

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΜΗΝΙΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΚΙΝΑΙΣΘΗΣΙΑ – ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ**

της
Ροδίτη Ελμίνας – Ελευθερίας

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα,
για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης
του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση
και Ποιότητα Ζωής» των τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, του
Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση
«Πρόληψη, Παρέμβαση και Αποκατάσταση Αθλητικών Τραυματισμών».

Κομοτηνή

2010

Εγκεκριμένο από το καθηγητικό σώμα :

1^{ος} Επιβλέπων: Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Επίκ. Καθηγητής

2^{ος} Επιβλέπων: Χριστίνα Καρατζαφέρη, Επίκ. Καθηγήτρια

3^{ος} Επιβλέπων: Βασίλειος Γεροδήμος, Επίκ. Καθηγητής



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 10086/1
Ημερ. Εισ.: 07/03/2012
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
612.88
ΡΟΔ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000107901

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ροδίτη Ελμίνα –Ελευθερία: Η επίδραση του καταμήνιου κύκλου και της κόπωσης στην κιναισθησία-ιδιοδεκτικότητα αθλητριών.

(Με την επίβλεψη του Αθανάσιου Τζιαμούρτα, Επίκ. Καθηγητής)

Έχει παρατηρηθεί μείωση στην ικανότητα αντίληψης της θέσης άρθρωσης και της ιδιοδεκτικής λειτουργίας όταν υπάρχουν αυξημένα επίπεδα οιστρογόνων και προγεστερόνης στον οργανισμό, και ειδικά μετά από αυξημένη μυϊκή κόπωση. Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να διερευνηθούν οι τυχόν επιδράσεις των φυσιολογικών αλλαγών στα επίπεδα των εμμηνορρυσιακών ορμονών στην ιδιοδεκτικότητα και στην κιναισθησία της άρθρωσης του γόνατος στην ηρεμία και μετά από κόπωση. Το δείγμα αποτέλεσαν 10 αθλήτριες, 18-25 ετών, (164,2±9,2cm ύψους, 59,5±5,5Kg βάρους, 21,2±4,5% λίπους). Η μέτρηση της ιδιοδεκτικότητας στην άρθρωση του γόνατος και μέτρηση του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα μετρήθηκαν πριν και μετά από πρωτόκολλο κόπωσης. Το πρωτόκολλο κόπωσης και η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκαν τόσο στην ωχρινική όσο και στην θυλακοειδή φάση του εμμήνου κύκλου. Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (2X2). Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση των φάσεων του εμμήνου κύκλου καθώς και του πρωτοκόλλου κόπωσης στον χρόνο σταθεροποίησης του κάτω άκρου τόσο στο μεσοπλεύριο όσο και στο προσθοπίσθιο επίπεδο. Επίσης δεν βρέθηκε επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος στις 45° ($p>.05$) και στις 30° κάμψης γόνατος ($p>.05$), ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση φάσης κύκλου και κόπωσης για τις ίδιες γωνίες ($p>.05$) ούτε και στη γωνία των 60°. Αντίθετα βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του πρωτοκόλλου κόπωσης στην αντίληψη της θέσης άρθρωσης στις 60° ($p=.041$) και στις δύο φάσεις του κύκλου. Η επίδραση όμως των φάσεων του καταμήνιου κύκλου στην ιδιοδεκτικότητα στις 60° συνολικά, αν και εμφανής, δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p=.082$). Συμπερασματικά διαπιστώσαμε ότι οι φάσεις του καταμήνιου κύκλου δεν φαίνεται να επιδρούν στην κιναισθησία και στην ιδιοδεκτικότητα των αθλητριών. Επιπλέον η επίδραση της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα φάνηκε να διαφέρει ανάλογα με τις εξεταζόμενες γωνίες της άρθρωσης του γόνατος, ανεξάρτητα από τη φάση του καταμήνιου κύκλου.

Λέξεις Κλειδιά: Αντίληψη θέσης άρθρωσης, γυναίκες αθλήτριες, οιστραδιόλη, προγεστερόνη.

ABSTRACT

Roditi Elmina – Eleftheria. The effects of menarche cycle and fatigue in kinesthesia - proprioception of women athletes.
(Under the supervision of Athanasios Jamurtas)

A decrease on the angle position sense and the proprioceptive function has been previously described when the levels of estrogen and progesterone have high concentrations in the human body and especially after muscle fatigue. The aim of our study was to examine the possible influence of the physiological alterations in the level of menstrual hormones in proprioception and kinesthesia of knee joint at rest and after fatigue. The sample cohort included 10 female athletes between 18-25 years old, (164,2±9,2cm height, 59,5±5,5Kg weight, 21,2±4,5%. fat). Proprioception of the knee joint and the time stabilization after a jump were measured following a fatigue protocol on an isokinetic dynamometer. The fatigue protocol and the data collection were applied during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. Data was analyzed using a 2X2 Analysis of Variance with repeated measurements. Menstrual cycle phase and the fatigue protocol did not affect significantly the stabilization time of the lower limb either in the intrapleural or the anteroposterior level. Proprioception of the knee joint at the 45° and the 30° knee flexion was not significantly altered ($p>.05$), while no statistical significant interaction was observed between the menstrual cycle phase and fatigue at 30°, 45° and 60°. On the other hand, we have found statistical significant influence of the fatigue protocol on the sense of the joint position in the 60° ($p=.041$) on both menstrual cycle phases. The influence of the menstrual cycle phases at the proprioception in 60°, on the whole, although noticeable, it was not statistical significant ($p=.082$). Summarizing, we observed that the menstrual cycle phases does not seem to affect the kinesthesia and the proprioception of the athletes. The fatigue influence to the proprioception seems to differ depending on the angles of the knee joint under examination, independent of the menstrual cycle phase.

Keywords: Joint position sense, female athletes, estradiol, progesterone

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έχοντας πλέον φτάσει στην περάτωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου, έπειτα από την δημοσίευση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους υπεύθυνους καθηγητές μου για την βοήθεια (πρακτική - ψυχολογική) που μου παρείχαν όποια στιγμή τους χρειάστηκα αφήνοντας πίσω πολλές φορές τον δικό τους φόρτο εργασιών. Συγκεκριμένα θέλω να αναφερθώ στον Κο Τζιαμούρτα Αθανάσιο που ήταν ο πρώτος επιβλέπων μου και έδινε πάντα σημαντικές παρατηρήσεις για την τελική βελτίωση της παρούσας εργασίας που πραγματεύεται, στον Κο Γεροδήμο Βασίλειο ο οποίος ήταν ο τρίτος επιβλέπων μου και που μέσα από τις συναντήσεις μας πήρα σημαντικές μεθοδολογικές λύσεις για την πραγματοποίηση της έρευνας μου.

Τελευταία θα αφήσω την σημαντικότερη βοήθεια για εμένα της δεύτερης επιβλέπουσας μου Κα Καρατζαφέρη Χριστίνα, η οποία ήταν συνεχώς στο πλευρό μου. Με τη βοήθεια της ανά πάσα στιγμή καθώς και με την πίστη που έδειξε σε εμένα αφιέρωσε αρκετές ώρες καθοδηγώντας και βάζοντας σειρά στις ατίθασες σκέψεις μου, πράγμα που συνέβαλε στη δημιουργία της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Οφείλω λοιπόν εκτός από τις ευχαριστίες μου σε αυτήν να εκφράσω την αποδοχή μου όχι μόνο ως επιστήμονα αλλά και ως ενός σπάνια φιλότιμου ανθρώπου.

Δεν θα παραλείψω να αναφέρω τη σημαντική βοήθεια όσο αφορά το μέρος των ορμονικών εξετάσεων της Κας Μητσιαδου - Γιοντζή Αθηνά (Μικροβιολόγου) η οποία πραγματοποίησε όλες τις απαιτούμενες ορμονικές αναλύσεις και του Κου Παπαγεωργίου Γεώργιου (Γυναικολόγος) ο οποίος έδωσε πρακτική βοήθεια για τον τρόπο διεξαγωγής των μετρήσεων των ορμονικών επιπέδων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου που στάθηκε δίπλα μου τόσο ψυχολογικά, όσο και πρακτικά και τα άτομα που βρίσκονταν και βρίσκονται στο άμεσο φιλικό μου περιβάλλον, που υπέμεναν, στήριζαν και ενθάρρυναν την προσπάθεια μου όλα αυτά τα χρόνια.

Στην Αγαπημένη μου μητέρα

Άννα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT	i
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	v
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	 1
Σημασία της έρευνας	3
Σκοπός της έρευνας	3
Ερευνητικές υποθέσεις	3
Περιορισμοί	6
Οριοθετήσεις	6
Θεωρητικοί και λειτουργικοί ορισμοί	6
Ορισμοί ιδιοδεκτικότητας	6
Ορισμός κιναισθησίας	7
Ορμόνες και φάσεις καταμήνιου κύκλου	7
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	 9
Ορμονικές επιδράσεις στην ιδιοδεκτικότητα, νευρομυϊκή ικανότητα, συνδεσμική χαλαρότητα και κιναισθησία γόνατος.	9
Ορμόνες και Κεντρικό Νευρικό Σύστημα	11
Επιδράσεις της μυϊκής κόπωσης.....	12
Διαφορές στη μορφολογία και στη μηχανική της άρθρωσης του γόνατος και των κάτω άκρων μεταξύ των φύλων.	14
Πρόληψη τραυματισμών	15
Επιλεγμένα πρωτόκολλα αξιολόγησης κόπωσης, κιναισθησίας και ιδιοδεκτικότητας	16
Πρωτόκολλο κόπωσης	16
Πρωτόκολλο ιδιοδεκτικότητας.....	17
Πρωτόκολλο αξιολόγησης κιναισθησίας	17

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	19
Δείγμα.....	19
Περιγραφή των οργάνων	19
Δοκιμασίες μέτρησης	20
Διαδικασία	20
Προσδιορισμός κυρίαρχου κάτω άκρου.....	21
Ορμονικές αναλύσεις	21
Δοκιμασία Ιδιοδεκτικότητας-Ικανότητα Αντίληψης της Θέσης Άρθρωσης.....	22
Δοκιμασία αξιολόγησης κιναισθησίας (μέτρηση χρόνου σταθεροποίησης)	22
Πρωτόκολλο κόπωσης	23
Στατιστική Ανάλυση.....	23
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	24
Επίδραση των φάσεων του κύκλου και της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος.....	25
30° γωνία	25
45° γωνία	26
60ο γωνία	27
Χρόνος Σταθεροποίησης	29
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	30
Ιδιοδεκτικότητα-Ικανότητα Αντίληψης της θέσης άρθρωσης	32
Για 60ο γωνία	32
Για 30ο και 45ο γωνίες.....	33
Χρόνος Σταθεροποίησης	35
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	37
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	39
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	47

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων αθλητριών.	24
Πίνακας 2. Τιμές Μέγιστης Δύναμης και επιπέδων Ορμονών μεταξύ των δύο φάσεων του κύκλου (Θυλακική –Ωχρινική).	24
Πίνακας 3. Στατιστική σημαντικότητα (sig) της επίδρασης της φάσης του κύκλου (time), της κόπωσης (exer) και της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης σε κάθε μία από τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στην έρευνα.	25
Πίνακας 4. Επιτευχθείσες γωνίες της άρθρωσης του γόνατος, για τις γωνίες στόχους 30°, 45°, και 60° (με ανατομικό 0° την πλήρη έκταση του γόνατος). Για στατιστική σημαντικότητα βλ. Πίνακα 3.	28
Πίνακας 5. Χρόνος σταθεροποίησης κάτω άκρου μετά από άλμα (σε δευτερόλεπτα) για δύο επίπεδα μέτρησης.....	29
Πίνακας 6. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για την ιδιοδεκτικότητα στις 30ο.	47
Πίνακας 7. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για το γωνιακό σφάλμα των 30ο.....	47
Πίνακας 8. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για την ιδιοδεκτικότητα στις 45ο.....	48
Πίνακας 9. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για το γωνιακό σφάλμα των 45ο.....	48
Πίνακας 10. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για την ιδιοδεκτικότητα στις 60ο.....	49
Πίνακας 11. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για το γωνιακό σφάλμα των 60ο.....	49
Πίνακας 12. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για τον χρόνο σταθεροποίησης του κάτω άκρου στο έδαφος (μεσοπλεύριο επίπεδο).	50
Πίνακας 13. Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για τον χρόνο σταθεροποίησης του κάτω άκρου στο έδαφος (προσθοπίσθιο επίπεδο).....	50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Ορμονικά Επίπεδα όπως παρουσιάζονται στην Φυσιολογία του Ανθρώπου II. 2001. Vender M.D.	7
Σχήμα 2. Τιμές γωνιακού σφάλματος για τη γωνία των 30° πριν και μετά από κόπωση στη θυλακική και στην ωχρινική φάση σε μοίρες.	26
Σχήμα 3. Τιμές γωνιακού σφάλματος για τη γωνία των 45° πριν και μετά από κόπωση στη θυλακική και ωχρινική φάση σε μοίρες.	27
Σχήμα 4. Τιμές γωνιακού σφάλματος για την γωνία των 60° πριν και μετά από κόπωση στη θυλακική και ωχρινική φάση σε μοίρες.	28
Σχήμα 5. Ορμονικά επίπεδα μεταξύ των τριών φάσεων του καταμηνίου κύκλου.	51

I. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΜΗΝΙΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑΙΣΘΗΣΙΑ – ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ

Πολλές έρευνες της τελευταίας δεκαετίας παρουσιάζουν τις διαπιστωμένες σημαντικές διαφορές στο είδος ορμονών, στην κατανομή του σώματος, στην τάση - ανθεκτικότητα που αναπτύσσουν οι σύνδεσμοι, και στην δυναμική των αρθρώσεων μεταξύ των δύο φύλων (Barfield, 2002; Pollard, Heiderscheit, van Emmerik, & Hamill, 2005). Οι ορμονικές εκκρίσεις του οργανισμού (Shultz, 2004), καθώς επίσης οι ανατομικές και νευρομυϊκές διαφορές (Barfield, 2002), θεωρούνται υπεύθυνες για τη μεταβολή του νευρομυϊκού συντονισμού, της κιναισθησίας και της χαλαρότητας της άρθρωσης του γόνατος στις γυναίκες (Cable, 2004; Yi, 2004) ενώ συμβάλουν στην αριθμητική υπεροχή των τραυματισμών σε αυτές (Yu, 2002). Τα τελευταία χρόνια σε έρευνες που γίνονται για τη συχνότητα τραυματισμών, οι γυναίκες που ασχολούνται με κάποιο άθλημα (π.χ καλαθοσφαίριση, ποδόσφαιρο, χειροσφαίριση, κ.α) εμφανίζουν περισσότερους τραυματισμούς στους συνδέσμους στο γόνατο καθώς και στην ποδοκνημική άρθρωση από ότι οι άνδρες συναθλητές τους (Kaiser, 1998). Οι περισσότεροι τραυματισμοί που δεν προέρχονται από επαφή, στις γυναίκες έχει βρεθεί ότι εμφανίζονται στην θυλακική φάση του έμμηνου κύκλου ενώ φαίνεται να υπάρχει μείωση των τραυματισμών κατά την ωχρινική φάση (Hertel, 2006). Αυτό καθιστά ακόμη πιο πιθανό το γεγονός οι τραυματισμοί να σχετίζονται με τις ορμονικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του καταμηνίου κύκλου.

Οι αισθητηριακοί υποδοχείς που είναι υπεύθυνοι για την ιδιοδεκτικότητα, είναι τοποθετημένοι στο δέρμα, στους μύες, στους τένοντες και στην μεμβράνη των αρθρώσεων καθώς επίσης και στους συνδέσμους. Η ιδιοδεκτικότητα και η κιναισθησία είναι παράγοντες που βοηθούν στον έλεγχο του φυσιολογικού εύρους και συχνότητας κίνησης, της θέσης άρθρωσης και τέλος της διάταξης των μυών και των συνδέσμων (Guo, 2004) ενώ παράλληλα συμβάλουν στην αποφυγή πρόκλησης τραυματισμών. Το σύνολο αυτών των παραγόντων ελέγχεται από το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ) μέσω συστημάτων νευροδιαβιβαστών (π.χ GABA_A) (Lattanzio, 1997).



Η ιδιοδεκτικότητα γενικά διαχωρίζεται σε δύο μέρη: την αίσθηση της θέσης άρθρωσης και την αίσθηση των κινήσεων των άκρων του σώματος ή αλλιώς λεγόμενη κιναισθησία (Hiemstra, 2001). Η αίσθηση της θέσης άρθρωσης καθορίζει την ικανότητα του κάθε ατόμου να αντιλαμβάνεται την παρούσα γωνία της άρθρωσης και τότε, αφού κινηθεί το μέλος ενεργητικά ή παθητικά να μπορεί να αναπαράγει την γωνία της άρθρωσης (Rozzi, Yuktananandan, Pincevero, & Lephart, 2000). Η αίσθηση της θέσης άρθρωσης του γόνατος μετριέται τοποθετώντας τα κάτω άκρα του κάθε ατόμου σε προκαθορισμένες γωνίες κάμψης του γόνατος ενώ κατόπιν ζητείται από αυτό η ενεργητική αναπαραγωγή της γωνιακής θέσης της άρθρωσης του γόνατος (Paschalis et al., 2007). Ένας λόγος της μείωσης της ιδιοδεκτικότητας, του κινητικού ελέγχου και του νευρομυϊκού συντονισμού είναι η παρατεταμένη και ακραία μυϊκή κόπωση (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2000; Hewett, 2000; Johnston, 1998). Επίσης η αίσθηση της θέσης άρθρωσης του γόνατος φαίνεται να επηρεάζεται από τα αυξημένα επίπεδα φορτίου και κατ' επέκταση από την κόπωση σε έκκεντρες ασκήσεις όπως επίσης φαίνεται να επηρεάζεται και η γωνία αντίδρασης της άρθρωσης από αυτούς τους παράγοντες (Paschalis et al., 2008). Κατά τη διάρκεια τοπικής μυϊκής κόπωσης, μεταδίδονται επώδυνα ερεθίσματα από μεταβολικά προϊόντα της μυϊκής συστολής περιλαμβανομένων της βραδυκινίνης, του αραχιδονικού οξέως, της προσταγλανδίνης (κυκλικού οξέως), του καλίου και του γαλακτικού οξέως. Αυτοί οι μεταβολίτες και οι φλεγμονώδεις ουσίες έχουν άμεση επίδραση στην ενεργοποίηση της μυϊκής ατράκτου άρα και στην ενεργοποίηση των ανταγωνιστών-συναγωνιστών μυών (Forestier, 2002). Προηγούμενες μελέτες αναφέρουν η εμφάνιση τραυματισμού στους παίκτες του αμερικάνικου ποδοσφαίρου είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια του τρίτου τετάρτου, υποδηλώνοντας ότι η κόπωση στους αθλητές μπορεί να προκαλέσει μείωση της ιδιοδεκτικότητας και της κιναισθησίας και μπορεί να είναι ένας από τους παράγοντες κινδύνου για τραυματισμό των συνδέσμων της άρθρωσης του γόνατος (Zempher, 1989).

