψυκτικού εκνεφώματος. (http://www.xtrblog.gr).....	17
Εικόνα 1.4. : Θάλαμος για έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία, ο αθλητής φορά τον απαραίτητο προστατευτικό εξοπλισμό (http://www.cryozonehealth.co.uk).....	17
Εικόνα 1.5. : Εφαρμογή κρυοθεραπείας μέσω της συσκευής κυκλικής κυκλοφορίας κρύου νερού στην άρθρωση του ώμου, με τη χρήση κατάλληλου επιδέσμου (http://www.polarproducts.com).....	18
Εικόνα 1.6. : Εφαρμογή κρυοθεραπείας μέσω της συσκευής κυκλικής κυκλοφορίας κρύου νερού στην ποδοκνημική άρθρωση, με τη χρήση κατάλληλου επιδέσμου (http://www.polarproducts.com).....	18
Εικόνα 1.7. : Κεντρική μονάδα Game Ready® (http://www.sourceortho.net).....	19
Εικόνα 1.8. : Επίδεσμοι για την εφαρμογή του Game Ready® σε διαφορετικά μέρη του σώματος. (http://www.gameready.com).....	19
Εικόνα 1.9. : Εφαρμογή εμβύθισης σε κρύο δινόλουτρο. (http://www.xtrblog.gr).....	20
Εικόνα 1.10. : Δημιουργία αυτοσχέδιου μέσου ψύξης (http://www.crossfitmilpitas.co.uk).....	23
Εικόνα 1.11. : Εφαρμογή παγομάλαξης στη θεραπευόμενη περιοχή (http://www.sports-injury-info.com).....	24
Εικόνα 1.12. : Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος ειδικής γέλης (gel) στο γόνατο. (http://amistim.gr).....	25
Εικόνα 1.13. : Ψυχρό επίθεμα νιτρικού αμμωνίου με νερό, μιας χρήσης (http://www.physical-sports.co.uk).....	25
Εικόνα 1.14. : Διάφορα σχήματα και μεγέθη ψυχρών επιθεμάτων	

(http://www.orthocanada.com).....	26
Εικόνα 2.1. : Μέση ενδομυϊκή θερμοκρασία γαστροκνημίου κατά την εφαρμογή παγομάλαξης (ice massage) και σακούλας με πάγο (ice bag) (Zemke et al 1998).....	30
Εικόνα 2.2. : Θερμοκρασία του δέρματος (°C) στους συμμετέχοντες που υποβλήθηκαν σε διαφορετικό ψυχρό ερέθισμα.(Difference= Post-Cooling- Pre-cooling) (Herrera E et al 2010).....	31
Εικόνα 2.3. : Παράμετροι αγωγιμότητα του γαστροκνήμιου νεύρου πριν και μετά την εφαρμογή της παγομάλαξης (Herrera E et al 2010).....	31
Εικόνα 2.4. : Οι διαφορά του επιπέδου του πόνου μεταξύ των τριών παρεμβάσεων)(Ownby, K. K. 2006).....	32
Εικόνα 2.5. : Εφαρμογή της τεχνικής dabbing (Amrik S et al 2008).....	34
Εικόνα 2.6. : Μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο (Amrik S et al 2008).....	34
Εικόνα 2.7. : Εφαρμογή της παγομάλαξης στο μηρό (Laura Anaya-Terroba et al 2010).....	35
Εικόνα 2.8. : Οι μετρήσεις του PPTs (kilopascals) πριν και μετά τις παρεμβάσεις στους VM , VL και RF (Laura Anaya-Terroba et al 2010).....	36
Εικόνα 2.9. : . Οι μετρήσεις του EMG RMSs πριν και μετά τις παρεμβάσεις στους VM, VL και RF (Laura Anaya-Terroba et al 2010).....	36
Εικόνα 2.10. : Διάταση με ταυτόχρονη τοποθέτηση ψυχρού επιθέματος (Φουσέκης K. 2014).....	38
Εικόνα 2.11. : Αποτελέσματα Λεκτικής Κλίμακας VRS (Gregory Garra DO et al 2010).....	39
Εικόνα 2.12. : Εφαρμογή Modified Star Excursion Balance Test (http://www.sportsinjurybulletin.com).....	40
Εικόνα 2.13. : . Side Hop Test (http://www.sportsinjurybulletin.com).....	40
Εικόνα 2.14. : Εφαρμογή Game Ready® στον αστράγαλο (http://www.gameready.com).....	41
Εικόνα 2.15. : Εφαρμογή της συσκευής κυκλοφορίας κρύου νερού στο γόνατο του ασθενή	

(http://www.polarproducts.com).....	42
Εικόνα 2.16. : Εφαρμογή του Darco Arctic Air® στον ώμο (http://www.darcoarctic.com).....	43
Εικόνα 2.17. : Διαφορές μεταξύ των δύο εφαρμογών στον πόνο ηρεμίας. Κλίμακα VAS(cm) (Martin Alfuth et al 2015).....	44
Εικόνα 2.18. : Διαφορές μεταξύ των δυο εφαρμογών στον πόνο κατά τη δραστηριότητα (Martin Alfuth et al 2015).....	44
Εικόνα 2.19. : Η θέση του επιθέματος και του θερμομέτρου στον μηρό (Janwantanakul Prawit 2009).....	45
Εικόνα 2.20. : Μέση θερμοκρασία πριν και κατά τη διάρκεια της εικοσάλεπτης εφαρμογής των 4 διαφορετικών επιθεμάτων (Janwantanakul Prawit 2009).....	46
Εικόνα 2.21. : Μέση και ελάχιστη θερμοκρασία κατά την διάρκεια της εικοσάλεπτης εφαρμογής των 4 διαφορετικών επιθεμάτων (Janwantanakul Prawit 2009).....	46
Εικόνα 2.22. : Διάγραμμα που δείχνει τη μέση τιμή πόνου σε ηρεμία στον αστράγαλο πριν και μετά την εφαρμογή των δύο πρωτοκόλλων ψύξης (VAS) (Bleakley C M 2006).....	48
Εικόνα 2.23. : Διάγραμμα που δείχνει τη μέση τιμή πόνου κατά τη δραστηριότητα στον αστράγαλο πριν και μετά την εφαρμογή των δύο πρωτοκόλλων ψύξης (VAS) (Bleakley C M 2006).....	48
Εικόνα 3.1. : Εφαρμογή του ψυχρού επιθέματος με ταυτόχρονη χρήση ελαστικής περιόδου (http://www.ego-gymnastics.gr).....	49
Εικόνα 3.2. : Τα επίπεδα κρεατινικής κινάσης (A) και μυοσφαιρίνης (B) στο αίμα, κατά την περίοδο ανάρρωσης 72 ωρών μετά από έκκεντρη άσκηση(Tseng et al 2013).....	50
Εικόνα 3.3. : Απεικόνιση υποκειμενικού αισθήματος πόνου και κόπωσης, αναφορά του πόνου (A) και της κόπωσης (B) σε κλίμακα VAS , κατά την περίοδο ανάρρωσης 72 ωρών μετά από έκκεντρη άσκηση. (Tseng et al 2013).....	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Γενική ανασκόπηση

1.1 Ορισμός κρυοθεραπείας

Η κρυοθεραπεία είναι μια θεραπευτική μέθοδος, με την οποία επιτυγχάνεται η τοπική μείωση της θερμοκρασίας σε μια ανατομική περιοχή, τραυματισμένη ή μη κατά την διάρκεια εφαρμογής ενός ψυχρού μέσου.

1.2 Κρυοθεραπεία: Γενικά στοιχεία

Η χρήση της κρυοθεραπείας στις μέρες μας είναι μια απ' τις πιο διαδεδομένες μεθόδους αποθεραπείας. Με την τοπική τοποθέτηση ψυχρού σε μια περιοχή του ανθρωπίνου σώματος επιτυγχάνεται η μείωση της θερμοκρασίας, η μείωση της ροής του αίματος, η μείωση του μυϊκού σπασμού, η μείωση ή ελάττωση του οιδήματος, τοπική παυσίπονη δράση. (Φουσέκης , 2014.)

Η αρχική θεραπεία μίας οποιασδήποτε κάκωσης ακολουθεί το ακρωνύμιο P.O.L.I.C.E (Protection Optimal Loading Ice Compression Elevation)(βλ. Εικόνα 1.1).



(Εικόνα 1.1. Αναλυτική περιγραφή του πρωτοκόλλου P.O.L.I.C.E.)

Το πρωτόκολλο αυτό προωθεί και καθοδηγεί την ασφαλή και αποτελεσματική φόρτιση στο οξύ στάδιο τραυματισμού των μαλακών μορίων. Σκοπός αυτού του πρωτοκόλλου είναι η επιτάχυνση της ίασης, η μείωση του πόνου και ο περιορισμός του οιδήματος που έχει προκληθεί από μετρίου βαθμού τραυματισμό των μαλακών μορίων όπως διαστρέμματα και θλάσεις.

Τα παραπάνω χρήσιμα συμπεράσματα προέκυψαν και από μελέτες οι οποίες έγιναν πρόσφατα. Αυτές οι μελέτες επιβεβαίωσαν και ενίσχυσαν τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις. (Lombardi et al 2013, Collins, 2008)

Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών και των μεθόδων κρυοθεραπείας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το μέγεθος της ανατομικής περιοχής που χρήζει κρυοθεραπείας, τη διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ του μέσου ψύξης και του ιστού που δέχεται τη θεραπεία, την παρουσία λιπώδους ιστού, τη χρησιμοποιημένη μέθοδο και την διάρκεια εφαρμογής της θεραπείας.

Η κρυοθεραπεία είναι πολύ χρήσιμη για την αποθεραπεία των αθλητών μετά από έντονη δράση και σε αυτή την εφαρμογή χρησιμοποιούνται είτε δεξαμενές ή πισίνες με κρύο νερό

και εμβύθιση των αθλητών στο παγωμένο νερό είτε την για μικρό διάστημα (έως 5 λεπτά) παραμονή των αθλητών σε ψυχρά δωμάτια (cold chambers) όπου κυριαρχούν θερμοκρασίες μεταξύ -110°C έως -140°C (Φουσεκής . 2014).

Οι εφαρμογές και επιδράσεις της κρυοθεραπείας έχουν αξιολογηθεί τόσο για την επίδραση της στην επιφανειακή και στην εν τω βάθει θερμοκρασία του δέρματος ,όσο και στην λειτουργική ικανότητα (ελαστικότητα) των αρθρώσεων. Σε αυτή την κατεύθυνση έχει αναφερθεί ότι μετά από εφαρμογή παγομάλαξης για 10 λεπτά, με τη θερμοκρασία του μέσου ψύξης στους 2°C η θερμοκρασία του δέρματος έπεφτε κατά $26,6^{\circ}\text{C}$. Ενώ κατά την εφαρμογή ψυχρού επιθέματος για το ίδιο χρονικό διάστημα , με τη θερμοκρασία του επιθέματος να είναι 0 έως 3°C η θερμοκρασία του δέρματος μειωνόταν κατά $20,3^{\circ}\text{C}$ (Watson et al 2011). Σε μια ανάλογη έρευνα , οι ερευνητές υποστηρίζουν πως μετά την τοποθέτηση πάγου στο δέρμα για 25 λεπτά η θερμοκρασία του δέρματος μειώνεται $10-15^{\circ}\text{C}$, στη συνέχεια κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η κρυοθεραπεία είναι ένα μέσο αποδεκτό για την μείωση του πόνου και τον περιορισμό του οιδήματος σε οξείες καταστάσεις. Ακόμη παρατήρησαν ότι μεταβάλλεται η νευρική αγωγιμότητα, αναστέλλονται οι αλγοϋποδοχείς, αλλάζει η μεταβολική δραστηριότητα των ενζύμων και μειώνεται ο μυϊκός σπασμός (Agafly et al 2007). Η εφαρμογή της κρυοθεραπείας γίνεται είτε μέσω στατικών τεχνικών, όπως η τοποθέτηση ψυχρών επιθεμάτων σε μία περιοχή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είτε μέσω δυναμικών εφαρμογών όπως είναι η παγομάλαξη. Στη δεύτερη κατηγορία, κατά την εκτέλεση της μπορούμε να έχουμε κίνηση του ψυχρού μέσου πάνω ή γύρω από την τραυματισμένη περιοχή ή κίνηση του τραυματισμένου σκέλους μέσα στο ψυχρό μέσο, όπως στην περίπτωση κινησιοθεραπείας σε παγωμένο νερό (εμβύθιση και κινησεοθεραπεία σε κρύο νερό). Οι επικρατέστεροι τρόποι κρυοθεραπείας είναι ψυχρά επιθέματα που περιέχουν θρυμματισμένο πάγο είτε τυποποιημένα επιθέματα ειδικής γέλης, παγομάλαξη ,κρύο δινόλουτρο, εμβύθιση σε παγωμένο νερό, ψυκτικά εκνεφώματα(εκνεφώματα χλωριούχου αιθυλίου, εκνεφώματα διμεθυλαιθέρας), μηχανήματα παραγωγής κρύου αέρα, ειδικοί θάλαμοι που επιτρέπουν την έκθεση σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες καθώς και συσκευές κυκλοφορίας κρύου νερού ή συσκευές κρυοθεραπείας με ταυτόχρονη εφαρμογή διαλείπουσας συμπίεσης (Game Ready®).

Εμβύθιση σε κρύο νερό.

Ένας εύκολος τρόπος μείωσης της θερμοκρασίας ενός μέλους του σώματος ή ολόκληρου του σώματος είναι η εμβύθιση σε παγωμένο νερό (βλ. Εικόνα 1.2). Αναλόγως με το πόσο χαμηλή είναι η θερμοκρασία του νερού το μέλος που δέχεται την θεραπεία θα πρέπει να αναδύεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την αποφυγή εγκαύματος. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως ένα ψυχρό λουτρό θερμοκρασίας 16-18 °C μπορεί να γίνει ανεκτό για χρονικό διάστημα 15-20 λεπτών (Lee et al 1978).



(Εικόνα 1.2. Ολόσωμη εμβύθιση σε παγωμένο νερό)

Ψυκτικά εκνεφώματα.

Αυτές οι συσκευασίες περιέχουν ένα πτητικό υγρό το οποίο ψεκάζεται απευθείας στη θεραπευόμενη περιοχή (βλ, Εικόνα 1.3). Ο ψεκασμός γίνεται ανά ώσεις 3-5 δευτερολέπτων. Ένας γενικός κανόνας εκτιμά πως 3-5 ώσεις είναι αρκετές για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η πτώση της θερμοκρασίας κατά 15-20 °C η οποία αρχίζει να αναστρέφεται μετά τα πρώτα 15-20 δευτερόλεπτα (Watson et al 2011, Cooker et al 2004, Griffin et al 1997). Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται για σύντομη αναλγητική δράση και όχι σε περιπτώσεις που στόχος είναι η μείωση της θερμοκρασίας και της αιματικής κυκλοφορίας (Φουσέκης 2014).



(Εικόνα 1.3. Εφαρμογή ψυκτικού εκνεφώματος.)

Ειδικόι θάλαμοι που επιτρέπουν την έκθεση σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες.

Αυτοί οι θάλαμοι χρησιμεύουν για αποθεραπεία έπειτα από έντονα προπονητικά ερεθίσματα. Ο θεραπευόμενος υποβάλλεται σε ολόσωμη έκθεση σε κρύο αέρα για μικρό χρονικό διάστημα, εντός ειδικών θαλάμων με θερμοκρασίες που αγγίζουν τους -110°C έως -140°C (βλ. Εικόνα 1.4). Κάτα την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου χρησιμοποιείται ειδικός εξοπλισμός, ο οποίος περιλαμβάνει: χρήση ειδικών γαντιών και σκούφων, ελάχιστο ρουχισμό, αλλά και κάλτσες και υποδήματα για την αποφυγή κρυοπαγημάτων.



