



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ & ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ”**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ Μελέτη δεικτών επιβάρυνσης σε θήλυ διαιτητή αγώνων
ποδοσφαίρου”**

Ειρήνη Πίγγιου (ΑΜ:13087)

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη «Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική» στην Ειδίκευση “Προπονητική”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Αθανάσιος Χατζηνικολάου, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ
2ο μέλος: Αλεξάνδρα Αυλωνίτη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ
3ο μέλος: Ισχυρλίδης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α – ΔΠΘ

Κομοτηνή 2026



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM

"EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE"

MASTER DISSERTATION

“Study of load indicators in a female soccer referee”

Piggiou Eirini (R.N. 13087)

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in "Exercise Physiology and Sports Training Science" of the Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, specialized in “Sports Training Science”

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervising professor: Athanasios Chatzinikolaou, Professor D.P.E.S.S – DUTH

2nd member: Alexandra Avloniti, Associate Professor D.P.E.S.S – DUTH

3rd member: Ispirlidis Ioannis, Associate Professor D.P.E.S.S – DUTH

Komotini, 2026

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πίγγιου Ειρήνη : Μελέτη δεικτών επιβάρυνσης σε θήλυ διαιτητή αγώνων ποδοσφαίρου

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Χατζηνικολάου Αθανάσιου)

Η διαιτησία στο ποδόσφαιρο αποτελεί μια απαιτητική δραστηριότητα, η οποία χαρακτηρίζεται από σημαντικές φυσιολογικές και κινητικές απαιτήσεις. Οι διαιτητές καλούνται να παρακολουθούν τη ροή του αγώνα, να διατηρούν κατάλληλη αγωνιστική θέση και να λαμβάνουν αποφάσεις υπό συνθήκες αυξημένης έντασης και κόπωσης. Για την κατανόηση των απαιτήσεων της διαιτησίας χρησιμοποιούνται δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Σκοπός της Μεταπτυχιακή Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) ήταν η διερεύνηση και η ανάλυση των δεικτών επιβάρυνσης μιας γυναίκας διαιτητή ποδοσφαίρου σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα. Η μελέτη σχεδιάστηκε ως μελέτη περίπτωσης και τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια επίσημων αγώνων ποδοσφαίρου σε διαφορετικές διοργανώσεις. Η καταγραφή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ρολογιού και ζώνης καρδιακής συχνότητας, ενώ τα δεδομένα αναλύθηκαν με αναλύσεις διακύμανσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διοργάνωση επηρεάζει σημαντικά τους δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης. Συγκεκριμένα, οι αγώνες γυναικών σε διεθνές επίπεδο παρουσίασαν μεγαλύτερη συνολική απόσταση και υψηλότερη ενεργειακή δαπάνη σε σύγκριση με άλλες αγωνιστικές κατηγορίες. Παράλληλα, παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στη διάρκεια των αγώνων και στην κατανομή της έντασης της δραστηριότητας. Τα ευρήματα της μελέτης υπογραμμίζουν τη σημασία της κατάλληλης φυσικής προετοιμασίας των διαιτητών ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξημένες απαιτήσεις των αγώνων διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου. Συμπερασματικά, η αξιολόγηση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των φυσιολογικών και κινητικών απαιτήσεων της διαιτησίας ποδοσφαίρου και να υποστηρίξει τον σχεδιασμό αποτελεσματικών προγραμμάτων προπόνησης για διαιτητές.

Λέξεις-κλειδιά: διαιτησία ποδοσφαίρου, εσωτερική επιβάρυνση, εξωτερική επιβάρυνση

ABSTRACT

Pingiou Eirini: Study of load indicators in a female soccer referee

(Supervised by Professor Athanasios Chatzinikolaou)

Soccer refereeing is a highly demanding activity with significant physiological and physical demands. Referees are required to continuously follow the flow of the game, maintain an appropriate position on the field, and make immediate decisions under high-intensity, fatigue-inducing conditions. To understand the demands of refereeing, indicators of internal and external load are commonly used. The purpose of the thesis was to investigate the internal and external load indicators of a female soccer referee across different competitive levels. The study was designed as a case study, and data were collected during official soccer matches across different competition categories. Data collection was performed using a sports watch and a heart rate monitoring system, while the recorded data were analyzed using statistical methods, including analysis of variance. The results indicated that the level of competition significantly influenced external load indicators. Specifically, international women's matches were associated with greater total distance covered and higher energy expenditure compared to other match categories. Differences were also observed in match duration and activity intensity distribution. These findings highlight the importance of appropriate physical preparation for referees in order to meet the increasing demands of matches at different competitive levels. In conclusion, the evaluation of internal and external load indicators can contribute to a better understanding of the physiological and physical demands of soccer refereeing and support the development of effective training programs for referees.

Keywords: soccer refereeing, internal load, external load, heart rate, total distance

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Διαιτησία ποδοσφαίρου	9
1.2 Εξωτερική επιβάρυνση	11
1.3 Εσωτερική επιβάρυνση	12
1.4 Σκοπός της μελέτης.....	14
1.5 Οριοθετήσεις της μελέτης	15
1.6 Περιορισμοί της μελέτης	15
2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	17
2.1 Δείγμα	17
2.2 Όργανα μέτρησης	17
2.3 Διαδικασία συλλογής δεδομένων.....	18
2.4 Μεταβλητές της μελέτης	18
2.5 Στατιστική ανάλυση	19
3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	20
3.1. Απόσταση.....	20
3.2. Συνολική ενεργειακή δαπάνη (kcal).....	21
3.3. Συνολική διάρκεια (min)	22
3.4. Απόσταση ανά ημίχρονο.....	23
3.5. Διάρκεια στη Ζώνη HR 1	24
3.6. Διάρκεια στη Ζώνη HR 2	25
3.7. Διάρκεια στη Ζώνη HR 3	26
3.8. Διάρκεια στη Ζώνη HR 4	27
3.9. Διάρκεια στη Ζώνη HR 5	28
3.10. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax)	29
3.11. Μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό	30
3.12. Μέγιστος αριθμός βημάτων ανά λεπτό.....	31
3.13. Ενεργειακή δαπάνη ανά ημίχρονο	32
3.14. Μέσος ρυθμός κίνησης.....	33
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ	34
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	40

6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	41
-----------------------------	-----------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.** Συνολική διανυθείσα απόσταση στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 2.** Συνολική ενεργειακή δαπάνη στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 3.** Συνολική διάρκεια αγώνων στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 4.** Συνολική διανυθείσα απόσταση ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 5.** Συνολική διάρκεια στη Ζώνη HR 1 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 6.** Συνολική διάρκεια στη Ζώνη HR 2 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 7.** Συνολική διάρκεια στη Ζώνη HR 3 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 8 .** Συνολική διάρκεια στη Ζώνη HR 4 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 9.** Συνολική διάρκεια στη Ζώνη HR 5 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 10.** Μέγιστη καρδιακή συχνότητα ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**
- Σχήμα 11.** Μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων..... 30
- Σχήμα 12.** Έγιστος αριθμός βημάτων ανά λεπτό ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων..... 31
- Σχήμα 13.** Ενεργειακή δαπάνη ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων 32
- Σχήμα 14.** Μέσος ρυθμός κίνησης ανά λεπτό ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων..... 33

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαιτησία στο ποδόσφαιρο αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της αγωνιστικής διαδικασίας, καθώς συνδέεται άμεσα με τη νομιμότητα, τη ροή και την αγωνιστική ισορροπία της αναμέτρησης (MacMahon et al., 2015; Helsen & Bultynck, 2004). Ο/Η διαιτητής/τρια δεν περιορίζεται στην παθητική παρακολούθηση του παιχνιδιού, αλλά καλείται να διαχειρίζεται ένα ιδιαίτερα απαιτητικό περιβάλλον, στο οποίο συνυπάρχουν χρονική πίεση, συνεχής μεταβολή των αγωνιστικών συνθηκών και ανάγκη για άμεσες και ορθές αποφάσεις (Helsen & Bultynck, 2004; Helsen et al., 2006; Weston et al., 2012). Η αποτελεσματική άσκηση του ρόλου προϋποθέτει, επομένως, συνδυασμό γνωστικής ετοιμότητας, κινητικής επάρκειας και λειτουργικής ικανότητας προσαρμογής στις απαιτήσεις του αγώνα (MacMahon et al., 2015; Weston, 2015).

Η αυξανόμενη ένταση και ταχύτητα του σύγχρονου ποδοσφαίρου έχουν καταστήσει σαφές ότι η διαιτησία συνιστά πεδίο ιδιαίτερου επιστημονικού ενδιαφέροντος. Η σχετική βιβλιογραφία έχει δείξει ότι οι διαιτητές εκτελούν σημαντικό κινητικό έργο κατά τη διάρκεια των αγώνων και λειτουργούν υπό συνθήκες αυξημένης φυσιολογικής καταπόνησης, στοιχείο που αναδεικνύει τη διαιτησία ως δραστηριότητα με ουσιαστικές σωματικές και λειτουργικές απαιτήσεις (Krustrup & Bangsbo, 2001; Castagna et al., 2004; Castagna et al., 2007; Krustrup et al., 2009; Weston et al., 2012). Στο πλαίσιο αυτό, η μελέτη της εσωτερικής και της εξωτερικής επιβάρυνσης θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς επιτρέπει την ακριβέστερη αποτύπωση του φορτίου που συνεπάγεται η αγωνιστική συμμετοχή και συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των απαιτήσεων του ρόλου (Weston et al., 2012; Impellizzeri et al., 2019).

