

## Research



Inquiries in Sport & Physical Education  
Volume 20 (2), 94 – 107  
Released: July 2022



[www.pe.uth.gr/emag](http://www.pe.uth.gr/emag)

Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό  
Τόμος 20 (2), 94 – 107  
Δημοσιεύτηκε: Ιούλιος 2022

ISSN 1790-3041



### The Effects of Tecar Radio Waves Therapy on Performance and Muscle Damage Indices Following an Exercise Induced Muscle Damage Protocol

Aggelos Pappas, Athanasios Poullos, Athanasios Jamurtas, Themistoklis Tsatalas, Kleopatra-Maria Pappa, Ioannis Fatouros, Giannis Giakas, & Athanasios Tsiokanos

Department of Physical Education & Sport Science, University of Thessaly

#### Abstract

It is well known that unaccustomed eccentric exercise results in delayed onset of muscle soreness (DOMS), strength deficits and reduction in range of motion. The purpose of this study was to assess the effects of Tecar therapy on parameters related to pain and performance following an eccentric exercise protocol. Twelve young men performed five sets of 15 maximal eccentric knee extensions utilizing the right and left limb. Prior to, 24, 48, 72 and 96 hours after the exercise protocol concentric and eccentric torque of the knee extensors was assessed on the isokinetic dynamometer, isometric strength, range of motion and DOMS. Immediately after the exercise protocol and for the next 96 hours, prior to assessment, the therapeutic protocol with Tecar, which consisted of three phases and 26 minutes in total, was applied to subjects. The first phase lasted 8 minutes and utilized the capacitative energetic transfer induced by 470 kHz radiofrequency, the second phase lasted 10 minutes and utilized the resistive energetic transfer induced by 470 kHz radiofrequency and the third phase lasted 8 minutes and utilized the capacitative energetic transfer induced by 470 kHz radiofrequency. In random order in one of the limbs the Tecar instrument was not turned on (control condition) or it was turned on (experimental condition) without the subjects knowing that. The results showed that there were significant changes ( $p < .05$ ) on the assessed variables over time without however significant differences ( $p > .05$ ) between the two conditions. The application of the Tecar (Globus Diacare) therapy resulted in significant increases ( $p < .05$ ) in the concentric torque of knee extension and flexion at 72 and 96 hours compared to the pre-exercise protocol values. These results indicate that Tecar therapy could be used for accelerated recovery following an exercise that results in muscle damage and DOMS.

Keywords: *muscle pain, eccentric exercise, diathermy, physical therapy*

## Ερευνητική

### Η Επίδραση της Θεραπείας με Ραδιοσυχνότητες Tecar σε Δείκτες Απόδοσης και Μυϊκής Βλάβης μετά από Πρωτόκολλο Πρόκλησης Ασκησιογενούς Μυϊκού Τραυματισμού

Αγγελος Παππάς, Αθανάσιος Πούλιος, Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Θεμιστοκλής Τσαταλάς, Κλεοπάτρα-Μαρία Παππά, Ιωάννης Φατούρος, Γιάννης Γιάκας, & Αθανάσιος Τσιόκανος

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

---

## Περίληψη

Είναι γνωστό πως η ασυνήθιστη έκκεντρη άσκηση επιφέρει μυϊκή βλάβη και καθυστερημένο μυϊκό πόνο (DOMS), απώλεια δύναμης και περιορισμό στο εύρος κίνησης. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση της θεραπείας με ραδιοσυχνότητες Tecar σε παράγοντες που σχετίζονται με τον πόνο και την απόδοση μετά από ένα πρωτόκολλο με έκκεντρες συστολές. Δώδεκα νεαροί άνδρες πραγματοποίησαν πέντε σετ των 15 μέγιστων έκκεντρων επαναλήψεων των εκτεινόντων του γόνατος ανά σετ, τόσο στο δεξιό όσο και στο αριστερό άκρο. Πριν την πραγματοποίηση του πρωτοκόλλου άσκησης, 24, 48, 72 και 96 ώρες μετά πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των σύγκεντρων και έκκεντρων ροπών των εκτεινόντων του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, της παραγόμενης μέσης ισομετρικής ροπής για 10 δευτερόλεπτα, καθώς και του εύρους κίνησης της άρθρωσης και της αίσθησης DOMS. Αμέσως μετά την παρέμβαση και για χρονικό διάστημα 96 ωρών οι συμμετέχοντες ακολουθούσαν το θεραπευτικό πρωτόκολλο πριν από κάθε αξιολόγηση το οποίο περιελάμβανε τρεις φάσεις συνολικής διάρκειας 26 λεπτών. Στην πρώτη φάση διάρκειας οχτώ λεπτών χρησιμοποιήθηκε για την χωρητική λειτουργία μεσαία κεφαλή με συχνότητα 470 kHz, στη δεύτερη φάση διάρκειας 10 λεπτών χρησιμοποιήθηκε για την αντιστατική λειτουργία μεσαία κεφαλή με συχνότητα 470 kHz, ενώ στην τρίτη φάση για την χωρητική λειτουργία μεσαία κεφαλή με συχνότητα 470 kHz για διάστημα οχτώ λεπτών. Με τυχαίοποιημένο τρόπο επιλέχθηκε σε ένα από τα δύο άκρα η συσκευή TECAR να είναι απενεργοποιημένη (συνθήκη ελέγχου) ή ενεργοποιημένη (πειραματική συνθήκη) χωρίς οι συμμετέχοντες να μπορούν να αντιληφθούν την λειτουργία της. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξαν σημαντικές διαφορές ( $p < .05$ ) ως προς το χρόνο χωρίς σημαντικές διαφορές ( $p > .05$ ) μεταξύ των δύο παρεμβάσεων. Η τεχνική Tecar με τη χρήση της συσκευής Globus Diacare επέφερε σημαντική ( $p < .05$ ) αύξηση στη μέγιστη σύγκεντρη ροπή των εκτεινόντων και των καμπτήρων του γόνατος στις 72 και 96 ώρες σε σχέση με τα αρχικά επίπεδα μετά το πρωτόκολλο άσκησης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως η τεχνική Tecar θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την γρηγορότερη αποκατάσταση της ροπής μετά από μυϊκή βλάβη.

Λέξεις κλειδιά: *μυϊκός πόνος, έκκεντρη άσκηση, διαθερμία, φυσικοθεραπεία*

---

## Εισαγωγή

Ο σκελετικός μυς είναι ένας ιστός, που έχει την ικανότητα να αυξομειώνει το μήκος του και να παράγει δυνάμεις (Jarvinen, Jarvinen, Kaariainen, Kalimo, & Jarvinen, 2005). Κατά τη διαδικασία της μυϊκής συστολής ιόντα ασβεστίου ( $Ca^{2+}$ ) διαχέονται στο κυτταρόσωμο, αποδεσμεύοντας τις θέσεις σύνδεσης της ακτίνης και επιτρέποντας τη σύνδεση των παραπάνω θέσεων με τις κεφαλές της μυοσίνης. Έτσι, οι γραμμές-Z στο εσωτερικό του μυός πλησιάζουν μεταξύ τους μειώνοντας ή αυξάνοντας το μήκος του μυός, όπως πραγματοποιείται στην έκκεντρη συστολή (Proske & Allen, 2005). Μετά από άσκηση που περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές και χαρακτηρίζεται από υψηλή ένταση, εμφανίζεται έντονος μυϊκός τραυματισμός (Fatouros & Jamurtas, 2016), με αποτέλεσμα να επέρχονται διατάραξη της δομικής ακεραιότητας του μυός και μείωση της ικανότητας παραγωγής δύναμης (Tidball, 2005). Οι παραπάνω διεργασίες επιφέρουν αύξηση της αίσθησης του πόνου στη δρώσα περιοχή, μείωση του εύρους κίνησης της άρθρωσης που εργάστηκε έκκεντρα και εμφάνιση οιδήματος (Paulsen et al., 2010; Proske & Morgan, 2001). Η εμφάνιση οιδήματος, και κατ' επέκταση η φλεγμονή, ξεκινά με την αύξηση της αιματικής ροής στην τραυματισμένη περιοχή, μέσω πρωτεϊνών όπως η ισταμίνη (Smith, Kruger, Smith, & Myburgh, 2008), και στη συνέχεια ακολουθεί η ενεργοποίηση λευκοκυττάρων όπως τα ουδετερόφιλα και τα μακροφάγα που βασικό σκοπό έχουν τον καθαρισμό και επούλωση της τραυματισμένης περιοχής (Tidball, 2005).