(Εικόνα 1.4. Θάλαμος για έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία, ο αθλητής φορά τον απαραίτητο προστατευτικό εξοπλισμό.)

Συσκευή κρυοθεραπείας μέσω της κυκλοφορίας κρύου νερού.

Το νερό τοποθετείται σε ένα φορητό δοχείο μέσα στο οποίο μέσω της κυκλικής κυκλοφορίας ψύχεται και φτάνει στην τραυματισμένη περιοχή. Με την βοήθεια του επιθέματος τυλίγεται η πάσχουσα περιοχή και υποβάλλεται σε κρυοθεραπεία για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσω της συνεχούς κυκλοφορίας του νερού. Το επίθεμα είναι εύχρηστο και ευλύγιστο γεγονός που του επιτρέπει να εφαρμοστεί σε αρκετά μέρη του σώματος (πχ. άρθρωση του ώμου, ποδοκνημική άρθρωση)(βλ. Εικόνα 1.5)(βλ. Εικόνα 1.6).



(Εικόνα 1.5. Εφαρμογή κρυοθεραπείας μέσω της συσκευής κυκλικής κυκλοφορίας κρύου νερού στην άρθρωση του ώμου, με τη χρήση κατάλληλου επιδέσμου)



(Εικόνα 1.6. Εφαρμογή κρυοθεραπείας μέσω της συσκευής κυκλικής κυκλοφορίας κρύου νερού στην ποδοκνημική άρθρωση, με τη χρήση κατάλληλου επιδέσμου)

Συσκευή κρυοθεραπείας με ταυτόχρονη εφαρμογή διαλείπουσας συμπίεσης (Game Ready®).

Το Game Ready® (βλ. Εικόνα 1.7) είναι ένα προϊόν προηγμένης τεχνολογίας , χρήσιμο για ανάρρωση μετά από τραυματισμό ή από χειρουργική επέμβαση. Αποτελείται από ένα φορητό σύστημα ψύξης συμπίεσης το οποίο μπορεί να συμβάλει στη μείωση της χρήσης οπιοειδών φαρμάκων, στη μείωση του πόνου και στον περιορισμό του οιδήματος καθώς και στην αύξηση του μετεγχειρητικού εύρους κίνησης και στην βελτίωση της ικανοποίησης από τη διαδικασία ανάρρωσης. Μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες περιοχές του σώματος με τη χρήση του κατάλληλου επιδέσμου (βλ. Εικόνα 1.8).



(Εικόνα 1.7. Κεντρική μονάδα Game Ready®)



(Εικόνα 1.8. Επίδεσμοι για την εφαρμογή του Game Ready® σε διαφορετικά μέρη του σώματος.)

Κρύο Δινόλουτρο.

Το κρύο δινόλουτρο αποτελείται από ένα κάδο με νερό και μία συσκευή η οποία ρουφάει το νερό και το στέλνει με δύναμη ξανά στον κάδο. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται δίνη μέσα στον κάδο (βλ. Εικόνα 1.9) . Η εμβύθιση του μέλους στο κρύο νερό διαρκεί 30 δευτερόλεπτα. Όταν το μέλος αρχίζει να αποκτά ξανά την αρχική θερμοκρασία επαναλαμβάνουμε την εμβύθιση. Ο συνολικός χρόνος εμβύθισης είναι 10-15 λεπτά.



(Εικόνα 1.9. Εφαρμογή εμβύθισης σε κρύο δινόλουτρο)

1.3 Οι επιδράσεις της κρυοθεραπείας στον ανθρώπινο οργανισμό.

Η εφαρμογή του ψυχρού στον άνθρωπο έχει μια σειρά από αντιδράσεις στους ιστούς του σώματος, οι οποίες εξαρτώνται από διάφορες παραμέτρους όπως το πάχος του ιστού, τη σύσταση του ιστού, την ικανότητα του ιστού να μετριάσει τις επιδράσεις από την ψύξη, το ρυθμό πτώσης της θερμοκρασίας καθώς και την θερμοκρασία στην οποία ο ιστός ψύχεται (Watson et al 2011). Οι υποδοχείς για το κρύο βρίσκονται στις δενδριτικές απολήξεις των Αδ και C ινών. Οι υποδοχείς αυτοί είναι ανενεργοί σε θερμοκρασίες που φτάνουν τους 40 °C αλλά αυξάνουν σταθερά τον ρυθμό πυροδότησης τους καθώς η θερμοκρασία του δέρματος πέφτει στους 24 °C. Όσο ελαττώνεται η θερμοκρασία του σώματος, ο ρυθμός πυροδότησης των υποδοχέων του ψυχρού ελαττώνεται μέχρι η θερμοκρασία να φτάσει τους 10°C. Κάτω από αυτή τη θερμοκρασία είναι ανενεργοί και το κρύο γίνεται ένα αποτελεσματικό τοπικό αναισθητικό που βοηθάει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του πόνου. Βλάβη των κυττάρων λόγω ψύχους συμβαίνει όταν η τοπική θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0°C,

τότε σχηματίζονται κρύσταλλοι πάγου που θα οδηγήσουν σε ενδοαγγειακή συσσωμάτωση των αιμοπεταλίων και των ερυθρών αιμοσφαιρίων, με αποτέλεσμα την απόφραξη των αγγείων και την καταστροφή τους. Είναι ευρέως γνωστό αλλά όχι καθολικά αληθές, ότι οι χημικές και βιολογικές διαδικασίες επιβραδύνονται με την μείωση της θερμοκρασίας, καθώς τα περισσότερα ενζυμικά συστήματα λειτουργούν σε μία καλή θερμοκρασία, η μείωση της θερμοκρασίας συνεπάγεται τη μείωση της δραστηριότητας (Barret et al 2011).

1.3.1 Αισθητική Λειτουργία.

Όσον αφορά τις περιφερικές νευρικές ίνες που μεταφέρουν το μήνυμα του πόνου προς τον εγκέφαλο, έχει αποδειχτεί ότι διαφέρουν ως προς την ευαισθησία τους ανάλογα με τη διάμετρό τους και με το αν είναι εμμύελες ή αμύελες, ενώ έρευνες που έχουν γίνει στα ζώα απέδειξαν ότι οι μικρής διαμέτρου εμμύελες ίνες (όπως Αδ ίνες), οι οποίες μεταφέρουν το αίσθημα του πόνου είναι πιο ευαίσθητες στο κρύο. Το ψυχρό ερέθισμα χρησιμοποιείται ως παράγοντας αντιερεθισμού. Οι Αδ οι οποίες είναι ευαίσθητες στο κρύο μεταφέρουν το αίσθημα του πόνου. Όταν η αίσθηση του κρύου είναι πιο έντονη η οδός του πόνου εμποδίζεται από αυτή. Για τις ενέργειες αυτές μεσολαβή η δράση των υποδοχέων της μορφίνης στο κεντρικό νευρικό σύστημα και ο ρόλος των ενδορφινών και των εγκεφαλινών. Η περιφερική αγωγιμότητα επιβραδύνεται με το κρύο και τελικά σταματάει εντελώς. (Watson et al 2011).

1.3.2 Αιματική Ροή και Κινητική Λειτουργία

Όταν το δέρμα ψύχεται προκαλείται μια σειρά από επιδράσεις στην αιματική ροή, συγκεκριμένα, αμέσως μετά την ψύξη προκαλείται αγγειοσυστολή ως προστατευτικός μηχανισμός για την ελάττωση της απώλειας θερμότητας από το σώμα. Στη συνέχεια οι θερμοποδοχείς του δέρματος διεγείρονται και προκαλούν αγγειοδιαστολή σε όλη την επιφάνεια του δέρματος. Ο υποθάλαμος προκαλεί τρέμουλο ως αντίδραση στην αυξανόμενη παραγωγή θερμότητας. Σχετικά με την ροή του αίματος στο εσωτερικό των μυών, τα αποτελέσματα μίας έρευνας (Jutte et al 2001, Otte et al 2002), έδειξαν πως δεν επηρεάζεται τόσο πολύ από τα θερμικά αντανakλαστικά αλλά καθορίζεται κυρίως από τον τοπικό ρυθμό μεταβολισμού του μυός. Παρά την εφαρμογή ψυχρού στην επιφάνεια του δέρματος οι μύες εμφάνιζαν μεγάλη αντοχή στη μεταβολή της θερμοκρασίας στο εσωτερικό τους, η θερμοκρασία άρχισε να μεταβάλλεται μετά από παρατεταμένη περίοδο εφαρμογής του ψυχρού ερεθίσματος. Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν οι ερευνητές είναι πως οι μύς

διαθέτουν ένα στρώμα από υποδόριο ιστό το οποίο τους διατηρεί μονωμένους στις αλλαγές της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του δέρματος. Στα παραπάνω έρχεται να προστεθεί το γεγονός πως με την ψύξη, οι μυϊκές συστολές έχουν την τάση να επιβραδύνονται αλλά φτάνουν σε ένα φυσιολογικό επίπεδο δύναμης, με την προϋπόθεση ότι η μείωση της θερμοκρασίας γίνεται σε φυσιολογικά πλαίσια. Η ικανότητα να διατηρούν μια μέγιστη μυϊκή συστολή εξαρτάται και από τη θερμοκρασία, με την ιδανικότερη θερμοκρασία να είναι οι 27°C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από αυτή έχει παρατηρηθεί μείωση της απόδοσης των μυών. Η επιρροή του κρύου στον μυϊκό τόνο δεν έχει διασαφηνιστεί πλήρως στις μέρες μας. Το νευρικό σύστημα μπορεί να επηρεάζεται από τις αλλαγές στη δράση των μυϊκών ατράκτων, των Ia και των δευτερευουσών αισθητικών ινών, των α κινητικών νευρώνων, των γ ινών, των νευρομυϊκών συναρμογών ή του ίδιου του μυός, όταν μπορεί να συμβεί αυξημένη στιγμιαία μυϊκή συστολή και χαλάρωση στο μισό χρόνο. Η μείωση της θερμοκρασίας που χρειάζονται οι μυϊκές άτρακτοι για να ενεργοποιηθούν δεν είναι τόσο μεγάλη σε σύγκριση με άλλες νευρικές δομές, αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μυϊκές άτρακτοι να αντιδρούν γρηγορότερα. Ακόμη, βλέπουμε μείωση της ευαισθησίας τους ανάλογα με τον βαθμό ψύξης, ως αποτέλεσμα της απευθείας επίδρασης στις αισθητικές απολήξεις ή και λόγω της μείωσης του ρυθμού πυροδότησης των Ia κεντρομόλων ινών. Τα παραπάνω συμπεράσματα μας βοηθούν να κατανοήσουμε πως η κρυοθεραπεία μπορεί να συμβάλλει στην μείωση της σπαστικότητας και τη βελτίωση της λειτουργικότητας του άνω άκρου σε περιπτώσεις ασθενών με σημαντικό τρόμο (Νόσος Parkinson). (Watson et al 2011)

Η χρήση της κρυοθεραπείας είναι επιτακτική για τα πρώτα στάδια του τραυματισμού και κυρίως για τις πρώτες 48 ώρες, ενώ σε πολλές περιπτώσεις έχει εφαρμοστεί η κρυοθεραπεία και για 72 ώρες. Η επανάληψη εστιάζεται ανά 2-3 ώρες, αν και η χρήση κάθε μισή ώρα, που ορισμένοι αναφέρουν, όχι μόνο θεωρείται υπερβολική, αλλά μάλλον είναι και αναποτελεσματική. Καλό είναι, η τραυματισμένη περιοχή να τοποθετείται ψηλότερα από το υπόλοιπο σώμα. Επίσης, ο αθλητής που υπέστη κάκωση πρέπει να ξεκουράζεται για να αποφύγει την επιπλέον φόρτιση και την επέκταση της βλάβης σε περισσότερους ιστούς, ενώ παράλληλα θα πρέπει να δοθεί χρόνος στον οργανισμό για να ξεκινήσει τη διαδικασία της επούλωσης.

1.3.3 Αντενδείξεις κρυοθεραπείας.

Ωστόσο υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις στις οποίες η κρυοθεραπεία αντενδείκνυται και είναι οι εξής :

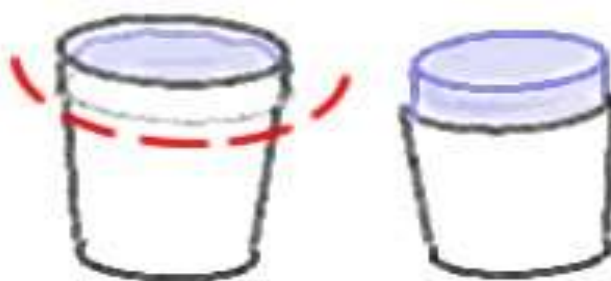
- Υπαισθησία

- Υπερευαισθησία , αλλεργία στο κρύο
- Σύνδρομο Raynaud's
- Ασθένειες που συνδέονται με κρυοσφαιριναίμια
- Κνίδωση εκ ψύχους
- Ανοικτά έλκη μολυσμένα ή κατεστραμμένοι ιστοί(π.χ. δερματοπάθειες) ➤ Οξύ εμπύρετο νόσημα

(Watson et al 2011)

1.4 Εισαγωγή στην τεχνική της παγομάλαξης.

Η παγομάλαξη εφαρμόζεται με ένα μέσο ψύξης που δημιουργείται σε ένα πλαστικό ή χάρτινο ποτήρι το οποίο το γεμίζουμε με νερό και το τοποθετούμε στην κατάψυξη για να αποκτήσει στερεή μορφή. Πριν ξεκινήσει την εφαρμογή της παγομάλαξης ο θεραπευτής αποκόπτει ένα τμήμα του ποτηριού και κρατάει ένα κομμάτι κοντά στη βάση του, όπου θα αποτελεί τη λαβή του θεραπευτή κατά τη διάρκεια της θεραπείας(βλ. Εικόνα 1.10). Ο επικρατέστερος τρόπος εφαρμογής της παγομάλαξης είναι με αργές κυκλικές ή ευθύγραμμες κινήσεις επάνω στην θεραπευόμενη περιοχή(βλ. Εικόνα 1.11). Το συμπέρασμα από τις έως τώρα μελέτες που έχουν διεξαχθεί είναι πως, η εφαρμογή της παγομάλαξης δεν πρέπει να ξεπερνά το χρονικό διάστημα των 15 λεπτών για την πρόληψη δερματικής κάκωσης , ενώ άλλες μελέτες εμφανίζουν ως ιδανικό χρόνο εφαρμογής της τα 10 λεπτά. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθεραπεία μετά από έντονη ή μακράς διάρκειας άσκηση(Adamczyk JG et al 2016) , για τη θεραπεία σημείων πυροδότησης πόνου (trigger points) , για τη διευκόλυνση της μυϊκής λειτουργίας καθώς και στη θεραπεία μίας τραυματισμένης περιοχής.