Σημαντικό ρόλο στην τροποποίηση των παραπάνω ικανοτήτων φαίνεται να έχουν και οι ορμόνες του καταμηνίου κύκλου (Friden, Hirschberg, Saartok, & Renstrom, 2006). Ο καταμηνίος κύκλος αποτελεί την περίοδο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών ωορρηξιών και διαρκεί 24 έως 32 μέρες. Συγκεκριμένα οι ορμόνες που εκκρίνονται κατά τη διάρκεια του εμμηνορρυσιακού κύκλου είναι τα οιστρογόνα, η προγεστερόνη, και οι γοναδοτροπίνες πλάσματος (ωχρινότροπος ορμόνη LH – θυλακιοτρόπος ορμόνη FSH) (Mandelbaum et al., 2005). Ο εμμηνορρυσιακός κύκλος αποτελείται από τρεις φάσεις: οιστρογονική (θυλακική) (1^η-13^η ημέρα), ωορρηξίας (14^η-15^η ημέρα) και ωχρινική (16^η

έως τελευταία ημέρα) που η κάθε μία παρουσιάζει διαφορετικά επίπεδα έκκρισης ορμονών (Yi, 2004). Στην οιστρογονική φάση η συγκέντρωση οιστρογόνων και προγεστερόνης είναι χαμηλή. Η φάση της ωορρηξίας χαρακτηρίζεται από αύξηση των οιστρογόνων. Κατά τη διάρκεια της ωχρινικής φάσης τα επίπεδα προγεστερόνης αυξάνονται σημαντικά εξαιτίας της έκκρισης της από το ωχρό σωματίο (Silberstein & Merriam, 2000).

Η διεθνής βιβλιογραφία αναφέρει ότι οι μεταβολές στα επίπεδα ορμονών στις γυναίκες επιδρούν στην μείωση των ιδιοδεκτικών λειτουργιών, νευρομυϊκών λειτουργιών, της κιναισθησίας και στην αυξημένη χαλαρότητα της άρθρωσης του γόνατος (Rozzi & Fu, 1999; Shultz, 2004). Όταν τα επίπεδα οιστρογόνων και προγεστερόνης είναι αυξημένα η κιναισθησία και ο νευρομυϊκός συντονισμός ελαττώνονται (Friden et al., 2006). Επιπλέον, μελέτη έχει αναφέρει ότι η συνολική ενεργειακή δαπάνη είναι μεγαλύτερη στην ωχρινική φάση από στην θυλακική φάση του κύκλου (Hessemer, 1985). Σχετικά με το ρυθμό ανταλλαγής αερίων έχει φανεί ότι είναι μικρότερος κατά τη διάρκεια άσκησης στην μέσο-ωχρινική και στο τέλος της ωχρινικής φάσης σε σύγκριση με την μέσο-θυλακική φάση (Zderic, Coggan, & Ruby, 2001). Κατά το τελευταίο στάδιο της οιστρογονικής φάσης υπάρχει αύξηση της μυϊκής ισομετρικής δύναμης σε σύγκριση με τις 3 πρώτες μέρες της έμμηνου ρύσεως, ενώ κατά την φάση της ωορρηξίας η μυϊκή ισομετρική δύναμη μειώνεται (Cable, 2004). Αντίθετα με τις παραπάνω απόψεις, σε έρευνα που έκανε ο Hertel και οι συνεργάτες του (2006), υποστηρίζουν ότι η νευρομυϊκή ικανότητα και η χαλαρότητα των τενόντων δεν επηρεάζονται από τη φάση και τα επίπεδα ορμονών του καταμηνίου κύκλου της κάθε αθλήτριας (Hertel, 2006).

Η μείωση της ποιότητας των νευρομυϊκών και ιδιοδεκτικών λειτουργιών όπως η κιναισθησία και η ισορροπία του σώματος λόγω των ορμονών πιθανά να είναι προάγγελοι για εμφάνιση τραυματισμών στα κάτω άκρα (Hewett, 2000). Η αυξημένη συγκέντρωση ορμονών ιδιαίτερα της οιστραδιόλης πιθανά οδηγεί σε προδιάθεση για τραυματισμό του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου (ΠΧΣ) λόγω της αυξημένης χαλαρότητας της άρθρωσης του γόνατος (Shultz, 2004). Αντίθετη άποψη υποστηρίζει ότι η χαλαρότητα μιας άρθρωσης δεν έχει να κάνει με την τροποποίηση των επιπέδων ορμονών (Carcia, 2004; Friden, Hirschberg & Saartok, 2003), ούτε η τροποποίηση των επιπέδων δύναμης και αντοχής του μυός σχετίζεται άμεσα με τις εμμηνορρυσιακές φάσεις (Friden, Hirschberg & Saartok, 2003).

Όπως λοιπόν καταλαβαίνουμε η διεθνής βιβλιογραφία δεν έχει βγάλει ξεκάθαρα συμπεράσματα για τη σχέση των ορμονικών επιπέδων με τη νευρομυϊκή ικανότητα, ιδιοδεκτικότητα, κιναισθησία και χαλαρότητα της άρθρωσης. Από την άλλη, είναι αρκετά

πιθανό το γεγονός η κόπωση καθεαυτή να επιφέρει τέτοια αλλοίωση στις ιδιοδεκτικές και κιναισθητικές ικανότητες όπως αναφέρουν πολλοί ερευνητές (Lambert, 2001; Lattanzio, 1997; Rozzi & Fu, 1999).

Σημασία της έρευνας

Η παρούσα ερευνητική μελέτη στοχεύει στο να προσφέρει κάποιες ενδείξεις για το αν οι ορμόνες και η κόπωση είναι παράγοντες που ευθύνονται για την πιθανή μεταβολή των επιπέδων ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας, στο γόνατο στις γυναίκες αθλήτριες. Παράλληλα, ίσως μας επιτρέψει να προσδιορίσουμε τις πιθανές ημέρες μειωμένης ιδιοδεκτικής και κιναισθητικής ικανότητας κάτι που μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ενδεχομένων τραυματισμών, που δεν προέρχονται από επαφή, στο γόνατο στις γυναίκες.

Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής μελέτης είναι η εξέταση της επίδρασης των ορμονών του καταμήνιου κύκλου και της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος και στην κιναισθησία του κάτω άκρου στις δύο κύριες φάσεις του καταμήνιου κύκλου (θυλακική - ωχρινική). Και αν υπάρχει επίδραση, να επισημάνει τη χρονική περίοδο του καταμήνιου κύκλου όπου υπάρχει πιθανά μεγαλύτερη μείωση της ιδιοδεκτικότητας και της κιναισθησίας στις αθλήτριες.

Ερευνητικές υποθέσεις

1^η Μηδενική Υπόθεση. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν και μετά την κόπωση στην θυλακική φάση του καταμήνιου κύκλου.

1^η Εναλλακτική Υπόθεση. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν και μετά την κόπωση στην θυλακική φάση του καταμήνιου κύκλου.

2^η Μηδενική Υπόθεση. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν και μετά την κόπωση στην ωχρινική φάση του καταμήνιου κύκλου.

2^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν και μετά την κόπωση στην ωχρινική φάση του καταμήνιου κύκλου.

3^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

3^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

4^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας μετά την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

4^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας μετά την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

5^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «κόπωση» και «φάση καταμήνιου κύκλου» στην ιδιοδεκτικότητα.

5^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «κόπωση» και «φάση καταμήνιου κύκλου» στην ιδιοδεκτικότητα.

6^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, πριν και μετά την κόπωση στην ωοθηκική φάση του καταμήνιου κύκλου.

6^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, πριν και μετά την κόπωση στην ωοθηκική φάση του καταμήνιου κύκλου.

7^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, πριν και μετά την κόπωση στην ωχρινική φάση του καταμήνιου κύκλου.

7^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, πριν και μετά την κόπωση στην ωχρινική φάση του καταμήνιου κύκλου.

8^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, πριν την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

8^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, πριν την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

9^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, μετά την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

9^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Μ.Ο των τιμών του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα, μετά την κόπωση στις δύο διαφορετικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

10^η *Μηδενική Υπόθεση*. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «κόπωση» και «φάση καταμήνιου κύκλου» στο χρόνο σταθεροποίησης μετά από άλμα.

10^η *Εναλλακτική Υπόθεση*. Θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «κόπωση» και «φάση καταμήνιου κύκλου» στο χρόνο σταθεροποίησης μετά από άλμα.

Περιορισμοί

Οι περιορισμοί της έρευνας αφορούν στην επιλογή του δείγματος και στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου θερμομέτρησης για τον καθορισμού του καταμήνιου κύκλου της κάθε αθλήτριας. Από την έρευνα αποκλείστηκαν αθλήτριες που δεν είχαν σταθερό κύκλο περιόδου, που ξεπερνούσαν το όριο ηλικίας, που έπαιρναν ορμονικά σκευάσματα και τέλος που είχαν υποστεί σοβαρό τραυματισμό τον τελευταίο ένα χρόνο στο γόνατο ή βρίσκονταν σε στάδιο αποκατάστασης από κάποιον τραυματισμό. Μη έγκυρα ερωτηματολόγια θεωρήθηκαν αυτά που δεν ήταν συμπληρωμένα για περισσότερο από 5 μέρες ανά μήνα.

Οριοθετήσεις

Το ερωτηματολόγιο θερμομέτρησης έπρεπε να συμπληρώνεται σε καθημερινή βάση ενώ η καθημερινή καταγραφή της θερμοκρασίας από τις αθλήτριες γινόταν νωρίς το πρωί πριν ξεκινήσουν τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Η λήψη θερμοκρασίας γινόταν από το στόμα. Όσο αφορά τις εργαστηριακές μαζί με τις αιματολογικές μετρήσεις, οι δοκιμαζόμενες έπρεπε να μην έχουν καταναλώσει αλκοόλ ή καφεΐνη για 24 ώρες πριν από την πραγματοποίησή τους.

Θεωρητικοί και λειτουργικοί ορισμοί

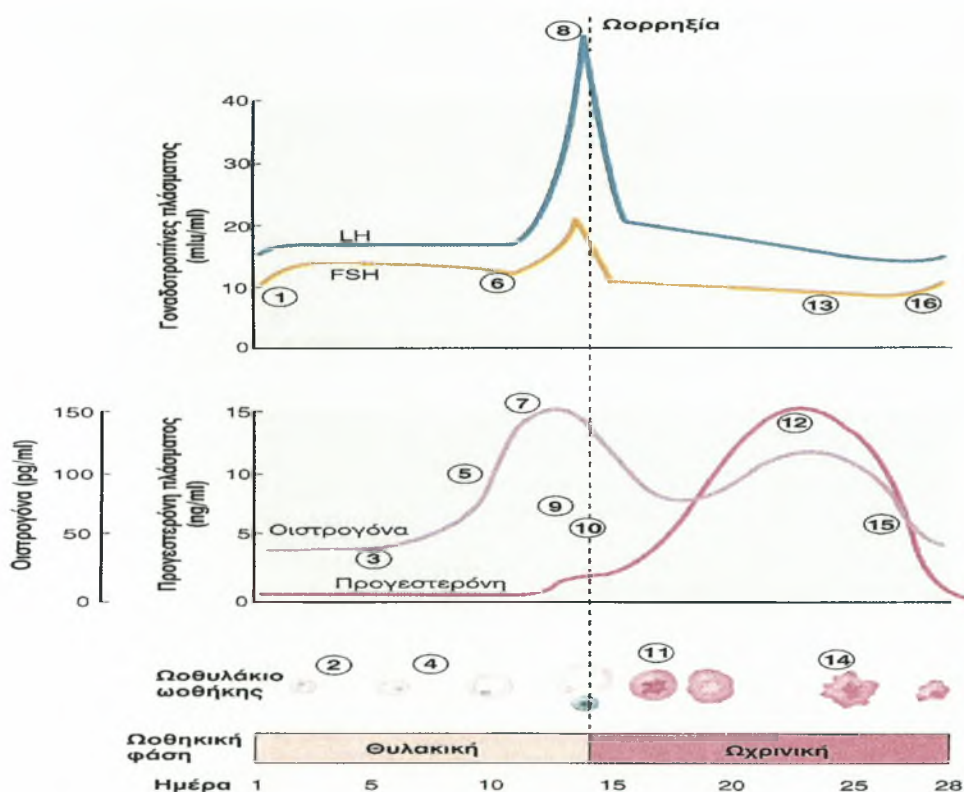
Ορισμοί ιδιοδεκτικότητας. Ο πρώτος ορισμός για την ιδιοδεκτικότητα εμφανίστηκε το 1948 (Sherrington) και ορίζεται ως η ικανότητα γνώσης της θέσης, της κίνησης, της ισορροπίας και της μηχανικής κατακόρυφου που η αλλαγή τους προκαλεί πιέσεις και τάσεις στις αρθρώσεις (Sherrington, 1948).

Το 1994 οι Wilkerson και Nitz όρισαν την ιδιοδεκτικότητα ως την αθροιστική εισαγωγή πληροφοριών στο ΚΝΣ προερχόμενες από τους μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται στον αρθρικό θύλακα, στους συνδέσμους, στους τένοντες, στους μυς και στο δέρμα (Wilkerson, 1994).

Το 1995 ο Allegrucci και οι συνεργάτες του διαχώρισαν την ιδιοδεκτικότητα από την κιναισθηση και ανέφεραν ότι η πρώτη είναι η ικανότητα να προσδιορίζεται η θέση των αρθρώσεων στο χώρο, ενώ η δεύτερη είναι η ικανότητα να διακρίνεται η κίνηση (Allegrucci, Whitney, Lephart, Irrgang, & Fu, 1995). Ο συγκεκριμένος ορισμός είναι και αυτός που ορίζει τις δύο ικανότητες όπως θα μετρηθούν στην έρευνά μας.

Ορισμός κιναισθησίας. Κιναισθησία είναι η αντίληψη της στάσης και των κινήσεων του σώματος στο χώρο και η αίσθηση των μυϊκών τάσεων που αναπτύσσονται. Είναι η ικανότητα της αίσθησης των κινήσεων των άκρων και του κορμού (Hesse & Hiemstra, 2001). Συχνή αξιολόγηση με δοκιμασία ισορροπίας μετά από άλμα (Wikstrom, Tillman, Smith, & Borsa, 2005).

Ορμόνες και φάσεις καταμήνιου κύκλου. Ο καταμήνιος κύκλος περιλαμβάνει τρεις φάσεις, τη θυλακική (1^η-13^η μέρα), την έναρξη της ωορρηξίας (14^η-15^η μέρα) και την ωχρινική (16^η-28^η ημέρα) (Cable, 2004). Αναφορικά με την ωοθηκική λειτουργία, ελέγχεται από βασικούς παράγοντες οι οποίοι αποτελούν μία αλληλουχία από γοναδοεκλυτίνη (GnRH), προσθιοϋποφυσιακών γοναδοτροπινών FSH και LH και από γοναδικές ορμόνες φύλου (οιστρογόνα – προγεστερόνης).



Σχήμα 1. Ορμονικά Επίπεδα.

- FSH: τα επίπεδα της είναι αυξημένα στο πρώιμο στάδιο της θυλακικής φάσης και μειώνεται σταθερά στο υπόλοιπο διάστημα με εξαίρεση μία μικρή κορύφωση στο μέσο του κύκλου.

- LH: η συγκέντρωσή της είναι σχεδόν σταθερή κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της θυλακικής φάσης, ξαφνικά εμφανίζεται μία πολύ μεγάλη ανύψωση, παλιρροιακό κύμα LH, η οποία συμβαίνει 18 ώρες πριν την ωορρηξία, ενώ έπειτα παρατηρείται ταχεία επιστροφή στις προπαλιρροιακές τιμές στην ωχρινική φάση.
- Οιστρογόνα: η συγκέντρωσή τους είναι χαμηλή την πρώτη εβδομάδα της θυλακικής φάσης, ενώ αυξάνονται ραγδαία κατά τη διάρκεια της δεύτερης εβδομάδας. Επίσης αρχίζουν να μειώνονται σύντομα και ύστερα από την αύξηση της LH. Η πτώση αυτή ακολουθείται από μία δεύτερη ανύψωση που οφείλεται στην έκκριση του ωχρού σωματίου και έπειτα ακολουθεί τελικά μία ραγδαία μείωση κατά τις τελευταίες μέρες του κύκλου.
- Προγεστερόνη: εκκρίνονται πολύ μικρές ποσότητες κατά τη θυλακική φάση. Μετά την ωορρηξία το ωχρό σωματίο εκκρίνει μεγάλες ποσότητες προγεστερόνης. (σχήμα 1, Φυσιολογία του ανθρώπου II. 2001. Vender M.D.).

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ορμονικές επιδράσεις στην ιδιοδεκτικότητα, νευρομυϊκή ικανότητα, συνδεσμική χαλαρότητα και κιναισθησία γόνατος.

Έχει προαναφερθεί ότι η ιδιοδεκτικότητα, η νευρομυϊκή ικανότητα και η κιναισθησία είναι παράγοντες που βοηθούν στη λειτουργικότητα και στη διατήρηση του φυσιολογικού εύρους μιας κίνησης. Η μειωμένη λειτουργία αυτών των παραγόντων έχει ως συνέπεια τα αυξημένα επίπεδα εμφάνισης τραυματισμών στο γόνατο ιδίως στις γυναίκες (Huston, 2000). Αυτοί οι παράγοντες κατά κάποιους ερευνητές επηρεάζονται από τις φάσεις και τις μεταβολές στα επίπεδα ορμονών του εμμηνορρυσιακού κύκλου (Cable, 2004; Friden et al., 2006; Guo, 2004).

Αθλήτριες στίβου που εξετάστηκαν σε εργοδιάδρομο και αθλήτριες κωπηλασίας που εξετάστηκαν σε κωπηλατοεργόμετρο εμφάνισαν καλύτερη λειτουργική ικανότητα και αυξημένη επίδοση στην ωχρινική φάση εν συγκρίσει με την οιστρογονική - θυλακική φάση του κύκλου. Τόσο οι αθλήτριες κωπηλασίας όσο και οι αθλήτριες στίβου εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα FSH, προγεστερόνης και τεστοστερόνης στην ωχρινική φάση σε σχέση με την θυλακική, ενώ τα επίπεδα οιστρογόνων και LH κυμαίνονταν στα ίδια επίπεδα και στις δύο αυτές φάσεις. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη λειτουργική ικανότητα κατά την ωχρινική φάση πιθανά να σχετίζεται με τα ανεβασμένα επίπεδα προγεστερόνης, FSH και τεστοστερόνης (Guo, 2004). Σε έρευνα της Friden και των συνεργατών της (2006) σχετικά με την κιναισθησία της άρθρωσης του γόνατος και τον νευρομυϊκό συντονισμό μετρήθηκαν 32 γυναίκες στις τρεις ορμονικές φάσεις του καταμήνιου κύκλου. Για τη μέτρηση της κιναισθησίας χρησιμοποιήθηκε το “square hop test” ενώ προσδιορίστηκαν η φάση της ωορρηξίας και η θυλακική φάση με ορμονικές αναλύσεις. Από τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε ότι η κιναισθησία της άρθρωσης στο γόνατο ήταν μειωμένη στην θυλακική φάση, ενώ τα αποτελέσματα της προσπάθειας στο “square hop test” έδειξαν σημαντικά υψηλότερες τιμές κατά την φάση της ωορρηξίας σε σύγκριση με τις άλλες δύο φάσεις του κύκλου.

Αυτή η μελέτη στηρίζει το γεγονός ότι η μεταβολή των ορμονών κατά τον καταμήνιο κύκλο επιδρά στην κιναισθησία του γόνατος και στον νευρομυϊκό συντονισμό (Friden et al., 2006).