Παράλληλα, το αγωνιστικό επίπεδο φαίνεται να επηρεάζει ουσιαστικά τη μορφή και το μέγεθος των απαιτήσεων που δέχεται ο/η διαιτητής/τρια, αφού διαφορετικές κατηγορίες αγώνων ενδέχεται να συνοδεύονται από διαφορετικό ρυθμό, ένταση και αγωνιστική πολυπλοκότητα (Weston et al., 2006; Preissler et al., 2023). Ωστόσο, παρά την πρόοδο της σχετικής έρευνας, η διαθέσιμη βιβλιογραφία για γυναίκες διαιτητές ποδοσφαίρου παραμένει περιορισμένη. Οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί κυρίως σε άνδρες διαιτητές ή,

ευρύτερα, σε ανδρικά αγωνιστικά περιβάλλοντα, με αποτέλεσμα οι ειδικές απαιτήσεις της γυναικείας διαιτησίας να μην έχουν αποτυπωθεί με την ίδια πληρότητα (Mallo et al., 2010; Sánchez et al., 2022). Για τον λόγο αυτό, η διερεύνηση των χαρακτηριστικών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε γυναίκα διαιτητή ποδοσφαίρου παρουσιάζει ιδιαίτερο επιστημονικό και πρακτικό ενδιαφέρον, ιδίως όταν εξετάζεται σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα, καθώς μπορεί να συμβάλει τόσο στην πληρέστερη κατανόηση των απαιτήσεων του ρόλου όσο και στη διαμόρφωση πιο στοχευμένων κατευθύνσεων φυσικής προετοιμασίας (Mallo et al., 2010; Weston, 2015; Sánchez et al., 2022).

1.1. Διαιτησία ποδοσφαίρου

Ο ρόλος του/της διαιτητή/τριας στο ποδόσφαιρο είναι καθοριστικός, καθώς συνδέεται άμεσα με την εφαρμογή των κανονισμών, τη διασφάλιση της ομαλής διεξαγωγής του αγώνα και τη διατήρηση της αγωνιστικής ισορροπίας (MacMahon et al., 2015; Helsen & Bultynck, 2004). Η διαιτησία δεν αποτελεί απλώς κανονιστική λειτουργία, αλλά μια σύνθετη διαδικασία συνεχούς αξιολόγησης της αγωνιστικής πραγματικότητας, κατά την οποία ο/η διαιτητής/τρια καλείται να επεξεργάζεται ταχέως μεταβαλλόμενες πληροφορίες, να αντιλαμβάνεται κρίσιμες λεπτομέρειες και να λαμβάνει αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο (Helsen & Bultynck, 2004; Helsen et al., 2006; Weston et al., 2012). Υπό αυτή την έννοια, η ποιότητα της διαιτητικής απόφασης δεν εξαρτάται μόνο από τη γνώση των κανονισμών, αλλά και από την ικανότητα έγκαιρης αντίληψης, σωστής κρίσης και άμεσης ανταπόκρισης στις απαιτήσεις της εκάστοτε φάσης (MacMahon et al., 2015).

Κεντρική παράμετρος της διαιτητικής απόδοσης είναι η τοποθέτηση στον αγωνιστικό χώρο. Η ακρίβεια της κρίσης επηρεάζεται ουσιαστικά από το κατά πόσον ο/η διαιτητής/τρια διατηρεί κατάλληλη θέση και ευνοϊκή οπτική γωνία σε σχέση με τη φάση, καθώς η ποιότητα της διαθέσιμης οπτικής πληροφορίας συνδέεται άμεσα με την ορθότητα της απόφασης (Mallo et al., 2012; Helsen et al., 2006). Κατά συνέπεια, η κινητική συμπεριφορά δεν αποτελεί εξωτερικό ή δευτερεύον στοιχείο της διαιτησίας, αλλά λειτουργικό μέρος της ίδιας της διαδικασίας λήψης απόφασης. Η ικανότητα έγκαιρης μετακίνησης, αναπροσαρμογής της

θέσης και παρακολούθησης της εξέλιξης της φάσης αποτελεί προϋπόθεση για αποτελεσματική διαιτητική παρέμβαση (Mallo et al., 2012; Weston et al., 2012).

Η σύγχρονη διαιτησία απαιτεί, επομένως, υψηλή λειτουργική ετοιμότητα και συνεχή προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του αγώνα. Η φυσική κατάσταση του/της διαιτητή/τριας δεν αποτελεί απλώς συνοδευτικό χαρακτηριστικό του ρόλου, αλλά ουσιώδη λειτουργικό παράγοντα, καθώς επηρεάζει άμεσα τη δυνατότητα παρακολούθησης του ρυθμού της αναμέτρησης και διατήρησης κατάλληλης θέσης για τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων (Weston, 2015; Mallo et al., 2012; Weston et al., 2012). Παράλληλα, έχειδειχθεί ότι οι φυσικές απαιτήσεις της διαιτησίας και της βοηθού διαιτησίας σε διεθνές επίπεδο είναι σημαντικές και διαφοροποιούνται ανάλογα με τον ρόλο στο παιχνίδι, γεγονός που αναδεικνύει τη λειτουργική σημασία της κινητικής και φυσιολογικής ετοιμότητας για την αποτελεσματική άσκηση του διαιτητικού έργου (Krustrup et al., 2009). Για τον λόγο αυτό, η διαιτησία αντιμετωπίζεται πλέον ως πεδίο συστηματικής επιστημονικής διερεύνησης, στο οποίο η γνωστική επεξεργασία, η κινητική συμπεριφορά, η φυσιολογική καταπόνηση και η ποιότητα της απόφασης συνιστούν αλληλένδετες διαστάσεις της απόδοσης (Weston et al., 2012).

Παρά την ανάπτυξη της σχετικής βιβλιογραφίας, τα δεδομένα για γυναίκες διαιτητές παραμένουν σαφώς λιγότερα σε σχέση με εκείνα που αφορούν άνδρες διαιτητές. Εντούτοις, οι διαθέσιμες μελέτες δείχνουν ότι και στη γυναικεία διαιτησία καταγράφονται σαφείς αγωνιστικές απαιτήσεις, όπως σημαντικό κινητικό έργο, διαφοροποιήσεις μεταξύ των ημιχρόνων και σχέση της φυσικής ικανότητας με την αγωνιστική απόδοση (Mallo et al., 2010; Sánchez et al., 2022). Επομένως, η διερεύνηση της διαιτησίας σε γυναίκες αξιωματούχους του αγώνα παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία, καθώς μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση των ειδικών απαιτήσεων του ρόλου και να συμβάλει στην καλύτερη υποστήριξη της φυσικής τους προετοιμασίας.

1.2. Εξωτερική επιβάρυνση

Η εξωτερική επιβάρυνση αναφέρεται στο μηχανικό έργο που εκτελείται κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής δραστηριότητας και αποτυπώνει την ποσοτική διάσταση της κίνησης που παράγουν οι διαιτητές στο αγωνιστικό περιβάλλον. Στη διαιτησία ποδοσφαίρου, η εξωτερική επιβάρυνση εκφράζεται κυρίως μέσω της συνολικής διανυθείσας απόστασης, της απόστασης σε επιμέρους ζώνες ταχύτητας, της μέσης και της μέγιστης ταχύτητας, της διάρκειας της δραστηριότητας, καθώς και δεικτών όπως ο αριθμός των βημάτων και ο ρυθμός κίνησης (Weston et al., 2012; Zhang et al., 2025). Οι μεταβλητές αυτές επιτρέπουν την αντικειμενική ποσοτικοποίηση του αγωνιστικού έργου και, κατά συνέπεια, την ακριβέστερη περιγραφή των κινητικών απαιτήσεων του διαιτητικού ρόλου. Η βιβλιογραφία δείχνει με συνέπεια ότι οι κινητικές απαιτήσεις της διαιτησίας είναι υψηλές και ταυτόχρονα μεταβαλλόμενες. Σε διεθνείς αγώνες υψηλού επιπέδου, οι κεντρικοί διαιτητές έχει βρεθεί ότι καλύπτουν κατά μέσο όρο 11,634 km ανά αγώνα, ενώ οι βοηθοί διαιτητές 6,508 km, γεγονός που αναδεικνύει το υψηλό επίπεδο της συνολικής δραστηριότητας και τις ουσιαστικές διαφοροποιήσεις που επιβάλλει ο ειδικός ρόλος κάθε αξιωματούχου του αγώνα (Di Salvo et al., 2011). Αντίστοιχα, οι Krusturp et al. (2009) έδειξαν ότι το προφίλ δραστηριότητας διαιτητών και βοηθών σε διεθνείς αγώνες χαρακτηρίζεται από σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς το συνολικό έργο και τις απαιτήσεις κίνησης, ενώ πιο πρόσφατα δεδομένα πεδίου επιβεβαιώνουν ότι τόσο η κατηγορία του αγώνα όσο και ο ρόλος στον αγωνιστικό χώρο επηρεάζουν ουσιαστικά το μέγεθος της εξωτερικής επιβάρυνσης (Gomes et al., 2024; Martinez-Torremocha et al., 2025). Στο ίδιο πλαίσιο, η μετα-ανάλυση των Preissler et al. κατέδειξε ότι η μέση συνολική απόσταση που καλύπτουν οι διαιτητές ανέρχεται περίπου στα 10,5 km, με σαφείς διαφορές μεταξύ διοργανώσεων, καθώς οι ευρωπαϊκές αναμετρήσεις συνοδεύονται από μεγαλύτερες και εντονότερες εξωτερικές επιβαρύνσεις σε σχέση με άλλες αγωνιστικές συνθήκες. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η εξωτερική επιβάρυνση δεν αποτελεί σταθερό χαρακτηριστικό της διαιτησίας, αλλά επηρεάζεται ουσιαστικά από το επίπεδο της διοργάνωσης, το αγωνιστικό πλαίσιο και τις ιδιαιτερότητες του ρόλου (Preissler et al., 2023; Zhang et al., 2025).