Making an Ice Cup

(Εικόνα 1.10. Δημιουργία αυτοσχέδιου μέσου ψύξης)



(Εικόνα 1.11. Εφαρμογή παγομάλαξης στη θεραπευόμενη περιοχή)

1.5 Εισαγωγή στην τεχνική του ψυχρού επιθέματος

Τα ψυχρά επιθέματα περιλαμβάνουν την εφαρμογή ενός ψυχρού μέσου στατικά σε μία ανατομική περιοχή. Τα επιθέματα που χρησιμοποιούνται ανήκουν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από επιθέματα που περιέχουν θρυμματισμένο πάγο ή μίγμα αντιψυκτικής ουσίας και νερού τα οποία τοποθετούνται στην κατάψυξη έως ότου ψυχθούν(βλ. Εικόνα 1.12) . Η δεύτερη κατηγορία επιθεμάτων αποτελείται από επιθέματα που βασίζονται σε κάποια χημική αντίδραση προκειμένου να ψυχθούν. Αυτά τα επιθέματα είναι μιας χρήσης (βλ. Εικόνα 1.13). Ακόμη, τα επιθέματα αυτά έχουν διάφορα μεγέθη και σχήματα για να προσαρμόσουν καλύτερα στις εκάστοτε ανατομικές περιοχές (βλ. Εικόνα 1.14). Για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου ο θεραπευτής θα πρέπει να τοποθετήσει κάποιο μέσο μεταξύ του επιθέματος και του δέρματος, για την αποφυγή δερματικών βλαβών. Το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως είναι μία νοτισμένη πετσέτα. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει το πλεονέκτημα ότι το επίθεμα μπορεί να σταθεροποιηθεί με ελαστικό επίδεσμο και ταυτόχρονα να εφαρμόζεται επιπλέον συμπίεση στη θεραπευόμενη περιοχή, γεγονός που βοηθά στην διείσδυση του ψυχρού σε εν τω βάθει μυϊκά και αρθρικά επίπεδα. Λόγω της στατικής εφαρμογής του ψυχρού , ο θεραπευτής οφείλει να ελέγχει συχνά την περιοχή που δέχεται θεραπεία για την αποφυγή πρόκλησης εγκαύματος.(Watson et al 2011)



(Εικόνα 1.12. Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος ειδικής γέλης (gel) στο γόνατο.)



(Εικόνα 1.13. Ψυχρό επίθεμα νιτρικού αμμωνίου με νερό, μιας χρήσης)



(Εικόνα 1.14. Διάφορα σχήματα και μεγέθη ψυχρών επιθεμάτων.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ειδική ανασκόπηση

2.1 Ανάλυση και περιγραφή της τεχνικής της παγομάλαξης.

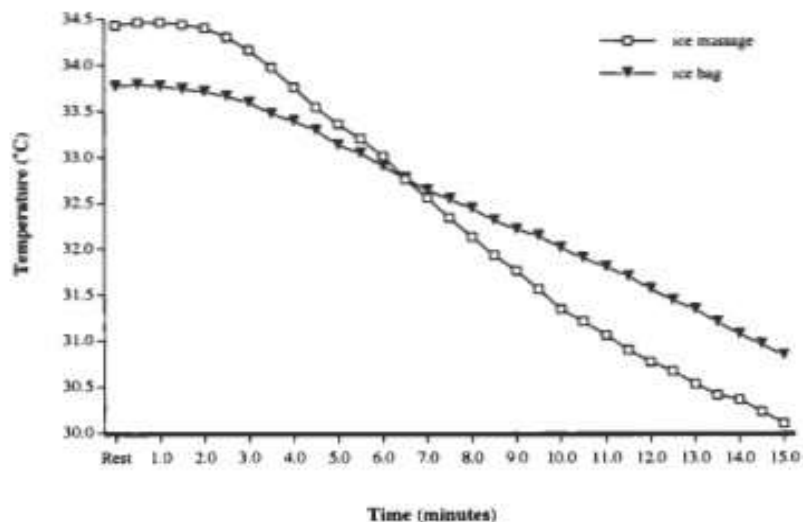
Η παγομάλαξη χρησιμοποιείται για την πρόκληση αναλγησίας. Σε αυτή την τεχνική χρησιμοποιούνται κομμάτια πάγου, με τη βοήθεια των οποίων γίνεται μάλαξη μιας συγκεκριμένης περιοχής, συνήθως μικρής, όπως η γαστέρα ενός μυ ή πάνω από trigger points. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται μέχρι την πρόκληση αιμοδίας στην περιοχή. Η εφαρμογή της παγομάλαξης δε θα πρέπει να ξεπερνά σε διάρκεια τα 15' για την πρόληψη δερματικής κάκωσης. Η τεχνική της παγομάλαξης όπως και η τεχνική της εφαρμογής ψυχρών επιθεμάτων, έχουν αναλγητικό χαρακτήρα διότι μπορούν να μειώσουν τον πόνο μέσω της μείωσης της νευρικής αγωγιμότητας των Αδ και C ιών. Αυτή η μείωση επιτυγχάνεται μέσω της πτώσης της θερμοκρασίας του δέρματος κάτω από τους 14,4°C, που αποτελεί το κατώφλι επίτευξης της μέγιστης τοπικής αναλγησίας. (Φουσεκης,2014). Η παγομάλαξη γίνεται πιο αποτελεσματική με εφαρμογή μεγαλύτερης δύναμης συμπίεσης του ψυχρού μέσου κατά τη διάρκεια της μάλαξης, μπορεί να προηγηθεί άλλων τεχνικών, όπως για παράδειγμα της εν τω βάθει μάλαξης των ιστών. Ερευνώντας τις φυσιολογικές επιδράσεις της παγομάλαξης οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με μέγιστες διαστάσεις 10-15cm² και για μέγιστο χρονικό διάστημα 10 λεπτών, εκτός ένα το αναλγητικό αποτέλεσμα επιτευχθεί νωρίτερα. (Waylonis et al 1967). Για την επίτευξη αναλγητικού αποτελέσματος η παγομάλαξη εφαρμόζεται με αργές κυκλικές κινήσεις επάνω στην τραυματισμένη περιοχή αλλά και γύρω από αυτή, εφαρμόζοντας τη συγκεκριμένη μέθοδο η θερμοκρασία του σώματος δε φαίνεται να υποχωρεί κάτω από τους 15°C. Μια ακόμη εφαρμογή της παγομάλαξης αφορά την διευκόλυνση της μυϊκής λειτουργίας. Σε αυτή την περίπτωση, ο πάγος εφαρμόζεται με έντονες κινήσεις για μικρό χρονικό διάστημα, πάνω στο δερμοτόμιο που αντιστοιχεί στη νευρική ρίζα που νευρώνει τον πάσχοντα μυ. Οι θεραπευτικές επιδράσεις της παγομάλαξης έχουν μελετηθεί από αρκετούς ερευνητές στο πέρασμα των χρόνων. (Watson et al 2011). Σύμφωνα με τον Πρώτο Νόμο Θερμοδυναμικής, η θερμική ενέργεια δεν αποκτάται ούτε χάνεται αλλά μεταφέρεται μέσω ενός από τους τέσσερις μηχανισμούς. Αυτοί οι μηχανισμοί περιλαμβάνουν την αγωγή μεταφορά εξάτμιση ή ακτινοβολία. Θεωρητικά η περίσσεια νερού πάνω στο δέρμα μπορεί να αμβλύνει την

συμβολή της εξάτμισης , γεγονός που επιταχύνει την ψύξη του δέρματος (Amrik Sidhu et al 2008).

2.2 Οι επιδράσεις της παγομάλαξης στους ιστούς και η συμβολή της ως μέσο αποθεραπείας και καταπολέμησης του πόνου.

Οι Melzack et al (1980) έκαναν μια πρωτοποριακή έρευνα για την εποχή τους, ασχολήθηκαν με τις επιδράσεις της παγομάλαξης και του TENS σε ασθενείς με χρόνιο πόνο της οσφυϊκής μοίρας .Οι ασθενείς υποβλήθηκαν και στις δύο τεχνικές τα αποτελέσματα της μελέτης ανέφεραν ότι η παγομάλαξη και το TENS ελαττώνουν τον πόνο στον ίδιο βαθμό. Οι Roberts et al (1992) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η παγομάλαξη ήταν αποτελεσματικότερη και από τα θερμά και από τα ψυχρά επιθέματα. Οι Yurtkurtan & Kocagil et al (1999) σε μία τυχαιοποιημένη μελέτη, απέδειξαν ότι η παγομάλαξη προκαλούσε βελτίωση σε μια σειρά συμπτωμάτων σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα. Πιο συγκεκριμένα, στην μελέτη συμμετείχαν 100 ασθενείς οι οποίοι είχαν διαγνωστεί με οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Σκοπός της έρευνας ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας της παγομάλαξης , του TENS και του ηλεκτροβελονισμού έναντι ενός εικονικού φαρμάκου (placebo) στη μείωση του πόνου και στην αύξηση της λειτουργικότητας στην άρθρωση του γόνατος. Οι παράμετροι που έλαβαν υπόψιν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της εκάστοτε θεραπείας περιλάμβαναν, πόνο σε ηρεμία , δυσκαμψία, χρόνο περπατήματος 50 ποδιών, βαθμό κάμψης γόνατος και μυϊκή δύναμη τετρακεφάλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως και ο τρεις μορφές θεραπείας είναι ικανές να ανακουφίσουν τον πόνο αλλά και να βελτιώσουν την λειτουργικότητα του γόνατος. Τέλος οι τρεις θεραπείες που αναφέρθηκαν παραπάνω, φάνηκαν πιο αποτελεσματικές από το εικονικό φάρμακο με το οποίο ήρθαν σε σύγκριση. Όλες οι υφιστάμενες μελέτες συνηγορούν στο γεγονός ότι η παγομάλαξη έχει θετική επίδραση στην αντιμετώπιση του πόνου και συμβάλλει στην άμεση πτώση της θερμοκρασίας του δέρματος . (Lombardi et al 2013, Collins ,2008). Μάλιστα μία έρευνα που δημοσιεύθηκε πρόσφατα, στην οποία συμμετείχαν 8 υγιείς άντρες στους οποίους εφαρμόστηκε η τεχνική της παγομάλαξης για 15 λεπτά, στην προσθιοπλάγια περιοχή του μηρού έδειξε ότι η θερμοκρασία του δέρματος στην περιοχή που έγινε η εφαρμογή μειώθηκε κατά 85% ενώ ενδομυϊκή θερμοκρασία εκτιμάται ότι μειώθηκε κατά 27%.(Dylan C. Sarver et al 2017). Ακόμη, σε μια

τυχαιοποιημένη μελέτη όπου έλαβαν μέρος 179 ασθενείς ηλικίας από 18 ετών και πάνω οι οποίοι έχουν διαγνωστεί με οστεοαρθρίτιδα γόνατος , οι μελετητές εφάρμοσαν τρεις τεχνικές θερμοθεραπείας στους ασθενείς αυτούς. Οι τεχνικές αυτές ήταν : εφαρμογή ψυχρού επιθέματος , εφαρμογή θερμού επιθέματος και παγομάλαξη. Εφαρμόζοντας παγομάλαξη στο πάσχον γόνατο και γύρω από αυτό 20 λεπτά , 5 φορές την εβδομάδα για 2 εβδομάδες οι μελετητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η παγομάλαξη σε σύγκριση με την απλή μάλαξη έχει ευεργητικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά το πέρας των εφαρμογών η δύναμη του τετρακεφάλου μηριαίου αυξήθηκε κατά 29% , ακόμη υπήρξε στατιστική βελτίωση του εύρους τροχιάς της κάμψης κατά 8% και η λειτουργική κατάσταση βελτιώθηκε 11% (Brosseau, L.et al 2003). Σε μια συγκριτική μελέτη, όπου συμμετείχαν 14 αθλητές (7 άντρες και 7 γυναίκες) οι οποίοι δεν είχαν κάποιο τραυματισμό, χωρίστηκαν σε δύο ομάδες η πρώτη ομάδα ήταν η ομάδα στην οποία εφαρμόστηκε η τεχνική της παγομάλαξης αποτελούμενη από 3 άντρες και 4 γυναίκες και η στη δεύτερη ομάδα εφαρμόστηκε η τεχνική με σακούλα όπου περιείχε πάγο , αποτελούμενη από 4 άντρες και 3 γυναίκες. Πριν την εφαρμογή των τεχνικών οι ερευνητές έκαναν μετρήσεις ύψους και βάρους καθώς επίσης έλαβαν υπόψιν και την ηλικία των αθλητών, δεδομένα που ήταν χρήσιμα για το τελικό συμπέρασμα της έρευνας. Και οι δυο τεχνικές εφαρμόστηκαν στον στο γαστροκνήμιο των αθλητών για 15 λεπτά. Οι ερευνητές μετρούσαν την ενδομυϊκή θερμοκρασία κάθε 30 δευτερόλεπτα κατά την διάρκεια της εφαρμογής των δύο τεχνικών. Τα πρώτα 10 λεπτά μετά την εφαρμογή η θερμοκρασία μετριόταν κάθε 30 δευτερόλεπτα, ενώ μετά το πέρας του δεκαλέπτου η θερμοκρασία μετριόταν κάθε ένα λεπτό για τα επόμενα 20 λεπτά. Το αποτέλεσμα της έρευνας έδειξε πως με την παγομάλαξη επιτυγχάνεται γρηγορότερα η πτώση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας σε χρόνο 17.86 +/- 2.4 λεπτά σε σύγκριση με την εφαρμογή της σακούλας με πάγο όπου η χαμηλότερη θερμοκρασία επιτεύχθηκε σε 28.2 +/- 12.5 λεπτά (βλ. Εικόνα 2.1)(Zemke et al 1998).



Mean calf intramuscular temperature during ice massage and ice bag treatments.

[Εικόνα 2.1. Μέση ενδομυϊκή θερμοκρασία γαστροκνημίου κατά την εφαρμογή παγομάλαξης (ice massage) και σακούλας με πάγο (ice bag)]

Το 2010 μια ομάδα ερευνητών προσπάθησε να μελετήσει την επίδραση στην νευρική και την αισθητική αγωγιμότητα μετά την εφαρμογή παγομάλαξης, ψυχρού επιθέματος και της εμβύθισης σε κρύο νερό. Τα νεύρα που υποβλήθηκαν στις μετρήσεις αγωγιμότητας ήταν το κνημιαίο κινητικό νεύρο και το γαστροκνήμιο νεύρο. Στην έρευνα συμμετείχαν 36 υγιείς άνθρωποι με μέσο όρο ηλικίας τα 20,5 έτη, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες. Η κάθε ομάδα υποβλήθηκε σε μια από τις τρεις εφαρμογές. Οι μεταβλητές οι οποίες μελετήθηκαν ήταν η θερμοκρασία του δέρματος (°C) και οι παράμετροι νευρικής αγωγιμότητας όπως: η ταχύτητα αγωγής του νεύρου (m/s) και η αισθητική δραστηριότητα (microvolts). Η έρευνα έλαβε χώρα σε κλιματιζόμενο χώρο με σταθερή θερμοκρασία 24°C. Η εφαρμογή και των τριών τεχνικών ψύξης έγινε στον δεξιό γαστροκνήμια των συμμετεχόντων για τη χρονική διάρκεια των 15 λεπτών. Οι μετρήσεις έδειξαν πως η παγομάλαξη κατάφερε να μειώσει περισσότερο τη θερμοκρασία του δέρματος σε σύγκριση με τις άλλες δυο εφαρμογές (βλ. Εικόνα 2.2). Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης πως και οι τρεις εφαρμογές επιδρούν στην αλλαγή της αισθητικής αγωγιμότητας σε ένα φυσιολογικό επίπεδο, το οποίο είναι αρκετό να προκαλέσει ένα αναλγητικό αποτέλεσμα (βλ. Εικόνα 2.3) (Herrera E et al 2010).