Κατά διαστήματα, έχει πραγματοποιηθεί έλεγχος των διαφόρων μεθόδων μέσω των οποίων θα μπορούσε να μειωθεί ο πόνος που προκαλείται από τον μυϊκό τραυματισμό (Mero et al., 2010), να επιταχυνθεί η διαδικασία επούλωσης του μυϊκού ιστού (Ranchordas, Dawson, & Russell, 2017) και να περιοριστεί η αύξηση δεικτών οξειδωτικού στρες ως αποτέλεσμα της φλεγμονής (Michailidis et al., 2013). Τέτοιες μέθοδοι είναι είτε διατροφικοί, μέσω της χρήσης αντιοξειδωτικών ή αντιφλεγμονωδών φαρμάκων (Michailidis et al., 2013; Silva et al., 2008; Wu et al., 2016), είτε μέσω φυσιοθεραπευτικών πρακτικών μετά από άσκηση που προκαλεί μυϊκό τραυματισμό, όπως είναι το μασάζ (Crane et al., 2012), ο υπέρηχος και η χρήση ηλεκτρομαγνητισμού (Duñabeitia et al., 2018) και υπερθερμίας (Giombini et al., 2007) μέσω συσκευών Tecar (Osti, Pari, Salvatori, & Massari, 2015). Η Tecar είναι μια μορφή επεμβατικής θεραπείας που εντάσσεται στην ομάδα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και συγκεκριμένα στη διαθερμία, που ορίζεται ως η διαδικασία θέρμανσης του σώματος εσωτερικά μέσω εναλλασσόμενων ηλεκτρικών ρευμάτων υψηλής συχνότητας (Hawamdeh, 2014). Η μεταφορά ενέργειας στους ιστούς πραγματοποιείται με δυο τρόπους, τον χωρητικό και τον αντιστατικό. Η χωρητική λειτουργία, χρησιμοποιείται σε παθολογίες μαλακών ιστών και κυρίως σε ιστούς με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό (μύες, αγγειακό/ λεμφικό σύστημα, νευρικός ιστός κ.λπ.), ενώ η αντιστατική λειτουργία εφαρμόζεται σε εν τω βάθει ιστούς που έχουν μεγαλύτερη αντοχή και αντίσταση, όπως είναι τα οστά, οι χόνδροι, οι τένοντες και οι απονευρώσεις (Hawamdeh, 2014; Tranquilli, Ciuffetti, Bergamo, & Combi, 2009). Αποτελέσματα των παραπάνω παρεμβατικών διαδικασιών αποτελούν η αύξηση της μικροκυκλοφορίας, της αγγειοδιαστολής, της οξυγόνωσης, αλλά και της εσωτερικής θερμότητας στον τραυματισμένο ιστό (Hawamdeh, 2014).

Σε πρόσφατες μελέτες, που βασικό ερευνητικό σκοπό είχαν την αξιολόγηση της επίδρασης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σε συνθήκες αυξημένης φλεγμονής και πόνου, όπως οι τενοντοπάθειες, το διαστρέμμα της ποδοκνημικής με δυσλειτουργία της άρθρωσης, η οστεοαρθρίτιδα, το σύνδρομο μυοπεριτονιακού πόνου, η οσφυαλγία και η οστεογένεση των μη πωρωμένων καταγμάτων (Morelli, Bramani, Cantaluppi, Pauletto, & Scutto, 2016), διαπιστώθηκε πως η θεραπεία με τη χρήση TECAR επιφέρει βελτίωση της αιματικής κυκλοφορίας στην τραυματισμένη περιοχή, αυξημένη μεταφορά οξυγόνου και ταχύτερη αποκατάσταση των μαλακών ιστών (Ribeiro, Henriques, & Cardoso, 2018). Ωστόσο η περιορισμένη ερευνητική χρήση σε υγιείς πληθυσμούς, όπου εμφανίζεται μυϊκός τραυματισμός ως αποτέλεσμα ενός ασκησιογενούς ερεθίσματος υψηλής έντασης, όπως η έκκεντρη προπόνηση, καθώς και η διερεύνηση των παραμέτρων έντασης και χρονικής διάρκειας των θεραπειών TECAR για βέλτιστα αποτελέσματα, οδήγησαν στην ανάγκη διενέργειας της παρούσας ερευνητικής μελέτης. Η χρήση των συσκευών ενδοδιαθερμίας Tecar στο χώρο της αποκατάστασης θα αναδείξουν την ικανότητά της να επιταχύνει ή όχι την αποκατάσταση της μυϊκής βλάβης και τον πιθανό ρόλο της στην αποκατάσταση αθλητών και ασκούμενων έπειτα από άσκηση ή αγωνίσματα που επιφέρουν έντονο ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί την επίδραση της θεραπείας Tecar στην αποκατάσταση του ασκησιογενή μυϊκού τραυματισμού μετά από πρωτόκολλο έκκεντρης άσκησης. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τη διερεύνηση και αποτελεσματικότητα της χρήσης των αυτού του είδους συσκευών στο χώρο της αποκατάστασης και θα μπορούσαν να αναδείξουν την ικανότητά της να επιταχύνει ή όχι την αποκατάσταση της μυϊκής βλάβης και τον πιθανό ρόλο της στην αποκατάσταση αθλητών και ασκούμενων έπειτα από άσκηση ή αγωνίσματα που επιφέρουν έντονο ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό.

## Μεθοδολογία

### Δείγμα - Ερευνητικός σχεδιασμός

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 12 υγιείς ενήλικες άντρες, ηλικίας 18-50 ετών, των οποίων τα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Μια εβδομάδα πριν ξεκινήσει το πρωτόκολλο παρέμβασης, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για την πειραματική διαδικασία, τον σχεδιασμό της μελέτης, τους κινδύνους και τα οφέλη ως αποτέλεσμα της συμμετοχής τους. Στη συνέχεια, υπέγραψαν το έντυπο συναίνεσης και το ιατρικό ιστορικό και εξοικειώθηκαν με τις μετρήσεις και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιούταν στη μελέτη. Οι εθελοντές έπρεπε να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια για τη συμμετοχή τους για τους προηγούμενους 6 μήνες, όπως η μη αντιμετώπιση μυοσκελετικών προβλημάτων, να μην είναι καπνιστές, να μην λαμβάνουν αντιοξειδωτικά και διατροφικά συμπληρώματα ή φαρμακευτική αγωγή, να μην έχουν χρόνιο νόσημα και η διαφορά των εκτεινόντων και των καμπηρών των γονάτων να μην είναι μεγαλύτερη του 10%, μετά την αξιολόγηση της δύναμης σε ισοκινητικό δυναμόμετρο. Τέλος για την ίδια περίοδο, οι εθελοντές μετά από οδηγίες που έλαβαν από εξειδικευμένο διατροφολόγο κατέγραψαν για πέντε ημέρες (συμπεριλαμβανομένης μίας ημέρας του σαββατοκύριακου) τη διατροφική τους πρόσληψη, προκειμένου να αξιολογηθεί η ημερήσια πρόσληψη σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά στοιχεία, καθώς επίσης και για να διασφαλιστεί η διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων θερμοδίκης πρόσληψης, καθώς και για να ελεγχθεί η μη λήψη διατροφικών συμπληρωμάτων. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους εθελοντές να ακολουθήσουν το ίδιο διατροφικό πλάνο με αυτό που κατέγραψαν στο διατροφικό ημερολόγιο κατά τη διάρκεια της συλλογής των πρωτογενών δεδομένων.

### Πρωτόκολλο άσκησης

Οι 12 συμμετέχοντες προσήλθαν στο εργαστήριο προκειμένου να μετρηθεί το σωματικό βάρος και ύψος, καθώς και για να πραγματοποιήσουν, μετά από προθέρμανση επτά λεπτών σε ποδήλατο (80-100 rpm, 50 W) Monark (Monark, Vansbro, Sweden) και 5 λεπτών διατάσεων για τους μύες των κάτω άκρων, την αξιολόγηση των σύγκεντρων και έκκεντρων ροπών των εκτεινόντων του γόνατος σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex, Ronkonkoma, NY) της παραγόμενης μέσης ισομετρικής ροπής για 10 δευτερόλεπτα, καθώς και του εύρους κίνησης της άρθρωσης και της αίσθησης καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Η προετοιμασία για την αξιολόγηση της ροπής έχει παρουσιαστεί ήδη (Deli et al. 2011). Στη δεύτερη επίσκεψη ακολούθησε η παρέμβαση με σκοπό την πρόκληση μυϊκού τραυματισμού στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν πέντε σετ των 15 μέγιστων επαναλήψεων ανά σετ τόσο στο δεξί όσο και στο αριστερό άκρο στις 60<sup>ο</sup>-sec<sup>-1</sup> από την καθιστή θέση, ενώ το διάλειμμα μεταξύ των σετ ήταν δύο λεπτά. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο έχει χρησιμοποιηθεί από το εργαστήριο μας αρκετές φορές και έχει δείξει ότι μπορεί να προκαλέσει άσηπτη μυϊκή βλάβη (Paschalis et al. 2007; Theodorou et al. 2011). Στις 24, 48, 72 και 96 ώρες μετά το πέρας της παρέμβασης ακολούθησε αξιολόγηση των σύγκεντρων και έκκεντρων ροπών των εκτεινόντων του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, της παραγόμενης μέσης ισομετρικής ροπής για 10 δευτερόλεπτα, καθώς και του εύρους κίνησης της άρθρωσης και της αίσθησης καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