Η αλλαγή των επιπέδων ορμονών έχει επίσης άμεση επίδραση στην τροποποίηση της χαλαρότητας της άρθρωσης του γόνατος κατά τη διάρκεια του εμμηνορρυσιακού κύκλου. Συγκεκριμένα κατά μέσο όρο η χαλαρότητα του γόνατος φαίνεται να αυξάνεται 3-5 μέρες μετά τη αύξηση των επιπέδων οιστραδιόλης, προγεστερόνης και τεστοστερόνης κατά την μεσό-ωχρινική φάση (Shultz, 2004). Αυτή η αύξηση είναι πιθανά και υπεύθυνη για την εμφάνιση των περισσότερων τραυματισμών που δεν προέρχονται από επαφή στην άρθρωση του γόνατος (Yu, 2002), και πιθανά αυτό το αποτέλεσμα να οφείλεται στο γεγονός ότι η προγεστερόνη αναστέλλει την προαγωγή της δύναμης που προκαλείται από τα οιστρογόνα (Janse de Jonge, 2001). Μελέτες έχουν αναφέρει αυξημένη εμφάνιση τραυματισμού του ΠΧΣ σε αθλήτριες ποδοσφαίρου κατά τη θυλακική φάση, όπου η παραγωγή οιστρογόνων είναι αυξημένη σε σχέση με την παραγωγή προγεστερόνης πράγμα που μας δείχνει ότι οι ορμονικές διακυμάνσεις πιθανά να συμβάλουν στην εμφάνιση τραυματισμού του ΠΧΣ (Hertel, 2006). Ο Romani και οι συνεργάτες του ανέφεραν επίσης ότι υπήρξε σημαντική σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης οιστραδιόλης ορμόνης με την σκληρότητα του ΠΧΣ κοντά στην ωορρηξία που υπονοεί ότι οι διακυμάνσεις στα επίπεδα των φυλετικών ορμονών πιθανά επηρεάζουν την σκληρότητα του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ) κοντά στην ωορρηξία (Romani, 2003).

Αντίθετα με όλα τα παραπάνω, πολλοί ερευνητές έχουν άλλη άποψη. Συγκεκριμένα ο Janse de Jonge και οι συνεργάτες του (2001) μελετώντας τις αλλαγές στις παραμέτρους της δύναμης κατά τη διάρκεια του εμμηνορρυσιακού κύκλου δεν εντόπισαν κάποιες λειτουργικές αλλαγές στις διαφορετικές φάσεις του κύκλου συμπεριλαμβανομένης και της μέγιστης ισομετρικής δύναμης τετρακέφαλων και της δύναμης των οπίσθιων μηριαίων (Janse de Jonge, 2001). Από τα αποτελέσματα έρευνας σε υγιείς γυναίκες, για την επίδραση των επιπέδων οιστραδιόλης και προγεστερόνης στον νευρομυϊκό συντονισμό, στην στατική ισορροπία και στον αδρό κινητικό έλεγχο δεν φάνηκε κάποια σχέση μεταξύ ορμονών και των λειτουργικών παραγόντων, αν και υπήρξε περιορισμός της έρευνας λόγω μικρού δείγματος (Abt, 2007). Επίσης κάποιες μελέτες έδειξαν ότι η αύξηση της δυσκαμψίας και η μείωση της χαλαρότητας της άρθρωσης δεν επηρεάζονται από την συγκέντρωση των ορμονών, αφού δεν παρουσιάστηκε κάποια αλλαγή των επιπέδων τους ανάμεσα στις φάσεις του καταμήνιου κύκλου (Carcia, 2004). Τι συμβαίνει και κάτω από

ποιες συνθήκες, ποιες οι επιδράσεις των ορμονών στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ), σίγουρα είναι κάποια ερωτήματα τα οποία απασχολούν τη διεθνή επιστημονική κοινότητα.

Ορμόνες και Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

Οι ορμόνες του έμμηνου κύκλου δρουν στους νευρώνες του μεσοκοιλιακού τμήματος του πυρήνα του υποθάλαμου, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την σεξουαλική συμπεριφορά, συμπεριλαμβανόμενου της γονιδιακής έκφρασης των νευροπεπτιδίων (Harlan, 1988). Η οιστρογονική δράση στα κύτταρα του εγκεφάλου σημειώνεται δια μέσω τουλάχιστον δύο τύπων ενδοκυτταρικών υποδοχέων. Κάποιες μελέτες υποστηρίζουν ότι τα οιστρογόνα δρουν στην ομοιόσταση του καλίου (K^+) (Mermelstein, Becker, & Surmeier, 1996) και στην ενεργοποίηση του συστήματος δευτερογενούς αγγελιοφόρου (Chowen, Torres-Aleman, & Garcia-Segura, 1992).

Πολλά από τα αποτελέσματα που έχουν τα οιστρογόνα διαφέρουν στην ποιότητα ή στην ποσότητα τους ανάμεσα στα δύο φύλα. Οι γενεαλογικές διαφορές στην εγκεφαλική λειτουργία επίσης περικλείουν διαφορές ανάλογα με το φύλο στην συχνότητα εμφάνισης ψυχοπαθολογιών όπως η κατάθλιψη η οποία είναι πιο κοινή στις γυναίκες. Οι ορμονικές επιδράσεις εμφανίζονται στον υπόκαμπο και στο πρόσθιο μέρος του εγκεφάλου (Bruce, 1999). Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι ο ρυθμός του βασικού μεταβολισμού είναι μεγαλύτερος στην ωχρινική φάση (ΩΦ) του εμμηνορρυσιακού κύκλου σε σύγκριση με την θυλακική φάση (ΘΦ) (Matsuo, Saitoh, & Suzuki, 1999). Η οιστραδιόλη, η προγεστερόνη και κάποιοι από τους μεταβολίτες τους μετριάζουν την ικανότητα των νευροδιαβιβαστών και των νευροπεπτιδίων του ΚΝΣ. Έχει φανεί ότι η οιστραδιόλη ίσως επιδρά θετικά στη διάθεση, στη γνωστική ικανότητα, στην αισθητηριακή αντίδραση, στην κινητική συμπεριφορά και στην αντιληπτική ικανότητα, ενώ η προγεστερόνη δημιουργεί γενικά αντίθετα αποτελέσματα από αυτά της οιστραδιόλης (Smith & Woolley, 2004). Ωστόσο, μία αρκετά υψηλή αναλογία των οιστρογόνων σε σχέση με την προγεστερόνη ανατρέπει τα αρνητικά αποτελέσματα της προγεστερόνης (D' Eon, 2002). Γενικά η οιστραδιόλη και η τεστοστερόνη έχουν διεγερτικές επιδράσεις, ενώ η προγεστερόνη έχει ανασταλτικές επιδράσεις στις νευρικές ικανότητες (Kuhl, 2002). Τα οιστρογόνα πολλαπλασιάζουν τον μεταβολισμό των λιπών αυξάνοντας την δράση των ενζύμων «κλειδιών» που συμμετέχουν στην μεταφορά και στην οξείδωση των λιπαρών οξέων (Campbell & Febbraio, 2001).

Η οιστραδιόλη αυξάνεται από το δεύτερο μισό της οιστρογονικής - θυλακικής φάσης μέχρι να φτάσει στη μέγιστη τιμή της στα μέσα του κύκλου, ενώ η προγεστερόνη

αυξάνεται κύρια κατά την ωχρινική φάση και μειώνεται πριν αρχίσει η εμμηνόρροια (Smith & Woolley, 2004). Κατά την 3-5 μέρα της εμμηνορρυσίας όπου τα επίπεδα οιστραδιόλης και προγεστερόνης είναι χαμηλά υπάρχει μικρή τάση για αναστολή της λειτουργίας των νευροδιαβιβαστών του ΚΝΣ, κατά την 9-12 μέρα του έμμηνου κύκλου υπάρχει μικρότερη ανασταλτικότητα και μεγαλύτερη διευκόλυνση της διέλευσης των νευρικών μηνυμάτων από τους νευροδιαβιβαστές. Μετά την απότομη άνοδο της ωχρινοτρόπου ορμόνης και όταν τα επίπεδα οιστραδιόλης και προγεστερόνης είναι υψηλά (23-29 μέρα του έμμηνου κύκλου) μειώνεται η ευαισθησία των νευροδιαβιβαστών με αποτέλεσμα να μην υπάρχει διευκόλυνση της διέλευσης των μηνυμάτων από αυτούς (Smith, Adams, Schmidt, Rubinow, & Wassermann, 2002).

Επιδράσεις της μυϊκής κόπωσης

Ο Lattanzio και οι συνεργάτες του μελέτησαν τα κινηματικά χαρακτηριστικά σε άλματα από ημικάθισμα (squat) σε υγιείς γυναίκες και άνδρες μετά από τρία διαφορετικά πρωτόκολλα, κόπωσης με ποδηλατοεργόμετρο. Το πρώτο πρωτόκολλο περιλάμβανε αυξανόμενη ένταση 20-25 W/min μέχρι την εξάντληση, το δεύτερο πρωτόκολλο είχε συνεχόμενη επιβάρυνση ποδηλατώντας στο 80 % της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, μέχρι την εξάντληση, ενώ το τρίτο πρωτόκολλο περιλάμβανε εναλλαγή της έντασης ποδηλασίας μεταξύ του 120% της VO_{2max} και του 40% της VO_{2max} για 30 δευτερόλεπτα την φορά μέχρι την μέγιστη εξάντληση. Συμπεράναν ότι, οι γυναίκες παρουσίασαν αύξηση του απόλυτου γωνιακού σφάλματος το οποίο και μετρήθηκε με ηλεκτρονικό γωνιόμετρο μετά από πρώτο και το τρίτο πρωτόκολλο. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι δοκιμασίες που περιλαμβάνουν μεγάλα φορτία οδηγούν σε κόπωση η οποία μπορεί να προξενήσει αλλαγές στην ικανότητα αναπαραγωγής της γωνίας του γόνατος και της ποδοκνημικής άρθρωσης (Lattanzio, 1997). Αυτό ίσως φανερώνει τη μείωση της ιδιοδεκτικής λειτουργίας μετά από άσκηση με μεγάλη ένταση. Έρευνα που έγινε για τις επιδράσεις της κόπωσης στην ισορροπία έδειξε ότι υπάρχει σημαντική μείωση του κινητικού ελέγχου σε στατικές δοκιμασίες ισορροπίας μετά από παρατεταμένη μυϊκή άσκηση. Αυτό υποστηρίζει την άποψη ότι μετά από κόπωση υπάρχει αυξημένη πιθανότητα τραυματισμού εξαιτίας της μειωμένης ικανότητας ισορροπίας (Johnston, 1998).

Συγκεκριμένα μελέτη που έγινε σε άνδρες και γυναίκες αθλητές και αθλήτριες έδειξε ότι σαν ανταπόκριση στη μυϊκή κόπωση στην άρθρωση του γόνατος, εμφανίζεται μία γενική μείωση στην ικανότητα αντίληψης της θέσης της άρθρωσης κατά την κίνηση με

εκτατική τροχιά και αύξηση του αρχικού χρόνου αντίδρασης συστολής του τετρακέφαλου μυ. Το παραπάνω αποτέλεσμα δείχνει ότι και τα δύο φύλα παρουσιάζουν μειωμένη ιδιοδεκτική ικανότητα και μεταβολή της μυϊκής δραστηριότητας ως επακόλουθα της μυϊκής κόπωσης (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2000). Επίσης έρευνα που έγινε σε ηλικιωμένους για τις επιδράσεις της κόπωσης πάνω στην αίσθηση της άρθρωσης του σώματος έδειξε ότι μετά από ένα πρωτόκολλο τοπικής κόπωσης στην άρθρωση του γόνατος, το οποίο αποτελείτο από 30 μέγιστες προσπάθειες έκτασης και κάμψης της άρθρωσης του γόνατος με ταχύτητα 120° το δευτερόλεπτο σε ισοκινητικό δυναμόμετρο, υπήρξε αύξηση του απόλυτου γωνιακού σφάλματος της τάξεως των $2,56^\circ$ (Ribeiro, 2007).

Τέλος σε μελέτη των Paschalis et al. 2008 φάνηκε ότι η αίσθηση της γωνίας άρθρωσης επηρεάστηκε από το αυξημένο φορτίο της άσκησης και την παρουσία κόπωσης στο κάτω μέλος. Συγκεκριμένα μελετώντας του καμπτήρες του γόνατος και εξετάζοντας το δείγμα από πρηνή θέση βρήκαν ότι υπήρξε μία τάση να τοποθετείται το μέλος σε πιο εκτατική θέση (μεγαλύτερο μήκος μυός) από αυτή που τοποθετήθηκε από το εκάστοτε δείγμα πριν από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης (Paschalis et al., 2008). Η ίδια ομάδα ερευνητών σε μελέτη πάνω στους εκτείνοντες του γόνατος και εξετάζοντας ένα δείγμα ατόμων από καθιστή θέση βρήκε ότι μετά την εφαρμογή κόπωσης υπήρξε επίσης τάση να τοποθετείται το μέλος σε πιο εκτατική θέση κάτι που αντιπροσωπεύει την ελάττωση στο μήκος του μυός (Paschalis et al., 2007). Πιθανόν αυτή η ασυμφωνία να οφείλεται στα διαφορετικά ανατομικά χαρακτηριστικά και στην ανόμοια λειτουργικότητα ανάμεσα σε καμπτήρες και εκτείνοντες του γόνατος (Paschalis et al., 2008). Αντίθετα με τις παραπάνω μελέτες οι Kazutomo και οι συνεργάτες του (2004) δεν βρήκαν να υπάρχει επίδραση της τοπικής κόπωσης στη διαφοροποίηση του τυπικού γωνιακού σφάλματος, ενώ βρήκαν επίδραση της γενικής κόπωσης στην αναπαραγωγή της γωνίας στόχου (Kazutomo, 2004).

Η επίδραση της μυϊκής κόπωσης πάνω στην ισορροπία είναι παρόμοια. Έχει βρεθεί ότι μία έντονης συχνότητας άσκηση επηρεάζει την γενική κόπωση και ότι η κόπωση μίας ομάδας μυών έχει άμεση σχέση με τον έλεγχο της ισορροπίας του σώματος (Ledín, 2004). Σε μελέτη που έκανε η Rozzi και οι συνεργάτες της (1999) βρήκαν ότι σαν ανταπόκριση στη μυϊκή κόπωση, τα δείγματα παρουσίασαν γενική μείωση στην ικανότητα αίσθησης της κίνησης της άρθρωσης κατά τη διάρκεια εκτατικής κίνησης του κάτω άκρου, αύξηση του χρόνου ενεργοποίησης της μυϊκής σύσπασης στους οπίσθιους μηριαίους μύες και στον γαστροκνήμιο μυ κατά τη διάρκεια προσγείωσης μετά από άλμα και αύξηση του εμβαδού ηλεκτρομυογραφήματος κατά την πρώτη σύσπαση του μέσου πλατύ μυ και του έξω πλατύ

μυ στην προσγείωση μετά από άλμα (Rozzi & Fu, 1999). Βέβαια δεν φάνηκε να ισχύει κάτι παρόμοιο για την ακρίβεια αντίληψης της κίνησης, η οποία ορίζεται ως η περίοδος ενέργειας που γίνεται προσομοίωση της κίνησης χωρίς κίνηση του σώματος, αφού σε κάποιες μελέτες δεν βρέθηκαν αλλαγές στην αντίληψη των κινητικών αθλητικών προσπαθειών από αθλητές αμέσως μετά την πραγματοποίηση πρωτοκόλλου κόπωσης (Guillot, 2005).

Τέλος έχει γίνει γνωστό από προηγούμενες έρευνες ότι μετά από κόπωση, τρέξιμο και προσπάθειες που περιλαμβάνουν γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης εμφανίζεται καθυστερημένη μυϊκή τάση στον τετρακέφαλο και στους οπίσθιους μηριαίους μύες κατά τη αρχή της ενεργοποίησης τους και πρώιμη εμφάνιση μέγιστης κάμψης του γόνατος. Αυτό δείχνει ότι η καθυστερημένη ενεργοποίηση του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων και η πρώιμη εμφάνιση μέγιστης κάμψης της άρθρωσης του γόνατος συμβάλουν στην αιφνίδια απορρόφηση των δυνάμεων κατά την προσγείωση και στη μείωση της σταθεροποίησης της άρθρωσης του γόνατος μετά από παρουσία κόπωσης (Yu, 2002).

Διαφορές στη μορφολογία και στη μηχανική της άρθρωσης του γόνατος και των κάτω άκρων μεταξύ των φύλων.

Με μία προσεκτική ανάλυση των κινήσεων μεταξύ ανδρών και γυναικών μπορεί κανείς να διακρίνει διαφορετικούς μηχανισμούς λειτουργικότητας τόσο των αρθρώσεων όσο και ολόκληρου του σώματος (Barfield, 2002; Pollard et al., 2005). Ο επιγονατιδοκνημιαίος τένοντας είναι ένας ανατομικός παράγοντας κινδύνου για τον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Έχει βρεθεί ότι η γωνία του συγκεκριμένου τένοντα είναι $27,8^\circ$ έως $12,2^\circ$ για τους άνδρες και $34,8^\circ$ έως $13,3^\circ$ για τις γυναίκες όταν το κάτω άκρο βρίσκεται στις 0° κάμψης γόνατος. Αυτή η διαφορά έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση πρόσθιας δύναμης τάσης κατά 13% στο κνημιαίο οστό στις γυναίκες (Yu, 2002). Σε μελέτες σχετικά με τα κινηματικά χαρακτηριστικά της προσγείωσης μετά από άλματα βάθους βρέθηκε ότι κατά τη διάρκεια της φάσης επιβράδυνσης στην προσγείωση, εμφανίζεται μεγαλύτερη η τιμή της μέγιστης γωνίας κάμψης στις γυναίκες σε σύγκριση με τους άνδρες. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος οι γυναίκες φαίνεται να μην έχουν μεγάλη απόσβεση των δυνάμεων που ασκούνται στην άρθρωση του γόνατος (Ford, Myer, & Hewett, 2003; Yi, 2004). Την ίδια άποψη έχουν ο Decker και οι συνεργάτες του (2003) οι οποίοι μελέτησαν τις διαφορές μεταξύ των φύλων κατά τη διάρκεια μίας δοκιμασίας όπως είναι η προσγείωση μετά από άλματα βάθους. Ανέφεραν ότι οι γυναίκες εμφάνισαν πιο όρθια θέση των κάτω άκρων που πιθανά είναι

επιρρεπής για εμφάνιση κάποιου τραυματισμού στην άρθρωση του γόνατος εξαιτίας των υψηλών φορτίων που ασκούνται σε αυτή (Decker, Torry, Wyland, Sterett, & Richard Steadman, 2003). Επίσης προηγούμενη έρευνα έχει αναφέρει σημαντικά αυξημένη αστάθεια της κίνησης της εσωτερικής περιστροφής κατά τη διάρκεια της προσπάθειας αλλαγής κατεύθυνσης στις γυναίκες αθλήτριες σε σχέση με τους άνδρες αθλητές (McLean, 1999). Οι γυναίκες τείνουν να έχουν μειωμένη γωνία κάμψης γόνατος και αυξημένη Valgus γόνατος γωνία σε σχέση με τους άνδρες σε δοκιμασίες που περιλαμβάνουν τρέξιμο, αλλαγές κατεύθυνσης και άλματα (Yu, 2002). Σε έρευνες πάνω στα ομαδικά αθλήματα και συγκεκριμένα στο ποδόσφαιρο έχει βρεθεί ότι οι γυναίκες εμφανίζουν αυξημένη απαγωγή του γόνατος κατά την εκτέλεση τάκλιν (Malinzak, 2001), και μειωμένο νευρομυϊκό συντονισμό κατά την εκτέλεση αλλαγών κατεύθυνσης 45° (Pollard et al., 2005). Άλλη μία έρευνα έδειξε ότι οι γυναίκες αθλήτριες ποδοσφαίρου και καλαθοσφαίρισης έχουν έμφυτα μεγαλύτερη χαλαρότητα στην άρθρωση του γόνατος και εμφανίζουν μεγαλύτερο χρόνο απόκρισης στο να αναγνωρίσουν την κίνηση της άρθρωσης του γόνατος κατά τη διάρκεια έκτασης του γόνατος. Αντίθετα, οι ίδιες αθλήτριες παρουσίασαν καλύτερες μετρήσεις στο ηλεκτρομυογράφημα μετρώντας το μέγιστο πλάτος και την περιοχή πλάγια του δικέφαλου μηριαίου κατά την προσγείωση, γεγονός που δείχνει ότι πιθανά έχουν υιοθετήσει ένα αντισταθμιστικό μοτίβο ενεργοποίησης του μυός ώστε να επιτυγχάνουν την σταθεροποίηση της άρθρωσης (Yu, 2002).

