

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ
Διευθυντής: Καθηγητής Μιχαήλ Κουτσιλιέρης**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ:
ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΜΠΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΙΝΟΝΤΩΝ ΜΥΩΝ
ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ**

του

**Ιωάννη Κατραμπασά
Χειρουργού Ορθοπαιδικού**

Αθήνα 2019

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1^{ος} Επιβλέπων: Αγγελολιάννη Παναγούλα, Αν. Καθηγήτρια Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ

2^{ος} Επιβλέπων: Κουτσιλιέρης Μιχαήλ, Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ

3^{ος} Επιβλέπων: Φιλίππου Αναστάσιος, Αν. Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Μιχαήλ Κουτσιλιέρης, Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ
2. Παναγούλα Αγγελολιάννη, Αν. Καθηγήτρια Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ
3. Ιωάννης Φατούρος, Καθηγητής Βιοχημείας της Άσκησης, ΤΕΦΑΑ Παν/μίου Θεσσαλίας
4. Αναστάσιος Φιλίππου, Αν. Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ
5. Αθανάσιος Αρμακόλας, Αν. Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ
6. Κλειώ Μαυραγάνη, Αν. Καθηγήτρια Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ
7. Αντώνιος Χατζηγεωργίου, Επ. Καθηγητής Πειραματικής Φυσιολογίας ΕΚΠΑ

ΣΤΟΝ ΠΑΤΕΡΑ ΜΟΥ

ΣΤΗΝ ΓΥΝΑΙΚΑ ΜΟΥ

ΣΤΗΝ ΚΟΡΗ ΜΟΥ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να διερευνήσει, την φλεγμονώδη απάντηση και τον ρυθμό ανάκτησης της απόδοσης, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης μετά από δύο επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου μέσα στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο μιας ομάδας.

Η σημασία της μελέτης έγκειται στην προσπάθεια χαρτογράφησης των αποκρίσεων του ανθρώπινου οργανισμού σε δείκτες μυϊκού ασκησιογενούς τραυματισμού, ασκησιογενούς φλεγμονής και σωματικής απόδοσης μετά από την συμμετοχή σε επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου. Η γνώση που θα αποκτηθεί θα διευκολύνει στον καλύτερο προγραμματισμό των επαναλαμβανόμενων επιβαρύνσεων υψηλής έντασης, την βέλτιστη αξιοποίηση μεθόδων αποκατάστασης για την ταχεία αναγέννηση του μυϊκού ιστού για την επαναφορά της λειτουργικής ικανότητας μειώνοντας τον κίνδυνο για τραυματισμό.

Τελειώνοντας τον πρόλογο της εργασίας αυτής θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε κάποιους ανθρώπους χωρίς την συμβολή των οποίων η πραγματοποίησή της θα ήταν από δυσκολότερη έως αδύνατη.

- Στον καθηγητή της Πειραματικής Φυσιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Μιχάλη Κουτσιλιέρη, ο οποίος από την πρώτη συζήτηση μαζί του για το ενδιαφέρον μου για επανενεργοποίηση μια παλιάς πρότασης για Διατριβή υπήρξε ένθερμος αρωγός της προσπάθειας, συνέβαλλε στην οργάνωση του θέματος και των απαραίτητων επιτροπών και βοήθησε, με το κύρος του και τις γνώσεις του, αποτελεσματικά, στην υπερνίκηση πολλών γραφειοκρατικών εμποδίων και επιστημονικών δυσκολιών
- Στον καθηγητή Βιοχημείας της Άσκησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Γιάννη Φατούρο τόσο για την ουσιαστική του συμβολή σε όλο το φάσμα της εκπόνησης της συγκεκριμένης διατριβής, όσο και για την μακρόχρονη επιστημονική του βοήθεια σε διάφορα στάδια της επιστημονικής μου παρουσίας. Σημειωτέον ότι η θεματολογία της εργασίας αυτής εντάσσεται στα πλούσια και πρωτοποριακά ερευνητικά προγράμματα του κ. Φατούρου και της ομάδας του στο ΤΕΦΑΑ Τρικάλων
- Στον αναπληρωτή καθηγητή Πειραματικής Φυσιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Αναστάσιο Φιλίππου για την πολύτιμη βοήθειά του στην οργάνωση των επιτροπών, στην διακίνηση των απαραίτητων εγγράφων και για την συνεχή επαγρύπνησή του όσον αφορά την πρόοδο της εργασίας, τις χρονικές παραμέτρους, κάποιες επιστημονικές και τεχνικές, πλην απαραίτητες, λεπτομέρειες και την ηθική του συμπαράσταση στις προσωπικές μου δυσκολίες, λόγω φόρτου εργασίας, γραφειοκρατικών εμποδίων κ.ά.

- Στον διδάσκοντα στο ΤΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Δρ. Παναγιώτη Τσιμέα, για την κοπιώδη προσπάθειά του να συγκεντρώσει του πλούσιο υλικό και τις μετρήσεις, να πραγματοποιήσει τις στατιστικές αναλύσεις και να μου παραδώσει ένα οργανωμένο πλαίσιο ερευνητικού υλικού που καθιστούσε πολύ πιο εύκολη την συγγραφή της διατριβής.
- Στην γραμματέα της έδρας της Πειραματικής Φυσιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Ελένη Τριάντου, για την πολύτιμη συμβολή της στην γρήγορη διεκπεραίωση πολλών γραφειοκρατικών διαδικασιών και την συνεχή της παρουσία και «όχληση» για την τήρηση των απαραίτητων προθεσμιών, εγγράφων και συντονισμό ανθρώπων και επιτροπών, παρά τον ιδιαίτερο φόρτο εργασίας της.
- Τέλος οφείλω να ευχαριστήσω και την οικογένειά μου, η οποία έδειξε ανοχή και κατανόηση στο άγχος μου για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, στα ταξίδια που έπρεπε να κάνω για μετρήσεις και άλλες επαφές προκειμένου να προχωρήσει η έρευνα και να μετατραπεί σε διατριβή.

© 2019

Ιωάννης Κατραμπασάς
ALL RIGHTS RESERVED

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΚΑΤΡΑΜΠΙΑΣΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ: Φυσιολογία της Άσκησης: Προσαρμογές των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος στο Ποδόσφαιρο

(Υπό την επίβλεψη της Αν. Καθηγήτριας κ. Αγγελολιάννη Παναγούλας)

Ένας αγώνας ποδοσφαίρου προκαλεί ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό αύξηση της φλεγμονής με άμεσες συνέπειες στην σωματική απόδοση. Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνήσει, την φλεγμονώδη απόκριση και τον ρυθμό ανάκτησης της απόδοσης, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης μετά από δύο επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου μέσα στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με διπλά τυφλό (double blind), σχεδιασμό 2 x 3 με τους εθελοντές να συμμετάσχουν διασταυρωμένα (crossover) και στις δύο συνθήκες (πειραματική & ελέγχου), πραγματοποιώντας επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο (έξι χρονικές στιγμές). Στη μελέτη συμμετείχαν 20 υγιείς ποδοσφαιριστές ηλικίας 22.5 ± 1.7 ετών και προπονητικής ηλικίας 10.3 ± 0.5 ετών οι οποίοι αρχικά εντάχθηκαν με τυχαίο τρόπο στις δύο ομάδες. Αξιολογήθηκαν: στους δείκτες μυϊκού τραυματισμού, στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο (DOMS) και στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος (KJRM), στους δείκτες φλεγμονής τη συγκέντρωση κρεατινικής κινάσης (CK) και τον πληθυσμό των λευκοκυττάρων (WBC). Επίσης, κατά την διάρκεια των αγώνων αξιολογήθηκε η αγωνιστική απόδοση με τη χρήση GPS, η μέση καρδιακή συχνότητα, το ποσοστό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας και η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος. Για την αξιολόγηση της επίδρασης των δύο επαναλαμβανόμενων αγώνων στη σωματική απόδοση μέχρι και δύο μέρες μετά αξιολογήθηκε η δύναμη των κάτω άκρων με ισοκινητικό δυναμόμετρο και στους τρεις τύπους μυϊκής σύσπασης. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι στην πλειονότητα των μεταβλητών (δύναμη, φλεγμονή, DOMS) οι επαναλαμβανόμενοι αγώνες επέδρασαν αθροιστικά στις τιμές τους παρουσιάζοντας υψηλότερες τιμές μετά το δεύτερο παιχνίδι Παράλληλα βρέθηκε ότι οι καμπτήρες του γόνατος επηρεάστηκαν περισσότερο κατά τις έκκεντρες προσπάθειες σε σχέση με τους εκτεινόντες και αυτό με την σειρά του επηρέασε και την λειτουργική αναλογία που αποδείχθηκε πιο ευαίσθητη από την μειομετρική. Τα παραπάνω έδειξαν ότι ο χρόνος αποκατάστασης μεταξύ των δύο παιχνιδιών δεν ήταν επαρκής για την πλήρη αποκατάσταση της ομοιοστασίας και της λειτουργικότητας των ποδοσφαιριστών. Η συσσωρευμένη κόπωση αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμού και προς αποφυγή αυτού προτείνεται οι στρατηγικές αποκατάστασης να εστιάζουν στην έκκεντρη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων με σκοπό την επίτευξη της ιδανικής λειτουργικής αναλογίας και διατήρησης αυτής.

Λέξεις-κλειδιά: απόδοση, λειτουργική αναλογία, τραυματισμός, φλεγμονή

ABSTRACT

IOANNIS KATRABASAS: Exercise Physiology: Adaptations of the knee flexors and extensors muscles in Football

(Under the supervision of Professor Aggelogiannis Panagoula)

A football match causes exertional muscle injury to increase inflammation with immediate effects on physical performance. The purpose of the study was to investigate the inflammatory response and the recovery rate of performance during recovery after two repeated soccer matches within the same racing microcycle. The study was conducted with double-blind, 2 x 3 design with volunteers crossover in both conditions (experimental & control), performing repeated measurements of time factor (six-time points). The study involved 20 healthy soccer players aged 22.5 ± 1.7 yrs and training age 10.3 ± 0.5 yrs who were initially randomly assigned to the two groups. Assessment: muscle injury markers, Delayed onset of muscle soreness (DOMS), and knee joint range of motion (KJRM), creatine kinase concentration (CK), and leukocyte population (WBC) inflammation markers. Also, during the matches, the performance was assessed using GPS, mean heart rate, peak heart rate percentage, and lactate concentration. To evaluate the effect of two repetitive soccer matches on physical performance up to two days later, the strength of the lower extremities was assessed by isokinetic dynamometer in all three types of muscle contraction. The results showed that in the majority of variables (power, inflammation, DOMS), repetitive matches had a cumulative effect on their values, showing higher values after the second game. The functional ratio proved to be more sensitive than conventional. The above showed that the recovery time between the two games was not sufficient to fully restore the homeostasis and functionality of the players. Accumulated fatigue increases the risk of injury. It is suggested that rehabilitation strategies should focus on the eccentric strength of the knee flexors in order to achieve the ideal functional ratio and maintain it.

Keywords: functional ratio, injury, inflammation, performance

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ (ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ)	III
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	VI
ABSTRACT	VII
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	VIII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	XI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	XII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	XV
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	XVI
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗΣ ΜΥΪΚΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΓΜΟΝΗ.....	1
ΈΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΜΥΪΚΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ	2
ΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ	2
Ο ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗΣ ΜΥΪΚΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΓΜΟΝΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΑΓΩΝΑ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ	3
Η ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΠΑΙΓΝΙΔΙ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ	4
Ο ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗΣ ΜΥΪΚΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΓΜΟΝΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΔΥΟ Η ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΥΣ ΑΓΩΝΕΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ.....	5
Η ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ.....	7
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	8
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	8
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	8
ΜΗΔΕΝΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ.....	9
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	11
ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	11
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ	12
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	14
ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗΣ ΜΥΪΚΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ	14
ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗΣ ΦΛΕΓΜΟΝΗ	18
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΥΪΚΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ	20
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ.....	21
ΦΛΕΓΜΟΝΗ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ.....	24

<i>Ασκησιογενής φλεγμονή δύο αγώνων ποδοσφαίρου</i>	25
<i>Ασκησιογενής φλεγμονή τριών αγώνων ποδοσφαίρου</i>	26
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ	26
<i>Είδη των τραυματισμών.</i>	28
<i>Συνδεσμικοί τραυματισμοί.</i>	28
<i>Τενόντιοι τραυματισμοί.</i>	29
<i>Οστικοί τραυματισμοί.</i>	29
<i>Μυϊκοί τραυματισμοί.</i>	30
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	34
ΔΕΙΓΜΑ	34
<i>Κριτήρια συμμετοχής.</i>	34
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	34
ΌΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	38
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΙΩΝ	39
<i>Σωματομετρικές μετρήσεις.</i>	39
<i>Καρδιοαναπνευστική ικανότητα</i>	40
<i>Δεδομένα παιγνιδιού</i>	43
<i>Μεταβλητές μυϊκού τραυματισμού και φλεγμονής</i>	44
<i>Βιοχημικές μετρήσεις</i>	46
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	47
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	48
ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	49
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΑΙΓΝΙΔΙΟΥ	50
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση</i>	50
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση με χαμηλή ταχύτητα</i>	50
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση με μέτρια ταχύτητα</i>	51
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση με υψηλή ταχύτητα</i>	52
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση με πολύ υψηλή ταχύτητα</i>	52
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση με σπριντ</i>	53
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 1</i>	53
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 2</i>	54
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 3</i>	54
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 1</i>	55
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 2</i>	55
<i>Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 3</i>	56
<i>Μέση καρδιακή συχνότητα</i>	56

Ποσοστό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας	57
Γαλακτικό οξύ	57
ΜΥΪΚΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΛΕΓΜΟΝΗ	59
DOMS των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού	59
DOMS των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού	60
Σύγκριση της DOMS των καμπτήρων του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη ποδιού	61
Σύγκριση της DOMS των εκτεινόντων του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού	63
Εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο κυρίαρχο πόδι.....	64
Εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο μη κυρίαρχο πόδι	64
Σύγκριση της κίνησης της άρθρωσης του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού	65
Κρεατινική κινάση.....	66
Λευκά αιμοσφαίρια	66
ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ	68
Ισομετρική δύναμη	68
Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60 °/s.....	75
Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180 °/s.....	87
Σύγκριση μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.	99
Σύγκριση της δύναμης μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων.....	104
Σύγκριση μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης.....	106
Σύγκριση μεταξύ παραδοσιακής και νέας αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων.....	108
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	112
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΑΓΩΝΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗ ΜΥΪΚΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ	113
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΑΓΩΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗ ΦΛΕΓΜΟΝΗ	115
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΑΓΩΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ.....	116
Επίδραση των δύο παιχνιδιών.....	116
Σύγκριση κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.....	117
Σύγκριση εκτεινόντων – καμπτήρων.....	118
Σύγκριση έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης	118
Σύγκριση παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας	118
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	120
VIII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	139
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.	140

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	49
Πίνακας 2. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική δύναμη μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 1 ^ο Αγώνα.....	99
Πίνακας 3. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική δύναμη μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 2 ^ο Αγώνα.....	99
Πίνακας 4. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική δύναμη μεταξύ 1 ^{ου} και 2 ^{ου} Αγώνα.....	100
Πίνακας 5. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 1 ^ο Αγώνα.....	101
Πίνακας 6. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 2 ^ο Αγώνα.....	101
Πίνακας 7. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ 1 ^{ου} και 2 ^{ου} Αγώνα.....	102
Πίνακας 8. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 1 ^ο Αγώνα.....	103
Πίνακας 9. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 2 ^ο Αγώνα.....	103
Πίνακας 10. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ 1 ^{ου} και 2 ^{ου} Αγώνα.....	104
Πίνακας 11. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική και ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων στον 1 ^ο Αγώνα.....	105
Πίνακας 12. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική και ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων στον 2 ^ο Αγώνα.....	106
Πίνακας 13. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ μειομετρικής και έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 60°/sec στον 1 ^ο Αγώνα.....	107
Πίνακας 14. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 60°/sec στον 2 ^ο Αγώνα.....	107
Πίνακας 15. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 180°/sec στον 1 ^ο Αγώνα.....	108
Πίνακας 16. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 180°/sec στον 2 ^ο Αγώνα.....	108
Πίνακας 17. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) στον 1 ^ο Αγώνα.....	109
Πίνακας 18. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) στον 2 ^ο Αγώνα.....	109
Πίνακας 19. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ 1 ^{ου} και 2 ^{ου} Αγώνα.....	110
Πίνακας 20. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ 1 ^{ου} και 2 ^{ου} Αγώνα.....	111

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Σύγκριση της συνολικά διανυθείσας απόστασης μεταξύ των δύο αγώνων.	50
Γράφημα 2. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με χαμηλή ταχύτητα (0.2-7.2 km/h).	51
Γράφημα 3. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με χαμηλή ταχύτητα (7.3.2-14.4 km/h).	51
Γράφημα 4. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με υψηλή ταχύτητα (14.5-19.8 km/h).	52
Γράφημα 5. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με πολύ υψηλή ταχύτητα (19.9-25.2 km/h).	52
Γράφημα 6. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με σπριντ (>25.2 km/h) μεταξύ των δύο αγώνων.	53
Γράφημα 7. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιτάχυνσης 1 (1-2 m/sec ²) μεταξύ των δύο αγώνων.	53
Γράφημα 8. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιτάχυνσης 2 (2-3 m/sec ²) μεταξύ των δύο αγώνων.	54
Γράφημα 9. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιτάχυνσης 3 (>3 m/sec ²) μεταξύ των δύο αγώνων. . .	54
Γράφημα 10. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιβράδυνσης 1 (1-2 m/sec ²) μεταξύ των δύο αγώνων.	55
Γράφημα 11. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιβράδυνσης 2 (2-3 m/sec ²) μεταξύ των δύο αγώνων.	55
Γράφημα 12. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιβράδυνσης 2 (2-3 m/sec ²) μεταξύ των δύο αγώνων.	56
Γράφημα 13. Σύγκριση της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των δύο αγώνων.	56
Γράφημα 14. Σύγκριση του ποσοστού μέγιστης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των δύο αγώνων.	57
Γράφημα 15. Μεταβολές της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στους δύο αγώνες.	58
Γράφημα 16. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους καμπτήρες του κυρίαρχου ποδιού.	59
Γράφημα 17. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους καμπτήρες του μη κυρίαρχου ποδιού.	60
Γράφημα 18. Σύγκριση DOMS των καμπτήρων μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.	61
Γράφημα 19. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους εκτεινόντες του κυρίαρχου ποδιού.	62
Γράφημα 20. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους εκτεινόντες του κυρίαρχου ποδιού.	63
Γράφημα 21. Σύγκριση DOMS των εκτεινόντων μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.	63
Γράφημα 22. Μεταβολές του εύρους κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο κυρίαρχο πόδι.	64
Γράφημα 23. Μεταβολές του εύρους κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο μη κυρίαρχο πόδι.	65
Γράφημα 24. Σύγκριση του εύρους κίνησης του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.	65
Γράφημα 25. Μεταβολές της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης.	66
Γράφημα 26. Μεταβολές της συγκέντρωσης του πληθυσμού των λευκών αιμοσφαιρίων.	67
Γράφημα 27. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.	69
Γράφημα 28. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.	70
Γράφημα 29. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.	71
Γράφημα 30. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.	72
Γράφημα 31. Σύγκριση της αναλογίας ισομετρικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.	73

Γράφημα 52. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.....	94
Γράφημα 53. Σύγκριση της αναλογίας της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.....	95
Γράφημα 54. Σύγκριση της αναλογίας της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.....	96
Γράφημα 55. Σύγκριση της λειτουργικής αναλογίας της ισοκινητικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.....	97
Γράφημα 56. Σύγκριση της λειτουργικής αναλογίας της ισοκινητικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.....	98

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Πειραματικός σχεδιασμός για την καταγραφή των επιδράσεων στην δύναμη και στην φλεγμονή, δύο επαναλαμβανόμενων αγώνων ποδοσφαίρου στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο.	37
Σχήμα 2. Σχηματική παρουσίαση της δοκιμασίας "Yo-Yo IR" (τροποποιημένο από Bangsbo & Mohr, 2012)	41
Σχήμα 3. Σχηματική περιγραφή της δοκιμασίας "Yo-Yo IE2" (τροποποιημένο από Bangsbo & Mohr, 2012).....	42
Σχήμα 4. Σχηματική παρουσίαση της δοκιμασίας "Creative Speed Test"	42
Σχήμα 5. Σχηματική περιγραφή της δοκιμασίας "Short Dribbling Test" (τροποποιημένο από Bangsbo & Mohr, 2012)	43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

CK	Creatine kinase	Κρετινική Κινάση
Day1, Day2,	Day 1, Day 2,	1 ^η μέρα, 2 ^η μέρα μετά τον αγώνα
DOMS	Delayed onset of muscle soreness	Καθυστερημένος Μυϊκός Πόνος
G1, G2	Game 1, Game 2,	1 ^{ος} Αγώνας, 2 ^{ος} Αγώνας
G1pre	Game 1 pre	Πριν τον 1 ^ο Αγώνα
G1D1	One Day after Game 1	Μια μέρα μετά τον 1 ^ο Αγώνα
G1D2	Two Days after Game 1	Δύο μέρες μετά τον 1 ^ο Αγώνα
G2D1	One Day after Game 2	Μια μέρα μετά τον 2 ^ο Αγώνα
G2D2	Two Days after Game 2	Δύο μέρες μετά τον 2 ^ο Αγώνα
GPS	Global positioning system	Παγκόσμιο Σύστημα Γεωεντοπισμού
HR	Heart rate	Καρδιακή συχνότητα
KJRM	Knee range of motion	Εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος
VO ² max	Maximal oxygen uptake	Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
WBC	White blood cell count	Πληθυσμός λευκών αιμοσφαιρίων
Yo-Yo IR1,2	Yo-Yo intermittent recovery test IR1,2	Παλλίνδρομο διαλειμματικό τεστ, IR1,2
Yo-Yo IE1,2	Yo-Yo intermittent recovery test, IE1, 2	Παλλίνδρομο διαλειμματικό τεστ αντοχής IE1,2

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ασκησιογενής Μυϊκός Τραυματισμός και Φλεγμονή

Η συμμετοχή σε ασυνήθιστες αθλητικές δραστηριότητες ή δραστηριότητες υψηλής έντασης μακράς διάρκειας έχουν σαν συνέπεια τον μυϊκό τραυματισμό (Roger, Guermazi, & Skaf, 2016). Η πρώτη αντίδραση του οργανισμού στον μυϊκό τραυματισμό είναι η δημιουργία φλεγμονής, διαδικασία απαραίτητη για την αποκατάσταση και αναδόμηση του μυϊκού ιστού. Η φλεγμονώδης απόκριση εξαρτάται από δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι η έκταση της βλάβης και ο δεύτερος είναι ο βαθμός της αγγείωσης στον μυ την στιγμή του τραυματισμού (C. Smith, Kruger, Smith, & Myburgh, 2008). Στην πρώτη φάση, συμβαίνουν ταυτόχρονα διαδικασίες δημιουργίας φλεγμονής αλλά και δευτερογενούς τραυματισμού. Παρόλο που έχει προταθεί ότι η εμφάνιση ουδετερόφιλων συμβάλλει στον δευτερογενή τραυματισμό, δεν υπάρχουν σαφείς αποδείξεις γι' αυτό. Αντίθετα τα μακροφάγα, αν και αποτελούν μέρος της φλεγμονώδους απόκρισης, έχει αποδειχθεί ότι έχουν ρόλο στην ανάρρωση και όχι στην επιδείνωση της δευτερογενούς βλάβης. Συγκεκριμένα τα μακροφάγα κατά την διάρκεια της δεύτερης φάσης συντελούν α) στην απομάκρυνση κυτταρικών υπολειμμάτων μέσω της φαγοκυττάρωσης, β) στην παρεμπόδιση της απόπτωσης των μυϊκών κυττάρων, γ) στην απελευθέρωση παραγόντων που προωθούν την ενεργοποίηση και ανάπτυξη των πρόδρομων μυϊκών κυττάρων, δ) στην έκκριση κυτοκινών και αυξητικών παραγόντων για τη διευκόλυνση της αποκατάστασης των αγγείων και των μυϊκών ινών ενώ ε) κατά την φάση της επαναδημιουργίας του μυ αλλάζουν από έναν προ- φλεγμονώδη σε έναν αντι- φλεγμονώδη φαινότυπο. Σε αυτήν την τελευταία φάση τα μακροφάγα μαζί με τα δορυφόρα κύτταρα πρωταγωνιστούν στην αναδιοργάνωση του μυϊκού ιστού ολοκληρώνοντας έτσι την ανασύνθεση των τραυματισμένων μυϊκών ινών και την αποκατάσταση της λειτουργικότητάς τους. Κατά τον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό, η φλεγμονή στην περιοχή του τραυματισμένου μυϊκού ιστού συνοδεύεται από αύξηση στην παραγωγή ελεύθερων ριζών και οξειδωτικά αλλοιωμένων πρωτεϊνών και λιπιδίων (Peake, Nosaka, & Suzuki, 2005). Η αύξηση των ελεύθερων ριζών διαταράσσει την ισορροπία μεταξύ της παραγωγής ελεύθερων ριζών και της εξουδετέρωσής τους από τον αντιοξειδωτικό μηχανισμό και οδηγεί τον ασκούμενο σε κατάσταση οξειδωτικού στρες (Finaud, Lac, & Filaire, 2006; Pittaluga et al., 2006). Η ύπαρξη αυξημένης ποσότητας ελεύθερων ριζών μπορεί να επιδεινώσει τον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό μέσω της οξείδωσης των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και των νουκλεϊκών οξέων προσβάλλοντας τόσο τον τραυματισμένο ιστό

όσο και τους παρακείμενους υγιείς (Pierce, de Waal, McManus, Shireman, & Chaudhuri, 2007; Tidball, 2005).

Έκκεντρη άσκηση και μυϊκός τραυματισμός

Η ενεργοποίηση του μυϊκού συστήματος κατά την άσκηση έχει την δυνατότητα ανάλογα με τις συνθήκες να πραγματοποιηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α) σύγκεντρα ή μειομετρικά (μείωση του μήκους του του μυός), β) έκκεντρα ή πλειομετρικά (με αύξηση του μήκους του μυός) και γ) ισομετρικά (χωρίς μεταβολή του μήκους του μυός). Ομοίως χαρακτηρίζονται και οι αντίστοιχες μυϊκές συσπάσεις σύγκεντρη ή μειομετρική, έκκεντρη ή πλειομετρική και ισομετρική. Από τα προαναφερόμενα είδη μυϊκής σύσπασης, η έκκεντρη είναι αυτή που παρουσιάζει αυξημένο κίνδυνο για μυϊκό τραυματισμό και όταν αυτός συμβαίνει είναι μεγαλύτερης έκτασης σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη μυϊκής σύσπασης (Newham, Mills, Quigley, & Edwards, 1983). Ωστόσο, η έκταση αυτή δεν εξαρτάται μόνο από την φύση της μυϊκής σύσπασης αλλά και από άλλους παράγοντες όπως το γενετικό προφίλ (Baumert, Lake, Stewart, Drust, & Erskine, 2016), το επίπεδο φυσικής κατάστασης και η διατροφή (Giamberardino et al., 1996), ο τύπος της άσκησης (Clarkson & Sayers, 1999) και η έντασή της (Nosaka & Newton, 2002). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι όταν η άσκηση χαρακτηρίζεται από έκκεντρες μυϊκές συστολές, υψηλής έντασης, τότε μπορεί να οδηγήσει σε ακόμα μεγαλύτερης έκτασης μυϊκό τραυματισμό (Fatouros & Jamurtas, 2016).

Το προφίλ του ποδοσφαίρου

Το ποδόσφαιρο είναι ένα ομαδικό άθλημα, ιδιαίτερα δημοφιλές, που παίζεται και από τα δύο φύλλα με πάνω από 250 εκατομμύρια ενεργούς ποδοσφαιριστές, εγγεγραμμένους στα μητρώα των ομοσπονδιών (Zivkovic et al., 2013). Είναι μεγάλης διάρκειας με διαλειμματικό χαρακτήρα παρουσιάζοντας εναλλαγή ενεργειών χαμηλής και υψηλής έντασης (Mohr, Krusturup, & Bangsbo, 2003). Παρόλο που βασίζεται στον αερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας, το σύνολο της απαιτούμενης ενέργειας δεν μπορεί να καλυφθεί από αυτόν και γι' αυτό συνεισφέρει και ο αναερόβιος μηχανισμός. Πράγματι, ενώ η μέση και μέγιστη καρδιακή συχνότητα των παικτών κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου, ισούται με το 85 και 98% της μέγιστης, αντίστοιχα (J. Bangsbo, 1994a; J. Bangsbo, Mohr, & Krusturup, 2006) και η κατανάλωση οξυγόνου προσδιορίζεται στο 70-75% της μέγιστης πρόσληψης αυτού (VO₂max) (Ispirilidis et al., 2008b;

Mohr, Krustrup, Nybo, Nielsen, & Bangsbo, 2004), έχει παρατηρηθεί ότι οι αθλητές ποδοσφαίρου πραγματοποιούν κατά μέσο όρο 150 – 250 μικρής διάρκειας ενέργειες υψηλής έντασης (Mohr et al., 2003), γεγονός που υποδηλώνει την σημαντική συμβολή του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Παράλληλα, στη διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου, εκτελούνται πάνω από 1300 διαφορετικές κινήσεις (Mohr et al., 2003) ενώ διανύονται 10 έως 13 χιλιόμετρα (J. Bangsbo et al., 2006; Mohr et al., 2003) εκ των οποίων το 5% αποτελούν εκρηκτικές κινήσεις όπως, άλματα, αλλαγές κατεύθυνσης με τη μπάλα ή χωρίς, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, τάκλιν, κεφαλιές και σουτ και οι οποίες εμφανίζονται κάθε τέσσερα έως έξι δευτερόλεπτα (Barros et al., 2007). Αναλυτικότερα, σε κάθε αγώνα πραγματοποιούνται, κατά μέσο όρο, 45 επαφές με τη μπάλα, 28 κοντινές πάσες, τέσσερις μακρινές πάσες, 1-2 διεισδύσεις, 2-3 κεφαλιές, 1-2 τάκλιν, μία ντρίμπλα και δύο σουτ (E. Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisloff, 2009). Η εκτέλεση των παραπάνω κινήσεων κατά την διάρκεια των αγώνων σχετίζεται με αύξηση του μυϊκού μικροτραυματισμού και με βιοχημικούς δείκτες όπως είναι οι κυτοκίνες και οι ορμόνες (Ispiridis et al., 2008b). Οι δείκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το προσδιορισμό της έκτασης της μυϊκής βλάβης και της σωματικής καταπόνησης που υπέστησαν οι αθλητές (Coelho et al., 2019).

Ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός και φλεγμονή μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου

Κατά την διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα οι αθλητές εκτελούν ποικίλης πολυπλοκότητας και έντασης κινητικές δεξιότητες όπως είναι το απλό τρέξιμο, οι απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, οι αλλαγές κατεύθυνσης, οι σωματικές επαφές και τα σπριντ ενώ αρκετά μεγάλο ποσοστό αποτελούν οι ενέργειες υψηλής έντασης με ιδιαίτερα υψηλές τεχνικές απαιτήσεις όπως είναι τα άλματα για κεφαλιές και οι συνδυασμοί σπριντ, ντρίμπλας και σουτ. Οι παραπάνω ενέργειες εκτελούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα (2x45 λεπτά) εναλλασσόμενες μεταξύ τους και χαρακτηριζόμενες από το στοιχείο της έκκεντρης συστολής. Αυτό προκαλεί ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό και σημαντική αύξηση των τιμών των δεικτών φλεγμονής. Συγκεκριμένα, η κρεατινική κινάση μετά το τέλος του αγώνα, αυξάνεται φτάνοντας στις υψηλότερες τιμές της στις 24-48 ώρες μετά το παιχνίδι και παραμένει σε υψηλά επίπεδα έως και έξι μέρες μετά (Ascensao et al., 2008; Ispiridis et al., 2008b; Magalhaes et al., 2010; Silva et al., 2018). Παράλληλα, ο αριθμός των λευκοκυττάρων αυξάνεται και φτάνει τις μέγιστες τιμές του στο πρώτο μισάωρο μετά το τέλος του αγώνα, ενώ επανέρχεται εντός 24 ωρών στις τιμές ηρεμίας

(Andersson, Bohn, et al., 2010; Ispirilidis et al., 2008b; Magalhaes et al., 2010). Η αύξηση των λευκοκυττάρων οφείλεται κυρίως στα ουδετερόφιλα τα οποία ακολουθούν χρονικά, τις μεταβολές του συνόλου των λευκοκυττάρων, όντας το είδος των λευκοκυττάρων που παρουσιάζει τον μεγαλύτερο βαθμό αύξησης (Andersson, Bohn, et al., 2010; Ascensao et al., 2008). Αντίθετα τα λεμφοκύτταρα μειώνονται σημαντικά, αμέσως μετά τον αγώνα και επανέρχονται στα αρχικά τους επίπεδα εντός 24 ωρών (Ascensao et al., 2008; Magalhaes et al., 2010). Έναν ακόμη δείκτη φλεγμονής αποτελεί η C-Αντιδρώσα πρωτεΐνη η οποία μετά τον αγώνα, αυξάνεται άμεσα και κορυφώνεται στις 24 ώρες (Ascensao, Leite, Rebelo, Magalhaes, & Magalhaes, 2011; Ispirilidis et al., 2008b) δηλώνοντας την άμεση φλεγμονώδη απόκριση του οργανισμού στον μυϊκό τραυματισμό.

Η αποκατάσταση μετά από ένα παιχνίδι ποδοσφαίρου

Η κατανόηση της διαδικασίας εμφάνισης της κόπωσης αλλά και της αποκατάστασης μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου μπορεί να βοηθήσει στον καλύτερο προγραμματισμό των προπονήσεων που στόχο έχουν την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών, τη μείωση των τραυματισμών τους και των ασθενειών τους. Κατά την διάρκεια ενός αγώνα και ιδιαίτερα στο δεύτερο μισό του, επέρχεται κόπωση που σχετίζεται με τις αερόβιες και αναερόβιες μεταβολικές διεργασίες, όπως για παράδειγμα αυτή της εξάντλησης των αποθεμάτων γλυκογόνου (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009). Παρόλο που πιστεύεται ότι οι 72 ώρες είναι ένα κρίσιμο χρονικό διάστημα για την αποκατάσταση της απόδοσης των αθλητών (Wiig, Raastad, Luteberget, Ims, & Spencer, 2019), αυτό το χρονικό διάστημα δεν είναι αρκετό για την πλήρη αποκατάσταση του μυϊκού τραυματισμού και της σωματικής απόδοσης άρα και για την πλήρη επαναφορά της ομοιοστατικής ισορροπίας (Silva et al., 2018). Μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου, έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση του πληθυσμού των λευκοκυττάρων στην κυκλοφορία του αίματος, τόσο σε γυναίκες (Andersson, Karlsen, Blomhoff, Raastad, & Kadi, 2010; Gravina, Ruiz, Lekue, Irazusta, & Gil, 2011) όσο και σε άντρες (Ascensao et al., 2008; Ispirilidis et al., 2008b; Magalhaes et al., 2010) με τις τιμές να επανέρχονται στα φυσιολογικά επίπεδα μετά από 24 ώρες. Συγκεκριμένα, ενώ κάποια στοιχεία της φυσικής κατάστασης (σπρίντ) παρουσιάζουν πλήρη αποκατάσταση στις 72 ώρες μετά τον αγώνα, κάποια άλλα όπως η αλτική ικανότητα χρειάζονται περισσότερο από 72 ώρες για την πλήρη επαναφορά τους στα αρχικά επίπεδα (Silva et al., 2018). Επιπλέον, οι εβδομαδιαίοι αγώνες και η ανταγωνιστική προετοιμασία

των αθλητών, επιφέρουν σε αυτούς νευρομυϊκή κόπωση με παράλληλη εξασθένηση της αντιλαμβανόμενης αίσθησης της αποκατάστασης (McLean, Coutts, Kelly, McGuigan, & Cormack, 2010). Αυτό έχει σαν συνέπεια την αύξηση της επικινδυνότητας για τραυματισμό λόγω κόπωσης (Aoki, O'Hata, Kohno, Morikawa, & Seki, 2012). Πολλοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει ως δείκτες αποκατάστασης την λειτουργικότητα των οπίσθιων μηριαίων (Schache, Crossley, Macindoe, Fahrner, & Pandy, 2011), την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση (CMJ), την υποκειμενική αίσθηση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (DOMS) και την κρεατινική κινάση (CK). Η αξιολόγηση των μεταβολών των παραπάνω δεικτών κρίνεται ιδιαίτερης σημασίας επειδή οι μεταβολές είναι μεγάλου μεγέθους και πραγματοποιούνται εντός εκτεταμένου χρονικού διαστήματος. Ταυτόχρονα, δεδομένα σχετικά με το μέγεθος της συνολικής επιβάρυνσης (εσωτερικής και εξωτερικής) κατά την διάρκεια ενός αγώνα αλλά και του ρυθμού αποκατάστασης της σωματικής απόδοσης μετά από αυτόν, μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό α) των κατάλληλων στρατηγικών προς αποφυγή της πρόωρης πτώσης της απόδοσης κατά την διάρκεια του αγώνα, β) του βέλτιστου χρόνου αποκατάστασης και προπόνησης και γ) της κατάλληλης στρατηγικής στην χρησιμοποίηση των αθλητών (rotation) προς αποφυγή της χρόνιας κόπωσης και των τραυματισμών (Kunz, Zinner, Holmberg, & Sperlich, 2019).

Ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός και φλεγμονή μετά από δύο ή περισσότερους αγώνες ποδοσφαίρου

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει τις συνέπειες ενός αγώνα ποδοσφαίρου στον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό και την επακόλουθη φλεγμονή που αυτός προκαλεί (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2005; Reilly, Drust, & Clarke, 2008), ενώ έχει βρεθεί ότι αρκετές νευρομυϊκοί παράμετροι επηρεάζονται από έναν αγώνα χωρίς να έχουν προλάβει να ανακάμψουν μέχρι και 69 ώρες μετά απ' αυτόν (Andersson, Eklom, & Krstrup, 2008). Ωστόσο οι συνέπειες αυτές μπορούν να μεγαλώσουν και από την επανάληψη των αγώνων μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα όπως για παράδειγμα να γίνουν δύο ή περισσότερα παιχνίδια (Εθνικού πρωταθλήματος και διεθνούς υποχρέωσης) μέσα στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο (αγωνιστική εβδομάδα) (Dupont et al., 2010).

Έχει βρεθεί ότι κατά τη διάρκεια ενός αγωνιστικού μικρόκυκλου, συμβαίνει σημαντική αύξηση της δραστηριότητας της κρεατινικής κινάσης (CK) και του αριθμού των λευκοκυττάρων (WBC) υποδεικνύοντας ότι οι τρεις αγώνες στη σειρά στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο

προκαλούν ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό και φλεγμονώδη αντίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος των ποδοσφαιριστών (Mohr et al., 2016). Ωστόσο, οι αγώνες στην παραπάνω μελέτη ήταν επαναλαμβανόμενοι και τα μεσοδιαστήματα ανάληψης κυμαίνονταν από 72 έως 96 ώρες, γεγονός που περιόρισε την διαδικασία αποκατάστασης της CK στα αρχικά επίπεδα ηρεμίας, προκαλώντας την συστηματική αύξησή της κατά την εξέλιξη του μικρόκυκλου.

Είναι γνωστό ότι ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός, επιφέρει άμεσα φλεγμονώδη αντίδραση που έχει σαν χαρακτηριστικό της την διείσδυση των WBC στην τραυματισμένη περιοχή του μυϊκού κυττάρου (Malm et al., 2000) και την έκκριση κυτοκινών από τα φλεγμονώδη κύτταρα (Ostrowski, Rohde, Asp, Schjerling, & Pedersen, 1999). Οι κυτοκίνες είναι ενδοκυτταρικά μόρια που σηματοδοτούν και ρυθμίζουν την φλεγμονώδη απόκριση (Suzuki et al., 2003). Αν και ο έλεγχος των βιοχημικών δεικτών μυϊκής καταστροφής και φλεγμονής όπως είναι ο ρυθμός μεταβολών των κυτοκινών μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου είναι πολύ σημαντικός, είναι λίγες οι μελέτες που εξετάζουν τις σχετικές πληροφορίες ενώ υπάρχει σημαντική έλλειψη και μετά από δύο ή και περισσότερους αγώνες (Andersson, Bohn, et al., 2010). Παρόλα αυτά, οι Mohr et al. (2016) έχουν παρατηρήσει ότι μετά από τον καθένα από τους τρεις επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου, στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο, αυξάνεται η συγκέντρωση των WBC και με τους τρεις αγώνες να αυξάνουν σημαντικά τη συγκέντρωσή τους στην κυκλοφορία έως και 24 ώρες μετά, υποδεικνύοντας την φλεγμονώδη αντίδραση του οργανισμού.

Οι επιδράσεις των επαναλαμβανόμενων παιχνιδιών ποδοσφαίρου δεν επιφέρουν μόνο ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό και φλεγμονή αλλά συνοδεύονται και με μείωση της αναερόβιας σωματικής απόδοσης των ποδοσφαιριστών, η οποία μπορεί να διαρκέσει έως και 72 ώρες (Ascensao et al., 2008; Fatouros et al., 2010; Ispiridis et al., 2008b). Ωστόσο, η ικανότητα των ποδοσφαιριστών στην εκτέλεση επαναλαμβανόμενων σπριντ, εμφανίζεται μειωμένη για 24 ώρες μετά τον πρώτο και τρίτο αγώνα, και για 48 ώρες μετά τον δεύτερο.

Οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου συμμετέχοντας λοιπόν σε τουλάχιστον δύο διαφορετικές διοργανώσεις υψηλού επιπέδου ταυτόχρονα τους αναγκάζει να συμμετέχουν σε τουλάχιστον δύο αγώνες σε έναν αγωνιστικό μικρόκυκλο, περιορίζοντας τον διαθέσιμο χρόνο για αποκατάσταση. Αυτό μπορεί να προκαλέσει αύξηση της συσσωρευμένης κόπωσης από τους επαναλαμβανόμενους αγώνες και τις προπονήσεις (Dupont et al., 2010) και κατ' επέκταση μείωση της απόδοσης και αύξηση του κινδύνου εμφάνισης τραυματισμού.

Η επιδημιολογία των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο

Η συνεχής προσπάθεια για βελτίωση της απόδοσης των αθλητών περιορίζεται από την αντιλαμβανόμενη αίσθηση κόπωσης αλλά και την πραγματική ικανότητα ανοχής σε αυτήν (Enoka & Duchateau, 2016). Γνωρίζοντας ότι η ένταση, η διάρκεια και η συχνότητα καθορίζουν την ανθρώπινη απόδοση (Halson, 2014), θα πρέπει να ποσοτικοποιούνται κατάλληλα λαμβάνοντας υπόψη τον απαραίτητο χρόνο αποκατάστασης μετά από μια προπονητική επιβάρυνση ή αγωνιστική υποχρέωση (Kunz et al., 2019). Η ακατάλληλη προπονητική / αγωνιστική επιβάρυνση μπορεί να επιφέρει αυξημένα επίπεδα κόπωσης και κατά συνέπεια μειωμένη σωματική απόδοση (M. Nedelec et al., 2012), ενώ η υπέρμετρη επιβάρυνση μπορεί να οδηγήσει σε υπερπροπόνηση ή και σε τραυματισμούς (Aoki et al., 2012). Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την συχνότητα εμφάνισης των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο είναι η ηλικία, το φύλο, η θέση που αγωνίζεται ο ποδοσφαιριστής, η φυσική του κατάσταση και το επίπεδο που αγωνίζεται και ο χρόνος αποκατάστασης.

Στο ποδόσφαιρο παρατηρείται υψηλότερη συχνότητα τραυματισμών σε σχέση με άλλα αθλήματα (Hootman, Dick, & Agel, 2007) και ιδιαίτερα στα κάτω άκρα με τους σοβαρότερους να εντοπίζονται στην περιοχή του γόνατος (Roth & Osbahr, 2018; Sadigursky et al., 2017). Αν και οι μυϊκοί τραυματισμοί έχουν το υψηλότερο ποσοστό εμφάνισης μεταξύ όλων των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο (35%) με τους οπίσθιους μηριαίους να υποφέρουν περισσότερο (12%), οι τραυματισμοί στο γόνατο αντιπροσωπεύουν το ~18% του συνόλου των τραυματισμών που καταλήγουν στο τμήμα επειγόντων περιστατικών (N. A. Smith, Chounthirath, & Xiang, 2016). Η πλειονότητα των τραυματισμών συμβαίνει σε συνθήκες χωρίς σωματική επαφή (96%) υποδηλώνοντας ότι οι αιτίες βρίσκονται αλλού και πιθανά στην σωματική ικανότητα του ίδιου του αθλητή, της προπονητικής-αγωνιστικής επιβάρυνσης που δέχεται και τον χρόνο ανάπαυσης του. Ο τελευταίος όταν είναι περιορισμένος (≤ 4 ημερών) φαίνεται να σχετίζεται με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών σε σχέση με μεγαλύτερους χρόνους αποκατάστασης (≥ 6 ημερών) (Bengtsson, Ekstrand, & Hagglund, 2013). Η εμφάνιση υψηλών ποσοστών τραυματισμού έχει συσχετιστεί με την δύναμη των κάτω άκρων και ιδιαίτερα με την αναλογία δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών προς την δύναμη των πρόσθιων μηριαίων (H:Q).