Skin Temperature in Participants Submitted to Different Cold Modalities^a

Intervention Group	Skin Temperature (°C)		
	Pre-Cooling	Post-Cooling	Difference ^b
Ice massage	31.58 (1.07)	3.98 (1.15)	-27.6 (1.32) ^c
Ice pack	31.12 (2.13)	6.68 (3.4)	-24.43 (2.87) ^c
Cold water immersion	31.55 (0.89)	13.32 (1.33)	-18.23 (1.46) ^c

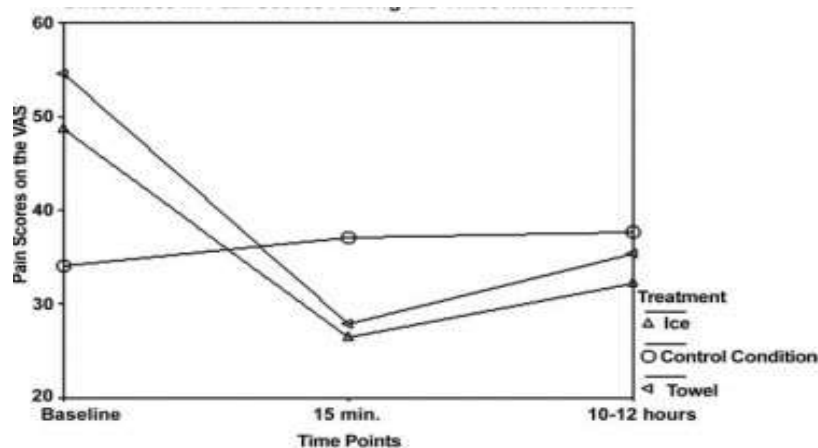
[Εικόνα 2.2 Θερμοκρασία του δέρματος (°C) στους συμμετέχοντες που υποβλήθηκαν σε διαφορετικό ψυχρό ερέθισμα.(Difference= Post-Cooling- Pre-cooling)]

Nerve Conduction Parameter	Ice Massage		
	Pre-cooling	Post-cooling	Difference ^b
Latency (ms)	2.93 (0.27) [2.76, 3.11]	4.62 (1.21) [3.85, 5.39]	1.68 (1.04) ^c [1.02, 2.35]
Sensory nerve conduction velocity (m/s)	53.92 (2.84) [52.11, 55.72]	33.50 (5.76) [29.84, 37.16]	-20.42 (5.96) ^c [-24.20, -16.63]
Amplitude (µV)	39.29 (12.18) [31.55, 47.03]	18.95 (11.30) [11.77, 26.13]	-20.34 (9.54) ^d [-26.40, -14.28]
Duration (ms)	1.26 (0.10) [1.20, 1.32]	1.40 (0.17) [1.30, 1.50]	0.14 (0.14) ^c [0.05, 0.23]

(Εικόνα 2.3 Παράμετροι αγωγιμότητα του γαστροκνήμιου νεύρου πριν και μετά την εφαρμογή της παγομάλαξης)

Επιπροσθέτως, η παγομάλαξη φάνηκε χρήσιμη στην καταπολέμηση του περιφερικού νευροπαθητικού πόνου σε ασθενείς οι οποίοι έπασχαν από AIDS, αυτός ο πόνος είναι χρόνιος και ταλαιπωρεί το 50% των ατόμων που πάσχουν από αυτή την ασθένεια. Στην μελέτη συμμετείχαν 33 ασθενείς, τα αποτελέσματα της έρευνας βασίστηκαν στη μέτρηση του πόνου μετά την εφαρμογή παγομάλαξης, μετά την εφαρμογή μάλαξης με στεγνή πετσέτα και στη μέτρηση υπό φυσιολογικές συνθήκες, χωρίς την εφαρμογή κάποιας τεχνικής. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή του πόνου ήταν η VAS. Η έρευνα βασίστηκε στο γεγονός ότι η παγομάλαξη παράγει έντονο αισθητηριακό ερέθισμα και αναισθητοποιεί την περιοχή στην οποία εφαρμόζεται. Επίσης, μπορεί να ενεργοποιήσει τις νευρικές ίνες οι οποίες είναι υπεύθυνες για την αίσθηση του ψυχρού στο νωτιαίο μυελό. Το νευρικό σύστημα

είναι πλαστικό και μια σειρά από ερεθίσματα πιθανώς να αλλάξει την ανταπόκριση των νευρώνων του ραχιαίου κέρατος. Η παγομάλαξη εφαρμόστηκε στην ραχιαία και πελματιαία επιφάνεια του άκρου ποδός για 7 λεπτά στο κάθε πόδι. Η μάλαξη με στεγνή πετσέτα εφαρμόστηκε στην ίδια περιοχή για το ίδιο χρονικό διάστημα και η τελευταία μέτρηση στην οποία δεν εφαρμόστηκε κάποια παρέμβαση ο ερευνητής απλά μιλούσε με τον ασθενή για 15 λεπτά. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως ο πόνος μειώθηκε αισθητά μετά την εφαρμογή της παγομάλαξης και της μάλαξης με στεγνή πετσέτα, με την παγομάλαξη να είναι λίγο αποτελεσματικότερη. (βλ. Εικόνα 2.4) (Owby, K. K. 2006)



(Εικόνα 2.4. Οι διαφορές του επιπέδου του πόνου μεταξύ των τριών παρεμβάσεων)

Σε μελέτη όπου συμμετείχαν 36 άτομα, της οποίας βασικός στόχος ήταν να αξιολογήσει τα οφέλη την παγομάλαξης και της εμβύθισης σε κρύο νερό στην αντιμετώπιση του πόνου καθυστερημένης έναρξης (DOMS), οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 3 ομάδες. Η κάθε ομάδα ακολούθησε ένα διαφορετικό τρόπο αποκατάστασης. Οι τρόποι αποκατάστασης ήταν οι εξής: παγομάλαξη (IM), εμβύθιση σε παγωμένο νερό (CWI) και τέλος, παθητική ανάκαμψη (PAS). Απ' αυτούς, ζητήθηκε να κάνουν άλματα, όσο το δυνατόν ψηλότερα, για 1 λεπτό. Η θερμική απεικόνιση πραγματοποιήθηκε σε κατάσταση ηρεμίας, αμέσως μετά την άσκηση, αμέσως μετά τη δοκιμή, μετά τη θεραπεία αποκατάστασης και μετά από 30 λεπτά ανάπαυσης. Η Κλίμακα VAS χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογήσει τα επίπεδα πόνου. Μετά το πέρας της εφαρμογής της επιλεγμένης μεθόδου για την υποστήριξη της ανάκτησης, το επίπεδο της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος μειώθηκε κατά 4,25 mmol / L στην ομάδα IM και 4,96 mmol / L στην ομάδα CWI (IM έναντι CWI, $p > 0,05$). Η μείωση της συγκέντρωσης γαλακτικού σε 2,75 mmol / L στην ομάδα PAS ήταν σημαντικά χαμηλότερη από ό,τι στις άλλες ομάδες (IM έναντι PAS, $p < 0,01$). Στις δύο πρώτες ομάδες τα επίπεδα ενόχλησης (Tsk)

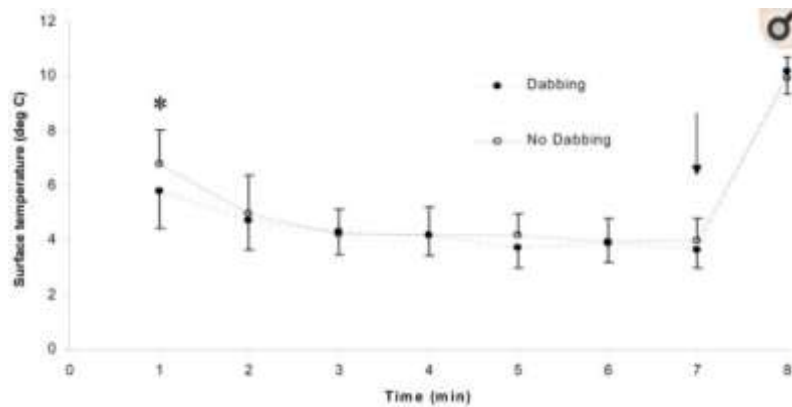
μετά από 30 λεπτά ήταν σημαντικά χαμηλότερα απ' ό τι σε κατάσταση ηρεμίας. Στην ομάδα PAS η Tsk επέστρεψε στις τιμές ηρεμίας ($p > 0.05$). Εβδομήντα δύο ώρες μετά την άσκηση παρατηρήθηκε σαφής μείωση της δυσφορίας στις ομάδες IM και CWI σε σύγκριση με την ομάδα PAS. Οι δύο εφαρμοζόμενες θεραπείες έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές τόσο στη αποβολή του γαλακτικού οξέος όσο και στην πρόληψη του DOMS. Ανάλογα με την κατάσταση του αθλητή συνίσταται η χρήση του IM όταν οι αθλητές έχουν συμπτώματα σε εντοπισμένο μυϊκό σημείο ή μικρού μεγέθους μυ. Από την άλλη πλευρά, το CWI συνιστάται σε περιπτώσεις μεγαλύτερης μυϊκής βλάβης ή κόπωσης (Adamczyk et al, 2016).

Η παγομάλαξη φάνηκε εξίσου χρήσιμη στην μείωση της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης (CK) σε αθλητές που είχαν συμπτώματα μυϊκών τραυματισμών καταπόνησης από την άσκηση. Συγκεκριμένα, ομάδα αθλητών που δέχτηκε τη θεραπεία της παγομάλαξης φάνηκε πως 72 ώρες μετά την άσκηση η συγκέντρωση της κρεατινικής κινάσης ήταν πολύ χαμηλότερη (G. Howatson et al 2003).

Η παγομάλαξη (IM) αναγνωρίζεται για την ικανότητα της να αναισθητοποιεί επιφανειακά μια περιοχή, το γεγονός αυτό με τη σειρά του μπορεί να προάγει την επιμήκυνση των μαλακών ιστών ή την κρυοδιάταση (Cameron MH 2003). Η κρυοθεραπεία, έχει την ικανότητα να βελτιώνει το παθητικό εύρος κίνησης, ιδιαίτερα σε ασθενείς οι οποίοι ταλαιπωρούνται από κάποιο ορθοπεδικό τραυματισμό (Prentice WH 1982). Μια ομάδα ερευνητών, προσπάθησε να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της απλής IM σε σχέση με την εφαρμογή IM κατά τη διάρκεια της οποίας η επιφάνεια του δέρματος διατηρείται στεγνή (dabbing)(Βλ. Εικόνα 2.5). Δεκαέξι υγιείς εθελοντές έλαβαν και των δύο ειδών την θεραπεία στον γαστροκνήμιο, υποκνημίδιο για 7 λεπτά. Η μεταβολή της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του δέρματος μετρήθηκε λεπτό προς λεπτό με τη χρήση ενός θερμόμετρου υπερύθρων ($^{\circ}\text{C}$). Το ενεργητικό και παθητικό εύρος κίνησης αξιολογήθηκε με τη χρήση γωνιόμετρου και η παθητική δύναμη τάνυσης με αλγόμετρο. Απ' τους συμμετέχοντες είχε ζητηθεί να αποφύγουν τη βαριά καταπόνηση 2 ώρες πριν από την εφαρμογή και τις μετρήσεις. Η θερμοκρασία του δέρματος μειώθηκε μετά την εφαρμογή «dabbing» ($5,8 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$) σε σύγκριση με τον κλασσικό τρόπο όπου μειώθηκε κατά ($6,8 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$) προκαλώντας σημαντικά μεγαλύτερη ψύξη στο 1 λεπτό «dabbing»(Βλ. Εικόνα 2.6). Ωστόσο μετά από 2 λεπτά IM, και οι δύο μέθοδοι προκαλούσαν παρόμοια μεταβολή της θερμοκρασίας. Όσον αφορά το AROM και το PROM δεν φάνηκε να υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις 2 μεθόδους. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η εφαρμογή παγομάλαξης τύπου «dabbing» μπορεί να βοηθήσει εξίσου στη λειτουργική αποκατάσταση ενός ασθενή και μπορεί να οδηγήσει γρηγορότερα στη μέγιστη ψύξη της επιφάνειας του δέρματος (Amrik S et al 2008).



(Εικόνα 2.5. Εφαρμογή της τεχνικής dabbing)



(Εικόνα 2.6 Μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο)

Σε όλα τα παραπάνω , έρχεται να προστεθεί μία έρευνα η οποία έγινε το 2016 και σκοπός της ήταν να αποσαφηνίσει τις επιδράσεις της παγομάλαξης στην μεταβολή του καρδιακού ρυθμού (HRV). Στη μελέτη αυτή η εφαρμογή της θεραπείας έγινε στο κεφάλι και την σπονδυλική στήλη των εθελοντών. Στη μελέτη συμμετείχαν 30 άτομα τα οποία δεν παρουσίαζαν κάποια παθολογία . Χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες. Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε παγομάλαξη (IM), σε μάλαξη με κρύο νερό (24–25°C) (TWM) και τέλος σε ξεκούραση στην πρηνή θέση. Η εφαρμογές γινόταν με τυχαία σειρά με διάρκεια 20 λεπτά. Ο καρδιακός ρυθμός και η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού εκτιμήθηκαν πριν και μετά από κάθε συνεδρία παρέμβασης. Μεταξύ των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές, αξιοσημείωτη ήταν η πτώση του καρδιακού ρυθμού(HR) μετά την εφαρμογή IM. Αυτό το γεγονός οδήγησε τους ερευνητές στο συμπέρασμα πως η εφαρμογή IM για είκοσι λεπτά στο κεφάλι και στη σπονδυλική στήλη βοηθά στην μείωση του HR και στη βελτίωση

του HRV, ένα αποτέλεσμα που ίσως φανεί χρήσιμο για την αποκατάσταση της HR αθλητών μετά από κοπιαστική άσκηση (Moventhan et al 2016) .

Σχετικά με τη θεραπεία των trigger points, η εφαρμογή της γίνεται με κυκλικές ή ευθύγραμμες κινήσεις επάνω στο σημείο πυροδότησης του πόνου. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η αύξηση της πίεσης στην υπό θεραπεία επιφάνεια αυξάνει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Σε αυτή την περίπτωση προκαλείται άμεση πτώση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του δέρματος, μείωση του πόνου μέσω της μείωσης της νευρικής αγωγιμότητας Aδ και C ιών καθώς και του μυϊκού σπασμού. Συνέπεια αυτών είναι η αύξηση της ελαστικότητας της περιοχής .

Στα πλαίσια μίας έρευνας σκοπός της οποίας ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων της παγομάλαξης στον τετρακέφαλο μηριαίο, μετά από άσκηση, στο κατώφλι του πόνου [Pressure Pain Thresholds (PPTs)] και στην τετραγωνική ρίζα της μέσης ισχύος (RMS) του σήματος στο ηλεκτρομυογράφημα (EMG), οι ερευνητές προσπάθησαν να απαντήσουν στην ερώτηση αν η παγομάλαξη μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη της αναλγησίας. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 15 αθλητές (8 γυναίκες – 7 άντρες ηλικίας 19 ± 2 έτη). Απ' αυτούς , ζητήθηκε να επισκεφθούν το εργαστήριο δύο φορές με διαφορά μίας εβδομάδας για την εκτέλεση 5 ισοκινητικών έκκεντρων συστολών έκτασης του γόνατος στις 60° , 120° , 180° και 240° . Μετά την άσκηση, τους ανατέθηκε με τυχαία σειρά να λάβουν είτε τη θεραπεία της παγομάλαξης (βλ. Εικόνα 2.7) είτε του υπερήχου (Sham US) για 15 λεπτά, μία θεραπεία κάθε επίσκεψη. Το PPT και το RMS μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια της μέγιστης συστολής στον έσω πλατύ (VM), στον έξω πλατύ (VL) και στον ορθό μηριαίο (RF) , ακόμη μετρήσεις έγιναν πριν την άσκηση και 5 λεπτά μετά το τέλος των παρεμβάσεων, η έρευνα επικεντρώθηκε στην σχέση παρέμβασης x χρόνο αλληλεπίδρασης. Η ανάλυση των μετρήσεων έδειξε μια σημαντική αύξηση στο PPT στους μυς VM και VL αλλά όχι στον RF (βλ. Εικόνα 2.8).