Εξαιτίας των διαφορετικών κινητικών προτύπων και χαρακτηριστικών τις άρθρωσης του γόνατος που έχουν οι αθλήτριες, κατά τη διάρκεια πολλών δραστηριοτήτων εμφανίζουν αυξημένα φορτία πάνω στο γόνατο και αυτό πιθανότατα συμβάλει στην αυξημένη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών στους συνδέσμους τους (Yu, 2002). Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω ανατομικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με την πιθανολογούμενη επίδραση της μεταβολής των ορμονικών επιπέδων του καταμηνίου κύκλου στην χαλαρότητα της άρθρωσης είναι θεμιτό να υποθέσουμε ότι οι γυναίκες θα έχουν μεγαλύτερη τάση για τραυματισμό σε συγκεκριμένες ημέρες του κύκλου.

Πρόληψη τραυματισμών

Οι τραυματισμοί των συνδέσμων και κυρίως του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ) είναι πολύ κοινοί στον αθλητισμό. Οι περισσότεροι τραυματισμοί στον ΠΧΣ δεν προέρχονται από επαφή. Σε αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, η καλαθοσφαίριση και η πετοσφαίριση, οι γυναίκες εμφανίζουν μεγαλύτερο κίνδυνο τραυματισμού στον ΠΧΣ σε σχέση με τους άνδρες (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2000; Huston, 2000).

Πολλές μελέτες πάνω στους παράγοντες κινδύνου για τέτοιο τραυματισμό έχουν εστιάσει στην μείωση της ισορροπίας και αίσθησης των κινήσεων (Yu, 2002).

Τα αποτελέσματα των ερευνών για την πρόληψη των τραυματισμών στο γόνατο δεν έχουν καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα, ωστόσο προπονητικά προγράμματα για την βελτίωση της νευρομυϊκής συναρμογής, φαίνεται να μειώνουν την εμφάνιση τραυματισμού στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο (ΠΧΣ) στις αθλήτριες (Mandelbaum et al., 2005). Τα μελλοντικά προγράμματα προπόνησης για την πρόληψη των τραυματισμών μη επαφής στην άρθρωση του γόνατος πιθανά να χρειάζεται να επικεντρωθούν σε δοκιμασίες προσγειώσης με οριζόντια τροχιά αντί των απλών κατακόρυφων προσγειώσεων (Yu, 2002). Τα προγράμματα πρόληψης συνήθως έχουν πιο εμφανή αποτελέσματα σε ομάδες με αυξημένο κίνδυνο για εμφάνιση τραυματισμού (πχ άτομα με προηγούμενο τραυματισμό). Για να υπάρξουν συγκεκριμένες κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό τέτοιων προγραμμάτων χρειάζεται η πραγματοποίηση επιπλέον μελετών για την αποτίμηση των επιδράσεων από τις ειδικές παρεμβάσεις των μεθόδων πρόληψης τραυματισμών (Junge, 2004).

Επιλεγμένα πρωτόκολλα αξιολόγησης κόπωσης, κιναισθησίας και ιδιοδεκτικότητας

Πρωτόκολλο κόπωσης. Ως μυϊκή αντοχή ορίζεται η ικανότητα των μυών να πραγματοποιούν συνεχόμενες συσπάσεις ενάντια σε κάποιο εξωτερικό φορτίο (Baltzopoulos, 1989). Υπάρχουν πολλά δημοφιλή πρωτόκολλα αντοχής στην κόπωση που περιλαμβάνουν έναν προκαθορισμένο αριθμό μέγιστων επαναλήψεων (Baltzopoulos, 1989) ή μία προκαθορισμένη χρονική περίοδο στην οποία τα δείγματα πρέπει να εκτελέσουν όσο το δυνατόν περισσότερες επαναλήψεις (Felicetti, 1994). Άλλοι ερευνητές διαμόρφωσαν την καμπύλη κόπωσης χρησιμοποιώντας συνεχόμενες επαναλήψεις μέχρι την εξάντληση (συνήθως μέχρι την πτώση στο 50% της μέγιστης ροπής) (Manou, 2002; Schwendner, Mikesky, Wigglesworth, & Burr, 1995). Επομένως μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει κάποιο στάνταρ πρωτόκολλο αντοχής στην κόπωση που να πραγματοποιείται στο ισοκινητικό δυναμόμετρο CYBEX NORM[®], Ronkokoma, NY.

Στην συγκεκριμένη μελέτη για την εφαρμογή κόπωσης στο κάτω κυρίαρχο άκρο επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε το πρωτόκολλο κατά Manou και συνεργάτες, 2002 το οποίο περιλαμβάνει καμπύλη κόπωσης χρησιμοποιώντας συνεχόμενες επαναλήψεις μέχρι την εξάντληση (50% μέγιστης ροπής) (Manou, 2002), το οποίο θεωρήσαμε ως πιο κατάλληλο για τον στόχο μας.

Πρωτόκολλο ιδιοδεκτικότητας. Η ιδιοδεκτικότητα είναι η ικανότητα αντίληψης της θέσης των αρθρώσεων μέσα στο χώρο. Μετρώντας λοιπόν την ικανότητα αντίληψης της θέσης άρθρωσης του γόνατος μπορούμε να προσδιορίσουμε το επίπεδο ιδιοδεκτικής ικανότητας της συγκεκριμένης άρθρωσης. Η καλή ιδιοδεκτική ικανότητα συμβάλει στην μείωση των τάσεων που αναπτύσσονται στην άρθρωση και με τον τρόπο αυτό συμβάλει και στην μείωση της εμφάνισης τραυματισμών λόγω των αυξημένων τάσεων στους συνδέσμους και γενικά στην άρθρωση. Είναι πολύ γνωστή αίσθηση η αστάθεια που εμφανίζεται στα κάτω άκρα μετά από ασυνήθιστες δραστηριότητες όπως το περπάτημα σε κατηφόρα. Προηγούμενες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει πρωτόκολλα μέτρησης της ιδιοδεκτικής ικανότητας της άρθρωσης του γόνατος τόσο από πρηνή θέση όσο και από καθιστή θέση μετά από έκκεντρα πρωτόκολλα κόπωσης (Allegrucci et al., 1995; Paschalis et al., 2007). Ο Skinner και οι συνεργάτες του το 1986 (Skinner, 1986) ανέφεραν ότι η αναπαραγωγή της γωνίας της άρθρωσης του γόνατος επηρεάζεται πιο πολύ από φορτία κόπωσης από ότι η κιναισθησία. Επίσης ερευνητές έχουν αναφέρει ότι η ενεργητική σύσπαση των μυών παράγει πιο ακριβή αίσθηση της θέσης του μέλους (Pailland, 1974) και για αυτό το λόγω σε αυτή την έρευνα μετρήσαμε την ιδιοδεκτικότητα με την συγκεκριμένη διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω.

Δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός προηγούμενων ερευνών που να έχουν χρησιμοποιήσει κάποιο σχετικό πρωτόκολλο μέτρησης της ιδιοδεκτικότητας στην άρθρωση του γόνατος. Στην συγκεκριμένη έρευνα επιλέξαμε το πρωτόκολλο που πρώτος εφάρμοσε ο Paschalis και οι συνεργάτες του το 2007 (Paschalis et al., 2007) προσθέτοντας άλλες δύο εξεταζόμενες γωνίες μαζί με την ήδη υπάρχουσα του εν λόγω πρωτοκόλλου.

Πρωτόκολλο αξιολόγησης κιναισθησίας. Η κιναισθησία συχνά αξιολογείται με τεστ ισορροπίας. Τόσο η στατική όσο και η δυναμική ισορροπία του σώματος είναι αποτέλεσμα σύνθετων συντονισμένων κέντρων επεξεργασίας αποτελούμενων από οπτικά, περιφερικά και σωματο-αισθητηριακά μονοπάτια. Τα τεστ ισορροπίας στο ένα πόδι έχουν πολύ ενδιαφέρον γιατί βρίσκονται πιο κοντά και μιμούνται κατά κάποιο τρόπο την αθλητική εκτέλεση.

Ο χρόνος σταθεροποίησης είναι ένα παράδειγμα αντικειμενικής μέτρησης του ελέγχου της στάσης του σώματος που χρησιμοποιείται παράλληλα με κάποιο λειτουργικό πρωτόκολλο αλμάτων. Ο χρόνος σταθεροποίησης ορίζεται ως ο χρόνος που χρειάζεται για να ελαχιστοποιηθεί η επακόλουθη δύναμη αντίστασης του εδάφους που υπάρχει μετά από

την προσγείωση από άλμα (Wikstrom et al., 2005). Ο χρόνος σταθεροποίησης συνηθίζεται να χρησιμοποιείται για την αποτίμηση των επιδράσεων της κόπωσης στον κινητικό έλεγχο σε άλματα. Ερευνητές έχουν υπολογίσει διαφορετικές μετρήσεις στατικής και δυναμικής σταθερότητας του σώματος με διαφορετικής χρονικής διάρκειας προσπάθειες, οι οποίες έχουν εύρος από 5 έως 60 δευτερόλεπτα κατά τη διάρκεια της στατικής θέσης (Colby, 1999; Ross, Guskiewicz, & Yu, 2005) και από 3 έως 20 δευτερόλεπτα κατά τη διάρκεια της προσπάθειας προσγείωσης από το άλμα (Emery, Cassidy, Klassen, Rosychuk, & Rowe, 2005; Wikstrom et al., 2005).

Η μέτρηση του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα όμως παρουσιάζει κάποιες δυσκολίες στην ερμηνεία, όπως το γεγονός ότι αναπτύσσονται δυνάμεις από τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις για κάθε προσγείωση, οι οποίες δίνουν στους ερευνητές τρεις διαφορετικές μετρήσεις για την δυναμική ισορροπία του σώματος. Επίσης το γεγονός ότι κάποιες δοκιμασίες της μέτρησης του χρόνου σταθεροποίησης διαρκούν για 20 δευτερόλεπτα, είναι κάτι που δεν ανταποκρίνεται στην ακριβή αθλητική δραστηριότητα (Ross et al., 2005).

Το πρωτόκολλο μέτρησης του χρόνου σταθεροποίησης μετά από άλμα που θεωρήσαμε ότι ανταπεξέρχεται καλύτερα στις προσδοκίες της μελέτης μας, έχει χρησιμοποιηθεί και περιγραφεί σε παλαιότερη έρευνα από τους Ross και Guskiewicz το 2003 και περιλαμβάνει μικρότερη διάρκεια μέτρησης (Ross et al., 2005).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Το δείγμα αποτέλεσαν 10 εν ενεργεία γυναίκες αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων (ποδόσφαιρο, μπάσκετ, βόλεϊ) ηλικίας 18 – 25 ετών, με ύψος $164,2 \pm 9,2\text{cm}$, βάρος $59,5 \pm 5,5\text{Kg}$, ποσοστό σωματικού λίπους $21,2 \pm 4,5\%$ και με σταθερό καταμήνιο κύκλο (πίνακας 1). Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν: προπονητική ηλικία μικρότερη των 3 ετών, τραυματισμός στα κάτω άκρα τουλάχιστον ένα έτος πριν από την πραγματοποίηση της μέτρησης, πόνοι στα κάτω άκρα, γυναικολογικές παθήσεις και μη σταθερός εμμηνορρυσιακός κύκλος.

Περιγραφή των οργάνων

Για την καταγραφή και προσδιορισμό του καταμήνιου κύκλου χρησιμοποιήθηκε έντυπο «καταγραφής θερμοκρασίας του έμμηνου κύκλου» (2 μηνών) και αιματολογικές εξετάσεις (επίπεδα FSH – LH, οιστρογόνων και προγεστερόνης). Για την πραγματοποίηση της προθέρμανσης χρησιμοποιήθηκε ποδήλατο – εργόμετρο τύπου Monark (Vansbro, Sweden). Για τον προσδιορισμό του δυνατού ποδιού των εξεταζόμενων χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο CYBEX NORM[®], Ronkokoma, NY. Για την μέτρηση της ιδιοδεκτικότητας χρησιμοποιήθηκε ισοκινητικό δυναμόμετρο CYBEX NORM[®], Ronkokoma, NY. και το πρωτόκολλο κατά Paschalis και συνεργάτες το 2007 (Paschalis et al., 2008). Ο προσδιορισμός χρόνου σταθεροποίησης έγινε χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία single-leg Jump σε δυναμοδάπεδο Bertec (4060-15) και το πρωτόκολλο κατά Ross et al. 2005 (Ross et al., 2005). Το πρωτόκολλο κόπωσης πραγματοποιήθηκε σε ισοκινητικό δυναμόμετρο τύπου CYBEX NORM[®], Ronkokoma, NY χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο κατά Manou και συνεργάτες το 2002.

Δοκιμασίες μέτρησης

Οι δοκιμασίες μέτρησης που πραγματοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα ήταν η δοκιμασία για τον προσδιορισμό του κυρίαρχου κάτω άκρου με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου, η δοκιμασία ιδιοδεκτικότητας η οποία έγινε και αυτή σε ισοκινητικό δυναμόμετρο, η διαδικασία αξιολόγησης της κιναισθησίας μέσω του χρόνου σταθεροποίησης (ισορροπία μετά από άλμα) σε δυναμοδάπεδο και η διαδικασία του πρωτοκόλλου κόπωσης σε ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι παραπάνω διαδικασίες περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω στη μεθοδολογία (διαδικασία).

Διαδικασία

Μετά την πρώτη επιλογή εθελοντριών που πληρούσαν τα κριτήρια, δόθηκε στο δείγμα το έντυπο «καταγραφής θερμοκρασίας» στο οποίο καταγραφόταν η καθημερινή πρωινή (προ εγέρσεως) θερμοκρασία των αθλητριών για δύο εμμηνορρυσιακούς κύκλους, από τις ίδιες. Η καταγραφή θερμοκρασίας έγινε με ηλεκτρονικό θερμόμετρο εμπορίου με κλίμακα 0.1°C. Η θερμομέτρηση γινόταν από το στόμα νωρίς το πρωί αμέσως μετά το ξύπνημα και πριν την έγερση. Ως πρώτη ημέρα του κύκλου σημειώθηκε η πρώτη μέρα της εμμηνορρυσίας και ως τελευταία η ημέρα πριν την έναρξη του δεύτερου κύκλου εμμηνορρυσίας. Τα ερωτηματολόγια επιστράφηκαν πριν την έναρξη των μετρήσεων. Ο προσδιορισμός της θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκε για την αρχική εκτίμηση της διάρκειας των διαφορετικών φάσεων του κύκλου (Vollman, 1977) η οποία κατόπιν επιβεβαιώθηκε με ορμονικό έλεγχο. Οι εθελόντριες με άστατο κύκλο, με ημιτελώς συμπληρωμένα έντυπα ή με ανυπαρξία μεταβολών θερμοκρασίας αποκλείστηκαν από την μελέτη.

Όλες οι πειραματικές μετρήσεις έγιναν μεταξύ 08.00 με 12.00 το πρωί σε δύο πειραματικές συνεδρίες μέσα στον ίδιο καταμήνιο κύκλο. Πριν από κάθε πειραματική συνεδρία πραγματοποιήθηκε αιμοληψία από μικροβιολόγο για την επιβεβαίωση της φάσης του κύκλου με τον προσδιορισμό των επιπέδων ορμονών (οιστραδιόλης (E2), προγεστερόνης (Prg) στο αίμα με τη μέθοδο Eliza. Κατά τη διάρκεια των πειραματικών συνεδριών η αθλήτριες πραγματοποίησαν την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας πριν και μετά από κόπωση στο κυρίαρχο κάτω άκρο.

Η πρώτη πειραματική συνεδρία έγινε σε ημέρα του κύκλου που αντιστοιχούσε στο πρώτο μισό της θυλακικής φάσης, δηλ. 5^η -6^η μέρα του εμμήνου κύκλου (οιστραδιόλη 18.0 – 147.0 pg/mL- και Prg 0.50 – 4.50 nmol/L). Η δεύτερη πειραματική συνεδρία έγινε σε ημέρα του κύκλου που αντιστοιχούσε στη μέση-ωχρινική φάση, (οιστραδιόλη 43.0 –

214.0 pg/mL και Prg 4.77 – 63.5 nmol/L) η οποία ορίζεται 7 μέρες μετά την ωορρηξία (δηλ. 20^η -23^η ημέρα του κύκλου) με ταυτόχρονη αύξηση της Prg στον ορό αίματος (DeGroot, 2006).

Προσδιορισμός κυρίαρχου κάτω άκρου. Ο προσδιορισμός του κυρίαρχου κάτω άκρου έγινε σε ημέρα που προηγήθηκε κατά μία εβδομάδα από τις πειραματικές συνεδρίες, με βάση τον προσδιορισμό της μέγιστης ροπής και στα δύο κάτω άκρα, στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι δοκιμαζόμενες προσήλθαν στο εργαστήριο πρωινή ώρα φορώντας αθλητική περιβολή. Συγκεκριμένα πριν το τεστ γινόταν 7λεπτή προθέρμανση σε κυκλοεργόμετρο με ταχύτητα 70-80 rpm και αντίσταση 80watt καθώς επίσης πέντε λεπτά διατάσεις για τους οπίσθιους και τους πρόσθιους μηριαίους μύες. Η δοκιμασία για τον προσδιορισμό του κυρίαρχου κάτω άκρου πραγματοποιήθηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο και περιλάμβανε 5 μέγιστες επαναλήψεις έκτασης και κάμψης της άρθρωσης του γόνατος με ομόκεντρο (σύγκεντρο) τρόπο σε σταθερή γωνιακή ταχύτητα 120ο /1'' ξεχωριστά και στα δύο κάτω άκρα (Rozzi, Lephart, & Fu, 1999). Οι δοκιμαζόμενες τοποθετήθηκαν και σταθεροποιήθηκαν στο ισοκινητικό δυναμόμετρο σε καθιστή θέση με το ισχίο σε γωνία 90ο, σε θέση πραγματοποίησης του τεστ για κάμψη και έκταση των μηριαίων. Χρησιμοποιήθηκαν δύο ιμάντες οι οποίοι ξεκινούσαν από τους ώμους και κατέληγαν χιαστί στο στήθος ως σταθεροποίηση της σπονδυλικής στήλης. Επίσης άλλος ένας ιμάντας ο οποίος περνούσε πάνω από τη μέση του μηρού σταθεροποιούσε το εξεταζόμενο κάτω άκρο. Το επίπεδο του βραχίονα προσαρμόστηκε στο ύψος στο ύψος του έξω μηριαίου κονδύλου. Δόθηκε η οδηγία στις δοκιμαζόμενες να έχουν τα άνω άκρα τους σταυρωμένα στο επίπεδο του στήθους καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας. Το εύρος κίνησης ήταν 110ο, από 5ο έως 115ο με τις 0ο (ανατομικό μηδέν) να βρίσκονται στην πλήρη έκταση. Τέλος έγινε διόρθωση του επιπέδου βαρύτητας, της επίδρασης του βάρους του εξεταζόμενου μέλους στην τιμή της ροπής.