Αποδεδειγμένα, η αναλογία δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών προς την δύναμη των πρόσθιων μηριαίων (H:Q) έχει μεγάλη αξία και ιδιαίτερη σημασία στην πρόληψη αλλά και την αποκατάσταση τραυματισμών (A. Deletrat, Baker, Cohen, & Clarke, 2013; Ekstrand, Hagglund,

& Walden, 2011a). Η εμφάνιση μη φυσιολογικών Η:Q έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμού (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998). Συγκεκριμένα, μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου, οι αναλογίες Η:Q μπορούν να επηρεαστούν, λόγω του διαφορετικού βαθμού κόπωσης των οπίσθιων σε σχέση με τους πρόσθιους μηριαίους (Woods et al., 2004). Παρόλο που πολλοί ερευνητές έχουν εξετάσει τις επιδράσεις ενός αγώνα ποδοσφαίρου στην δύναμη των κάτω άκρων και την αναλογία Η:Q, δεν ισχύει το ίδιο για τις επιδράσεις μετά από επαναλαμβανόμενους αγώνες.

Σημασία της μελέτης

Η σημασία της μελέτης έγκειται στην προσπάθεια χαρτογράφησης των αποκρίσεων του ανθρώπινου οργανισμού σε δείκτες μυϊκού ασκησιογενούς τραυματισμού, ασκησιογενούς φλεγμονής και σωματικής απόδοσης μετά από την συμμετοχή σε επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου. Η γνώση που θα αποκτηθεί θα διευκολύνει στον καλύτερο προγραμματισμό των επαναλαμβανόμενων επιβαρύνσεων υψηλής έντασης, την βέλτιστη αξιοποίηση μεθόδων αποκατάστασης για την ταχεία αναγέννηση του μυϊκού ιστού για την επαναφορά της λειτουργικής ικανότητας μειώνοντας τον κίνδυνο για τραυματισμό.

Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνήσει, την φλεγμονώδη απόκριση και τον ρυθμό ανάκτησης της απόδοσης, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης μετά από δύο επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου μέσα στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο.

Ερευνητικές υποθέσεις

Οι ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας μελέτης, προκειμένου να εξυπηρετηθεί ο σκοπός της μελέτης προσδιορίστηκαν στις εξής:

1. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες ταχύτητας.
2. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες επιτάχυνσης.
3. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες επιβράδυνσης.

4. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των μεταβολών της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
5. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
6. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση του ποσοστού της μέγιστης καρδιακής συχνότητας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
7. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο στους καμπτήρες και εκτεινόντες του γόνατος.
8. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος.
9. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης.
10. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών του πληθυσμού των λευκών αιμοσφαιρίων.
11. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος.
12. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της αναλογίας ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος.
13. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων, εκτεινόντων μυών του γόνατος και των αναλογιών τους στις 60°/sec.
14. Θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων, εκτεινόντων μυών του γόνατος και των αναλογιών τους στις 180°/sec.

Μηδενικές υποθέσεις

1. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες ταχύτητας.

2. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες επιτάχυνσης.
3. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες επιβράδυνσης.
4. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των μεταβολών της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
5. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
6. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση του ποσοστού της μέγιστης καρδιακής συχνότητας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
7. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο στους καμπτήρες και εκτεινόντες του γόνατος.
8. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος.
9. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης.
10. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών του πληθυσμού των λευκών αιμοσφαιρίων.
11. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος.
12. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της αναλογίας ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος.
13. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος και των αναλογιών τους στις $60^{\circ}/\text{sec}$.
14. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος και των αναλογιών τους στις $180^{\circ}/\text{sec}$.

Περιορισμοί έρευνας

Η εθελοντική συμμετοχή στην έρευνα αποτελεί από την φύση της περιοριστικό παράγοντα της ανελλιπούς συμμετοχής των εξεταζόμενων σε όλα τα στάδια τη μελέτης και ως εκ τούτου ο ερευνητής όφειλε να βασιστεί στην προθυμία, την εμπιστοσύνη και τις ειλικρινείς προθέσεις των συμμετεχόντων, να τηρήσουν χωρίς παρεκκλίσεις το έντυπο συναίνεσης που είχαν υπογράψει πριν την έναρξη των διαδικασιών της έρευνας.

Οριοθετήσεις της έρευνας

Παρακάτω αναφέρονται οι οριοθετήσεις της έρευνας σχετικά την δειγματοληψία και τον ερευνητικό σχεδιασμό:

- Οριοθέτηση ως προς τους δείκτες μυϊκής καταστροφής που μετρήθηκαν: μετρήθηκε ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος (DOMS) και η κρεατινική κινάση (CK).
- Οριοθέτηση ως προς τους δείκτες φλεγμονής στο αίμα: μετρήθηκαν τα λευκά αιμοσφαίρια (WBC)
- Οριοθέτηση ως προς τους δείκτες απόδοσης: μετρήθηκε σε ισοκινητικό δυναμόμετρο η ροπή δύναμης των εκτεινόντων και η ροπή δύναμης των καμπτήρων του γόνατος στις 0°/sec, 60°/sec και 180°/sec σύγκεντρα και έκκεντρα.
- Οριοθέτηση ως προς τους δείκτες που καταγράφηκαν από το σύστημα καταγραφής θέσης (GPS): μετρήθηκαν η συνολική απόσταση η απόσταση σε διάφορες ζώνες ταχύτητας οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις σε διάφορες ζώνες.
- Οριοθέτηση ως προς τους δείκτες που καταγράφηκαν από το σύστημα καταγραφής καρδιακής συχνότητας (Polar): μετρήθηκαν η μέση καρδιακή συχνότητα κατά την διάρκεια του παιχνιδιού και το αντίστοιχο ποσοστό της μέγιστης καρδιακή συχνότητας.

Λειτουργικοί Ορισμοί

Αντιοξειδωτικός μηχανισμός: Σύνολο μηχανισμών του οργανισμού με σκοπό την εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών.

Απόπτωση: Κυτταρικός θάνατος.

Δορυφόρα κύτταρα: Κύτταρα που βρίσκονται που περιβάλλουν τη μυϊκή ίνα και στηρίζουν την επισκευή του μυϊκού ιστού και την ανάπτυξη.

Έκκεντρη μυϊκή συστολή: Είδος μυϊκής συστολής στην οποία το μήκος του μυός αυξάνεται αδυνατώντας να υπερνικήσει την εξωτερική αντίσταση.

Ελεύθερη ρίζα: Άτομο ή μόριο με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα.

Οξειδωτικό στρες: Κατάσταση κατά την οποία η παραγωγή ελευθέρων ριζών υπερτερεί της δράσης του αντιοξειδωτικού μηχανισμού για απομάκρυνση αυτών.

Σύγκεντρη ή μειομετρική μυϊκή συστολή: Είδος μυϊκής συστολής στην οποία το μήκος του μυός βραχύνεται υπερνικώντας την εξωτερική αντίσταση.

Ισομετρική μυϊκή συστολή: Είδος μυϊκής συστολής κατά την οποία το μήκος του μυός παραμένει σταθερό χωρίς αλλαγές στην κινητική κατάσταση τόσο του μέλους που ασκεί την δύναμη όσο και του σώματος που ασκεί την εξωτερική αντίσταση.

Ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex): Όργανο στο οποίο το ασκούμενο μέλος κινείται με σταθερή ταχύτητα.

Μυϊκός τραυματισμός: Απώλεια της λειτουργικής ικανότητας του μυ λόγω της καταστροφής των συστατικών του.

Κρεατινική κινάση: Ένζυμο, η δραστηριότητα του οποίου χρησιμοποιείται ως δείκτης τραυματισμού του μυϊκού ιστού.

Καθυστερημένος μυϊκός πόνος (DOMS): Μυϊκός πόνος που εμφανίζεται καθυστερημένα μερικές ώρες ή μέρες μετά από την εφαρμογή υψηλής έντασης και ασυνήθιστης μυϊκής δραστηριότητας (κυρίως μετά από έκκεντρη συστολή).

Κυτταροκίνες (κυτοκίνες): Διαμεσολαβητές που συντονίζουν την αντίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος.

Μόρια συγκόλλησης: Στηρίζουν την αλληλεπίδραση μεταξύ λευκοκυττάρων και ενδοθηλιακών κυττάρων.

Λευκά αιμοσφαίρια: Ομάδα κυττάρων του αίματος που ενεργοποιούνται στη διαδικασία της φλεγμονής.

Ουδετερόφιλα: Τύπος λευκών αιμοσφαιρίων που ενεργοποιούνται στην φλεγμονή.

Μακροφάγα: Τύπος λευκών αιμοσφαιρίων που αποτελούν τη βασική απόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος του οργανισμού στην φλεγμονή.

Φλεγμονή: Η ανταπόκριση των ιστών στο μυϊκό τραυματισμό.

Global Positioning System (GPS): Ασύρματη μονάδα που λειτουργεί ως πομπός, επικοινωνεί με δορυφόρο και καταγράφει τις μετακινήσεις, τις επιταχύνσεις, τις επιβραδύνσεις και την ταχύτητα.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός

Ανάλογα με τη σοβαρότητα των μυϊκών βλαβών αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις βαθμούς. Στον 1^ο βαθμό κατατάσσονται οι μυϊκές βλάβες που αφορούν μικρορρήξεις μυϊκών ινών και συνδετικού ιστού που συμβαίνουν στο εσωτερικό του μυός, στον 2^ο βαθμό κατατάσσονται αυτές που εμφανίζουν μερική ρήξη του μυός και στον 3^ο βαθμό κατατάσσονται αυτές που αφορούν ολική ρήξη του μυός. Ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός έχει σαν χαρακτηριστικό του την μικρής έκτασης μυϊκή βλάβη μετά από σωματική άσκηση και από πλευράς σοβαρότητας είναι 1^ο βαθμού. Συνήθως προκαλείται από ασυνήθιστη σωματική ή αθλητική δραστηριότητα καθώς και από υψηλής έντασης σωματική άσκηση. Κατά την εκτέλεση των παραπάνω σωματικών δραστηριοτήτων αναπτύσσονται υψηλές τιμές δύναμης μέσω διαφορετικών τύπων μυϊκών συσπάσεων όπως σύγκεντρων, ισομετρικών αλλά κυρίως έκκεντρων (Fatouros et al., 2010). Οι έκκεντρες συσπάσεις, έχουν συνδεθεί με την πρόκληση ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού (Aoi et al., 2004; Fatouros et al., 2010; Ispirilidis et al., 2008b), ενώ ο μηχανισμός πρόκλησής του βασίζεται στο γεγονός ότι κατά την έκκεντρη σύσπαση των μυών, επιστρατεύεται μικρότερος αριθμός κινητικών μονάδων, για να υπερνικήσει υψηλά φορτία (Enoka, 1996).

Μηχανισμός ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού. Η έντονη ή ασυνήθιστη άσκηση μπορεί να προκαλέσει μυϊκό τραυματισμό κυρίως λόγω της μηχανικής καταπόνησης αλλά και της διατάραξης της ομοιοστασίας του ασβεστίου (Clarkson & Sayers, 1999). Ο μυϊκός τραυματισμός, μετά από την εκτέλεση έκκεντρων συστολών, επιφέρει διαρροή κατιόντων ασβεστίου (Ca^{2+}) και αύξηση των συγκεντρώσεων του στο εσωτερικό του κυττάρου, γεγονός που δεν παρατηρείται στις ισομετρικές συστολές (Zhang et al., 2012). Η διαρροή Ca^{2+} συνδυαστικά με την παραμόρφωση της δομής των μυϊκών κυττάρων, ενεργοποιούν τη διάσπαση πρωτεϊνικών μορίων και τον μυϊκό καταβολισμό (Proske & Morgan, 2001).

Κατά τη διάρκεια της μυϊκής σύσπασης ο μυς και τα επιμέρους στοιχεία του επιμηκύνονται. Ωστόσο, ορισμένα σαρκομέρια με μικρές δυνατότητες διάτασης υποβάλλονται σε μεγαλύτερη μηχανική καταπόνηση από άλλα υψηλότερων δυνατοτήτων (Macpherson, Schork, & Faulkner, 1996). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, κατά τη διάρκεια μίας έντονης έκκεντρης σύσπασης, να αναπτύσσεται σταδιακά υπερδιάταση των ασθενέστερων σαρκομερίων, με τραυματισμό των

μυοϊνιδίων και του σαρκομερίου, με αλλοίωση των γραμμών Z και ανάπτυξη οιδήματος (Proske & Morgan, 2001) γεγονός που τους μειώνει την ικανότητα απόδοσης ακόμα περισσότερο (Morgan & Allen, 1999). Είναι χαρακτηριστικό ότι η υπερδιάταση του μυ πάνω από 140% του βέλτιστου μήκους του προκαλεί ασυνήθιστη καταπόνηση στις αντίστοιχες μυϊκές ίνες (Faulkner, Brooks, & Opiteck, 1993) με συνέπεια τον τραυματισμό του μυός. Ωστόσο, ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός δεν θα πρέπει να συγχέεται με την μυϊκή θλάση. Ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός είναι διάσπαρτος σε όλον τον μυ (Lieber, Woodburn, & Friden, 1991) και οι ρήξεις των σαρκομερίων δεν εκτείνονται πέρα από το μυοϊνίδιο και τη μυϊκή ίνα, με τις παρακείμενες μυϊκές ίνες να παρουσιάζουν ομαλή εικόνα, ενώ η μυϊκή θλάση αποτελεί μία ρήξη του μυοτενόντιου συστήματος που εκτείνεται σε πολλές μυϊκές ίνες (Nikolaou, Macdonald, Glisson, Seaber, & Garrett, 1987). Τη μυϊκή σύσπαση ακολουθεί η φάση της μυϊκής χαλάρωσης κατά την διάρκεια της οποίας τα μυοϊνίδια με τα χαμηλών δυνατοτήτων σαρκομέρια που καταπονήθηκαν με την υπερδιάταση, αδυνατούν να επανέλθουν στην φυσιολογική τους κατάσταση και εμφανίζουν δομική παραμόρφωση στα σαρκομέριά τους (Talbot & Morgan, 1998).

Συμπτώματα ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού. Τα συμπτώματα του ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού αφορούν κατά κύριο λόγο την λειτουργικότητα του μυ, η οποία παρουσιάζει εμφανή μείωση τόσο άμεσα όσο και σε βάθος χρόνου. Αμέσως μετά από πρωτόκολλα έντονης άσκησης παρατηρείται αύξηση της δυσκαμψίας των μυών, η οποία παραμένει αυξημένη έως και 4 ημέρες μετά την άσκηση (Howell, Chleboun, & Conatser, 1993). Παράλληλα, παρουσιάζεται απώλεια μυϊκής δύναμης (20 – 60%) ενώ αυτή η απώλεια παραμένει σε χαμηλά επίπεδα έως και 10 ημέρες μετά (Clarkson, Nosaka, & Braun, 1992; Nikolaidis et al., 2008; Nosaka & Clarkson, 1996). Η μεταβολή της δύναμης κορυφώνεται 24 ώρες μετά την άσκηση και παραμένει μειωμένη για τουλάχιστον 72 ώρες (Close, Ashton, Cable, Doran, & MacLaren, 2004). Η μειωμένη ικανότητα παραγωγής δύναμης οφείλεται τόσο στο μειωμένο αριθμό συνδέσεων ακτίνης-μυοσίνης (Saxton & Donnelly, 1995), όσο και στη διαταραχή του μηχανισμού διέγερσης-συστολής του μυ (Warren et al., 1993). Η μείωση της επίδοσης σε ταχύτητες μικρής απόστασης αλλά και της παραγόμενης ισχύος είναι άλλες δύο συνέπειες τις πρόκλησης ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι μετά από ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης, ο χρόνος επίδοσης στα 10μ. αυξάνεται μέχρι τις 48 ώρες, ενώ η ικανότητα παραγωγής ισχύος παραμένει μειωμένη για τουλάχιστον 72 ώρες (Twist & Eston, 2005). Η μειωμένη λειτουργική απόδοση σε ταχυδυναμικές δοκιμασίες πιθανά σχετίζεται με το γεγονός της

επιλεκτικής καταστροφής των μυϊκών ινών τύπου II (ταχείας συστολής) (Twist & Eston, 2005), οι οποίες εμφανίζονται ιδιαίτερα επιρρεπείς σε βλάβες μετά από έκκεντρη άσκηση (Friden, 1984; Friden, Sjostrom, & Ekblom, 1983). Αυτό οφείλεται στις δομικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων μυϊκών ινών, καθώς και στην χαμηλότερου επιπέδου οξειδωτική ικανότητα των ταχείας συστολής μυϊκών ινών (Proske & Morgan, 2001). Η σοβαρότητα του τραυματισμού και η χρονική εξέλιξη των συμπτωμάτων του εξαρτώνται τόσο από τα στοιχεία της επιβάρυνσης της άσκησης όσο και από τα ατομικά χαρακτηριστικά του ασκούμενου. Για παράδειγμα, τα άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή δυσκαμψία φαίνεται να εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές υποκειμενικής αίσθησης μυϊκού πόνου μετά από έκκεντρη άσκηση (McHugh et al., 1999) ενώ, το μήκος του τραυματισμένου μυός φαίνεται να διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην έκταση του τραυματισμού και συγκεκριμένα όσο πιο μακρύς είναι ο ασκούμενος μυς τόσο μεγαλύτερη είναι η έκταση του τραύματος (Child, Saxton, & Donnelly, 1998; Hunter & Faulkner, 1997). Η έκταση της μυϊκής καταστροφής μπορεί να είναι της τάξης μερικών μακρομορίων ιστού έως και μεγάλων αλλαγών των δομικών στοιχείων του μυϊκού κυττάρου. Έτσι, στην περίπτωση που το εξωτερικό φορτίο είναι ιδιαίτερα υψηλό η δομική παραμόρφωση μπορεί να αναπτυχθεί και στις γύρω περιοχές της μυϊκής ίνας προκαλώντας τον τραυματισμό των υπόλοιπων δομικών στοιχείων του κυττάρου όπως του σαρκοπλασματικού δικτύου, των εγκάρσιων σωληνάρων και του κυτταρικού σκελετού, αυξάνοντας την διαπερατότητα της κυτταροπλασματικής μεμβράνης, λόγω της διάτρησής της (Clarkson & Sayers, 1999). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το μέγεθος του τραυματισμού μετά από επανάληψη μιας άσκησης με παρόμοια χαρακτηριστικά επιβάρυνσης μετά από λίγες μέρες ή εβδομάδες. Ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός που προκαλείται τη δεύτερη φορά είναι μικρότερης έκτασης (McHugh, 2003). Το παραπάνω φαινόμενο είναι γνωστό από τους Nosaka and Clarkson (1995) ως “*Repeated Bout Effect*” (Επίδραση των επαναλαμβανόμενων συνεδριών άσκησης) και η επίδρασή του μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 24 εβδομάδες (Connolly, Reed, & McHugh, 2002). Για την εξήγηση του φαινομένου έχουν προταθεί διάφορες θεωρίες, χωρίς ωστόσο να έχει προσδιοριστεί ένας συγκεκριμένος μηχανισμός (Connolly, Sayers, & McHugh, 2003).

Η αξιολόγηση της έκτασης του ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού περιλαμβάνει κλινικούς, φυσιολογικούς και βιοχημικούς δείκτες.

Καθυστερημένος μυϊκός πόνος. Η αίσθηση του μυϊκού πόνου, στους μύες που δέχθηκαν το προπονητικό ερέθισμα, είναι ένας από τους πιο συχνά εξεταζόμενους δείκτες (Clarkson, Byrnes,

McCormick, Turcotte, & White, 1986) και αποτελεί κλινικό σύμπτωμα του ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού ενώ γίνεται αντιληπτός ως μυϊκή δυσκαμψία μικρού βαθμού ή και ως πόνος κατά την εφαρμογή πίεσης στον ασκηθέντα μυ. Η εμφάνισή του ξεκινάει καθυστερημένα στις 24 με 48 ώρες από την εφαρμογή του ερεθίσματος, ενώ κορυφώνεται μεταξύ 24 και 72 ώρες και μπορεί να διαρκέσει μέχρι και επτά ημέρες (Chatzinikolaou et al., 2010, Clarkson et al., 1992). Λόγω του ετεροχρονισμού της εμφάνισης του πόνου, ο συγκεκριμένος δείκτης ονομάζεται καθυστερημένη εμφάνιση μυϊκού πόνου (Delayed Onset Muscle Soreness-DOMS) και για την αξιολόγησή του χρησιμοποιείται μια δεκαβάθμια κλίμακα. Ο εξεταζόμενος ορίζει την υποκειμενική αίσθηση του μυϊκού πόνου στους ασκηθέντες μύες σύμφωνα με αυτήν την κλίμακα. Η ένταση του πόνου παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση με την έκταση του μυϊκού τραυματισμού και γι' αυτόν τον λόγο άλλωστε χρησιμοποιείται ως δείκτης ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού. Ο καθυστερημένος μυϊκός μπορεί να επηρεάσει την αθλητική απόδοση προκαλώντας μείωση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων και της μέγιστης δύναμης (Cheung, Hume, & Maxwell, 2003; Rowlands, Eston, & Tilzey, 2001).

Οίδημα. Ένας ακόμη φυσιολογικός δείκτης αξιολόγησης του μυϊκού τραυματισμού μετά από άσκηση είναι το πρήξιμο των μυών που επιβαρύνθηκαν από την συσσώρευση λευκοκυττάρων και υγρών στην τραυματισμένη περιοχή. Καθορίζεται με τη μέτρηση των περιφερειών στους αντίστοιχους μύες ενώ παίρνει μέγιστες τιμές 4 έως 5 ημέρες μετά το ερέθισμα (Nosaka & Clarkson, 1996).

Εύρος κίνησης. Το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης αποτελεί έναν ακόμη χρήσιμο δείκτη για την αξιολόγηση του μυϊκού τραυματισμού για τις αντίστοιχες μυϊκές ομάδες και οι τιμές του μειώνονται 24 με 48 ώρες μετά το τέλος της άσκησης και στη συνέχεια επανέρχονται σταδιακά (Chatzinikolaou et al., 2010).

Δοκιμασίες σωματικής απόδοσης. Έμμεση αξιολόγηση του μυϊκού τραυματισμού μπορεί να γίνει με την χρήση δοκιμασιών σωματικής απόδοσης και μια από αυτές που παρουσιάζει μεγάλη εγκυρότητα και αξιοπιστία είναι η αξιολόγηση της ροπής μυϊκής δύναμης σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Warren, Lowe, & Armstrong, 1999).

Βιοχημικοί δείκτες. Σε ότι αφορά τους βιοχημικούς δείκτες η κρεατινική κινάση αποτελεί τον βασικότερο βιοχημικό δείκτη αξιολόγησης του μυϊκού τραυματισμού. Είναι ένα ένζυμο που βρίσκεται στη γραμμή M του σαρκομερίου και η συγκέντρωσή του στο πλάσμα αυξάνεται μετά από έντονη μυϊκή προσπάθεια. Η μεταβολή αυτή οφείλεται στην αύξηση της διαπερατότητας της

κυτταροπλασματικής μεμβράνης μετά από την πρόκληση του μυϊκού τραυματισμού (Bijsterbosch et al., 1985). Η συγκέντρωση της κρεατινικής κινάσης στο πλάσμα είναι αυξημένες από τις 24 μέχρι τις 72 ώρες μετά το τέλος της άσκησης, με μέγιστες τιμές να εμφανίζονται στις 48 ώρες (Chatzinikolaou et al., 2010; Tofas et al., 2008).

Ασκησιογενής φλεγμονή

Μετά τον αρχικό ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό συμβαίνουν μεταβολές στον μηχανισμό σύζευξης διέγερση - σύσπαση με παράλληλη εμφάνιση φλεγμονωδών αποκρίσεων που χαρακτηριστικό έχουν την διήθηση και συσσώρευση πρωτεϊνών και άλλων υγρών που βρίσκονται στο πλάσμα στην περιοχή του τραύματος (Clarkson & Hubal, 2002). Η φλεγμονή αυτή λόγω της αιτίας του τραυματισμού ορίζεται ως ασκησιογενής φλεγμονή. Η ανάπτυξη φλεγμονής στην τραυματισμένη περιοχή είναι ένας προστατευτικός μηχανισμός που στόχο έχει να περιορίσει του τραυματιογόνους παράγοντες, να απομακρύνει τα κυτταρικά υπολείμματα και να ξεκινήσει την διαδικασία επούλωσης (Armstrong, 1990). Τα κλινικά συμπτώματα στην περιοχή αυτή είναι η εμφάνιση οιδήματος, η αύξηση της θερμοκρασίας, η ερυθρότητα, το πρήξιμο, ο πόνος και ο περιορισμός της λειτουργικότητας του μυός που έχει υποστεί τη βλάβη (Fatouros & Jamurtas, 2016). Η ένταση εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων εξαρτάται από την φύση του ιστού που έχει υποστεί την βλάβη και την έκταση αυτής. Οι φλεγμονώδεις αποκρίσεις στον ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό μπορούν να διακριθούν σε επιβλαβείς αλλά και επωφελείς (Tidball, 2005).

Μηχανισμός ασκησιογενούς φλεγμονής. Αναλυτικότερα, η φλεγμονώδης απόκριση ξεκινά με την παραγωγή προσταγλανδίνης (PGE2) και λευκοτριενίων. Η προσταγλανδίνη άμεσα ευαισθητοποιεί τους χημειο-υποδοχείς της αίσθησης του πόνου και προκαλεί την εμφάνισή του. Παράλληλα τα λευκοτριένια, που είναι ισχυροί χημικοί μεσολαβητές της φλεγμονής, αυξάνουν την διαπερατότητα των αιμοφόρων αγγείων προσελκύοντας τα ουδετερόφιλα στην περιοχή της τραύματος.

Μέσα στην 1^η ώρα από το τραυματιογόνο ερέθισμα ξεκινά η εισβολή των ουδετερόφιλων (Belcastro, Arthur, Albisser, & Raj, 1996; Fielding et al., 1993). Η εισβολή αυτή πραγματοποιείται μέσα από των διαδικασιών της προσκόλλησης και της διήθησης με την βοήθεια κυτοκινών και μορίων συγκόλλησης (Malm et al., 2004). Οι συγκεντρώσεις τους παραμένουν σε υψηλά επίπεδα μέχρι και πέντε ημέρες (Fielding et al., 1993). Μορφολογικές παρατηρήσεις έχουν δείξει ότι τα ουδετερόφιλα έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στην μείωση των κυτταρικών υπολειμμάτων που

παρήχθησαν κατά τον τραυματισμό, είτε αναπτύσσοντας φαγοκυτταρική δράση τα ίδια, είτε απελευθερώνοντας κυτοκίνες, ώστε να προσκληθούν και άλλα λευκοκύτταρα στην περιοχή (Tidball, 2005) και πρωτεάσες (Lowe, Warren, Ingalls, Boorstein, & Armstrong, 1995; Tidball, 2005). Ωστόσο, κατά τη διαδικασία της φαγοκυττάρωσης τα ουδετερόφιλα αδυνατούν να λειτουργήσουν επιλεκτικά εναντίον των νεκρών κυττάρων, με αποτέλεσμα να δρουν και στα υγιή προκαλώντας περαιτέρω βλάβη στον ιστό (Chatzinikolaou et al., 2010). Έτσι, η πρωτεολυτική δράση των ουδετερόφιλων και η απομάκρυνση των κυτταρικών υπολειμμάτων, με ταυτόχρονη απελευθέρωση υψηλών συγκεντρώσεων κυτταρολυτικών και κυτταροτοξικών μορίων μπορεί να βλάψει τους μυς ή άλλους παρακείμενους υγιείς ιστούς (Tidus, 1998). Πράγματι, όταν τα μυϊκά κύτταρα λύνονται μετά από τη νέκρωσή τους, τα λυσοσωματικά ένζυμα και οι πρωτεάσες που είναι υπεύθυνες για τις φαγοκυτταρικές διαδικασίες και συνήθως βρίσκονται μέσα σε κάψουλες (λυσοσώματα) παραμένοντας σε αδράνεια, απελευθερώνονται στον εξωκυττάριο χώρο προκαλώντας δευτερογενή βλάβη.

Αντίθετα τα μακροφάγα αν και αρχικά συμβάλουν στην επέκταση του τραυματισμού στη συνέχεια συνεισφέρουν στην epούλωσή του (Farges et al., 2002; Tidball, 2005). Η ενεργοποίηση των μακροφάγων επιφέρει την έκκριση πρωτεϊνών που συμμετέχουν στην αντιμετώπιση της φλεγμονής και ονομάζονται κυτοκίνες. Οι κυτοκίνες είναι πρωτεΐνες-ρυθμιστές πολλών σημαντικών βιολογικών διεργασιών, όπως της ανάπτυξης και ενεργοποίησης των κυττάρων, της φλεγμονής και της αποκατάστασης των ιστών. Ουσιαστικά, αποτελούν την συντονισμένη απάντηση του ανθρώπινου οργανισμού στους μολυσματικούς ή τραυματιογόνους παράγοντες. Οι σημαντικότερες κυτοκίνες, που δρουν άμεσα και ρυθμίζουν την ένταση της φλεγμονής, είναι η ιντερλευκίνη-6 (IL-6), η οποία παράγεται από τα μακροφάγα και συντελεί στην απελευθέρωση κορτιζόλης, η ιντερλευκίνη-1 (IL-1), η οποία ευθύνεται για την αύξηση της θερμοκρασίας της τραυματισμένης περιοχής καθώς και της συγκέντρωσης της ιντερλευκίνης-8 (IL-8) που με τη σειρά της έλκει τα ουδετερόφιλα, καθώς και ο ιστικός παράγοντας νέκρωσης-α (TNF-α) που ενεργοποιεί τα ουδετερόφιλα (Gleeson, 2007). Ωστόσο, η απότομη αύξηση των ουδετερόφιλων οδηγεί στην παραγωγή ελεύθερων ριζών (Peake & Suzuki, 2004) που μπορούν να επιδεινώσουν την βλάβη της κυτταρικής μεμβράνης δημιουργώντας οίδημα ως αποτέλεσμα της συστηματικής συσσώρευσης κυττάρων και υγρών από την κυκλοφορία του αίματος στον μεσοκυττάριο χώρο και συμβάλλοντας στην αίσθηση του πόνου. Μετά από ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών αυξάνεται και γνωρίζοντας ότι έχουν την τάση να δεσμεύουν

ηλεκτρόνια που τους λείπουν, αλλάζουν την οξειδοαναγωγική κατάσταση του περιβάλλοντος (Deli et al., 2017; Stagos et al., 2015). Κατά αυτόν τον τρόπο, οι ελεύθερες ρίζες δημιουργούν καταβολικό περιβάλλον (Buckley et al., 2010), έχοντας την δυνατότητα να οξειδώσουν λιπίδια, πρωτεΐνες και νουκλεϊκά οξέα προκαλώντας βλάβη ακόμα και στο DNA (J. M. Peake et al., 2005).

Αποκατάσταση του μυϊκού τραυματισμού

Η αποκατάσταση του μυϊκού τραυματισμού πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις α) τη φάση αποδόμησης, β) τη φάση επιδιόρθωσης και γ) τη φάση ανασύνθεσης. Στην αρχική φάση της φλεγμονής και της αποδόμησης τα τραυματισμένα μυοϊνίδια νεκρώνονται σε περιορισμένη έκταση. Η επέκταση της νέκρωσης περιορίζεται από την ανάπτυξη εντός λίγων ωρών μιας μεμβράνης προστασίας γύρω από τον μικροτραυματισμό και θωρακίζεται από την ανάπτυξη νέου σαρκειλήματος. Η περιοχή συμπληρώνεται με αιμάτωμα προκαλώντας την οξεία φάση της φλεγμονής η οποία συνδέεται με τις επόμενες φάσεις της επιδιόρθωσης και της ανασύνθεσης του μυϊκού ιστού και πιθανά αποτελεί προϋπόθεση για τη μετέπειτα ανάπτυξή του (Tidball, 2005).

Την αρχική φάση της φλεγμονής και της αποδόμησης ακολουθεί η λήξη της φλεγμονής και η έναρξη της φάσης επιδιόρθωσης. Τα μακροφάγα αρχικά συμπεριφέρονται όπως και τα ουδετερόφιλα έχοντας ως κύρια λειτουργία την φαγοκυττάρωση των νεκρών μυϊκών ιστών. Αμέσως μετά τον τραυματισμό, τα κύτταρα αυτά, μαζί με τα ουδετερόφιλα, συντελούν στην απομάκρυνση των κατεστραμμένων μερών του τραυματισμένου μυϊκού ιστού με την διαδικασία της φαγοκυττάρωσης, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν τροχοπέδη στην έναρξη της σύνθεσης νέου μυϊκού ιστού σε τόσο πρόωρο στάδιο (Serhan & Savill, 2005; C. Smith et al., 2008). Η παραμονή τους όμως για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συνδέεται με την επούλωση του μυϊκού ιστού ανασυνθέτοντάς τον (Blackwell et al., 2015)

Στη συνέχεια τα δορυφόρα κύτταρα ενεργοποιούνται και αρχίζουν την αποκατάσταση των παραμορφωμένων μυοϊνιδίων. Τα δορυφόρα κύτταρα αρχίζουν να διαφοροποιούνται σε μυοβλάστες ενώ τα δορυφόρα κύτταρα που δεν διαφοροποιήθηκαν σε μυοβλάστες αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται προς αποκατάσταση του πληθυσμού τους με ασύμμετρη κυτταρική διαίρεση τόσο για την συνέχιση της προηγούμενης διαδικασίας όσο και για μελλοντικές ανάγκες ανασύνθεσης (Kuang, Kuroda, Le Grand, & Rudnicki, 2007; Rantanen, Hurme, Lukka, Heino, & Kalimo, 1995).

Στην τελευταία φάση της αναδιοργάνωσης - ανασύνθεσης του μυϊκού ιστού πραγματοποιείται η σύνδεση των άκρων των αναγεννημένων μυοϊνιδίων και η αποκατάσταση της κινητικότητας των απονευρωμένων μυοϊνιδίων ολοκληρώνοντας έτσι την ανασύνθεση των τραυματισμένων μυϊκών ινών και την αποκατάσταση της λειτουργικότητάς τους (Rantanen, Ranne, Hurme, & Kalimo, 1995).

Ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός και η αντίστοιχη φλεγμονή που εμφανίζονται μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου, συνοδεύονται με μείωση της απόδοσης των ποδοσφαιριστών, και η διάρκεια της μείωσης αυτής μπορεί να φτάσει έως και 3 ημέρες (Ascensao et al., 2008; Fatouros et al., 2010; Ispirilidis et al., 2008b). Αναλυτικότερα, η ικανότητα ανάπτυξης ταχύτητας μειώνεται σημαντικά αμέσως μετά από ένα παιχνίδι ποδοσφαίρου και παραμένει σε χαμηλά επίπεδα για 72 ώρες μετά από αυτό (Fatouros et al., 2010; Ispirilidis et al., 2008b; Magalhaes et al., 2010). Παράλληλα, η ικανότητα των ποδοσφαιριστών για εκτέλεση επαναλαμβανόμενων σπριντ (RSA), εμφανίζεται χαμηλή για 24 ώρες μετά από έναν αγώνα, όταν πρόκειται για αγωνιστικό μικρόκυκλο με έναν ή δύο αγώνες. Όταν στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο πραγματοποιούνται τρεις αγώνες, η μειωμένη αυτή ικανότητα των ποδοσφαιριστών, εμφανίζεται χαμηλή για 48 ώρες αντί για 24, μόνο μετά από τον δεύτερο αγώνα. (Mohr et al., 2016).

Αν και έχει βρεθεί ότι η απόδοση, στο δεύτερο παιχνίδι, δεν επηρεάζεται από το πρώτο όταν αυτή αξιολογείται με α) την συνολική απόσταση που διανύθηκε, β) την απόσταση που διανύθηκε με υψηλής έντασης τρέξιμο, γ) την απόσταση των σπριντ και δ) του αριθμού των πραγματοποιηθέντων σπριντ, η συχνότητα των τραυματισμών είναι εξαπλάσια όταν παίζονται δύο παιχνίδια την εβδομάδα σε σχέση με αυτήν όταν παίζεται ένα (Dupont et al., 2010).

Φυσιολογικά χαρακτηριστικά του ποδοσφαίρου

Το ποδόσφαιρο είναι ένα ομαδικό άθλημα διαλειμματικής φύσης με συνεχείς εναλλαγές ενεργειών ποικίλων κινητικών προτύπων (J. Bangsbo, 1994b). Κατά την διάρκεια ενός αγώνα πραγματοποιούνται πολλές ενέργειες με ταχιδυναμικά χαρακτηριστικά όπως και άλματα, επαφές, σουτ και προβολές (tackles) (Andersson et al., 2008), καθώς επίσης και επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις και αλλαγές κατεύθυνσης (Varley & Aughey, 2013). Όλες οι παραπάνω ενέργειες, άλλες περισσότερο και άλλες λιγότερο, χαρακτηρίζονται για την έκκεντρη λειτουργία τους, γεγονός που αυξάνει τις πιθανότητες για ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό (M. Nedelec et al., 2012).

Προφίλ δραστηριότητας του ποδοσφαιρού. Οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου διανύουν κατά την διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαιρού περίπου 10-14 χιλιόμετρα συνολικά (J. Bangsbo et al., 2006). Ενώ οι αποστάσεις που διανύουν οι ποδοσφαιριστές εξαρτώνται από την τακτική που ακολουθεί η ομάδα τους (Bradley et al., 2011), την θέση που παίζουν αλλά και το επίπεδο τη φυσικής τους κατάστασης (Mohr et al., 2003; Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). Η επιλογή τακτικής επηρεάζει την συνολική απόσταση που διανύουν οι επιθετικοί όχι όμως των υπολοίπων και επηρεάζει την απόσταση που διανύεται με υψηλής έντασης τρέξιμο όλων των ποδοσφαιριστών (J. Bangsbo, 2014b). Επιπλέον, παίζοντας με διαφορετική τακτική επιλογή δύο αμυντικοί μέσοι της ίδιας ομάδας, βρέθηκε να έχουν διαφορετική συνολικά διανυόμενη απόσταση, με τον έναν να διανύει 10.8 km με τα 2 km να είναι υψηλής έντασης και τον άλλον να διανύει 12.3 χιλιόμετρα εκ των οποίων τα 3.5 ήταν υψηλής έντασης, (Lollo, Amaya-Farfan, & de Carvalho-Silva, 2011; Mohr et al., 2003; Stolen et al., 2005).

Σε ότι αφορά την ένταση οι Stolen et al. (2005) αναφέρουν ότι κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα οι ποδοσφαιριστές διανύουν κατά μέσο όρο περίπου 10km στο 80-90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, ενώ η μέγιστη ένταση μπορεί να αγγίξει το 98% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (J. Bangsbo, 1994b). Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος μπορεί να κυμανθεί από 2 έως 14 mM (J. Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991; Ekblom, 1986), δείχνοντας την αξιοποίηση όλων των μηχανισμών παραγωγής ενέργειας και ιδιαίτερα του αναερόβιου γαλακτικού. Η δε πρόσληψη οξυγόνου (VO_2) μπορεί να φθάσει στο 75% περίπου της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) (J. Bangsbo, 1994b; Mohr et al., 2003), υποδηλώνοντας αρκετά υψηλή ένταση για δραστηριότητα μεγάλης διάρκειας όπως είναι το ποδόσφαιρο.

Επιπλέον, ένας παίκτης εκτελεί συνολικά 1350 κινήσεις διαφορετικών κινητικών προτύπων (Mohr et al., 2005). Η πλειονότητα αυτών των κινήσεων χαρακτηρίζεται ως χαμηλής έντασης, (περπάτημα 35%, χαμηλής έντασης τρέξιμο 40%, μέσης έντασης τρέξιμο 20%) (Robineau, Jouaux, Lacroix, & Babault, 2012). Το υπόλοιπο 5% είναι υψηλής έντασης (J. Bangsbo, 2014a). Εκτός από το τρέξιμο υψηλής έντασης, στις ενέργειες υψηλής έντασης, που εναλλάσσονται κάθε τέσσερα έως έξι δευτερόλεπτα (Barros et al., 2007), συγκαταλέγονται και εκρηκτικές ενέργειες όπως οι αλλαγές κατεύθυνσης με ή χωρίς την μπάλα, οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις, τα άλματα, τα σουτ, οι κεφαλιές, τα τάκλιν, και οι μονομαχίες με τον αντίπαλο σώμα με σώμα, προκειμένου να διατηρηθεί ή να αλλάξει η κατοχή της μπάλας (J. Bangsbo, 2014b; Mohr et al., 2003; Robineau et al., 2012; Stolen et al., 2005).

Έχει βρεθεί, πως οι κεντρικοί αμυντικοί ($2.23 \pm 0.15\text{km}$) διανύουν λιγότερα χιλιόμετρα με υψηλής έντασης τρέξιμο από τους ακραίους αμυντικούς ($2.46 \pm 0.13\text{ km}$), τους μέσους ($2.23 \pm 0.15\text{ km}$) και τους επιθετικούς ($2.28 \pm 0.14\text{ km}$) (Mohr et al., 2003). Επιπλέον, οι επιθετικοί και οι ακραίοι αμυντικοί διανύουν μεγαλύτερη απόσταση με σπριντ, σε σχέση με τους μέσους και τους κεντρικούς αμυντικούς (0.69 ± 0.08 & 0.64 ± 0.06 έναντι 0.44 ± 0.04 & $0.44 \pm 0.03\text{ km}$ αντίστοιχα) (Mohr et al., 2003). Τέλος, οι επιθετικοί εμφανίζουν μεγαλύτερη πτώση της διανυόμενης απόστασης με σπριντ στο δεύτερο ημίχρονο, σε σχέση με τους αμυντικούς και τους μέσους ποδοσφαιριστές (Mohr et al., 2003). Από την άλλη, οι ακραίοι επιθετικοί μπορούν να διανύσουν ίση απόσταση με τους αμυντικούς μέσους ή τους ακραίους αμυντικούς, όμως, η συχνότητα εκτέλεσης σπριντ είναι αυξημένη σε σχέση με τους υπόλοιπους ποδοσφαιριστές (J. Bangsbo et al., 2006; Stolen et al., 2005). Σε έναν αγώνα ποδοσφαίρου ένας αθλητής διανύει 9–12 km εκ των οποίων 2–3 km σε υψηλή ένταση και περίπου 0.5 km σπριντ (Bradley et al., 2009; Mohr et al., 2003). Στο δεύτερο ημίχρονο ενός αγώνα, οι αθλητές παρουσιάζουν πτώση 5-10% της συνολικής απόστασης που διανύουν ενώ και η ένταση των ενεργειών τους πέφτει (Mohr et al., 2003; Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 2000).

Ενεργειακές απαιτήσεις του αγώνα. Σε έναν αγώνα ποδοσφαίρου έχει παρατηρηθεί ότι μειώνεται η απόδοση των αθλητών προς το τέλος του παιχνιδιού και συγκεκριμένα μειώνεται η απόσταση που διανύουν σε υψηλή ένταση (Di Salvo et al., 2009; Mohr et al., 2003). Δεδομένου ότι η κόπωση μετά από ένα παιχνίδι ποδοσφαίρου έχει συνδεθεί με την εξάντληση αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου (Bendiksen et al., 2012; Krstrup et al., 2006; Mohr et al., 2005) και ότι το μυϊκό γλυκογόνο σε ένα ποδοσφαιριστή είναι πιθανά η σημαντικότερη πηγή ενέργειας, η μείωση που παρατηρείται στις διανυόμενες αποστάσεις ίσως να οφείλεται στην εξάντληση του γλυκογόνου σε μερικές μυϊκές ίνες (J. Bangsbo et al., 2006; Jacobs, Westlin, Karlsson, Rasmusson, & Houghton, 1982; P. Krstrup et al., 2011). Οι Krstrup et al. (2006) αναφέρουν ότι 31 Δανοί παίκτες της τέταρτης κατηγορίας, πριν από τρεις φιλικούς αγώνες, είχαν περίπου το 70% των μυϊκών τους ινών σε πληρότητα γλυκογόνου ενώ μετά το παιχνίδι το ποσοστό αυτό έπεσε περίπου στο 20%. Οι ίδιοι ερευνητές ισχυρίζονται ότι μια τέτοια μείωση του μυϊκού γλυκογόνου δεν επιτρέπει στο μυϊκό σύστημα μέγιστη προσπάθεια τόσο σε μεμονωμένα σπριντ όσο και σε επαναλαμβανόμενα. Η αναπλήρωση του μυϊκού γλυκογόνου μετά από ένα υψηλού επιπέδου αγώνα μπορεί να επιτευχθεί μέσα στις επόμενες 48-72 ώρες. Ενώ η ταχύτητα αναπλήρωσης φαίνεται να εξαρτάται και από την πρόσληψη υδατανθράκων. Συγκεκριμένα οι P. Krstrup et al.