### Πρωτόκολλο θεραπείας Tecar

Αμέσως μετά την παρέμβαση και για χρονικό διάστημα 96 ωρών οι συμμετέχοντες ακολουθούσαν το θεραπευτικό πρωτόκολλο πριν από κάθε αξιολόγηση το οποίο περιελάμβανε τρεις φάσεις συνολικής διάρκειας 26 λεπτών. Με αυτό τον τρόπο αξιολογούνταν η άμεση επίδραση της θεραπείας με ραδιοσυχνότητες Tecar με τη χρήση της συσκευής Globus Diacare. Στην πρώτη φάση διάρκειας οχτώ λεπτών χρησιμοποιήθηκε για την χωρητική λειτουργία μεσαία κεφαλή με συχνότητα 470 kHz, στη δεύτερη φάση διάρκειας 10 λεπτών χρησιμοποιήθηκε για την αντιστατική λειτουργία μεσαία κεφαλή με συχνότητα 470 kHz, ενώ στην τρίτη φάση για την χωρητική λειτουργία μεσαία κεφαλή με συχνότητα 470 kHz για διάστημα οχτώ λεπτών. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε σε παρόμοιες μελέτες που αξιολογήθηκε η επίδραση της τεχνικής σε πόνους στη μέση (Notarnicola et al. 2017) και αύξησης της θερμοκρασίας του μυός του αντιβράχιου (Clijssen et al., 2020). Με τυχοποιημένο τρόπο επιλέχθηκε σε ένα από τα δύο άκρα η συσκευή TECAR να είναι απενεργοποιημένη ή ενεργοποιημένη χωρίς οι συμμετέχοντες να μπορούν να αντιληφθούν την λειτουργία της.

**Πίνακας 1.** Περιγραφικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.

<b>Παράμετρος</b>	<b>Μ.Ο. (±ΤΑ)</b>
Ηλικία (έτη)	21.3 (±8.2)
Σωματικό Βάρος (kg)	76.2 (±11)
Σωματικό Ύψος (m)	1.8 (±0.0)
ΔΜΣ (kg/m <sup>2</sup> )	23.5 (±3.5)

ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος.

### Διαδικασία μέτρησης

Το σωματικό βάρος και το ύψος των εθελοντών μετρήθηκε με μηχανική ζυγαριά και αναστημόμετρο και συγκεκριμένα με ακρίβεια 0.5 kg για το βάρος και 0.5 cm για το ύψος (Beam Balance-Stadiometer, SECA, Vogel & Halke, Hamburg, Germany). Οι εθελοντές έχοντας αφαιρέσει τα παπούτσια τους και φορώντας μόνο ένα κοντό παντελόνι πραγματοποίησαν τη μέτρηση του σωματικού βάρους και ύψους από όρθια θέση με τα πόδια σε γωνία 60° και τις φτέρνες ενωμένες (Poulios et al., 2018). Ο δείκτης μάζας σώματος υπολογίστηκε μέσω της εξίσωσης στην οποία διαιρείται το σωματικό βάρος (kg) με το τετράγωνο του σωματικού ύψους (m) (Farah et al., 2012). Το εύρος κίνησης της άρθρωσης (ROM) του γόνατος πραγματοποιήθηκε χειροκίνητα μέσω σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex 770, USA), με θέση αφετηρίας το ανατομικό μηδέν του εθελοντή και στη συνέχεια με πραγματοποίηση κάμψης του γόνατος του εθελοντή σε σημείο όπου θα αισθανθεί δυσφορία (Deli et al., 2017). Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος (DOMS) αξιολογήθηκε με τους εθελοντές από όρθια θέση και με το μέλος χαλαρό, στη συνέχεια ακολούθησε ψηλάφηση της γαστέρας του μυός, με πίεση από τον εξεταστή για 3 δευτερόλεπτα με τα ακροδάχτυλα του χεριού. Ο ίδιος εξεταστής πραγματοποίησε όλες τις μετρήσεις προκειμένου να μην υπάρξει διαφοροποίηση στο μέγεθος της πίεσης. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε για τους εκτεινόντες και των δύο άκρων (Nosaka, Sacco, & Mawatari, 2006). Η παραγόμενη μέση ισομετρική ροπή για 10 δευτερόλεπτα σε γωνία 90° (ISO) αλλά και η μέγιστη σύγκεντρη (CON) και έκκεντρη ροπή των εκτεινόντων (ECC), εκτελέστηκαν και αξιολογήθηκαν με το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex 770, USA). Η ταχύτητα για την σύγκεντρη και έκκεντρη ροπή είχε οριστεί στις 60°/s, ενώ το εύρος κίνησης της άρθρωσης είχε οριστεί από 0° έως 90°. Κατά την εκτέλεση των επαναλήψεων ο εξεταστής καθοδηγούσε και ενθάρρυνε τον εθελοντή λεκτικά, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη επίδοση τόσο πριν όσο και μετά την εκτέλεση του πρωτοκόλλου, αλλά και κατά τη διάρκεια αυτού (Deli et al., 2017; Draganidis et al., 2015). Ο εθελοντής σταθεροποιήθηκε μέσω ειδικών ζωνών στο δυναμόμετρο και αφού εκτέλεσε οκτώ υπομέγιστες επαναλήψεις για την προθέρμανση, ακολούθησε διάλειμμα τριών λεπτών και στη συνέχεια εκτέλεσε πέντε μέγιστες επαναλήψεις μέσω συστολών των εκτεινόντων του γόνατος. Ως φυσιοθεραπευτικό μέσο χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Diacare 5000 (Globus DiaCare, Chiasso, Switzerland) με χωρητική και αντιστατική λειτουργία. Οι συχνότητες λειτουργίας της ορίζονται στα 400, 470, 700, 1000 kHz, με ανώτατο όριο ισχύος τα 200 W.

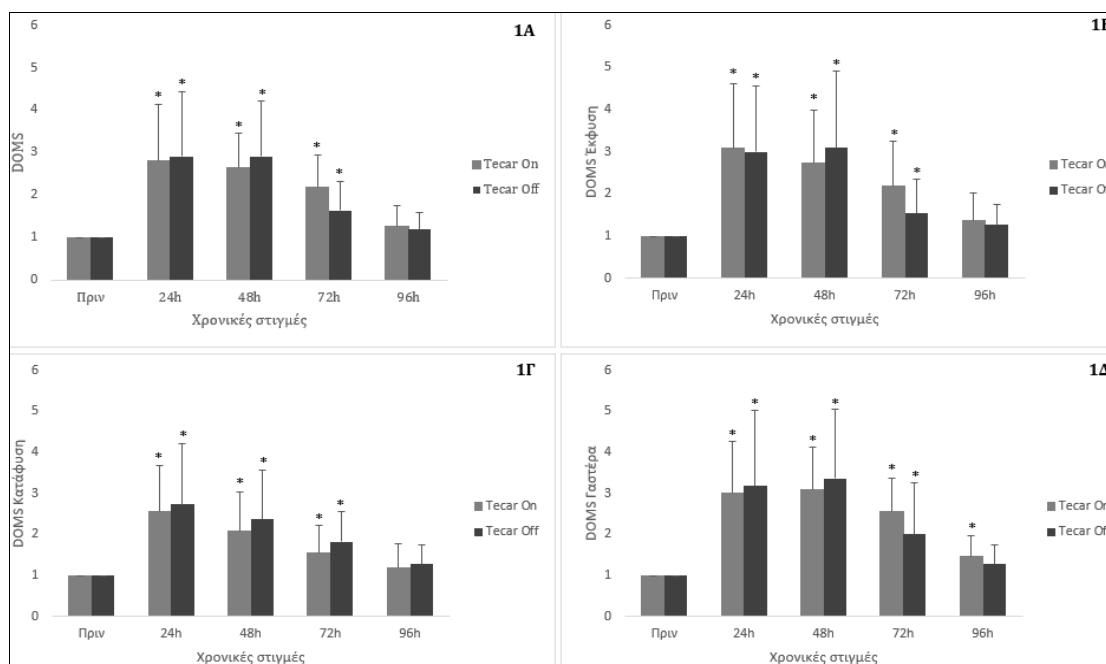
### Στατιστική ανάλυση

Ο έλεγχος κανονικότητας πραγματοποιήθηκε με το Shapiro-Wilk test και βρέθηκε κανονική κατανομή στις μεταβλητές που εξετάστηκαν. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς δυο παράγοντες (Two way Repeated Measures ANOVA) εκ των οποίων ο ένας ήταν η πειραματική συνθήκη (TECARon και TECARoff) και ο δεύτερος ήταν ο χρόνος (πριν, 24 ώρες, 48 ώρες, 72 ώρες και 96 ώρες). Όπου εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < .05$ . Για τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS (IBM SPSS Statistics 22).