Ορμονικές αναλύσεις. Η συλλογή του ορού αίματος έγινε νωρίς το πρωί 8.00-9.00 π.μ. Υπολογίστηκε η συγκέντρωση οιστραδιόλης, προγεστερόνης, στον ορό αίματος με την ανοσοενζυμική μέθοδο Eliza. Η συγκέντρωση προγεστερόνης στον ορό περισσότερο από 16 nmol⁻¹ επιβεβαιώνει την φάση ωορρηξίας (Janse de Jonge, 2001). Η συγκέντρωση προγεστερόνης στον ορό στα 0.5-4.5 nmol/L και οιστραδιόλης στα 18-147 pg/mL μας δείχνει την παρουσία του πρώτου μισού της θυλακικής φάσης, ενώ η συγκέντρωση

προγεστερόνης στον ορό στα 4.77-63.5 nmol/mL και οιστραδιόλης στα 43-214 pg/mL μας δείχνει την παρουσία της μέσο-ωχρινικής φάσης (DeGroot, 2006).

Δοκιμασία Ιδιοδεκτικότητας-Ικανότητα Αντίληψης της Θέσης Άρθρωσης. Η μέτρηση της ιδιοδεκτικότητας (Paschalis et al., 2007) πραγματοποιήθηκε πριν και μετά από το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης. Η κάθε εξεταζόμενη τοποθετήθηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο σε καθιστή θέση. Για την σταθεροποίηση της εκάστοτε εξεταζόμενης ακολουθήθηκε ίδια διαδικασία με αυτή για τον προσδιορισμό του κυρίαρχου κάτω άκρου. Οι γωνίες καταγράφηκαν αυτόματα από το δυναμόμετρο. Ο ερευνητής τοποθετούσε το επιλεγμένο κάτω άκρο της δοκιμαζόμενης τυχαία στις 30°, 45° και 60° κάμψης του γόνατος για 10 δευτερόλεπτα (ενόσω η δοκιμαζόμενη δεν συμμετείχε ενεργητικά στην διαδικασία και δεν έβλεπε την κίνηση του γόνατος). Έπειτα ζητήθηκε από κάθε εξεταζόμενη να επανατοποθετήσει μόνη της το μέλος της στην γωνία που προηγήθηκε εκτελώντας εκτατική κίνηση από τις 90° κάμψης προς τις 0° όπου ήταν και η πλήρης έκταση. Οι εξεταζόμενες κινούσαν ενεργητικά το μέλος τους με ομόκεντρη κίνηση στην γωνία στόχο και όταν ήταν ικανοποιημένες για τη γωνία που είχαν διαλέξει κρατούσαν το μέλος σε αυτή τη θέση για 2 δευτερόλεπτα. Μετρήθηκαν τρεις προσπάθειες για κάθε γωνία και ως τελικό αποτέλεσμα πήραμε τον μέσο όρο και των τριών (Paschalis et al., 2008).

Δοκιμασία αξιολόγησης κιναισθησίας (μέτρηση χρόνου σταθεροποίησης). Η μέτρηση του χρόνου σταθεροποίησης πραγματοποιήθηκε πριν και μετά το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης αμέσως μετά τη δοκιμασία προσδιορισμού της ιδιοδεκτικότητας. Οι εξεταζόμενες τοποθετήθηκαν σε θέση προσοχής 70 cm. μακριά από το κέντρο του δυναμοδάπεδου. Κάθε αθλήτρια εκτελούσε κατακόρυφο άλμα και είχε ως στόχο να προσγειωθεί μέσα στο δυναμοδάπεδο μόνο με το εξεταζόμενο (κυρίαρχο) κάτω άκρο, ισορροπώντας σε αυτό με ισορροπία φλαμίνγκο όσο το δυνατόν γρηγορότερα κοιτάζοντας ευθεία μπροστά και έχοντας τα χέρια στην μεσολαβή. Η διάρκεια που ζητήθηκε από τις εξεταζόμενες να ισορροπήσουν σε αυτή τη θέση ήταν 10''. Ο κατακόρυφος χρόνος σταθεροποίησης αναγνωρίστηκε επίσημα ως ο χρόνος όπου η συνιστώσα της κατακόρυφης δύναμης που μετριόταν από το δυναμοδάπεδο έφτανε και σταθεροποιείτο με απόκλιση 5% στο βάρος του σώματος των δοκιμαζόμενων μετά την προσγείωση. Αν κάποια από τις δοκιμαζόμενες έχανε την ισορροπία της και ακουμπούσε στο έδαφος με το μη εξεταζόμενο πόδι τότε η προσπάθεια δεν λαμβανόταν υπόψη και γινόταν επανάληψη

της. Όλες οι εξεταζόμενες εκπαιδεύτηκαν στο να κάνουν το άλμα με το κεφάλι ψηλά. Το συνολικό περιεχόμενο του πρωτοκόλλου έχει περιγραφεί από τους Ross και Guskiewicz το 2005 σε προηγούμενη έρευνα (Ross et al., 2005). Η κιναισθησία αξιολογήθηκε 4 φορές, 2 πριν την εφαρμογή του πρωτόκολλου κόπωσης και 2 μετά την κόπωση, και πραγματοποιήθηκε για κάθε φάση του κύκλου (ωχρινική και θυλακική).

Πρωτόκολλο κόπωσης. Την ίδια μέρα της πραγματοποίησης της δοκιμασίας κόπωσης, λίγο πριν την πραγματοποίηση της προσδιορίστηκε η τιμή μέγιστης ροπής των εκτεινόντων της άρθρωσης του γόνατος. Η ακριβής περιγραφή προσδιορισμού της μέγιστης ροπής αναφέρεται παραπάνω (ενότητα: προσδιορισμός επιδέξιου ποδιού). Με τον τρόπο αυτό αποκλείαμε κάθε ενδεχόμενο παρέκκλισης από την πραγματική μέγιστη τιμή δύναμης λόγω ανεξάρτητων παραγόντων. Το πρωτόκολλο κόπωσης περιλάμβανε 1 σετ έκτασης – κάμψης της άρθρωσης του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με ομόκεντρο τρόπο σε σταθερή γωνιακή ταχύτητα $120^\circ/1''$. Οι αθλήτριες εκτέλεσαν επαναλήψεις μέχρι η ροπή σε τρεις συνεχόμενες επαναλήψεις να πέσει κάτω από το 50% της μέγιστης ροπής (Rozzi & Fu, 1999). Η τοποθέτηση και η σταθεροποίηση της εκάστοτε αθλήτριας έγινε σύμφωνα με την διαδικασία σταθεροποίησης στο δυναμόμετρο που περιγράφεται στην ενότητα «προσδιορισμός επιδέξιου ποδιού».

Στατιστική Ανάλυση

Για τη ανάλυση των αποτελεσμάτων υπολογίστηκε ο μέσος όρος τιμών της επιτευχθείσας τιμής (μοίρες) για κάθε γωνία στόχου και έγινε περιγραφική στατιστική, t-test για εξαρτημένα δείγματα και ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (Repeated Two - way). Επίσης υπολογίστηκε το απόλυτο γωνιακό σφάλμα, δηλαδή η τιμή απόκλισης σε μοίρες από τη γωνία στόχου σε απόλυτες τιμές, για κάθε μέτρηση και υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές απόλυτου γωνιακού σφάλματος. Επιπλέον έγινε περιγραφική στατιστική και ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (Repeated Two - way) και για το απόλυτο γωνιακό σφάλμα.



IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την περιγραφική στατιστική που πραγματοποιήθηκε η τιμή σωματικού ύψους των δοκιμαζόμενων κυμάνθηκε στο 164,2cm ± 9,2cm, ενώ η τιμή του σωματικού βάρους κυμάνθηκε στο 59,5kg ± 5,5 kg, επίσης το ποσοστό του σωματικού λίπους παρουσίασε φυσιολογικές τιμές (21,2% ± 4,5%). Τα παραπάνω αποτελέσματα καθώς επίσης η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή των προαναφερόμενων παραμέτρων φαίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων αθλητριών.

Αριθμός Δείγματος (n=10)	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Σωματικό Λίπος *%	15,4	29,4	21,24	4,59
Ύψος (cm)	149	183	164,2	9,2
Βάρος (Kg)	51	69,5	59,5	5,58

Τα επίπεδα μέγιστης δύναμης εκτεινόντων του γόνατος δεν φάνηκε να αλλάζουν αισθητά μεταξύ των δύο φάσεων (πίνακας 2). Επίσης υπολογίζοντας τα επίπεδα συγκέντρωσης οιστραδιόλης και προγεστερόνης στο αίμα παρατηρήσαμε μία ραγδαία αύξηση των επιπέδων συγκέντρωσης των δύο ορμονών κατά την ωχρινική φάση κάτι που έρχεται να συμφωνήσει με την υπάρχουσα βιβλιογραφία και είναι ένας επιπλέον παράγοντας που υποστηρίζει την εγκυρότητα των μετρήσεων (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Τιμές Μέγιστης Δύναμης και επιπέδων Ορμονών μεταξύ των δύο φάσεων του κύκλου (Θυλακική –Ωχρινική).

Αριθμός Δείγματος (n=10)	Θυλακική Φάση	Ωχρινική Φάση
Μεγ. Ροπή εκτεινόντων/βάρος	192,6	193,4
Μεγ. Ροπή Καμπτήρων/βάρος	122,9	115
Οιστραδιόλη	36,6 pg/mL	107,2pg/mL
Προγεστερόνη	3,01nmol/L	36,8nmol/L

Επίδραση των φάσεων του κύκλου και της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος.

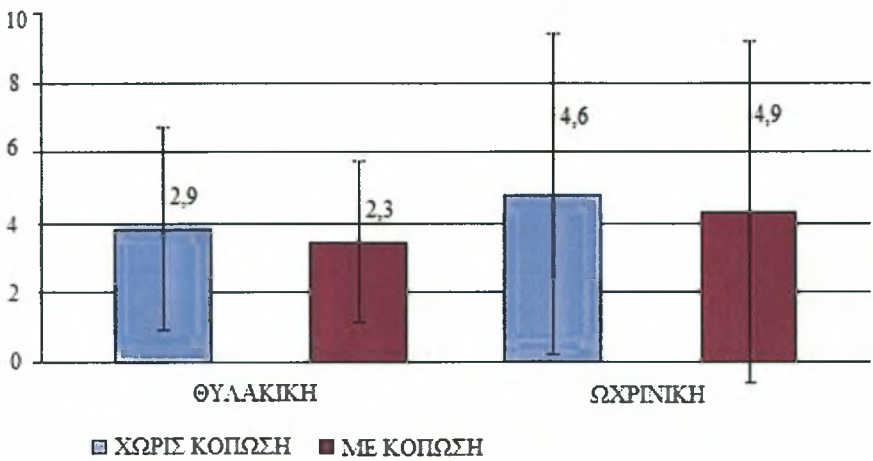
30° γωνία. Από τα αποτελέσματα φάνηκε να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση των φάσεων του κύκλου ($p>.05$), ούτε του παράγοντα κόπωση ($p>.05$) στην ιδιοδεκτικότητα για την γωνία των 30°. Επίσης δεν βρήκαμε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση αυτών των δύο παραγόντων για τη γωνία των 30° ($p>.05$) (πίνακας 3). Όσο αφορά το απόλυτο γωνιακό σφάλμα για την γωνία των 30°, η επίδραση των φάσεων του κύκλου δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p>.05$), ούτε η επίδραση της κόπωσης ($p>.05$), ενώ η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων επίσης δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p>.05$) (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Στατιστική σημαντικότητα (sig) της επίδρασης της φάσης του κύκλου (time), της κόπωσης (exer) και της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης σε κάθε μία από τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στην έρευνα.

Επίδραση (*sig, $p<0.05$)	Sig 30°	Sig Γωνιακό Σφάλμα 30°	Sig 40°	Sig Γωνιακό Σφάλμα 40°	Sig 60°	Sig Γωνιακό σφάλμα 60°	Sig μεσοπλεύριο επίπεδο	Sig προσθοπίσθιο επίπεδο
Φάση Κύκλου	0,314	0,458	0,866	0,209	0,044	0,044	0,073	0,588
Κόπωση	0,851	0,606	0,814	0,497	0,008	0,109	0,189	0,274
Φάση*Κόπωση	0,258	0,941	0,990	0,153	0,226	0,635	0,909	0,095

Η επιτευχθείσα τιμή για την γωνία στόχου 30° στην θυλακική φάση ήταν $30,6^{\circ} \pm 4,9^{\circ}$ πριν από την εφαρμογή κόπωσης, ενώ μετά την εφαρμογή κόπωσης η επιτευχθείσα γωνία ήταν $29,8^{\circ} \pm 4,3$, (πίνακας 4). Το απόλυτο γωνιακό σφάλμα για τις 30° ήταν $3,8^{\circ} \pm 2,9^{\circ}$ πριν την εφαρμογή κόπωσης και $3,4^{\circ} \pm 2,3^{\circ}$ μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης (σχήμα 2). Στην ωχρινική φάση η επιτευχθείσα τιμή της γωνίας με στόχο τις 30° πριν την εφαρμογή κόπωσης ήταν στις $28,3^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$ ενώ μετά την πραγματοποίηση του πρωτοκόλλου κόπωσης η επιτευχθείσα γωνία ήταν $29,6^{\circ} \pm 6,2^{\circ}$ (πίνακας 4). Το απόλυτο γωνιακό σφάλμα σε αυτή τη φάση για την γωνία στόχου των 30° υπολογίστηκε στις $4,8^{\circ} \pm 4.6^{\circ}$ πριν την εφαρμογή της κόπωσης, ενώ μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης ήταν $4,3^{\circ} \pm 4,9^{\circ}$ (σχήμα 2).

ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΓΩΝΙΑΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΓΙΑ 30 ΜΟΪΡΕΣ

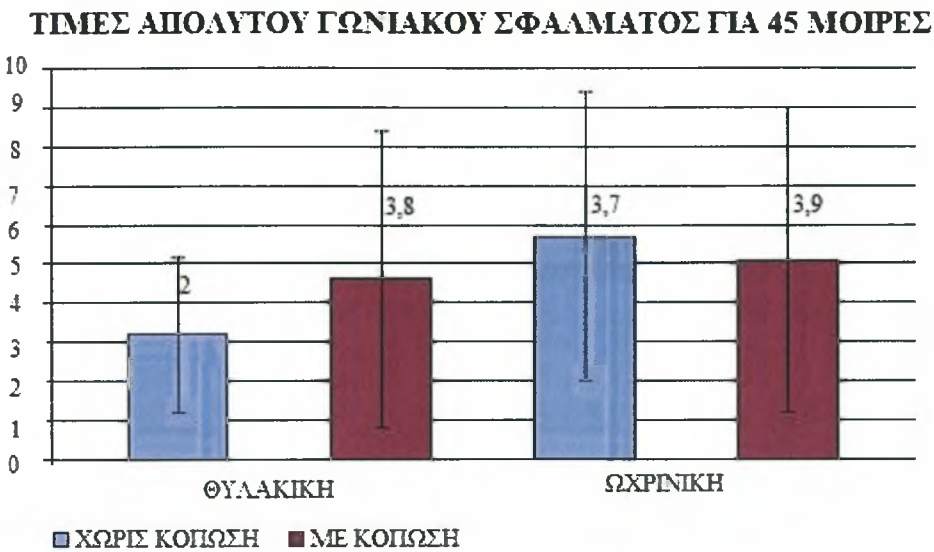


Σχήμα 2. Τιμές γωνιακού σφάλματος για τη γωνία των 30° πριν και μετά από κόπωση στη θυλακική και στην ωχρινική φάση σε μοίρες.

Συγκρίνοντας τις δύο φάσεις μεταξύ τους παρατηρήσαμε ότι τόσο πριν όσο και μετά την εφαρμογή κόπωσης η επιτευχθείσα τιμή για τη γωνία στόχου ήταν ελάχιστα χαμηλότερη στην ωχρινική φάση του κύκλου από ότι στη θυλακική χωρίς όμως αυτή η μείωση να έχει στατιστικά σημαντική σημασία.

45° γωνία. Κάτι παρόμοιο φάνηκε να ισχύει και για τη γωνία των 45° κάμψης γόνατος όπου επίσης δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση των φάσεων του καταμηνίου κύκλου ($p>.05$) ούτε και του παράγοντα κόπωση ($p>.05$), ενώ επίσης δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων ($p>.05$) στην ιδιοδεκτικότητα για την γωνία των 45°. Επίσης για το γωνιακό σφάλμα της γωνίας 45° δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση των φάσεων του έμμηνου κύκλου ($p>.05$), ούτε του παράγοντα κόπωση ($p>.05$), ενώ επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p>.05$) (πίνακας 3).

Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι στη θυλακική φάση του έμμηνου κύκλου η επιτευχθείσα τιμή για την γωνία στόχου των 45° ήταν $41,8^{\circ} \pm 2,1^{\circ}$ πριν την εφαρμογή κόπωσης ενώ μετά την εφαρμογή κόπωσης η τιμή της γωνίας κυμάνθηκε στις $41,6^{\circ} \pm 5,1^{\circ}$ (πίνακας 4). Το απόλυτο γωνιακό σφάλμα κυμάνθηκε στις $3,2^{\circ} \pm 2^{\circ}$ πριν την εφαρμογή κόπωσης και στις $4,6^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$ μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης (σχήμα 3).



Σχήμα 3. Τιμές γωνιακού σφάλματος για τη γωνία των 45° πριν και μετά από κόπωση στη θυλακική και ωχρινική φάση σε μοίρες.

Στην ωχρινική φάση η τιμή της γωνίας στόχου κυμάνθηκε στο $41,5^{\circ} \pm 6,1^{\circ}$ πριν την εφαρμογή κόπωσης ενώ μετά την εφαρμογή κόπωσης η τιμή της γωνίας στόχου παρέμεινε σχεδόν η ίδια, $41,4^{\circ} \pm 5,5^{\circ}$ (πίνακας 4). Το απόλυτο γωνιακό σφάλμα δηλαδή για αυτή τη φάση κυμάνθηκε στις $5,7^{\circ} \pm 3,7^{\circ}$ πριν την εφαρμογή κόπωσης, ενώ μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης η τιμή του γωνιακού σφάλματος ήταν στις $5,1^{\circ} \pm 3,9^{\circ}$ (σχήμα 3).

Συγκρίνοντας τις δύο φάσεις μεταξύ τους παρατηρήσαμε επίσης μία μη στατικά σημαντική αύξηση του απόλυτου γωνιακού σφάλματος στην ωχρινική φάση σε σχέση με τη θυλακική (σχήμα 3, πίνακας 3).

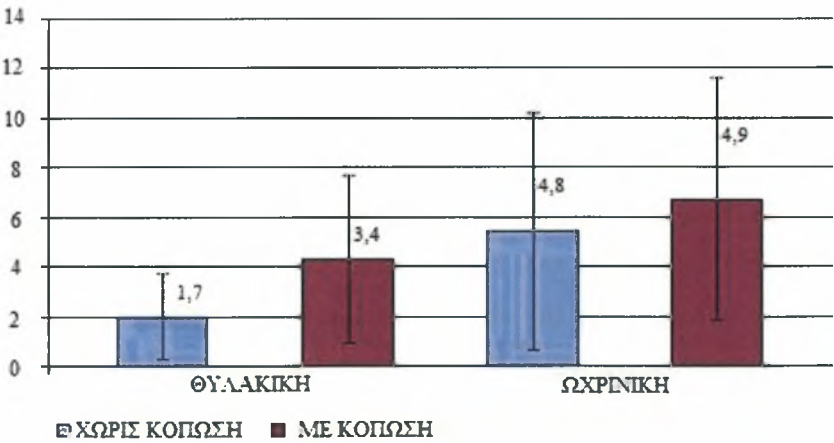
60ο γωνία. Σημαντικό εύρημα της μελέτης ήταν η στατιστικά σημαντική επίδραση του πρωτοκόλλου κόπωσης ($p=.008$) και της φάσης του κύκλου ($p=.04$) στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης για τη γωνία των 60° και για τις δύο φάσεις του κύκλου. Επίσης βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση των φάσεων του κύκλου στην τροποποίηση των τιμών του απόλυτου γωνιακού σφάλματος ($p=.04$) αλλά όχι σημαντική επίδραση της κόπωσης (πίνακας 3).