(2011) χορηγώντας συμπλήρωμα υδατανθράκων σε Δανούς ποδοσφαιριστές της 1^{ης} και της 2^{ης} κατηγορίας παρατήρησαν ότι τα αποθέματα μυϊκού γλυκογόνου αναπληρώθηκαν σχεδόν πλήρως (-9%) σε σχέση με τις αρχικές τιμές, 48 ώρες μετά τον αγώνα. Αντίθετα σε άλλη μελέτη (Jacobs et al., 1982) που δεν χορηγήθηκε συμπλήρωμα, η αναπλήρωση του μυϊκού γλυκογόνου, για το ίδιο χρονικό διάστημα (48 ώρες), έφτασε μόλις στο 50%.

Αγωνιστικές απαιτήσεις. Η αγωνιστική περίοδος του ποδοσφαίρου αποτελείται από αγωνιστικούς εβδομαδιαίους μικρόκυκλους κατά την διάρκεια των οποίων γίνονται προπονήσεις διαφόρων επιβαρύνσεων, αγώνες και ανάλογα με το σύνολο των αγωνιστικών υποχρεώσεων, μικρές ή πολύ μικρές χρονικές περιόδους ανάληψης. Η πλειονότητα των μελετών που ερευνούν παράγοντες αποκατάστασης στο ποδόσφαιρο, έχουν καταγράψει και μελετήσει τα σχετικά αποτελέσματα μετά από ένα μόνο αγώνα (Andersson, Karlsen, et al., 2010; Coelho et al., 2019; Ispirlidis et al., 2008b; P. Krstrup et al., 2011; Souglis, Bogdanis, Giannopoulou, Papadopoulos, & Apostolidis, 2015). Ωστόσο, οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου κατά την διάρκεια μιας αγωνιστικής περιόδου μπορεί να αγωνιστούν σε 50-80 αγώνες συμμετέχοντας σε 2-3 αγώνες εβδομαδιαίως (Mohr et al., 2016). Αυτό έχει σαν συνέπεια τον ασφυκτικά περιορισμένο χρόνο αποκατάστασης, ο οποίος πιθανά να είναι ανεπαρκής για πλήρη αποκατάσταση και επαναφορά της ισορροπίας της ομοιόστασης (Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008b), με πιθανές συνέπειες την αύξηση του κινδύνου τραυματισμού και μείωσης της απόδοσης λόγω κόπωσης και ανάπτυξης ασκησιογενούς φλεγμονής (Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008b; Parry-Billings & Newsholme, 1992).

Φλεγμονή στο ποδόσφαιρο

Ασκησιογενής φλεγμονή ενός αγώνα ποδοσφαίρου. Οι ενέργειες των αθλητών κατά την διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου, που χαρακτηρίζονται υψηλών φυσιολογικών απαιτήσεων, είναι ικανές να προκαλέσουν ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό, να ενεργοποιήσουν το ανοσοποιητικό σύστημα και να επηρεάσουν πολλούς δείκτες σωματικής απόδοσης, για χρονικό διάστημα που μπορεί να φτάσει μέχρι και τις 72 ώρες (Fatouros et al., 2010; Jamurtas et al., 2015). Παράλληλα, με την ολοκλήρωση του ποδοσφαιρικού αγώνα, παρατηρείται αλλαγή στην οξειδοαναγωγική κατάσταση, με αύξηση των επιπέδων των δεικτών οξειδωτικού στρες και μείωση της GSH (Mohr et al., 2016). Τα κλινικά συμπτώματα του ασκησιογενούς τραυματισμού είναι ο πόνος και το οίδημα στην τραυματισμένη περιοχή που συνήθως εμφανίζονται μετά από μία ή περισσότερες

ημέρες μετά τον αγώνα (Aoi et al., 2004) και κορυφώνονται στις δύο με τρεις ημέρες με χρόνο επαναφοράς στα φυσιολογικά επίπεδα τις πέντε με επτά ημέρες από τον χρόνο εφαρμογής του ερεθίσματος (Clarkson & Tremblay, 1988). Αναφορικά με τις επιδράσεις ενός αγώνα ποδοσφαίρου στην σωματική απόδοση έχει αναφερθεί μείωση της απόδοσης τόσο στην ικανότητα σπριντ όσο και στην αλτική ικανότητα με την τελευταία ωστόσο να παρουσιάζει πιο σύντομη αποκατάσταση σε σχέση με την πρώτη (24 ώρες έναντι 72 ωρών) (Fatouros et al., 2010). Η δύναμη των κάτω άκρων έχει σημαντική πτώση μέχρι και τις 60 ώρες με τους οπίσθιους μηριαίους να παρουσιάζουν μεγαλύτερη πτώση επηρεάζοντας και τις αναλογίες οπίσθιων/πρόσθιων μηριαίων τόσο την παραδοσιακή όσο και την λειτουργική (Draganidis et al., 2015a). Η ανάλυση βιοχημικών παραμέτρων υποδεικνύει ότι η οξεία φάση της μετατραυματικής φλεγμονής (αύξηση των λευκών αιμοσφαιρίων) ξεκινά από την 1^η κιόλας ώρα (Heisterberg et al., 2013) και διαρκεί μέχρι τις 24 ώρες ενώ την ίδια συμπεριφορά παρουσιάζει και η C – αντιδρώσα πρωτεΐνη. Παράλληλα, η δραστηριότητα της CK είναι αυξημένη για 72 ώρες με κορύφωση στις 24-48 ώρες και οι συγκεντρώσεις των δεικτών οξειδωτικού στρες παραμένουν αυξημένες για 48-72 ώρες (Fatouros et al., 2010; Ispirilidis et al., 2008b). Φαίνεται λοιπόν ότι ένας αγώνας ποδοσφαίρου επιφέρει μεταβολές σε αρκετούς βιοχημικούς και σωματικής απόδοσης δείκτες διαταράσσοντας την ισορροπία της ομοιοστασίας και την συνολική σωματική απόδοση. Ωστόσο, οι ομάδες ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου συμμετέχουν σε περισσότερες από μία διοργανώσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός των αγώνων μέσα σε έναν μέσα σε μια αγωνιστική περίοδο και ο ποδοσφαιριστής να συμμετέχει σε δύο ή και τρεις αγώνες στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο (Ispirilidis et al., 2008a). Παράλληλα, φαίνεται ότι υπάρχει έλλειψη μελετών που να διερευνούν τις επιδράσεις των επαναλαμβανόμενων αγώνων ποδοσφαίρου σε δείκτες μυϊκής βλάβης, φλεγμονής και απόδοσης.

Ασκησιογενής φλεγμονή δύο αγώνων ποδοσφαίρου

Όπως συμβαίνει μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου έτσι και μετά από δύο αγώνες στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο, ο ασκησιογενής μυϊκός τραυματισμός επιφέρει άμεση φλεγμονώδη αντίδραση, η οποία χαρακτηρίζεται από την αυξημένη παρουσία των λευκοκυττάρων στην περιοχή του μυϊκού κυττάρου, που υπέστη τη βλάβη. Πράγματι, στην μελέτη των Andersson, Bohn, et al. (2010) που μελέτησαν την απόκριση των κυτοκινών μετά από δυο επαναλαμβανόμενους αγώνες με 3 μέρες χρονική απόσταση, τα λευκά αιμοσφαίρια αυξήθηκαν

σημαντικά και στα δύο παιχνίδια, ενώ η απόκριση των κυτοκινών όπως εμφανίστηκε στο πρώτο παιχνίδι, εξαφανίστηκε μετά το δεύτερο παιχνίδι.

Ασκησιογενής φλεγμονή τριών αγώνων ποδοσφαίρου

Σε έναν αγωνιστικό μικρόκυκλο τριών αγώνων ποδοσφαίρου, όπως και μετά από έναν ή δύο αγώνες στο ίδιο χρονικό διάστημα, επηρεάζονται οι δείκτες φλεγμονής. Όμως, οι μεταβολές των παραπάνω δεικτών μετά από κάθε αγώνα είναι διαφορετικές. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι σε τρία παιχνίδια που διεξάγονται στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο, τα λευκά αιμοσφαίρια και η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη αυξάνονται σε καθένα από αυτά σε σχέση με τις αρχικές τιμές, όμως τείνουν να αυξάνονται περισσότερο στο δεύτερο παιχνίδι σε σχέση με τα άλλα δύο (Mohr et al., 2016). Παράλληλα, η κρεατινική κινάση παραμένει σημαντικά αυξημένη σε όλες τις χρονικές στιγμές, δείχνοντας ότι πιθανά, το μεσοδιάστημα μεταξύ των αγώνων (72 ή 96 ώρες), να μην είναι αρκετό για την πλήρη αποκατάσταση του μυϊκού ιστού.

Τραυματισμοί στο ποδόσφαιρο

Στην διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζονται πολλές προσπάθειες από πολλούς ερευνητές και επαγγελματίες της αθλητικής πρόληψης και αποκατάστασης τραυματισμών για οργανωμένη προσέγγιση και ανάλυση των ανατομικών χαρακτηριστικών, των μηχανισμών πρόκλησης τους αλλά και των απεικονιστικών μεθόδων. Παρόλα αυτά, η εξειδικευμένη στο άθλημα του ποδοσφαίρου επιδημιολογική προσέγγιση μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τους πιο σημαντικούς και τους συχνότερα εμφανιζόμενους τραυματισμούς στο ποδόσφαιρο, προσφέροντας μια γνωσιακή βάση που θα διευκολύνει τους επαγγελματίες πρόληψης και αποκατάστασης τραυματισμών στην εστίαση της προσοχής τους στους σημαντικότερους τραυματισμούς και κατά συνέπεια στην καλύτερη προετοιμασία τους γι' αυτούς.

Το ποδόσφαιρο, λόγω της δημοφιλίας του, έχει μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων σε ιδιαιτέρως ανταγωνιστικά πρωταθλήματα διαφόρων επιπέδων. Από την φύση του το άθλημα έχει υψηλές σωματικές και φυσιολογικές απαιτήσεις με πολλές σωματικές επαφές, αλλαγές κατεύθυνσης και εναλλαγές ρυθμού και έντασης. Αυτό έχει σαν συνέπεια να εμφανίζει υψηλότερη συχνότητα τραυματισμών σε σχέση με άλλα αθλήματα και συγκεκριμένα εκτιμάται ότι η συχνότητα τραυματισμού είναι 10-15 περιστατικά ανά 1000 ώρες παιχνιδιού (Dvorak & Junge, 2000). Πέρα όμως από την φύση του αθλήματος υπάρχουν και εξειδικευμένοι παράγοντες κινδύνου που μπορούν να οδηγήσουν σε τραυματισμό εκ των οποίων κάποιοι είναι ελεγχόμενοι

όπως το είδος του αγωνιστικού χώρου, το επίπεδο της φυσικής κατάστασης, η δύναμη η ισορροπία και η κινητικότητα και άλλοι είναι μη ελεγχόμενοι όπως το φύλο και ηλικία. Έτσι η προχωρημένη ηλικία τόσο στους άνδρες (>28 χρόνια) όσο και στις γυναίκες (>25 χρόνια) θεωρείται παράγοντας υψηλού κινδύνου για τραυματισμό (Backous, Friedl, Smith, Parr, & Carpine, 1988; Ostenberg & Roos, 2000). Παράλληλα, στην εφηβική ηλικία φαίνεται να υπάρχει μια απότομη αύξηση της συχνότητας τραυματισμού (Schmidt-Olsen, Jorgensen, Kaalund, & Sorensen, 1991) που πιθανά οφείλεται στην ανεπαρκή ικανότητα νευρομυϊκού συντονισμού που είναι βασικός παράγοντας προδιάθεσης για τραυματισμό. Σε ό,τι αφορά το φύλλο, φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο με τις γυναίκες να παρουσιάζουν 5-6 φορές υψηλότερο κίνδυνο για τραυματισμό από ότι οι άνδρες (Grimm, Jacobs, Kim, Denney, & Shea, 2015; Renstrom et al., 2008). Επίσης το είδος της ποδοσφαιρικής δραστηριότητας (αγώνας ή προπόνηση) επηρεάζει σημαντικά την συχνότητα τραυματισμού. Πράγματι, η πλειονότητα των ερευνητών συμφωνούν ότι οι περισσότεροι τραυματισμοί συμβαίνουν κατά την διάρκεια των αγώνων παρά στις προπονήσεις (Arnason, Gudmundsson, Dahl, & Johannsson, 1996; Ekstrand & Tropp, 1990; Engstrom, Forssblad, Johansson, & Tornkvist, 1990; Luthje et al., 1996). Σημαντικό μερίδιο των τραυματισμών καταλαμβάνουν οι τραυματισμοί που οφείλονται στην υπέρχρηση αγγίζοντας το 9-34% ανάλογα των χαρακτηριστικών του πληθυσμού (Arnason et al., 1996; Nielsen & Yde, 1989; Peterson, Junge, Chomiak, Graf-Baumann, & Dvorak, 2000). Οι Dupont et al. (2010) ανέφεραν 6.2 φορές υψηλότερη συχνότητα τραυματισμού σε παίκτες που έπαιζαν δύο αγώνες την εβδομάδα σε σύγκριση με αυτούς που παίζουν μόνο ένα αγώνα την εβδομάδα. Τα τελευταία χρόνια γίνεται πιο εκτεταμένη χρήση των τεχνητών χλοοταπίτων λόγω του μειωμένου κόστους απόκτησης αλλά και συντήρησης (Ekstrand & Nigg, 1989; Stiles, James, Dixon, & Guisasola, 2009). Αν και η παγκόσμια ομοσπονδία ποδοσφαίρου έχει εγκρίνει νέας γενιάς τεχνητούς χλοοτάπητες για παιχνίδια υψηλού επιπέδου, οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου προτιμούν να παίζουν σε φυσικούς χλοοτάπητες πιστεύοντας ότι στον τεχνητό χλοοτάπητα υπάρχουν περισσότερες πιθανότητες για τραυματισμό ενώ αισθάνονται μεγαλύτερη δυσφορία και κόπωση από ότι στον φυσικό. Το είδος του χλοοτάπητα λοιπόν πιθανά να είναι ένας ακόμα παράγοντας κινδύνου για τραυματισμό με τον τεχνητό να έχει κατηγορηθεί από πολλούς ότι συμβάλει περισσότερο από τον φυσικό στην εμφάνιση τραυματισμών, ωστόσο αυτό δεν έχει αποδειχθεί επαρκώς (Calloway et al., 2019; Ekstrand, Hagglund, & Fuller, 2011; Meyers, 2013, 2017). Τέλος το επίπεδο των ποδοσφαιριστών επηρεάζει σημαντικά τόσο τον αριθμό των περιστατικών όσο και την

σοβαρότητά τους με τους αθλητές χαμηλού επιπέδου να εμφανίζουν υψηλότερες συχνότητες σε σχέση με τους υψηλού επιπέδου, παρόλο που η συνολική έκθεση των χαμηλού επιπέδου αθλητών σε ποδοσφαιρικές δραστηριότητες ήταν μικρότερη (Peterson et al., 2000). Ανεξάρτητα των παραγόντων που είναι υπεύθυνοι για τραυματισμό αλλά και του τρόπου που έχουν συλληφθεί και αναλυθεί τα δεδομένα φαίνεται ότι στο ποδόσφαιρο η συχνότερα τραυματιζόμενη περιοχή είναι τα κάτω άκρα (Kolanko, Samet, & Yablon, 2016) και ειδικότερα οι συχνότεροι τραυματισμοί αφορούν τις θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων και τις ρήξεις του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Hawkins, Hulse, Wilkinson, Hodson, & Gibson, 2001). Με τους τραυματισμούς αυτούς να παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για όσους εμπλέκονται με την αποκατάστασή τους (Roth & Osbahr, 2018).

Είδη των τραυματισμών. Σε υψηλού επιπέδου ποδοσφαιριστές, έχει βρεθεί ότι το 92% των τραυματισμών αφορά τα κάτω άκρα, εκ των οποίων το 37% τους οπίσθιους μηριαίους και το 19% τους πρόσθιους μηριαίους (Ekstrand, Hagglund, et al., 2011a). Οι παραπάνω τραυματισμοί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το είδος του ιστού που τραυματίζεται. Αναλυτικότερα μπορούν να συμβούν συνδεσμικοί, τενόντιοι, οστικοί και μυϊκοί τραυματισμοί.

Συνδεσμικοί τραυματισμοί. Οι σύνδεσμοι μιας άρθρωσης προσφέρουν σταθερότητα σε αυτήν. Ο τραυματισμός της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι αρκετά συχνός στο ποδόσφαιρο και μπορεί να φτάσει μέχρι και το 41% του συνόλου των τραυματισμών ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου πληθυσμού (Ekstrand, Hagglund, & Walden, 2011b; Wong & Hong, 2005). Η συντριπτική πλειονότητα των τραυματισμών της ποδοκνημικής αφορούν συνδεσμικές κακώσεις φτάνοντας μέχρι και το 72% των περιπτώσεων και από αυτές περίπου το 85% έχει να κάνει με το σύμπλεγμα των πλάγιων συνδέσμων (Kofotolis, Kellis, & Vlachopoulos, 2007). Οι ποδοσφαιριστές με ιστορικό διαστρέμματος στην ποδοκνημική άρθρωση διατρέχουν τριπλάσιο κίνδυνο να τους ξανασυμβεί (Walden, Hagglund, & Ekstrand, 2013). Ενώ οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμού της ποδοκνημικής κατά την διάρκεια των αγώνων παρά στις προπονήσεις σε αντίθεση με τους ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές που δεν παρουσιάζουν τέτοιου είδους διακυμάνσεις (Kolanko et al., 2016).

Ο συνδεσμικός τραυματισμός της άρθρωσης του γόνατος είναι ιδιαίτερα κρίσιμος για την εξέλιξη ενός αθλητή μιας και είναι από τους σοβαρότερους και πιο απαιτητικούς σε χρόνο αλλά και σε διαδικασίες αποκατάστασης. Οι σημαντικότεροι σύνδεσμοι του γόνατος είναι οι χιαστοί.

Ουσιαστικά πρόκειται για 2 δέσμες: τον πρόσθιο χιαστό (ACL) και τον οπίσθιο χιαστό (PCL). Η πρώτη δέσμη κυρίως προλαμβάνει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης ενώ η δεύτερη την οπίσθια μετατόπιση και την περιστροφή της (Harner et al., 1999). Ο οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος είναι πιο ισχυρός από τον πρόσθιο και τραυματίζεται με μικρότερη συχνότητα. Ο τραυματισμός του ACL μπορεί να συμβεί είτε με σωματική επαφή είτε χωρίς. Οι μηχανισμοί τραυματισμού του ACL χωρίς επαφή ευθύνονται περίπου για το 85% των τραυματισμών του ACL (Dragoo, Braun, & Harris, 2013; Rothenberg, Grau, Kaplan, & Baraga, 2016; Volpi et al., 2016; Walden, Hagglund, Magnusson, & Ekstrand, 2011; Walden et al., 2015). Ένας χαρακτηριστικός μηχανισμός τραυματισμού του ACL είναι οι κατακόρυφες συμπιεστικές δυνάμεις που οδηγούν σε βλαισότητα του γόνατος και η ταυτόχρονη στροφή της κνήμης σε σχέση με τον μηρό. Ένας τραυματισμός στην άρθρωση του γόνατος τις περισσότερες φορές συνοδεύεται και από κακώσεις παρακείμενων ιστών όπως είναι οι τένοντες χόνδροι και τα οστά.

Τενόντιοι τραυματισμοί. Οι τραυματισμοί των τενόντων στο ποδόσφαιρο όπως και σε άλλα αθλήματα οφείλονται κατά κύριο λόγο στην υπέρχρηση (Kannus, 1997; Lian, Engebretsen, & Bahr, 2005) και είναι ανεξάρτητοι από το επίπεδο ενασχόλησης (Khan, Cook, Taunton, & Bonar, 2000). Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την συχνότητα εμφάνισης των τενόντιων τραυματισμών είναι επίσης το φύλλο και η ηλικία (Paavola, Kannus, & Järvinen, 2005). Τα συμπτώματα χαρακτηρίζονται μεγάλης σοβαρότητας επειδή είναι ιδιαίτερα επίπονα και επίμονα που μπορούν να περιορίσουν σε μεγάλο βαθμό και για μεγάλο χρονικό διάστημα την συμμετοχή του αθλητή σε αθλητικές δραστηριότητες (Lian et al., 2005). Οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου έχουν την υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης επιγονατιδικής τενοντοπάθειας ανάμεσα σε αθλητές πολλών αθλημάτων όπως η πετοσφαίριση, η καλαθοσφαίριση κ.ά. (Hagglund, Zwerver, & Ekstrand, 2011), ενώ η υποτροπή στους ποδοσφαιριστές έχει υψηλές πιθανότητες να συμβεί (12-27%) (Fredberg, Bolvig, & Andersen, 2008; Hagglund et al., 2011) δείχνοντας την σοβαρότητα των τενοντοπαθειών.

Οστικοί τραυματισμοί. Το 2% των τραυματισμών των επαγγελματιών και το 20% των τραυματισμών των ερασιτεχνών ποδοσφαιριστών αφορούν οστικά κατάγματα (Giza, Mithofer, Farrell, Zarins, & Gill, 2005; Kujala et al., 1995; Larsson, Ekstrand, & Karlsson, 2016). Μολονότι οι τραυματισμοί στο ποδόσφαιρο σχετίζονται κυρίως με τα κάτω άκρα (Aitken, Watson, Wood, & Court-Brown, 2014; Larsson et al., 2016; Leventer, Eek, Hofstetter, & Lames, 2016), λόγω των επαφών συμβαίνουν τραυματισμοί και στα άνω άκρα και στο πρόσωπο (Aitken et al., 2014). Ο

χρόνος αποκατάστασης μετά από ένα κάταγμα εξαρτάται από την περιοχή του σώματος που συνέβη και μπορεί να διαρκέσει 3-5 μήνες κατά μέσο όρο (Aitken et al., 2014; Robertson, Wood, Aitken, & Court Brown, 2014; Robertson et al., 2012). Οι συχνότερα τραυματισμένες περιοχές με κάταγμα είναι τα κάτω άκρα (35-45%) και ακολουθούν τα άνω άκρα (14-25%) (Kujala et al., 1995; Larsson et al., 2016; Schiffner et al., 2019).

(Chomiak, Junge, Peterson, & Dvorak, 2000; Peterson et al., 2000)

Μυϊκοί τραυματισμοί. Στο ποδόσφαιρο οι μυϊκοί τραυματισμοί αποτελούν το 35% του συνόλου των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο και η συχνότητα εμφάνισης τους αγγίζει τους 2.8 τραυματισμούς ανά 1000 ώρες παιχνιδιού (Ekstrand, 2013). Από αυτούς το 55% αφορά τους μηρούς και συγκεκριμένα 17% τον τετρακέφαλο μηριαίο, 37% τους οπίσθιους μηριαίους εκ των οποίων το 86% αφορούν τον δικέφαλο μηριαίο. Το υπόλοιπο 45% επιμερίζεται στην περιοχή του ισχίου και της βουβωνικής χώρας (30%) και στην κνήμη (13%). Ο πιο συνηθισμένος μυϊκός τραυματισμός είναι των οπίσθιων μηριαίων με το ποσοστό εμφάνισης να φτάνει το 12%. Σε μια ομάδα ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου των 25 ατόμων, μπορούν εμφανιστούν κατά την διάρκεια μιας αγωνιστικής περιόδου περίπου 18 μυϊκοί τραυματισμοί. Οι 10 από αυτούς θα αφορούν τους μηρούς (7 στους οπίσθιους μηριαίους και 3 στους τετρακέφαλους), πέντε με έξι θα είναι στους προσαγωγούς και δύο με τρεις θα είναι στους κνημιαίους (Ekstrand, 2013). Ο κίνδυνος τραυματισμού κατά την διάρκεια των αγωνιστικών υποχρεώσεων είναι 6 φορές υψηλότερος σε σχέση με την προπόνηση (9.6/1000 ώρες παιχνιδιού vs. 1.6/1000 ώρες προπόνησης) (Ekstrand, 2013) και ο κίνδυνος αυτός αυξάνεται με την χρονική εξέλιξη του παιχνιδιού. Επιπλέον, ο κίνδυνος τραυματισμού αυξάνεται ακόμα περισσότερο με την ηλικία. Παράλληλα η ηλικία φαίνεται να επηρεάζει και το είδος του τραυματισμού, έτσι για παράδειγμα ο τραυματισμός του τετρακέφαλου μηριαίου είναι πιο πιθανός στους νεαρούς ποδοσφαιριστές (Cloke et al., 2012). Και φαίνεται ότι ο τραυματισμός αυτός γίνεται κυρίως στο κυρίαρχο πόδι κατά την διάρκεια λακτίσματος της μπάλας με ποσοστό εμφάνισης 60% έναντι 33% σε σύγκριση με το μη κυρίαρχο σκέλος. Η δε επούλωση των τραυματισμένων τετρακέφαλων τείνει να παίρνει περισσότερο χρόνο σε σχέση με του οπίσθιους μηριαίους (Ekstrand, Hagglund, et al., 2011a). Το φαινόμενο εμφάνισης διαφορετικών συχνοτήτων τραυματισμού στους τετρακέφαλους ανάλογα με το πόδι προτίμησης, δεν παρατηρείται στους οπίσθιους μηριαίους (Ekstrand, Hagglund, et al., 2011a). Στους τελευταίους, οι άνδρες ποδοσφαιριστές τείνουν να τραυματίζονται συχνότερα σε σχέση με τις γυναίκες και παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά υποτροπής (Cross, Gurka, Saliba, Conaway,

& Hertel, 2013). Από το σύνολο των μυϊκών τραυματισμών τους οπίσθιους μηριαίους ο δικέφαλος μηριαίος είναι αυτός που τραυματίζεται περισσότερο με συχνότητα περίπου 75% (Connell et al., 2004; Petersen et al., 2014). Η πλειονότητα των τραυματισμών στον δικέφαλο μηριαίο εντοπίζεται στην γαστέρα του μυ ή πολύ κοντά στην μυοτενόντια σύνδεση, ενώ οι τραυματισμοί καθαρά στην μυοτενόντια σύνδεση είναι πολύ σπάνιοι (Kolanko et al., 2016).

Στη διεθνή βιβλιογραφία γίνεται εκτενής αναφορά της αναλογίας δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών προς την δύναμη των πρόσθιων μηριαίων (H:Q) επισημαίνοντας την σημασία της στην πρόληψη αλλά και την αποκατάσταση τραυματισμών (A. Deletrat et al., 2013). Αν και μία πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση που εξέτασε τις μυϊκές ανισοροπίες ως παράγοντα κινδύνου για τραυματισμό, κατέληξε ότι δεν υπάρχουν αρκετές αποδείξεις σχετικά με το θέμα (McCall et al., 2015), άλλοι ερευνητές ισχυρίζονται ότι οι μυϊκές ανισοροπίες μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων του γόνατος, η χαμηλή έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων και ανισοροπία δύναμης μεταξύ των μελών πιθανά αποτελούν σοβαρούς παράγοντες κινδύνου για τραυματισμό σε επαγγελματίες και ημιεπαγγελματίες ποδοσφαιριστές (Ekstrand, Hagglund, et al., 2011a). Επιπλέον, η αξιολόγηση της ισοκινητικής ροπής δύναμης των κάτω άκρων και η χρήση των σχετικών αναλογιών (H:Q) είναι ένα πολύτιμο εργαλείο εντοπισμού πιθανών ανισοροπιών, αξιολόγησης του κινδύνου τραυματισμού και ανάπτυξης στρατηγικών πρόληψης (Bennell et al., 1998). Γι' αυτό και οι αθλητικοί επιστήμονες εδώ και αρκετά χρόνια συχνά εξετάζουν την H:Q ως έναν δείκτη δύναμης των μυών που περιβάλλουν την άρθρωση του γόνατος (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Osternig, 1986). Η αναλογία H:Q θεωρείται πιο σημαντική από την μέγιστη ροπή όταν γίνεται αξιολόγηση της μυϊκής λειτουργίας (Baltzopoulos & Brodie, 1989).

Η αναλογία αυτή παραδοσιακά υπολογίζεται ως μέγιστη ισοκινητική ροπή δύναμης των καμπτήρων διά την αντίστοιχη των εκτεινόντων σε δεδομένη γωνιακή ταχύτητα και τύπο συστολής των μυών (ισομετρική, μειομετρική, ή έκκεντρη). Ωστόσο ο παραπάνω τρόπος υπολογισμού της αναλογίας υποδηλώνει ότι κατά την έκταση του γόνατος θα γίνουν ταυτόχρονα σύγκεντρες (ή έκκεντρες) συσπάσεις τόσο των καμπτήρων όσο και των εκτεινόντων. Αυτό στην πραγματικότητα δεν μπορεί να συμβεί. Αντίθετα, κατά την διάρκεια της έκτασης της άρθρωσης του γόνατος, ταυτόχρονα οι καμπτήρες μπορούν να κάνουν έκκεντρη συστολή και οι εκτεινόντες μειομετρική. Αντίστοιχα, κατά την διάρκεια της κάμψης, ταυτόχρονα οι καμπτήρες μπορούν να εκτελέσουν μειομετρική συστολή και οι εκτεινόντες έκκεντρη.

Ωστόσο, σχετικά πρόσφατα έχει προταθεί ότι η σχέση αγωνιστών/ανταγωνιστών μυών στην έκταση/κάμψη του γόνατος μπορεί να περιγραφεί καλύτερα από μια νέα λειτουργική αναλογία που προσομοιάζει περισσότερο με τις πραγματικές συνθήκες (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1995). Συγκεκριμένα, ως δείκτης λειτουργικότητας της έκτασης του γόνατος προτείνεται η λειτουργική αναλογία της μέγιστης έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων προς την μέγιστη μειομετρική ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων ($H_{ecc}:Q_{con}$). Αντίστοιχα, προτείνεται ως δείκτης λειτουργικότητας της κάμψης του γόνατος, η λειτουργική αναλογία της μέγιστης μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων προς την μέγιστη έκκεντρη ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων ($H_{con}:Q_{ecc}$). Μολαταύτα, για την καλύτερη και ολοκληρωμένη αξιολόγηση της δύναμης προτείνεται ο συνδυασμός χρήσης των απόλυτων τιμών δύναμης, των παραδοσιακών αναλογιών και των νέων λειτουργικών αναλογιών ταυτόχρονα (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1996).

Η εμφάνιση μη φυσιολογικών αναλογιών υπολογισμένες τόσο με τον παραδοσιακό τρόπο όσο και με τον νέο έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμού (Aagaard et al., 1998). Οι παραπάνω αναλογίες μπορούν να επηρεαστούν από εξωγενείς παράγοντες και ιδιαίτερα μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου. Έτσι, έχει βρεθεί ότι η κόπωση μετά από προσομοίωση ενός παιχνιδιού ποδοσφαίρου μεταβάλλει και τις δύο αναλογίες (παραδοσιακή και νέα) λόγω της μεγαλύτερης απώλειας δύναμης στους καμπτήρες (Marshall, Lovell, Jeppesen, Andersen, & Siegler, 2014; Rahnama, Reilly, Lees, & Graham-Smith, 2003). Αυτό συμβαίνει γιατί συσσωρεύεται σ' αυτούς τους μυς περισσότερη κόπωση που με την σειρά της οδηγεί στην μειωμένη ικανότητα τους να εκτελούν έκκεντρες συσπάσεις, αυξάνοντας τον κίνδυνο τραυματισμού (Woods et al., 2004). Η μείωση της απόδοσης των οπίσθιων μηριαίων να εκτελούν έκκεντρες συσπάσεις πιθανά υποδηλώνει ότι οι νέες αναλογίες είναι καλύτεροι δείκτες πρόβλεψης τραυματισμών στο ποδόσφαιρο (Draganidis et al., 2015a) σε σχέση με τις παλιές. Αποτελέσματα μετά από ένα πραγματικό παιχνίδι και όχι μια απλή προσομοίωση έχουν παρουσιαστεί αλλού Draganidis et al. (2015a), (Greig, 2008), καταλήγοντας ότι οι λειτουργικές αναλογίες είναι προτιμότερες από τις παραδοσιακές. Αναλυτικότερα, έδειξαν ότι η βαθμός μείωσης στις τιμές ροπής δύναμης, ανεξάρτητα του τύπου σύσπασης, σχετίζεται με την ταχύτητα εκτέλεσης, με την μείωση να είναι εντονότερη στις υψηλότερες ταχύτητες (180°/sec) συγκριτικά με τις πιο αργές (60°/sec). Στις παραπάνω μελέτες, πέρα από την μείωση στις απόλυτες τιμές των εκτεινόντων και των καμπτήρων, παρουσιάστηκαν μειώσεις και στις αναλογίες (παραδοσιακή και νέα). Ενώ, οι

Draganidis et al. (2015a) εντόπισαν διαφορές απόκρισης μεταξύ της νέας-λειτουργικής και της παραδοσιακής αναλογίας καταγράφοντας μεγαλύτερη πτώση στη λειτουργική σε σχέση με την παραδοσιακή αναλογία, δείχνοντας με αυτόν τον τρόπο ότι είναι πιο ευαίσθητη στις αποκρίσεις μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου. Παρόλο που αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει τις επιδράσεις στις παραπάνω αναλογίες, ενός αγώνα ποδοσφαίρου, δεν ισχύει το ίδιο για τις επιδράσεις μετά από επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου. Πράγματι τέτοιες επιδράσεις δεν έχουν εξεταστεί εκτενώς μέχρι σήμερα και δεν έχουν παρουσιαστεί αναλυτικά τέτοια στοιχεία στην διεθνή βιβλιογραφία. Εξάιρεση αποτελεί η μελέτη των Ekstrand, Walden, and Hagglund (2004), η οποία έδειξε ότι οι παίκτες που είχαν «κακή απόδοση» στο Παγκόσμιο Κύπελλο της FIFA το 2002 είχαν παίξει προηγουμένως κατά μέσο όρο 12,5 αγώνες κατά τη διάρκεια των 10 εβδομάδων. Αντίθετα όσοι «υπεραπόδοσαν» σε σχέση με τις προσδοκίες, έπαιξαν μόνο εννέα αγώνες κατά την ίδια περίοδο.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά, η επιλογή και τα χαρακτηριστικά του δείγματος, ο σχεδιασμός της μελέτης, οι διαδικασίες και οι μέθοδοι αξιολόγησης των συμμετεχόντων και η στατιστική ανάλυση.

Δείγμα

Αρχικά, και πριν την επιλογή του δείγματος πραγματοποιήθηκε ανάλυση ισχύος (G*Power, version 3.1.9.1, (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007)) για ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων 2x6 (συνθήκη x Χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον δεύτερο παράγοντα, χρησιμοποιώντας επίδραση μεγέθους (effect size) κατά Cohen $f=0.3$ (Power=0.95, $\alpha=.05$, 2-tailed) προκειμένου να προσδιοριστεί ο κατάλληλος αριθμός συμμετεχόντων. Έτσι, από την ανάλυση υποδείχθηκε, πως για την ορθή στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ένας αριθμός της τάξης των 20 ατόμων (10 για κάθε συνθήκη) θα ήταν ικανός.

Κριτήρια συμμετοχής. Όσον αφορά την συμμετοχή ποδοσφαιριστών στη μελέτη, οι συμμετέχοντες θα έπρεπε να πληρούσαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά: α) συμμετοχή σε πρωτάθλημα ποδοσφαίρου για τουλάχιστον 5 χρόνια β) Κανένας μυοσκελετικός τραυματισμός, ασθένεια ή μεταβολικό νόσημα στο πρόσφατο παρελθόν γ) αποχή από κάπνισμα, συμπληρώματα διατροφής και φάρμακα για χρονικό διάστημα ≥ 6 μήνες δ) συμμετοχή με τον σύλλογό τους σε πέντε προπονήσεις και έναν αγώνα κατά την διάρκεια του μικρόκυκλου ε) αναλογία ροπής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων προς τους πρόσθιους μηριαίους (H:Q) εντός φυσιολογικών ορίων για παράδειγμα 0.61-0.70 για την παραδοσιακή αναλογία (de Abreu Camarda & Denadai, 2012; Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010) και 0.68-0.98 για την λειτουργική αναλογία (de Abreu Camarda & Denadai, 2012). Όλες οι διαδικασίες κατά την διάρκεια της μελέτης, πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τη δήλωση του Ελσίνκι, όπως αυτή αναθεωρήθηκε το 2013.

Η παρούσα μελέτη εγκρίθηκε από τη επιτροπή βιοηθικής και δεοντολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (197/31-10-2019)

Ερευνητικός σχεδιασμός

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με διπλά τυφλό, σχεδιασμό με τους εθελοντές να συμμετάσχουν διασταυρωμένα και στις δύο συνθήκες (πειραματική & ελέγχου), πραγματοποιώντας επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Η μελέτη έγινε μια

εβδομάδα μετά το πέρας της αγωνιστικής περιόδου, περίοδο κατά την οποία οι ποδοσφαιριστές ακόμα μπορούν να εκτελούν έντονες προπονήσεις και αγώνες.

1^η Επίσκεψη: Οι εθελοντές στην πρώτη τους επίσκεψη στο εργαστήριο, αφού ενημερώθηκαν για τους πιθανούς κινδύνους της μελέτης, συμπλήρωσαν και υπέγραψαν το έντυπο συναίνεσης και το έντυπο προσωπικών στοιχείων και ιατρικού ιστορικού. Αξιολογήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματικό ανάστημα, σωματική μάζα και σωματική σύσταση). Κατόπιν, οι εθελοντές εξοικειώθηκαν με όλες τις δοκιμασίες αξιολόγησης της απόδοσης καθώς επίσης και με το ισοκινητικό δυναμόμετρο εκτελώντας υπομέγιστες ισομετρικές σύγκεντρες και έκκεντρες επαναλήψεις. Στο τέλος της επίσκεψης αξιολογήθηκε η ικανότητα μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}). Στη συνέχεια και για μια εβδομάδα πραγματοποιήθηκαν επτά προπονήσεις τακτικής, αποκατάστασης και ανάπτυξης της συνοχής των μελών των ομάδων και ακολούθησε η 2^η επίσκεψη στο εργαστήριο.

2^η Επίσκεψη: Κατά τη δεύτερη επίσκεψη των εθελοντών στο εργαστήριο, που έγινε 4-5 μέρες πριν τον 1^ο αγώνα αξιολογήθηκε η απόδοση στη δοκιμασία YO-YO IR2

3^η Επίσκεψη: Στην τρίτη επίσκεψη που έγινε 3-4 μέρες πριν τον 1^ο αγώνα αξιολογήθηκε η απόδοση στη δοκιμασία YO-YO IE2.

Οι ποδοσφαιριστές που έπαιζαν στις ίδιες θέσεις (αμυντικοί, μέσοι και επιθετικοί) χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες: α) μία ομάδα ελέγχου (n=10), οι συμμετέχοντες σε αυτήν την ομάδα συμμετείχαν μόνο στις καθημερινές προπονήσεις και στις μετρήσεις και β) μία πειραματική (n=10), οι συμμετέχοντες σε αυτήν την ομάδα χωρίστηκαν τυχαία σε δύο διαφορετικές ομάδες ίδιου επιπέδου προκειμένου να παίξουν μεταξύ τους δύο παιχνίδια σύμφωνα με τους επίσημους κανονισμούς.

4^η Επίσκεψη: Τρεις μέρες αργότερα, οι συμμετέχοντες προσήλθαν στο εργαστήριο μεταξύ 9:00-11:00 π.μ. και πραγματοποιήθηκε αιμοληψία. Στη συνέχεια, αξιολογήθηκε το εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος και ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος για να διαπιστωθεί όπως αναμενόταν η απουσία μυϊκού τραυματισμού. Στο τέλος της επίσκεψης και πριν τον 1^ο αγώνα αξιολογήθηκε η ροπή δύναμης των κάτω άκρων σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (ισομετρική μέγιστη ροπή δύναμης, μέγιστη μειομετρική ροπή δύναμης στις 60°/sec και 180°/sec και έκκεντρη ροπή δύναμης στις 60 °/sec και 180°/sec).

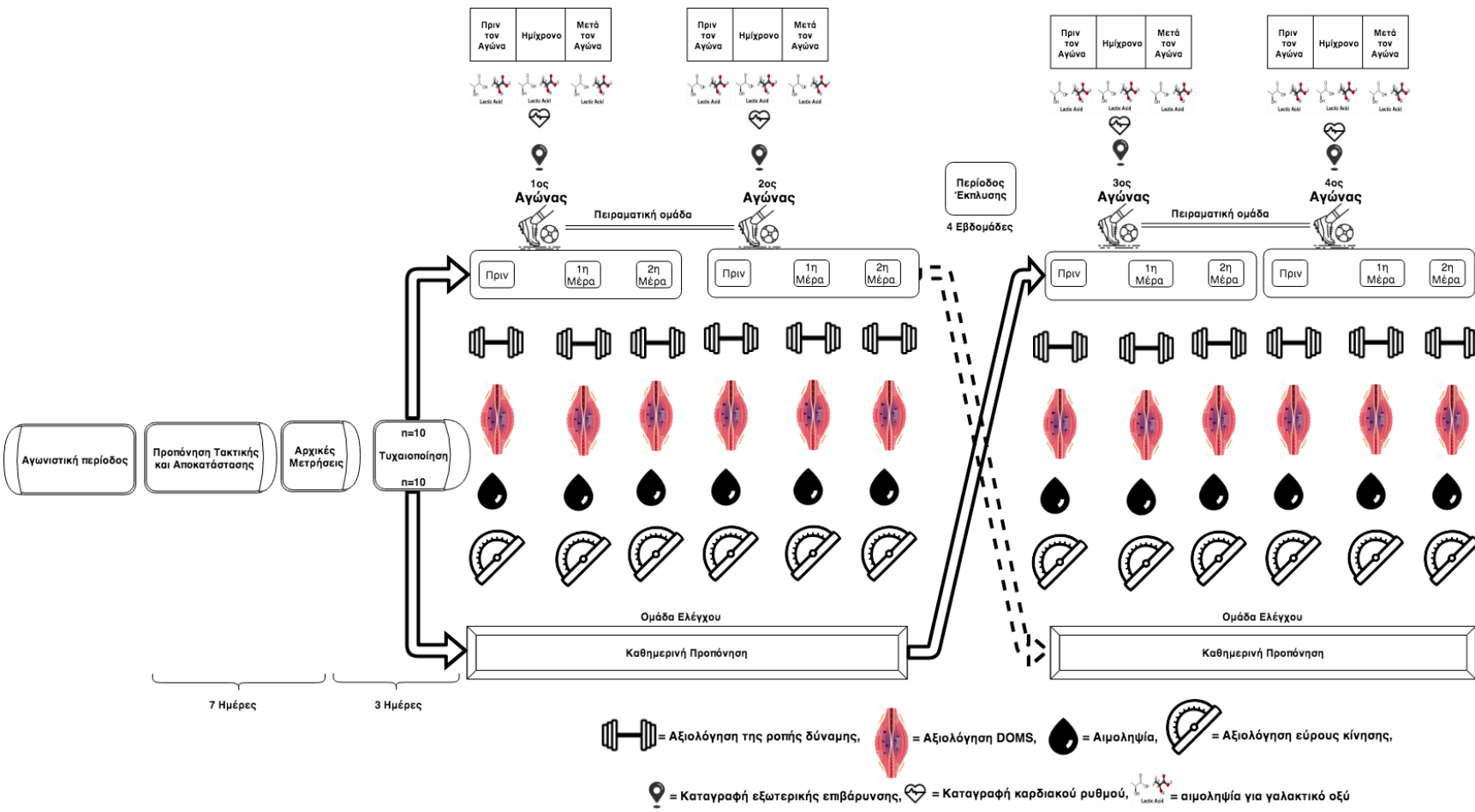
Αγώνες: Ο 1^{ος} αγώνας πραγματοποιήθηκε τρεις ημέρες μετά τις βασικές μετρήσεις (Κυριακή) και ο δεύτερος επίσης τρεις ημέρες μετά τον 1^ο αγώνα (Τετάρτη) προκειμένου να

προσομοιαστεί ένας επίσημος αγωνιστικός μικρόκυκλος με δύο παιχνίδια. Στις ημέρες των παιχνιδιών δεν γινόταν προπόνηση. Ωστόσο σε κάθε παιχνίδι πραγματοποιούνταν μια τυπική προθέρμανση και αποθεραπεία. Οι ποδοσφαιριστές συμμετείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των παιχνιδιών, χωρίς αλλαγές ενώ η ώρα διεξαγωγής τους ήταν μεταξύ 18:30 και 20:00. Την ημέρα του αγώνα οι συμμετέχοντες λάμβαναν ένα ελαφρύ τυποποιημένο γεύμα (Fatouros et al., 2010). Κατά την διάρκεια των παιχνιδιών οι αθλητές επιτρεπόταν να πίνουν μόνο νερό και αυτό κατά βούληση ενώ καταγράφηκε η εξωτερική επιβάρυνση με την χρήση τεχνολογίας GPS. Επίσης συνεχής ήταν και η καταγραφή του καρδιακού ρυθμού.