Η διακύμανση της εξωτερικής επιβάρυνσης δεν παρατηρείται μόνο μεταξύ διαφορετικών διοργανώσεων ή διαιτητικών ρόλων, αλλά και εντός του ίδιου του αγώνα. Σε Βραζιλιάνους διαιτητές ποδοσφαίρου, η συνολική απόσταση ανά ημίχρονο δεν διέφερε ουσιαστικά, καθώς καταγράφηκαν 5219 ± 205 m στο πρώτο ημίχρονο και 5230 ± 237 m στο δεύτερο, ενώ ούτε η μέγιστη ταχύτητα παρουσίασε διαφορά, παραμένοντας περίπου στα 19,3 έως 19,4 km/h. Ωστόσο, η μέση ταχύτητα ήταν υψηλότερη στο πρώτο ημίχρονο, $6,6 \pm 0,4$ km/h έναντι $6,4 \pm 0,3$ km/h στο δεύτερο, γεγονός που δείχνει ότι η δομή της κινητικής απαίτησης μπορεί να μεταβάλλεται ακόμη και όταν η συνολική ποσότητα του έργου διατηρείται σχετικά σταθερή (Costa et al., 2013). Αντίστοιχες παρατηρήσεις έχουν αναφερθεί και σε άλλες μελέτες διαιτητών και βοηθών, όπου το προφίλ δραστηριότητας μεταβάλλεται μεταξύ ημιχρόνων ή ανάλογα με τις πιο απαιτητικές φάσεις της αναμέτρησης, ακόμη και όταν δεν διαφοροποιείται ουσιαστικά κάθε συνολικός δείκτης (Weston et al., 2011; Weston et al., 2012; Martinez-Torremocha et al., 2025). Αυτό σημαίνει ότι η εξωτερική επιβάρυνση δεν πρέπει να ερμηνεύεται αποκλειστικά με βάση ένα μόνο συνολικό μέγεθος, όπως η απόσταση, αλλά οφείλει να εξετάζεται και ως προς τον τρόπο κατανομής της αγωνιστικής δραστηριότητας μέσα στον χρόνο. Η πρόοδος της φορητής τεχνολογίας έχει καταστήσει αυτή την προσέγγιση εφικτή, καθώς συστήματα GPS, φορητοί αισθητήρες και αθλητικά ρολόγια επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων πεδίου σε πραγματικές αγωνιστικές συνθήκες με υψηλή πρακτική αξία και με ελάχιστη παρέμβαση στη φυσική αγωνιστική συμπεριφορά (Gomes et al., 2024; Zhang et al., 2025). Για τον λόγο αυτό, η εξωτερική επιβάρυνση συνιστά βασικό άξονα στη μελέτη της διαιτησίας ποδοσφαίρου, επειδή αποτυπώνει με αντικειμενικό τρόπο το εκτελούμενο έργο και προσφέρει το αναγκαίο υπόβαθρο για την κατανόηση των κινητικών απαιτήσεων της αγωνιστικής δραστηριότητας.

1.3. Εσωτερική επιβάρυνση

Η εσωτερική επιβάρυνση αναφέρεται στη φυσιολογική και ψυχοφυσιολογική απόκριση του οργανισμού στις απαιτήσεις της αγωνιστικής δραστηριότητας και εκφράζει τον βαθμό καταπόνησης που συνεπάγεται το εκτελούμενο έργο. Σε αντίθεση με την εξωτερική επιβάρυνση, η οποία περιγράφει το ίδιο το μηχανικό έργο, η εσωτερική επιβάρυνση

αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο το έργο αυτό μεταφράζεται σε λειτουργικό στρες για τον οργανισμό. Για τον λόγο αυτό, η αξιολόγησή της βασίζεται σε δείκτες όπως η καρδιακή συχνότητα, η κατανάλωση οξυγόνου, η συγκέντρωση γαλακτικού και η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (Nakamura et al., 2020; Weston et al., 2012). Στο πεδίο της διαιτησίας ποδοσφαίρου, η καρδιακή συχνότητα αποτελεί έναν από τους πλέον καθιερωμένους και πρακτικούς δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης, ακριβώς επειδή επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση της φυσιολογικής έντασης της αγωνιστικής προσπάθειας σε πραγματικές συνθήκες. Η διαθέσιμη βιβλιογραφία δείχνει ότι οι φυσιολογικές απαιτήσεις της διαιτησίας είναι ιδιαίτερα υψηλές. Σύμφωνα με την ανασκόπηση των Castagna et al. (2007) ένας διαιτητής υψηλού επιπέδου μπορεί να λειτουργεί περίπου στο 85 έως 90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας και στο 70 έως 80% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, ενώ οι Krusturp και Bangsbo κατέδειξαν ότι η διαιτησία συνοδεύεται από σημαντική αερόβια ενεργειακή επιβάρυνση σε όλη τη διάρκεια της αναμέτρησης και από επαναλαμβανόμενες φάσεις πολύ υψηλής έντασης (Krusturp & Bangsbo, 2001; Castagna et al., 2007). Στην ίδια κατεύθυνση, οι D'Ottavio και Castagna (2001) ανέφεραν ότι οι ελίτ διαιτητές αγωνίζονται κατά μέσο όρο στο 89,1% της εκτιμώμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας, ενώ αντίστοιχα δεδομένα έχουν αναφερθεί και για βοηθούς διαιτητές σε αγώνες υψηλού επιπέδου, στοιχείο που επιβεβαιώνει ότι η διαιτησία δεν είναι απλώς κινητικά απαιτητική, αλλά και ιδιαίτερα επιβαρυντική από φυσιολογική άποψη (D'Ottavio & Castagna, 2001; Krusturp et al., 2002; Stojanovic et al., 2024).

Η εσωτερική επιβάρυνση δεν παραμένει σταθερή μεταξύ διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων ούτε οργανώνεται με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις αναμετρήσεις. Οι Weston et al. (2006) έδειξαν ότι σε Άγγλους διαιτητές η μέση καρδιακή συχνότητα ήταν υψηλότερη σε αγώνες Premier League σε σύγκριση με αγώνες Football League, φθάνοντας το $83,6 \pm 2,6\%$ της μέγιστης καρδιακής συχνότητας έναντι $81,5 \pm 2,2\%$, ενώ και η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης ήταν αντίστοιχα υψηλότερη, με τιμές $7,8 \pm 0,8$ έναντι $6,9 \pm 0,8$ (Weston et al., 2006). Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι η φυσιολογική καταπόνηση συνδέεται με το αγωνιστικό επίπεδο και δεν μπορεί να θεωρείται σταθερή παράμετρος του διαιτητικού ρόλου. Παράλληλα, η εσωτερική επιβάρυνση παρουσιάζει και ενδοαγωνιστικές μεταβολές.

Στη μελέτη των Costa et al. (2013), η μέση καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια του αγώνα ήταν περίπου στο 89% της μέγιστης, ενώ περίπου στο 95% των αναμετρήσεων οι διαιτητές παρέμειναν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε εντάσεις ίσες ή μεγαλύτερες του 80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Επιπλέον, ο χρόνος παραμονής στη ζώνη 90 έως 100% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας ήταν μεγαλύτερος στο πρώτο ημίχρονο σε σχέση με το δεύτερο, 59,9% έναντι 52,3%, γεγονός που δείχνει ότι ακόμη και όταν η συνολική αγωνιστική δραστηριότητα είναι παρατεταμένη, η εσωτερική επιβάρυνση κατανέμεται άνισα μέσα στον χρόνο. Η εικόνα αυτή επιβεβαιώνεται και από νεότερες ανασκοπήσεις, στις οποίες τονίζεται ότι η παρακολούθηση της καρδιακής συχνότητας και των υπόλοιπων δεικτών εσωτερικής επιβάρυνσης είναι απαραίτητη για την κατανόηση των φυσιολογικών απαιτήσεων της διαιτησίας και για την υποστήριξη πιο στοχευμένων παρεμβάσεων φυσικής προετοιμασίας και αποκατάστασης (Stojanovic et al., 2024; Zhang et al., 2025). Επομένως, η αξιολόγηση της εσωτερικής επιβάρυνσης είναι απαραίτητη για την ακριβέστερη κατανόηση των φυσιολογικών απαιτήσεων της διαιτησίας, καθώς αποτυπώνει το πραγματικό βιολογικό κόστος της αγωνιστικής συμμετοχής και παρέχει ουσιώδες υπόβαθρο για τον σχεδιασμό της φυσικής προετοιμασίας και τη διαχείριση της αγωνιστικής επιβάρυνσης.

1.4. Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) ήταν η διερεύνηση και η ανάλυση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μιας γυναίκας διαιτητή ποδοσφαίρου σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα. Ειδικότερα, επιχειρήθηκε η αποτύπωση και η σύγκριση μεταβλητών όπως η καρδιακή συχνότητα, η συνολική απόσταση, η διάρκεια του αγώνα, η ενεργειακή δαπάνη, ο αριθμός βημάτων και ο ρυθμός κίνησης, με στόχο την καλύτερη κατανόηση των φυσιολογικών και κινητικών απαιτήσεων της διαιτησίας σε ετερογενή αγωνιστικά περιβάλλοντα.