Πίνακας 4: Επιτευχθείσες γωνίες της άρθρωσης του γόνατος, για τις γωνίες στόχους 30°, 45°, και 60° (με ανατομικό 0° την πλήρη έκταση του γόνατος). Για στατιστική σημαντικότητα βλ. Πίνακα 3.

Γωνία Στόχος σε μοίρες (°)	Αριθμός Δείγματος =N	Θυλακική χωρίς Κόπωση	Θυλακική με κόπωση	Ωχρινική χωρίς κόπωση	Ωχρινική με κόπωση
30°	10	30,6 ± 4,9	29,8 ± 4,3	29 ± 5,1	29,7 ± 4,3
45°	10	41,8 ± 2,1	41,6 ± 5,1	41,5 ± 6,1	41,4 ± 5,5
60°	10	59,9 ± 3,4	56,1 ± 3,9	55,8 ± 6,1	54,4 ± 6,4

Συγκεκριμένα στη θυλακική φάση πριν την κόπωση η επιτευχθείσα τιμή για την γωνία στόχου των 60° κυμάνθηκε στις 59,9° ± 3,4° ενώ η επιτευχθείσα τιμή για τη γωνία στόχου μετά από την εφαρμογή κόπωσης κυμάνθηκε στις 56,1° ± 3,9° (πίνακας 4). Το απόλυτο γωνιακό σφάλμα για τη γωνία των 60° βρέθηκε να είναι 2° ± 1,7° πριν την εφαρμογή κόπωσης και 4,3° ± 3,4° μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης (σχήμα 4). Στην ωχρινική φάση η γωνία στόχου πριν την εφαρμογή κόπωσης ήταν 55,8° ± 6,1° ενώ μετά την εφαρμογή κόπωσης η γωνία κυμάνθηκε στις 54,4° ± 6,4° (πίνακας 4). Το απόλυτο γωνιακό σφάλμα παρουσίασε τιμή 5,4° ± 4,8° πριν την κόπωση, ενώ η τιμή του ήταν 6,7° ± 4,9° μετά την εφαρμογή κόπωσης (σχήμα 4). Τέλος από την στατιστική ανάλυση δεν βρήκαμε κάποια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση φάσης κύκλου και κόπωσης ούτε στη γωνία των 60° κάμψης της άρθρωσης του γόνατος (p>.05), ούτε στην αυξομείωση της τιμής του απόλυτου γωνιακού σφάλματος της γωνίας των 60° (p>.05) (πίνακας 3).

ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΓΩΝΙΑΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΓΙΑ 60 ΜΟΙΡΕΣ



Σχήμα 4. Τιμές γωνιακού σφάλματος για την γωνία των 60° πριν και μετά από κόπωση στη θυλακική και ωχρινική φάση σε μοίρες.

Χρόνος Σταθεροποίησης. Για τον προσδιορισμό του χρόνου σταθεροποίησης μελετήσαμε 2 επίπεδα, το προσθοπίσθιο και το μεσοπλεύριο. Συγκρίναμε τον χρόνο σταθεροποίησης και για τα δύο επίπεδα πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης. Για τις τιμές θυλακικής φάσης βρήκαμε ότι πριν την κόπωση στο προσθοπίσθιο επίπεδο ο χρόνος που χρειάστηκε για σταθεροποίηση ήταν 1.2382 sec ±.8243 sec και στο μεσοπλεύριο 0.9553 sec ± 0.5296 sec., ενώ μετά την κόπωση ο χρόνος σταθεροποίησης για το προσθοπίσθιο επίπεδο ήταν 0.9884 sec ± 0.5047 sec., και για το μεσοπλεύριο ήταν 1.0935 sec ± 1.0424 sec (πίνακας 5). Για τις τιμές ωχρινικής φάσης βρήκαμε ότι πριν την κόπωση στο προσθοπίσθιο επίπεδο ο χρόνος που χρειάστηκε για τη σταθεροποίηση του μέλους ήταν 0.8024 sec ± 0.4978 sec. και στο μεσοπλεύριο επίπεδο ήταν 0.7134 sec ± 0.4640 sec., ενώ μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης ο χρόνος σταθεροποίησης στο προσθοπίσθιο επίπεδο ήταν 0.7612 sec ± 0.3211 sec και στο μεσοπλεύριο ήταν 1,1621 sec ± .7084 sec. (πίνακας 5).

Πίνακας 5: Χρόνος σταθεροποίησης κάτω άκρου μετά από άλμα (σε δευτερόλεπτα) για δύο επίπεδα μέτρησης.

Επίπεδα	Αριθμός Δείγματος =N	Θυλακική χωρίς Κόπωση	Θυλακική με κόπωση	Ωχρινική χωρίς κόπωση	Ωχρινική με κόπωση
Προσθοπίσθιο	10	1,2386 ± 0,8243	0,9884 ± 0,5047	0,8024 ± 0,4978	0,7612 ± 0,3211
Μεσοπλεύριο	10	0,9553 ± 0,5296	1,0935 ± 1,0424	0,7134 ± 0,4640	1,1621 ± 0,7084

Από τα αποτελέσματα δεν φάνηκε κάποια στατιστικά σημαντική επίδραση των φάσεων του έμμηνου κύκλου πάνω στον χρόνο σταθεροποίησης τόσο στο μεσοπλεύριο (p>.05) όσο και στο προσθοπίσθιο επίπεδο (p>.05). Επιπλέον μελετώντας την επίδραση του πρωτοκόλλου κόπωσης δεν φάνηκε κάποια στατιστικά σημαντική επίδραση της εφαρμογής του πρωτοκόλλου κόπωσης τόσο στο μεσοπλεύριο (p>.05) όσο και στο προσθοπίσθιο (p>.05) επίπεδο, αν και στο μεσοπλεύριο επίπεδο παρατηρήσαμε μία τάση για αύξηση χρόνου μετά το πρωτόκολλο κόπωσης. Τέλος μελετώντας την αλληλεπίδραση των δύο διαφορετικών φάσεων του έμμηνου κύκλου και της άσκησης πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης δεν βρέθηκε κάποιο στατιστικά σημαντικό εύρημα τόσο για τον χρόνο σταθεροποίησης στο μεσοπλεύριο (p>.05) όσο και στο προσθοπίσθιο επίπεδο (p>.05) (πίνακας 3).

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η συγκεκριμένη μελέτη είναι η πρώτη που μελέτησε ταυτόχρονα την ιδιοδεκτικότητα και την κιναισθησία πριν και μετά από κόπωση σε δύο διαφορετικές φάσεις του καταμηνίου κύκλου, με στόχο την εξαγωγή πληροφοριών που ίσως βοηθούν στον προπονητικό σχεδιασμό της εφαρμογής επιβαρύνσεων και στην πρόληψη τραυματισμών σε αθλήτριες. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να προσδιοριστεί κατά πόσο η ιδιοδεκτικότητα (αίσθηση της θέσης άρθρωσης) και η κιναισθησία (χρόνος σταθεροποίησης του κάτω άκρου στο έδαφος μετά από άλμα) φαίνεται να επηρεάζονται από την κόπωση και από τη διαφοροποίηση των ορμονικών επιπέδων στις διαφορετικές φάσεις του καταμηνίου κύκλου.

Η ιδιοδεκτικότητα όπως μετρήθηκε στην συγκεκριμένη μελέτη καθορίστηκε ως η αίσθηση της θέσης άρθρωσης του γόνατος δηλαδή η αντίληψη της παρούσας γωνίας της άρθρωσης και η ενεργητική αναπαραγωγή της από το κάθε άτομο (Rozzi et al., 2000). Επίσης η μέτρηση της κιναισθησίας μέσω του χρόνου σταθεροποίησης είναι μέθοδος που αν και σχετίζεται με την ιδιοδεκτικότητα στην άρθρωση του γόνατος, ουσιαστικά αντικατοπτρίζει την συνολική δυναμική ισορροπία (Friden et al., 2006).

Ο χρόνος σταθεροποίησης είναι μία αντικειμενική μέτρηση του ελέγχου της σταθερότητας του σώματος και χρησιμοποιείται πάντα μαζί με κάποιο δυναμικό αλματικό πρωτόκολλο. Επίσης ο χρόνος σταθεροποίησης είναι χρήσιμος για την αποτίμηση των αποτελεσμάτων της κόπωσης όπως έχουν προτείνει προηγούμενοι ερευνητές (Wikstrom, Powers & Tillman, 2004). Ο χρόνος σταθεροποίησης έχει προσδιοριστεί κατά τη διάρκεια μίας δοκιμασίας ισορροπίας ύστερα από επιτόπιο άλμα, η οποία απαιτεί γρήγορη επιβράδυνση του κάτω άκρου για την σταθεροποίηση του υπόλοιπου σώματος κατά την προσγείωση. Τέτοιου είδους δραστηριότητες εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια δυναμικών αθλημάτων όπως η πετοσφαίριση, η καλαθοσφαίριση και το ποδόσφαιρο. Για παράδειγμα οι παίκτριες του ποδοσφαίρου χρειάζεται να σταθεροποιήσουν το σώμα τους μετά από την προσγείωση από κεφαλιά ή από ένα άλμα για διεκδίκηση της μπάλας.

Η ικανότητα λοιπόν της γρήγορης σταθεροποίησης μετά από άλμα ίσως να βοηθάει στην μείωση του κινδύνου εμφάνισης τραυματισμού στα κάτω άκρα (Ross et al., 2005). Στην παρούσα μελέτη αυτό το είδος μέτρησης επιλέχθηκε ως πιο αντιπροσωπευτικό αφού το δείγμα αποτελούνταν από γυναίκες που ενασχολούνταν με κάποιο ομαδικό άθλημα (ποδόσφαιρο, καλαθοσφαίριση, πετοσφαίριση) και χρησιμοποιούν αυτού του είδους κινήσεις πολύ συχνά μέσα στην αθλητική τους δραστηριότητα.

Η κόπωση που ακολουθεί την φυσική δραστηριότητα οφείλεται σε ένα συνδυασμό φυσιολογικών διαδικασιών, που λαμβάνουν χώρα σε κεντρικά και σε περιφερικά επίπεδα, η οποία κύρια συμφωνεί με την ανικανότητα παραγωγής δύναμης ή με την αυξημένη καθυστέρηση της αρχής μιας κίνησης (Bove, 2007). Σε προηγούμενες έρευνες έχει παρατηρηθεί ότι η παρατεταμένη και ακραία μυϊκή κόπωση μειώνει την ιδιοδεκτικότητα, τον κινητικό έλεγχο και τον νευρομυϊκό συντονισμό (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2000; Hewett, 2000; Johnston, 1998). Επίσης η ιδιοδεκτικότητα του γόνατος φαίνεται να επηρεάζεται από τα αυξημένα επίπεδα φορτίου και κατ' επέκταση από την κόπωση σε έκκεντρες ασκήσεις όπως επίσης φαίνεται να επηρεάζεται και η γωνία αντίδρασης της άρθρωσης από αυτούς τους παράγοντες (Paschalis et al., 2008). Άλλη μία μελέτη που ασχολήθηκε με τα αποτελέσματα της κόπωσης πάνω στην ικανότητα του κινητικού ελέγχου και έγινε σε άνδρες και γυναίκες έδειξε ότι μετά από το πρωτόκολλο κόπωσης υπήρξε σημαντική μείωση των στατικών δοκιμασιών ισορροπίας του σώματος, ενώ στην μέτρηση της δυναμικής ισορροπίας αν και παρουσιάστηκε μία μείωση του κινητικού ελέγχου δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Johnston, 1998). Γι αυτό το λόγο φροντίσαμε να μετρήσουμε τόσο μία κλειστή κινητική δεξιότητα που να αντιπροσωπεύει πιο στατική ικανότητα της κάθε εξεταζόμενης και αυτή ήταν η ιδιοδεκτικότητα ως η ικανότητα αντίληψης της θέσης άρθρωσης του γόνατος, όσο και μία ανοιχτή κινητική δεξιότητα η οποία να αντιπροσωπεύει την δυναμική ισορροπία και αυτή ήταν ο χρόνος σταθεροποίησης στο έδαφος μετά από άλμα.

Η αυξομείωση των ορμονών μεταξύ των διαφορετικών φάσεων του καταμήνιου κύκλου, ιδιαίτερα της προγεστερόνης και της οιστραδιόλης αναφέρεται από κάποιους ερευνητές ότι πιθανά να επηρεάζουν την δύναμη (Friden, Hirschberg, Saartok, 2003; Hertel, 2006), την ισορροπία του σώματος (Hertel, 2006) και την ιδιοδεκτικότητα (Friden et al., 2006). Βέβαια υπάρχουν και μελέτες οι οποίες δεν έχουν βρει επίδραση αυτής της αυξομείωσης των τιμών ορμονών πάνω στην ισορροπία του σώματος, στην δύναμη και στην ιδιοδεκτικότητα (Abt, 2007). Βέβαια αρκετές από αυτές δεν περιλάμβαναν στον πειραματικό σχεδιασμό τους ακριβή καθορισμό των φάσεων του καταμήνιου κύκλου μέσω

βιοχημικών εξετάσεων Για αυτό το λόγο στην παρούσα μελέτη έγινε βιοχημική αξιολόγηση των δύο συγκεκριμένων ορμονών μεταξύ της θυλακικής και της ωχρινικής φάσης, ώστε να μελετήσουμε την επίδραση της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα στις δύο κυρίαρχες φάσεις του καταμήνιου κύκλου.

Ιδιοδεκτικότητα-Ικανότητα Αντίληψης της θέσης άρθρωσης

Για 60ο γωνία. Στην παρούσα μελέτη βρήκαμε ότι η κόπωση καθώς επίσης και οι διαφορετικές φάσεις του κύκλου έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην μείωση της ικανότητας αντίληψης της θέσης άρθρωσης (ιδιοδεκτικότητα) στην γωνία των 60°. Συγκεκριμένα η απόκλιση από τη γωνία στόχο πριν την κόπωση στη θυλακική φάση ήταν στις $-0,1^\circ \pm 3,4^\circ$ ενώ μετά την εφαρμογή κόπωσης η τιμή απόκλισης από τη γωνία στόχο των 60° ήταν $-3,9^\circ \pm 3,9^\circ$, μια διαφορά της τάξεως των $3,8^\circ$. Το ίδιο ίσχυσε και για την ωχρινική φάση όπου η απόκλιση της γωνίας πριν την κόπωση ήταν στις $-4,2^\circ \pm 6,1^\circ$ ενώ μετά την κόπωση αυξήθηκε στις $-5,6^\circ \pm 6,4^\circ$ μία διαφορά της τάξεως των $1,4^\circ$. Όπως λοιπόν φαίνεται και στον πίνακα 3 οι τιμές επιτευχθείσας γωνίας είχαν σημαντικά μεγαλύτερη απόκλιση από τη ζητούμενη γωνία των 60° μετά την εφαρμογή κόπωσης και στις δύο φάσεις του κύκλου, ενώ επίσης βρέθηκε επιπλέον αυξημένη απόκλιση από τη γωνία στόχου στην ωχρινική φάση σε σχέση με τη θυλακική τόσο στις τιμές πριν την εφαρμογή της κόπωσης όσο και στις τιμές μετά την εφαρμογή κόπωσης. Σχετική μελέτη που έγινε σε διαφορετικές αρθρώσεις (ποδοκνημική άρθρωση) σε υγιείς νεαρούς άνδρες έρχεται να στηρίζει το αποτέλεσμα μας για την αύξηση του απόλυτου γωνιακού σφάλματος για τη γωνία των 60° μετά από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης. Συγκεκριμένα η συγκεκριμένη έρευνα αναφέρει αύξηση του τυπικού γωνιακού σφάλματος στις δύο γωνίες τοποθέτησης της ποδοκνημικής άρθρωσης που εξετάστηκαν στην έρευνα (Forestier, 2002). Υπολογίζοντας το απόλυτο γωνιακό σφάλμα βρήκαμε ότι και αυτό εμφάνισε στατιστικά σημαντική αύξηση κατά την ωχρινική φάση, τόσο στις τιμές πριν όσο και στις τιμές μετά από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης, ενώ επίσης παρουσίασε και μία αύξηση μετά από την εφαρμογή κόπωσης σε σχέση με τις τιμές πριν την κόπωση και στις δύο φάσεις (Σχήμα 4). Τα συγκεκριμένα ευρήματα συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες, σε παρόμοια θέματα, οι οποίες ανέφεραν μείωση στον κινητικό έλεγχο σε στατικά τεστ ισορροπίας μετά από εφαρμογή πρωτοκόλλου κόπωσης χωρίς όμως να υπολογίζουν την φάση του καταμήνιου κύκλου κάθε αθλήτριας (Johnston, 1998). Ενώ επίσης συμφωνούν με μελέτη που ακολούθησε το ίδιο πρωτόκολλο μέτρησης σε γυναίκες για την ιδιοδεκτικότητα σε διαφορετικές όμως γωνίες (45° και 90°) κ μόνο για μία φάση του

κύκλου (ωχρινική) όπου και παρατηρήθηκε από τους ερευνητές η μείωση στην ικανότητα αντίληψης της άρθρωσης του γόνατος στις εξεταζόμενες γωνίες (Paschalis et al., 2007). Επίσης παρατηρήσαμε αύξηση των τιμών του γωνιακού σφάλματος για τις 60° μετά από την κόπωση, η οποία στατιστικά δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 4). Ερευνητές υποστηρίζουν ότι υπάρχει διαφοροποίηση στην κιναισθησία (6) καθώς και στην χαλαρότητα της άρθρωσης (Shultz, 2004) εξαιτίας των μεταβολών στα επίπεδα των ορμονών του έμμηνου κύκλου και ότι μία υπερβολική αύξηση των οιστρογόνων πιθανότατα να συμβάλει στην εμφάνιση τραυματισμού των συνδέσμων εξαιτίας του μειωμένου νευρομυϊκού ελέγχου (Wojtys, Huston, Lindenfeld, Hewett, & Greenfield, 1998). Υψηλότερο όριο για την αντίληψη της κίνησης στην άρθρωση του γόνατος έχει φανεί στην ωχρινική φάση. Η διαφορά βέβαια είναι μικρή (0,2°) και είναι ένα ερώτημα αν το αποτέλεσμα αυτό έχει λειτουργική εφαρμογή (Friden et al., 2006).