Μετρήσεις: Η συλλογή δειγμάτων αίματος, η αξιολόγηση της απόδοσης και του μυϊκού πόνου έγιναν αρχικά και κάθε πρωί μέχρι την 2^η μέρα του δεύτερου παιχνιδιού. Επιπλέον δείγματα αίματος συλλέχθηκαν πριν από κάθε αγώνα και 3-4 λεπτά μετά το τέλος κάθε ημιχρόνου από κάθε αγώνα.

Προπονήσεις: Οι ποδοσφαιριστές έκαναν μια προπόνηση την ημέρα μεταξύ των παιχνιδιών και για δύο ημέρες μετά το 2^ο παιχνίδι για να προσομοιαστεί ένας επίσημος αγωνιστικός μικρόκυκλος.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για καθένα από τους συμμετέχοντες μετά το πέρας 4 εβδομάδων (Washout period) με αλλαγή ομάδας (πειραματική - ελέγχου) έτσι ώστε να ολοκληρωθεί η συμμετοχή του κάθε εθελοντή και στις δύο συνθήκες (κάθε εθελοντής ήταν πέρασε και από την πειραματική και από την ομάδα ελέγχου). Η ομάδα ελέγχου δεν συμμετείχε σε κανέναν αγώνα ενώ συμμετείχε σε καθημερινή προπόνηση. Ο ερευνητικός σχεδιασμός της μελέτης συνοψίζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Πειραματικός σχεδιασμός για την καταγραφή των επιδράσεων στην δύναμη και στην φλεγμονή, δύο επαναλαμβανόμενων αγώνων ποδοσφαίρου στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο.

Όργανα μέτρησης

Αναστημόμετρο-ζυγός: Για την αξιολόγηση του ύψους και της σωματικής μάζας των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκε το αναστημόμετρο-ζυγός της εταιρίας «Seca» (Seca 714, Seca Vogel & Halke GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany) με ακρίβεια 0.5cm και 0.1kg αντίστοιχα.

Δερματοπτυχόμετρο: Για την εκτίμηση του σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκε το δερματοπτυχόμετρο Harpenden (HSK-BI, British Indicators, Ltd., West Sussex, UK). Η πίεση που ασκείται από τα άκρα του δερματοπτυχόμετρου είναι 10g/mm², σε όλο το εύρος ανοίγματος του (50mm).

Ανοικτό κύκλωμα σπιρομέτρησης: για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (Vo₂max) χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό σύστημα ανταλλαγής πνευμονικών αερίων (Vmax Encore 29, BEBJO296, Yorba Linda, CA, USA).

Δαπεδοεργόμετρο: για την δρομική δοκιμασία της Vo₂max χρησιμοποιήθηκε το δαπεδοεργόμετρο Stex 8025 T, Korea.

Σύστημα GPS: Για την καταγραφή της δρομικής επιβάρυνσης των αγώνων χρησιμοποιήθηκαν φορητές μονάδες τύπου GPS, με συχνότητα 15 Hz και επιταχυνσιόμετρο 100 Hz (GP sports, Canberra, Australia).

Καρδιοσυχνόμετρα: Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας των αγώνων και των προπονήσεων πραγματοποιήθηκε με καρδιοσυχνόμετρα Polar (Team Polar, Polar Electro Oy, Kempele, Finland).

Αιματολογικός αναλυτής: Για την εκτίμηση των λευκοκυττάρων μέσω της γενικής αίματος, χρησιμοποιήθηκε ο αυτόματος αιματολογικός αναλυτής Mythic 18, Orphee SA, Geneva, Switzerland.

Φορητός μετρητής γαλακτικού οξέος: Για την εκτίμηση του γαλακτικού οξέος στο αίμα χρησιμοποιήθηκε ο φορητός μετρητής γαλακτικού οξέος Lactate Plus Meter (Nova biomedical, Waltham, USA).

Αυτόματος βιοχημικός αναλυτής: Για την εκτίμηση της δραστηριότητας της Κρεατινικής κινάσης (CK) χρησιμοποιήθηκε ο αυτόματος βιοχημικός αναλυτής Z 1145 (Clinical Chemistry Analyzer Z 1145, Zafeiropoulos Diagnostica, Ελλάδα).

Ισοκινητικό δυναμόμετρο: Για την αξιολόγηση της μέγιστης ισοκινητικής ροπής των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος χρησιμοποιήθηκε το *ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex 770, USA.*

Περιγραφή των Δοκιμασιών

Σωματομετρικές μετρήσεις

Η σωματομετρική αξιολόγηση έγινε για τη σωματική μάζα, το ανάστημα σε όρθια στάση, τον Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και το ποσοστό σωματικού λίπους. Το σωματικό βάρος των ποδοσφαιριστών μετρήθηκε με ακρίβεια μισού κιλού (0,5 Kg) στο μηχανικό ζυγό Beam Balance 710 (Seca, UK). Στους εξεταζόμενους δόθηκε η οδηγία να σταθούν στο κέντρο του ζυγού κατανέμοντας το βάρος τους εξίσου και στα δύο πόδια, με ενωμένες τις πτέρνες ενώ τα πέλματα έπρεπε να σχηματίζουν γωνία περίπου 60°. Το ανάστημα μετρήθηκε με χρήση αναστημόμετρου (Stadiometer 208, Seca) στο πλησιέστερο μισό εκατοστό (0,5 cm). Επίσης, στους ποδοσφαιριστές δόθηκε η οδηγία, οι φτέρνες, οι γλουτοί και το πάνω μέρος της πλάτης να ακουμπούν στην κατακόρυφη υποστήριξη του οργάνου και να κοιτούν μπροστά με την γραμμή μύτης αυτιού να είναι παράλληλη με το έδαφος. Αμέσως μετά έπαιρναν βαθιά εισπνοή την οποία και κρατούσαν έως ότου ο εξεταστής να κατεβάσει τον οριζόντιο οδηγό, πιέζοντας τα μαλλιά, και να καταγράψει την μέτρηση. Ο ΔΜΣ υπολογίστηκε από τον τύπο $\Delta\text{Μ}\Sigma = \text{σωματικό Μάζα} / \text{ανάστημα}^2$, όπου το ανάστημα ήταν εκφρασμένο σε μέτρα (m) και η σωματική μάζα σε κιλά (kg). Για τον υπολογισμό του ποσοστού σωματικού λίπους των εξεταζόμενων χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση των Jackson, Pollock, and Gettman (1978) με επτά δερματοπτυχές. Η μέτρηση έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες των Hawes & Martin (2001) Ο δοκιμαζόμενος στεκόταν όρθιος με χαλαρούς τους ώμους και τα χέρια και σημειώνονταν τα σημεία των δερματοπτυχών που επρόκειτο να αξιολογηθούν με ένα μαρκαδόρο. Ο εξεταστής ανασήκωνε με τον αντίχειρα και τον δείκτη του μια διπλή πτυχή του δέρματος χωρίς να συμπεριλάβει τον υποκείμενο μυϊκό ιστό και εφάρμοζε το δερματοπτυχόμετρο σε αυτήν κάθετα και στη μέση της απόστασης μεταξύ της ακρολοφίας και της βάσης της δερματοπτυχής, για τουλάχιστον δύο δευτερόλεπτα. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στη δεξιά πλευρά του σώματος. Το κράτημα της δερματοπτυχής διατηρούνταν σταθερό ενώ ο εξεταστής διάβαζε την ένδειξη του δερματοπτυχόμετρου. Οι δερματοπτυχές αξιολογούνταν 2 φορές και έπρεπε να υπάρχει μέγιστη διαφορά 2 mm. Σε διαφορετική περίπτωση γινόταν επανάληψη της μέτρησης και οι πιο κοντινές κρατούνταν για τον υπολογισμό του ποσοστού του

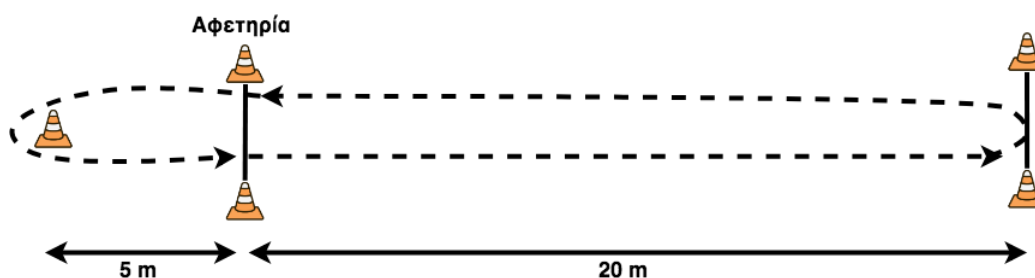
σωματικού λίπους. Όλες οι παραπάνω μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών έγιναν πρωινές ώρες μετά από ολονύκτια νηστεία, με ελαφρύ ρουχισμό, άνευ υποδημάτων και σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Αθλητιατρικής Εταιρείας (American College of Sports Medicine., Thompson, Gordon, & Pescatello, 2010).

Καρδιοαναπνευστική ικανότητα

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου: Η μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου πραγματοποιήθηκε με αυτόματο αναλυτή αερίων (Vmax Encore 29, BEBJO296, Yorba Linda, CA, USA) σε δαπεδοεργόμετρο (Stex 8025 T, Korea). Κατά την πραγματοποίηση της μέτρησης χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο των Paschalis et al. (2005). Σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρωτόκολλο, η ταχύτητα εκκίνησης τέθηκε στα 9 km/h, η οποία αυξανόταν κάθε δύο λεπτά κατά 1 Km/h ενώ η κλίση παρέμενε μηδενική και αμετάβλητη. Το ηλεκτρονικό σύστημα βαθμονομούνταν 30 λεπτά πριν την έναρξη της μέτρησης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο υπολογισμός των όγκων του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο breath by breath (ανά 30 δευτερόλεπτα). Καθ' όλη τη διάρκεια μέτρησης αλλά και για 15 λεπτά μετά την ολοκλήρωσή της, γινόταν καταγραφή της καρδιακής συχνότητας με το καρδιοσυχνόμετρο Polar FT1 (Electro polar, Kempele, Finland) και της υποκειμενικής αίσθησης της κόπωσης με την κλίμακα Borg. Κάθε λεπτό οι ασκούμενοι απαντούσαν σε ερώτηση που απεικόνιζε την υποκειμενική κόπωση μέσω της κλίμακας Borg, δείχνοντας με τον δείκτη του χεριού τον αριθμό που αντιστοιχούσε στην ανάλογη βαθμίδα κόπωσης. Η διαπίστωση της επιτυχημένης ολοκλήρωσης της δοκιμασίας και κατ' επέκταση της ορθής καταγραφής της VO_{2max} έπρεπε να ικανοποιεί τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω κριτήρια σύμφωνα με την (2010): α) να εμφανιζόταν plateau στην VO_2 παρά την αύξηση της ταχύτητας στο δαπεδοεργόμετρο, β) οι τιμές του αναπνευστικού πηλίκου να ξεπερνούσαν την κρίσιμη τιμή 1.10, γ) να εμφανιζόταν plateau στην καρδιακή συχνότητα, δ) να επέρχετο εξάντληση του δοκιμαζόμενου. Κανείς από τους εξετασθέντες δεν εμφάνισε στηθαγχικά συμπτώματα ή συμπτώματα δυσφορίας. Όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν μια πεντάλεπτη προθέρμανση πριν την μέτρηση στο δαπεδοεργόμετρο και για τρία λεπτά διατακτικές ασκήσεις.

Yo-Yo IR2: Με την δοκιμασία Yo-Yo IR2 αξιολογήθηκε η ικανότητα των ποδοσφαιριστών να εκτελούν επαναλαμβανόμενες, υψηλής έντασης, παλίνδρομες διαδρομές με αναλογία έργου/διαλείμματος παρόμοια με αυτή ενός αγώνα ποδοσφαίρου (J Bangsbo & Mohr, 2012). Κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας γίνονταν παλίνδρομες διαδρομές μεταξύ δυο παράλληλων γραμμών

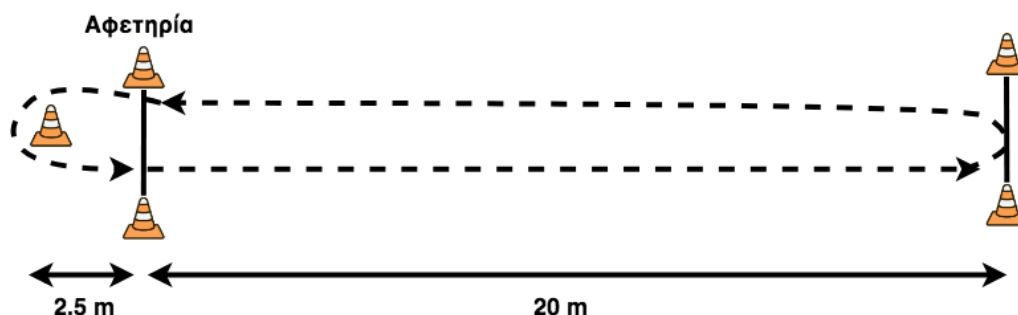
απόστασης 20μ. και μετά από κάθε κύκλο διαδρομής (2x20m) ακολουθούσε φάση ανάληψης χρονικής διάρκειας 10 δευτερολέπτων. Η εκκίνηση και η δρομική ταχύτητα των ποδοσφαιριστών καθοριζόταν με ηχητικά σήματα που εκπέμπονταν από το ειδικά για αυτόν το σκοπό CD της δοκιμασίας. Ο ποδοσφαιριστής ξεκινούσε τη δοκιμασία από τη γραμμή εκκίνησης με το άκουσμα του κατάλληλου ηχητικού σήματος και κατευθυνόταν προς την απέναντι τελική γραμμή (Σχήμα 2), ρυθμίζοντας την ταχύτητά του, έτσι ώστε η παρουσία του ποδοσφαιριστή στην τελική γραμμή, να συνέπιπτε χρονικά με το επόμενο ηχητικό σήμα. Στη συνέχεια, μετά την απαραίτητη αλλαγή κατεύθυνσης επέστρεφε προς την γραμμή εκκίνησης, στην οποία έπρεπε και πάλι να φτάσει, τη στιγμή που ακουγόταν το επόμενο ηχητικό σήμα. Για τα επόμενα 10 δευτερόλεπτα ο ποδοσφαιριστής έκανε ενεργητική ανάληψη, κινούμενος γύρω από έναν κώνο που βρίσκεται σε απόσταση 5m από τη γραμμή εκκίνησης (Σχήμα 2). Με το πέρας του μικρού αυτού διαλλείματος ο εξεταζόμενος θα έπρεπε να έχει επιστρέψει στη γραμμή εκκίνησης πριν το επόμενο ηχητικό σήμα όντας έτοιμος να επαναλάβει τη διαδικασία όταν το επόμενο ηχητικό σήμα ακουστεί. Η δοκιμασία τερματίζεται όταν ο εξεταζόμενος δεν καταφέρει δύο συνεχόμενες φορές να ολοκληρώσει τις διαδρομές με τον κατάλληλο συγχρονισμό. Με την εμφάνιση της πρώτης αποτυχίας ο εξεταζόμενος προειδοποιείται από τον εξεταστή για την επίσπευση της διαδικασίας, ενώ η δοκιμασία τερματίζεται με την εμφάνιση της αποτυχίας για δεύτερη φορά. Ως επίδοση καταγράφεται η συνολική απόσταση (σε μέτρα) που διάνυσε μέχρι και την τελευταία διαδρομή πριν την προειδοποίηση.



Σχήμα 2. Σχηματική παρουσίαση της δοκιμασίας "Yo-Yo IR" (τροποποιημένο από Bangsbo & Mohr, 2012)

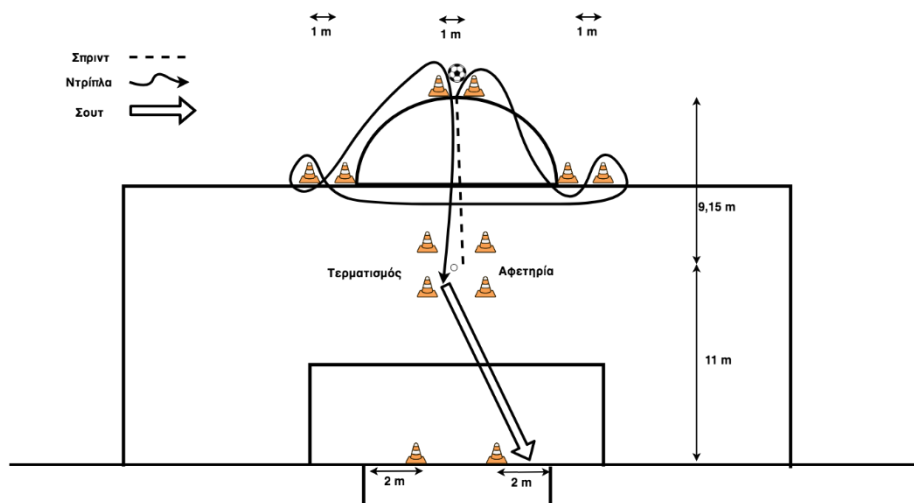
Yo-Yo IE2: Η ίδια διαδικασία, εκτελείται και για την δοκιμασία Yo-Yo IE2. Ωστόσο υπάρχουν διαφορές σε σχέση με το Yo-Yo IR2 στην ταχύτητα εκκίνησης, στην απόσταση και στην διάρκεια της αποκατάστασης. Στο Yo-Yo IE2, η ταχύτητα εκκίνησης είναι τα 11.5 km/h, η ενεργητική αποκατάσταση είναι μικρότερη χρονικά (5 sec) και γίνεται σε μικρότερη απόσταση

από τη γραμμή εκκίνησης (2.5m) όπου πραγματοποιείται περπάτημα μέχρι τον κώνο που βρίσκεται πίσω από την γραμμή εκκίνησης (Σχήμα 3).



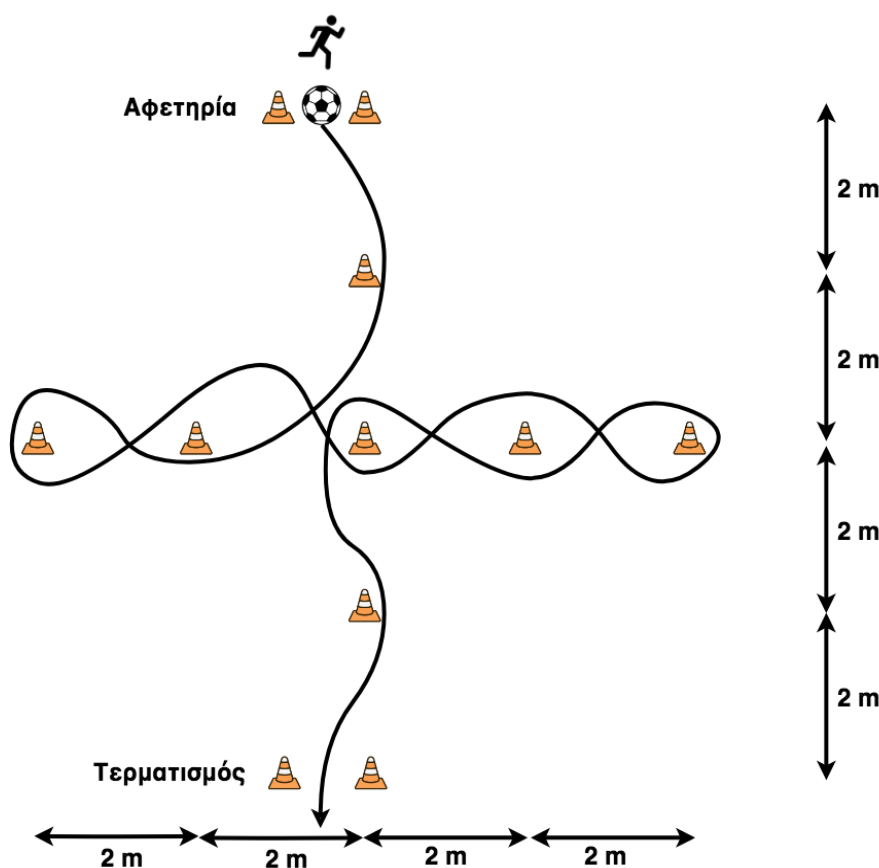
Σχήμα 3. Σχηματική περιγραφή της δοκιμασίας "Yo-Yo IE2" (τροποποιημένο από Bangsbo & Mohr, 2012)

Creative Speed Test: Ο δοκιμαζόμενος ξεκινούσε την δοκιμασία τοποθετημένος στο κέντρο μιας τετράγωνης περιοχής με πλευρές μήκους 2m που οριζόταν γύρω από το σημείο του πέναλτυ με μέτωπο στην εστία (Σχήμα 4) Με το σήμα του εξεταστή εκτελούσε μεταβολή και σπριντ έως την κορυφή του ημικυκλίου της μεγάλης περιοχής. Από το σημείο αυτό, και αφού έπαιρνε την μπάλα εκτελούσε ντρίμπλα ακολουθώντας την διαδρομή όπως φαίνεται στο σχήμα. Όταν επέστρεφε στο σημείο 2 έκανε προωθητικό λάκτισμα της μπάλας έως την τετράγωνη περιοχή στο σημείο του πέναλτυ όπου και σουτάρε προς την εστία ενώ η μπάλα έπρεπε να περάσει εντός των οριοθετημένων περιοχών της εστίας (2μ από τα δοκάρια-γωνίες της εστίας). Διαφορετικά η δοκιμασία θεωρούνταν άκυρη και η έπρεπε να επαναληφθεί (J Bangsbo & Mohr, 2012).



Σχήμα 4. Σχηματική παρουσίαση της δοκιμασίας "Creative Speed Test"

Short Dribbling Test: Η συγκεκριμένη δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της ικανότητας συντονισμού και της ταχύτητας με την μπάλα. Αρχικά, οι κώνοι τοποθετούνταν σε σχήμα σταυρού ανά δύο μέτρα όπως φαίνεται στο Σχήμα 5. Ο δοκιμαζόμενος μετά το σήμα έναρξης του εξεταστή ξεκινούσε από την αφετηρία και εκτελούσε ντρίπλες ανάμεσα από τους κώνους ακολουθώντας την πορεία όπως αυτή φαίνεται στο σχήμα. Η προσπάθεια θεωρούνταν άκυρη, εάν ο εξεταζόμενος περνούσε πάνω από τον κώνο αντί του ορθού που ήταν να περάσει γύρω από αυτόν (J Bangsbo & Mohr, 2012).



Σχήμα 5. Σχηματική περιγραφή της δοκιμασίας "Short Dribbling Test" (τροποποιημένο από Bangsbo & Mohr,

Δεδομένα παιχνιδιού

Παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης GPS: Για την αξιολόγηση της εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια των αγώνων καταγράφηκε η σωματική δραστηριότητα των ποδοσφαιριστών μέσω φορητών μονάδων GPS (GP sports, Canberra, Australia). Το συγκεκριμένο σύστημα, είχε 22 συσκευές GPS, σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου το οποίο ασφαλιζόταν σε ειδική θήκη ελαστικού γιλέκου. Στους ποδοσφαιριστές δίνονταν γιλέκο ανάλογα με το μέγεθος

τους προκειμένου να αισθάνονται άνετα. Οι μονάδες GPS λειτουργούσαν με συχνότητα 15Hz για την καταγραφή της θέσης, της απόστασης άλλα και της ταχύτητας, ενώ για την καταγραφή των επιταχύνσεων και των επιβραδύνσεων το σύστημα καταγραφής είχε ενσωματωμένο επιταχυνσιόμετρο, που λειτουργούσε με συχνότητα τα 100 Hz. Η εφαρμογή των συσκευών “GP sports” πραγματοποιούνταν, πριν από την έναρξη της προθέρμανσης κάθε αγώνα. Η σωματική δραστηριότητα διακρίνονταν σε κατηγορίες ενεργειών ως εξής: α) διανυθείσα συνολική απόσταση β) διανυθείσα απόσταση με ταχύτητα μεγαλύτερη των 14km/h, γ) διανυθείσα απόσταση υψηλής έντασης (HIR) με ταχύτητα μεγαλύτερη των 19km/h, δ) διανυθείσα απόσταση με επιτάχυνση 1-2 m/s, διανυθείσα απόσταση με επιτάχυνση 2-3m/s, διανυθείσα απόσταση με επιτάχυνση >3m/s, ε) διανυθείσα απόσταση με επιβράδυνση 1-2 m/s, διανυθείσα απόσταση με επιβράδυνση 2-3m/s, διανυθείσα απόσταση με επιβράδυνση >3m/s.

Καρδιακή συχνότητα: Παράλληλα, κατά την διάρκεια των αγώνων καταγράφηκε η καρδιακή συχνότητα ως δείκτης της έντασης με την χρήση καρδιοσυχομέτρων Polar (Team Polar, Polar Electro Oy, Kembele, Finland).

Γαλακτικό Οξύ: Επιπρόσθετα, πριν από την έναρξη, στο ημίχρονο και στο τέλος των αγώνων πραγματοποιούνταν λήψη δείγματος τριχοειδικού αίματος για την μέτρηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα με την χρήση του φορητού μετρητή γαλακτικού οξέος Lactate Plus Meter 40828 (Nova biomedical, Waltham, USA). Αρχικά γινόταν αντισηψία με οινόπνευμα και καθαρισμός της περιοχής με στεγνό βαμβάκι. Στη συνέχεια, γινόταν το τρύπημα στην ράγα του δαχτύλου με ειδική συσκευή που περιείχε βελόνα μιας χρήσης, η πρώτη σταγόνα απομακρυνόταν με καθαρό βαμβάκι και η επόμενη σταγόνα ερχόταν σε επαφή με την δοκιμαστική ταινία μιας χρήσης του συστήματος αξιολόγησης, έως ότου δεσμευτεί από αυτήν αρκετή ποσότητα αίματος και ακουστεί ο χαρακτηριστικός ήχος της συσκευής. Το αποτέλεσμα της μέτρησης ήταν σχετικά άμεσο και εντός 13 δευτερολέπτων.

Μεταβλητές μυϊκού τραυματισμού και φλεγμονής

Καθυστερημένος μυϊκός πόνος (DOMS): Για την αξιολόγηση του βαθμού της μυϊκής βλάβης των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών του γόνατος, χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (DOMS). Το ερωτηματολόγιο DOMS βασίζεται σε 10βάθμια κλίμακα, όπου το 1 αντιπροσωπεύει μία φυσιολογική κατάσταση χωρίς πόνο ενώ το 10 δηλώνει έντονο πόνο από ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό. Αρχικά, οι ποδοσφαιριστές από όρθια θέση, εκτελούσαν τρία βαθιά καθίσματα. Ακολούθως, πάλι από όρθια

θέση και με το προς εξέταση μέλος χαλαρό, ακολουθούσε ψηλάφηση της γαστέρας του μυός και πίεση από τον εξεταστή για 3 δευτερόλεπτα με τις άκρες των τριών μεσαίων δαχτύλων του (K. Nosaka, M. Newton, & P. Sacco, 2002). Τότε ζητούνταν από τον εξεταστή, να υποδείξει ο εξεταζόμενος ποιος αριθμός από την κλίμακα αξιολόγησης αντιπροσώπευε τον πόνο που ένιωθε εκείνη την στιγμή. Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο εξεταστή για όλους τους συμμετέχοντες, προκειμένου οι μεταβολές στο μέγεθος της πίεσης να είναι οι μικρότερες δυνατές. Στην αξιολόγηση υπεβλήθησαν τόσο οι καμπτήρες όσο και οι εκτεινόντες και των δύο ποδιών (Nosaka, Sacco, & Mawatari, 2006).

Εύρος κινητικότητας του γόνατος (KJRM): Για την μέτρηση του εύρους κινητικότητας του γόνατος ως δείκτης οιδήματος του ασκούμενου ποδιού χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό γωνιόμετρο Saunders (The Saunders Group Inc, Chaska, MN). Αρχικά ο ποδοσφαιριστής τοποθετούνταν σε πρηνή κατάκλιση με το πόδι όπου θα γινόταν η αξιολόγηση σε ελαφριά κάμψη γόνατος σύμφωνα τους Norkin & White (2016). Το γωνιόμετρο τοποθετούνταν πάνω στην κνήμη του και στη συνέχεια εκτελούσε πλήρη κάμψη στην άρθρωση του γόνατος προσπαθώντας να διατήρηση την οριακή θέση για 2-3 sec. Πραγματοποιούνταν τρεις προσπάθειες και η καλύτερη επίδοση καταγράφονταν.

Ισοκινητική δυναμομέτρηση: Για την αξιολόγηση της δύναμης το κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex 770, USA). Συγκεκριμένα μετρήθηκε τόσο η μέγιστη ισοκινητική ροπή δύναμης σε μεομετρικές και έκκεντρες συνθήκες, όσο και η μέγιστη ισομετρική ροπή δύναμης των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών του γόνατος και στα δύο πόδια. Η αξιολόγηση των σύγκεντρων και των έκκεντρων προσπαθειών πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές ταχύτητες στις 60°/sec και στις 180°/sec. Πριν από την βασική μέτρηση πραγματοποιήθηκε συνάντηση εξοικείωσης με το ισοκινητικό δυναμόμετρο κατά την οποία οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν με τις κατάλληλες οδηγίες για την διαδικασία της αξιολόγησης και στη συνέχεια εκτέλεσαν ένα πρωτόκολλο εξοικείωσης που περιελάμβανε προθέρμανση 10 λεπτών σε δαπεδοεργόμετρο και επαναλήψεις υπομέγιστης έντασης στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι ποδοσφαιριστές τοποθετούνταν στο κάθισμα του δυναμόμετρου καθήμενοι. Στη συνέχεια με κατάλληλες ζώνες σταθεροποιούνταν η πύελος, οι ώμοι και ο προς αξιολόγηση μηρός. Έπειτα, με τους κατάλληλους χειρισμούς στο κάθισμα του δυναμόμετρου, διασφαλιζόταν ότι ο άξονας περιστροφής του γόνατος ευθυγραμμιζόταν με τον άξονα περιστροφής του ισοκινητικού δυναμόμετρου. Το άκρο του μοχλοβραχίονα του δυναμόμετρου δενόταν με το άκρο του

εξεταζόμενου σκέλους πάνω από την ποδοκνημική. Ύστερα οριζόταν το ανατομικό μηδέν, το εύρος κίνησης της άρθρωσης και τοποθετούνταν στις κατάλληλες θέσεις οι μηχανικές ασφάλειες του ισοκινητικού δυναμόμετρου. Στη συνέχεια γινόταν ζύγιση του μοχλοβραχίονα και του σκέλους προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι ανεξάρτητα της επίδρασης της βαρύτητας. Η σειρά αξιολόγησης ανάλογα με το είδος της σύσπασης ήταν α) ισομετρική β) σύγκεντρη και γ) έκκεντρη. Η σειρά αξιολόγησης σε σχέση με την ταχύτητα ήταν πρώτα αργή 60°/sec και στη συνέχεια η γρήγορη 180°/sec. Όταν όλες οι προκαταρκτικές διαδικασίες ολοκληρώνονταν ξεκινούσε η διαδικασία της αξιολόγησης. Πρώτα εκτελούνταν 1 σετ 8 επαναλήψεων ως ειδική προθέρμανση με χαρακτηριστικά ίδιου τύπου με την αξιολόγηση που θα ακολουθούσε (ίδιος τρόπος μυϊκής σύσπασης και όμοια ταχύτητα εκτέλεσης). Στη συνέχεια και μετά από διάλειμμα δύο λεπτών, ο ποδοσφαιριστής εκτελούσε τρεις μέγιστες επαναλήψεις. Η καλύτερη προσπάθεια από τις τρεις καταγράφονταν για περαιτέρω αξιολόγηση. Τα δύο άκρα μετρούνταν με τυχαία σειρά ενώ κατά της διάρκεια των προσπαθειών, οι ποδοσφαιριστές δεχόντουσαν τόσο λεκτική όσο και οπτική παρακίνηση από τον εξεταστή και από την οθόνη του ισοκινητικού δυναμόμετρου αντίστοιχα.

Βιοχημικές μετρήσεις

Διαδικασία λήψης αίματος: Κατά την διαδικασία της αιμοληψίας οι συμμετέχοντες βρίσκονταν σε καθιστή θέση και πραγματοποιούνταν παρακέντηση της μεσοβασιλικής φλέβας με βελόνα μιας χρήσης και σωλήνα συλλογής. Η ποσότητα αίματος που συλλεγόταν σε κάθε αιμοληψία ήταν 20 ml. Μετά την αιμοληψία, η ποσότητα αίματος διαχωριζόταν σε διαφορετικά σωληνάρια εκ των οποίων 8 ml αίματος διοχετεύονταν σε σωληνάριο που περιείχε ποσότητα EDTA για φυγοκέντρηση (1370g, 4°C, 10 λεπ.) και για την παρασκευή του πλάσματος. Το πλάσμα που παραγόταν διοχετεύονταν σε σωληνάρια (ependorfs), και στη συνέχεια αποθηκεύονταν σε καταψύκτη με θερμοκρασία -80 °C.

Μέτρηση δραστικότητας κρεατινικής κινάσης στο πλάσμα: Για την εκτίμηση της δραστικότητας της Κρεατινικής κινάσης (CK) χρησιμοποιήθηκε το πλάσμα το οποίο αναλύθηκε από τον αυτόματο βιοχημικό αναλυτή Z 1145 (Clinical Chemistry Analyzer Z 1145, Zafeiropoulos Diagnostica, Ελλάδα). Όλα τα δείγματα αποψύχθηκαν μία φορά πριν πραγματοποιηθεί η ανάλυσή τους, ενώ κάθε δείγμα μετρήθηκε δύο φορές. Εάν οι συγκεντρώσεις κρεατινικής κινάσης των δύο διαφορετικών μετρήσεων του ίδιου δείγματος είχαν απόκλιση πάνω από 10% οι μετρήσεις επαναλαμβάνονταν ελέγχοντας πιθανούς παράγοντες αστοχίας κατά την μέτρηση (για παράδειγμα ανάδευση).

Μέτρηση των λευκοκυττάρων: Για την μέτρηση της συγκέντρωσης των λευκοκυττάρων (WBC) χρησιμοποιήθηκαν 2ml αίματος από την αρχική ποσότητα, που είχαν συλλεχθεί σε δοκιμαστικά σωληνάρια τα οποία περιείχαν αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ (EDTA). Τα παραπάνω δείγματα αναλύονταν στον αιματολογικό αναλυτή Mythic 18, (Orphee SA, Geneva, Switzerland). Όλα τα δείγματα αποψύχθηκαν μία φορά πριν πραγματοποιηθεί η ανάλυσή τους, ενώ κάθε μέτρηση διεξήχθη δύο φορές για κάθε δείγμα.

Στατιστική ανάλυση

Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική και συμπερασματική στατιστική. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για όλες τις μεταβλητές. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των κατανομών με τη δοκιμασία Shapiro-Wilk για όλες τις μεταβλητές. Για την αξιολόγηση των χρονικών μεταβολών των μεταβλητών φλεγμονής, απόδοσης και κρεατινικής κινάσης χρησιμοποιήθηκε διπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης 2x6 (συνθήκη x Χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Παράλληλα εξετάστηκε η πιθανή ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (Ομάδα-Χρόνος). Όπου κρίθηκε απαραίτητο έγιναν post-hoc συγκρίσεις για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιπέδων των παραγόντων εφαρμόζοντας δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni.

Για τις συγκρίσεις των χαρακτηριστικών του παιχνιδιού μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου πραγματοποιήθηκε η δοκιμασία T ζευγαρωτών παρατηρήσεων (Paired T-Test) ενώ για την αξιολόγηση του γαλακτικού οξέος εφαρμόστηκε διπαραγοντική 2 (Αγώνας) x 3 (Χρόνος) ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στον παράγοντα χρόνο. Για την αξιολόγηση του γαλακτικού οξέος εφαρμόστηκε διπαραγοντική (Ομάδα x Χρόνος) ανάλυση διακύμανσης 2 x 3. Επίσης, λόγω της μη κανονικής κατανομής στις μεταβλητές DOMS, για την αξιολόγηση των χρονικών μεταβολών στις μεταβλητές αυτές εφαρμόστηκε μη-παραμετρικός έλεγχος και συγκεκριμένα η δοκιμασία Friedman. Όπου κρίθηκε απαραίτητο έγιναν post-hoc συγκρίσεις με την χρήση της δοκιμασίας Bonferroni για πολλαπλές συγκρίσεις.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics for Mac, version 23 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p = .05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με διπλά τυφλό, σχεδιασμό με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο και τους ποδοσφαιριστές να συμμετάσχουν διασταυρωμένα και στις δύο συνθήκες (πειραματική & ελέγχου).

Αρχικά, υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι τυπικές αποκλίσεις για όλες τις μεταβλητές και πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των κατανομών με τη δοκιμασία Shapiro-Wilk για όλες τις μεταβλητές για τις οποίες επαληθεύτηκε η κανονικότητά τους εκτός από τις μεταβλητές DOMS. Για την αξιολόγηση των χρονικών μεταβολών των μεταβλητών φλεγμονής, δύναμης και κρεατινικής κινάσης χρησιμοποιήθηκε διπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Παράλληλα εξετάστηκε η πιθανή ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων (Ομάδα-Χρόνος). Όπου κρίθηκε απαραίτητο έγιναν post-hoc συγκρίσεις για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιπέδων των παραγόντων. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni. Για τις συγκρίσεις των χαρακτηριστικών του παιχνιδιού μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου πραγματοποιήθηκε η δοκιμασία T ζευγαρωτών παρατηρήσεων (Paired T-Test). Για την αξιολόγηση του γαλακτικού οξέος εφαρμόστηκε διπαραγοντική (Ομάδα x Χρόνος) ανάλυση διακύμανσης 2 x 3. Επίσης, λόγω της μη κανονικής κατανομής στις μεταβλητές DOMS, για την αξιολόγηση των χρονικών μεταβολών στις μεταβλητές αυτές εφαρμόστηκε μη-παραμετρικός έλεγχος και συγκεκριμένα η δοκιμασία Friedman. Όπου κρίθηκε απαραίτητο έγιναν post-hoc συγκρίσεις με την χρήση της δοκιμασίας Bonferroni για πολλαπλές συγκρίσεις. Σε ότι αφορά την ομάδα ελέγχου καμία μεταβολή δεν παρατηρήθηκε σε όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές μεταξύ των αρχικών μετρήσεων και των ακόλουθων χρονικών στιγμών. Οι δύο συνθήκες είχαν παρόμοιες τιμές στις αρχικές μετρήσεις χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές που εξετάστηκαν υποδηλώνοντας ότι η περίοδος έκλυσης των 4 εβδομάδων ήταν αρκετά μεγάλη για να εξαφανιστούν οι επιδράσεις της προηγούμενης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται κατανεμημένα σε τέσσερις ενότητες. Η κάθε ενότητα περιλαμβάνει συγγενείς παραμέτρους. Η πρώτη ενότητα αναφέρεται στα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, η δεύτερη αναφέρεται στα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών η τρίτη στον μυϊκό τραυματισμό και την φλεγμονή και η τέταρτη στη σωματική απόδοση. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της κάθε δοκιμασίας γίνεται με τη βοήθεια πινάκων

και γραφημάτων δίνοντας πληροφορίες όπως η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των συνθηκών όσο και μεταξύ των χρονικών στιγμών.

Περιγραφικά χαρακτηριστικά

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 20 ποδοσφαιριστές ηλικίας 22.5 ± 1.7 και προπονητικής ηλικίας 10.3 ± 0.5 . Καμία διαφορά δεν βρέθηκε στα χαρακτηριστικά του δείγματος μεταξύ των δύο συνθηκών. Αναλυτικότερα, τα χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 1).

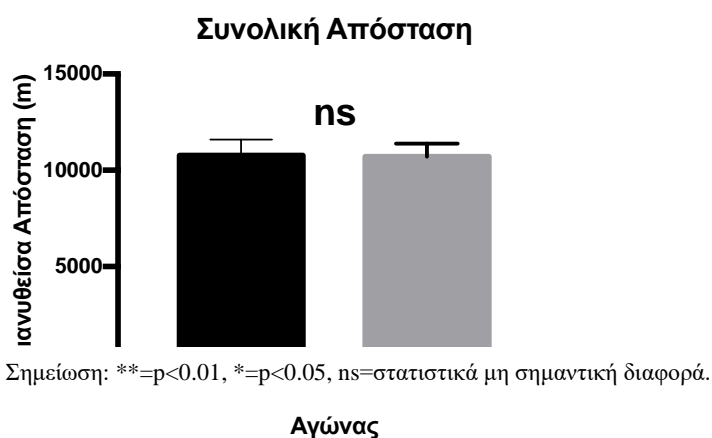
Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

Χαρακτηριστικά δείγματος (N=20)	<u>Min</u>	<u>Max</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>
Ηλικία (έτη)	19.8	26.4	22.5	1.7
Προπονητική ηλικία (έτη)	9.6	11.1	10.3	0.5
Σωματική Μάζα (kg)	66.2	88.7	76.5	6.2
Ανάστημα (cm)	1.7	2.0	1.8	0.1
BMI (kg/m ²)	21.4	24.1	23.1	0.6
Σωματικό λίπος (%)	5.1	9.6	7.6	1.3
VO ₂ max (ml/kg/min)	55.0	65.2	58.8	2.6
ΚΣmax (b/min)	189.0	209.0	197.4	5.3
ΚΣrest (b/min)	56.0	74.0	64.1	5.6
Δρομική Ταχύτητα _{max} -VO ₂ max	16.0	21.0	17.8	1.2
Χρόνος _{max} -VO ₂ max	15.0	22.0	18.5	1.8
Yo-Yo IE2 (m)	2000.0	2920.0	2596.0	266.6
Yo-Yo IR2 (m)	1080.0	1560.0	1378.0	140.7
CST (sec)	15.7	18.9	17.3	0.8
SDT(sec)	10.0	13.4	11.8	0.9

Χαρακτηριστικά του παιχνιδιού

Συνολικά διανυθείσα απόσταση

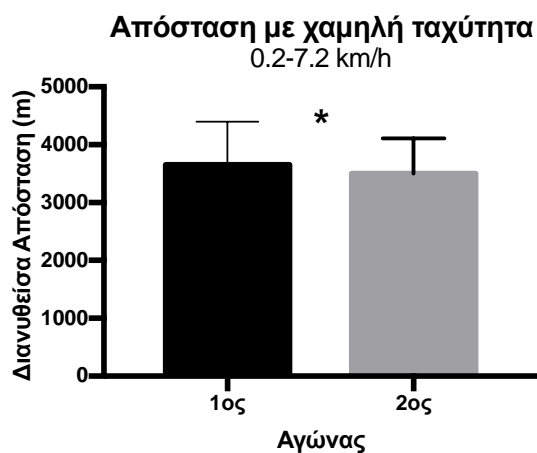
Η συνολικά διανυθείσα απόσταση αν και ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη στο 1^ο παιχνίδι ($M=10779.2$, $SD=810.5$) σε σχέση με το 2^ο ($M=10710.9$, $SD=680.9$), η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική, $t(19)=1.414$, $p=0.174$, 95% CI [-32.8, 169.5] (Γράφημα 1).



Γράφημα 1. Σύγκριση της συνολικά διανυθείσας απόστασης μεταξύ των δύο αγώνων.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση με χαμηλή ταχύτητα

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση με χαμηλή ταχύτητα (0.2-7.2 km/h) στο 1^ο παιχνίδι ($M=3652.0$, $SD=744.7$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=3501.6$, $SD=605.2$), $t(19)=2.552$, $p=0.019$, 95% CI [27.0, 273.9] (Γράφημα 2).

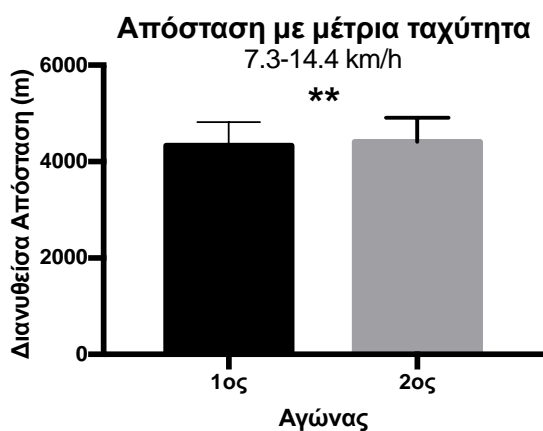


Γράφημα 2. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με χαμηλή ταχύτητα (0.2-7.2 km/h).