(Εικόνα 2.7. Εφαρμογή της παγομάλαξης στο μηρό)

Σχετικά με το RMS (βλ. Εικόνα 2.9) φάνηκε να υπάρχει μία αύξηση στον VL αλλά δεν ίσχυε το ίδιο και για τους άλλους δύο μυς που μετρήθηκαν. Με βάση τα παραπάνω, αναγνωρίστηκε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ PPT και RMS για τον έξω πλατύ.

	Sham US intervention	Ice massage intervention
PPTs over the VM		
Baseline	345.2 ± 151.2 (261.5-428.9)	330.7 ± 103.6 (273.3-388.1)
Postexercise	317.3 ± 159.0 (229.2-405.4)	322.2 ± 113.8 (259.2-385.3)
Recovery intervention	316.1 ± 162.7 (225.9-406.3)	365.1* ± 129.9 (293.3-437.0)
PPTs over the RF		
Baseline	324.7 ± 114.6 (261.2-388.3)	342.1 ± 95.1 (289.5-394.8)
Postexercise	301.6 ± 119.6 (235.4-367.9)	314.3 ± 114.1 (251.1-377.5)
Recovery intervention	290.1 ± 111.1 (228.5-351.6)	331.7 ± 113.0 (269.2-394.3)
PPTs over the VL		
Baseline	334.3 ± 164.2 (243.4-425.3)	335.9 ± 131.7 (263.0-408.9)
Postexercise	327.2 ± 182.3 (226.9-428.9)	328.6 ± 124.3 (259.8-397.5)
Recovery intervention	317.7 ± 147.8 (235.9-399.6)	356.7* ± 139.1 (279.7-433.8)

(Εικόνα 2.8. Οι μετρήσεις του PPTs (kilopascals) πριν και μετά τις παρεμβάσεις στους VM, VL και RF.)

	Sham US intervention	Ice massage intervention
EMG RMS of the VM		
Baseline	208.1 ± 87.8 (149.8-266.3)	223.6 ± 105.8 (165.5-281.9)
Postexercise	182.9 ± 102.1 (119.4-246.4)	211.6 ± 110.0 (148.1-275.2)
Recovery intervention	199.1 ± 116.9 (122.8-275.5)	235.0 ± 137.3 (158.7-311.4)
EMG RMS of the RF		
Baseline	130.4 ± 67.9 (80.6-180.1)	139.9 ± 95.9 (90.2-189.7)
Postexercise	125.1 ± 64.4 (80.4-169.7)	126.6 ± 83.5 (81.9-171.3)
Recovery intervention	140.9 ± 89.7 (82.5-199.4)	151.3 ± 105.0 (92.8-209.8)
EMG RMS of the VL		
Baseline	115.0 ± 46.6 (73.2-156.8)	139.2 ± 87.0 (97.5-181.0)
Postexercise	111.6 ± 39.3 (73.2-150.1)	127.8 ± 81.9 (89.4-166.3)
Recovery intervention	109.4 ± 37.7 (63.3-155.5)	158.1* ± 102.2 (112.1-204.3)

(Εικόνα 2.9. Οι μετρήσεις του EMG RMSs πριν και μετά τις παρεμβάσεις στους VM, VL και RF.)

Συνοψίζοντας , η παγομάλαξη έπειτα από ισοκινητική άσκηση παρήγαγε μια άμεση αύξηση της τιμής του PPT στον έσω και έξω πλατύ , επιπροσθέτως αύξησε τις τιμές του RMS στον έξω πλατύ, όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η παγομάλαξη μπορεί να έχει αναλγητική επίδραση και μπορεί να αυξήσει τη δραστηριότητα στο EMG (Laura AnayaTerroba et al 2010).

2.3 Ανάλυση και περιγραφή της τεχνικής του ψυχρού επιθέματος.

Η μέθοδος κρυοθεραπείας που χρησιμοποιείται συχνότερα για την αντιμετώπιση αθλητικών κακώσεων είναι η χρήση ψυχρών επιθεμάτων, τα οποία αποτελούνται είτε από θρυμματισμένο πάγο ή πάγο σε σχήμα κύβου καθώς και με τη χρήση κρύων επιθεμάτων ειδικής γέλης. Τα τυποποιημένα επιθέματα που περιέχουν ειδική γέλη φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικά διότι διατηρούν την ευλυγισία τους μετά την ψύξη γεγονός που βοηθά στην κρυοθεραπεία μίας η περισσότερων ανατομικών περιοχών. Ακόμη παρέχουν την δυνατότητα ταυτόχρονης συμπίεσης της περιοχής με τη χρήση ελαστικού επιδέσμου και σε συνδυασμό με την τοποθέτηση της πάσχουσας περιοχής σε ανάρροπη θέση, έχει αναφερθεί ότι αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής και διευκολύνει τη φλεβική επαναφορά. Η τοποθέτηση μια βρεγμένης πετσέτας μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης του ψυχρού επιθέματος (διατήρηση της χαμηλής τους θερμοκρασίας) για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. (Φουσέκης 2014)

2.4 Οι επιδράσεις της εφαρμογής του ψυχρού επιθέματος στους ιστούς και η συμβολή της ως μέσο αποθεραπείας και καταπολέμησης του πόνου.

Η χρήση ψυχρών επιθεμάτων έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα σημαντική στην οξεία φάση επούλωσης τραυματισμών του μυοσκελετικού συστήματος αλλά και στην ανάκτηση των φυσιολογικών ιδιοτήτων του ανθρώπινου σώματος όπως η ελαστικότητα των αρθρώσεων (Kallis & Fousekis 2020). Η εφαρμογή ψυχρού επιθέματος σε μια περιοχή έχει αναφερθεί πως σε χρονικό διάστημα 20 λεπτών οδηγεί σε πτώση της θερμοκρασίας του δέρματος η οποία κυμαίνεται από 13,1 °C έως και 23 °C (Kennet J et al 2007), ενώ η μείωση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας μετά της εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής για 20'-30' κυμαίνεται από 8 °C έως 13 °C σε βάθος 2 εκατοστών (Zemke et al 1998). Οι Brodwirz et al

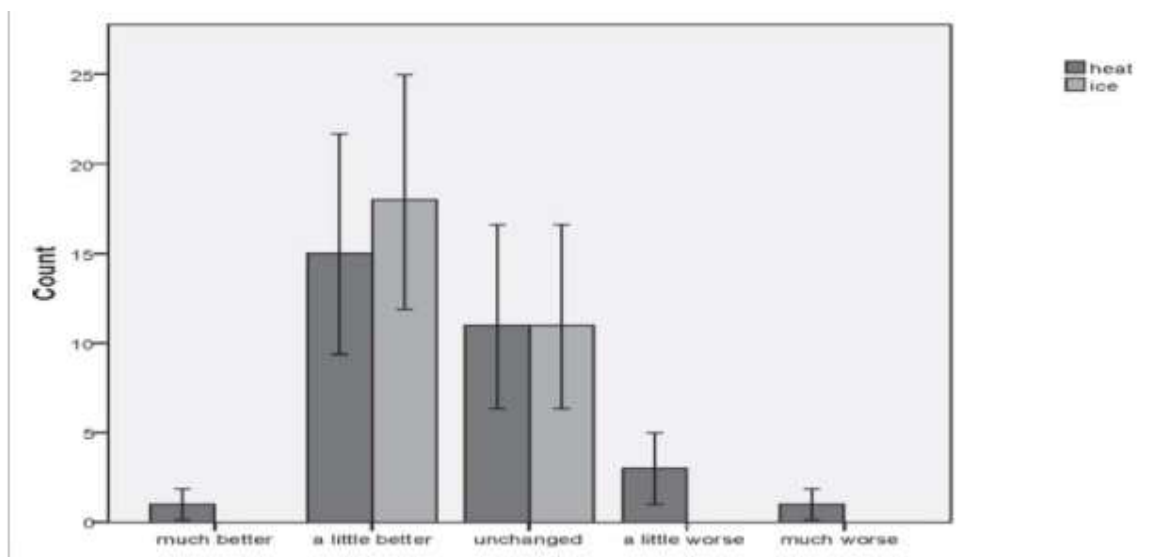
(1996) θέλοντας να ελέγξουν την επίδραση της αλλαγής της θερμοκρασίας στην ελαστικότητα του μυός, σύγκριναν τα αποτελέσματα της απλής διάτασης με τη διάταση με θερμό και με τη διάταση με ψυχρό επίθεμα. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 24 άνδρες, μέλη μιας κολλεγιακής ομάδας baseball. Χωρίστηκαν σε 3 ομάδες των 8 ατόμων όπου και οι τρεις εκτέλεσαν ακριβώς την ίδια σειρά διατάσεων για 20 λεπτά. Η πρώτη ομάδα εκτέλεσε τα διατάσεις με ψυχρό επίθεμα(βλ. Εικόνα 2.10), η δεύτερη ομάδα με θερμό επίθεμα και η τρίτη χωρίς κάποια εφαρμογή. Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα πριν και μετά τις διατάσεις και στη συνέχεια συγκρίθηκαν. Στα αποτελέσματα φάνηκε πως η διάταση με θερμό επίθεμα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές με την απλή διάταση. Από την άλλη η διάταση με ψυχρό επίθεμα επέφερε καλύτερα αποτελέσματα και από τις δύο εφαρμογές, με τα οφέλη της όμως να είναι βραχυπρόθεσμα.



(Εικόνα 2.10 Διάταση με ταυτόχρονη τοποθέτηση ψυχρού επιθέματος)

Σε μελέτη που έγινε για την καταπολέμηση του πόνου στον αυχένα και στην ράχη, συγκρίθηκε η τεχνική της ψυχρού (ice) και του θερμού (heat) επιθέματος. Οι συμμετέχοντες ήταν 60, οι 31 υποβλήθηκαν στη θεραπεία με ζεστό και οι υπόλοιποι 29 στη θεραπεία με κρύο, η διάμεση ηλικία τους ήταν 37 (± 13). Η εφαρμογή των τεχνικών ήταν διάρκειας 30 λεπτών επάνω στην καταπονημένη περιοχή. Πριν την εφαρμογή όλοι οι ασθενείς έλαβαν 400mg ιβουπροφένης απ' το στόμα. Η πλειοψηφία των ασθενών υπέφερε από πόνο στην κατώτερη οσφυϊκή μοίρα (61 %), σε συνδυασμό με αυχενικό πόνο (27 %) και πόνο στην θωρακική μοίρα (12 %). Ο πόνος είχε ξαφνική έναρξη στο 62 % των περιπτώσεων και στο 80% ήταν σταθερός σε ένταση. Η μέτρηση του πόνου πριν και μετά τη θεραπεία έγινε με τη βοήθεια της οπτικής αναλογικής κλίμακας VAS (mm) [0 (χωρίς πόνο) έως 100 (χειρότερος

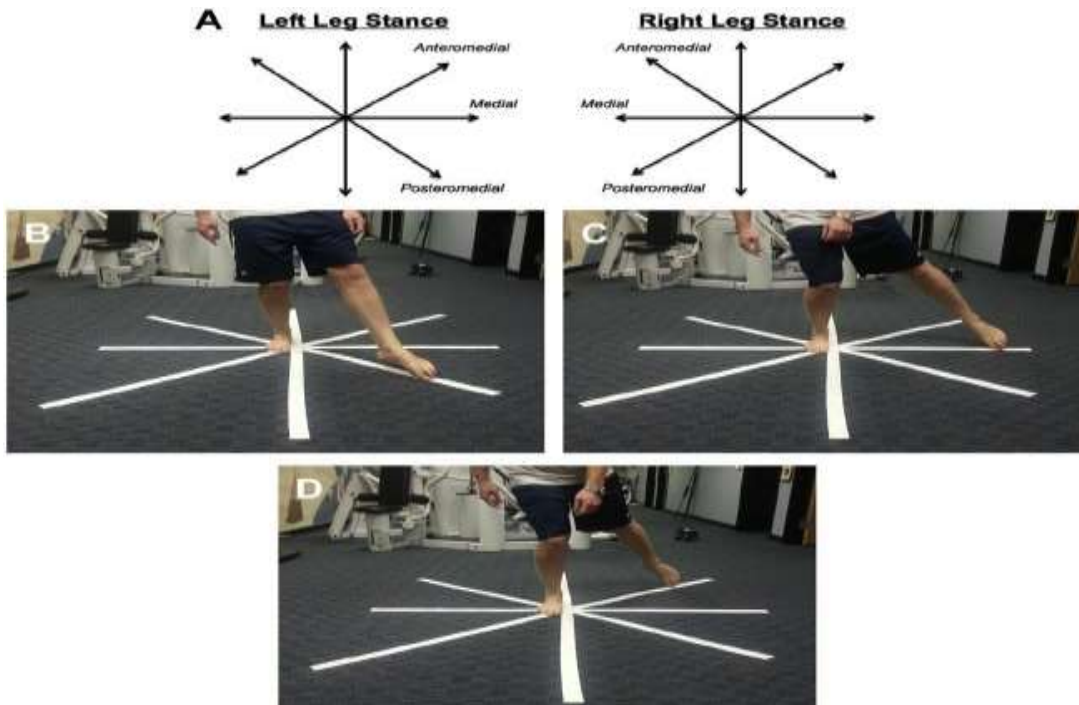
πόνος)]. Ενώ η αναφορά ανακούφισης του πόνου σε λεκτική κλίμακα (VRS). Δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ του ζεστού και κρύου στη σοβαρότητα του πόνου πριν [75mm (66 έως 83)] και [72mm (65 έως 78)] αντίστοιχα ή μετά την εφαρμογή [66mm (57 έως 75)] και [64mm (56 έως 73)]. Ο πόνος βαθμολογήθηκε από τους ασθενείς ως «καλύτερα» (better) ή «πολύ καλύτερα» (much better) σε 16/31 (51,6%) στο ζεστό και 18/29 (62,1%) στο κρύο (βλ. Εικόνα 2.11). Ενώ 25/31 ασθενείς (80,6 %) που υποβλήθηκαν στη θεραπεία με το ζεστό επίθεμα και 22/29 (75,9 %) από αυτούς που υποβλήθηκαν στη θεραπεία με το ψυχρό επίθεμα δήλωσαν ότι σε περίπτωση επανατραυματισμού θα ακολουθούσαν τη συγκεκριμένη θεραπεία. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως και οι δύο τεχνικές είναι σχεδόν εξίσου ωφέλιμες στη βελτίωση της αίσθησης του πόνου και στην θεραπεία του μυϊκού κάματος, με την τεχνική του ψυχρού επιθέματος να έχει ένα μικρό προβάδισμα (Gregory Garra DO et al 2010).



(Εικόνα 2.11. Αποτελέσματα Λεκτικής Κλίμακας VRS.)