Για 30ο και 45ο γωνίες. Στην παρούσα εργασία, μελετώντας τις γωνίες των 45° και 30° δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση ούτε της κόπωσης ούτε της φάσης του καταμήνιου κύκλου στην επίτευξη της γωνίας στόχου, παρόλο που είναι εμφανής μια τάση για χειρότερες τιμές κατά την ωχρινική φάση (Πίνακας 4). Ενώ κάτι παρόμοιο φάνηκε να ισχύει και για τις τιμές του γωνιακού σφάλματος (Σχήμα 2 και 3). Το παραπάνω εύρημα συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες που έγιναν στις ίδιες γωνίες (Kazutomo, 2004). Συγκεκριμένα προηγούμενοι ερευνητές που μελέτησαν ταυτόχρονα τις επιδράσεις της γενικής και της τοπικής κόπωσης ανέφεραν ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή στο απόλυτο γωνιακό σφάλμα μετά την εφαρμογή τοπικής κόπωσης όπως εμείς την εφαρμόσαμε σε ισοκινητικό μηχάνημα, αλλά ανέφεραν ότι υπήρξε σημαντική διαφορά των τιμών του απόλυτου γωνιακού σφάλματος μετά από την εφαρμογή ενός γενικού πρωτοκόλλου κόπωσης σε εργοδιάδρομο (Kazutomo, 2004). Άλλη μία πρόσφατη μελέτη που έγινε σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα και σε υγιή άτομα έδειξε ότι η ιδιοδεκτικότητα δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή του τοπικού πρωτοκόλλου κόπωσης καθώς ούτε οι υγιείς αλλά ούτε και τα άτομα με οστεοαρθρίτιδα είχαν κάποια διαφορά στις τιμές του τυπικού γωνιακού σφάλματος μετά την εφαρμογή τοπικής κόπωσης (Bayramoglu, 2007). Αντίθετα μελέτη που έγινε για την επίδραση της τοπικής κόπωσης πάνω στην ιδιοδεκτικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης σε κινήσεις αντιστροφής και αναστροφής του πέλματος έδειξε ότι η τιμή του τυπικού γωνιακού σφάλματος δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης (South, 2007).

Όσον αφορά τις μετρήσεις στις δύο διαφορετικές φάσεις του έμμηνου κύκλου, αν και παρατηρήθηκε μία μικρή τροποποίηση στην αναπαραγωγή της γωνίας στόχου ανάμεσα σε θυλακική και ωχρινική φάση, τόσο πριν όσο και μετά από κόπωση και για τις γωνίες των 30° και για των 45° , όπως αναφέραμε στα αποτελέσματα αυτή η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 4). Το ίδιο ίσχυσε και για το γωνιακό σφάλμα. Από αυτά τα ευρήματα συμπεραίνουμε ότι η φάση του κύκλου δεν φαίνεται να επηρεάζει άμεσα την ικανότητα αντίληψης της θέσης άρθρωσης για τις δύο συγκεκριμένες γωνίες. Αυτό έρχεται να προστεθεί στις έως τώρα μελέτες που υποστήριζαν ότι οι διαφορετικές φάσεις του κύκλου δεν επηρεάζουν την ικανότητα του νευρομυϊκού συντονισμού (Hertel, 2006), την χαλαρότητα των τενόντων (Carcia, 2004) καθώς και την μυϊκή δύναμη των γυναικών (Friden, Hirschberg, Saartok, 2003). Επίσης σε μία άλλη μελέτη σχετική με τις παραμέτρους δύναμης, περιλαμβανομένης και της ισομετρικής δύναμης του τετρακέφαλου δεν φάνηκαν αλλαγές στα επίπεδα αυτών των παραμέτρων μεταξύ των εμμηνορρυσιακών φάσεων καθώς επίσης δεν βρέθηκαν αλλαγές στα επίπεδα κόπωσης (Janse de Jonge, 2001).

Κάποιες από τις μελέτες για την επίδραση της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος και συγκεκριμένα στην διαφοροποίηση του τυπικού γωνιακού σφάλματος, ως προς ένα μέρος ή ως προς ολόκληρα τα αποτελέσματά τους διαφοροποιούνται από την παρούσα μελέτη (Paschalis et al., 2008; Paschalis et al., 2007). Πιθανότατα αυτή η ασυμφωνία να οφείλεται σε μεθοδολογικές διαφορές. Συγκεκριμένα οι προηγούμενες μελέτες εξέταζαν διαφορετικά ηλικιακά γκρουπ, διαφορετικά φύλα, διαφορετικές γωνίες στόχους (μόνο 45° , 90°), από διαφορετική στάση του σώματος, (πρηγής κατάκλιση) με κλειστά μάτια, έγιναν σε μία φάση του έμμηνου κύκλου (ωχρινική), ενώ σε κάποιες δεν χρησιμοποιήθηκε ακριβής βιοχημικός έλεγχος για τον ακριβή καθορισμό των φάσεων του καταμηνίου κύκλου. Αντίθετα η δική μας μελέτη έγινε μόνο σε γυναίκες αθλήτριες, σε δύο φάσεις του έμμηνου κύκλου (θυλακική, ωχρινική), οι οποίες καθορίστηκαν ακριβώς από βιοχημικό έλεγχο ορμονικών επιπέδων, οι μετρήσεις έγιναν από καθιστή θέση με ανοιχτά τα μάτια, ενώ οι εξεταζόμενες γωνίες ήταν περισσότερες (30° , 45° , 90°). Είναι ενδιαφέρον ότι η επίδραση των φάσεων του καταμηνίου κύκλου ήταν στατιστικά σημαντική μόνο στις 60° της άρθρωσης του γόνατος, πιθανώς αυτό σημαίνει στην πράξη ότι σε δραστηριότητες που περιέχουν τοποθέτηση του κάτω άκρου σε πιο ανοιχτές γωνίες όπως η προσγείωση μετά από ένα επιτόπιο άλμα με τεντωμένα πόδια, υπάρχει η τάση της υιοθέτησης μιας πιο αμβλείας γωνιακής θέσης στην άρθρωση του γόνατος κατά την ωχρινική φάση του καταμηνίου κύκλου.

Διατηρούμε κάποιες επιφυλάξεις για το αν όντως υπάρχει επίδραση του εμμηνορρυσιακού κύκλου στην ικανότητα αντίληψης της θέσης άρθρωσης στις εξεταζόμενες γωνίες των 30° και 45° λόγω του ότι και το δείγμα μας ήταν μικρό, και δεν υπάρχουν προηγούμενες μελέτες που να έχουν ακολουθήσει ακριβώς τον δικό μας πειραματικό σχεδιασμό. Χρειάζεται λοιπόν επιπλέον έρευνα και εξέταση του θέματος, με χρησιμοποίηση μεγαλύτερου δείγματος διαφορετικών δημογραφικών χαρακτηριστικών όπως επίσης και με μέτρηση διαφορετικών μοιρών γωνίας στην άρθρωση του γόνατος.

Χρόνος Σταθεροποίησης

Αναλύοντας τα αποτελέσματα που αφορούν το χρόνο σταθεροποίησης (είτε στο προσθοπίσθιο είτε στο μεσοπλεύριο επίπεδο) είδαμε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική επίδραση ούτε της κόπωσης, ούτε των φάσεων του καταμήνιου κύκλου. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5 υπήρξε κάποια επιβράδυνση του χρόνου σταθεροποίησης μετά την κόπωση και στις δύο φάσεις του εμμηνορρυσιακού κύκλου, στο μεσοπλεύριο επίπεδο, η οποία όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Επιπλέον, φάνηκε ότι όσον αφορά στις τιμές ηρεμίας οι επιδόσεις του δείγματος βελτιώθηκαν στην ωχρινική φάση (είτε στο προσθοπίσθιο είτε στο μεσοπλεύριο επίπεδο), κάτι που μπορεί να αποδοθεί στην εξοικείωση με την διαδικασία μέτρησης του χρόνου σταθεροποίησης.

Η εξοικείωση με την διαδικασία μέτρησης ήταν αναπόφευκτη αφού πρώτα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στη θυλακική φάση και έπειτα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην ωχρινική φάση του ίδιου καταμήνιου κύκλου. Επιπλέον, στην παρούσα μελέτη μετρήσαμε τον χρόνο σταθεροποίησης τόσο πριν όσο και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης όπως έχει προαναφερθεί αφού πρώτα αξιολογούνταν η ιδιοδεκτικότητα. Έτσι το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε ανάμεσα σε πρωτόκολλο κόπωσης και τη διαδικασία μέτρησης χρόνου σταθεροποίησης ήταν περίπου 10 λεπτά, αρκετός χρόνος για ανάνηψη, κάτι που μπορεί να επηρέασε άμεσα την έκβαση του αποτελέσματος. Ένας άλλος συγχυτικός παράγοντας πιθανά να ήταν το γεγονός ότι οι εξεταζόμενες και κατά τη διαδικασία της μέτρησης του χρόνου σταθεροποίησης είχαν τα μάτια τους ανοιχτά. Σε προηγούμενες παρόμοιες μελέτες οι οποίες βρήκαν αύξηση του χρόνου σταθεροποίησης μετά από εφαρμογή κάποιου πρωτοκόλλου κόπωσης οι εξεταζόμενες είχαν κλειστά μάτια.

Για μελλοντικές μελέτες προτείνεται μια άμεση (στο μέτρο του δυνατού) εφαρμογή της μέτρησης του χρόνου σταθεροποίησης μετά από το πρωτόκολλο κόπωσης. Η εφαρμογή των ίδιων μετρήσεων με κλειστά μάτια στις εξεταζόμενες πιθανά να μας έδινε

αποτελέσματα που ανταποκρίνονταν περισσότερο στις αρχικές μας υποθέσεις, όμως οι φυσικές συνθήκες των αθλητικών δραστηριοτήτων περιέχουν κινήσεις που γίνονται με ανοιχτά μάτια, ως εκ τούτου μία τέτοια μελέτη δεν θα ανταποκρινόταν στις απαιτήσεις μίας καθεαυτού αθλητικής κίνησης.

Επίσης σε μελλοντικές μελέτες προτείνεται και η αξιολόγηση του χρόνου σταθεροποίησης στο κατακόρυφο επίπεδο και ο υπολογισμός του δείκτη δυναμικής ισορροπίας. Προηγούμενες έρευνες έδειξαν ότι μετά από εφαρμογή πρωτοκόλλου κόπωσης σε εργοδιάδρομο παρατηρήθηκε μικρής διάρκειας αποσταθεροποίηση του σώματος ενώ βρέθηκε να υπάρχει μία γραμμική σχέση μεταξύ της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και της ταλάντευσης του σώματος (Bove, 2007). Η κύρια διαφορά του χρόνου σταθεροποίησης και του δείκτη δυναμικής ισορροπίας είναι ο συνιστώμενος χρόνος. Ο χρόνος σταθεροποίησης μετράει το χρόνο που θέλει ένα άτομο για να σταθεροποιηθεί, ενώ ο δείκτης δυναμικής ισορροπίας είναι μία μέτρηση της συνολικής σταθερότητας. Και οι δύο υπολογίζονται παράλληλα με την δοκιμασία του άλματος σε ένα πόδι (sigle-jump τεστ) (Johnston, 1998).

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα παραπάνω ευρήματα μας υποδεικνύουν, ότι τουλάχιστον για την γωνία των 60 μοιρών, υπήρξε στατιστικά σημαντική επίδραση της φάσης του καταμήνιου κύκλου στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος, με τις επιτευχθείσες τιμές είτε πριν είτε μετά την κόπωση να είναι χειρότερες κατά την ωχρινική φάση σε σύγκριση με την θυλακική.

Επιπλέον βρέθηκε, ότι τουλάχιστον για την γωνία των 60 μοιρών, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά των τιμών ιδιοδεκτικότητας της άρθρωσης του γόνατος μετά την κόπωση, με τις επιτευχθείσες τιμές μετά το πρωτόκολλο κόπωσης, είτε κατά την θυλακική είτε κατά την ωχρινική φάση του καταμήνιου κύκλου, να είναι χειρότερες σε σύγκριση με τις τιμές πριν την κόπωση. Επομένως οι ερευνητικές υποθέσεις 1 και 2 επαληθεύτηκαν. Επιπλέον υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ θυλακικής και ωχρινικής φάσης όσο αφορά τον Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας πριν την κόπωση, επομένως η 3^η ερευνητική υπόθεση επαληθεύτηκε. Παρόμοια υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ θυλακικής και ωχρινικής φάσης όσο αφορά τον Μ.Ο των τιμών της ιδιοδεκτικότητας μετά την κόπωση, επομένως επαληθεύτηκε και η 4^η ερευνητική υπόθεση.

Όσον αφορά τις γωνίες 30° και 45° της άρθρωσης του γόνατος, οι τυχόν τροποποιήσεις, αν και στην ίδια κατεύθυνση, δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ούτε ως προς τον ρόλο της φάσης του καταμήνιου κύκλου, ούτε ως προς τον ρόλο της τοπικής κόπωσης. Επομένως σε αυτές τις γωνίες οι ερευνητικές υποθέσεις 1, 2, 3 και 4 δεν επαληθεύτηκαν.

Επιπλέον δεν βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «κόπωση» και «φάση καταμήνιου κύκλου» στην ιδιοδεκτικότητα σε όλες τις γωνίες στόχους της μέτρησης (30°, 45°, 60°). Επομένως η 5^η ερευνητική υπόθεση δεν επαληθεύτηκε.

Στην πράξη, αυτή η παρατήρηση μπορεί να σημαίνει ότι κατά την ωχρινική φάση, όσον αφορά την κάμψη του γόνατος, π.χ. κατά την προσγείωση μετά από ένα άλμα, κατά την εκτέλεση επιτόπιων αλμάτων ή στην κίνηση αλλαγής κατεύθυνσης, οι αθλήτριες ίσως υιοθετούν πιο αμβλεία γωνία της άρθρωσης του γόνατος. Επίσης, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το παραπάνω φαινόμενο επιδεινώνεται με την κόπωση.

Αυτό το συμπέρασμα έρχεται να στηρίξει την άποψη προηγούμενης μελέτης που αναφέρει ότι οι γυναίκες τείνουν να έχουν μειωμένη γωνία κάμψης γόνατος και αυξημένη Valgus γόνατος γωνία σε σχέση με τους άνδρες σε δοκιμασίες που περιλαμβάνουν τρέξιμο, αλλαγές κατεύθυνσης και άλματα (Yu, 2002).

Τέλος, όσον αφορά την κιναισθησία που αξιολογήθηκε με το χρόνο σταθεροποίησης (είτε στο προσθοπίσθιο είτε στο μεσοπλεύριο επίπεδο) μετά από άλμα, είδαμε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική επίδραση ούτε της κόπωσης, ούτε των φάσεων του καταμήνιου κύκλου. Επομένως οι ερευνητικές υποθέσεις 6, 7, 8, 9 και 10 δεν επαληθεύτηκαν.

Το τελευταίο αποτέλεσμα μάλλον οφείλεται στην αδυναμία της μελέτης να περιορίσει τον χρόνο ανάνηψης μεταξύ του πρωτοκόλλου κόπωσης και της δοκιμασίας χρόνου σταθεροποίησης.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης θέτουν το υπόβαθρο για μελλοντική έρευνα πάνω στην επίδραση των φάσεων του καταμήνιου κύκλου στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος σε γυναίκες και δίνουν το έναυσμα για γόνιμο προβληματισμό σε θέματα προπονητικού σχεδιασμού των επιβαρύνσεων στις αθλήτριες για την πρόληψη πιθανών τραυματισμών.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abt, P.J., Sell, C.T., Laudner, G.K., McCrory, L.J., Loucks, L.T., Berga, L.S. & Lephart, M.S. (2007). Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 15, 901-907.
- Allegretti, M., Whitney, S.L., Lephart, S.M., Irrgang, J.J. & Fu, F.H. (1995). Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. *Journal of Orthopedic Sports Physiology Therapy*, 21(4), 220-226.
- Baltzopoulos, V. & Brodie, D.A. (1989). Isokinetic dynamometry: applications and limitations. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 8, 101-116.
- Barfield, R.W., Kirkendall, D.T. & Yu, B. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite and male soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine* 1, 72-79.
- Bayramoglu, M., Toprak, R. & Sozay, S. (2007). Effects of osteoarthritis and fatigue on proprioception of the knee joint. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation* 88, 346-350.
- Bove, M., Faelli, E., Tacchino, A., Lofrano, F., Cogo, C.E. & Ruggeri, P. (2007). Postural control after a strenuous treadmill exercise. *Neuroscience Letters* 418, 276-281.
- Bruce, S., McEwen & Alves, S. (1999). Estrogen actions in the central nervous system. *Endocrine Reviews*, 20(3), 279-307.
- Cable, T.N. & Elliot, J.K. (2004). The influence of reproductive hormones on muscle strength. *Biological Rhythm Research*, 35, 235-244.
- Campbell, S.E., & Febbraio, M.A. (2001). Effect of ovarian hormones on mitochondrial enzyme activity in the fat oxidation pathway of skeletal muscle. *American Journal of Physiological Endocrinology Metabolism*, 281(4), 803-808.

- Carcia, R.C., Shultz, J.S., Granata, P.K., Gansneder, M.B. & Perrin, H.D. (2004). Knee ligament behavior following a controlled loading protocol does not differ by menstrual cycle day. *Clinical Biomechanics*, 19(10), 1048-1054.
- Chowen, J.A., Torres-Aleman, I., & Garcia-Segura, L.M. (1992). Trophic effects of estradiol on fetal rat hypothalamic neurons. *Neuroendocrinology*, 56(6), 895-901.
- Colby, S.M., Hintermeister, R.A., Torry, M.R. & Steadman, J.R. (1999). Lower limb stability with ACL impairment. *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy* 13, 122-134.
- Committee on Sports Medicine and Fitness. (2000). Injuries in youth soccer: A subject review. *Pediatrics*, 105, 659-661.
- D' Eon, T.M., Sharoff, C., Chipkin, S.R., Grow, D., Ruby, B.C. & Braun, B. (2002). Regulation of exercise carbohydrate metabolism by estrogen and progesterone in women. *American Journal of Physiology*, 283, 1046-1055.
- Decker, M.J., Torry, M.R., Wyland, D.J., Sterett, W.I., & Steadman, J.R (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 18(7), 662-669.
- DeGroot, J.L. & Jameson, L.J. (2006). *Endocrinology (fifth edition)*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Emery, C.A., Cassidy, J.D., Klassen, T.P., Rosychuk, R.J., & Rowe, B.B. (2005). Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Physical Therapy*, 85(6), 502-514.
- Felicetti, G., Zelaschi, F. & Di Patrizi, S. (1994). Endurance tests during isokinetic contraction: reliability of functional parameters. *Isokinetics and Exercise Science* 4, 76-80.

- Ford, K.R., Myer, G.D., & Hewett, T.E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medical Science Sports Exercise*, 35(10), 1745-1750.
- Forestier, N., Teasdale, N. & Nougier, V. (2002). Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. *Medical Science Sports Exercise* 34, 117-122.
- Friden, C., Hirschberg, A.L., Saartok, T. & Renstrom, P. (2006). Knee joint kinaesthesia and neuromuscular coordination during three phases of the menstrual cycle in moderately active women. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(4), 383-389.
- Friden, C., Hirschberg, L.A. & Saartok, T. (2003). Muscle strenght and endurance do not significantly vary across 3 phases of the menstrual cycle in moderately active premenopausal women. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(4), 238-241.
- Guillot, A., Haguenaer, M., Dittmar, A. & Collet, C. (2005). Effect of a fatiguing protocol on motor imagery accuracy. *European Journal of Applied Physiology* 95, 186-190.
- Guo, H.Y., Dong, X.H. & Zhang, J.H. (2004). Hormone levels at different menstrual cycle phases and changes of athletic performance in female athletes. *Journal of Biological Chemistry*, 279(23), 24813-24825.
- Harlan, R.E. (1988). Regulation of neuropeptide gene expression by steroid hormones. *Molecular Neurobiology*, 2(3), 183-200.
- Hertel, J., William, N.I., Olmsted-Kramer, L.C., Leidy, H.L. & Putukian, M. (2006). Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(9), 817-822.
- Hesse, W.C., Wing, M.A. & Georgeson, A.M. Temporal derivative model of kinesthesia for movement detection and direction discrimination. Ημερομηνία

Ανάκτησης:17.04.2009.

http://psg275.bham.ac.uk/bbs/paper/CHesse_PandP_sub.pdf

- Hessemer, V. & Bruck, K. (1985). Influence of menstrual cycle on thermoregulatory metabolic and heart responses to exercise at night. *Journal of Applied Physiology*, 59, 1911-1917.
- Hewett, T.E. (2000). Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. Strategies for intervention. *Sports Medicine*, 29(5), 313-327.
- Hiemstra, L.A., Lo, I.K. & Fowler, P.J. (2001). Effects of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *Journal Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 31(10), 598-605.
- Huston, J.L., Greenfield, V.H.M. & Wojtys, M.E. (2000). Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 372, 50-63.
- Janse de Jonge, K. A. X., Boot, L.R.C., Thom, M.J., Ruell, A.P. & Thompson, W.M. (2001). The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *Journal of Physiology*, 530, 161-166.
- Johnston, R.B., Howard, M.E., Cawley, P.W. & Losse, G.M. (1998). Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*, 30(12), 1703-1707.
- Junge, A. & Dvorak, J. (2004). Soccer Injuries: A review on incidence and prevention. *Sports Medicine*, 34(13), 929-938.
- Kaiser, D.K. (1998). The incidence of ACL injury in female intercollegiate soccer players. *Journal of Athletic Training*, 33(2), 1-3.