Σημείωση: **= $p < 0.01$, *= $p < 0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση με μέτρια ταχύτητα

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση με μέτρια ταχύτητα (7.3-14.4 km/h) στο 1^ο παιχνίδι ($M=4327.4$, $SD=486.6$) ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=4409.0$, $SD=503.8$), $t(19) = -4.142$, $p=0.001$, 95% CI [-122.8, -40.3] (Γράφημα 3).

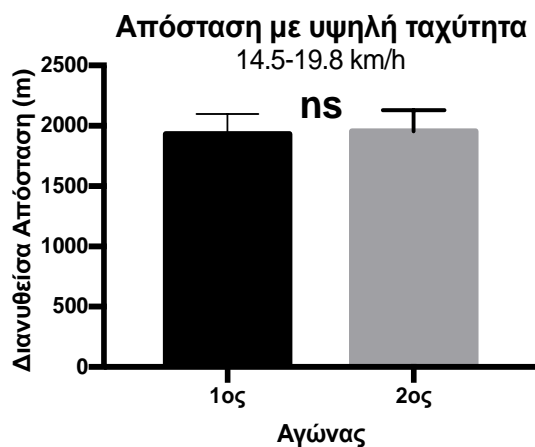


Γράφημα 3. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με μέτρια ταχύτητα (7.3-14.4 km/h).

Σημείωση: **= $p < 0.01$, *= $p < 0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση με υψηλή ταχύτητα

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση με υψηλή ταχύτητα (14.5-19.8 km/h) στο 1^ο παιχνίδι ($M=1930.0$, $SD=166.3$) βρέθηκε οριακά χαμηλότερα χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=1953.8$, $SD=175.6$), $t(19)=-1.645$, $p=0.116$, 95% CI [-54.2, 6.5] (Γράφημα 4).

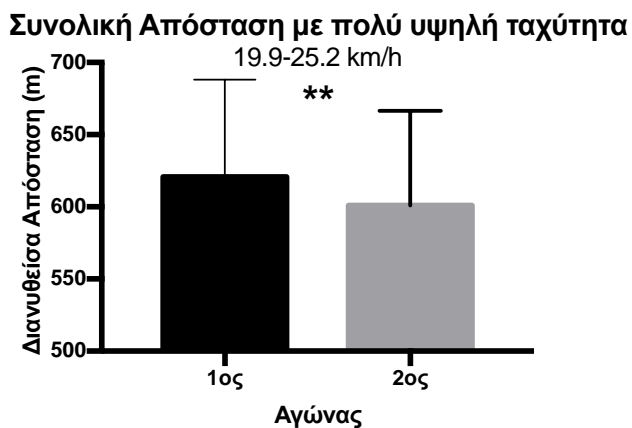


Γράφημα 4. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με υψηλή ταχύτητα (14.5-19.8 km/h).

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση με πολύ υψηλή ταχύτητα

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση με πολύ υψηλή ταχύτητα (19.9-25.2 km/h) στο 1^ο παιχνίδι ($M=620.7$, $SD=67.4$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=601.1$, $SD=65.5$), $t(19)=12.208$, $p=0.000$, 95% CI [16.3, 23.0] (Γράφημα 5).

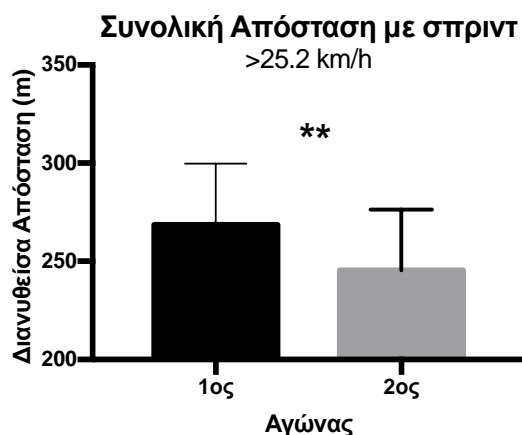


Γράφημα 5. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με πολύ υψηλή ταχύτητα (19.9-25.2 km/h).

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση με σπριντ

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση με σπριντ (> 25.2 km/h) στο 1^ο παιχνίδι ($M=268.6$, $SD=31.1$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=245.3$, $SD=31.1$), $t(19)=6.807$, $p=0.000$, 95% CI [16.1, 30.5] (Γράφημα 6).

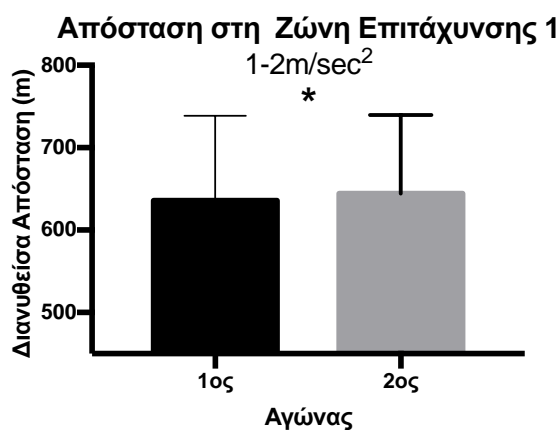


Γράφημα 6. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης με σπριντ (>25.2 km/h) μεταξύ των δύο αγώνων.

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 1

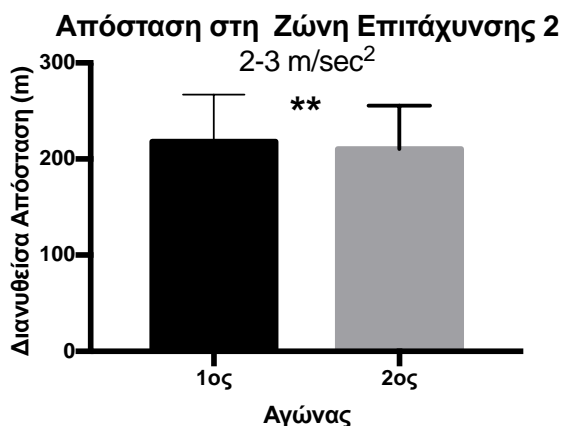
Η συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 1 ($1-2$ m/sec²) στο 1^ο παιχνίδι ($M=635.65$, $SD=103.18011$) ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=644.2$, $SD=95.20924$), $t(19)=-2.44$, $p=0.025$, 95% CI [-15.9, -1.2] (Γράφημα 7).



Γράφημα 7. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιτάχυνσης 1 ($1-2$ m/sec²) μεταξύ των δύο αγώνων.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 2

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 2 (2-3 m/sec²) στο 1^ο παιχνίδι ($M=218.1$, $SD=49.2$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=210.4$, $SD=45.2$), $t(19)=3.598$, $p=0.002$, 95% CI [3.2, 12.2] (Γράφημα 8).

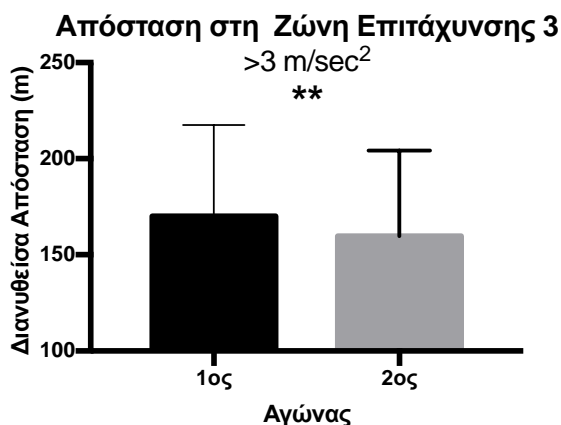


Γράφημα 8. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιτάχυνσης 2 (2-3 m/sec²) μεταξύ των δύο αγώνων.

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 3

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιτάχυνσης 3 (> 3 m/sec²) στο 1^ο παιχνίδι ($M=170.1$, $SD=47.5$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=159.75$, $SD=44.4$), $t(19)=5.12$, $p=0.000$, 95% CI [6.1, 14.6] (Γράφημα 9).

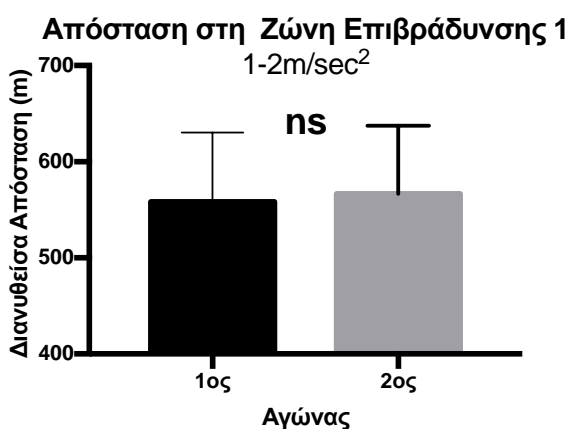


Γράφημα 9. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιτάχυνσης 3 (>3 m/sec²) μεταξύ των δύο αγώνων.

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 1

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 1 (1–2 m/sec²) αν και ήταν ελαφρώς μικρότερη στο 1^ο παιχνίδι ($M=558.0$, $SD=72.3$) σε σχέση με την αντίστοιχη στο 2^ο παιχνίδι ($M=566.5$, $SD=70.9$), δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά $t(19)=-1.421$, $p=0.172$, 95% CI [-21.1,4.0] (Γράφημα 10).

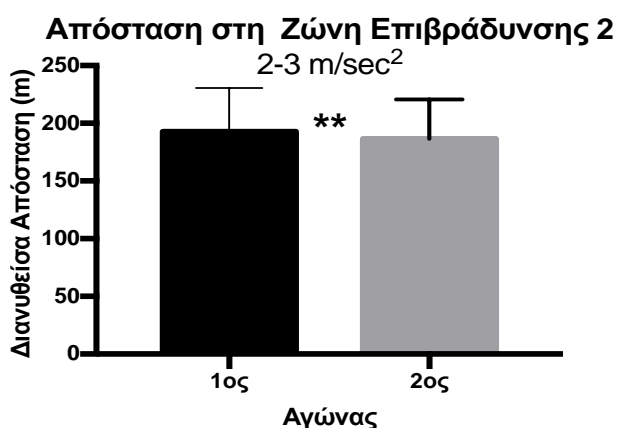


Γράφημα 10. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιβράδυνσης 1 (1-2 m/sec²) μεταξύ των δύο αγώνων.

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 2

Η συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 2 (2-3 m/sec²) στο 1^ο παιχνίδι ($M=193.0$, $SD=37.6$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=186.6$, $SD=34.1$), $t(19)=3.422$, $p=0.003$, 95% CI [2.5,10.3] (Γράφημα 11).

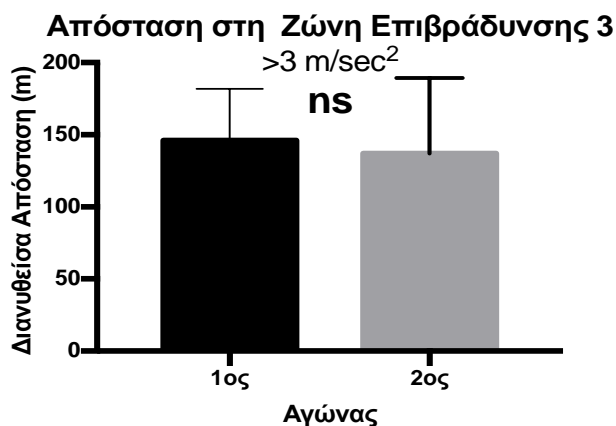


Γράφημα 11. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιβράδυνσης 2 (2-3 m/sec²) μεταξύ των δύο αγώνων.

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 3

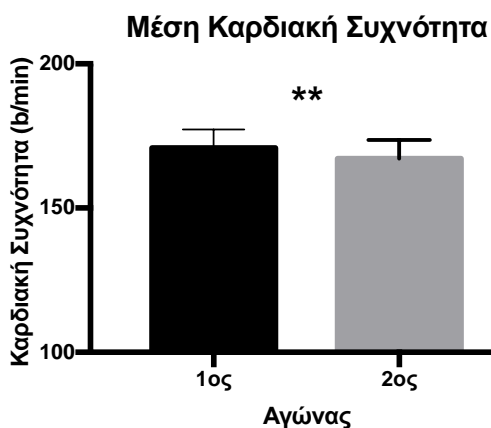
Η συνολικά διανυθείσα απόσταση στην ζώνη επιβράδυνσης 3 ($>3 \text{ m/sec}^2$) ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη στο 1ο παιχνίδι ($M=146.1, SD=35.8$) σε σχέση με την αντίστοιχη στο 2ο παιχνίδι ($M=137.1, SD=52.4$), δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, $t(19)=1.111, p=0.281, 95\% \text{ CI} [-8.0, 26.1]$ (Γράφημα 12).



Γράφημα 12. Σύγκριση της διανυθείσας απόστασης στη ζώνη επιβράδυνσης 2 ($2-3 \text{ m/sec}^2$) μεταξύ των δύο αγώνων.

Μέση καρδιακή συχνότητα

Η μέση καρδιακή συχνότητα στο 1^ο παιχνίδι ($M=170.8, SD=6.4$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=167.15, SD=6.4$), $t(19)=5.072, p=0.000, 95\% \text{ CI} [2.2, 5.2]$ (Γράφημα 13).

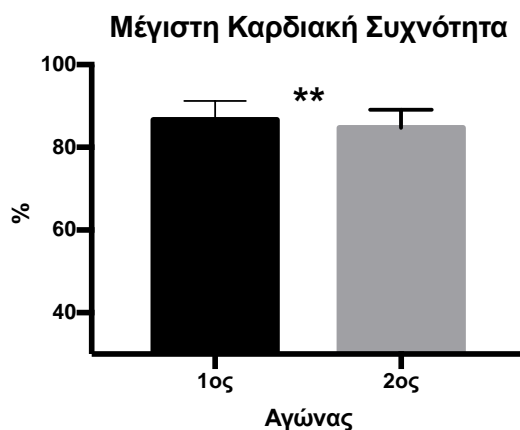


Γράφημα 13. Σύγκριση της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των δύο αγώνων.

Σημείωση: .**= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Ποσοστό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας

Το ποσοστό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας στο 1^ο παιχνίδι ($M=86.6$, $SD=4.6$) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο από ότι στο 2^ο παιχνίδι ($M=84.7$, $SD=4.3$), $t(19)=5.122$, $p=0.000$, 95% CI [1.1, 2.7] (Γράφημα 14).

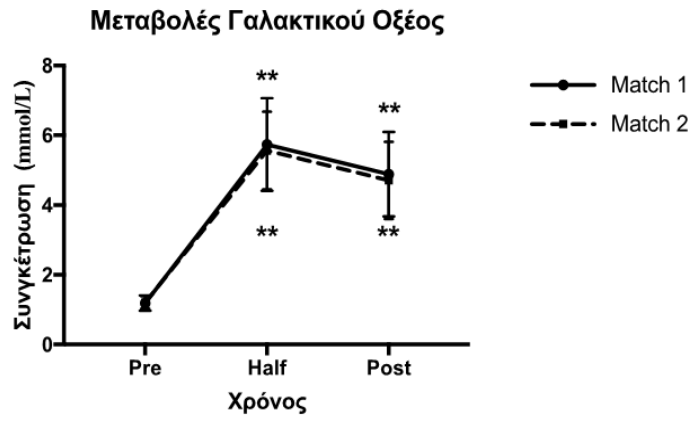


Γράφημα 14. Σύγκριση του ποσοστού μέγιστης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των δύο αγώνων

Σημείωση: **= $p<0.01$, *= $p<0.05$, ns=στατιστικά μη σημαντική διαφορά.

Γαλακτικό οξύ

Η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο πρώτο παιχνίδι, αυξήθηκε στο ημίχρονο ($M=5.7$, $SD=1.3$ mmol L⁻¹) και στο τέλος του παιχνιδιού ($M=4.9$, $SD=1.2$ mmol L⁻¹) σε σχέση με αυτήν πριν από το παιχνίδι ($M=1.2$, $SD=0.2$ mmol L⁻¹). Ωστόσο η αύξηση της συγκέντρωσης μετά το παιχνίδι ήταν μικρότερη από αυτήν στο ημίχρονο. Στο δεύτερο παιχνίδι, η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος αυξήθηκε στο ημίχρονο ($M=5.6$, $SD=1.1$ mmol L⁻¹) και στο τέλος του παιχνιδιού ($M=4.7$, $SD=1.1$ mmol L⁻¹) σε σχέση με αυτήν πριν από το παιχνίδι ($M=1.2$, $SD=0.2$ mmol L⁻¹). Ωστόσο η αύξηση της συγκέντρωσης μετά το παιχνίδι ήταν μικρότερη από αυτήν στο ημίχρονο. Για την αξιολόγηση του γαλακτικού οξέος εφαρμόστηκε διπαραγοντική 2 (Αγώνας) x 3 (Χρόνος) ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στον παράγοντα χρόνο και προέκυψε στατιστικά σημαντική επίδραση τόσο του παράγοντα χρόνου, $F(2,38) = 229.428$, $p<0.001$, όσο και του παράγοντα αγώνα $F(1,19) = 7.870$, $p<0.001$. Επιπλέον υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων $F(2,38) = 6.477$, $p<0.01$. (Γράφημα 15).



Γράφημα 15. Μεταβολές της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στους δύο αγώνες.

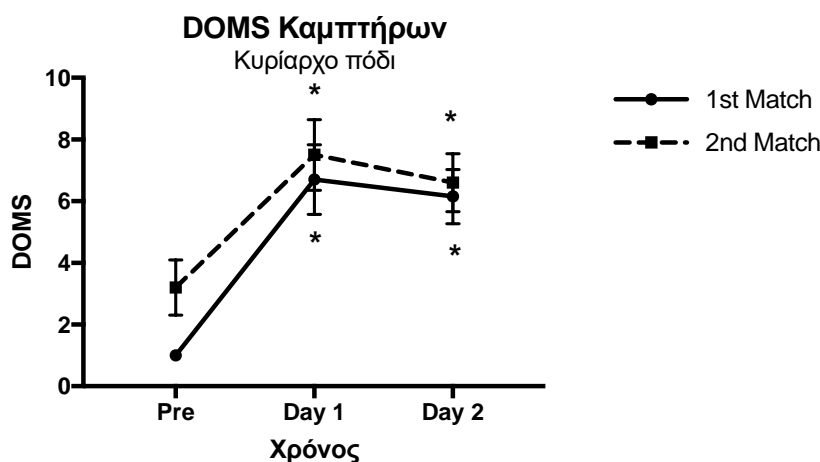
Σημείωση: **=διαφορές σε σχέση με τις αρχικές τιμές πριν τον αγώνα με $p < 0.001$,

Μυϊκός τραυματισμός και φλεγμονή

Λόγω της μη κανονικής κατανομής των μεταβλητών DOMS έγινε εφαρμογή του μη παραμετρικού κριτηρίου Friedman's Rank για τον έλεγχο πιθανών διαφορών στις χρονικές μεταβολές του στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας.

DOMS των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού

Η DOMS των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών και των δύο αγώνων $X^2(5) = 6.212$, $p = 0.286$. Η DOMS των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού στην πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών των δύο αγώνων $X^2(5) = 83.729$, $p < 0.001$. Στο πρώτο παιχνίδι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών $X^2(2) = 32.500$, $p < 0.001$. Ομοίως, και στο δεύτερο παιχνίδι $X^2(2) = 34.211$, $p < 0.001$. Σε ότι αφορά τις συγκρίσεις μεταξύ των αντίστοιχων χρονικών στιγμών των αγώνων δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (Γράφημα 16).

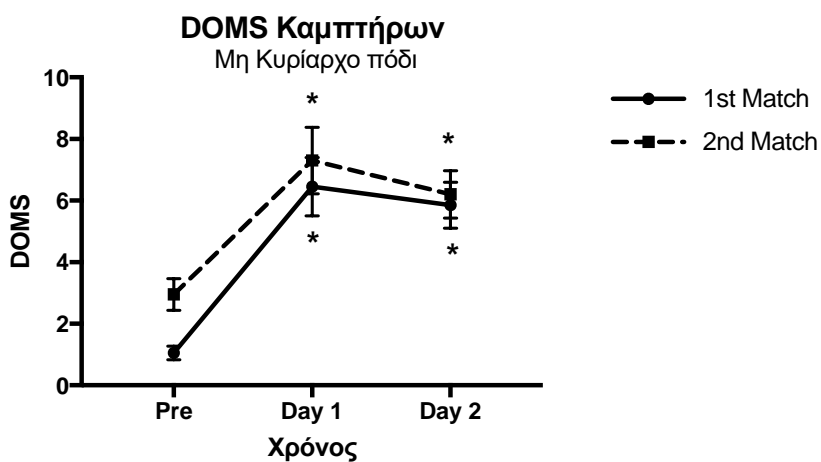


Γράφημα 16. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους καμπτήρες του κυρίαρχου ποδιού.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p < 0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p < 0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2ης ημέρας με $p < 0.05$.

DOMS των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού

Η DOMS των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών και των δύο αγώνων $X^2(5) = 7.000$, $p = 0.221$. Η DOMS των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στην πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών των δύο αγώνων $X^2(5) = 83.659$, $p < 0.001$. Στο πρώτο παιχνίδι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών $X^2(2) = 33.778$, $p < 0.001$. Ομοίως, και στο δεύτερο παιχνίδι $X^2(2) = 34.312$, $p < 0.001$. Σε ότι αφορά τις συγκρίσεις μεταξύ των αντίστοιχων χρονικών στιγμών των αγώνων δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (Γράφημα 17).

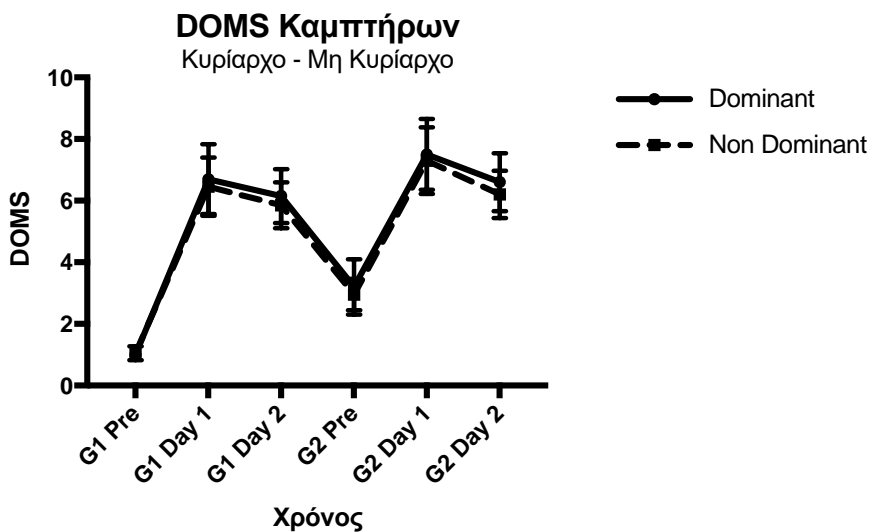


Γράφημα 17. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους καμπτήρες του μη κυρίαρχου ποδιού.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p < 0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p < 0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2ης ημέρας με $p < 0.05$.

Σύγκριση της DOMS των καμπτήρων του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη ποδιού

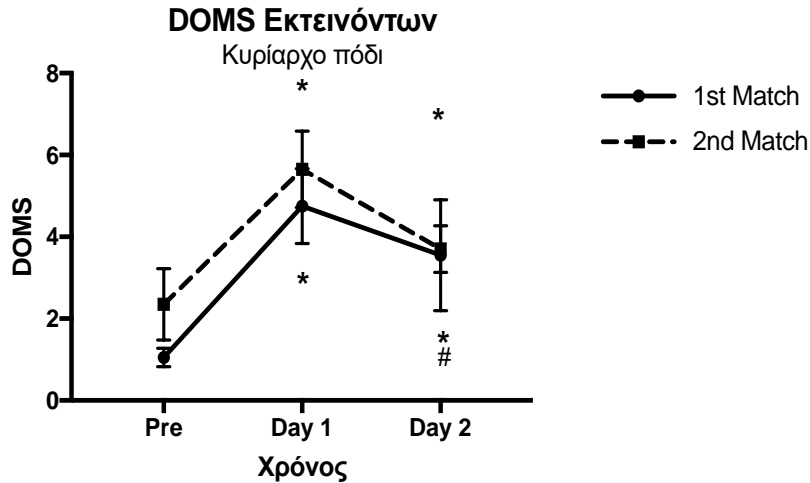
Η DOMS των καμπτήρων του γόνατος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού σε όλη τη διάρκεια του πειράματος ακολουθώντας το ίδιο πρότυπο μεταβολών (Γράφημα 18)



Γράφημα 18. Σύγκριση DOMS των καμπτήρων μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.

DOMS των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού

Η DOMS των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών και των δύο αγώνων $X^2(5) = 5.000$, $p = 0.416$. Η DOMS των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού στην πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών των δύο αγώνων $X^2(5) = 86.381$, $p < 0.001$. Στο πρώτο παιχνίδι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών $X^2(2) = 33.923$, $p < 0.001$. Ομοίως, και στο δεύτερο παιχνίδι $X^2(2) = 37.696$, $p < 0.001$. Σε ότι αφορά τις συγκρίσεις μεταξύ των αντίστοιχων χρονικών στιγμών των αγώνων δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (Γράφημα 19).

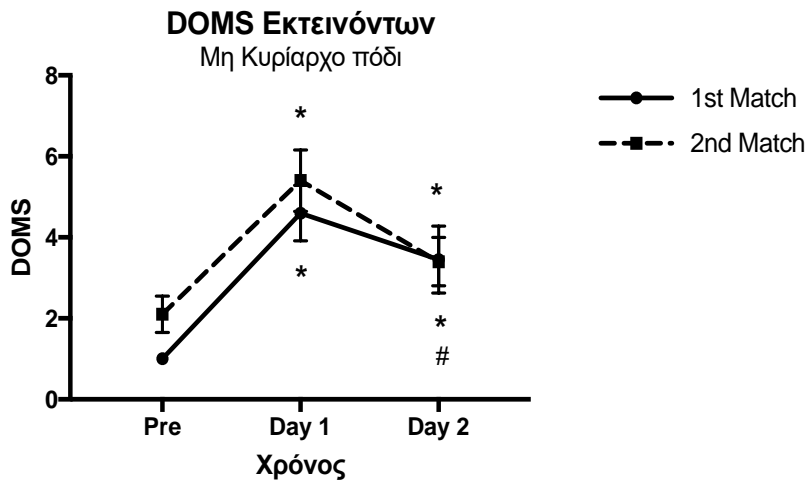


Γράφημα 19. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους εκτεινόντες του κυρίαρχου ποδιού.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p < 0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p < 0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2ης ημέρας με $p < 0.05$.

DOMS των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού

Η DOMS των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών και των δύο αγώνων $X^2(5) = 7.000$, $p = 0.221$. Η DOMS των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στην πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών των δύο αγώνων $X^2(5) = 91.632$, $p < 0.001$. Στο πρώτο παιχνίδι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών $X^2(2) = 37.013$, $p < 0.001$. Ομοίως, και στο δεύτερο παιχνίδι $X^2(2) = 37.103$, $p < 0.001$. Σε ότι αφορά τις συγκρίσεις μεταξύ των αντίστοιχων χρονικών στιγμών των αγώνων δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (Γράφημα 20).

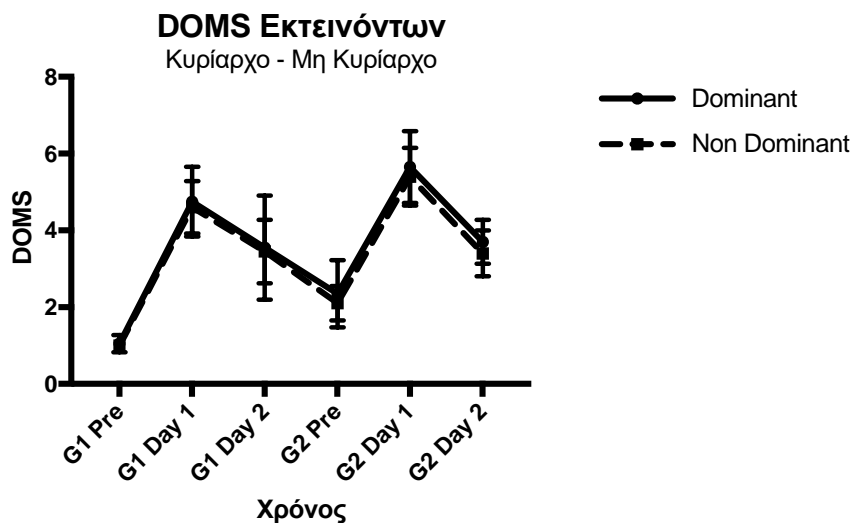


Γράφημα 20. Μεταβολές της αίσθησης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στους εκτεινόντες του μη κυρίαρχου ποδιού.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p<0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p<0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2^{ης} ημέρας με $p<0.05$.

Σύγκριση της DOMS των εκτεινόντων του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού

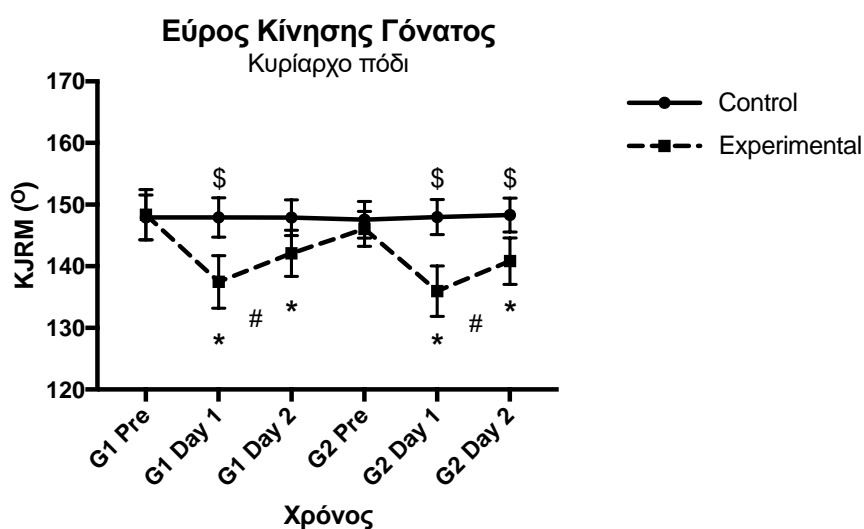
Η DOMS των εκτεινόντων του γόνατος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού, σε όλη τη διάρκεια του πειράματος ακολουθώντας το ίδιο πρότυπο μεταβολών (Γράφημα 21)



Γράφημα 21. Σύγκριση DOMS των εκτεινόντων μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.

Εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο κυρίαρχο πόδι

Για το KJRM του κυρίαρχου μέλους, από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες 2x6 (Ομάδα x Χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου, $F(5, 95) = 57.641$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα, $F(1, 19) = 183.46$, $p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων, $F(5, 95) = 79.428$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων εντοπίστηκαν αμέσως μετά τον πρώτο αγώνα και σε όλες τις ακόλουθες χρονικές στιγμές εκτός από την μέτρηση πριν το 2^ο αγώνα (Γράφημα 22).

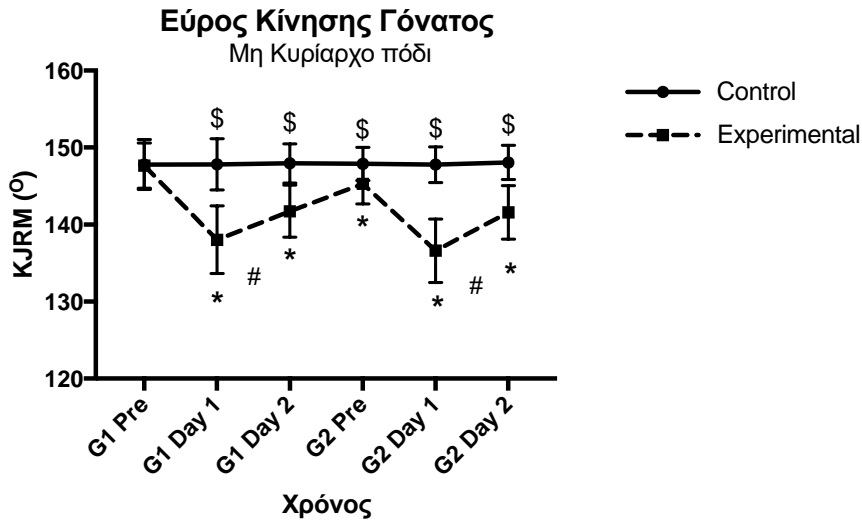


Γράφημα 22. Μεταβολές του εύρους κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο κυρίαρχο πόδι.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p < 0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p < 0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2^{ης} ημέρας με $p < 0.05$.

Εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο μη κυρίαρχο πόδι

Για το KJRM του μη κυρίαρχου μέλους, από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου, $F(5, 95) = 67.743$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα, $F(1, 19) = 146.538$, $p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων, $F(5, 95) = 74.881$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων εντοπίστηκαν αμέσως μετά τον πρώτο αγώνα και σε όλες τις ακόλουθες χρονικές στιγμές (Γράφημα 23).

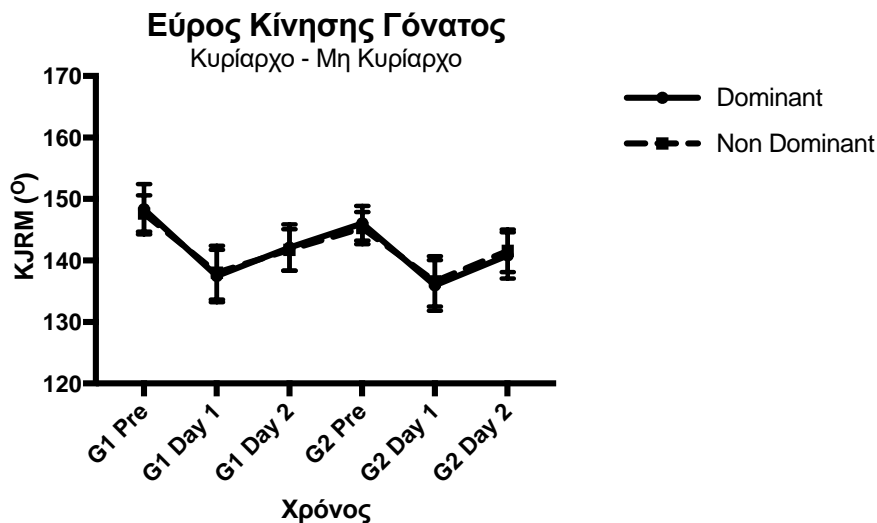


Γράφημα 23. Μεταβολές του εύρους κίνησης της άρθρωσης του γόνατος στο μη κυρίαρχο πόδι.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p < 0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p < 0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2ης ημέρας με $p < 0.05$.

Σύγκριση της κίνησης της άρθρωσης του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού

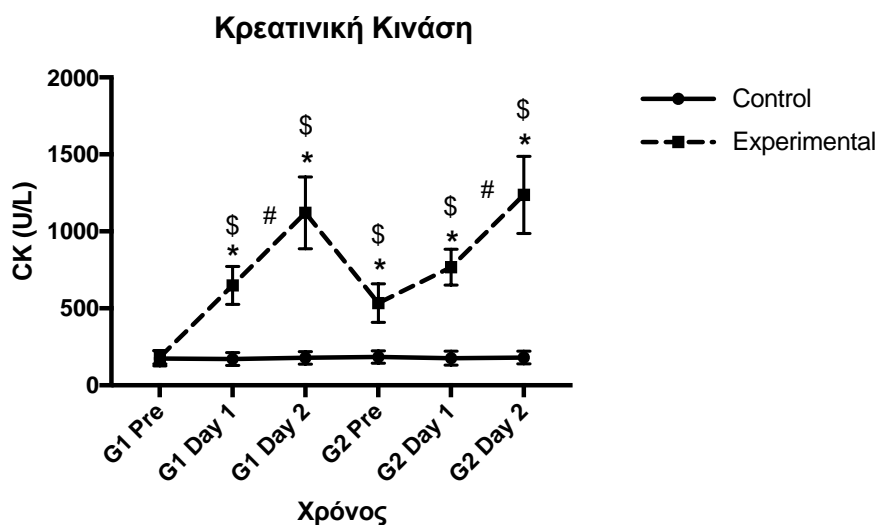
Το Κ.Ι.Ρ.Μ. του γόνατος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού σε όλη τη διάρκεια του πειράματος ακολουθώντας το ίδιο πρότυπο μεταβολών (Γράφημα 24).



Γράφημα 24. Σύγκριση του εύρους κίνησης του γόνατος μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.

Κρεατινική κινάση

Για τη CK από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες 2x6 (ομάδα x Χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 143.092$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 574.774$, $p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 143.202$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων εντοπίστηκαν αμέσως μετά τον πρώτο αγώνα και σε όλες τις ακόλουθες χρονικές στιγμές (Γράφημα 25).

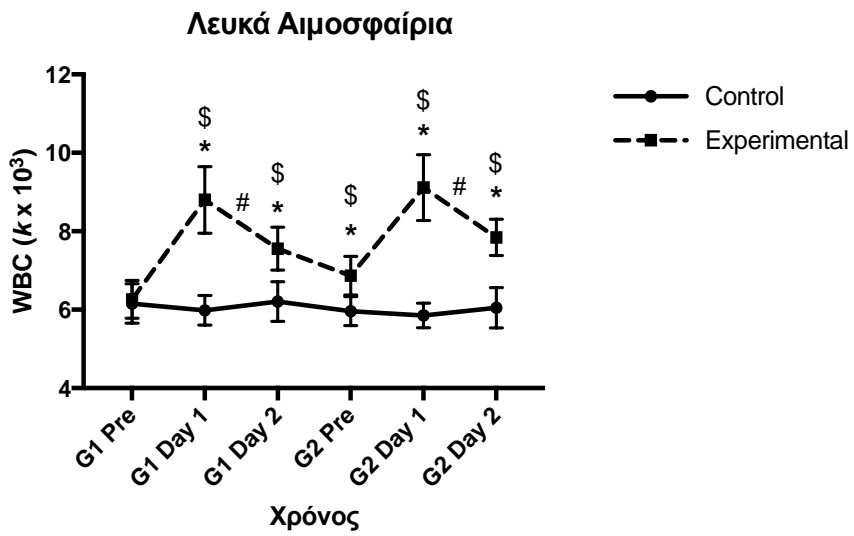


Γράφημα 25. Μεταβολές της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p < 0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p < 0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2^{ης} ημέρας με $p < 0.05$.

Λευκά αιμοσφαίρια

Για τα WBC από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 95.906$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 245.883$, $p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 132.095$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων εντοπίστηκαν αμέσως μετά τον πρώτο αγώνα και σε όλες τις ακόλουθες χρονικές στιγμές (Γράφημα 26).



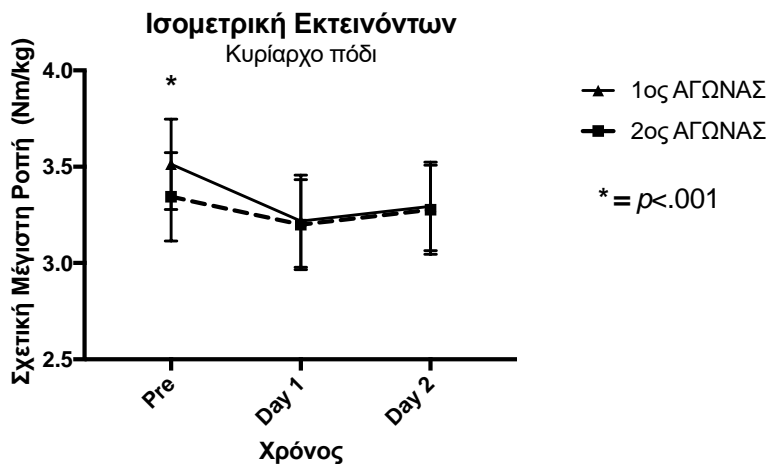
Γράφημα 26. Μεταβολές της συγκέντρωσης του πληθυσμού των λευκών αιμοσφαιρίων.

Σημείωση: \$=στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων χρονικών στιγμών με $p<0.05$, *= στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις αρχικές τιμές με $p<0.05$, #= στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1ης και 2^{ης} ημέρας με $p<0.05$.

Σωματική Απόδοση

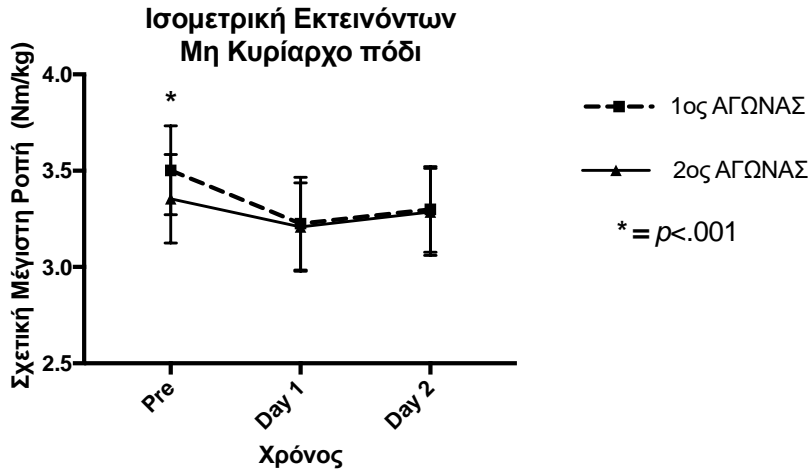
Ισομετρική δύναμη

Ισομετρική δύναμη των εκτεινόντων στο κυρίαρχο πόδι. Για την ισομετρική δύναμη των εκτεινόντων στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 65.311, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 15.657, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 60.168, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών εκτός από G1pre με G2pre, $t(95) = 3.51, p < .05, 95\% \text{ CI } [0.00, 0.05]$. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 20.8, p < .001, 95\%, \text{ CI } [0.246, 0.344]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 15.4, p < .001, 95\%, \text{ CI } [0.169, 0.267]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 5.43, p < .001, 95\%, \text{ CI } [-0.126, -0.0276]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 10.2, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0951, 0.194]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 4.76, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0181, 0.117]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 5.43, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.126, -0.0276]$. Ενώ σε ό,τι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 11.9, p < .001, 95\%, \text{ CI } [0.119, 0.218]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.27, p < .001, 95\%, \text{ CI } [-0.0314, 0.0674]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.27, p < .001, 95\%, \text{ CI } [-0.0314, 0.0674]$.



Γράφημα 27. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

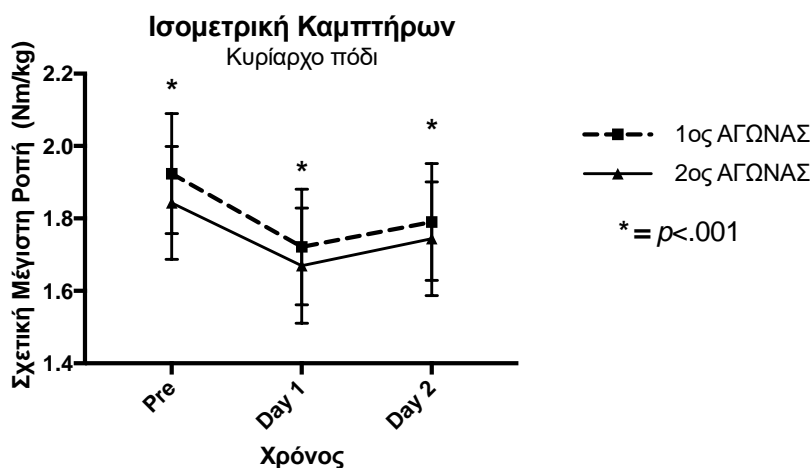
Ισομετρική δύναμη των εκτεινόντων στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την ισομετρική δύναμη των εκτεινόντων στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 38.545, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 16.060, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 41.764, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, $G1_{pre}$ με $G1_{D1}$ $t(95) = 16.8, p < 0.001, 95\%, CI [0.22, 0.335]$, $G1_{pre}$ με $G1_{D2}$ $t(95) = 12.3, p < 0.001, 95\%, CI [0.146, 0.26]$, $G1_{D1}$ με $G1_{D2}$ $t(95) = 4.51, p < 0.001, 95\%, CI [-0.132, -0.017]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, $G2_{pre}$ με $G2_{D1}$ $t(95) = 8.87, p < .001, 95\% CI [0.089, 0.204]$, $G2_{pre}$ με $G2_{D2}$ $t(95) = 4.12, p = 0.005, 95\% CI [0.0105, 0.125]$, $G2_{D1}$ με $G2_{D2}$ $t(95) = 4.75, p < .001, 95\% CI [-0.136, -0.021]$. Ενώ σε ό,τι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: $G1_{pre}$ με $G2_{pre}$ $t(95) = 8.99, p < 0.001, 95\%, CI [0.091, 0.206]$, $G1_{D1}$ με $G2_{D1}$ $t(95) = 1.06, p < 0.001, 95\%, CI [-0.04, 0.075]$, $G1_{D2}$ με $G2_{D2}$ $t(95) = 0.818, p < 0.001, 95\%, CI [-0.044, 0.071]$.