### Αποτελέσματα

Κατά τη διάρκεια της μελέτης δεν αναφέρθηκε τραυματισμός και επιθυμία διακοπής της πειραματικής διαδικασίας από κανέναν συμμετέχοντα. Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p > .05$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή DOMS. Ωστόσο, εντοπίστηκε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα χρόνος ( $p < .05$ ). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές, και συγκεκριμένα αύξηση των τιμών DOMS από όρθια θέση και με το μέλος χαλαρό και στις δύο συνθήκες στις χρονικές στιγμές των 24, 48 και

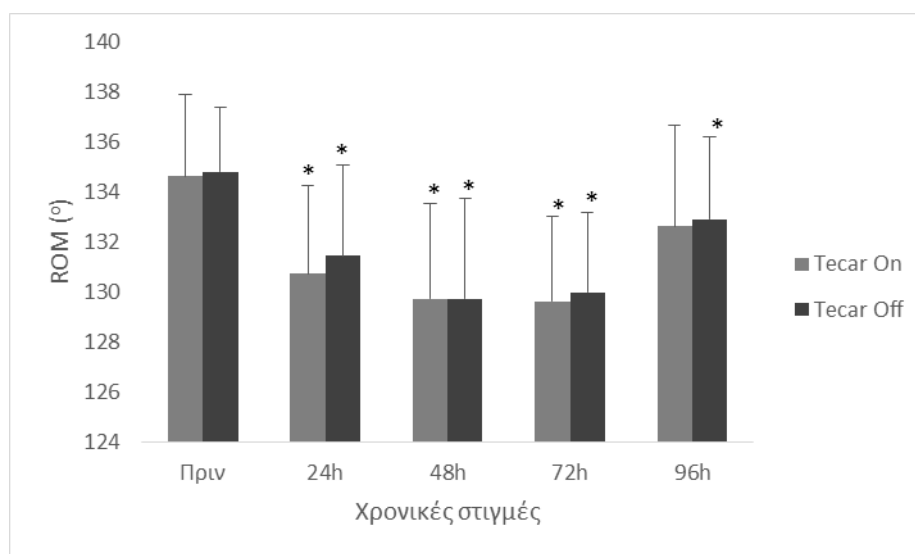
72 ωρών μετά το πρωτόκολλο μυϊκού τραυματισμού, σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση, με επαναφορά στις 96 ώρες. (Γράφημα 1Α). Παρόμοια ήταν η απόκριση και για την επιμέρους αξιολόγηση που έγινε στην έκφυση (1Β), στην κατάφυση (1Γ) και στη γαστέρα (1Δ) του τετρακεφάλου μυός.



**Γράφημα 1.** Μεταβολές στα επίπεδα καθυστερημένου μυϊκού πόνου (DOMS) από όρθια θέση και με το μέλος χαλαρό (1Α), στην έκφυση (1Β), στην κατάφυση (1Γ) και στη γαστέρα (1Δ).

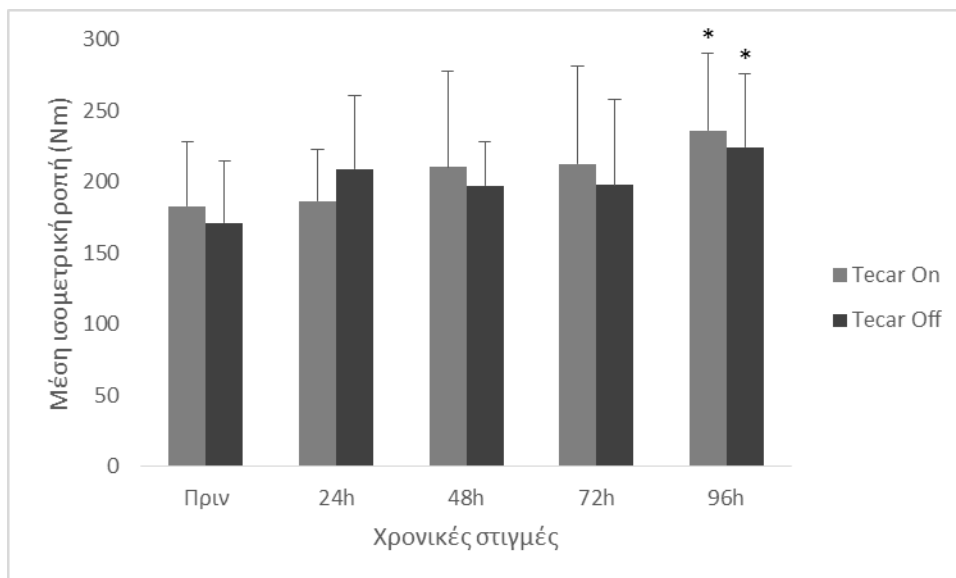
\*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p > .05$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή ROM (Γράφημα 2). Ωστόσο, εντοπίστηκε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα χρόνος ( $p < .05$ ). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στον παράγοντα χρόνο ( $p < .05$ ) και συγκεκριμένα μείωση των τιμών ROM και για τις δύο συνθήκες σε όλες τις χρονικές στιγμές μετά το πρωτόκολλο μυϊκού τραυματισμού σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση (Γράφημα 2).



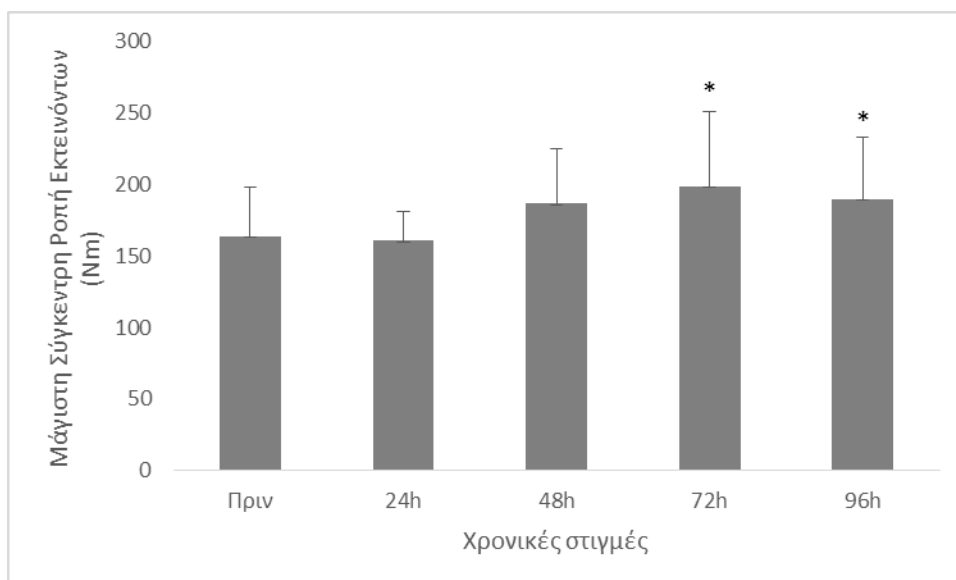
**Γράφημα 2.** Μεταβολές στα επίπεδα του εύρου κίνησης (ROM). \*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p>.05$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή ISO. Ωστόσο, εντοπίστηκε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα χρόνος ( $p<.05$ ). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στον παράγοντα χρόνο ( $p<.05$ ) και συγκεκριμένα σημαντική αύξηση στις 96 ώρες και για τις δύο συνθήκες (Γράφημα 3).



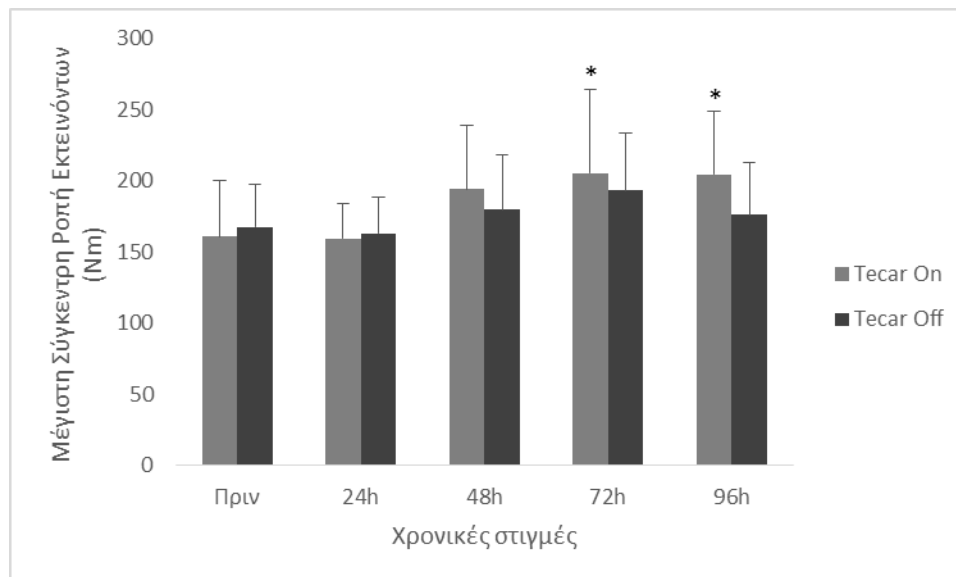
**Γράφημα 3.** Μεταβολές στα επίπεδα της μέσης ισομετρικής ροπής. \*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p>.05$ ) ( $p=.47$ ,  $\eta^2=.07$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή μέγιστη σύγκεντρη ροπή των εκτεινόντων. Ωστόσο, εντοπίστηκε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα χρόνος ( $p<.05$ ). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στον παράγοντα χρόνο ( $p=.03$ ,  $\eta^2=.33$ ) και συγκεκριμένα στατιστικά σημαντική διαφορά στις χρονικές στιγμές 72 και 96 ώρες σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση (Γράφημα 4).