Το Σεπτέμβριο του 2020 έγινε μια έρευνα με σκοπό την ανεύρεση διαφορών στην θερμοκρασία του δέρματος, στην ευκινησία και στην ισορροπία, μεταξύ τριών τεχνικών κρυοθεραπείας οι οποίες εφαρμόστηκαν στον αστράγαλο των συμμετεχόντων. Οι

συμμετέχοντες ήταν 14 (5 γυναίκες / 9 άνδρες) όλοι άνω των 21 ετών. Η ισορροπία και η ευκινησία αξιολογήθηκαν με Modified Star Excursion Balance Test (βλ. Εικόνα 2.12) και το Side hop test (βλ. Εικόνα 2.13) ενώ η θερμοκρασία μετρήθηκε με θερμογράφημα.



(Εικόνα 2.12. Εφαρμογή Modified Star Excursion Balance Test.)



(Εικόνα 2.13. Side Hop Test.)

Οι τρεις μέθοδοι κρυοθεραπείας στις οποίες υποβλήθηκαν ήταν η εφαρμογή ψυχρού επιθέματος , η εμβύθιση σε κρύο νερό και η κρυοθεραπεία με συμπίεση με το σύστημα Game Ready® (βλ. Εικόνα 2.14).



(Εικόνα 2.14. Εφαρμογή Game Ready® στον αστράγαλο.)

Το Game Ready® είναι ένα καινοτόμο σύστημα κρυοθεραπείας με διαλείπουσα συμπίεση, το οποίο βασίστηκε στην τεχνολογία της NASA για τις στολές αστροναυτών. Είναι κλινικά αποδεδειγμένο ότι επιταχύνει την αποκατάσταση τουλάχιστον κατά 20%. Η κάθε θεραπεία ήταν διάρκειας 20 λεπτών και οι μετρήσεις γίνονταν 10' - 20' - 30' λεπτά μετά την εφαρμογή της εκάστοτε θεραπείας. Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν και στις 3 θεραπείας με τυχαία σειρά με διαφορά κάποιων ημερών. Η στατιστική ανάλυση δεν εμφάνισε αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των τεχνικών σε ότι αφορά την ευκινησία και την ισορροπία. Η θερμοκρασία του δέρματος ήταν καθ' όλη τη διάρκεια χαμηλότερη μετά την τεχνική της εμβύθισης. Επιπλέον, σημαντική μείωση στην θερμοκρασία του δέρματος φάνηκε να υπάρχει ακόμη και μετά το πέρασμα 30' από την εμβύθιση και το Game Ready®, με το ψυχρό επίθεμα να έχει μικρότερη διάρκεια. Αυτή η μελέτη κατέληξε στο γεγονός ότι μεταξύ αυτών των τεχνικών δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές και ο θεραπευτής είναι αυτός που μπορεί να κρίνει ποια από τις τρεις είναι ιδανικότερη για την επίτευξη ταχύτερης αποκατάστασης (Vitoria Lammoglia Milioni et al 2020).

Παρόμοιες έρευνες είχαν γίνει και νωρίτερα. Πιο αναλυτικά, σκοπός της έρευνας ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας των ψυχρών επιθεμάτων ειδικής γέλης και μίας συσκευής κυκλοφορίας κρύου νερού (βλ. Εικόνα 2.15), στην μετεγχειρητική αποκατάσταση ασθενών που υποβλήθηκαν σε ολική αρθροπλαστική γόνατος. Οι ερευνητές θέλησαν να μελετήσουν όχι μόνο την επίδραση και την ικανοποίηση των ασθενών, αλλά και την ικανοποίηση του

νοσοκομειακού προσωπικού. Οι ασθενείς που συμμετείχαν ήταν 100 , η επιλογή των ασθενών που θα δέχονταν είτε τη μία θεραπεία είτε την άλλη έγινε τυχαία .Τα δημογραφικά στοιχεία , τα επίπεδα του πόνου , το μέγεθος του οιδήματος , το εύρος κίνησης η ψυχολογική ικανοποίηση του ασθενή καθώς και τα πιθανά ανεπιθύμητα αποτελέσματα καταγράφονταν συνεχώς έως και 6 εβδομάδες μετά την χειρουργική επέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως παρά την απλότητα της , η μέθοδος του ψυχρού επιθέματος δεν αποδείχτηκε κατώτερη απ' την εφαρμογή της συσκευής κυκλοφορίας κρύου νερού. Ο πόνος της ομάδας των ασθενών στους οποίους χρησιμοποιήθηκε η συσκευασία ειδικής γέλης , εμφάνισε αξιοσημείωτη πτώση 6 εβδομάδες μετά το χειρουργείο. Επιπλέον, το νοσοκομειακό έμψυχο δυναμικό έδειξε την προτίμηση στην χρήση των ψυχρών επιθεμάτων, διότι τα θεώρησαν πιο εύχρηστα και πιο προσιτά λόγω της χαμηλής τους τιμής (Schinsky et al 2016) .



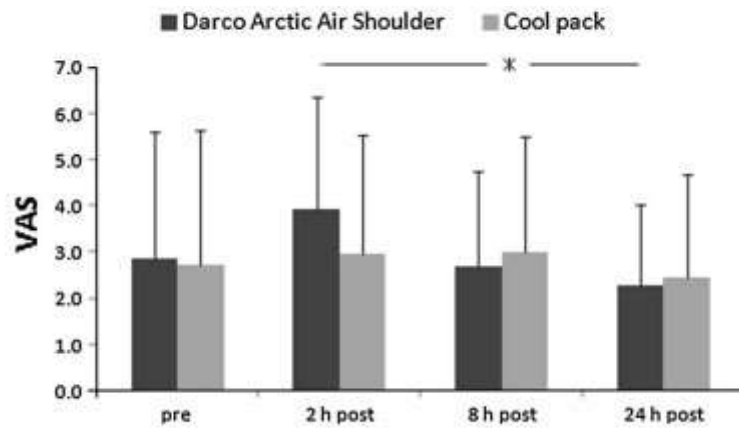
(Εικόνα 2.15. Εφαρμογή της συσκευής κυκλοφορίας κρύου νερού στο γόνατο του ασθενή.)

Σε συνέχεια των παραπάνω, μια επιπλέον συγκριτική μελέτη απ' τους Martin Alfuth et al η οποία δημοσιεύθηκε το 2015, προσπάθησαν να συγκρίνουν μεταξύ δύο τεχνικών κρυοθεραπείας , του κλασικού ψυχρού επιθέματος και μια συσκευής κρυοθεραπείας με συμπίεση. Η συσκευή αυτή ήταν η Darco Arctic Air® (βλ. Εικόνα 2.16) .



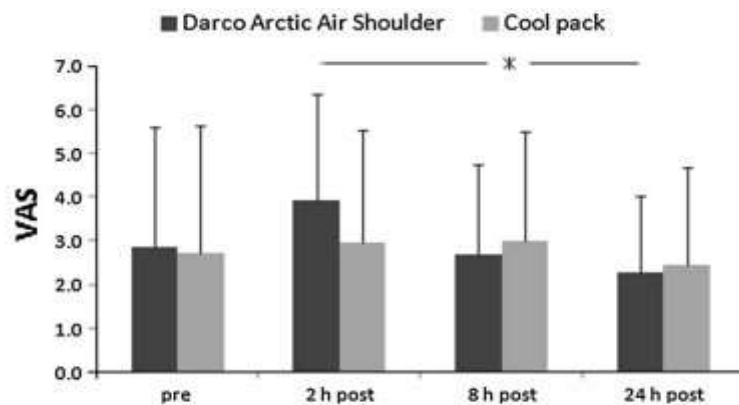
(Εικόνα 2.16. Εφαρμογή του Darco Arctic Air® στον ώμο.)

Τα κριτήρια ένταξης στη μελέτη ήταν η ύπαρξη ενδείξεων για αρθροσκοπική χειρουργική επέμβασης στη γληνοβραχιόνια άρθρωση καθώς και η επιλογή ασθενών οι οποίοι δεν πληρούν καμία απ' τις αντενδείξεις της κρυπθεραπείας. Οι ασθενείς που πήραν μέρος ήταν 52 και όλοι τους χειρουργήθηκαν απ' τον ίδιο, ειδικά εκπαιδευμένο χειρουργό. Η αρθροσκοπική αντιμετώπιση στην οποία υποβλήθηκαν περιλάμβανε υπακρωμιακή αποσυμπίεση, επιδιόρθωση του στροφικού πετάλου, απομάκρυνση εναποθέσεων ασβεστοποίησης και επιδιόρθωση Bankart. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε 2 ομάδες και η κάθε ομάδα υποβλήθηκε σε μια εκ των δύο εφαρμογών. Ο διαχωρισμός έγινε τυχαία. Η εφαρμογή του Darco Arctic Air® ήταν διάρκειας 30' ενώ το ψυχρό επίθεμα εφαρμόστηκε για 15-20' και τα δύο εφαρμόστηκαν επάνω στη γληνοβραχιόνια άρθρωση μετεγχειρητικά. Ο πόνος, η έκταση του οιδήματος και η θερμοκρασία του δέρματος μετρήθηκαν πριν την εφαρμογή της τεχνικής αλλά και 2, 8, 24 ώρες μετά την εφαρμογή. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, έγινε φανερό πως ο πόνος στην ηρεμία είναι μειωμένος 24 ώρες μετά την εφαρμογή οποιασδήποτε εκ των δύο μεθόδων (βλ. Εικόνα 2.17).



(Εικόνα 2.17. Διαφορές μεταξύ των δύο εφαρμογών στον πόνο ηρεμίας. Κλίμακα VAS(cm).)

Σχετικά με τον πόνο κατά τη διάρκεια δραστηριότητας, οι ασθενείς που έλαβαν τη θεραπεία με τη συσκευή Darco Arctic Air® εμφάνιζαν χαμηλότερα επίπεδα πόνου σε σχέση με του ασθενής της άλλης ομάδας (βλ. Εικόνα 2.18)



(Εικόνα 2.18. Διαφορές μεταξύ των δυο εφαρμογών στον πόνο κατά τη δραστηριότητα.)

Σχετικά με τις μεταβολές της θερμοκρασίας και την εξέλιξη του οιδήματος δε υπήρξαν αξιοσημείωτες διαφορές. Με βάση όλα τα παραπάνω, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δεν μπορεί να δοθεί μια σαφής απάντηση στο ερώτημα ποια εκ των δύο τεχνικών είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί μετά την αρθροσκοπική παρέμβαση στον ώμο διότι επιφέρουν περίπου τις ίδιες επιδράσεις. Γι' αυτό το λόγο οι κλινικοί ιατροί θα πρέπει να αμφισβητήσουν την ανάγκη δαπανηρών επιδέσμων ψυχρής συμπίεσης στη βραχυπρόθεσμη μετεγχειριτική παρέμβαση στον ώμο.

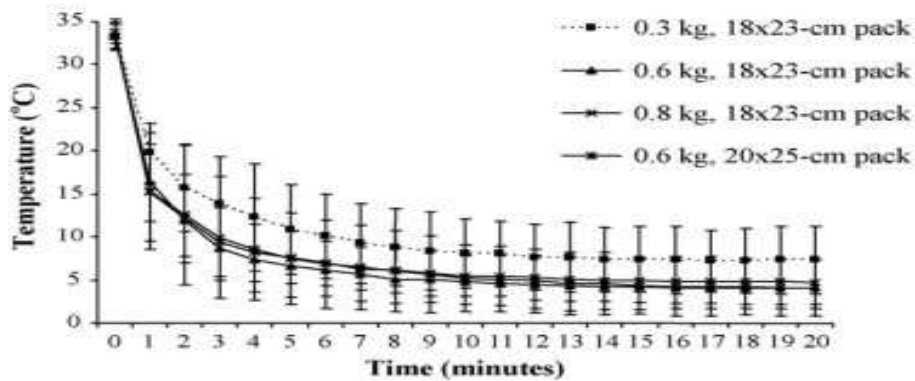
Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μια πληθώρα ερευνών σχετικά με την χρήση των ψυχρών επιθεμάτων, λίγες έρευνες έχουν ασχοληθεί με την ανεύρεση της κατάλληλης ποσότητας πάγου εντός του ψυχρού επιθέματος η οποία θα φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ο Prawit Janwantanakul μέσα από μία μελέτη προσπάθησε να προσδιορίσουν την επίδραση της ποσότητας του πάγου και της έκτασης της περιοχής επαφής στη θερμοκρασία του δέρματος/ ψυχρού επιθέματος κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ψύξης 20 λεπτών. Στόχος της έρευνας ήταν η μέτρηση της θερμοκρασίας στο σημείο επαφής μετά την εφαρμογή των επιθεμάτων. Τα επιθέματα ξεχώριζαν με βάση το βάρος τους (0,3kg / 0,6kg / 0,8kg) και το μέγεθός τους (18 × 23 cm και 20 × 25 cm). Οι συμμετέχοντες ήταν 20 , όλοι τους άντρες ηλικίας 18 έως 20 ετών. Τα επιθέματα εφαρμόστηκαν στον δεξιό μηρό και σταθεροποιήθηκαν με τη χρήση ελαστικού επιδέσμου. Η θερμοκρασία μετρήθηκε με τη βοήθεια ενός ψηφιακού θερμομέτρου στο οποίο προστέθηκε ένα θερμοστοιχείο τύπου K ώστε να μετρήσει την θερμοκρασία στο σημείο επαφής της μεσότητας του επιθέματος(βλ. Εικόνα 2.19).



(Εικόνα 2.19. Η θέση του επιθέματος και του θερμομέτρου στον μηρό.)

Η πτώση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της εικοσάλεπτης εφαρμογής μετριόταν κάθε ένα λεπτό. Η εφαρμογή των επιθεμάτων 0,6 kg και 0,8 kg προκάλεσε σημαντικά μεγαλύτερη μείωση στη θερμοκρασία του δέρματος σε σύγκριση με το επίθεμα των 0,3 kg [i) 0,8 kg έναντι 0,3 kg : -2,35 °C διάστημα εμπιστοσύνης 95% (CI) , ii) 0,6 kg έναντι 0,3 kg : -2,95 °C 95% CI]. Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στην θερμοκρασία μεταξύ των επιθεμάτων 0,6 kg και 0,8 kg (0,8 kg έναντι 0,6 kg : 0,6 °C , 95% CI). Το μέγεθος της περιοχής επαφής δεν άλλαξε σημαντικά τον βαθμό ψύξης (διαφορά μεταξύ μεγαλύτερης και μικρότερης

συσκευασίας : 0,05 °C , 95% CI)(βλ. Εικόνα 2.20) (βλ. Εικόνα 2.21). Η χαμηλότερη θερμοκρασία κατά την εφαρμογή πάγου επιτεύχθηκε μετά από 8-9 λεπτά ψύξης .



(Εικόνα 2.20. Μέση θερμοκρασία πριν και κατά τη διάρκεια της εικοσάλεπτης εφαρμογής των 4 διαφορετικών επιθεμάτων.)