Γράφημα 28. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Ισομετρική δύναμη των καμπτήρων στο κυρίαρχο πόδι. Για την ισομετρική δύναμη των καμπτήρων στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 179.457, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 8.354, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 141.391, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα $G1pre$ με $G1D1$ $t(95) = 26.3, p < 0.001, 95\% CI [0.176, 0.229]$, $G1pre$ με $G1D2$ $t(95) = 17.3, p < 0.001, 95\% CI [0.107, 0.16]$, $G1D1$ με $G1D2$ $t(95) = 8.96, p < 0.001, 95\% CI [-0.0958, -0.0422]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, $G2pre$ με $G2D1$ $t(95) = 22.5, p < .001, 95\% CI [0.146, 0.2]$, $G2pre$ με $G2D2$ $t(95) = 12.9, p < .001, 95\% CI [0.0722, 0.126]$, $G2D1$ με $G2D2$ $t(95) = 9.61, p < .001, 95\% CI [-0.101, -0.0472]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: $G1pre$ με $G2pre$ $t(95)$

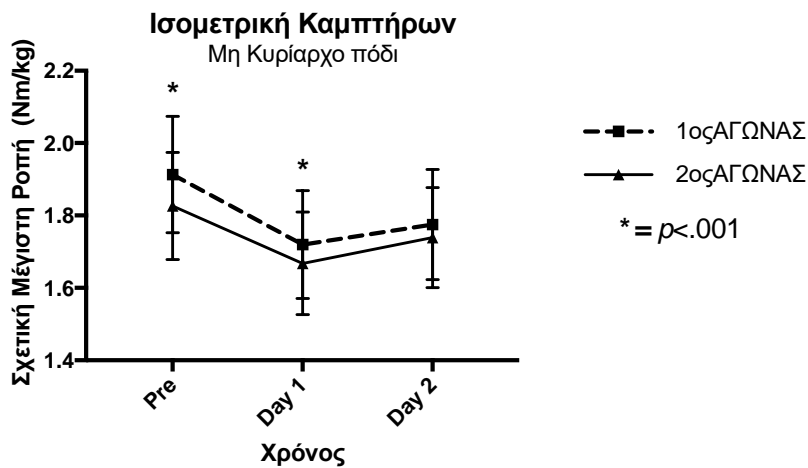
=10.5, $p < .001$, 95%, CI [0.0542, 0.108], G1D1 με G2D1 $t(95) = 6.69$, $p < .001$, 95%, CI [0.0247, 0.0783], G1D2 με G2D2 $t(95) = 6.04$, $p < .001$, 95%, CI [0.0197, 0.0733].



Γράφημα 29. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Ισομετρική δύναμη των καμπτήρων στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την ισομετρική δύναμη των καμπτήρων στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 70.322$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 10.106$, $p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 63.600$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 17.9$, $p < .001$, 95%, CI [0.155, 0.231], G1pre με G1D2 $t(95) = 12.8$, $p < .001$, 95%, CI [0.1, 0.176], G1D1 με G1D2 $t(95) = 5.1$, $p < .001$, 95%, CI [-0.0925, -0.0175]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 14.7$, $p < .001$, 95% CI [0.121, 0.196], G2pre με G2D2 $t(95) = 8.11$, $p < .001$, 95% CI [0.05, 0.125], G2D1 με G2D2 $t(95) = 6.58$, $p < .001$, 95% CI [-0.109, -0.0335]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre

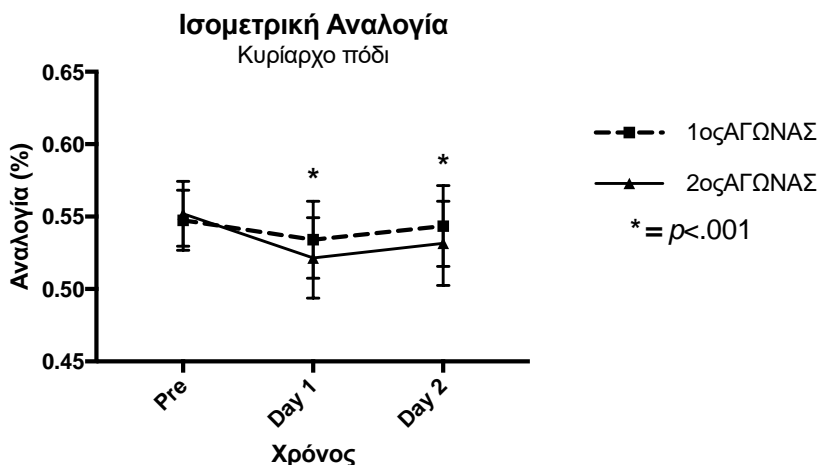
$t(95)=8.02$, $p < .001$, 95%, CI [0.049, 0.124], G1D1 με G2D1 $t(95)=4.82$, $p < .001$, 95%, CI [0.0145, 0.0895], G1D2 με G2D2 $t(95)=3.34$, $p < .001$, 95%, CI [-0.00155, 0.0735].



Γράφημα 30. Σύγκριση της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Αναλογία ισομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στο κυρίαρχο πόδι. Για την αναλογία ισομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 12.901$, $p < .001$ ενώ δεν βρέθηκε επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = .568$, $p = .460$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 20.465$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 4.64$, $p < .001$, 95% CI [0.00337, 0.0236], G1pre με G1D2 $t(95) = 1.37$, $p > .999$, 95% CI [-0.00613, 0.0141], G1D1 με G1D2 $t(95) = 3.27$, $p = 0.1$, 95% CI [-0.0196, 0.000625]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 10.5$, $p < .001$, 95% CI [0.0204, 0.0406], G2pre με G2D2 $t(95) = 7.05$, $p < .001$, 95% CI [0.0104, 0.0306], G2D1 με G2D2 $t(95) = 3.44$, $p = 0.058$, 95% CI [-0.0201, 0.000125]. Ενώ σε ό,τι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις χρονικές στιγμές Day1 και Day2: G1pre με G2pre $t(95) = 1.55$, $p > .999$, 95% CI [-0.0146,

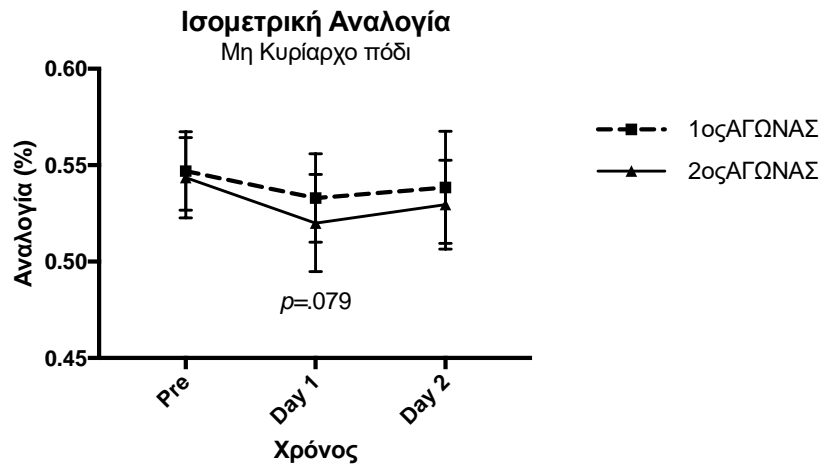
0.00563], G1D1 με G2D1 $t(95) = 4.3$, $p = 0.003$, 95% CI [0.00237, 0.0226], G1D2 με G2D2 $t(95) = 4.12$, $p = 0.005$, 95% CI [0.00187, 0.0221].



Γράφημα 31. Σύγκριση της αναλογίας ισομετρικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Αναλογία ισομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την αναλογία ισομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 5.544$, $p < .001$ ενώ δεν βρέθηκε επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = .572$, $p = .459$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 8.088$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 3.6$, $p = 0.034$, 95% CI [0.000461, 0.0275], G1pre με G1D2 $t(95) = 2.19$, $p > .999$, 95% CI [-0.00504, 0.022], G1D1 με G1D2 $t(95) = 1.41$, $p > .999$, 95% CI [-0.019, 0.00804]. Όμοια και στο 2ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 6.04$, $p < .001$, 95% CI [0.00996, 0.037], G2pre με G2D2 $t(95) = 3.6$, $p = 0.034$, 95% CI [0.000461, 0.0275], G2D1 με G2D2 $t(95) = 2.44$, $p > .999$, 95% CI [-0.023, 0.00404]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 0.9$, $p > .999$, 95% CI [-0.01,

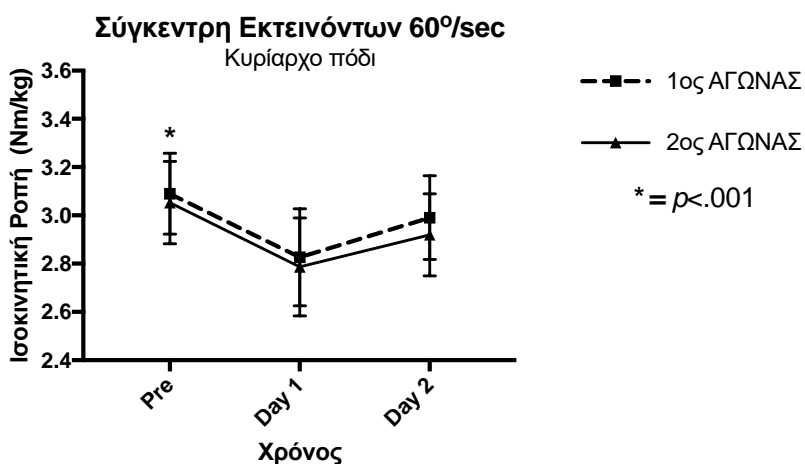
0.017], G1D1 με G2D1 $t(95) = 3.34$, $p = 0.079$, 95% CI [-0.000539, 0.0265], G1D2 με G2D2 $t(95) = 2.31$, $p > .999$, 95% CI [-0.00454, 0.0225].



Γράφημα 32. Σύγκριση της αναλογίας ισομετρικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των δύο παιχιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

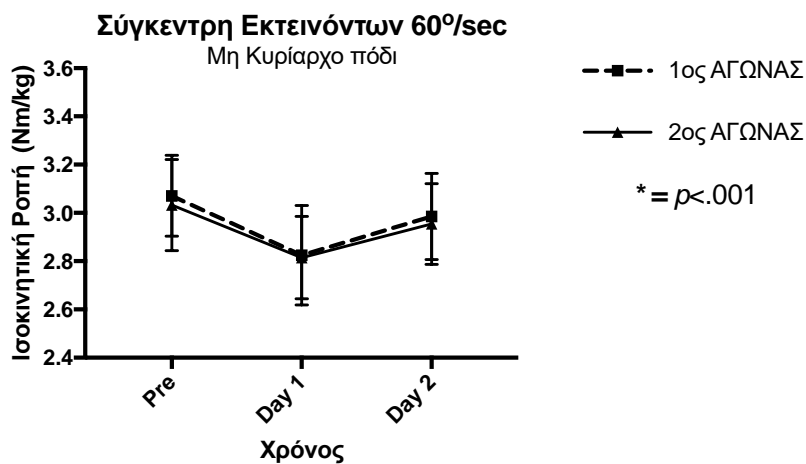
Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec

Μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 101.302$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 16.869$, $p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 74.795$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 18.5$, $p < .001$, 95% CI [0.214, 0.313], G1pre με G1D2 $t(95) = 6.94$, $p < .001$, 95% CI [0.0494, 0.149], G1D1 με G1D2 $t(95) = 11.5$, $p < .001$, 95% CI [-0.214, -0.115]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 18.7$, $p < .001$, 95% CI [0.217, 0.316], G2pre με G2D2 $t(95) = 9.36$, $p < .001$, 95% CI [0.0839, 0.183], G2D1 με G2D2 $t(95) = 9.33$, $p < .001$, 95% CI [-0.183, -0.0834]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στη χρονική στιγμή D2: G1pre με G2pre $t(95) = 2.59$, $p = 0.724$, 95% CI [-0.0126, 0.0866], G1D1 με G2D1 $t(95) = 2.81$, $p = 0.403$, 95% CI [-0.00963, 0.0896], G1D2 με G2D2 $t(95) = 5.01$, $p < .001$, 95% CI [0.0219, 0.121].



Γράφημα 33. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

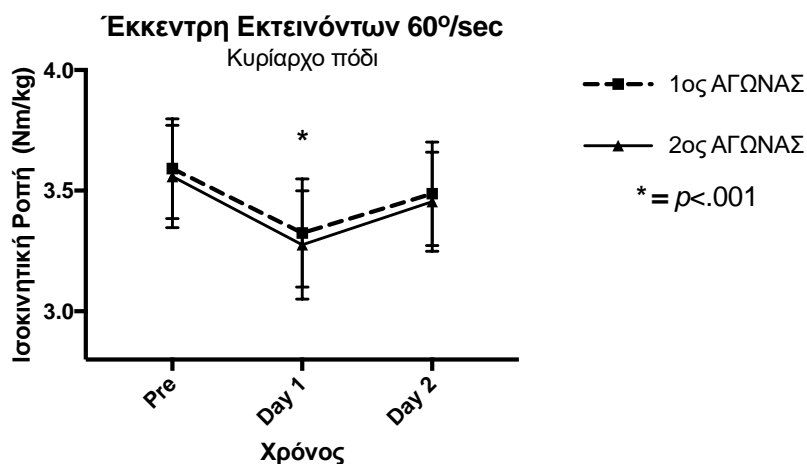
Μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 50.697, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 11.310, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 60.119, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 16.2, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.194, 0.299]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 5.65, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.033, 0.139]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 10.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.213, -0.108]$. Όμοια και στο 2ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 16.8, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.202, 0.308]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 5.88, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0365, 0.142]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 10.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.218, -0.113]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 1.64, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.028, 0.078]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 2.2, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0195, 0.0865]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.87, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0245, 0.0815]$.



Γράφημα 34. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 131.424, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 7.100, p < .05$.

Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 118.012, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά



Γράφημα 35. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, $G1pre$ με $G1D1$ $t(95) = 22.9, p < .001, 95\% CI [0.226, 0.307]$, $G1pre$ με $G1D2$ $t(95) = 8.94, p < .001, 95\% CI [0.0635, 0.144]$, $G1D1$ με $G1D2$ $t(95) = 14, p < .001, 95\% CI [-0.203, -0.122]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, $G2pre$ με $G2D1$ $t(95) = 24.4, p < .001, 95\% CI [0.243, 0.324]$, $G2pre$ με $G2D2$ $t(95) = 8.99, p < .001, 95\% CI [0.064, 0.145]$, $G2D1$ με $G2D2$ $t(95) = 15.4, p < .001, 95\% CI [-0.219, -0.139]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στη χρονική στιγμή Day1: $G1pre$ με $G2pre$ $t(95) = 2.79, p = 0.415, 95\% CI [-0.00797, 0.073]$, $G1D1$ με $G2D1$ $t(95) = 4.26, p = 0.003, 95\% CI [0.00903, 0.09]$, $G1D2$ με $G2D2$ $t(95) = 2.84, p = 0.366, 95\% CI [-0.00747, 0.0735]$.

Έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε



Γράφημα 36. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 79.251, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 4.952, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 96.302, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, $G1pre$ με $G1D1$ $t(95) = 19.7, p < .001, 95\% CI [0.21, 0.299]$, $G1pre$ με $G1D2$ $t(95) = 6.97, p < .001, 95\% CI [0.045, 0.135]$, $G1D1$ με $G1D2$ $t(95) = 12.7, p < .001, 95\% CI [-0.209, -0.12]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, $G2pre$ με $G2D1$ $t(95) = 21.9, p < .001, 95\% CI [0.239, 0.328]$, $G2pre$ με $G2D2$ $t(95) = 7.78, p < .001, 95\% CI [0.0555, 0.145]$, $G2D1$ με $G2D2$ $t(95) = 14.2, p < .001, 95\% CI [-0.228, -0.138]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: $G1pre$ με $G2pre$ $t(95) = 1.66, p > .999, 95\% CI [-0.0235, 0.0665]$, $G1D1$ με $G2D1$ $t(95) = 3.91, p = 0.011, 95\% CI [0.00554, 0.0955]$, $G1D2$ με $G2D2$ $t(95) = 2.48, p = 0.99, 95\% CI [-0.013, 0.077]$.

Μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε



Γράφημα 37. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 122.130, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 16.867, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 161.846, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, $G1_{pre}$ με $G1_{D1}$ $t(95) = 26.5, p < .001, 95\% CI [0.193, 0.252]$, $G1_{pre}$ με $G1_{D2}$ $t(95) = 18.1, p < .001, 95\% CI [0.123, 0.181]$, $G1_{D1}$ με $G1_{D2}$ $t(95) = 8.39, p < .001, 95\% CI [-0.0997, -0.0413]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, $G2_{pre}$ με $G2_{D1}$ $t(95) = 25.9, p < .001, 95\% CI [0.189, 0.247]$, $G2_{pre}$ με $G2_{D2}$ $t(95) = 16.7, p < .001, 95\% CI [0.111, 0.17]$, $G2_{D1}$ με $G2_{D2}$ $t(95) = 9.22, p < .001, 95\% CI [-0.107, -0.0483]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: $G1_{pre}$ με $G2_{pre}$ $t(95) = 5.89, p < .001, 95\% CI [0.0203, 0.0787]$, $G1_{D1}$ με $G2_{D1}$ $t(95) = 5.36, p < .001, 95\% CI [0.0158, 0.0742]$, $G1_{D2}$ με $G2_{D2}$ $t(95) = 4.52, p = 0.001, 95\% CI [0.00876, 0.0672]$.

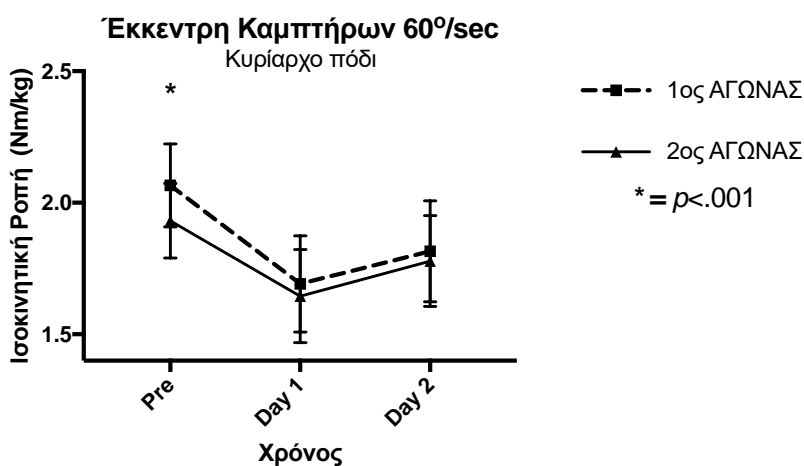
Μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε



Γράφημα 38. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

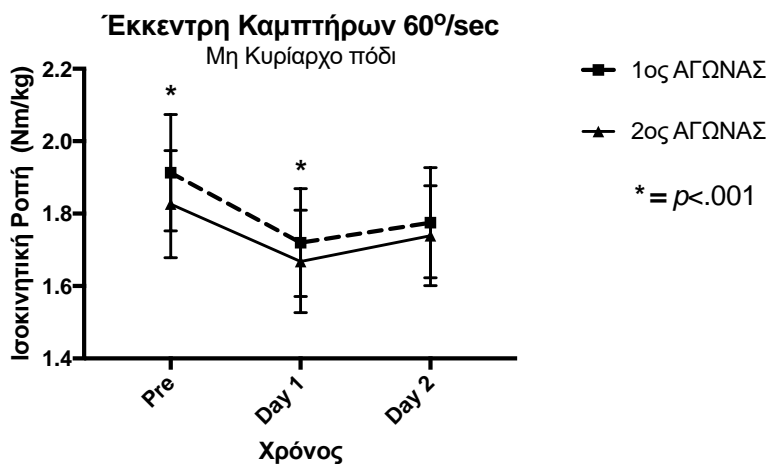
στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 80.446, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 14.720, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 76.059, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1° παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, $G1pre$ με $G1D1$ $t(95) = 18.9, p < .001, 95\% CI [0.164, 0.237]$, $G1pre$ με $G1D2$ $t(95) = 13.5, p < .001, 95\% CI [0.106, 0.18]$, $G1D1$ με $G1D2$ $t(95) = 5.42, p < .001, 95\% CI [-0.0944, -0.0206]$. Όμοια και στο 2° παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, $G2pre$ με $G2D1$ $t(95) = 18.8, p < .001, 95\% CI [0.162, 0.236]$, $G2pre$ με $G2D2$ $t(95) = 12.8, p < .001, 95\% CI [0.0991, 0.173]$, $G2D1$ με $G2D2$ $t(95) = 5.94, p < .001, 95\% CI [-0.0999, -0.0261]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: $G1pre$ με $G2pre$ $t(95) = 3.96, p = 0.01, 95\% CI [0.00509, 0.0789]$, $G1D1$ με $G2D1$ $t(95) = 3.82, p = 0.016, 95\% CI [0.00359, 0.0774]$, $G1D2$ με $G2D2$ $t(95) = 3.3, p = 0.09, 95\% CI [-0.00191, 0.0719]$.

Έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 96.002, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 25.995, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 125.694, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 26.8, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.326, 0.423]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 17.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.202, 0.299]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 8.86, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.173, -0.0753]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 20.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.238, 0.335]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 10.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.104, 0.202]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 9.54, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.182, -0.0848]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 9.61, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0858, 0.183]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 3.32, p = 0.084, 95\% \text{ CI } [-0.00222, 0.0952]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 2.64, p = 0.634, 95\% \text{ CI } [-0.0117, 0.0857]$.



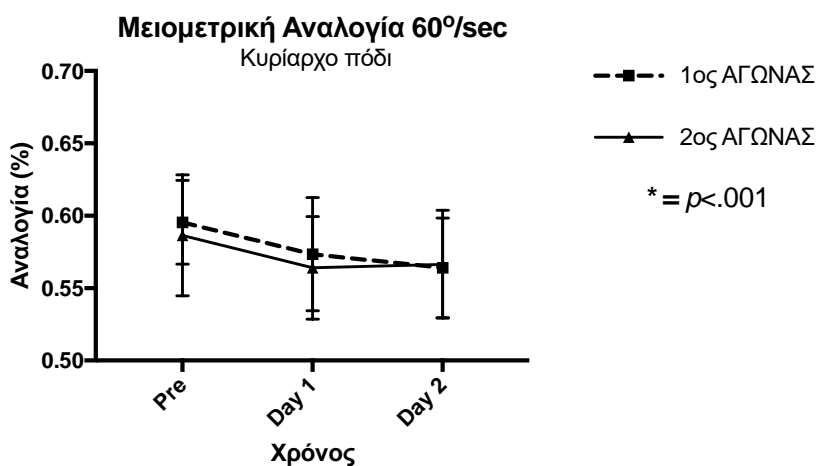
Γράφημα 39. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 79.155, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 23.694, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 73.456, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 12, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0486, 0.0884]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 10.6, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0411, 0.0809]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 1.31, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0274, 0.0124]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 7.24, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0216, 0.0614]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 4.02, p = 0.008, 95\% \text{ CI } [0.00306, 0.0429]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 3.23, p = 0.112, 95\% \text{ CI } [-0.0384, 0.00144]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο πριν τα παιχνίδια. G1pre με G2pre $t(95) = 6.11, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0151, 0.0549]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.4, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0119, 0.0279]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.524, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0229, 0.0169]$.



Γράφημα 40. Σύγκριση της έκκεντρης ισκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

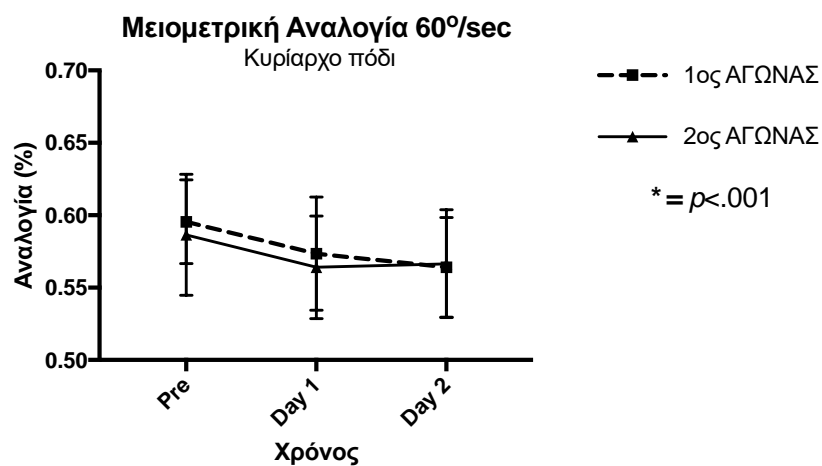
Αναλογία μειομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την παραδοσιακή αναλογία μειομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 10.818, p < .001$ ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 4.095, p = .057$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 11.434, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 5.45, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.00794, 0.0361]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 7.8, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0174, 0.0456]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 2.35, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.00456, 0.0236]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 5.57, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.00844, 0.0366]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 4.95, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.00594, 0.0341]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 0.619, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0166, 0.0116]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 2.23, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.00506, 0.0231]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 2.35, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.00456, 0.0236]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.619, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0166, 0.0116]$.



Γράφημα 41. Σύγκριση της αναλογίας της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού στις 60o/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

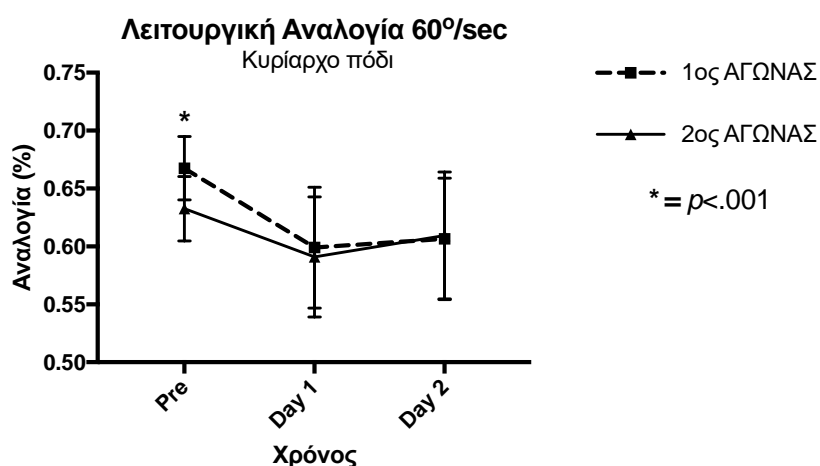
Αναλογία μειομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτεινόντες στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι.

Για την παραδοσιακή αναλογία μειομετρικής δύναμης καμπτήρες/εκτεινόντες στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 9.186, p < .001$ ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 3.648, p = .071$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 7.319, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 3.7, p = 0.024, 95\% \text{ CI } [0.00104, 0.034]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 6.55, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0145, 0.0475]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 2.85, p = 0.35, 95\% \text{ CI } [-0.00296, 0.03]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 3.7, p = 0.024, 95\% \text{ CI } [0.00104, 0.034]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 6.03, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.012, 0.045]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 2.33, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.00546, 0.0275]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία χρονική στιγμή: G1pre με G2pre $t(95) = 1.59, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.00896, 0.024]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.59, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.00896, 0.024]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.06, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0115, 0.0215]$.



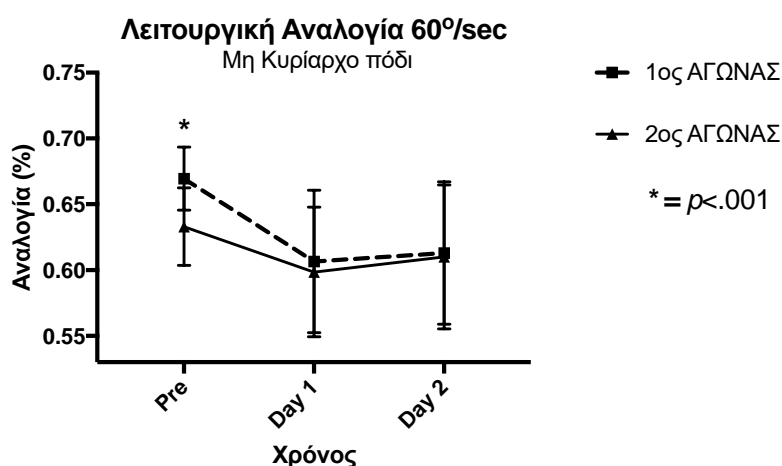
Γράφημα 42. Σύγκριση της αναλογίας της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού στις 60o/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Λειτουργική αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την λειτουργική αναλογία δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 60°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 18.922, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 7.835, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 25.252, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 12, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0486, 0.0884]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 10.6, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0411, 0.0809]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 1.31, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0274, 0.0124]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών εκτός από την Day2. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 7.24, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0216, 0.0614]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 4.02, p = 0.008, 95\% \text{ CI } [0.00306, 0.0429]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 3.23, p = 0.112, 95\% \text{ CI } [-0.0384, 0.00144]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη χρονική στιγμή πριν τα παιχνίδια: G1pre με G2pre $t(95) = 6.11, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0151, 0.0549]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.4, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0119, 0.0279]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.524, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0229, 0.0169]$.



Γράφημα 43. Σύγκριση της λειτουργικής αναλογίας της ισοκινητικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

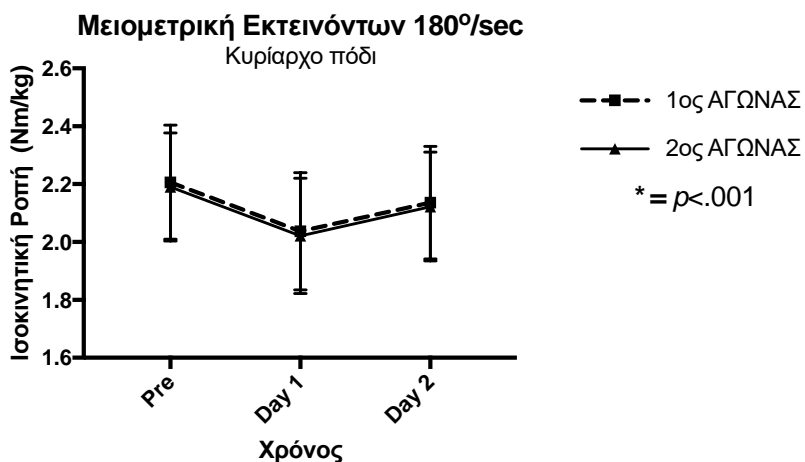
Λειτουργική αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την λειτουργική αναλογία δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 60°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 14.201, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 6.567, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 15.911, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών όχι όμως μεταξύ της Day1 και Day2. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 9.41, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0397, 0.0863]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 8.44, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0332, 0.0798]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 0.971, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0298, 0.0168]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο μεταξύ pre και Day1. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 5.15, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0112, 0.0578]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 3.44, p = 0.058, 95\% \text{ CI } [-0.0003, 0.0463]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 1.72, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0348, 0.0118]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στην χρονική στιγμή pre: G1pre με G2pre $t(95) = 5.45, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0132, 0.0598]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.2, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0153, 0.0313]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.448, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0203, 0.0263]$.



Γράφημα 44. Σύγκριση της λειτουργικής αναλογίας της ισοκινητικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού στις 60°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180 °/sec

Μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού. Για την μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 87.710, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 6.883, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 123.659, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών εκτός από G1D1 με G2pre, $t(95) = 3.85, p < .05, 95\% \text{ CI } [0.00, 0.00]$, και G1D1 με G2D2 $t(95) = 3.66, p < .05, 95\% \text{ CI } [0.00, 0.05]$, και G2pre με G2D1, $t(95) = 3.53, p < .05, 95\% \text{ CI } = -0.05, 0.00]$. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 22.1, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.143, 0.196]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 9.21, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0439, 0.0971]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 12.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.126, -0.0724]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 22.1, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.143, 0.196]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 8.88, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0414, 0.0946]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 13.3, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.128, -0.0749]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές: G1pre με G2pre $t(95) = 2.09, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0106, 0.0426]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 2.09, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0106, 0.0426]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.76, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0131, 0.0401]$



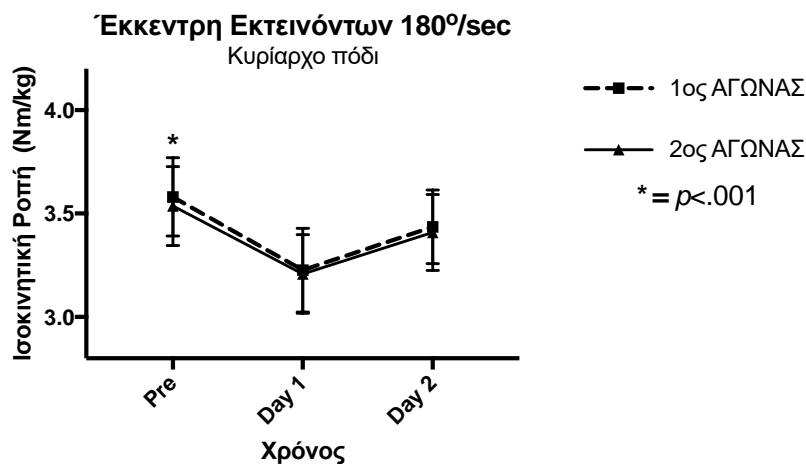
Γράφημα 45. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού. Για την μειομετρική δύναμη των εκτεινόντων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 61.074$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 5.759$, $p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 59.240$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 16.2$, $p < .001$, 95% CI [0.126, 0.194], G1pre με G1D2 $t(95) = 6.54$, $p < .001$, 95% CI [0.0302, 0.0988], G1D1 με G1D2 $t(95) = 9.69$, $p < .001$, 95% CI [-0.13, -0.0612]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 15.9$, $p < .001$, 95% CI [0.122, 0.191], G2pre με G2D2 $t(95) = 5.43$, $p < .001$, 95% CI [0.0192, 0.0878], G2D1 με G2D2 $t(95) = 10.4$, $p < .001$, 95% CI [-0.137, -0.0687]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 2.23$, $p > .999$, 95% CI [-0.0123, 0.0563], G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.88$, $p > .999$, 95% CI [-0.0158, 0.0528], G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.12$, $p > .999$, 95% CI [-0.0233, 0.0453].



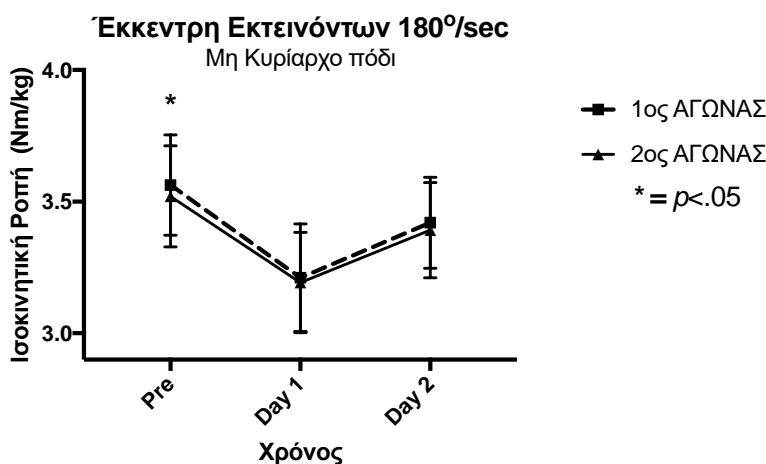
Γράφημα 46. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 256.864$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 16.094$, $p < .051$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 263.218$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 36.6$, $p < .001$, 95% CI [0.321, 0.388], G1pre με G1D2 $t(95) = 15$, $p < .001$, 95% CI [0.111, 0.179], G1D1 με G1D2 $t(95) = 21.6$, $p < .001$, 95% CI [-0.243, -0.176]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 33.9$, $p < .001$, 95% CI [0.295, 0.363], G2pre με G2D2 $t(95) = 13.2$, $p < .001$, 95% CI [0.0943, 0.162], G2D1 με G2D2 $t(95) = 20.7$, $p < .001$, 95% CI [-0.235, -0.167]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στη χρονική στιγμή πριν το παιχνίδι: G1pre με G2pre $t(95) = 4.54$, $p = 0.001$, 95% CI [0.0103, 0.0777], G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.91$, $p > .999$, 95% CI [-0.0152, 0.0522], G1D2 με G2D2 $t(95) = 2.78$, $p = 0.427$, 95% CI [-0.00675, 0.0607].



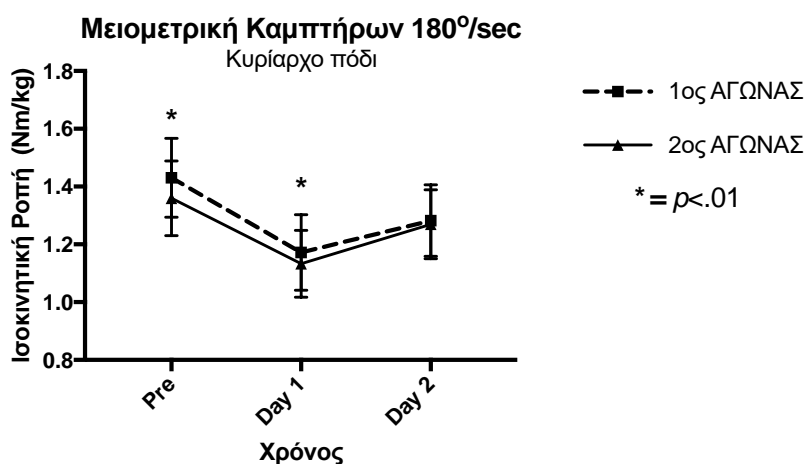
Γράφημα 47. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 61.074$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 5.759$, $p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 59.240$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 34.5$, $p < .001$, 95% CI [0.317, 0.388], G1pre με G1D2 $t(95) = 14$, $p < .001$, 95% CI [0.108, 0.179], G1D1 με G1D2 $t(95) = 20.5$, $p < .001$, 95% CI [-0.245, -0.173]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα G2pre με G2D1 $t(95) = 32$, $p < .001$, 95% CI [0.292, 0.363], G2pre με G2D2 $t(95) = 12.6$, $p < .001$, 95% CI [0.0934, 0.165], G2D1 με G2D2 $t(95) = 19.4$, $p < .001$, 95% CI [-0.234, -0.163]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στη χρονική στιγμή πριν το παιχνίδι: G1pre με G2pre $t(95) = 4.21$, $p = 0.004$, 95% CI [0.00743, 0.0786], G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.76$, $p > .999$, 95% CI [-0.0176, 0.0536], G1D2 με G2D2 $t(95) = 2.79$, $p = 0.422$, 95% CI [-0.00707, 0.0641].



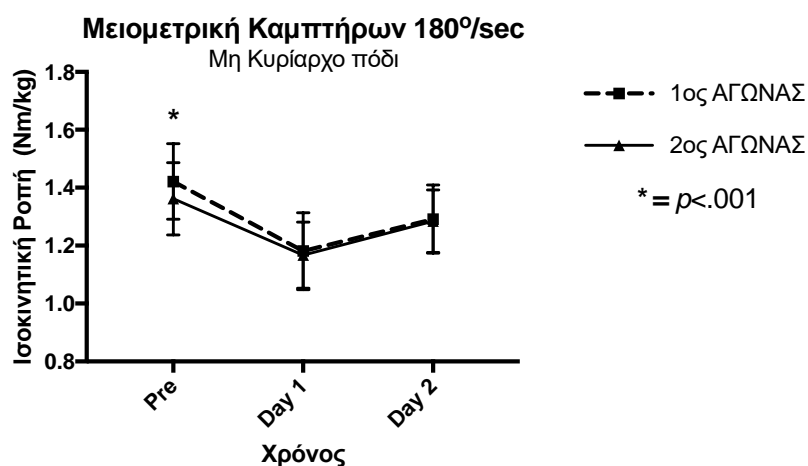
Γράφημα 48. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 129.552, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 21.557, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 148.452, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 28, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.226, 0.291]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 16.1, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.116, 0.18]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 12, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.143, -0.0784]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 24.6, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.194, 0.259]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 9.76, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0579, 0.122]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 14.8, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.169, -0.104]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις χρονικές στιγμές pre και Day1: G1pre με G2pre $t(95) = 7.7, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0389, 0.103]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 4.23, p = 0.004, 95\% \text{ CI } [0.00692, 0.0711]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.41, p = > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0191, 0.0451]$.



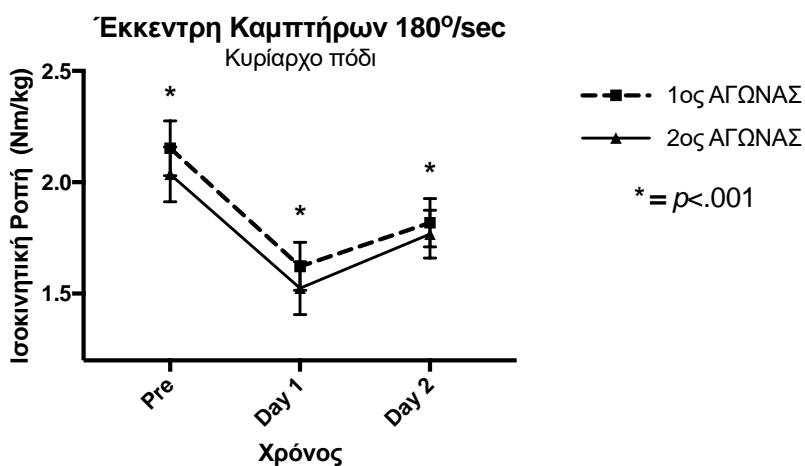
Γράφημα 49. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την μειομετρική δύναμη των καμπτήρων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 85.454, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 18.270, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 93.134, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 23.2, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.204, 0.277]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 12.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0939, 0.166]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 10.7, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.147, -0.0744]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 18.8, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.159, 0.231]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 7.48, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0414, 0.114]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 11.3, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.154, -0.0814]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη χρονική στιγμή πριν το παιχνίδι: G1pre με G2pre $t(95) = 5.74, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0234 \text{ to } 0.0956]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 1.35, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0221 \text{ to } 0.0501]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.675, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0291 \text{ to } 0.0431]$



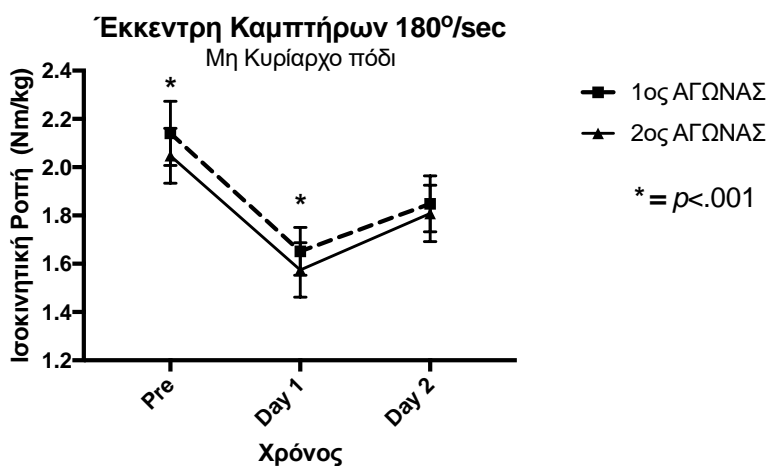
Γράφημα 50. Σύγκριση της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Έκκεντρη ροπή δύναμης των καμπτήρων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη ροπή δύναμης των καμπτήρων στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 343.662, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 339.702, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 465.855, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 47.4, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.491, 0.569]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 29.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.295, 0.373]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 17.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.235, -0.157]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 45.8, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.473, 0.55]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 24, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.23, 0.307]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 21.7, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.282, -0.204]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 10.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0781, 0.156]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 8.81, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0596, 0.137]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 4.61, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0126, 0.0904]$



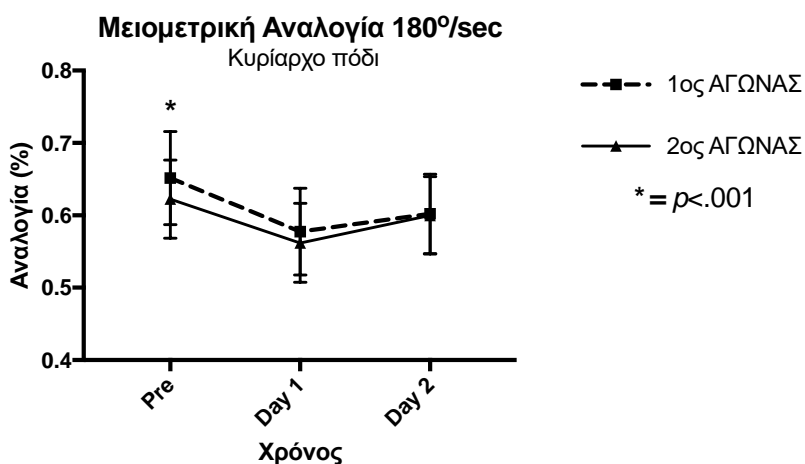
Γράφημα 51. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την έκκεντρη δύναμη των καμπτήρων στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 247.979, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 346.564, p < .001$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 270.992, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 36.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.443, 0.535]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 22, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.246, 0.338]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 14.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.243, -0.151]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 35.7, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.427, 0.519]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 18, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.193, 0.285]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 17.7, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.28, -0.188]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 7.02, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0469, 0.139]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 5.81, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0309, 0.123]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 3.02, p = 0.214, 95\% \text{ CI } [-0.0061, 0.0861]$.