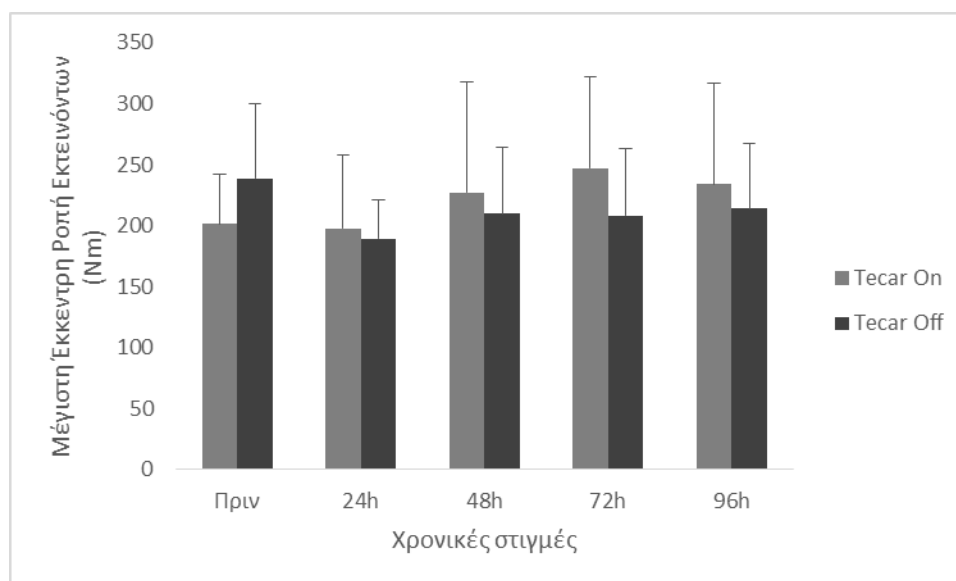
**Γράφημα 4.** Χρονικές μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης σύγκεντρης ροπής των εκτεινόντων. \*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

Από περαιτέρω ανάλυση ανά συνθήκη παρατηρήθηκε ότι οι σημαντικές αυτές μεταβολές για τον παράγοντα χρόνο οφείλονταν κυρίως σε αλλαγές που παρατηρήθηκαν στη συνθήκη TECARon όπου υπήρχαν παρόμοιες στατιστικά σημαντικές διαφορές στις χρονικές στιγμές 72 ( $p=.018$ ) και 96 ( $p=.025$ ) ώρες σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση, ενώ για τη συνθήκη TECARoff οι αλλαγές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Γράφημα 5). Ωστόσο, η παρατήρηση αυτή, που δείχνει τάση για αλληλεπίδραση των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος δεν μπορεί να υποστηριχτεί με σιγουριά καθώς, όπως αναφέρθηκε, η αλληλεπίδραση ήταν μη στατιστικά σημαντική.



**Γράφημα 5:** Μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης σύγκεντρης ροπής των εκτεινόντων ανά κατάσταση.  
\*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

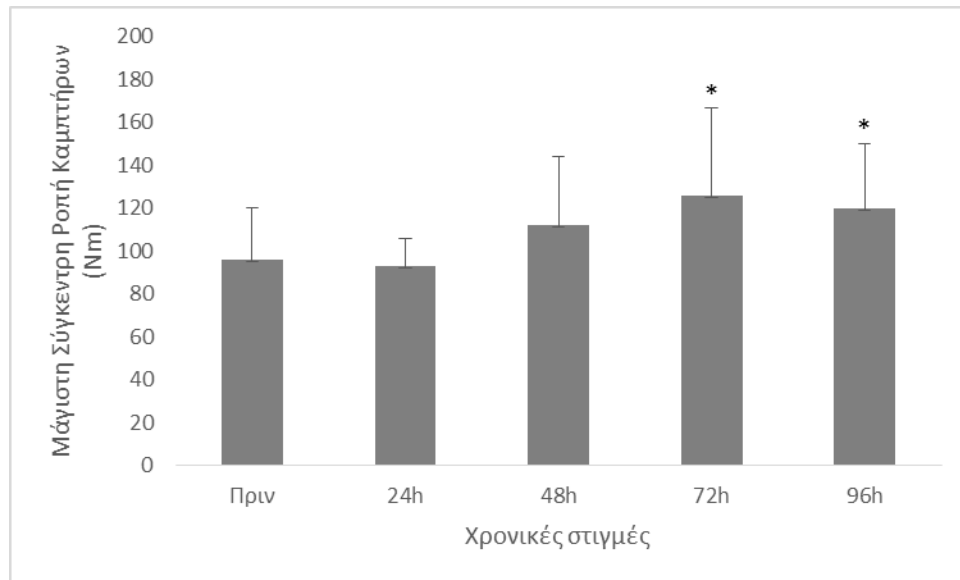
Δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p>.05$ ) ούτε σημαντικές διαφορές στον παράγοντα χρόνο ( $p>.05$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή μέγιστη έκκεντρη ροπή των εκτεινόντων (Γράφημα 6).



**Γράφημα 6:** Μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης έκκεντρης ροπής των εκτεινόντων.

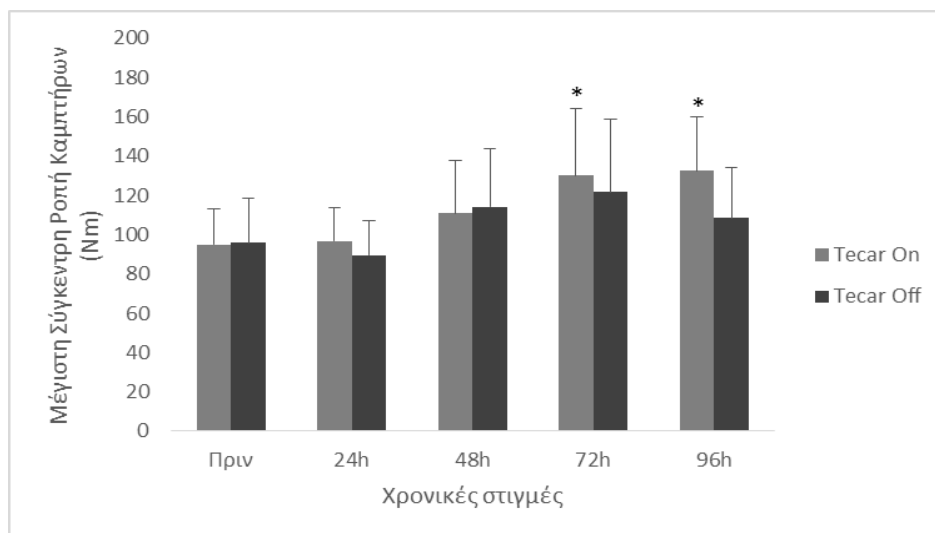


Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p=.14$ ,  $\eta^2=.22$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή μέγιστη σύγκεντρη ροπή των καμπτήρων. Ωστόσο, εντοπίστηκε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα χρόνος ( $p<.001$ ). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στον παράγοντα χρόνο ( $p=.006$ ,  $\eta^2=.41$ ) και συγκεκριμένα στατιστικά σημαντική διαφορά στις χρονικές στιγμές 72 και 96 ώρες σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση (Γράφημα 7).