Η μελέτη αυτή εστιάζει ειδικά σε γυναίκα διαιτητή, στοιχείο που της προσδίδει πρόσθετη ερευνητική αξία, καθώς η σχετική βιβλιογραφία παραμένει περιορισμένη. Παράλληλα, η σύγκριση διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων επιτρέπει την ανάδειξη

ενδεχόμενων διαφοροποιήσεων στο φορτίο που δέχεται η διαιτητής και μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση πιο στοχευμένων κατευθύνσεων φυσικής προετοιμασίας.

1.5. Οριοθετήσεις της μελέτης

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μελέτη περίπτωσης και αφορά αποκλειστικά μία γυναίκα διαιτητή ποδοσφαίρου. Ως εκ τούτου, η ανάλυση εστιάζει στην ενδοατομική παρατήρηση της επιβάρυνσης της ίδιας συμμετέχουσας σε διαφορετικά αγωνιστικά περιβάλλοντα και δεν αποσκοπεί στην εξαγωγή άμεσων γενικεύσεων για το σύνολο του πληθυσμού των γυναικών διαιτητών.

Η μελέτη περιορίζεται σε επίσημους αγώνες διαφορετικών αγωνιστικών κατηγοριών, στους οποίους συμμετείχε η συγκεκριμένη διαιτητής, και εξετάζει αποκλειστικά ποσοτικά δεδομένα φυσιολογικής και κινητικής φύσης. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα επικεντρώνεται σε μεταβλητές που καταγράφηκαν μέσω αθλητικού ρολογιού και ζώνης καρδιακής συχνότητας, όπως η συνολική απόσταση, η διάρκεια, η ενεργειακή δαπάνη, η καρδιακή συχνότητα, ο αριθμός βημάτων και ο ρυθμός κίνησης.

Επιπλέον, η παρούσα μελέτη δεν εξετάζει τεχνικοτακτικές παραμέτρους του αγώνα, δείκτες ποιότητας διαιτητικών αποφάσεων ή ψυχολογικές διαστάσεις της διαιτητικής απόδοσης. Η εστίαση περιορίζεται αποκλειστικά στην εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση, όπως αυτή αποτυπώνεται μέσω των επιλεγμένων δεικτών.

1.6. Περιορισμοί της μελέτης

Ο σημαντικότερος περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι ότι πρόκειται για μελέτη περίπτωσης με συμμετοχή μίας μόνο γυναίκας διαιτητή. Το γεγονός αυτό περιορίζει αναπόφευκτα τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων σε ευρύτερους πληθυσμούς, ακόμη και αν η ενδοατομική προσέγγιση προσφέρει αυξημένη σαφήνεια ως προς τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων.

Επιπλέον, οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται μεταξύ των αγώνων δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στο αγωνιστικό επίπεδο, καθώς είναι πιθανό να επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες, όπως ο ρυθμός του παιχνιδιού, η αγωνιστική σημασία της

αναμέτρησης, η ποιότητα των ομάδων, οι καιρικές συνθήκες, η κατάσταση του γηπέδου ή ειδικότερα χαρακτηριστικά της κάθε διοργάνωσης. Οι παράγοντες αυτοί δεν ήταν δυνατόν να ελεγχθούν πλήρως στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας.

Ένας ακόμη περιορισμός αφορά το είδος των μετρήσεων. Παρότι η χρήση φορητής τεχνολογίας προσφέρει σημαντικά πρακτικά πλεονεκτήματα και επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικές αγωνιστικές συνθήκες, οι καταγραφές αυτές ενδέχεται να εμφανίζουν ορισμένους περιορισμούς σε ακρίβεια ή εύρος σε σύγκριση με πιο εξειδικευμένα πολυαισθητηριακά συστήματα. Τέλος, η μελέτη δεν ενσωματώνει βιολογικές ή ορμονικές παραμέτρους που ενδεχομένως επηρεάζουν τη φυσιολογική απόκριση μιας γυναίκας διαιτητή, στοιχείο που θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής διερεύνησης.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται το δείγμα της μελέτης, τα όργανα μέτρησης, η διαδικασία συλλογής των δεδομένων, οι μεταβλητές που εξετάστηκαν και η στατιστική ανάλυση που εφαρμόστηκε. Η μεθοδολογική προσέγγιση της έρευνας σχεδιάστηκε με στόχο τη συστηματική καταγραφή και αξιολόγηση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μιας γυναίκας διαιτητή ποδοσφαίρου κατά τη διάρκεια επίσημων αγώνων διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου.

2.1. Δείγμα

Το δείγμα της παρούσας μελέτης αποτελείται από μία γυναίκα διαιτητή ποδοσφαίρου με ενεργή παρουσία σε εθνικές και διεθνείς διοργανώσεις. Η συμμετέχουσα διαιτητής διαθέτει πολυετή εμπειρία στη διαιτησία και συμμετέχει σε αγώνες διαφορετικών αγωνιστικών κατηγοριών. Η έρευνα σχεδιάστηκε ως μελέτη περίπτωσης (case study), με στόχο την εις βάθος ανάλυση των φυσιολογικών και κινητικών απαιτήσεων της διαιτησίας σε πραγματικές αγωνιστικές συνθήκες. Η καταγραφή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια επίσημων ποδοσφαιρικών αγώνων που διεξήχθησαν σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα. Για κάθε επίπεδο αξιολογήθηκαν 8 αγώνες. Τα επίπεδα ήταν το διεθνές επίπεδο γυναικών (Γυναίκες Εξ.), το υψηλότερο εθνικό επίπεδο (Γυναίκες Εσ.), το επίπεδο γ' εθνικής κατηγορίας των ανδρών (Άνδρες Γ' εθνική) και του τοπικού επιπέδου ανδρών (Άνδρες Τοπικού).

2.2. Όργανα μέτρησης

Για την καταγραφή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε φορητή τεχνολογία παρακολούθησης αγωνιστικής δραστηριότητας, και συγκεκριμένα αθλητικό ρολόι Polar Pacer, σε συνδυασμό με ζώνη καρδιακής συχνότητας της ίδιας εταιρείας. Η χρήση του συγκεκριμένου εξοπλισμού επέτρεψε τη συνεχή καταγραφή τόσο φυσιολογικών όσο και κινητικών παραμέτρων της διαιτητικής δραστηριότητας σε πραγματικές αγωνιστικές συνθήκες, χωρίς ουσιαστική παρέμβαση στη φυσική συμπεριφορά της συμμετέχουσας κατά

τη διάρκεια των αγώνων. Τα δεδομένα συγχρονίζονταν και αποθηκεύονταν μέσω της εφαρμογής Polar Flow, από την οποία εξαγονταν στη συνέχεια για περαιτέρω επεξεργασία.

Μέσω του εξοπλισμού αυτού καταγράφηκαν δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης, όπως η συνολική απόσταση, η διάρκεια της δραστηριότητας, η ενεργειακή δαπάνη, ο μέσος και ο μέγιστος αριθμός βημάτων ανά λεπτό, καθώς και ο μέσος ρυθμός κίνησης. Παράλληλα, καταγράφηκαν δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης, όπως η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής σε επιμέρους ζώνες καρδιακής συχνότητας. Η επιλογή του συγκεκριμένου εξοπλισμού κρίθηκε κατάλληλη, καθώς επιτρέπει τη συλλογή αξιόπιστων δεδομένων πεδίου και χρησιμοποιείται ευρέως για την παρακολούθηση αγωνιστικής επιβάρυνσης σε συνθήκες πραγματικού αγώνα

2.3. Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια επίσημων ποδοσφαιρικών αγώνων στους οποίους συμμετείχε η διαιτητής της μελέτης. Πριν από την έναρξη κάθε αγώνα, η συμμετέχουσα τοποθετούσε το αθλητικό ρολόι και τη ζώνη καρδιακής συχνότητας, τα οποία παρέμεναν σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια της αναμέτρησης. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλιζόταν η συνεχής καταγραφή των φυσιολογικών και κινητικών μεταβλητών σε πραγματικές αγωνιστικές συνθήκες. Μετά την ολοκλήρωση κάθε αγώνα, τα δεδομένα μεταφέρονταν στην εφαρμογή Polar Flow, όπου γινόταν ο αρχικός έλεγχος, η αποθήκευση και η εξαγωγή τους. Στη συνέχεια, οι καταγραφές οργανώνονταν ανάλογα με το αγωνιστικό επίπεδο της διοργάνωσης, ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών αγώνων. Παράλληλα, για τις μεταβλητές που εξετάστηκαν σε ενδοαγωνιστικό επίπεδο, τα δεδομένα ταξινομούνταν και ανά ημίχρονο, προκειμένου να διερευνηθούν πιθανές διαφοροποιήσεις μεταξύ Α' και Β' ημιχρόνου.

2.4. Μεταβλητές της μελέτης

Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη διακρίνονται σε δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Πιο αναλυτικά, στην κατηγορία των δεικτών εσωτερικής επιβάρυνσης ήταν η καρδιακή συχνότητα, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και ο

χρόνο παραμονής στην κάθε ζώνη έντασης της καρδιακής συχνότητας. Στη δεύτερη κατηγορία, δηλαδή στους δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης που σχετίζονται με το μηχανικό έργο που εκτελείται κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, περιλαμβάνονται η συνολική διανυθείσα απόσταση, η διάρκεια του αγώνα, η συνολική ενεργειακή δαπάνη και ο αριθμός των βημάτων και ο ρυθμός κίνησης κατά τη διάρκεια του αγώνα.