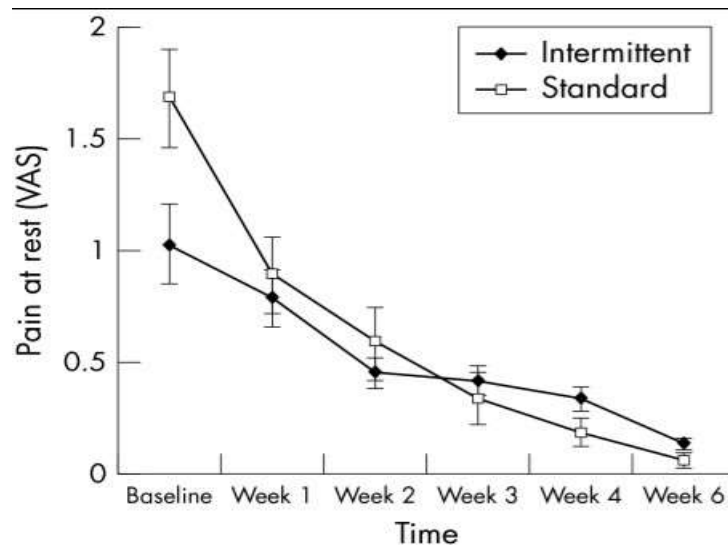
Weight of crushed ice (kg)	Pack size (cm)	Mean temperature (°C)	Minimum temperature (°C)
0.3	18 × 23	9.6	7.7
0.6	18 × 23	6.0	4.4
0.8	18 × 23	6.6	5.1
0.6	20 × 25	6.3	4.6

(Εικόνα 2.21. Μέση και ελάχιστη θερμοκρασία κατά την διάρκεια της εικοσάλεπτης εφαρμογής των 4 διαφορετικών επιθεμάτων.)

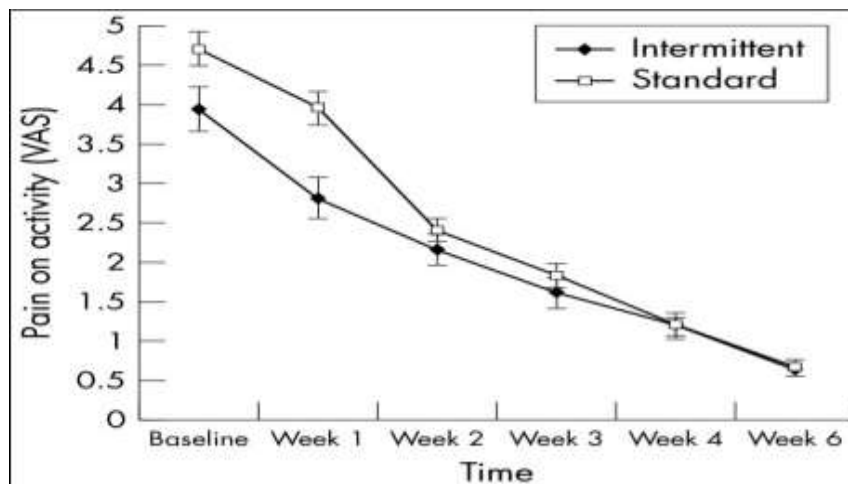
Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω κατέληξε πως το επίθεμα των 0,6 kg είναι το ιδανικότερο για την επίτευξη καλύτερης ψύξης και πως το μέγεθος της περιοχής επαφής δεν επηρεάζει σημαντικά την διαδικασία της ψύξης (Janwantanakul Prawit 2009) .

Ένας από τους πιο συνηθισμένους τραυματισμούς στις μέρες μας, είναι ο τραυματισμός των μαλακών ιστών του αστραγάλου. Οι συνέπειες αυτού του τραυματισμού επιβαρύνουν τόσο το ίδιο το άτομο όσο και την κοινωνία. Παρά το γεγονός των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων στους ασθενείς , η βέλτιστη αντιμετώπιση των τραυματισμών αυτών παραμένει αμφιλεγόμενη. Η χρήση της κρυοθεραπείας στο οξύ στάδιο των τραυματισμών κρίνεται κλινικά απαραίτητη

για τον περιορισμό του οιδήματος και την μείωση του πόνου. Ωστόσο το ιδανικό πρωτόκολλο για την επίτευξη μεγαλύτερης πτώσης στη θερμοκρασία του δέρματος και του μαλακού ιστού δεν έχει διασαφηνιστεί. Στην παρακάτω μελέτη, οι ερευνητές συνέκριναν δύο πρωτόκολλα κρυοθεραπείας με ψυχρό επίθεμα. Το πρώτο πρωτόκολλο αφορούσε τη συνεχόμενη εφαρμογή του ψυχρού μέσου, ενώ το δεύτερο τη διακοπτόμενη εφαρμογή αυτού. Οι συμμετέχοντες ήταν 89 (44 αθλητές / 45 μέλη του γενικού κοινού) όλοι τους υπέφεραν από ήπια/μέτρια διαστρέμματα αστραγάλου. Τα άτομα χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, η κάθε ομάδα θα υποβαλλόταν σε μία από τις 2 θεραπείες. Οι 46 υποβλήθηκαν στην κλασσική συνεχόμενη εφαρμογή ψυχρού και οι 43 στην διακοπτόμενη. Το επίθεμα που χρησιμοποιήθηκε και στις δύο περιπτώσεις είχε την ίδια θερμοκρασία (0°C) και τις ίδιες διαστάσεις (20 cm x 20cm). Η κλασσική εφαρμογή, αφορούσε την τοποθέτηση πάγου στον αστράγαλο συνεχόμενα για 20 λεπτά, ενώ στη διακοπτόμενη η τοποθέτηση του ψυχρού ήταν διάρκειας 10 λεπτών, στη συνέχεια το επίθεμα αφαιρούνταν και το πόδι παρέμενε για 10 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά το τέλος του δεκαλέπτου ξεκούρασης το επίθεμα επανατοποθετούνταν για άλλα 10 λεπτά. Και οι δύο διαδικασίες επαναλαμβάνονταν κάθε 2 ώρες. Οι δύο ομάδες συνέχισαν τις αντίστοιχες θεραπείες κατά τις πρώτες 72 ώρες μετά τον τραυματισμό. Ο πόνος, η έκταση του οιδήματος και η λειτουργικότητα μετρήθηκαν πριν τη θεραπεία, 1, 2, 3, 4, 6 εβδομάδες μετά τη θεραπεία. Τα αποτελέσματα απ' την εφαρμογή των δύο πρωτοκόλλων συγκρίθηκαν μεταξύ τους. Απ' αυτή τη σύγκριση, προέκυψε πως οι ασθενείς που υποβλήθηκαν στη διακοπτόμενη θεραπεία εμφάνισαν λιγότερο πόνο στην ηρεμία (βλ. Εικόνα 2.22) αλλά και στη δραστηριότητα (βλ. Εικόνα 2.23) μία εβδομάδα μετά τον τραυματισμό. Από την άλλη δεν υπήρξε μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων σε ότι αφορά την λειτουργικότητα και την έκταση του οιδήματος. Η διακοπτόμενη εφαρμογή ψυχρού επιθέματος φαίνεται να είναι αποτελεσματική στην ανακούφιση του πόνου μετά από διάστρεμμα ποδοκνημικής (Bleakley C M 2006).



[Εικόνα 2.22. Διάγραμμα που δείχνει τη μέση τιμή πόνου σε ηρεμία στον αστράγαλο πριν και μετά την εφαρμογή των δύο πρωτοκόλλων ψύξης (VAS)]



[Εικόνα 2.23. Διάγραμμα που δείχνει τη μέση τιμή πόνου κατά τη δραστηριότητα στον αστράγαλο πριν και μετά την εφαρμογή των δύο πρωτοκόλλων ψύξης (VAS)]

Συζήτηση

Τα θεραπευτικά αποτελέσματα της κρυοθεραπείας ερευνώνται εδώ και 40 χρόνια. Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία έρχονται να ενισχύσουν την σημαντικότητα των τεχνικών της παγομάλαξης και του ψυχρού επιθέματος. Η παγομάλαξη έχει φανεί πως είναι το ιδανικότερο μέσο για τη ραγδαία πτώση της θερμοκρασίας την επιφάνεια του σώματος (MacAuley et al 2001, Zemke et al 1998). Απ' την άλλη πλευρά, η παγομάλαξη δεν πρέπει να χρησιμοποιείται στο οξύ στάδιο μίας κάκωσης διότι, παρά την άμεση μείωση της τοπικής θερμοκρασίας και του μεταβολικού ρυθμού κατά την εφαρμογή της, μετά την ολοκλήρωσή της, προκαλείται μια αντιδραστική αύξηση της αιματικής κυκλοφορίας. Το γεγονός αυτό, κάνει την συγκεκριμένη τεχνική χρήσιμη στο υποξύ και χρόνιο στάδιο μίας κάκωσης όπου χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με διάταση και ασκήσεις εύρους τροχιάς με στόχο την μείωση του μυϊκού σπασμού και αύξηση της ελαστικότητας της τραυματισμένης περιοχής (von Nieda et al 1996). Ένα πλεονέκτημα της χρήσης του ψυχρού επιθέματος σε σχέση με την παγομάλαξη είναι η δυνατότητα ταυτόχρονης εφαρμογής της με συμπιεστική περιδεδση, μια τεχνική όπου είναι αποτελεσματική για τη μείωση μετατραυματικών οιδημάτων (βλ. Εικόνα 3.1).



1. Εφαρμογή επιδέσμου ως μονωτικό υλικό



2. Τοποθέτηση παγοκύστης στο σημείο κάκωσης



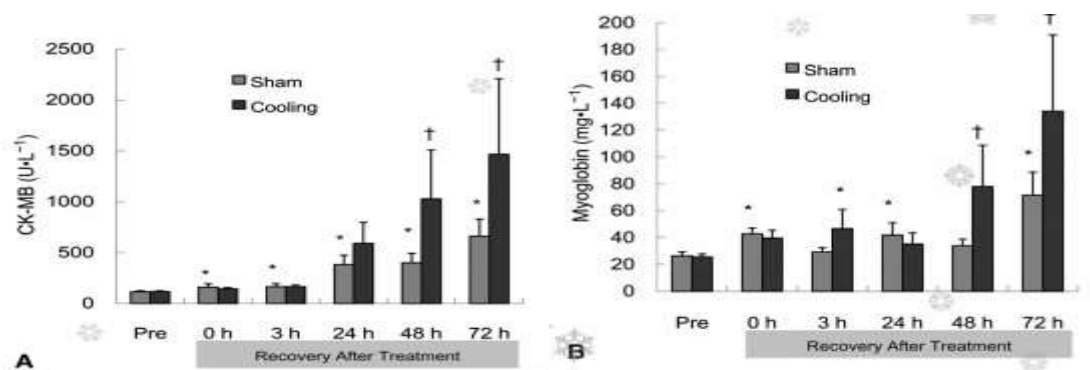
3. Ελαστική πιεστική επίδεση



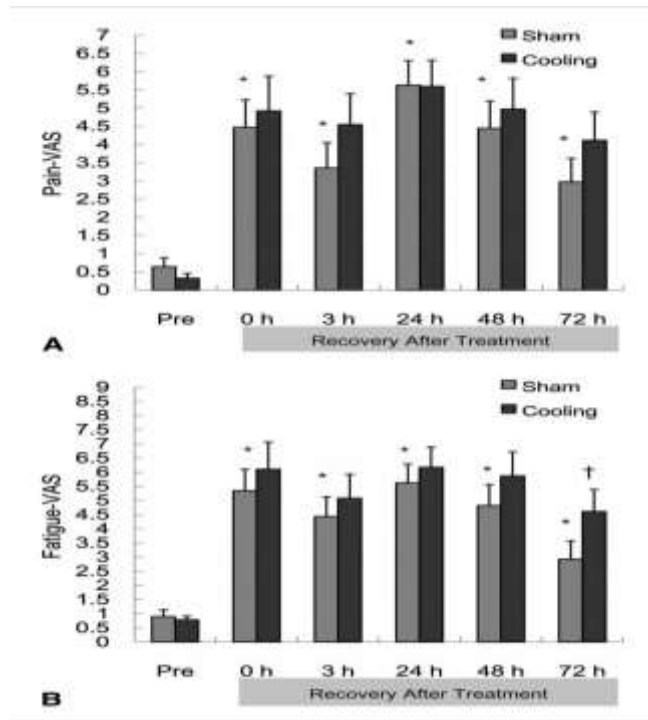
4. Ανάρρηση θέση σε σχέση με την καρδιά και ακινητοποίηση.

(Εικόνα 3.1. Εφαρμογή του ψυχρού επιθέματος με ταυτόχρονη χρήση ελαστικής περιδεδσης)
Επίσης θεραπευτική επίδραση της παγομάλαξης δεν αφορά τα εν τω βάθει στρώματα, για τα οποία φαίνεται αποτελεσματικότερη η στατική κρυοθεραπεία μακράς διάρκειας (Φουσέκης 2014). Η χρήση των ψυχρών επιθεμάτων είναι ένα χρήσιμο και προσιτό εργαλείο στο χέρια

των φυσικοθεραπευτών που βοηθά αποτελεσματικά στην αποκατάσταση των ασθενών. Η χρήση των ψυχρών επιθεμάτων έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα σημαντική στην οξεία φάση επούλωσης τραυματισμών του μυοσκελετικού συστήματος αλλά και στην ανάκτηση των φυσιολογικών ιδιοτήτων του ανθρώπινου σώματος. Όπως η ελαστικότητα των αρθρώσεων (Kallis & Fousekis 2020). Ακόμη συμβάλει στην μείωση της αιματικής ροής, στην αποτροπή δημιουργίας οιδήματος και έχει αναλγητικό χαρακτήρα. (Watson et al 2011). Παρ' όλα αυτά, δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως αν η εφαρμογή τοπικής θερμοκρασίας με τη χρήση ψυχρών επιθεμάτων έχει θετικές επιδράσεις σε περιπτώσεις μυϊκής καταπόνησης. Είναι γενικά αποδεκτό πως η τοπική ψύξη βοηθάει στην ανάκτηση του μυός έπειτα από μία τραυματική πρόκληση, όπως αυτή της έκκεντρης άσκησης. Στην ακόλουθη μελέτη, όπου συμμετείχαν έντεκα άντρες (ηλικίας 20,2 +/- 0,3 έτη), εξετάστηκαν οι επιδράσεις της τοπικής ψύξης στους δείκτες βλάβης των μυών και οι αιμοδυναμικές αλλαγές κατά την διάρκεια της ανάκαμψης απ' την έκκεντρη άσκηση. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν 6 σειρές έκτασης αγκώνα σε 85% κατ' ανώτατο εθελοντικό φορτίο. Έπειτα χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, στην ομάδα ψύξης και στην ομάδα ελέγχου κατά την αποθεραπεία. Τα ψυχρά επιθέματα εφαρμόστηκαν πάνω στον ασκούμενο μυ για 15 λεπτά στις 0, 3, 24, 48 και 72 ώρες μετά την άσκηση. Μετά την άσκηση, τα επίπεδα της κρεατινικής κινάσης CK και της μυοσφαιρίνης MB ήταν αυξημένα. Με το πέρασμα 48-72 ωρών από την άσκηση, την ομάδα ψύξης φάνηκε να υπάρχει αυξημένη κυκλοφορία του CK-MB και μυοσφαιρίνης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου(βλ. Εικόνα 3.2). Ακόμη, στις 72 ώρες μετά την άσκηση το υποκειμενικό αίσθημα κόπωσης ήταν μεγαλύτερο στην ομάδα ψύξης (βλ. Εικόνα 3.3).



(Εικόνα 3.2. Τα επίπεδα κρεατινικής κινάσης (A) και μυοσφαιρίνης (B) στο αίμα, κατά την περίοδο ανάρρωσης 72 ωρών μετά από έκκεντρη άσκηση.)