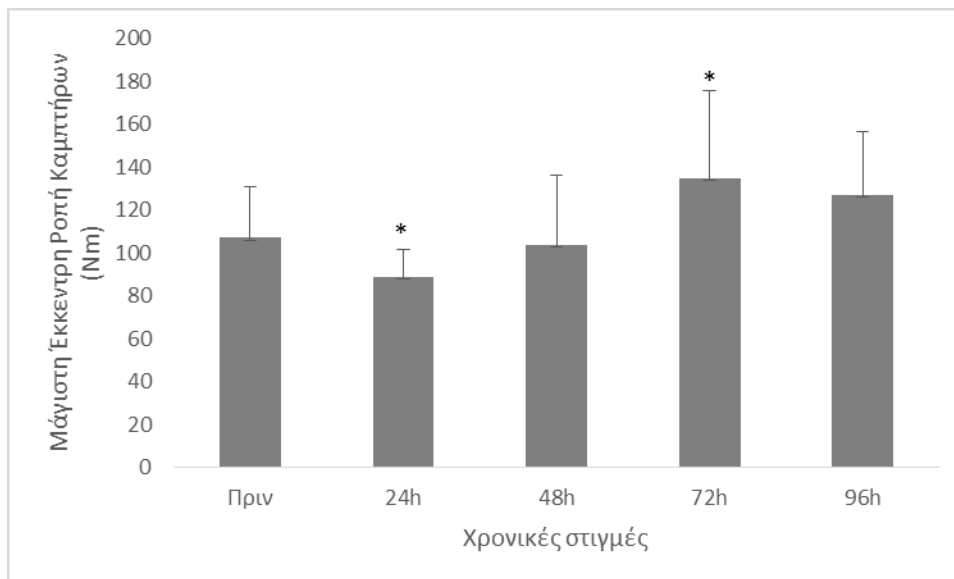
**Γράφημα 7:** Χρονικές μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης σύγκεντρης ροπής των καμπτήρων.  
\*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν

Από περαιτέρω ανάλυση ανά συνθήκη παρατηρήθηκε ότι οι σημαντικές αυτές μεταβολές για τον παράγοντα χρόνο οφείλονταν κυρίως σε αλλαγές που παρατηρήθηκαν στη συνθήκη TECARon όπου υπήρχαν παρόμοιες στατιστικά σημαντικές διαφορές στις χρονικές στιγμές 72 ( $p=.007$ ) και 96 ( $p=.002$ ) ώρες σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση, ενώ για τη συνθήκη TECARoff οι αλλαγές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Γράφημα 8). Ωστόσο, η παρατήρηση αυτή, που δείχνει τάση για αλληλεπίδραση των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος δεν μπορεί να υποστηριχτεί με σιγουριά καθώς, όπως αναφέρθηκε, η αλληλεπίδραση ήταν μη στατιστικά σημαντική.



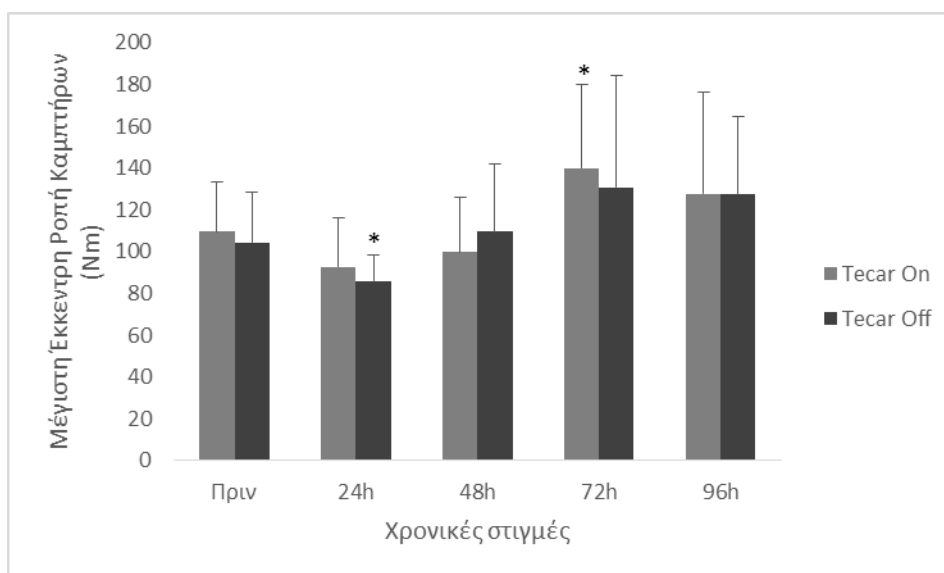
**Γράφημα 8:** Μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης σύγκεντρης ροπής των καμπτήρων ανά κατάσταση.  
\*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος ( $p=.65$ ,  $\eta^2=.08$ ) στην εξεταζόμενη μεταβλητή μέγιστη έκκεντρη ροπή των καμπτήρων. Ωστόσο, εντοπίστηκε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα χρόνος ( $p<.001$ ). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στον παράγοντα χρόνο ( $p=.001$ ,  $\eta^2=.48$ ) και συγκεκριμένα στατιστικά σημαντική διαφορά στις χρονικές στιγμές 24 και 72 ώρες σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση (Γράφημα 9).



**Γράφημα 9:** Χρονικές μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης έκκεντρης ροπής των καμπτήρων.  
\*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

Από περαιτέρω ανάλυση ανά συνθήκη παρατηρήθηκε ότι οι σημαντικές αυτές μεταβολές για τον παράγοντα χρόνο οφείλονταν κυρίως σε αλλαγές που παρατηρήθηκαν στη συνθήκη TECARoff όπου υπήρχαν παρόμοιες στατιστικά σημαντικές διαφορές στις χρονικές στιγμές 24 ( $p=.032$ ) και στη συνθήκη TECARon στις 72 ( $p=.042$ ) ώρες σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση (Γράφημα 10). Ωστόσο, η παρατήρηση αυτή, που δείχνει τάση για αλληλεπίδραση των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος δεν μπορεί να υποστηριχτεί με σιγουριά καθώς, όπως αναφέρθηκε, η αλληλεπίδραση ήταν μη στατιστικά σημαντική.



**Γράφημα 10:** Μεταβολές στα επίπεδα της μέγιστης έκκεντρης ροπής των καμπτήρων ανά κατάσταση.  
\*Σημαντική διαφορά σε σχέση με το Πριν.

### Συζήτηση - Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η θεραπεία Tecar δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τη μη χρήση της τεχνικής, αφού δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο καταστάσεων (Tecaron, Tecaroff). Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι υπήρξαν ορισμένες μικρές διαφοροποιήσεις όσον αφορά την απόκριση των εξεταζόμενων παραγόντων σε διάφορες χρονικές στιγμές που εξετάστηκαν. Φάνηκε ότι η χρήση Tecar επαναφέρει γρηγορότερα τη μέγιστη σύγκεντρη ροπή των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του τετρακεφάλου. Ωστόσο, αυτή η παρατήρηση, που δείχνει τάση για αλληλεπίδραση των παραγόντων πειραματική συνθήκη και χρόνος δεν μπορεί να υποστηριχτεί με σιγουριά καθώς, όπως αναφέρθηκε, η αλληλεπίδραση ήταν μη στατιστικά σημαντική.

Είναι γνωστό στη βιβλιογραφία πως η πραγματοποίηση έκκεντρων μυϊκών συστολών επιφέρει σημαντικές μεταβολές τόσο σε επίπεδο απόδοσης όσο και βιοχημικών μετρήσεων, που συνδέονται άμεσα με την εμφάνιση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (Paschalis et al., 2005; Theodorou et al., 2010). Για να αντιμετωπιστεί αυτό το φαινόμενο έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης, οι οποίοι στοχεύουν είτε στη μείωση της έντασης του φαινομένου είτε στον γρηγορότερο ρυθμό αποκατάστασης. Μια προσέγγιση για την αντιμετώπιση του φαινομένου είναι η χορηγία διαφόρων ειδών συμπληρωμάτων στοχεύοντας στους δύο προαναφερόμενους στόχους (Deli et al., 2017; Michailidis et al., 2013; Pappas et al., 2021; Theodorou et al., 2011). Είναι γνωστό πως η χρήση διατροφικών συμπληρωμάτων μεταξύ του ασκούμενου πληθυσμού είναι αρκετά αυξημένη (Tsitsimprikou et al., 2011). Ωστόσο, τα αποτελέσματα που αφορούν στη βελτίωση της αποκατάστασης μετά από ασκησιογενή τραυματισμό δεν είναι ξεκάθαρα. Μια άλλη προσέγγιση για την αντιμετώπιση του φαινομένου είναι η χρησιμοποίηση φυσιοθεραπευτικών τεχνικών και πρακτικών (Crane et al., 2012; Visconti et al., 2020), με ορισμένες από αυτές, όπως το μασάζ και η κρουθεραπεία, να δείχνουν θετικά αποτελέσματα (Dupuy, Douzi, Theurot, Bosquet, & Dugue, 2018; Guo et al., 2017; Leeder, Gissane, van Someren, Gregson, & Howatson, 2012). Ωστόσο, δεν εμφανίζονται το ίδιο αποτελεσματικές ορισμένες άλλες τεχνικές, όπως ο βελονισμός, τα foam rollers, και το kinesiotaping (Nahon, Silva Lopes, & Monteiro de Magalhães Neto, 2021), παρουσιάζοντας έτσι μια μη ξεκάθαρη εικόνα για την αποτελεσματικότητα ορισμένων από αυτές τις τεχνικές και πρακτικές. Είναι επομένως κατανοητό ότι πρέπει να βρεθούν τρόποι για την αντιμετώπιση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου έτσι ώστε να μπορέσει να επωφεληθεί ο αθλητής και ο ασκούμενος για να επανέλθουν στις αγωνιστικές και αθλητικές δραστηριότητές τους. Αυτοί οι τρόποι πρέπει να είναι εύκολοι στη χρήση και αποτελεσματικοί.