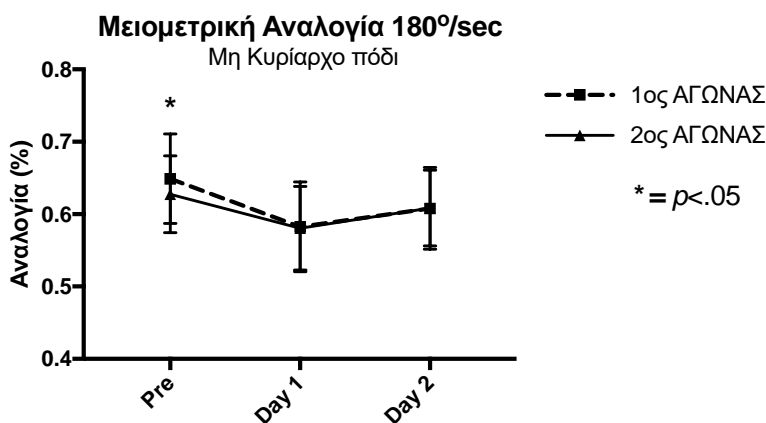
Γράφημα 52. Σύγκριση της έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Παραδοσιακή αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την παραδοσιακή αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 36.530$, $p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 5.213$, $p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 37.873$, $p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 14.8$, $p < .001$, 95% CI [0.0566, 0.0914], G1pre με G1D2 $t(95) = 9.9$, $p < .001$, 95% CI [0.0321, 0.0669], G1D1 με G1D2 $t(95) = 4.9$, $p < .001$, 95% CI [-0.0419, -0.00709]. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 12.1$, $p < .001$, 95% CI [0.0431, 0.0779], G2pre με G2D2 $t(95) = 4.5$, $p = 0.001$, 95% CI [0.00509, 0.0399], G2D1 με G2D2 $t(95) = 7.6$, $p < .001$, 95% CI [-0.0554, -0.0206]. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο πριν από τα παιχνίδια: G1pre με G2pre $t(95) = 5.8$, $p < .001$, 95% CI [0.0116, 0.0464], G1D1 με G2D1 $t(95) = 3.1$, $p = 0.168$, 95% CI [-0.00191, 0.0329], G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.4$, $p = > .999$, 95% CI [-0.0154, 0.0194].



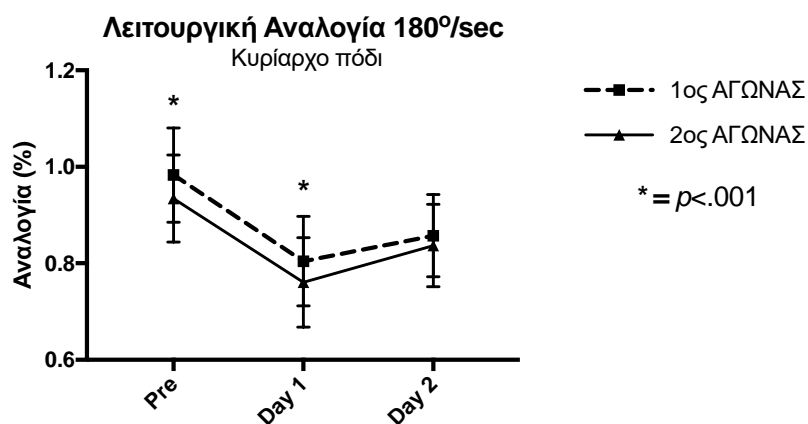
Γράφημα 53. Σύγκριση της αναλογίας της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές.

Αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την παραδοσιακή αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 20.983, p < .001$ ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 3.522, p = .076$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 20.493, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 11.7, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0467, 0.0863]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 7.2, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0212, 0.0608]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 4.48, p = 0.001, 95\% \text{ CI } [-0.0453, -0.00567]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 8.25, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0272, 0.0668]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 3.34, p = 0.08, 95\% \text{ CI } [-0.000828, 0.0388]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 4.92, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.0478, -0.00817]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 3.77, p = 0.018, 95\% \text{ CI } [0.00167, 0.0413]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 0.351, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0178, 0.0218]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 0.0878, p > .999, 95\% \text{ CI } [-0.0203, 0.0193]$.



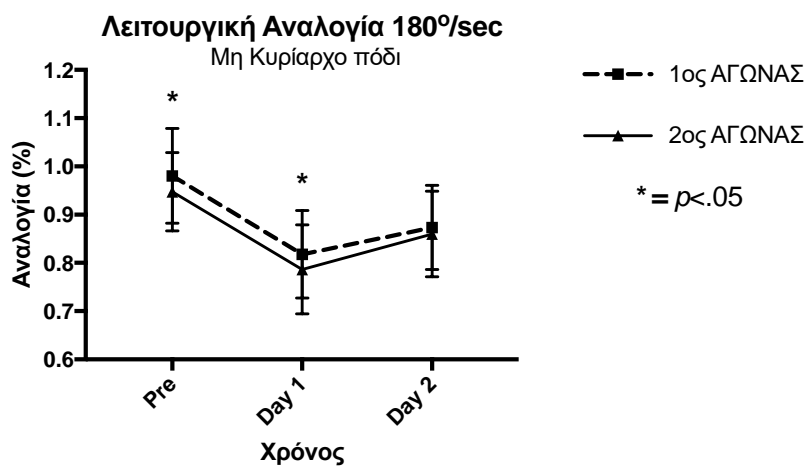
Γράφημα 54. Σύγκριση της αναλογίας της μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Λειτουργική αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι. Για την λειτουργική αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 160.811, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 17.003, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 174.722, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 29.1, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.157, 0.2]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 20.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.104, 0.147]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 8.65, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.0743, -0.0317]$. Όμοια και στο 2^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 28.4, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.153, 0.195]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 15.9, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0762, 0.119]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 12.5, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.0978, -0.0552]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις δύο πρώτες χρονικές στιγμές όχι όμως στην τρίτη: G1pre με G2pre $t(95) = 7.92, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0272, 0.0698]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 7.18, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0227, 0.0653]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 3.35, p = 0.077, 95\% \text{ CI } [-0.000822, 0.0418]$.



Γράφημα 55. Σύγκριση της λειτουργικής αναλογίας της ισοκινητικής ροπής δύναμης του κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Λειτουργική αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι. Για την λειτουργική αναλογία ισοκινητικής ροπής δύναμης καμπτήρες/εκτείνοντες στις 180°/sec στο μη κυρίαρχο πόδι από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρόνου $F(5, 95) = 105.835, p < .001$ και του παράγοντα ομάδα $F(1, 19) = 11.438, p < .05$. Παράλληλα βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων $F(5, 95) = 89.726, p < .001$. Από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης φάνηκαν τα παρακάτω. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρονικών στιγμών. Αντίθετα στην πειραματική ομάδα και στο 1^ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Συγκεκριμένα, G1pre με G1D1 $t(95) = 21.2, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.136, 0.189]$, G1pre με G1D2 $t(95) = 14, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0803, 0.134]$, G1D1 με G1D2 $t(95) = 7.25, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.0822, -0.0288]$. Όμοια και στο 2ο παιχνίδι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών. Αναλυτικότερα, G2pre με G2D1 $t(95) = 21, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.134, 0.188]$, G2pre με G2D2 $t(95) = 11.4, p < .001, 95\% \text{ CI } [0.0608, 0.114]$, G2D1 με G2D2 $t(95) = 9.6, p < .001, 95\% \text{ CI } [-0.1, -0.0468]$. Ενώ σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές: G1pre με G2pre $t(95) = 4.31, p = 0.003, 95\% \text{ CI } [0.00634, 0.0597]$, G1D1 με G2D1 $t(95) = 4.11, p = 0.005, 95\% \text{ CI } [0.00484, 0.0582]$, G1D2 με G2D2 $t(95) = 1.76, p = >.999, 95\% \text{ CI } [-0.0132, 0.0402]$.



Γράφημα 56. Σύγκριση της λειτουργικής αναλογίας της ισοκινητικής ροπής δύναμης του μη κυρίαρχου ποδιού στις 180°/sec μεταξύ των δύο παιχνιδιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Σύγκριση μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού.

Ισομετρική δύναμη

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισομετρική δύναμη μεταξύ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον 1^ο αγώνα στους εκτείνοντες, με το κυρίαρχο να έχει 8.4% πτώση απόδοσης έναντι 7.9% του μη κυρίαρχου (Πίνακας 2). Ενώ δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον 2^ο αγώνα (Πίνακας 3).

Πίνακας 2. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική δύναμη μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 1^ο Αγώνα.

(N=20)	Κυρίαρχο		Μη Κυρίαρχο		<u>t</u>
	<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Εκτείνοντες	-8.4	2.8	-7.9	3.1	-2.55*
Καμπτήρες	-10.5	2.1	-10.1	2.8	-1.44
Παραδοσιακή αναλογία	-0.4	0.9	-0.8	2.4	0.88

*p< .05, ***p< .001

Πίνακας 3. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική δύναμη μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 2^ο Αγώνα.

(N=20)	Κυρίαρχο		Μη Κυρίαρχο		<u>t</u>
	<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Εκτείνοντες	-4.3	3.3	-4.3	3.7	0.09
Καμπτήρες	-9.4	2.5	-8.6	3.6	-1.14
Παραδοσιακή αναλογία	1.0	1.7	1.2	2.1	-0.60

*p< .05, ***p< .001

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισομετρική δύναμη μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} αγώνα παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις μεταβλητές εκτός από τους καμπτήρες του μη κυρίαρχου ποδιού (Πίνακας 4). Δείχνοντας ότι στο 2^ο αγώνα η πτώση ήταν μικρότερη τόσο στο κυρίαρχο όσο και στο μη κυρίαρχο πόδι.

Πίνακας 4. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική δύναμη μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} Αγώνα.

(N=20)	1 ^{ος} Αγώνας		2 ^{ος} Αγώνας		<u>t</u>
	<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Εκτείνοντες	-8.4	2.8	-4.3	3.3	-11.46***
Κυρίαρχο Καμπτήρες	-10.5	2.1	-9.4	2.5	-3.31*
Παραδοσιακή αναλογία	-0.4	0.9	1.0	1.7	-3.10*
Μη Κυρίαρχο Εκτείνοντες	-7.9	3.1	-4.3	3.7	-7.31***
Καμπτήρες	-10.1	2.8	-8.6	3.6	-1.86
Παραδοσιακή αναλογία	-0.8	2.4	1.2	2.1	-2.35*

*p< .05, ***p< .001

Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον 1^ο αγώνα στους καμπτήρες τόσο σε σύγκεντρες όσο και σε έκκεντρες συνθήκες, με το κυρίαρχο να έχει 12.1-18.1% πτώση απόδοσης έναντι 10.9-16.6% του μη κυρίαρχου (Πίνακας 5). Ενώ στον 2^ο αγώνα βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στους καμπτήρες σε έκκεντρες συνθήκες (Πίνακας 6).

Πίνακας 5. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 1^ο Αγώνα.

(N=20)		Κυρίαρχο		Μη Κυρίαρχο		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Σύγκεντρα	Εκτείνοντες	-8.6	2.7	-8.01	3.1	-1.75
	Καμπτήρες	-12.1	3.0	-10.9	3.4	-3.04*
Έκκεντρα	Εκτείνοντες	-7.4	2.6	-7.1	2.6	-1.24
	Καμπτήρες	-18.1	5.6	16.6	6.0	-3.84*
Παραδοσιακή αναλογία		-3.7	4.0	-2.9	4.9	-1.44
Λειτουργική αναλογία		-10.3	6.5	9.4	6.9	-1.68

*p< .05, ***p< .001

Πίνακας 6. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 2^ο Αγώνα.

(N=20)		Κυρίαρχο		Μη Κυρίαρχο		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Σύγκεντρα	Εκτείνοντες	-8.8	3.1	-8.4	3.8	-1.17
	Καμπτήρες	-12.1	3.7	-11.0	2.8	-1.98
Έκκεντρα	Εκτείνοντες	-8.0	2.3	-8.0	2.4	-0.13
	Καμπτήρες	-22.0	6.4	-13.5	4.1	-6.63***
Παραδοσιακή αναλογία		-3.6	5.0	-2.7	5.7	-1.33
Λειτουργική αναλογία		-6.6	5.8	-5.42	6.7	-1.82

*p< .05, ***p< .001

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} αγώνα παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο κυρίαρχο πόδι σε έκκεντρες συνθήκες τόσο στους εκτείνοντες όσο και στους καμπτήρες. Στο μη κυρίαρχο πόδι οι διαφορές περιορίστηκαν στους καμπτήρες (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} Αγώνα.

(N=20)			1 ^{ος} Αγώνας		2 ^{ος} Αγώνας		<u>t</u>
			<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Σύγκεντρα	Εκτείνοντες	-8.6	2.7	-8.8	3.1	0.53
		Καμπτήρες	-12.1	3.0	-12.1	3.7	-0.02
	Έκκεντρα	Εκτείνοντες	-7.4	2.6	-8.0	2.3	2.21*
		Καμπτήρες	-18.2	5.6	-22.0	6.4	9.89***
Μη Κυρίαρχο	Σύγκεντρα	Εκτείνοντες	-8.1	3.1	-8.4	3.8	0.49
		Καμπτήρες	-10.9	3.4	-11.0	2.8	0.07
	Έκκεντρα	Εκτείνοντες	-7.1	2.6	-8.0	2.4	2.05
		Καμπτήρες	-16.6	6.1	-13.5	4.1	-2.28*

*p< .05, ***p< .001

Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στους δύο αγώνες στους καμπτήρες τόσο σε σύγκεντρες όσο και σε έκκεντρες συνθήκες, με το κυρίαρχο να έχει 16.6-25.1% πτώση απόδοσης έναντι 14.3-22.8% του μη κυρίαρχου (Πίνακας 8 και Πίνακας 9), επηρεάζοντας και τις σχετικές αναλογίες.

Πίνακας 8. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 1° Αγώνα.

(N=20)		Κυρίαρχο		Μη Κυρίαρχο		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Σύγκεντρα	Εκτείνοντες	-7.7	1.8	-7.3	2.1	-1.00
	Καμπτήρες	-18.1	4.5	-16.9	5.1	-2.41*
Έκκεντρα	Εκτείνοντες	-9.9	1.1	-9.9	1.3	-0.04
	Καμπτήρες	-24.6	3.0	-22.8	2.7	-5.22****
Παραδοσιακή αναλογία		-11.2	5.5	-10.1	6.2	-2.13*
Λειτουργική αναλογία		-18.2	3.2	-16.6	3.3	-3.52*

*p< .05, ****p< .001

Πίνακας 9. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού στον 2° Αγώνα.

(N=20)		Κυρίαρχο		Μη Κυρίαρχο		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Σύγκεντρα	Εκτείνοντες	-7.8	2.3	-7.3	2.8	-1.44
	Καμπτήρες	-16.6	4.1	-14.3	4.5	-4.68****
Έκκεντρα	Εκτείνοντες	-9.3	1.5	-9.3	1.4	0.002
	Καμπτήρες	-25.1	4.0	-23.1	4.2	-5.17****
Παραδοσιακή αναλογία		-9.7	5.0	-7.4	5.9	-3.23*
Λειτουργική αναλογία		-18.7	3.8	-17.1	4.6	-2.81*

*p< .05, ****p< .001

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} αγώνα παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο κυρίαρχο πόδι μόνο στους καμπτήρες σε έκκεντρες συνθήκες. Στο μη κυρίαρχο πόδι βρέθηκαν διαφορές στους καμπτήρες σε έκκεντρες συνθήκες (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} Αγώνα.

(N=20)		1 ^{ος} Αγώνας		2 ^{ος} Αγώνας		<u>t</u>	
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>		
Κυρίαρχο	Σύγκεντρα	Εκτεινόντες	-7.7	1.8	-7.8	2.3	0.23
		Καμπτήρες	-18.1	4.5	-16.6	4.2	-2.04
	Έκκεντρα	Εκτεινόντες	-9.9	1.1	-9.3	1.5	-2.80*
		Καμπτήρες	-24.6	3.0	-25.1	4.0	0.80
Μη Κυρίαρχο	Σύγκεντρα	Εκτεινόντες	-7.4	2.1	-7.3	2.8	-0.17
		Καμπτήρες	-16.9	5.1	-14.3	4.5	-3.25*
	Έκκεντρα	Εκτεινόντες	-9.9	1.3	-9.3	1.4	-1.81
		Καμπτήρες	-22.8	2.7	-23.1	4.2	0.32

*p< .05, ***p< .001

Σύγκριση της δύναμης μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην δύναμη μεταξύ των εκτεινόντων και των καμπτήρων παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στους δύο αγώνες σε όλους του τύπους μυϊκής συστολής και σε όλες τις ταχύτητες. Οι καμπτήρες παρουσίασαν τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης (9.4-25.1%) σε σχέση με τους εκτεινόντες (4.3-9.9%). Οι μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης των καμπτήρων παρουσιάστηκαν στις έκκεντρες συστολές στις 180°/sec (Πίνακας 11 και Πίνακας 12).

Πίνακας 11. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική και ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων στον 1^ο Αγώνα.

(N=20)		Εκτείνοντες		Καμπτήρες		<u>t</u>		
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>			
Κυρίαρχο	Ισομετρικά	-4.3	3.3	-9.4	2.6	8.85***		
	Σύγκεντρα	60°/sec	-8.6	2.7	-12.1	3.0	4.17*	
		180°/sec	-7.7	1.8	-18.1	4.5	8.84***	
	Έκκεντρα	60°/sec	-7.4	2.6	-18.1	5.6	9.95*	
		180°/sec	-9.9	1.2	-24.6	3.0	20.34***	
	Μη Κυρίαρχο	Ισομετρικά	-4.3	3.7	-8.6	3.6	4.26***	
		Σύγκεντρα	60°/sec	-8.1	3.1	-10.9	3.4	2.93*
			180°/sec	-7.4	2.1	-16.9	5.2	7.47***
Έκκεντρα		60°/sec	-7.1	2.6	-16.6	6.1	8.05***	
		180°/sec	-9.9	1.4	-22.8	2.7	18.93***	

*p< .05, ***p< .001

Πίνακας 12. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) στην ισομετρική και ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων στον 2° Αγώνα.

(N=20)		Εκτείνοντες		Καμπτήρες		<u>t</u>	
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>		
Κυρίαρχο	Ισομετρικά	-4.3	3.3	-9.4	2.6	8.85***	
	Σύγκεντρα	60°/sec	-8.8	3.1	-12.1	3.7	3.26*
		180°/sec	-7.8	2.3	-16.6	4.2	8.81***
	Έκκεντρα	60°/sec	8.0	2.2	-22.0	6.4	10.96***
		180°/sec	-9.3	1.5	-25.1	4.0	16.47***
	Μη Κυρίαρχο	Ισομετρικά	-4.3	3.7	-8.6	3.6	4.26***
Σύγκεντρα		60°/sec	-8.4	3.8	-11.0	2.8	2.38*
		180°/sec	-7.3	2.8	-14.3	4.5	5.63***
Έκκεντρα		60°/sec	-8.0	2.4	-13.5	4.1	6.49***
		180°/sec	-9.3	1.4	-23.1	4.2	13.27***

*p< .05, ***p< .001

Σύγκριση μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης

Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισοκινητική ροπή στις 60°/sec μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στους δύο αγώνες στους καμπτήρες. Η έκκεντρη δύναμη παρουσίασε τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης και ιδιαίτερα το κυρίαρχο να παρουσιάζει πτώση απόδοσης 18.1-22.0% έναντι του μη κυρίαρχου 13.5-16.6% (Πίνακας 13 και Πίνακας 14).

Πίνακας 13. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ μειομετρικής και έκκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 60°/sec στον 1° Αγώνα.

(N=20)		Σύγκεντρα		Έκκεντρα		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-8.6	2.7	-7.4	2.6	-1.15
	Καμπτήρες	-12.1	3.0	-18.1	5.6	4.53***
Μη Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-8.1	3.1	-7.1	2.6	-0.92
	Καμπτήρες	-10.9	3.4	-16.6	6.1	3.56*

*p< .05, ***p< .001

Πίνακας 14. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 60°/sec στον 2° Αγώνα.

(N=20)		Σύγκεντρα		Έκκεντρα		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-8.8	3.1	-8.0	2.2	-0.81
	Καμπτήρες	-12.1	3.7	-22.0	6.4	5.56***
Μη Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	8.4	3.8	-8.0	2.4	-0.39
	Καμπτήρες	-11.0	2.8	-13.5	4.0	2.30*

*p< .05, ***p< .001

Ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην ισοκινητική ροπή στις 180°/sec μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στους δύο αγώνες τόσο στους εκτείνοντες όσο και στους καμπτήρες. Η έκκεντρη δύναμη παρουσίασε τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης και ιδιαίτερα το κυρίαρχο να παρουσιάζει πτώση απόδοσης 24.6-25.1% έναντι του μη κυρίαρχου 22.8-23.1% (Πίνακας 15 και Πίνακας 16).

Πίνακας 15. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 180°/sec στον 1^ο Αγώνα.

(N=20)		Σύγκεντρα		Έκκεντρα		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-7.7	1.8	-9.9	1.2	4.57***
	Καμπτήρες	-18.1	4.5	-24.6	3.0	4.93***
Μη Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-7.4	2.1	-9.9	1.4	4.84***
	Καμπτήρες	-16.9	5.2	-22.8	2.7	4.60***

*p< .05, ***p< .001

Πίνακας 16. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) μεταξύ έκκεντρης και μειομετρικής ισοκινητικής ροπής δύναμης στις 180°/sec στον 2^ο Αγώνα.

(N=20)		Σύγκεντρα		Έκκεντρα		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-7.8	2.3	-9.3	1.5	2.56*
	Καμπτήρες	-16.6	4.2	-25.1	4.0	6.52***
Μη Κυρίαρχο	Εκτείνοντες	-7.3	2.8	-9.3	1.4	2.92*
	Καμπτήρες	-14.3	4.5	-23.1	4.2	6.30***

*p< .05, ***p< .001

Σύγκριση μεταξύ παραδοσιακής και νέας αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων μεταξύ της παραδοσιακής και της λειτουργικής αναλογίας του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στους δύο αγώνες και στις δύο ταχύτητες (60°/sec και 180°/sec) και στα δύο πόδια εκτός από το μη κυρίαρχο πόδι στον 2^ο Αγώνα.

Η λειτουργική αναλογία παρουσίασε τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης και ιδιαίτερα στο κυρίαρχο πόδι με πτώση απόδοσης 6.6-18.7% έναντι του μη κυρίαρχου 5.4-17.1% (Πίνακας 17 και Πίνακας 18).

Πίνακας 17. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) στον 1° Αγώνα

(N=20)		Παραδοσιακή αναλογία		Λειτουργική αναλογία		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	60°/sec	-3.7	4.0	-10.3	6.5	4.53***
	180°/sec	-11.2	5.5	-18.2	3.3	4.77***
Μη Κυρίαρχο	60°/sec	-2.9	5.0	-9.4	7.0	3.82*
	180°/sec	-10.1	6.2	-16.6	3.2	4.62***

*p< .05, ***p< .001

Πίνακας 18. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης (60°/sec και 180°/sec) στον 2° Αγώνα

(N=20)		Παραδοσιακή αναλογία		Λειτουργική αναλογία		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	60°/sec	-3.6	5.0	-6.6	5.8	2.14*
	180°/sec	-9.7	5.0	-18.7	3.8	6.03***
Μη Κυρίαρχο	60°/sec	-2.7	5.7	-5.4	6.7	2.09
	180°/sec	-7.4	5.9	-17.1	4.6	6.40***

*p< .05, ***p< .001

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων στις 60°/sec μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} αγώνα παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο στο κυρίαρχο πόδι όσο και στο μη κυρίαρχο μόνο στην λειτουργική αναλογία με τον 1^ο αγώνα να παρουσιάζει την μεγαλύτερη πτώση 9.4-10.3% (Πίνακας 19).

Πίνακας 19. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} Αγώνα.

(N=20)		1 ^{ος} Αγώνας		2 ^{ος} Αγώνας		<u>t</u>
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Παραδοσιακή αναλογία	-3.7	4.0	-3.6	5.0	-0.06
	Λειτουργική αναλογία	-10.3	6.5	-6.6	5.8	-3.24*
Μη Κυρίαρχο	Παραδοσιακή αναλογία	-2.9	4.9	-2.7	5.7	-0.13
	Λειτουργική αναλογία	-9.4	7.0	-5.4	6.7	-2.60*

*p< .05, ***p< .001

Από την σύγκριση της πτώσης της απόδοσης στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων στις 180°/sec μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} αγώνα παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο στο κυρίαρχο πόδι όσο και στο μη κυρίαρχο μόνο στην παραδοσιακή αναλογία με τον 1^ο αγώνα να παρουσιάζει την μεγαλύτερη πτώση 10.1-11.2% (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Σύγκριση μεταβολών απόδοσης (%) παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} Αγώνα.

(N=20)		1 ^{ος} Αγώνας		2 ^{ος} Αγώνας		t
		<u>M</u>	<u>SD</u>	<u>M</u>	<u>SD</u>	
Κυρίαρχο	Παραδοσιακή αναλογία	-11.2	5.5	-9.7	5.0	-2.36*
	Λειτουργική αναλογία	-18.2	3.2	-18.7	3.8	0.77
Μη Κυρίαρχο	Παραδοσιακή αναλογία	-10.1	6.2	-7.4	5.9	-2.54*
	Λειτουργική αναλογία	-16.6	3.2	-17.1	4.6	0.52

*p< .05, ***p< .001

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη εξέτασε την φλεγμονώδη απόκριση και τον ρυθμό ανάκτησης της απόδοσης, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης μετά από δύο επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου μέσα στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο.

Οι ποδοσφαιριστές των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά γεγονός που ήταν αναμενόμενο λόγω της φύσης μελέτης και της χρήσης του σχεδιασμού διασταύρωσης. Οι φυσικές ικανότητες των συμμετεχόντων ποδοσφαιριστών ήταν αντίστοιχες με αυτές ποδοσφαιριστών υψηλού επιπέδου.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία το φυσιολογικό προφίλ που παρουσίασαν οι συμμετέχοντες με σωματικό λίπος 7.6 ± 1.3 κατά μέσο όρο και $VO_{2max} 58.8 \pm 2.6$ ml/kg/min, τους κατατάσσει σε υψηλού επιπέδου ποδοσφαιριστές (J. Bangsbo et al., 2006; Kunz et al., 2019). Επιπλέον, τα 1378.0 ± 140.7 m που παρουσίασαν ως επίδοση στο Yo-Yo IR2, αλλά και οι 197.4 ± 5.3 παλμοί/λεπτό ως μέγιστη καρδιακή συχνότητα, συμφωνούν με τις αντίστοιχες τιμές ποδοσφαιριστών κορυφαίου επιπέδου (Krustrup et al., 2006; Mohr et al., 2005).

Οι ποδοσφαιριστές συμμετείχαν σε συνολικά σε δύο αγώνες (δύο σαν ομάδα πειραματική), στους οποίους εφαρμόστηκαν οι επίσημοι κανονισμοί, όπως αυτοί ισχύουν σύμφωνα την ευρωπαϊκή ομοσπονδία ποδοσφαίρου (UEFA). Κατά τη διάρκεια των αγώνων, η μέση καρδιακή συχνότητα των ποδοσφαιριστών κυμάνθηκε από 155 έως 179 παλμούς/λεπτό, στο 1^ο παιχνίδι ($M=170.8$, $SD=6.4$) και από 154 έως 176 παλμούς/λεπτό, στο 2^ο παιχνίδι ($M=167.15$, $SD=6.4$) κάτι που έχει παρατηρηθεί και σε άλλους επίσημους αγώνες με ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου (Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008b; Mohr et al., 2016). Διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά τόσο στην μέση καρδιακή συχνότητα όσο και στο ποσοστό μέγιστης καρδιακής συχνότητας μεταξύ των δύο αγώνων με το 2^ο παιχνίδι να παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές. Η πτώση αυτή ως έμμεσος δείκτης της έντασης υποδηλώνει μικρότερη προσπάθεια στο 2^ο παιχνίδι πιθανά λόγω κόπωσης (Halson, 2014). Σχετικά με το γαλακτικό οξύ, η συγκέντρωση κυμάνθηκε από 3-9 mM τέτοιες τιμές έχουν βρει και άλλοι ερευνητές σε αγώνες που συμμετέχουν επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (J. Bangsbo, 1994a; Ispirlidis et al., 2008b; Kunz et al., 2019; Souglis et al., 2015), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι ο ρυθμός παραγωγής γαλακτικού οξέος στο ποδόσφαιρο κατά τη διάρκεια του αγώνα, είναι μέτριος. Οι τιμές γαλακτικού οξέος που παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη δείχνουν ότι οι συνθήκες που οι δύο αγώνες πραγματοποιήθηκαν ήταν απαιτητικές. Οι

διαφορές στις τιμές του γαλακτικού οξέος που εντοπίστηκαν μεταξύ των δύο ημίχρονων και στους δύο αγώνες παρείχαν την ίδια εικόνα που έχουν παρουσιάσει άλλοι ερευνητές στο παρελθόν (Krustrup et al., 2006; Mohr et al., 2016), με τις τιμές του πρώτου ημιχρόνου να είναι υψηλότερες από εκείνες του δεύτερου. Τα παραπάνω σχετίζονται με τις διανυθείσες αποστάσεις όλων των κατηγοριών με χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτά της συνολικής διανυθείσας απόστασης και της διαλυθείσας αποστάσεις με υψηλής έντασης τρέξιμο. Συγκεκριμένα, οι ποδοσφαιριστές σε κάθε ένα από τα παιχνίδια, διένυσαν συνολικά περίπου 11.000 m και περίπου 2500 m με υψηλής έντασης τρέξιμο, απόδοση που πλησιάζει αυτή των επαγγελματιών ποδοσφαιριστών που αγωνίζονται στο κορυφαίο επίπεδο (J. Bangsbo et al., 2006; Mohr et al., 2003).

Επίδραση των Επαναλαμβανόμενων Αγώνων στον Ασκησιογενή Μυϊκό Τραυματισμό

Οι δύο αγώνες στη σειρά στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο, όπως εξετάστηκε στην παρούσα μελέτη προκάλεσαν ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό. Οι έντονες ενέργειες με πλειομετρικό χαρακτήρα κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα είναι η κύρια αιτία εμφάνισης μυϊκού τραυματισμού. Αυτό συμβαίνει λόγω της μηχανικής καταπόνησης αλλά και της διατάραξης της ομοιοστασίας του ασβεστίου (Clarkson & Sayers, 1999). Συνέπεια του μυϊκού τραυματισμού μετά από εκτέλεση ενεργειών με έκκεντρες συστολές, οδηγεί στη διαρροή κατιόντων ασβεστίου (Ca^{2+}) και κατ' επέκταση αύξηση των συγκεντρώσεων του στο εσωτερικό του κυττάρου. Η διαρροή Ca^{2+} συνδυαστικά με την παραμόρφωση της δομής των μυϊκών κυττάρων, ενεργοποιούν τη διάσπαση των τραυματισμένων πρωτεϊνικών μορίων και τον μυϊκό καταβολισμό (Proske & Morgan, 2001). Παράλληλα, κατά τη διάρκεια της μυϊκής σύσπασης τα μέρη του μυός επιμηκύνονται και όταν το ερέθισμα είναι υψηλότερης έντασης από αυτό που μπορεί να αντέξει ο μυς και τα επιμέρους στοιχεία του επέρχεται μεγάλη μηχανική καταπόνηση που διαταράσσει την δομική αρχιτεκτονική των μυϊκών ινών. (Macpherson et al., 1996). Αυτό επιβεβαιώνεται από την σημαντική αύξηση της δραστηριότητας της κρεατινικής κινάσης (CK) που παρατηρήθηκαν μετά τους αγώνες. Η πρόκληση του ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού από την επανάληψη σε σύντομο χρονικό διάστημα και δεύτερου παιχνιδιού, αυξάνοντας τη διαπερατότητα της κυτταροπλασματικής μεμβράνης (Fielding et al., 1993), είχε σαν συνέπεια την αυξημένη CK στην κυκλοφορία του αίματος. Είναι γνωστό ότι μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου η συγκέντρωση της CK αυξάνεται άμεσα και κορυφώνεται σε 24 - 48 ώρες παραμένοντας σε

υψηλά επίπεδα μέχρι και 96 ώρες μετά το ερεθίσμα (Ascensao et al., 2008; Ispiridis et al., 2008b). Ίδια κινητική για την δραστηριότητα της CK παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη, στην οποία αυξήθηκε αμέσως μετά τους αγώνες παρουσιάζοντας την κορύφωσή της στις 48 ώρες. Ωστόσο, το γεγονός ότι οι αγώνες ήταν επαναλαμβανόμενοι και απείχαν μεταξύ τους 72 ώρες, δεν επέτρεψαν την επαναφορά της CK στα φυσιολογικά επίπεδα ηρεμίας, προκαλώντας την παρατεταμένη παραμονή των τιμών της σε υψηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του μικρόκυκλου δείχνοντας αθροιστικό αποτέλεσμα. Έτσι η πειραματική ομάδα παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές CK στις 48 ώρες μετά το δεύτερο παιχνίδι. Αυτό αποδεικνύει ότι το χρονικό διάστημα των 72 ωρών δεν είναι επαρκές χρονικό διάστημα για την πλήρη επούλωση του μυϊκού ιστού. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε απόλυτη συμφωνία μετά αποτελέσματα άλλων ερευνητών που εξέτασαν διαφορετικού επιπέδου αθλητές ποδοσφαίρου (Arruda et al., 2015; Mohr et al., 2016; Mougios, 2007).

Ένα σημαντικό φαινόμενο που συνοδεύει τον μυϊκό τραυματισμό είναι και η εμφάνιση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Η εμφάνισή του ξεκινάει καθυστερημένα στις 24 με 48 ώρες από την εφαρμογή του ερεθίσματος και κορυφώνεται μεταξύ 24 και 72 ωρών και μπορεί να διαρκέσει μέχρι και επτά ημέρες (Chatzinikolaou et al., 2010; Clarkson et al., 1992). Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώθηκε και στην παρούσα έρευνα δείχνοντας ότι πέρα από την μεμονωμένη επίδραση του ενός αγώνα, υπάρχει και αθροιστική επίδραση του δεύτερου αγώνα με αποτέλεσμα η υποκειμενική αίσθηση του πόνου να είναι υψηλότερη τη δεύτερη μέρα μετά το δεύτερο παιχνίδι σε σχέση με τη δεύτερη μέρα μετά το πρώτο παιχνίδι. Καμία διαφορά δεν βρέθηκε σχετικά στην σύγκριση κυρίαρχου και μη κυρίαρχου μέλους. Ωστόσο, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι καμπτήρες παρουσίασαν υψηλότερες τιμές σε σχέση με τους εκτεινόντες υποδηλώνοντας μεγαλύτερη ευαισθησία και επηρεασμό. Τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα έδειξε και η μελέτη των Mohr et al. (2016). Η ένταση του πόνου παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση με την έκταση του μυϊκού τραυματισμού και γι' αυτόν τον λόγο άλλωστε χρησιμοποιείται ως δείκτης ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού ωστόσο η ένταση του πόνου δεν αντιπροσωπεύει αναλογικά την έκταση του μυϊκού τραυματισμού (Kazunori Nosaka, Mike Newton, & Paul Sacco, 2002). Ο καθυστερημένος μυϊκός μπορεί να επηρεάσει την αθλητική απόδοση προκαλώντας μείωση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων και της μέγιστης δύναμης (Cheung et al., 2003; Rowlands et al., 2001).

Επίδραση των Επαναλαμβανόμενων Αγώνων στην Ασκησιογενή Φλεγμονή

Η επαναλαμβανόμενοι αγώνες προκαλούν ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό, ο οποίος δίνει το έναυσμα για άμεση φλεγμονώδη αντίδραση του οργανισμού που χαρακτηριστικό της έχει τη διείσδυση και συσσώρευση των λευκοκυττάρων (WBC) στο σημείο τις μυϊκής βλάβης (Malm et al., 2000). Η αύξηση των λευκοκυττάρων στην κυκλοφορία του αίματος που έχει παρατηρηθεί μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου (Ispirididis et al., 2008b; Magalhaes et al., 2010) φαίνεται να επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα μετά τις 24 ώρες. Όμοια ήταν η μεταβολή των λευκοκυττάρων και στη παρούσα μελέτη, με τους δύο αγώνες να προκαλούν την αύξηση της συγκέντρωσή τους στην κυκλοφορία του αίματος σημαντικά έως και 24 ώρες μετά. Με την επανάληψη του αγώνα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα η μεταβολή είναι παρόμοια, ξεκινώντας όμως με ανεβασμένα επίπεδα στο δεύτερο αγώνα υποδεικνύοντας ελλιπή αποκατάσταση, φτάνοντας σε ακόμα υψηλότερες τιμές στις 24 ώρες μετά το δεύτερο παιχνίδι. Από αυτό φαίνεται η φλεγμονώδη αντίδραση του οργανισμού τόσο μετά από έναν μεμονωμένο αγώνα όσο και μετά από περισσότερους και επαναλαμβανόμενους αγώνες ποδοσφαίρου στον ίδιο μικρόκυκλο. Τα συμπτώματα του ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με την λειτουργικότητα του μυ, η οποία εμφανίζει μείωση άμεσα και συνεχίζει να εκτείνεται σε βάθος χρόνου. Έτσι έχει παρατηρηθεί μετά από έντονη άσκηση αύξηση της δυσκαμψίας των μυών, που παραμένει αυξημένη έως και 4 ημέρες μετά την άσκηση (Howell et al., 1993). Το μέγεθος του τραυματισμού και η χρονική εξέλιξη των συμπτωμάτων του σχετίζονται με τα στοιχεία της επιβάρυνσης αλλά και από τα ατομικά χαρακτηριστικά του ασκούμενου. Για παράδειγμα, τα άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή δυσκαμψία εμφανίζουν υψηλότερες τιμές υποκειμενικής αίσθησης μυϊκού πόνου μετά από έκκεντρη άσκηση (McHugh et al., 1999). Για τον σκοπό αυτό στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε το εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος (KJRM) που αποτελεί έναν δείκτη μυϊκού τραυματισμού και φλεγμονής. Με τον δείκτη αυτό μετρήθηκε η λειτουργικότητα της άρθρωσης και βρέθηκε ότι υπάρχει μέγιστη μείωση των τιμών της στις πρώτες 24 ώρες και διατηρεί μερικώς την μειωμένη λειτουργικότητα στις 48 ώρες, ενώ οριακά αποκαθίσταται στις 72 ώρες. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από τους Mohr et al. (2016) οι οποίοι εξέτασαν τρία παιχνίδια στον ίδιο μικρόκυκλο. Οι ίδιοι αναφέρουν επιπλέον ότι αν και το εύρος της κίνησης του γόνατος αμέσως μετά τον αγώνα δεν είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις αρχικές μετρήσεις, στην πειραματική ομάδα παρατηρήθηκε μείωση της τάξης του 5-7%.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι δύο επαναλαμβανόμενοι αγώνες κατά τη διάρκεια του ίδιου αγωνιστικού μικρόκυκλου, αύξησαν τους δείκτες ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού και φλεγμονής.

Επίδραση των Επαναλαμβανόμενων Αγώνων στην απόδοση

Στην παρούσα έρευνα για να μελετηθεί η επίδραση των επαναλαμβανόμενων αγώνων στην απόδοση επιλέχθηκε η απόδοση σε μεταβλητές δυνάμεις αξιολογημένες από ισοκινητικό δυναμόμετρο, δεδομένου ότι είναι ένα αποτελεσματικό και αξιόπιστο μέσο για τον προσδιορισμό ανισορροπιών μεταξύ των διάφορων μυϊκών ομάδων. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες πρόληψης τραυματισμών και ένας από αυτούς είναι οι αναλογίες οπίσθιων /πρόσθιων μηριαίων μυών. Με σκοπό να βρεθεί η επίδραση των παραπάνω επαναλαμβανόμενων αγώνων στις αναλογίες οπίσθιων/πρόσθιων μηριαίων μυών αλλά και σε μεμονωμένες μεταβλητές δύναμης εξετάστηκαν όλοι τύποι μυϊκών συστολών τόσο για τους εκτεινόντες, όσο για τους καμπτήρες και σε δύο διαφορετικές ταχύτητες (60°/sec και 180°/sec). Όλες οι μεταβλητές δύναμης παρουσίασαν την μεγαλύτερη πτώση τους 24 ώρες μετά και παρέμειναν σε χαμηλά επίπεδα μέχρι τις 48 ώρες. Αν και υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ότι η μυϊκή αποκατάσταση μπορεί να γίνει σε ένα χρονικό διάστημα εντός 36 με 48 ωρών (Peter Krstrup et al., 2011; Ermanno Rampinini et al., 2011; Silva et al., 2013), στην παρούσα μελέτη δεν αποκαλύφθηκε κάτι τέτοιο καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η μυϊκή αποκατάσταση διαρκεί περισσότερο από 48 ώρες. Αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με άλλες μελέτες που έχουν διαπιστώσει ότι ένα χρονικό διάστημα τουλάχιστον 72 ωρών είναι απαραίτητο για την αποκατάσταση της μυϊκής λειτουργίας (Close et al., 2004; Draganidis et al., 2015b; Mathieu Nedelec et al., 2014). Επιπλέον, η απώλεια μυϊκής δύναμης μπορεί να κυμανθεί από 20 – 60% μετά από ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό και η απώλεια αυτή παραμένει σε χαμηλά επίπεδα έως και 10 ημέρες μετά (Clarkson et al., 1992; Nikolaidis et al., 2008; Nosaka & Clarkson, 1996).

Επίδραση των δύο παιχνιδιών

Η πειραματική ομάδα συμμετείχε στον 2^ο αγώνα χωρίς να έχει επέλθει πλήρης αποκατάσταση της μυϊκής λειτουργίας και απόδοσης από την συμμετοχή του 1^{ου} αγώνα. Επιπλέον η συμμετοχή στον 2^ο αγώνα επέφερε στις περισσότερες μεταβλητές δύναμης επιδείνωση της απόδοσης. Συγκεκριμένα, στην ισομετρική δύναμη υπήρξε επιδείνωση της απόδοσης στους

καμπτήρες αλλά και στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων. Στην ισοκινητική ροπή δύναμης στις 60°/sec επήλθε επιδείνωση κατά την εκτέλεση έκκεντρων συστολών, τόσο στους καμπτήρες όσο και στους εκτεινόντες ενώ κατά την εκτέλεση μειομετρικών συστολών επήλθε επιδείνωση μόνο στους καμπτήρες. Σχετικά με την ισοκινητική ροπή δύναμης στις 180°/sec επήλθε επιδείνωση μόνο κατά την εκτέλεση έκκεντρων συστολών και μόνο στους καμπτήρες επηρεάζοντας μόνο την λειτουργική αναλογία και όχι την παραδοσιακή. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες (Mohr et al., 2016; Roulios et al., 2018) δείχνοντας ότι ο περιορισμένος χρόνος αποκατάστασης μεταξύ δύο ή τριών παιχνιδιών στον ίδιο μικρόκυκλο δεν είναι αρκετός λόγω της παρατεταμένης χρονικής απαίτησης για επούλωση του μυϊκού ιστού και επαναφορά της λειτουργικότητάς του που οφείλεται τόσο στο μειωμένο αριθμό συνδέσεων ακτίνης-μυοσίνης (Saxton & Donnelly, 1995), όσο και στη διαταραχή του μηχανισμού διέγερσης-συστολής του μυ (Warren et al., 1993). Επιπρόσθετα η μειωμένη λειτουργική απόδοση σε ταχυδυναμικές δοκιμασίες πιθανά να σχετίζεται με το γεγονός της επιλεκτικής καταστροφής των μυϊκών ινών τύπου II (ταχείας συστολής) (Twist & Eston, 2005), οι οποίες εμφανίζονται ιδιαίτερα επιρρεπείς σε βλάβες μετά από έκκεντρη άσκηση (Friden, 1984; Friden et al., 1983).