(Εικόνα 3.3. Απεικόνιση υποκειμενικού αισθήματος πόνου και κόπωσης, αναφορά του πόνου (A) και της κόπωσης (B) σε κλίμακα VAS , κατά την περίοδο ανάρρωσης 72 ωρών μετά από έκκεντρη άσκηση)

Κατά την μέτρηση της ιντερλευκίνης (IL), της IL-8, IL-10, IL-1 β και της αντοχής των μυών κατά την αποθεραπεία, δε φάνηκε να έχουν επηρεαστεί απ' το ψυχρό ερέθισμα. Τα παραπάνω δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα πως η τοπική ψύξη, όπου χρησιμοποιείται συχνά σε μυοσκελετικούς τραυματισμούς, φαίνεται να μην βοηθά στην βελτίωση του τραυματισμού αλλά μάλλον να καθυστερεί την αποθεραπεία ύστερα από μυϊκή βλάβη που προκλήθηκε από έκκεντρη άσκηση (Tseng et al 2013). Μια ακόμη έρευνα που έγινε σε 12 αθλητές χαντμπολ νεαρής ηλικίας, αξιολόγησε τις επιδράσεις του ψυχρού επιθέματος μετά από προπόνηση με σπριντ στους αναβολικούς μεσολαβητές [αυξητική ορμόνη (GH), ινσουλίνη αυξητικός παράγοντας – I (IGF-I), τεστοστερόνη], καταβολικούς δείκτες (κορτιζόλη, IGFBP-1), ιντερλευκίνες (IL-6 και IL-1 β). Απ' τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να κάνουν σπριντ στον διάδρομο 4 x 250m στο 80% της μέγιστης ατομικής τους ικανότητας. Μετά την άσκηση ακολούθησε περίοδος ανάπαυσης με και χωρίς εφαρμογή του ψυχρού επιθέματος.

Τελειώνοντας το τελευταίο σπριντ , τοποθετήθηκε ψυχρό επίθεμα στους οπίσθιους μηριαίους με τη χρήση ελαστικής περιδέσης. Λήφθηκαν δείγματα αίματος πριν, αμέσως μετά και μετά από 60 λεπτά από το τέλος της άσκησης. Τα ευρήματα των εξετάσεων έδειξαν, σημαντική αύξηση των επιπέδων IL-6, GH και τεστοστερόνης. Ακόμη , σημαντική μείωση υπήρξε στην κυτοκίνη IL-1β, στην IGF-I και στην IGFBP-1. Συνοψίζοντας, η τοπική παγοθεραπεία αμέσως μετά από άσκηση σπριντ συσχετίστηκε με σημαντικές μειώσεις στις αντιφλεγμονώδεις κυτοκίνες και στις αναβολικές ορμόνες , γεγονός που υποστηρίζει ορισμένα κλινικά στοιχεία για πιθανές αρνητικές επιδράσεις την αθλητική απόδοση(Dan Nemet et al 2009).

Συμπεράσματα

Κλείνοντας, διαπιστώνουμε , πως η πλειοψηφία των ερευνών υποστηρίζει τα οφέλη των τεχνικών της παγομάλαξης και του ψυχρού επιθέματος καθώς επίσης ενθαρρύνουν την χρησιμοποίησή τους έναντι άλλων.

Όπως στις περιπτώσεις σύγκρισης του ψυχρού επιθέματος με συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στις μέρες μας (π.χ. Game Ready®, συσκευές κυκλοφορίας κρύου νερού). Τα αποτελέσματα αυτών των συγκριτικών μελετών έδειξαν πως η εφαρμογή του ψυχρού επιθέματος δεν υστερεί σημαντικά παρά την απλότητα που έχει στην εφαρμογή της. Ακόμη, οι κλινικοί που εξέφρασαν την προτίμησή τους, έδειξαν να επιλέγουν την τεχνική αυτή διότι είναι οικονομικά προσιτή και εύκολα εφαρμόσιμη (Schinsky et al 2016).

Ο αναλγητικός χαρακτήρας της παγομάλαξης καθώς και η ικανότητα της να ψύχει ταχύτερα την θεραπευόμενη περιοχή σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τεχνικές επιβεβαιώθηκε μέσα από τις μελέτες που προαναφέρθηκαν. Ενδιαφέρον είχαν τα ευρήματα σχετικά με την μείωση του νευροπαθητικού πόνου σε άτομα που έπασχαν από AIDS, τα οποία έπειτα από την εφαρμογή της κρυοθεραπείας ένιωσαν ανακούφιση αυτού του πόνου.(Ownby, K. K. 2006, MacAuley et al 2001, Zemke et al 1998). Σύμφωνα με τους Adamczyk et al οι περιπτώσεις στις οποίες θα πρέπει να προτιμάται η θεραπεία με τη χρήση της παγομάλαξης είναι αυτές στις οποίες ο ασθενείς εμφανίζει συμπτώματα σε εντοπισμένο μυϊκό σημείο ή μικρού μεγέθους μυ. Ωστόσο, οι δύο τελευταίες έρευνες που παρουσιάστηκαν παραπάνω μας δημιουργούν ένα προβληματισμό σχετικά με την αποτελεσματικότητα της τοπικής ψύξης μετά από έντονη κοπιαστική άσκηση διότι φαίνεται να μην σταματούν την διαδικασία της φλεγμονής αλλά αντιθέτως να την παρατείνουν με αποτέλεσμα την καθυστερημένη θεραπεία του ασθενούς(Tseng et al 2013, Dan Nemet et al 2009) .

Επιπλέον, παρατηρήθηκε στο σύνολο των ερευνών ελλιπής τεκμηρίωση για την ύπαρξη ενός βέλτιστου πρωτόκολλου εφαρμογής των δύο αυτών τεχνικών, το οποίο να εξηγεί τον βέλτιστο χρόνο -ένταση - συχνότητα . Μόνο η έρευνα του Janwantanakul Prawit 2009 μελέτησε την επίδραση των ψυχρών επιθεμάτων σε συνάρτηση με το περιεχόμενο και τις διαστάσεις του.

Έτσι, κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή επιπλέον ερευνών οι οποίες θα μας δώσουν απαντήσεις σχετικά με τις ιδανικές συνθήκες εφαρμογής των δύο αυτών τεχνικών (διάρκεια εφαρμογής, συχνότητα εφαρμογής, ιδανικές διαστάσεις επιθεμάτων) με σκοπό την ασφαλέστερη και πιο αποδοτική σε θέματα αποθεραπείας χρήση τους. Επιπλέον, η διεξαγωγή νέων ερευνών σχετικά με τις επιδράσεις της κρυοθεραπείας έπειτα από κοπιαστική άσκηση θα βοηθήσει

στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου δράσης της τοπικής ψύξης καταλήγοντας στην εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων για το εάν τελικά επιδρά αρνητικά στην επούλωση.

Βιβλιογραφία

1. **Adamczyk JG, Karowska I, Boguzewski D, Reaburn P** (2016). The use of thermal imaging to assess the effectiveness of ice massage and cold water immersion as methods for supporting post-exercise recovery. PubMed
2. **Agyekum, Edward Kwame; Ma, Kaiyu** (2015). Heel pain: A systematic review. Chinese Journal of Traumatology. PubMed
3. **Alfuth, Martin; Strietzel, Marion; Vogler, Tim; Rosenbaum, Dieter; Liem, Dennis** (2016). Cold versus cold compression therapy after shoulder arthroscopy: a prospective randomized clinical trial. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.
4. **Amrik Sidhu, Gary Lentell, Robert W. Pettitt** (2008). Dabbing the Skin Surface Dry During Ice Massage Augments Rate of Temperature Drop. International Journal of Exercise Science. PubMed
5. **Bleakley, C M** (2006). Cryotherapy for acute ankle sprains: a randomised controlled study of two different icing protocols * Commentary. British Journal of Sports Medicine. PubMed
6. **Brodowicz GR, Welsh R, Wallis J.**(1996). Comparison of stretching with ice, stretching with heat, or stretching alone on hamstring flexibility, J Athl Train. 1996
7. **Brosseau L, Yonge KA, Robinson V, Marchand S, Judd M, Wells G, Tugwell P** (2003). Thermotherapy for treatment of osteoarthritis. PubMed
8. **Brosseau, L., Yonge, K., Welch, V., Marchand, S., Judd, M., Wells, G. A., & Tugwell, P.** (2003). Thermotherapy for treatment of osteoarthritis. Cochrane Database of Systematic Reviews. PubMed
9. **Cameron MH**(2003). Physical agents in rehabilitation: from research to practice. Google Scholar.
10. **Collins NC.**(2008). Is ice right? Does cryotherapy improve outcome for acute soft tissue injury?). PubMed

11. **Dylan C. Sarver, Kristoffer B. Sugg, Nathaniel P. Disser, Elizabeth R. Siblisky Enselman, Tariq M. Awan, Christopher L. Mendias.** (2017). Local cryotherapy minimally impacts the metabolome and transcriptome of human skeletal muscle. PubMed
12. **Francisco AA, De Oliveira SMJV, Steen M, Nobre MRC, De Souza E.**(2018). Ice pack induced perineal analgesia after spontaneous vaginal birth: Randomized control trial, PubMed
13. **Gregory Garra DO, Adam J. Singer MD, Richard Leno MD, Breena R. Taira MD, Neeraj Gupta MD, Henry J. Thode PhD.**(2010). Heat or Cold Pack for Neck and Back Strain: Randomized Controlled Trial Efficiency. Academic Emergency Medicine.
14. **Herrera, E., Sandoval, M. C., Camargo, D. M., & Salvini, T. F.** (2010). Motor and Sensory Nerve Conduction Are Affected Differently by Ice Pack, Ice Massage, and Cold Water Immersion. Physical Therapy. PubMed
15. **Howatson G, K A Van Someren.** (2003). Ice massage. Effects on exercise- induced muscle damage. J Sports Med Phys Fitness. PubMed
16. **KALLI, Kallis; FOUSEKIS, Konstantinos.**(2019) The effects of cryotherapy on athletes' muscle strength, flexibility and neuromuscular control: A systematic review. Journal of Bodywork and movement Therapies,
17. **Kennet J, Hardaker N, Hobbs C, Selfe J.** Cooling Efficiency of 4 Common Cryotherapeutic Agents. Journal of athletic training.
18. **Laura Anaya-Terroba; Manuel Arroyo-Morales; César Fernández-de-las-Peñas; Lourdes Díaz-Rodríguez; Joshua A. Cleland** (2010). Effects of Ice Massage on Pressure Pain Thresholds and Electromyography Activity Postexercise: A Randomized Controlled Crossover Study.
19. **Lee JM, Warren MP, Mason SM** (1978). Effects of ice on nerve conduction velocity. PubMed
20. **Legrand, F.D.; Bogard, F.; Beaumont, F.; Bouchet, B.; Blancheteau, Y.; Polidori, G.** (2020). Affective response to whole-body cryotherapy: Influence of sex, body mass index, age, time of day, and past experience. Complementary Therapies in Medicine
21. **Lim, AT; How, CH; Tan, B** (2016). Management of plantar fasciitis in the outpatient setting. Singapore Medical Journal. Google Scholar

22. **Lin, Y. H.** (2003). Effects of thermal therapy in improving the passive range of knee motion: comparison of cold and superficial heat applications. *Clinical Rehabilitation*. Google Scholar.
23. **Lissoway, John B.; Lipman, Grant S.; Grahn, Dennis A.; Cao, Vinh H.; Shaheen, Michael; Phan, Samson; Weiss, Eric A.; Heller, H. Craig** (2015). Novel Application of Chemical Cold Packs for Treatment of Exercise-Induced Hyperthermia: A Randomized Controlled Trial. *Wilderness & Environmental Medicine*. Science Direct
24. **Lizis, Pawel; Kobza, Wojciech; Manko, Grzegorz; Jaszczur-Nowicki, Jaroslaw; Perlinski, Jacek; Para, Barbara** (2020). Cryotherapy With Mobilization Versus Cryotherapy With Mobilization Reinforced With Home Stretching Exercises in Treatment of Chronic Neck Pain: A Randomized Trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Science Direct
25. **Lombardi G, Ziemann E, Banfi G.**(2013). Whole body cryotherapy in athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of Literature. PubMed
26. **Mac Auley DC** (2001). Ice therapy: How good is the evidence? *Int J Sports Med*. Google Scholar.
27. **Melzack, R., Jeans, M. E., Stratford, J. G., & Monks, R. C.** (1980). Ice massage and transcutaneous electrical stimulation: Comparison of treatment for low-back pain. *Pain*. PubMed
28. **Merrick MA, Jutte LS Smith ME** (2003). Modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *J Athl Train.*. Google Scholar.
29. **Mooventhan, A., & Nivethitha, L.** (2016). Effects of ice massage of the head and spine on heart rate variability in healthy volunteers. *Journal of Integrative Medicine*.PubMed
30. **Myrer JW, Meason G, Gellingham GW** (1998). Temperature changes in the human leg during and after two methods of cryotherapy. *J Athl Train*. Google Scholar.
31. **Nemet, D., Meckel, Y., Bar-Sela, S., Zaldivar, F., Cooper, D. M., & Eliakim, A.** (2009). Effect of local cold-pack application on systemic anabolic and inflammatory response to sprint-interval training: a prospective comparative trial. *European Journal of Applied Physiology*. PubMed

32. **Ownby, K. K.** (2006). Effects of Ice Massage on Neuropathic Pain in Persons With AIDS. *Journal of the Association of Nurses* . PubMed
33. **Pouedras, M., Blancheton, A., Agneray, H., Crenn, V., & Bellemère, P.** (2020). Effect of cryotherapy on pain and analgesic consumption after wrist or thumb surgery. *Hand Surgery and Rehabilitation*. Science Direct
34. **Prawit Janwantanakul** (2009). The effect of quantity of ice and size of contact area on ice pack/skin interface temperature. PubMed
35. **Prentice WE.**(1982) An Electromyographic Analysis of the effectiveness of heat or cold and stretching for inducing relaxation in injured muscle. *J Orthop Sports Phys Ther*. PubMed
36. **Schinsky, Mark F, Mc Cune, Christine, Bonomi, Judith.** (2016). Multifaceted Comparisson of two Cryotherapy Devices Used After Total Knee Arthroplasty. *Orthopedic Nursing*
37. **Sharma G, Noohu MM** (2014). Effect of the ice massage on lower extremity functional performance and weigth discrimination ability in collegiate footballers, PubMed
38. **Tseng C.Y, Lee J.P, Tsai Y.S, Lee S.D, Kao C.L, Liu T.C, Lai C. ,Harris.**(2013). Topical cooling (icing) delays recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res*. PubMed
39. **Vitória Lammoglia, Milioni Fernanda Bortolo Pesenti, Christianede Souza Guerino Macedo.**(2020). There are differences between cryotherapy techniques applied to the ankle in skin superficial temperature, agility and equilibrium : Analysis between ice pack, immersion in cold water and Game Ready®. PubMed.
40. **von Nieda, Micholvitz S** (1996). Cryotherapy. In: *Thermal Agents in Rehabilitation*. Edited by Micholvitz SL. Google Scholar.
41. **Waylonis GW** (1967). The physiological effect of ice massage. *Arch Phys Med Rehab*. Google Scholar
42. **Zemke, J. E., Andersen, J. C., Guion, W. K., McMillan, J., & Joyner, A. B.** (1998). Intramuscular Temperature Responses in the Human Leg to Two Forms of Cryotherapy: Ice Massage and Ice Bag. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. PubMed

43. **Tim Watson.**(2011). Ηλεκτροθεραπεία Τεκμηριωμένη Πρακτική, Broken Hill Publishers Ltd.
44. **Φουσέκης Κ.** 2014. Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία, Broken Hill Publishers Ltd.