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε η τεχνική Tecar με τη χρήση της συσκευής Globus Diacare, μια φυσιοθεραπευτική τεχνική που εντάσσεται στην ομάδα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η χρήση της τεχνικής Tecar επέφερε μικρές διαφοροποιήσεις όσον αφορά την απόκριση παραμέτρων που σχετίζονται με τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο και τη σύγκεντρη ροπή των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του τετρακεφάλου μετά την πραγματοποίηση ενός ασυνήθιστου πρωτοκόλλου άσκησης με έκκεντρες συστολές. Αυτή είναι η πρώτη εργασία που αξιολόγησε την επίδραση αυτής της τεχνικής μετά από ένα πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής βλάβης. Τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας που χρησιμοποιήθηκε μια παρόμοια τεχνική διαθερμίας, για να αξιολογηθεί η προστατευτική δράση της έναντι της πρόκλησης μυϊκής βλάβης πριν την πραγματοποίηση έκκεντρης άσκησης, έδειξε σημαντικά γρηγορότερη επαναφορά της μειωμένης δύναμης, βελτίωση του εύρους κίνησης και μικρότερο βαθμό καθυστερημένου μυϊκού πόνου με την εφαρμογή της διαθερμίας (Nosaka, Muthalib, Lavender, & Laursen, 2007). Η χρησιμοποίηση της τεχνικής Tecar ήταν επίσης αποτελεσματική στη μείωση του πόνου στη μέση μετά από συστηματική θεραπεία 10 συνεδριών (Notarnicola et al., 2017). Η μείωση στον πόνο ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με τη θεραπεία laser και διατηρήθηκε για έως και δύο μήνες μετά το τέλος της θεραπείας (Notarnicola et al., 2017). Ακόμα, έχει βρεθεί ότι η εφαρμογή της τεχνικής Tecar σε μυς του αντιβράχιου αύξησε τη θερμοκρασία του μυός (Clijisen et al., 2020) και αυτός μπορεί να είναι ένας λόγος για να μειωθεί η αίσθηση του πόνου. Ωστόσο, αποτελέσματα άλλων εργασιών που χρησιμοποίησαν παρόμοιες τεχνικές διαθερμίας δε συμφωνούν με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας, αφού δεν παρατήρησαν μεταβολές στην υποκειμενική αίσθηση του πόνου (Visconti et al., 2020). Οι διαφορές που παρατηρούνται στα αποτελέσματα μεταξύ των προαναφερθέντων μελετών καθώς επίσης και η έλλειψη θετικών μεταβολών στην παρούσα εργασία μπορεί να σχετίζονται με τη χρονική στιγμή της εφαρμογής της τεχνικής (εάν ήταν πριν ή μετά την άσκηση), τη διαφορετική ανάπτυξη θερμοκρασίας του μυός μετά την παρέμβαση, την επilogή της συχνότητας λειτουργίας του μηχανήματος, τη μυϊκή ομάδα στην οποία εφαρμόστηκε η τεχνική (μύες του αντιβράχιου vs. τετρακέφαλος).

Αύξηση στη μικροκυκλοφορία (Terranova et al., 2008), στην αγγειοδιαστολή και στη θερμοκρασία των μυών

(Ganzit et al., 2015) αποτελούν τρόπους με τους οποίους η τεχνική Tecar μπορεί να επιφέρει θετικά κλινικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, αύξηση της εν τω βάθην θερμοκρασίας σε μελέτη που αφορούσε ζώα (σκύλους) με οστεοαρθρίτιδες και μυϊκό πόνο συνδυάστηκε με στατιστικά σημαντικές διαφορές της εν τω βάθην θερμοκρασίας πριν και μετά την εφαρμογή Tecar, όχι όμως και μετά από 1 λεπτό, αποδεικνύοντας ότι το επιφανειακό διαθερμικό αποτέλεσμα εξαντλήθηκε εντός 60 δευτερολέπτων (Valentini et al., 2021). Επιπρόσθετα, βρέθηκε ότι η θεραπεία Tecar, η οποία είναι μια μορφή μη επεμβατικής εν τω βάθην ηλεκτροθερμικής θεραπείας με βάση την εφαρμογή ηλεκτρικών ρευμάτων, μπορεί να προκαλέσει άμεσα αποτελέσματα στην απόλυτη θερμοκρασία του έσω γαστροκνήμιου μυός (Yeste-Fabregat et al., 2021). Η συγκεκριμένη εργασία δεν αξιολόγησε κανέναν από τους προαναφερθέντες παράγοντες για να εκτιμήσει εάν επήλθαν αλλαγές με την εφαρμογή της τεχνικής και αποτελεί έναν από τους περιορισμούς της μελέτης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως η τεχνική Tecar, με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά με τα οποία χρησιμοποιήθηκαν, δεν επιφέρει σημαντικές μεταβολές σε παράγοντες που σχετίζονται με τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο και τη μυϊκή ροπή μετά από την πρόκληση της μυϊκής βλάβης.

### Σημασία για την Ποιότητα της Ζωής

Η συμμετοχή σε αθλητικές προσπάθειες μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να επιφέρει την πρόκληση μυϊκής βλάβης, η οποία συνοδεύεται από καθυστερημένο μυϊκό πόνο. Η εμφάνιση αυτού του φαινομένου σημαίνει πως ο αθλητής ή ο ασκούμενος δε θα μπορέσει να πραγματοποιήσει τις αθλητικές του δραστηριότητες, περιορίζοντας έτσι τις οποιοδήποτε προπονητικές προσαρμογές. Η χρησιμοποίηση τρόπων και πρακτικών που μπορούν να επιβραδύνουν ή και να μειώσουν την εμφάνιση του πόνου θα βοηθήσουν τον αθλητή ή τον ασκούμενο να επανέλθει με αποτελεσματικό τρόπο στην ενεργό δράση. Η συγκεκριμένη εργασία εξέτασε την επίδραση μιας σχετικά καινούργιας φυσιοθεραπευτικής τεχνικής, της Tecar, για τη μείωση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου μετά από ασυνήθιστη άσκηση με έκκεντρες συστολές. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξαν ορισμένες μικρές διαφοροποιήσεις όσον αφορά την απόκριση των εξεταζόμενων παραγόντων στις διάφορες χρονικές στιγμές που εξετάστηκαν και προτείνεται να συνεχιστεί η προσπάθεια εφαρμογής της τεχνικής και με διαφορετικά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν έχει εφαρμογή εκτός των άλλων τραυματισμών και ασθενειών και στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο.

### Βιβλιογραφία

- Clijisen, R., Leoni, D., Schneebeli, A., Cescon, C., Soldini, E., Li, L., & Barbero, M. (2020). Does the application of tecar therapy affect temperature and perfusion of skin and muscle microcirculation? A pilot feasibility study on healthy subjects. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 26(2), 147-153.
- Crane, J. D., Ogborn, D. I., Cupido, C., Melov, S., Hubbard, A., Bourgeois, J. M., & Tarnopolsky, M. A. (2012). Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. *Science Translational Medicine*, 4(119), 119ra113.
- Deli, C. K., Fatouros, I. G., Paschalis, V., Tsiokanos, A., Georgakouli, K., Zalavras, A., Avloniti, A., Koutedakis, Y., & Jamurtas, A. Z. (2017). Iron supplementation effects on redox status following aseptic skeletal muscle trauma in adults and children. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 4120421.
- Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Barbero-Álvarez, J. C., Mohr, M., Malliou, P., Gourgoulis, V., Deli, C. K., Douroudos, I. I., Margonis, K., Gioftsidou, A., Flouris, A. D., Jamurtas, A. Z., Koutedakis, Y., & Fatouros, I. G. (2015). Correction: recovery kinetics of knee flexor and extensor strength after a football match. *PLoS One*, 10(7), e0133459.
- Duñabeitia, I., Arrieta, H., Torres-Unda, J., Gil, J., Santos-Concejero, J., Gil, S. M., Irazusta, J., & Bidaurrazaga-Letona, I. (2018). Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial. *Physical Therapy in Sport*, 32, 227-234.
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugue, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403.
- Farah, N., McGoldrick, A., Fattah, C., O'Connor, N., Kennelly, M. M., & Turner, M. J. (2012). Body mass index (BMI) and glucose intolerance during pregnancy in white European women. *Journal of Reproduction & Infertility*, 13(2), 95-99.