Σύγκριση κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού

Σε ότι αφορά την σύγκριση μεταξύ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού, το κυρίαρχο πόδι φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο και στους τρεις τύπους μυϊκής συστολής. Με τους εκτεινόντες του κυρίαρχου να επηρεάζονται περισσότερο στην ισομετρική συστολή και τους καμπτήρες του κυρίαρχου να επηρεάζονται περισσότερο στις 60°/sec και στις 180°/sec τόσο σε έκκεντρες όσο και σε σύγκεντρες συνθήκες. Παράλληλα, επηρεάστηκαν περισσότερο και οι δύο αναλογίες του κυρίαρχου ποδιού (παραδοσιακή και λειτουργική). Σε παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταλήξει στο παρελθόν και άλλοι ερευνητές (A Deletrat, Gregory, & Cohen, 2010; Draganidis et al., 2015a). Αυτή η διαφοροποίηση στην πτώση της απόδοσης μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού πιθανά οφείλεται στην ανισομερή καταπόνηση των δύο άκρων λόγω των εξειδικευμένων τεχνικών του αθλήματος και ιδιαίτερα λόγω της χρήσης του κυρίαρχου ποδιού ως ποδιού στήριξης κατά την εφαρμογή διαφόρων τεχνικών (A Deletrat et al., 2010).

Σύγκριση εκτεινόνων – καμπτήρων

Οι καμπτήρες παρουσίασαν τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης (9.4-25.1%) σε σχέση με τους εκτεινόντες (4.3-9.9%) μετά τους αγώνες. Οι μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης των καμπτήρων παρουσιάστηκαν στις έκκεντρες συστολές στις 180°/sec. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν επιβεβαιωθεί και από άλλες μελέτες τόσο με προσομοίωση αγώνα ποδοσφαίρου (Rahnama et al., 2003) όσο και μετά από κανονικό αγώνα (Draganidis et al., 2015a). Αυτό πιθανά οφείλεται στη σταθεροποιητική λειτουργία των οπίσθιων μηριαίων κατά την έκταση του γόνατος που πραγματοποιούνται σε έκκεντρες συνθήκες.

Σύγκριση έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης

Από την σύγκριση της έκκεντρης και μειομετρικής δύναμης οι μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης παρουσίασε η έκκεντρη δύναμη. Αναλυτικότερα, στις 60°/sec η έκκεντρη δύναμη παρουσίασε τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης σε σχέση με την μειομετρική στους καμπτήρες. Η έκκεντρη δύναμη παρουσίασε τις μεγαλύτερες πτώσεις απόδοσης σε σχέση με την μειομετρική και στις 180°/sec τόσο στους εκτεινόντες όσο και στους καμπτήρες. Οι έκκεντρες συνθήκες, έχουν συνδεθεί με την πρόκληση ασκησιογενούς μυϊκού τραυματισμού (Aoi et al., 2004; Fatouros et al., 2010; Ispirilidis et al., 2008b), ενώ ο μηχανισμός πρόκλησής του βασίζεται στο γεγονός ότι κατά την έκκεντρη σύσπαση των μυών, επιστρατεύεται μικρότερος αριθμός κινητικών μονάδων, για να υπερνικήσει υψηλά φορτία (Enoka, 1996). Ιδιαίτερης προσοχής χρήζουν οι καμπτήρες του γόνατος, δεδομένου του προστατευτικού ρόλου τους στην σταθερότητα του. Η μεγαλύτερη πτώση της απόδοσης στους καμπτήρες σε σχέση με τους εκτεινόντες μπορεί να αυξήσει την αστάθεια του γόνατος άρα και την επικινδυνότητα για τραυματισμό του. Γι' αυτό τόσο οι προπονητικές επιλογές όσο και οι στρατηγικές ανάκαμψης θα πρέπει να εστιάζονται στην αποκατάσταση της έκκεντρης μυϊκής συστολής των καμπτήρων μυών του γόνατος με απώτερο σκοπό την διατήρηση της βέλτιστης λειτουργικής αναλογίας.

Σύγκριση παραδοσιακής και λειτουργικής αναλογίας

Σχετικά με τις δύο αναλογίες, την παραδοσιακή με τις μειομετρικές συστολές και την λειτουργική με την έκκεντρη σύσπαση των οπίσθιων μηριαίων και σε αυτή τη μελέτη, όπως και σε άλλες στη διεθνή βιβλιογραφία (Clarkson & Tremblay, 1988; A Delextrat et al., 2010; Draganidis et al., 2015b), φαίνεται ότι λειτουργική επηρεάζεται περισσότερο από την παραδοσιακή. Η επίδραση αυτή είναι ακόμα μεγαλύτερη στις υψηλές ταχύτητες. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι καμπτήρες έχουν μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου II

(γρήγορες μυϊκές ίνες) που χαρακτηρίζονται από μικρότερη αντοχή στην κόπωση σε σχέση με τις μυϊκές ίνες τύπου I (Rahnema et al., 2003). Παράλληλα οι καμπτήρες κατά την ενέργειά τους λειτουργούν κυρίως έκκεντρα στην προσπάθειά τους να σταθεροποιήσουν το γόνατο χάνοντας όμως σταδιακά αυτήν την ικανότητα τους λόγω κόπωσης. Η κόπωση αυτή στην παραδοσιακή αναλογία δεν είναι εμφανής σε αντίθεση με την παραδοσιακή που άμεσα επηρεάζεται. Τα παραπάνω υποδηλώνουν ότι η λειτουργική αναλογία αποτελεί καλύτερο δείκτη κόπωσης μετά από έναν ή περισσότερους αγώνες ποδοσφαίρου σε σύντομο χρονικό διάστημα σε σχέση με την παραδοσιακή. Προκειμένου να ελεγχθεί ο κίνδυνος για τραυματισμό θα πρέπει οι στρατηγικές αποκατάστασης να επικεντρωθούν στους οπίσθιους μηριαίους με απώτερο στόχο τη διατήρηση μιας ιδανικής αναλογίας καμπτήρων και εκτεινόντων.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα διατριβή εξετάστηκε η επίδραση δύο επαναλαμβανόμενων αγώνων στον ίδιο αγωνιστικό μικρόκυκλο, σε δείκτες μυϊκού τραυματισμού, φλεγμονής, και απόδοσης. Από τα αποτελέσματα, την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και από την σύγκριση αυτών μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

1. Αν και δεν υπήρξε διαφορά στην συνολικά διανυθείσα απόσταση μεταξύ των δύο παιχνιδιών υπήρχε διαφοροποίηση στις διάφορες ζώνες με το δεύτερο παιχνίδι να παρουσιάζει μικρότερη απόσταση με υψηλής έντασης τρέξιμο και σπριντ.
2. Υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες επιτάχυνσης.
3. Υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού στη διανυθείσα απόσταση σε διάφορες ζώνες επιβράδυνσης με περισσότερες να παρουσιάζονται στο πρώτο παιχνίδι.
4. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των μεταβολών της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού (με το δεύτερο να παρουσιάζει ελαφρά χαμηλότερες τιμές).
5. Υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση της μέσης καρδιακής συχνότητας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού.
6. Υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση του ποσοστού της μέγιστης καρδιακής συχνότητας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου παιχνιδιού με το δεύτερο να παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές.
7. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο στους καμπτήρες και εκτείνοντες του γόνατος έχοντας αυξημένο αθροιστικό αποτέλεσμα μετά το δεύτερο παιχνίδι.
8. Υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος. Δείχνοντας ότι οι επαναλαμβανόμενοι αγώνες ποδοσφαίρου προκαλούν μείωση της λειτουργικότητας των κάτω άκρων.
9. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στις μεταβολές της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης. Δείχνοντας ότι οι επαναλαμβανόμενοι αγώνες ποδοσφαίρου προκαλούν ασκησιογενή μυϊκό τραυματισμό.

10. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος των μεταβολών του πληθυσμού των λευκών αιμοσφαιρίων. Αποδεικνύοντας ότι οι επαναλαμβανόμενοι αγώνες ποδοσφαίρου προκαλούν την φλεγμονώδη αντίδραση του οργανισμού.
11. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στις μεταβολές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος.
12. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στις μεταβολές της αναλογίας ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος.
13. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στις μεταβολές της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων, εκτεινόντων μυών του γόνατος και των αναλογιών τους στις 60°/sec.
14. Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρόνος στις μεταβολές της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων, εκτεινόντων μυών του γόνατος και των αναλογιών τους στις 180°/sec.
15. Ο δεύτερος αγώνας προκάλεσε τη μεγαλύτερη αύξηση των δεικτών φλεγμονής καθώς και τη μειωμένη ικανότητα απόδοσης στις επόμενες ώρες μετά από αυτόν. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από το μικρό διάστημα αποκατάστασης που μεσολάβησε μεταξύ πρώτου και δεύτερου αγώνα. Αυτό χρήζει προσοχής προκειμένου να διασφαλιστεί η υγεία και η ασφαλής άσκηση των ποδοσφαιριστών.

Προτάσεις

Σε διάστημα μιας εβδομάδας οι ποδοσφαιριστές δέχτηκαν μεγάλη επιβάρυνση λόγω των επαναλαμβανόμενων αγώνων και των καθημερινών προπονήσεων, ενώ η αποκατάστασή τους μεταξύ των αγώνων ήταν ελλιπής, γεγονός που οδήγησε σε μειωμένη απόδοση και αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού. Προκειμένου να περιοριστούν παρόμοιες καταστάσεις στο μέλλον και για την διατήρηση της υγείας και της σωματικής ασφάλειας των ποδοσφαιριστών, προτείνεται αρχικά, ο έλεγχος της κόπωσης των μυών των κάτω άκρων και δη των καμπτήρων του γόνατος με την χρήση της λειτουργικής αναλογίας. Παράλληλα, θα πρέπει να διερευνηθούν και να αναπτυχθούν νέες στρατηγικές αποκατάστασης που να επικεντρώνονται στους οπίσθιους μηριαίους με απώτερο στόχο τη διατήρηση μιας ιδανικής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων. Επιπλέον, καλό θα ήταν να επανεξεταστεί και η πυκνότητα των αγωνιστικών υποχρεώσεων από τις διοργανώτριες αρχές

λαμβάνοντας υπόψη το συνολικό προπονητικό και αγωνιστικό φόρτο αλλά και τις πεπερασμένες δυνατότητες σε ότι αφορά τον ρυθμό αποκατάστασης των ποδοσφαιριστών. Τέλος, χρήσιμα συμπεράσματα θα μπορούσαν να εξαχθούν από μελλοντικές έρευνες που θα εξέταζαν την επίδραση περισσότερων αγώνων σε συνδυασμό με εργογόνα βοηθήματα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και ιδιαίτερα μέσα στην αγωνιστική περίοδο όπου δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα.

Επίσης θα πρέπει να μελετηθούν τρόποι ταχύτερης και ασφαλέστερης αποκατάστασης του μυϊκού τραυματισμού από την ιατρική ομάδα των αθλητών.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26(2), 231-237.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand*, 154(4), 421-427.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1996). Specificity of training velocity and training load on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta Physiol Scand*, 156(2), 123-129.
- Aitken, S. A., Watson, B. S., Wood, A. M., & Court-Brown, C. M. (2014). Sports-related fractures in South East Scotland: an analysis of 990 fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 22(3), 313-317.
- American College of Sports Medicine., Thompson, W. R., Gordon, N. F., & Pescatello, L. S. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Andersson, H., Bohn, S. K., Raastad, T., Paulsen, G., Blomhoff, R., & Kadi, F. (2010). Differences in the inflammatory plasma cytokine response following two elite female soccer games separated by a 72-h recovery. *Scand J Med Sci Sports*, 20(5), 740-747.
- Andersson, H., Ekblom, B., & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *J Sports Sci*, 26(2), 113-122.
- Andersson, H., Karlsen, A., Blomhoff, R., Raastad, T., & Kadi, F. (2010). Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. *Scand J Med Sci Sports*, 20(4), 600-608.
- Aoi, W., Naito, Y., Takanami, Y., Kawai, Y., Sakuma, K., Ichikawa, H., et al. (2004). Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise. *Free Radic Biol Med*, 37(4), 480-487.
- Aoki, H., O'Hata, N., Kohno, T., Morikawa, T., & Seki, J. (2012). A 15-year prospective epidemiological account of acute traumatic injuries during official professional soccer league matches in Japan. *Am J Sports Med*, 40(5), 1006-1014.
- Armstrong, R. B. (1990). Initial events in exercise-induced muscular injury. *Med Sci Sports Exerc*, 22(4), 429-435.
- Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. A., & Johannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*, 6(1), 40-45.

- Arruda, A. F., Carling, C., Zanetti, V., Aoki, M. S., Coutts, A. J., & Moreira, A. (2015). Effects of a very congested match schedule on body-load impacts, accelerations, and running measures in youth soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(2), 248-252.
- Ascensao, A., Leite, M., Rebelo, A. N., Magalhaes, S., & Magalhaes, J. (2011). Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci*, *29*(3), 217-225.
- Ascensao, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., & Magalhaes, J. (2008). Biochemical impact of a soccer match - analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem*, *41*(10-11), 841-851.
- Backous, D. D., Friedl, K. E., Smith, N. J., Parr, T. J., & Carpine, W. D., Jr. (1988). Soccer injuries and their relation to physical maturity. *Am J Dis Child*, *142*(8), 839-842.
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Med*, *8*(2), 101-116.
- Bangsbo, J. (1994a). Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci*, *12 Spec No*, S5-12.
- Bangsbo, J. (1994b). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, *619*, 1-155.
- Bangsbo, J. (2014a). Physiological demands of football. *Sports science institue*, *27*(125), 1-6.
- Bangsbo, J. (2014b). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, *27*(125), 1-6.
- Bangsbo, J., & Mohr, M. (2012). *Fitness testing in football*. Copenhagen: Bangsbosport.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, *24*(7), 665-674.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, *16*(2), 110-116.
- Barros, R. M., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., et al. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *J Sports Sci Med*, *6*(2), 233-242.
- Baumert, P., Lake, M. J., Stewart, C. E., Drust, B., & Erskine, R. M. (2016). Genetic variation and exercise-induced muscle damage: implications for athletic performance, injury and ageing. *Eur J Appl Physiol*, *116*(9), 1595-1625.
- Belcastro, A. N., Arthur, G. D., Albisser, T. A., & Raj, D. A. (1996). Heart, liver, and skeletal muscle myeloperoxidase activity during exercise. *J Appl Physiol (1985)*, *80*(4), 1331-1335.

- Bendiksen, M., Bischoff, R., Randers, M. B., Mohr, M., Rollo, I., Suetta, C., et al. (2012). The Copenhagen Soccer Test: physiological response and fatigue development. *Med Sci Sports Exerc*, 44(8), 1595-1603.
- Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Hagglund, M. (2013). Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 743-747.
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riaucour, A., Leslie, S., Plant, D., et al. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med*, 32(4), 309-314.
- Bijsterbosch, M. K., Duursma, A. M., Smit, M. J., Bos, O. J., Bouma, J. M., & Gruber, M. (1985). Several dehydrogenases and kinases compete for endocytosis from plasma by rat tissues. *Biochemical Journal*, 229(2), 409-417.
- Blackwell, J., Harries, L. W., Pilling, L. C., Ferrucci, L., Jones, A., & Melzer, D. (2015). Changes in CEBPB expression in circulating leukocytes following eccentric elbow-flexion exercise. *J Physiol Sci*, 65(1), 145-150.
- Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., et al. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 29(8), 821-830.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 27(2), 159-168.
- Buckley, J. D., Thomson, R. L., Coates, A. M., Howe, P. R., DeNichilo, M. O., & Rowney, M. K. (2010). Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *J Sci Med Sport*, 13(1), 178-181.
- Calloway, S. P., Hardin, D. M., Crawford, M. D., Hardin, J. M., Lemak, L. J., Giza, E., et al. (2019). Injury Surveillance in Major League Soccer: A 4-Year Comparison of Injury on Natural Grass Versus Artificial Turf Field. *Am J Sports Med*, 47(10), 2279-2286.
- Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Gourgoulis, V., Avloniti, A., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., et al. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1389-1398.
- Cheung, K., Hume, P., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Med*, 33(2), 145-164.
- Child, R. B., Saxton, J. M., & Donnelly, A. E. (1998). Comparison of eccentric knee extensor muscle actions at two muscle lengths on indices of damage and angle-specific force production in humans. *J Sports Sci*, 16(4), 301-308.
- Chomiak, J., Junge, A., Peterson, L., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players. Influencing factors. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S58-68.

- Clarkson, P. M., Byrnes, W. C., McCormick, K. M., Turcotte, L. P., & White, J. S. (1986). Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 7(3), 152-155.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*, 81(11 Suppl), S52-69.
- Clarkson, P. M., Nosaka, K., & Braun, B. (1992). Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(5), 512-520.
- Clarkson, P. M., & Sayers, S. P. (1999). Etiology of exercise-induced muscle damage. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24(3), 234-248.
- Clarkson, P. M., & Tremblay, I. (1988). Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans. *J Appl Physiol (1985)*, 65(1), 1-6.
- Cloke, D., Moore, O., Shah, T., Rushton, S., Shirley, M. D., & Deehan, D. J. (2012). Thigh muscle injuries in youth soccer: predictors of recovery. *Am J Sports Med*, 40(2), 433-439.
- Close, G. L., Ashton, T., Cable, T., Doran, D., & MacLaren, D. P. (2004). Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5-6), 615-621.
- Coelho, D. B., Pimenta, E. M., Rosse, I. C., Veneroso, C., Pussieldi, G. D. A., Becker, L. K., et al. (2019). Alpha-Actinin-3 R577X Polymorphism Influences Muscle Damage and Hormonal Responses After a Soccer Game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(10), 2655-2664.
- Connell, D. A., Schneider-Kolsky, M. E., Hoving, J. L., Malara, F., Buchbinder, R., Koulouris, G., et al. (2004). Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *AJR Am J Roentgenol*, 183(4), 975-984.
- Connolly, D. A., Reed, B. V., & McHugh, M. P. (2002). The repeated bout effect: does evidence for a crossover effect exist? *J Sports Sci Med*, 1(3), 80-86.
- Connolly, D. A., Sayers, S. P., & McHugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res*, 17(1), 197-208.
- Cross, K. M., Gurka, K. K., Saliba, S., Conaway, M., & Hertel, J. (2013). Comparison of hamstring strain injury rates between male and female intercollegiate soccer athletes. *Am J Sports Med*, 41(4), 742-748.
- de Abreu Camarda, S. R., & Denadai, B. S. (2012). Does muscle imbalance affect fatigue after soccer specific intermittent protocol? *J Sci Med Sport*, 15(4), 355-360.
- Delextrat, A., Baker, J., Cohen, D. D., & Clarke, N. D. (2013). Effect of a simulated soccer match on the functional hamstrings-to-quadriceps ratio in amateur female players. *Scand J Med Sci Sports*, 23(4), 478-486.

- Delextrat, A., Gregory, J., & Cohen, D. (2010). The use of the functional H: Q ratio to assess fatigue in soccer. *International journal of sports medicine*, 31(03), 192-197.
- Deli, C. K., Fatouros, I. G., Paschalis, V., Tsiokanos, A., Georgakouli, K., Zalavras, A., et al. (2017). Iron Supplementation Effects on Redox Status following Aseptic Skeletal Muscle Trauma in Adults and Children. *Oxid Med Cell Longev*, 2017, 4120421.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, 30(3), 205-212.
- Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Barbero-Alvarez, J. C., Mohr, M., Malliou, P., et al. (2015a). Recovery kinetics of knee flexor and extensor strength after a football match. *PLoS One*, 10(6), e0128072.
- Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Barbero-Alvarez, J. C., Mohr, M., Malliou, P., et al. (2015b). Recovery Kinetics of Knee Flexor and Extensor Strength after a Football Match. *PLoS One*, 10(7), e0133459.
- Dragoo, J. L., Braun, H. J., & Harris, A. H. (2013). The effect of playing surface on the incidence of ACL injuries in National Collegiate Athletic Association American Football. *Knee*, 20(3), 191-195.
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisloff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*, 38(9), 1752-1758.
- Dvorak, J., & Junge, A. (2000). Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S3-9.
- Eklblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med*, 3(1), 50-60.
- Ekstrand, J. (2013). Epidemiology of muscle injuries in soccer. *Muscle injuries in sports*, 128-134.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Fuller, C. W. (2011). Comparison of injuries sustained on artificial turf and grass by male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports*, 21(6), 824-832.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011a). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*, 39(6), 1226-1232.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011b). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med*, 45(7), 553-558.
- Ekstrand, J., & Nigg, B. M. (1989). Surface-related injuries in soccer. *Sports Med*, 8(1), 56-62.
- Ekstrand, J., & Tropp, H. (1990). The incidence of ankle sprains in soccer. *Foot Ankle*, 11(1), 41-44.

- Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *Br J Sports Med*, 38(4), 493-497.
- Engstrom, B., Forssblad, M., Johansson, C., & Tornkvist, H. (1990). Does a major knee injury definitely sideline an elite soccer player? *Am J Sports Med*, 18(1), 101-105.
- Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339-2346.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating Fatigue to Human Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(11), 2228-2238.
- Farges, M. C., Balcerzak, D., Fisher, B. D., Attaix, D., Bechet, D., Ferrara, M., et al. (2002). Increased muscle proteolysis after local trauma mainly reflects macrophage-associated lysosomal proteolysis. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 282(2), E326-335.
- Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Douroudos, II, Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Margonis, K., et al. (2010). Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3278-3286.
- 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.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 39(2), 175-191.
- Faulkner, J. A., Brooks, S. V., & Opitck, J. A. (1993). Injury to skeletal muscle fibers during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Phys Ther*, 73(12), 911-921.
- Fielding, R. A., Manfredi, T. J., Ding, W., Fiatarone, M. A., Evans, W. J., & Cannon, J. G. (1993). Acute phase response in exercise. III. Neutrophil and IL-1 beta accumulation in skeletal muscle. *Am J Physiol*, 265(1 Pt 2), R166-172.
- Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress : relationship with exercise and training. *Sports Med*, 36(4), 327-358.
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *J Sports Sci Med*, 9(3), 364-373.
- Fredberg, U., Bolvig, L., & Andersen, N. T. (2008). Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: the Danish Super League Study. *Am J Sports Med*, 36(3), 451-460.

- Friden, J. (1984). Changes in human skeletal muscle induced by long-term eccentric exercise. *Cell Tissue Res*, 236(2), 365-372.
- Friden, J., Sjoström, M., & Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med*, 4(3), 170-176.
- Giamberardino, M. A., Dragani, L., Valente, R., Di Lisa, F., Saggini, R., & Vecchiet, L. (1996). Effects of prolonged L-carnitine administration on delayed muscle pain and CK release after eccentric effort. *International Journal of Sports Medicine* 17(5), 320-324.
- Giza, E., Mithofer, K., Farrell, L., Zarins, B., & Gill, T. (2005). Injuries in women's professional soccer. *Br J Sports Med*, 39(4), 212-216; discussion 212-216.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* (1985), 103(2), 693-699.
- Gravina, L., Ruiz, F., Lekue, J. A., Irazusta, J., & Gil, S. M. (2011). Metabolic impact of a soccer match on female players. *J Sports Sci*, 29(12), 1345-1352.
- Greig, M. (2008). The influence of soccer-specific fatigue on peak isokinetic torque production of the knee flexors and extensors. *Am J Sports Med*, 36(7), 1403-1409.
- Grimm, N. L., Jacobs, J. C., Jr., Kim, J., Denney, B. S., & Shea, K. G. (2015). Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*, 43(8), 2049-2056.
- Hagglund, M., Zwerver, J., & Ekstrand, J. (2011). Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. *Am J Sports Med*, 39(9), 1906-1911.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med*, 44 Suppl 2, S139-147.
- Harner, C. D., Baek, G. H., Vogrin, T. M., Carlin, G. J., Kashiwaguchi, S., & Woo, S. L. (1999). Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy*, 15(7), 741-749.
- Hawes, M. R., & Martin, A. D. (2001). Human body composition. In R. G. Eston & T. Reilly (Eds.), *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual : tests, procedures and data* (2nd ed., Vol. 1, pp. 7-46). London: Routledge.
- Hawkins, R. D., Hulse, M. A., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med*, 35(1), 43-47.
- Heisterberg, M. F., Fahrenkrug, J., Krstrup, P., Storskov, A., Kjaer, M., & Andersen, J. L. (2013). Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 27(5), 1260-1271.

- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*, 42(2), 311-319.
- Howell, J. N., Chleboun, G., & Conatser, R. (1993). Muscle stiffness, strength loss, swelling and soreness following exercise-induced injury in humans. *Journal of Physiology*, 464, 183-196.
- Hunter, K. D., & Faulkner, J. A. (1997). Pliometric contraction-induced injury of mouse skeletal muscle: effect of initial length. *J Appl Physiol* (1985), 82(1), 278-283.
- Ispirlidis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., et al. (2008a). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*, 18(5), 423-431.
- Ispirlidis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., et al. (2008b). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(5), 423-431.
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Gettman, L. R. (1978). Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. *Res Q*, 49(4), 546-551.
- Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmusson, M., & Houghton, B. (1982). Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 48(3), 297-302.
- Jamurtas, A. Z., Douroudos, II, Deli, C. K., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Mohr, M., et al. (2015). Iron status markers are only transiently affected by a football game. *J Sports Sci*, 33(20), 2088-2099.
- Kannus, P. (1997). Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scand J Med Sci Sports*, 7(2), 78-85.
- Khan, K. M., Cook, J. L., Taunton, J. E., & Bonar, F. (2000). Overuse tendinosis, not tendinitis part 1: a new paradigm for a difficult clinical problem. *Phys Sportsmed*, 28(5), 38-48.
- Kofotolis, N. D., Kellis, E., & Vlachopoulos, S. P. (2007). Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. *Am J Sports Med*, 35(3), 458-466.
- Kolanko, N. M., Samet, J. D., & Yablon, C. M. (2016). Imaging of Football (Soccer) Injuries. In A. Guermazi, F. W. Roemer & M. D. Crema (Eds.), *Imaging in Sports-Specific Musculoskeletal Injuries* (pp. 225-281). Cham: Springer International Publishing.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 38(6), 1165-1174.
- Krustrup, P., Ortenblad, N., Nielsen, J., Nybo, L., Gunnarsson, T. P., Iaia, F. M., et al. (2011). Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. *Eur J Appl Physiol*, 111(12), 2987-2995.

- Krustrup, P., Ørtenblad, N., Nielsen, J., Nybo, L., Gunnarsson, T. P., Iaia, F. M., et al. (2011). Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. *European journal of applied physiology*, *111*(12), 2987-2995.
- Kuang, S., Kuroda, K., Le Grand, F., & Rudnicki, M. A. (2007). Asymmetric self-renewal and commitment of satellite stem cells in muscle. *Cell*, *129*(5), 999-1010.
- Kujala, U. M., Taimela, S., Antti-Poika, I., Orava, S., Tuominen, R., & Myllynen, P. (1995). Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *BMJ*, *311*(7018), 1465-1468.
- Kunz, P., Zinner, C., Holmberg, H. C., & Sperlich, B. (2019). Intra- and Post-match Time-Course of Indicators Related to Perceived and Performance Fatigability and Recovery in Elite Youth Soccer Players. *Front Physiol*, *10*, 1383.
- Larsson, D., Ekstrand, J., & Karlsson, M. K. (2016). Fracture epidemiology in male elite football players from 2001 to 2013: 'How long will this fracture keep me out?'. *Br J Sports Med*, *50*(12), 759-763.
- Leventer, L., Eek, F., Hofstetter, S., & Lames, M. (2016). Injury Patterns among Elite Football Players: A Media-based Analysis over 6 Seasons with Emphasis on Playing Position. *Int J Sports Med*, *37*(11), 898-908.
- Lian, Ø. B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *The American journal of sports medicine*, *33*(4), 561-567.
- Lieber, R. L., Woodburn, T. M., & Friden, J. (1991). Muscle damage induced by eccentric contractions of 25% strain. *J Appl Physiol* (1985), *70*(6), 2498-2507.
- Lollo, P. C., Amaya-Farfan, J., & de Carvalho-Silva, L. B. (2011). Physiological and physical effects of different milk protein supplements in elite soccer players. *J Hum Kinet*, *30*, 49-57.
- Lowe, D. A., Warren, G. L., Ingalls, C. P., Boorstein, D. B., & Armstrong, R. B. (1995). Muscle function and protein metabolism after initiation of eccentric contraction-induced injury. *J Appl Physiol* (1985), *79*(4), 1260-1270.
- Luthje, P., Nurmi, I., Kataja, M., Belt, E., Helenius, P., Kaukonen, J. P., et al. (1996). Epidemiology and traumatology of injuries in elite soccer: a prospective study in Finland. *Scand J Med Sci Sports*, *6*(3), 180-185.
- Macpherson, P. C., Schork, M. A., & Faulkner, J. A. (1996). Contraction-induced injury to single fiber segments from fast and slow muscles of rats by single stretches. *Am J Physiol*, *271*(5 Pt 1), C1438-1446.

- Magalhaes, J., Rebelo, A., Oliveira, E., Silva, J. R., Marques, F., & Ascensao, A. (2010). Impact of Loughborough Intermittent Shuttle Test versus soccer match on physiological, biochemical and neuromuscular parameters. *Eur J Appl Physiol*, *108*(1), 39-48.
- Malm, C., Nyberg, P., Engstrom, M., Sjodin, B., Lenkei, R., Ekblom, B., et al. (2000). Immunological changes in human skeletal muscle and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. *J Physiol*, *529 Pt 1*, 243-262.
- Malm, C., Sjodin, T. L., Sjoberg, B., Lenkei, R., Renstrom, P., Lundberg, I. E., et al. (2004). Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. *J Physiol*, *556*(Pt 3), 983-1000.
- Marshall, P. W., Lovell, R., Jeppesen, G. K., Andersen, K., & Siegler, J. C. (2014). Hamstring muscle fatigue and central motor output during a simulated soccer match. *PLoS One*, *9*(7), e102753.
- McCall, A., Carling, C., Davison, M., Nedelec, M., Le Gall, F., Berthoin, S., et al. (2015). Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *Br J Sports Med*, *49*(9), 583-589.
- McHugh, M. P. (2003). Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *13*(2), 88-97.
- McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., Kremenec, I. J., Nicholas, S. J., & Gleim, G. W. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med*, *27*(5), 594-599.
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform*, *5*(3), 367-383.
- Meyers, M. C. (2013). Incidence, mechanisms, and severity of match-related collegiate women's soccer injuries on FieldTurf and natural grass surfaces: a 5-year prospective study. *Am J Sports Med*, *41*(10), 2409-2420.
- Meyers, M. C. (2017). Incidence, Mechanisms, and Severity of Match-Related Collegiate Men's Soccer Injuries on FieldTurf and Natural Grass Surfaces: A 6-Year Prospective Study. *Am J Sports Med*, *45*(3), 708-718.
- Mohr, M., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Barbero-Alvarez, J. C., Castagna, C., Douroudos, I., et al. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *Eur J Appl Physiol*, *116*(1), 179-193.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, *21*(7), 519-528.

- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*, 23(6), 593-599.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches--beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandi J Med Sci Sports*, 14(3), 156-162.
- Morgan, D. L., & Allen, D. G. (1999). Early events in stretch-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 2007-2015.
- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British journal of sports medicine*, 41(10), 674-678.
- Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med*, 42(12), 997-1015.
- Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1517-1523.
- Newham, D. J., Mills, K. R., Quigley, B. M., & Edwards, R. H. (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical Science (London)*, 64(1), 55-62.
- Nielsen, A. B., & Yde, J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *Am J Sports Med*, 17(6), 803-807.
- Nikolaidis, M. G., Jamurtas, A. Z., Paschalis, V., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., & Kouretas, D. (2008). The effect of muscle-damaging exercise on blood and skeletal muscle oxidative stress: magnitude and time-course considerations. *Sports Medicine*, 38(7), 579-606.
- Nikolaou, P. K., Macdonald, B. L., Glisson, R. R., Seaber, A. V., & Garrett, W. E., Jr. (1987). Biomechanical and histological evaluation of muscle after controlled strain injury. *Am J Sports Med*, 15(1), 9-14.
- Norkin, C. C., & White, D. J. (2016). *Measurement of joint motion : a guide to goniometry* (4th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.
- Nosaka, K., & Clarkson, P. M. (1995). Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 27(9), 1263-1269.
- Nosaka, K., & Clarkson, P. M. (1996). Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(8), 953-961.
- Nosaka, K., & Newton, M. (2002). Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), 117-122.

- Nosaka, K., Newton, M., & Sacco, P. (2002). Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*, 12(6), 337-346.
- Nosaka, K., Newton, M., & Sacco, P. (2002). Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(6), 337-346.
- Nosaka, K., Sacco, P., & Mawatari, K. (2006). Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16(6), 620-635.
- Ostenberg, A., & Roos, H. (2000). Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scand J Med Sci Sports*, 10(5), 279-285.
- Osternig, L. R. (1986). Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*, 14, 45-80.
- Ostrowski, K., Rohde, T., Asp, S., Schjerling, P., & Pedersen, B. K. (1999). Pro- and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *J Physiol*, 515 (Pt 1), 287-291.
- Paavola, M., Kannus, P., & Järvinen, M. (2005). Epidemiology of tendon problems in sport *Tendon Injuries* (pp. 32-39): Springer.
- Parry-Billings, M., & Newsholme, E. A. (1992). The overtraining syndrome: some biochemical aspects *Integration of Medical and Sports Sciences* (Vol. 37, pp. 281-287): Karger Publishers.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Baltzopoulos, V., Mougios, V., Jamurtas, A. Z., & Theoharis, V. (2005). The effects of muscle damage on running economy in healthy males. *Int J Sports Med*, 26(10), 827-831.
- Peake, J., Nosaka, K., & Suzuki, K. (2005). Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exercise Immunology Review*, 11, 64-85.
- Peake, J., & Suzuki, K. (2004). Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. *Exerc Immunol Rev*, 10, 129-141.
- Peake, J. M., Suzuki, K., Wilson, G., Hordern, M., Nosaka, K., Mackinnon, L., et al. (2005). Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Med Sci Sports Exerc*, 37(5), 737-745.
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Skjodt, T., Bolvig, L., Bang, N., et al. (2014). The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries. *Am J Sports Med*, 42(2), 399-404.
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S51-57.

- Pierce, A. P., de Waal, E., McManus, L. M., Shireman, P. K., & Chaudhuri, A. R. (2007). Oxidation and structural perturbation of redox-sensitive enzymes in injured skeletal muscle. *Free Radical Biology & Medicine*, *43*(12), 1584-1593.
- Pittaluga, M., Parisi, P., Sabatini, S., Ceci, R., Caporossi, D., Valeria Catani, M., et al. (2006). Cellular and biochemical parameters of exercise-induced oxidative stress: relationship with training levels. *Free Radic Res*, *40*(6), 607-614.
- Poulios, A., Fatouros, I. G., Mohr, M., Draganidis, D. K., Deli, C., Papanikolaou, K., et al. (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).
- Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol*, *537*(Pt 2), 333-345.
- Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *J Sports Sci*, *21*(11), 933-942.
- Rampinini, E., Bosio, A., Ferraresi, I., Petruolo, A., Morelli, A., & Sassi, A. (2011). Match-related fatigue in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*(11), 2161-2170.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisloff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport*, *12*(1), 227-233.
- Rantanen, J., Hurme, T., Lukka, R., Heino, J., & Kalimo, H. (1995). Satellite cell proliferation and the expression of myogenin and desmin in regenerating skeletal muscle: evidence for two different populations of satellite cells. *Lab Invest*, *72*(3), 341-347.
- Rantanen, J., Ranne, J., Hurme, T., & Kalimo, H. (1995). Denervated segments of injured skeletal muscle fibers are reinnervated by newly formed neuromuscular junctions. *J Neuropathol Exp Neurol*, *54*(2), 188-194.
- Reilly, T., Drust, B., & Clarke, N. (2008). Muscle fatigue during football match-play. *Sports Med*, *38*(5), 357-367.
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., et al. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*, *42*(6), 394-412.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, *40*(2), 162-169.
- Robertson, G. A., Wood, A. M., Aitken, S. A., & Court Brown, C. (2014). Epidemiology, management, and outcome of sport-related ankle fractures in a standard UK population. *Foot Ankle Int*, *35*(11), 1143-1152.

- Robertson, G. A., Wood, A. M., Bakker-Dyos, J., Aitken, S. A., Keenan, A. C., & Court-Brown, C. M. (2012). The epidemiology, morbidity, and outcome of soccer-related fractures in a standard population. *Am J Sports Med*, 40(8), 1851-1857.
- Robineau, J., Jouaux, T., Lacroix, M., & Babault, N. (2012). Neuromuscular fatigue induced by a 90-minute soccer game modeling. *J Strength Cond Res*, 26(2), 555-562.
- Roger, B., Guerhazi, A., & Skaf, A. (2016). *Muscle Injuries in Sport Athletes [electronic resource] : Clinical Essentials and Imaging Findings*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg.
- Roth, T. S., & Osbahr, D. C. (2018). Knee Injuries in Elite Level Soccer Players. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 47(10).
- Rothenberg, P., Grau, L., Kaplan, L., & Baraga, M. G. (2016). Knee Injuries in American Football: An Epidemiological Review. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 45(6), 368-373.
- Rowlands, A. V., Eston, R. G., & Tilzey, C. (2001). Effect of stride length manipulation on symptoms of exercise-induced muscle damage and the repeated bout effect. *J Sports Sci*, 19(5), 333-340.
- Sadigursky, D., Braid, J. A., De Lira, D. N. L., Machado, B. A. B., Carneiro, R. J. F., & Colavolpe, P. O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 9, 18.
- Saxton, J. M., & Donnelly, A. E. (1995). Light concentric exercise during recovery from exercise-induced muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 16(6), 347-351.
- Schache, A. G., Crossley, K. M., Macindoe, I. G., Fahrner, B. B., & Pandy, M. G. (2011). Can a clinical test of hamstring strength identify football players at risk of hamstring strain? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(1), 38-41.
- Schiffner, E., Latz, D., Grassmann, J. P., Schek, A., Scholz, A., Windolf, J., et al. (2019). Fractures in German elite male soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 59(1), 110-115.
- Schmidt-Olsen, S., Jorgensen, U., Kaalund, S., & Sorensen, J. (1991). Injuries among young soccer players. *Am J Sports Med*, 19(3), 273-275.
- Serhan, C. N., & Savill, J. (2005). Resolution of inflammation: the beginning programs the end. *Nat Immunol*, 6(12), 1191-1197.
- Silva, J. R., Ascensao, A., Marques, F., Seabra, A., Rebelo, A., & Magalhaes, J. (2013). Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur J Appl Physiol*, 113(9), 2193-2201.
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., et al. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 48(3), 539-583.

- Smith, C., Kruger, M. J., Smith, R. M., & Myburgh, K. H. (2008). The inflammatory response to skeletal muscle injury: illuminating complexities. *Sports Medicine*, 38(11), 947-969.
- Smith, N. A., Chounthirath, T., & Xiang, H. (2016). Soccer-Related Injuries Treated in Emergency Departments: 1990-2014. *Pediatrics*, 138(4).
- Souglis, A., Bogdanis, G. C., Giannopoulou, I., Papadopoulos, C., & Apostolidis, N. (2015). Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. *Res Sports Med*, 23(1), 59-72.
- Stagos, D., Goutzourelas, N., Ntontou, A. M., Kafantaris, I., Deli, C. K., Poulios, A., et al. (2015). Assessment of eccentric exercise-induced oxidative stress using oxidation-reduction potential markers. *Oxid Med Cell Longev*, 2015, 204615.
- Stiles, V. H., James, I. T., Dixon, S. J., & Guisasola, I. N. (2009). Natural turf surfaces: the case for continued research. *Sports Med*, 39(1), 65-84.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6), 501-536.
- Suzuki, K., Nakaji, S., Yamada, M., Liu, Q., Kurakake, S., Okamura, N., et al. (2003). Impact of a competitive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. *Med Sci Sports Exerc*, 35(2), 348-355.
- Talbot, J. A., & Morgan, D. L. (1998). The effects of stretch parameters on eccentric exercise-induced damage to toad skeletal muscle. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 19(3), 237-245.
- Tidball, J. G. (2005). Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Journal of Physiology-Regulatory, Integrative, and Comparative Physiology*, 288(2), R345-353.
- Tiidus, P. M. (1998). Radical species in inflammation and overtraining. *Can J Physiol Pharmacol*, 76(5), 533-538.
- Twist, C., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5-6), 652-658.
- Varley, M. C., & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med*, 34(1), 34-39.
- Volpi, P., Bisciotti, G. N., Chamari, K., Cena, E., Carimati, G., & Bragazzi, N. L. (2016). Risk factors of anterior cruciate ligament injury in football players: a systematic review of the literature. *Muscles Ligaments Tendons J*, 6(4), 480-485.
- Walden, M., Hagglund, M., & Ekstrand, J. (2013). Time-trends and circumstances surrounding ankle injuries in men's professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 748-753.

- Walden, M., Hagglund, M., Magnusson, H., & Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(1), 11-19.
- Walden, M., Krosshaug, T., Bjerneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., & Hagglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med*, 49(22), 1452-1460.
- Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine*, 27(1), 43-59.
- Warren, G. L., Lowe, D. A., Hayes, D. A., Karwoski, C. J., Prior, B. M., & Armstrong, R. B. (1993). Excitation failure in eccentric contraction-induced injury of mouse soleus muscle. *Journal of Physiology*, 468, 487-499.
- Wiig, H., Raastad, T., Luteberget, L. S., Ims, I., & Spencer, M. (2019). External Load Variables Affect Recovery Markers up to 72 h After Semiprofessional Football Matches. *Front Physiol*, 10, 689.
- Wong, P., & Hong, Y. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med*, 39(8), 473-482.
- Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., Hodson, A., et al. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med*, 38(1), 36-41.
- Zhang, B. T., Whitehead, N. P., Gervasio, O. L., Reardon, T. F., Vale, M., Fatkin, D., et al. (2012). Pathways of Ca²⁺(+) entry and cytoskeletal damage following eccentric contractions in mouse skeletal muscle. *J Appl Physiol (1985)*, 112(12), 2077-2086.
- Zivkovic, V., Lazarevic, P., Djuric, D., Cubrilo, D., Macura, M., Vuletic, M., et al. (2013). Alteration in basal redox state of young male soccer players after a six-month training programme. *Acta Physiol Hung*, 100(1), 64-76.

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Βεβαίωση Επιτροπής Βιοηθικής και Δεοντολογίας



ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

Αθήνα, 31.10.2019
Αρ. Πρωτ.: 197

Προς την Γραμματεία
της Ιατρικής Σχολής
(Τμήμα Διδακτορικών Διατριβών)

Θέμα: Ερευνητικό πρωτόκολλο του κ. Κατραμπάσα Ιωάννη με θέμα: «Φυσιολογία της Άσκησης: Ποδόσφαιρο και απόδοση καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος»

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:
Κουτουλιέρης Μιχαήλ (επιβλέπων), Αγγελιογιάννη Παναγούλα, Φιλίππου Αναστάσιος

Η Επιτροπή Βιοηθικής & Δεοντολογίας της Ιατρικής Σχολής στη συνεδρίαση της στις **31.10.2019**, ενέκρινε το πρωτόκολλο της Διδακτορικής Διατριβής μετά τις διευκρινίσεις που υποβλήθηκαν από την Τριμελή Συμβουλευτική Επιτροπή του υποψήφιου διδάκτορα προς την Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας (αρ. πρωτ.: 197/17.10.2019).

Επισημαίνεται η ανάγκη όπως:

- 1) Τηρηθούν όλα όσα προβλέπονται για τη διασφάλιση της ανωνυμίας και του απορρήτου, τόσο κατά τη διάρκεια της μελέτης, όσο και κατά την δημοσίευση των αποτελεσμάτων.
- 2) Υπάρχει για όλους τους συμμετέχοντες έγγραφη ενημέρωση και υπογεγραμμένη συναίνεση για την συμμετοχή τους στη μελέτη.
- 3) Θα τηρηθούν όλα όσα προβλέπει ο Γενικός Κανονισμός (ΕΕ) 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την προστασία των προσωπικών δεδομένων φυσικών προσώπων.

Για την Επιτροπή Βιοηθικής & Δεοντολογίας

Ο Πρόεδρος

Ομ. Καθ. Εμμ. Καναβάκης

Τα μέλη

Ομ. Καθ. Γ. Βαϊόπουλος

Καθ. Ι. Κριάρη

Καθ. Μ. Μανουσάκης

Καθ. Α. Τζιούφας

Ομ. Καθ. Α. Τζώνου

Ομ. Καθ. Σ. Κίτσιου-Τζέλη