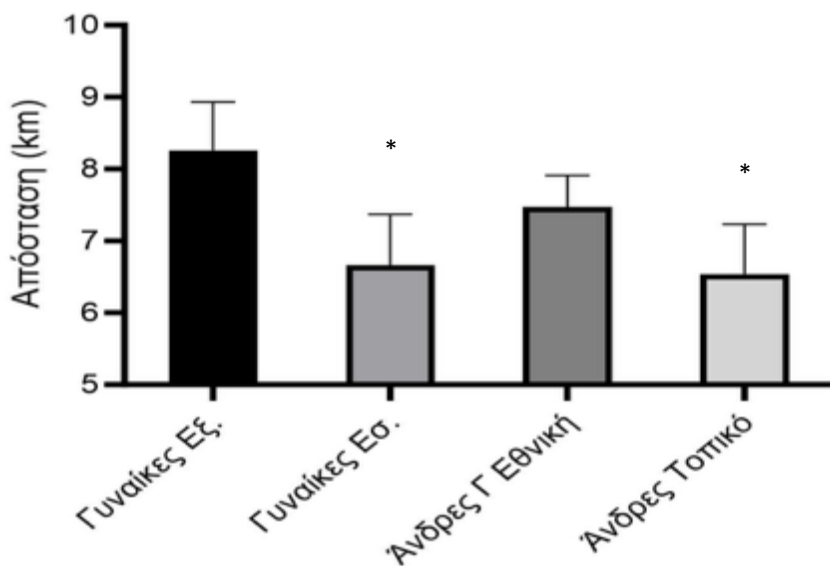
2.5. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού SPSS v.30. Αρχικά υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά για όλες τις μεταβλητές της μελέτης. Για τις μεταβλητές που αφορούσαν το σύνολο του αγώνα εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης με έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα, με παράγοντα την αγωνιστική κατηγορία. Για τις μεταβλητές που εξετάστηκαν ανά ημίχρονο εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης με δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες, με παράγοντες το ημίχρονο και την αγωνιστική κατηγορία. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Απόσταση

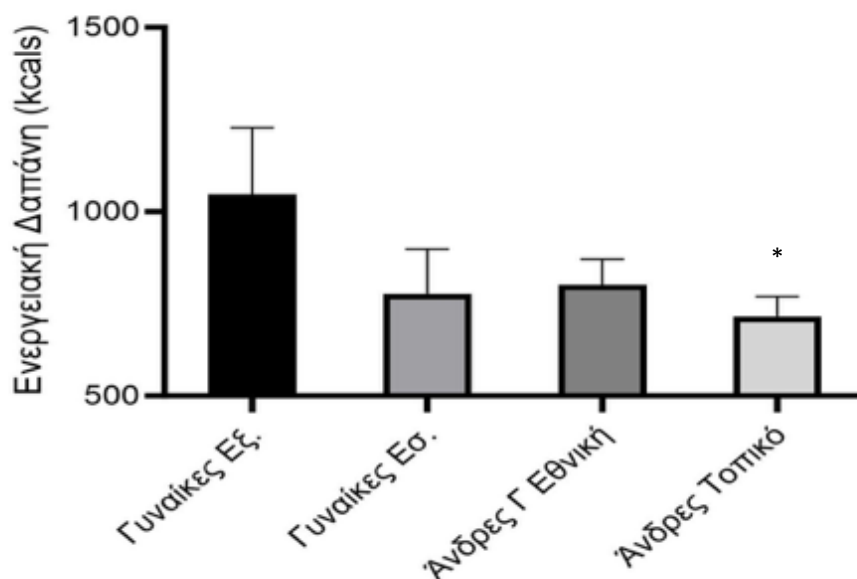
Από την ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (κατηγορία αγώνων: Γυναίκες εξωτερικού, Γυναίκες εσωτερικού, Άνδρες Γ' Εθνικής, Άνδρες τοπικού) προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την απόσταση που διάνυσε η διαιτητής στα διάφορα επίπεδα αγώνων (Γυναίκες εξωτερικού: $8,26 \pm 0,69$ km, Γυναίκες εσωτερικού: $6,66 \pm 0,71$ km, Άνδρες Γ' Εθνικής: $7,47 \pm 0,44$ km, Άνδρες τοπικού: $6,54 \pm 0,69$ km), [$F(3, 21) = 11,96$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,631$]. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι η απόσταση στους αγώνες γυναικών εξωτερικού ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με τους αγώνες γυναικών εθνικού επιπέδου (μέση διαφορά = 1,60 km, $\approx 24,0\%$) και με των ανδρών τοπικού επιπέδου (μέση διαφορά = 1,72 km, $\approx 26,2\%$). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες συγκρίσεις.



Σχήμα 1. Συνολική διανυθείσα απόσταση στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου (Γυναίκες Εξ.) με την αντίστοιχη σε εθνικού επιπέδου (Γυναίκες Εσ.) και τοπικού επιπέδου ανδρών (Άνδρες Τοπικό).

3.2. Συνολική ενεργειακή δαπάνη (kcal)

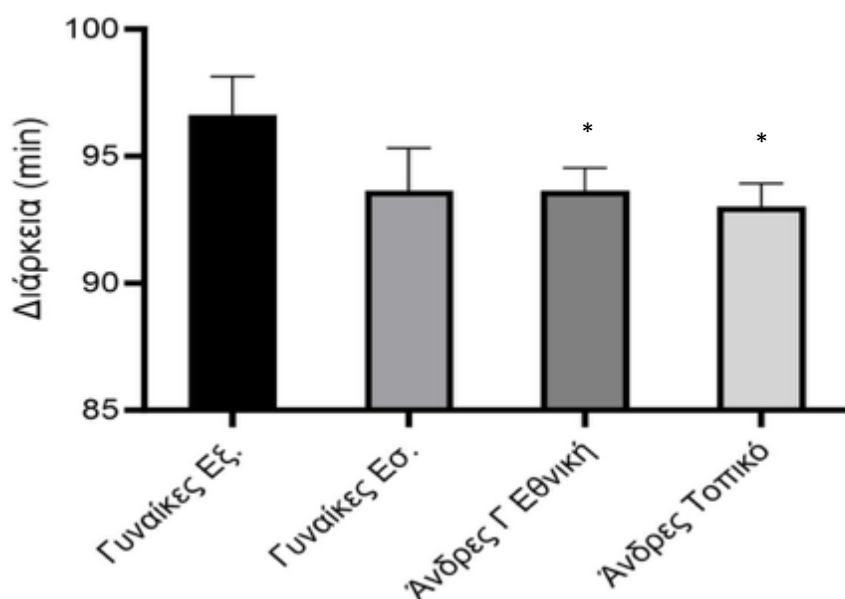
Από την ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (κατηγορία αγώνων: Γυναικών Εξ., Γυναικών Εσ., Ανδρών Γ Εθνική, Ανδρών Τοπικό), προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τη συνολική ενεργειακή δαπάνη κατά τη διάρκεια των αγώνων [$F(3, 21) = 10,852$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,608$]. Οι μέσες τιμές ήταν: Γυναικών Εξ. $1046,63 \pm 181,52$ kcal, Γυναικών Εσ. $777,00 \pm 122,08$ kcal, Ανδρών Γ Εθνική $801,25 \pm 69,98$ kcal, Ανδρών Τοπικό $715,38 \pm 54,45$ kcal. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με Bonferroni έδειξε ότι η ενεργειακή δαπάνη κατά τη διάρκεια των αγώνων σε επίπεδο Γυναικών εξωτερικού ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με των Ανδρών Τοπικού (μέση διαφορά = $331,25$ kcal, $\approx 31,7\%$). Δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων κατηγοριών (Bonferroni, $p > 0,05$).



Σχήμα 2. Συνολική ενεργειακή δαπάνη στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου (Γυναίκες Εξ.) με την αντίστοιχη σε εθνικού επιπέδου (Γυναίκες Εσ.), εθνικού επιπέδου ανδρών (Άνδρες Γ' Εθνική) και τοπικού επιπέδου ανδρών (Άνδρες Τοπικό).