- Kazutomo, M., Ishibashi, Y., Tsuda, E., Okamura, Y., Otsuka, H. & Toh. S. (2004). The effect of local and general fatigue on knee proprioception. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 20(4), 414-418.
- Kuhl, H. (2002). Influence of the ovarian cycle on the central nervous system. *Therapy Umsch*, 59(4), 175-181.
- Lambert, C.P., Archer, R.L. & Evans, W.J. (2001). Muscle strength and fatigue during isokinetic exercise in individuals with multiple sclerosis. *Medicine Science Sports Exercise*, 33(10), 1613-1619.
- Lattanzio, P., Petrella, R.J, Sproule, J.R & Fowler, P.J. (1997). Effects of fatigue on knee proprioception. *Clinical Journal Sport Medicine*, 7(1), 22-27.
- Ledin, T., Fransson, P.A. & Magnusson, M. (2004). Effects of postural disturbances with fatigued triceps surae muscles or with 20% additional body weight. . *Gait Posture*, 19, 184-193.
- Malinzak, R.A., Colby, S.M., Kirkendal, D.T., Yu, B. & Garrett, W.E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*, 16, 438-445.
- Mandelbaum, B.R., Silvers, H.J., Watanabe, D.S., Knarr, J.F., Thomas, S.D. & Griffin, L.Y., et al. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *American Journal Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010.
- Manou, V., Arseniou, P., Gerodimos, V. & Kellis, S. (2002). Test-retest reliability of an isokinetic muscle endurance test. . *Isokinetics and Exercise Science*, 10, 177-181.
- Matsuo, T., Saitoh, S., & Suzuki, M. (1999). Effects of the menstrual cycle on excess postexercise oxygen consumption in healthy young women. *Metabolism*, 48(3), 275-277.

- McLean, S.G., Neal, R.J., Myers, P.T., et al. (1999). Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver: potential for injury in women. *Medicine Science Sports Exercise*, 31(7), 959-968.
- Mermelstein, P.G., Becker, J.B., & Surmeier, D.J. (1996). Estradiol reduces calcium currents in rat neostriatal neurons via a membrane receptor. *Journal of Neuroscience*, 16(2), 595-604.
- Paillard, J. & Brouchon, M. (1974). A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cued for ballistic movements. *Brain Research*, 71, 273-284.
- Paschalis, V., Nikolaidis, M.G., Giakas, G., Jamurtas, A.Z., Owolabi, E.O., & Koutedakis, Y. (2008). Position sense and reaction angle after eccentric exercise: the repeated bout effect. *European Journal of Applied Physiology*, 103(1), 9-18.
- Paschalis, V., Nikolaidis, M.G., Giakas, G., Jamurtas, A.Z., Pappas, A., & Koutedakis, Y. (2007). The effect of eccentric exercise on position sense and joint reaction angle of the lower limbs. *Muscle Nerve*, 35(4), 496-503.
- Pollard, C.D., Heiderscheit, B.C., van Emmerik, R.E., & Hamill, J. (2005). Gender differences in lower extremity coupling variability during an unanticipated cutting maneuver. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(2), 143-152.
- Ribeiro, F., Mota, J. & Oliveira, J. (2007). Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *European Journal Applied Physiology*, 99, 379-385.
- Romani, W., Patrie, J., Curl, L.A. & Flaws, J.A. (2003). The correlations between estradiol, estrone, estriol, progesterone, and sex hormone-binding globulin and anterior cruciate ligament stiffness in healthy, active females. *Journal of Women's Health*, 12(3), 287-298.
- Ross, S.E., Guskiewicz, K.M., & Yu, B. (2005). Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *Journal of Athletic Training*, 40(4), 298-304.

- Rozzi, M.S. & Fu, H.F. (1999). Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 106-114.
- Rozzi, S., Yuktananandan, P., Pincevero, D., & Lephart, S.M. (2000). Role of fatigue on proprioception and neuromuscular control. *Human Kinetics Champaign*, 375-384.
- Schwendner, K.I., Mikesky, A.E., Wigglesworth, J.K., & Burr, D.B. (1995). Recovery of dynamic muscle function following isokinetic fatigue testing. *International Journal of Sports Medicine*, 16(3), 185-189.
- Sherrington, C. (1948). The integrative action of the nervous system. *The Journal of the American Medical Association*, 138(1), 102.
- Shultz, J.S., Kirk, E.S., Johnson, L.M., Sander, C.T. & Perrin, H.D. (2004). Relationship between sex hormones and anterior knee laxity across the menstrual cycle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1165-1174.
- Silberstein, S.D., & Merriam, G.R. (2000). Physiology of the menstrual cycle. *Cephalalgia*, 20(3), 148-154.
- Skinner, H.B., Wyatt, M.P. & Hodgdon, J.A. (1986). Effects of fatigue on joint position sense of the knee. *Journal Orthopedic Research*, 4, 112-118.
- Smith, M.J., Adams, L.F., Schmidt, P.J., Rubinow, D.R. & Wassermann, E.M. (2002). Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Annals of Neurology*, 51(5), 599-603.
- Smith, S.S. & Woolley, C.S. (2004). Cellular and molecular effects of steroid hormones on CNS excitability. *Cleveland Clinical Journal of Medicine*, 71(2), 4-10.
- South, M. & George, K.P. (2007). The effect of peroneal muscle fatigue on ankle joint position sense. *Physical Therapy in Sport* 8, 82-87.

- Vollman, R.F. (1977). The menstrual cycle. *Major Problems in Obstetrics and Gynecology*, 7, 1-193.
- Wikstrom, E.A., Powers, M.E. & Tillman, M.D. (2004). Dynamic stabilization time after isokinetic and factional fatigue. *Journal of Athletic Training* 39, 247-253.
- Wikstrom, E.A., Tillman, M.D., Smith, A.N. & Borsa, P.A. (2005). A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: the dynamic postural stability index. *Journal of Athletic Training*, 40(4), 305-309.
- Wilkerson, G.B. & Nitz, A.J. (1994). Dynamic ankle stability: Mechanical and neuromuscular interrelationships. *Journal of Sports Rehabilitation*, 3, 43-57.
- Wojtys, E.M., Huston, L.J., Lindenfeld, T.N., Hewett, T.E. & Greenfield, M.L. (1998). Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 26(5), 614-619.
- Yi, G.H., Park, S.Y. & Lee, S.H. (2004). Gender difference in knee angle on landing from a drop-jump: Kinematic data in young adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 16, 1-5.
- Yu, B., Kirkendall, T.D. & Garrett, E.W. (2002). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Anatomy, physiology, and motor control. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 10, 58-68.
- Zderic, T.W., Coggan, A.R. & Ruby, B.C. (2001). Glucose kinetics and substrate oxidation during exercise in the follicular and luteal phases. *Journal of Applied Physiology*, 90(2), 447-453.
- Zempher, E.D. (1989). Injury rates in a national sample of college football teams: A 2 year retrospective study. *Physician Sports Medicine*, 11, 104-113.

VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 6: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για την ιδιοδεκτικότητα στις 30ο.

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,112	1,135 ^a	1,000	9,000	,314
	Wilks' Lambda	,888	1,135 ^a	1,000	9,000	,314
	Hotelling's Trace	,126	1,135 ^a	1,000	9,000	,314
	Roy's Largest Root	,126	1,135 ^a	1,000	9,000	,314
exer	Pillai's Trace	,004	,038 ^a	1,000	9,000	,851
	Wilks' Lambda	,996	,038 ^a	1,000	9,000	,851
	Hotelling's Trace	,004	,038 ^a	1,000	9,000	,851
	Roy's Largest Root	,004	,038 ^a	1,000	9,000	,851
time * exer	Pillai's Trace	,139	1,459 ^a	1,000	9,000	,258
	Wilks' Lambda	,861	1,459 ^a	1,000	9,000	,258
	Hotelling's Trace	,162	1,459 ^a	1,000	9,000	,258
	Roy's Largest Root	,162	1,459 ^a	1,000	9,000	,258

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer

Πίνακας 7: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για το γωνιακό σφάλμα των 30ο

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,063	,602 ^a	1,000	9,000	,458
	Wilks' Lambda	,937	,602 ^a	1,000	9,000	,458
	Hotelling's Trace	,067	,602 ^a	1,000	9,000	,458
	Roy's Largest Root	,067	,602 ^a	1,000	9,000	,458
exer	Pillai's Trace	,031	,286 ^a	1,000	9,000	,606
	Wilks' Lambda	,969	,286 ^a	1,000	9,000	,606
	Hotelling's Trace	,032	,286 ^a	1,000	9,000	,606
	Roy's Largest Root	,032	,286 ^a	1,000	9,000	,606
time * exer	Pillai's Trace	,001	,006 ^a	1,000	9,000	,941
	Wilks' Lambda	,999	,006 ^a	1,000	9,000	,941
	Hotelling's Trace	,001	,006 ^a	1,000	9,000	,941
	Roy's Largest Root	,001	,006 ^a	1,000	9,000	,941

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer

Πίνακας 8: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για την ιδιοδεκτικότητα στις 45ο

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,003	,030 ^a	1,000	9,000	,866
	Wilks' Lambda	,997	,030 ^a	1,000	9,000	,866
	Hotelling's Trace	,003	,030 ^a	1,000	9,000	,866
	Roy's Largest Root	,003	,030 ^a	1,000	9,000	,866
exer	Pillai's Trace	,006	,059 ^a	1,000	9,000	,814
	Wilks' Lambda	,994	,059 ^a	1,000	9,000	,814
	Hotelling's Trace	,007	,059 ^a	1,000	9,000	,814
	Roy's Largest Root	,007	,059 ^a	1,000	9,000	,814
time * exer	Pillai's Trace	,000	,000 ^a	1,000	9,000	,990
	Wilks' Lambda	1,000	,000 ^a	1,000	9,000	,990
	Hotelling's Trace	,000	,000 ^a	1,000	9,000	,990
	Roy's Largest Root	,000	,000 ^a	1,000	9,000	,990

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer

Πίνακας 9: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για το γωνιακό σφάλμα των 45ο

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,169	1,833 ^a	1,000	9,000	,209
	Wilks' Lambda	,831	1,833 ^a	1,000	9,000	,209
	Hotelling's Trace	,204	1,833 ^a	1,000	9,000	,209
	Roy's Largest Root	,204	1,833 ^a	1,000	9,000	,209
exer	Pillai's Trace	,053	,502 ^a	1,000	9,000	,497
	Wilks' Lambda	,947	,502 ^a	1,000	9,000	,497
	Hotelling's Trace	,056	,502 ^a	1,000	9,000	,497
	Roy's Largest Root	,056	,502 ^a	1,000	9,000	,497
time * exer	Pillai's Trace	,213	2,441 ^a	1,000	9,000	,153
	Wilks' Lambda	,787	2,441 ^a	1,000	9,000	,153
	Hotelling's Trace	,271	2,441 ^a	1,000	9,000	,153
	Roy's Largest Root	,271	2,441 ^a	1,000	9,000	,153

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer

Πίνακας 10: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για την ιδιοδεκτικότητα στις 60ο

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,379	5,485 ^a	1,000	9,000	,044
	Wilks' Lambda	,621	5,485 ^a	1,000	9,000	,044
	Hotelling's Trace	,609	5,485 ^a	1,000	9,000	,044
	Roy's Largest Root	,609	5,485 ^a	1,000	9,000	,044
exer	Pillai's Trace	,566	11,749 ^a	1,000	9,000	,008
	Wilks' Lambda	,434	11,749 ^a	1,000	9,000	,008
	Hotelling's Trace	1,305	11,749 ^a	1,000	9,000	,008
	Roy's Largest Root	1,305	11,749 ^a	1,000	9,000	,008
time * exer	Pillai's Trace	,158	1,693 ^a	1,000	9,000	,226
	Wilks' Lambda	,842	1,693 ^a	1,000	9,000	,226
	Hotelling's Trace	,188	1,693 ^a	1,000	9,000	,226
	Roy's Largest Root	,188	1,693 ^a	1,000	9,000	,226

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer

Πίνακας 11: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για το γωνιακό σφάλμα των 60ο

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,377	5,456 ^a	1,000	9,000	,044
	Wilks' Lambda	,623	5,456 ^a	1,000	9,000	,044
	Hotelling's Trace	,606	5,456 ^a	1,000	9,000	,044
	Roy's Largest Root	,606	5,456 ^a	1,000	9,000	,044
exer	Pillai's Trace	,260	3,169 ^a	1,000	9,000	,109
	Wilks' Lambda	,740	3,169 ^a	1,000	9,000	,109
	Hotelling's Trace	,352	3,169 ^a	1,000	9,000	,109
	Roy's Largest Root	,352	3,169 ^a	1,000	9,000	,109
time * exer	Pillai's Trace	,026	,241 ^a	1,000	9,000	,635
	Wilks' Lambda	,974	,241 ^a	1,000	9,000	,635
	Hotelling's Trace	,027	,241 ^a	1,000	9,000	,635
	Roy's Largest Root	,027	,241 ^a	1,000	9,000	,635

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer

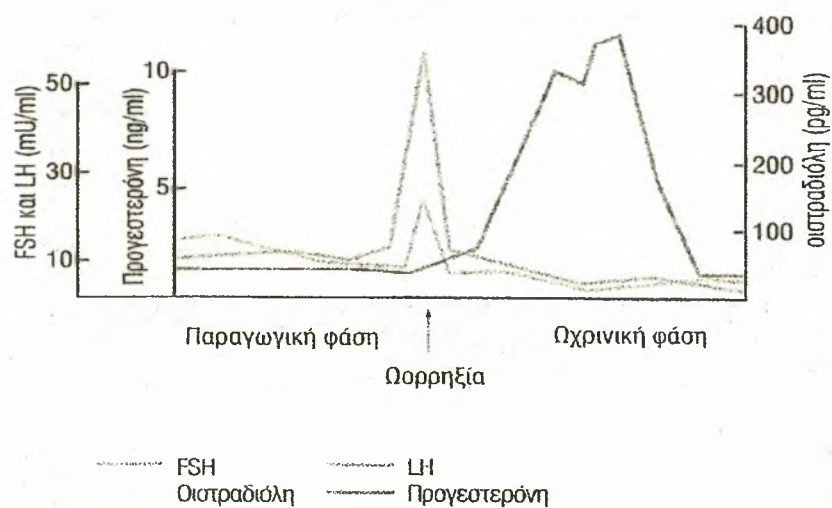
Πίνακας 12: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για τον χρόνο σταθεροποίησης του κάτω άκρου στο έδαφος (μεσοπλεύριο επίπεδο).

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,017	,158(a)	1,000	9,000	,700
	Wilks' Lambda	,983	,158(a)	1,000	9,000	,700
	Hotelling's Trace	,018	,158(a)	1,000	9,000	,700
	Roy's Largest Root	,018	,158(a)	1,000	9,000	,700
exer	Pillai's Trace	,212	2,427(a)	1,000	9,000	,154
	Wilks' Lambda	,788	2,427(a)	1,000	9,000	,154
	Hotelling's Trace	,270	2,427(a)	1,000	9,000	,154
	Roy's Largest Root	,270	2,427(a)	1,000	9,000	,154
time * exer	Pillai's Trace	,045	,429(a)	1,000	9,000	,529
	Wilks' Lambda	,955	,429(a)	1,000	9,000	,529
	Hotelling's Trace	,048	,429(a)	1,000	9,000	,529
	Roy's Largest Root	,048	,429(a)	1,000	9,000	,529

Πίνακας 13: Ανάλυση διακύμανσης μεταξύ κόπωσης (exer) και φάσης του κύκλου (time) για τον χρόνο σταθεροποίησης του κάτω άκρου στο έδαφος (προσθοπίσθιο επίπεδο).

Multivariate Tests ^b						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	Pillai's Trace	,185	2,044 ^a	1,000	9,000	,187
	Wilks' Lambda	,815	2,044 ^a	1,000	9,000	,187
	Hotelling's Trace	,227	2,044 ^a	1,000	9,000	,187
	Roy's Largest Root	,227	2,044 ^a	1,000	9,000	,187
exer	Pillai's Trace	,072	,696 ^a	1,000	9,000	,426
	Wilks' Lambda	,928	,696 ^a	1,000	9,000	,426
	Hotelling's Trace	,077	,696 ^a	1,000	9,000	,426
	Roy's Largest Root	,077	,696 ^a	1,000	9,000	,426
time * exer	Pillai's Trace	,046	,439 ^a	1,000	9,000	,524
	Wilks' Lambda	,954	,439 ^a	1,000	9,000	,524
	Hotelling's Trace	,049	,439 ^a	1,000	9,000	,524
	Roy's Largest Root	,049	,439 ^a	1,000	9,000	,524

a. Exact statistic
b.
Design: Intercept
Within Subjects Design: time+exer+time*exer



Σχήμα 5. Ορμονικά επίπεδα μεταξύ των τριών φάσεων του καταμηνίου κύκλου.

ΦΟΡΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ 3
ΦΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΜΜΗΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:.....

ΗΜΕΡΕΣ ΚΥΚΛΟΥ	1ος Μήνας		2ος Μήνας	
	Ημερομηνία	Θερμοκρασία	Ημερομηνία	Θερμοκρασία
1η				
2η				
3η				
4η				
5η				
6η				
7η				
8η				
9η				
10η				
11η				
12η				
13η				
14η				
15η				
16η				
17η				
18η				
19η				
20η				
21η				
22η				
23η				
24η				
25η				
26η				
27η				
28η				
29η				
30η				
31η				
32η				
33η				
34η				

Έντυπο συναίνεσης Δοκιμαζόμενου**Τίτλος Έρευνας :****Ερευνητής:**

Παρακαλώ να τσεκάρετε τα κουτάκια και να γράψετε το ονοματεπώνυμό σας στην παρακάτω γραμμή στην ένδειξη «Ονοματεπώνυμο Συμμετέχοντα»:

1. Βεβαιώνω ότι διάβασα και κατανόησα το ενημερωτικό φυλλάδιο για την παρούσα έρευνα και είχα την ευκαιρία να κάνω ερωτήσεις.

☐

2. Κατανοώ ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και μπορώ ανά πάσα στιγμή να αποσυρθώ από τις μετρήσεις.

☐

3. Δέχομαι να συμμετάσχω στην παρούσα έρευνα και να ακολουθώ τις οδηγίες που αφορούν στη διεξαγωγή της.

☐

Ονοματεπώνυμο Συμμετέχοντα
Υπογραφή

Ημερ/νία