- Fatouros, I. G., & Jamurtas, A. Z. (2016). Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. *Journal of Inflammation Research*, 9, 175-186.
- Giombini, A., Giovannini, V., Di Cesare, A., Pacetti, P., Ichinoseki-Sekine, N., Shiraishi, M., Maffulli, N. (2007). Hyperthermia induced by microwave diathermy in the management of muscle and tendon injuries. *British Medical Bulletin*, 83, 379-396.
- Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., & Chen, X. (2017). Massage alleviates delayed onset muscle soreness after strenuous exercise: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 8, 747.
- Hawamdeh, M. (2014). The effectiveness of capacitive resistive diathermy (Tecartherapy®) in acute and chronic musculoskeletal lesions and pathologies. *European Journal of Scientific Research*, 118(3), 336-340.
- Jarvinen, T. A., Jarvinen, T. L., Kaariainen, M., Kalimo, H., & Jarvinen, M. (2005). Muscle injuries: Biology and treatment. *American Journal of Sports Medicine*, 33(5), 745-764.
- Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W., & Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 233-240.
- Mero, A. A., Ojala, T., Hulmi, J. J., Puurtinen, R., Karila, T. A., & Seppala, T. (2010). Effects of alfa-hydroxy-isocaproic acid on body composition, DOMS and performance in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 1.
- Michailidis, Y., Karagounis, L. G., Terzis, G., Jamurtas, A. Z., Spengos, K., Tsoukas, D., Chatzinikolaou, A., Mandalidis, D., Stefanetti, R. J., Papassotiriou, I., Athanasopoulos, S., Hawley, J. A., Russell, A. P., & Fatouros, I. G. (2013). Thiol-based antioxidant supplementation alters human skeletal muscle signaling and attenuates its inflammatory response and recovery after intense eccentric exercise. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(1), 233-245.
- Morelli, L., Bramani, S., Cantaluppi, M., Pauletto, M., & Scuotto, A. (2016). Comparison among different therapeutic techniques to treat low back pain: a monitored randomized study. *Ozone Therapy*, 1, 17.
- Nahon, R. L., Silva Lopes, J. S., & Monteiro de Magalhães Neto, A. (2021). Physical therapy interventions for the treatment of delayed onset muscle soreness (DOMS): Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 52, 1-12.
- Nosaka, K., Muthalib, M., Lavender, A., & Laursen, P. B. (2007). Attenuation of muscle damage by preconditioning with muscle hyperthermia 1-day prior to eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 99(2), 183-192.
- Nosaka, K., Sacco, P., & Mawatari, K. (2006). Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(6), 620-635.
- Notarnicola, A., Maccagnano, G., Gallone, M. F., Covelli, I., Tafuri, S., & Moretti, B. (2017). Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: a prospective randomized controlled trial. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*, 31(2), 509-515.
- Osti, R., Pari, C., Salvatori, G., & Massari, L. (2015). Tri-length laser therapy associated to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: A preliminary report of a prospective case series. *Lasers in Medical Science*, 30(1), 407-412.
- Pappas, A., Tsiokanos, A., Fatouros, I. G., Poullos, A., Kouretas, D., Goutzourelas, N., . . . Jamurtas, A. Z. (2021). The effects of spirulina supplementation on redox status and performance following a muscle damaging protocol. *International Journal of Molecular Science*, 22(7), 3559.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Baltzopoulos, V., Mougios, V., Jamurtas, A. Z., & Giakas, G. (2005). Short vs. long length of rectus femoris during eccentric exercise in relation to muscle damage in healthy males. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 20(6), 617-622.
- Paulsen, G., Cramer, R., Benestad, H. B., Fjeld, J. G., Morkrid, L., Hallen, J., & Raastad, T. (2010). Time course of leukocyte accumulation in human muscle after eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 75-85.
- Poullos, A., Fatouros, I. G., Mohr, M., Draganidis, D. K., Deli, C., Papanikolaou, K., Sovatzidis, A., Nakopoulou, T., Ermidis, G., Tzatzakis, T., Laschou, V. C., Georgakouli, K., Koulouris, A., Tsimeas, P., Chatzinikolaou, A., Karagounis, L. G., Batsilas, D., Krstrup, P., & Jamurtas, A. Z. (2018). Post-game high protein intake may improve recovery of football-specific performance during a congested game fixture: results from the PRO-FOOTBALL study. *Nutrients*, 10(4), 494.
- Proske, U., & Allen, T. J. (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 33(2), 98-104.

- Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of Physiology*, 537(2), 333-345.
- Ranchordas, M. K., Dawson, J. T., & Russell, M. (2017). Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 35.
- Ribeiro, S., Henriques, B., & Cardoso, R. (2018). The effectiveness of tecar therapy in musculoskeletal disorders. *International Journal of Public Health and Health Systems*, 3(5), 77-83.
- Silva, L. A., Silveira, P. C., Pinho, C. A., Tuon, T., Dal Pizzol, F., & Pinho, R. A. (2008). N-acetylcysteine supplementation and oxidative damage and inflammatory response after eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18(4), 379-388.
- Smith, C., Kruger, M. J., Smith, R. M., & Myburgh, K. H. (2008). The inflammatory response to skeletal muscle injury: illuminating complexities. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(11), 947-969.
- Theodorou, A. A., Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Koutsias, S., Panayiotou, G., Fatouros, I. G., . . . Jamurtas, A. Z. (2011). No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93(6), 1373-1383.
- Theodorou, A. A., Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Sakellariou, G. K., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., & Jamurtas, A. Z. (2010). Comparison between glucose-6-phosphate dehydrogenase-deficient and normal individuals after eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(6), 1113-1121.
- Tidball, J. G. (2005). Inflammatory processes in muscle injury and repair. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 288(2), 345-353.
- Tranquilli, C., Ciufetti, A., Bergamo, P., & Combi, F. (2009). Multicenter study on TECAR® therapy on sports pathologies. *MKT-2009-009 V01-2009.12.18-UK*.
- Tsitsimpikou, C., Chrisostomou, N., Papalexis, P., Tsarouhas, K., Tsatsakis, A., & Jamurtas, A. (2011). The use of nutritional supplements among recreational athletes in Athens, Greece. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(5), 377-384.
- Visconti, L., Forni, C., Coser, R., Trucco, M., Magnano, E., & Capra, G. (2020). Comparison of the effectiveness of manual massage, long-wave diathermy, and sham long-wave diathermy for the management of delayed-onset muscle soreness: a randomized controlled trial. *Archives of Physiotherapy*, 10, 1.
- Wu, Q., Liu, L., Miron, A., Klimova, B., Wan, D., & Kuca, K. (2016). The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview. *Archive of Toxicology*, 90(8), 1817-1840.

### Επιπρόσθετη βιβλιογραφία

- Deli, C.K., Paschalis, V., Theodorou, A.A., Nikolaidis, M.G., Jamurtas, A.Z., & Koutedakis, Y. (2011). Isokinetic knee joint evaluation in track and field events. *The Journal of Strength & Condition Research*, 25(9), 2528-2536.
- Ganzit, G.P., Stefanini, L., & Stesina, G. (2015). Tecar therapy in the treatment of acute and chronic pathologies in sports [online] Διαθέσιμο από: <https://www.trtherapy.cz/scientific-support-tecar-therapy-in-the-treatment-of-acuteand-chronicpathologies-in-sports>.
- Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Fatouros, I. G., Giakas, G., Koutedakis, Y., Karatzaferi, C., Kouretas, D., & Jamurtas, A. Z. (2007). Uniform and prolonged changes in blood oxidative stress after muscle-damaging exercise. *In Vivo*. 21(5), 877-83.
- Terranova, A., Vermiglio G., Arena S., Ciccio, A., Di Dio, S., & Vermiglio M. (2008). Tecarterapia nel trattamento post-chirurgico delle fratture di femore. *Europa Medicophysica* 44 (Suppl. 1 to No. 3).
- Valentini, S., Bruno, B., Nanni, C., Musella, V., Antonucci, M., & Spinella G. (2021). A superficial heating evaluation by thermographic imaging before and after Tecar therapy in six dogs. Submitted to a rehabilitation protocol: A pilot study. *Animals (Basel)* 11(2), 249.
- Yeste-Fabregat, M., Baraja-Vegas, L., Vicente-Mampel, J., Pérez-Bermejo, M., Bautista González, I. J., & Barrios, B. (2021). Acute effects of Tecar therapy on skin temperature, ankle mobility and hyperalgesia in myofascial pain syndrome in professional basketball players: A pilot study. *International journal of environmental research and public health*, 18(16), 8756.

**Υπεύθυνος έκδοσης:** Ελληνική Ακαδημία Φυσικής Αγωγής. **Υπεύθυνη συντακτικής επιτροπής:** Όλγα Κούλη. **Επιμελητές έκδοσης:** Θεοδωράκης Γιάννης, Βάσω Ζήση, Βασίλης Γεροδήμος, Αντώνης Χατζηγεωργιάδης, Θανάσης Τσιόκανος, Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Γιώργος Τζετζής, Θωμάς Κουρτέσης, Ευάγγελος Αλμπανιδής, Κων/να Δίπλα. **Διαχείριση-επιμέλεια-στοιχειοθεσία:** Ευάγγελος Γαλάνης, Χαράλαμπος Κρομμύδας, Βασίλης Μπιούγλας.

**Editor -in- Chief:** Hellenic Academy of Physical Education. **Head of the editorial board:** Olga Kouli. **Editorial Board:** Theodorakis Giannis, Vaso Zissi, Vasilis Gerodimos, Antonis Chatzigeorgiadis, Thanassis Tsiokanos, Athanasios Jamurtas, Giorgos Tzetzis, Thomas Kourtessis, Evangelos Albanidis, Konstantina Dipla. **Editorial management:** Evangelos Galanis, Haralampos Krommidas, Vasilis Bouglas.