3.3. Συνολική διάρκεια (min)

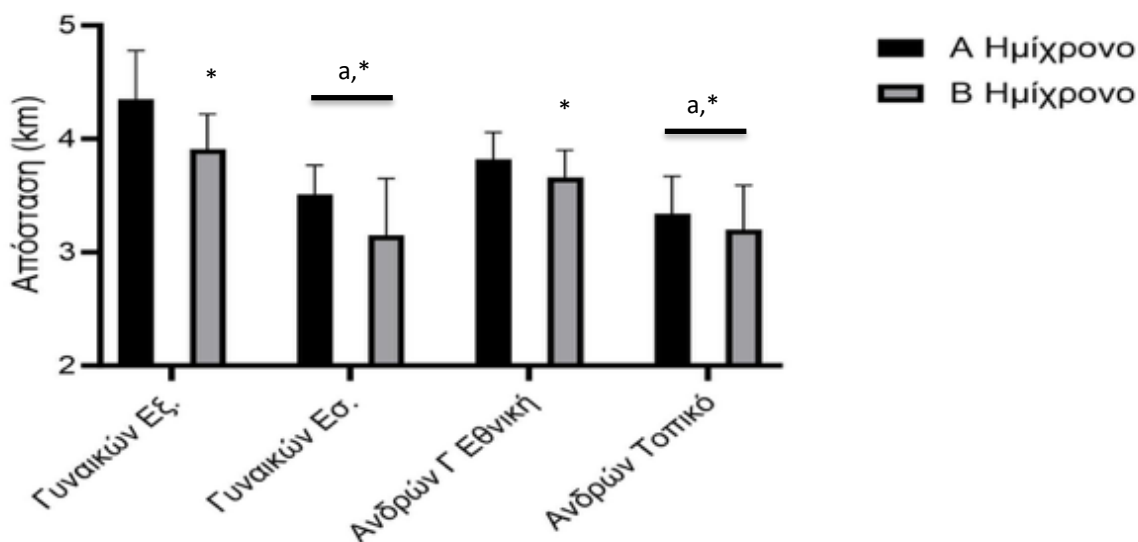
Από την ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (κατηγορία αγώνες), προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τη συνολική διάρκεια των αγώνων [$F(3, 21) = 11,199$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,62$]. Οι μέσες τιμές ήταν: Γυναικών Εξ. $96,63 \pm 1,51$ min, Γυναικών Εσ. $93,63 \pm 1,69$ min, Ανδρών Γ Εθνική $93,63 \pm 0,92$ min, Ανδρών Τοπικό $93,00 \pm 0,93$ min. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με Bonferroni έδειξε ότι η διάρκεια των αγώνων Γυναικών Εξωτερικού είχε σημαντικά μεγαλύτερη συνολική διάρκεια σε σχέση με την διάρκεια των αγώνων Ανδρών Εθνικής Γ' Εθνικής και Τοπικού (μέση διαφορά $\approx 3,63$ min, $\approx 3,8\%$). Οι υπόλοιπες συγκρίσεις δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Bonferroni, $p > 0,05$).



Σχήμα 3. Συνολική διάρκεια αγώνων στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου (Γυναίκες Εξ.) με την αντίστοιχη τοπικού επιπέδου ανδρών (Άνδρες Τοπικό).

3.4. Απόσταση ανά ημίχρονο

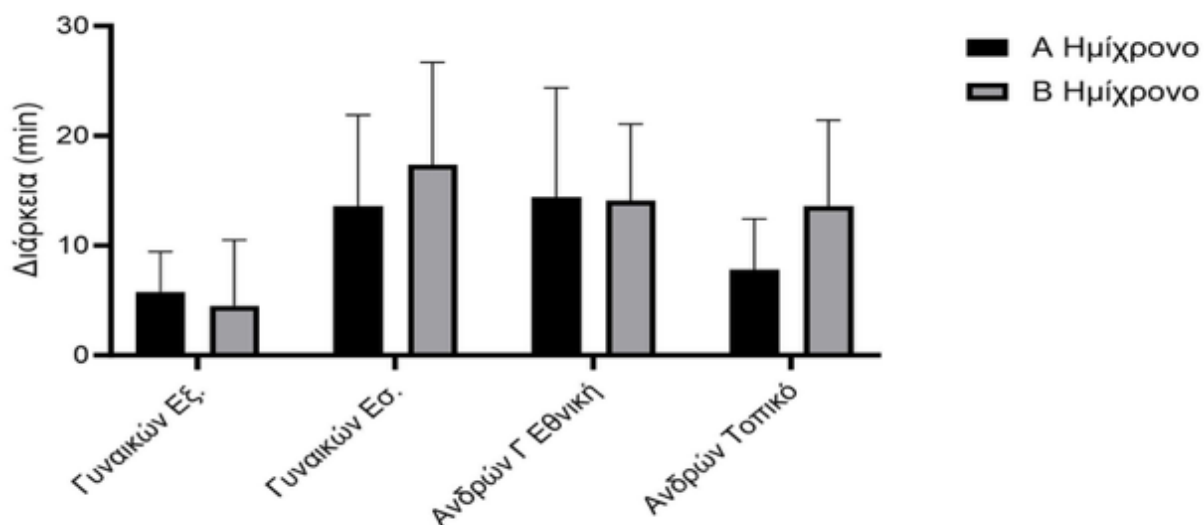
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις [ημίχρονο $\times$ κατηγορία αγώνων] δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου $\times$ κατηγορίας αγώνων [$F(3,21) = 2,062$, $p = 0,105$]. Αντίθετα, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 28,320$, $p < 0,05$], με την απόσταση στο Α' ημίχρονο να είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με το Β' ημίχρονο κατά 7,9% στους αγώνες. Επιπλέον, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της κατηγορίας αγώνων [$F(3,5) = 11,995$, $p < ,05$]. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι οι αγώνες Γυναικών εξωτερικού παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη απόσταση ανά ημίχρονο σε σχέση με των Γυναικών εσωτερικού (μέση διαφορά = 0,803, $\approx 24,1\%$, $p < 0,05$) και σε σχέση με των Ανδρών τοπικού (μέση διαφορά = 0,860, $\approx 26,3\%$, $p < 0,05$). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες συγκρίσεις.



Σχήμα 4. Συνολική διανυθείσα απόσταση ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων όλους τους αγώνες, a: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου σε σχέση τα αντίστοιχα του εθνικού επιπέδου γυναικών και του τοπικού ανδρών.

3.5. Διάρκεια στη Ζώνη HR 1

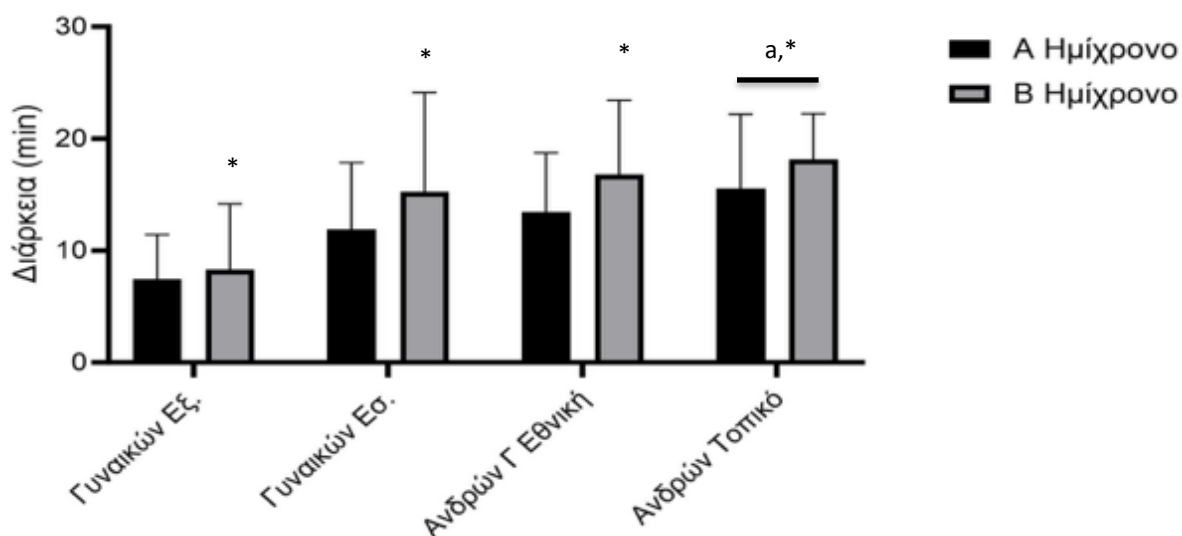
Για τη μεταβλητή «Διάρκεια στη Ζώνη HR 1», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας αγώνων [$F(3,21) = 1,377$, $p = 0,272$]. Επιπλέον, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση ούτε του ημιχρόνου [$F(1,7) = 1,012$, $p = 0,348$] ούτε της κατηγορίας ομάδας [$F(3,5) = 2,663$, $p = 0,061$]. Οι μέσοι όροι για το ημίχρονο ήταν 10,39 λεπτά στο Α' και 12,39 λεπτά στο Β', χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά (διόρθωση Bonferroni, $p = 0,348$), ενώ οι μέσοι όροι ανά κατηγορία αγώνων ήταν: Γυναίκες εξωτερικού 5,138 λεπτά, Γυναίκες εσωτερικού 15,49 λεπτά, άνδρες Γ' Εθνικής 14,24 λεπτά και άνδρες τοπικού 10,68 λεπτά.



Σχήμα 5. Συνολική διάρκεια στην ζώνη έντασης 1 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων.

3.6. Διάρκεια στη Ζώνη HR 2

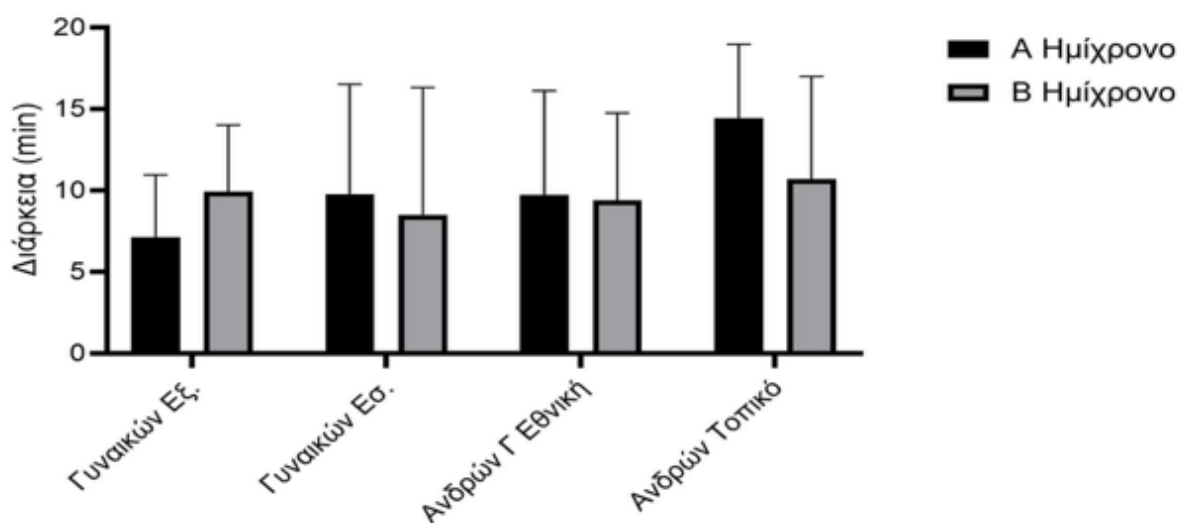
Για τη μεταβλητή «Διάρκεια στη Ζώνη HR 2», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας αγώνων [$F(3,21) = 0,320$, $p = 0,811$]. Αντίθετα, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 5,716$, $p < 0,05$], με τη διάρκεια στη Ζώνη HR 2 να είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στο Β' ημίχρονο (14,62λεπτά) σε σχέση με το Α' (12,08λεπτά) κατά 21,1%. Επιπλέον, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της κατηγορίας αγώνων [$F(3,5) = 6,851$, $p < 0,05$], με μέσους όρους: Γυναίκες εξωτερικού 7,855λεπτά, Γυναίκες εσωτερικού 13,57λεπτά, άνδρες Γ' Εθνικής 15,14λεπτά και άνδρες τοπικού 16,84λεπτά. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι στους αγώνες ανδρών τοπικού παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη διάρκεια στη Ζώνη HR 2 σε σχέση με τις Γυναίκες εξωτερικού ($\approx 114,3\%$, $p < 0,05$). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες συγκρίσεις.



Σχήμα 6. Συνολική διάρκεια στη ζώνη έντασης 2 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων στους αγώνες όλων των επιπέδων, a: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων γυναικών διεθνούς επιπέδου σε σχέση τα αντίστοιχα του τοπικού επιπέδου ανδρών.

3.7. Διάρκεια στη Ζώνη HR 3

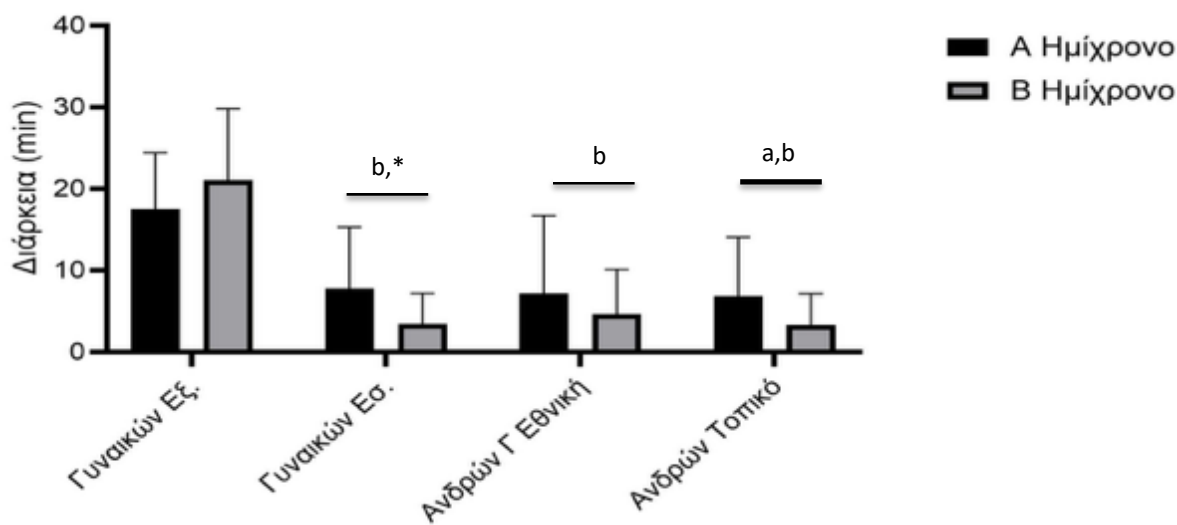
Για τη μεταβλητή «Διάρκεια στη Ζώνη HR 3», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας αγώνων [$F(3,21) = 1,875$, $p = 0,165$]. Επιπλέον, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση ούτε του ημιχρόνου [$F(1,7) = 0,588$, $p = 0,468$] ούτε της κατηγορίας ομάδας [$F(3,5) = 1,130$, $p = 0,359$]. Οι μέσοι όροι για τα ημίχρονα ήταν 10,27 λεπτά στο Α' και 9,63 λεπτά στο Β' και οι μέσοι όροι ανά κατηγορία ήταν: γυναίκες εξωτερικού 8,53 λεπτά, γυναίκες εσωτερικού 9,13 λεπτά, άνδρες Γ' Εθνικής 9,57 λεπτά και άνδρες τοπικού 12,57 λεπτά.



Σχήμα 7. Συνολική διάρκεια στη ζώνη έντασης 3 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων

3.8. Διάρκεια στη Ζώνη HR 4

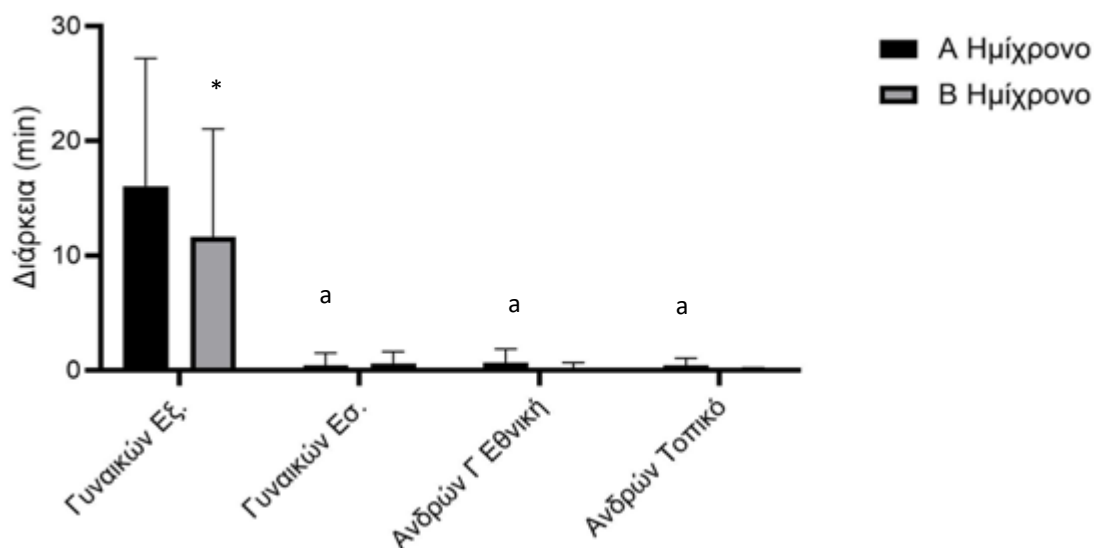
Για τη μεταβλητή «Διάρκεια στη Ζώνη HR 4», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας αγώνων [$F(3,21) = 6,706$, $p < 0,05$]. . Στους αγώνες γυναικών εσωτερικού βρέθηκε ότι υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων (Α': 7,79 λεπτά vs Β': 3,4 λεπτά, $p < 0,05$). Όσον αφορά τα ημίχρονα, βρέθηκε ότι η διάρκεια στη ζώνη 4 για το Α' ημίχρονο είχε διαφορά μεταξύ των αγώνων γυναικών εξωτερικού και ανδρών τοπικού (17,59 vs 6,83 λεπτά, $p < 0,05$), ενώ για το Β' ημίχρονο όλοι οι αγώνες διέφεραν σημαντικά με τους αγώνες γυναικών εξωτερικού (Γυναίκες εξ: 21,06 vs Γυναίκες εσ: 3,4 λεπτά, vs Άνδρες Γ' εθνική: 4,6 λεπτά, vs Άνδρες τοπικού: ,31 λεπτά, $p < 0,05$).



Σχήμα 8. Συνολική διάρκεια στη ζώνη έντασης 4 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων στους αγώνες γυναικών εσωτερικού, a: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων γυναικών διεθνούς επιπέδου σε σχέση τα αντίστοιχα του τοπικού επιπέδου ανδρών όσον αφορά το Α' ημίχρονο, b: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων γυναικών διεθνούς επιπέδου σε σχέση με τους υπόλοιπους αγώνες όσον αφορά το Β' ημίχρονο

3.9. Διάρκεια στη Ζώνη HR 5

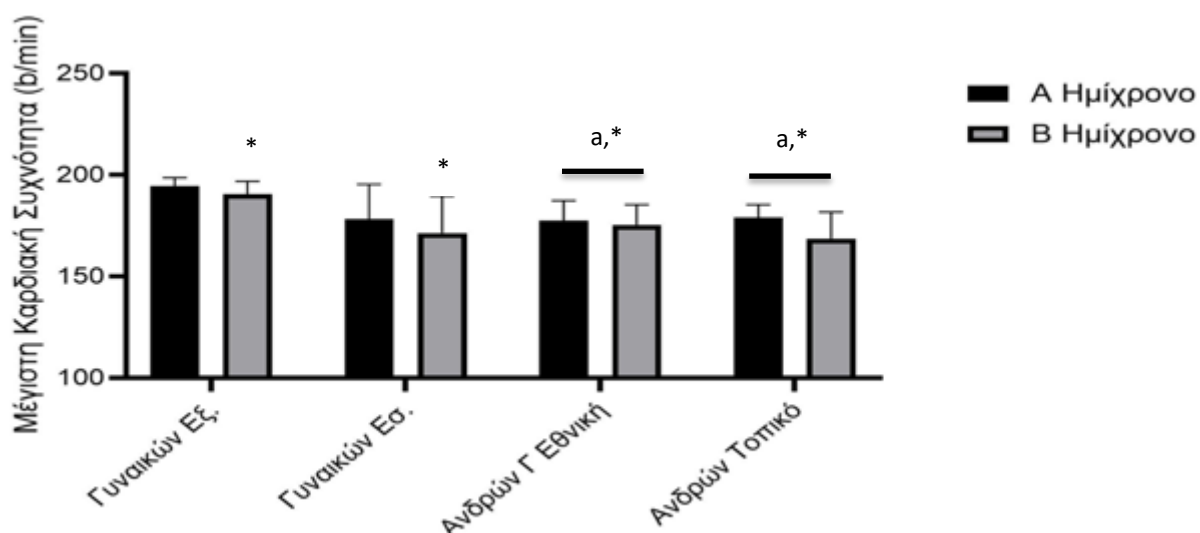
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις [ημίχρονο × κατηγορία ομάδας (αθλήτριες εξωτερικού, αθλήτριες εσωτερικού, άνδρες Γ' Εθνικής, άνδρες τοπικού)] προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας [$F(3,21) = 4,848$, $p < 0,05$]. Στους αγώνες γυναικών εξωτερικού βρέθηκε ότι υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων (Α':16,05 λεπτά vs Β': 11,63 λεπτά, $p < 0,05$). Όσον αφορά τα ημίχρονα, βρέθηκε ότι η διάρκεια στη ζώνη 5 για το Α' ημίχρονο είχε διαφορά μεταξύ των αγώνων γυναικών εξωτερικού με όλους τους υπόλοιπους αγώνες (Γυναίκες εξ:16,05 vs Γυναίκες εσ: 0,43 λεπτά, vs Άνδρες Γ' εθνική: 0,65 λεπτά, vs Άνδρες τοπικού:0,4 λεπτά, $p < 0,05$) και ανδρών τοπικού (17,59 vs 6,83 λεπτά, $p < 0,05$), ενώ για το Β' ημίχρονο δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Σχήμα 9. Συνολική διάρκεια στη ζώνη έντασης 5 της καρδιακής συχνότητας ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων στους αγώνες γυναικών εξωτερικού, a: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων γυναικών διεθνούς επιπέδου σε σχέση τα αντίστοιχα των υπόλοιπων αγώνων όσον αφορά το Α' ημίχρονο.

3.10. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax)

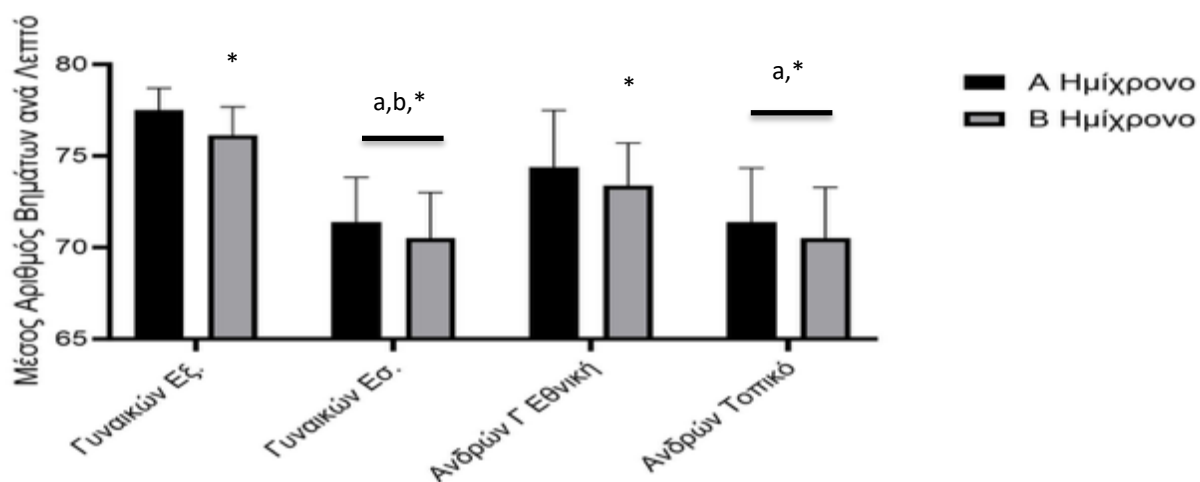
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις [ημίχρονο × κατηγορία αγώνων] δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας [$F(3,21) = 0,632$, $p = 0,602$]. Αντίθετα, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 11,644$, $p < 0,05$], με τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα να είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στο Α' ημίχρονο (182,23 παλμοί/ λεπτό) σε σχέση με το Β' (176,3 παλμοί/ λεπτό) κατά 3,3%. Επιπλέον, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της κατηγορίας ομάδας [$F(3,5) = 6,677$, $p < 0,05$], με μέσους όρους: γυναικών εξωτερικού 192,43 παλμοί/ λεπτό, γυναικών εσωτερικού 174,73 παλμοί/ λεπτό, άνδρες Γ' Εθνικής 176,3 παλμοί/ λεπτό και άνδρες τοπικού 173,73 παλμοί/ λεπτό. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι οι αγώνες γυναικών εξωτερικού παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη HRmax σε σχέση με τους αγώνες ανδρών Γ' Εθνικής ($\approx 9,1\%$, $p < 0,05$) και τους ανδρών τοπικού ($\approx 10,8\%$, $p < 0,05$). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες συγκρίσεις.



Σχήμα 10. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων στους αγώνες όλων των επιπέδων, α: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου γυναικών σε σχέση με τα αντίστοιχα του εθνικού και τοπικού επιπέδου ανδρών.

3.11. Μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό

Για τη μεταβλητή «Μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) δεν διαπιστώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση [$F(3,21) = 0,122$, $p = 0,946$]. Αντίθετα, προέκυψε σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 10,722$, $p = 0,014$], με τον μέσο αριθμό βημάτων ανά λεπτό να είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερος στο Α' ημίχρονο (73,66 βήματα/λεπτό) σε σχέση με το Β' (72,62 βήματα/λεπτό) κατά 1,4%. Επιπλέον, προέκυψε σημαντική κύρια επίδραση της κατηγορίας ομάδας [$F(3,5) = 13,580$, $p < 0,05$]. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι στους αγώνες γυναικών εξωτερικού πραγματοποιήθηκε στατιστικά σημαντικά υψηλότερος μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό σε σχέση με τους αγώνες γυναικών εσωτερικού ($\approx 8,3\%$, $p < 0,05$) και τους αγώνες ανδρών τοπικού ($\approx 8,3\%$, $p < 0,05$), ενώ στους αγώνες ανδρών Γ' Εθνικής παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό σε σχέση με τους αγώνες γυναικών εσωτερικού ($\approx 4,1\%$, $p < 0,05$).

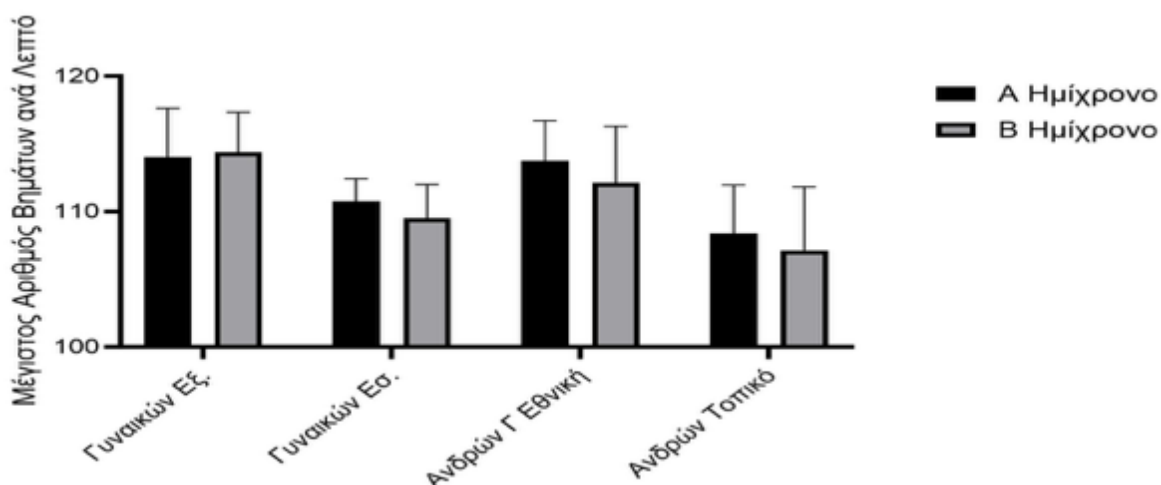


Σχήμα 10. Μέσος Αριθμός Βημάτων ανά λεπτό ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων.

* Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων στους αγώνες όλων των επιπέδων, a: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου γυναικών σε σχέση τα αντίστοιχα του εθνικού και τοπικού επιπέδου ανδρών, b: Στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με των αγώνων ανδρών Γ' εθνικής και των αγώνων γυναικών εσωτερικού.

3.12. Μέγιστος αριθμός βημάτων ανά λεπτό

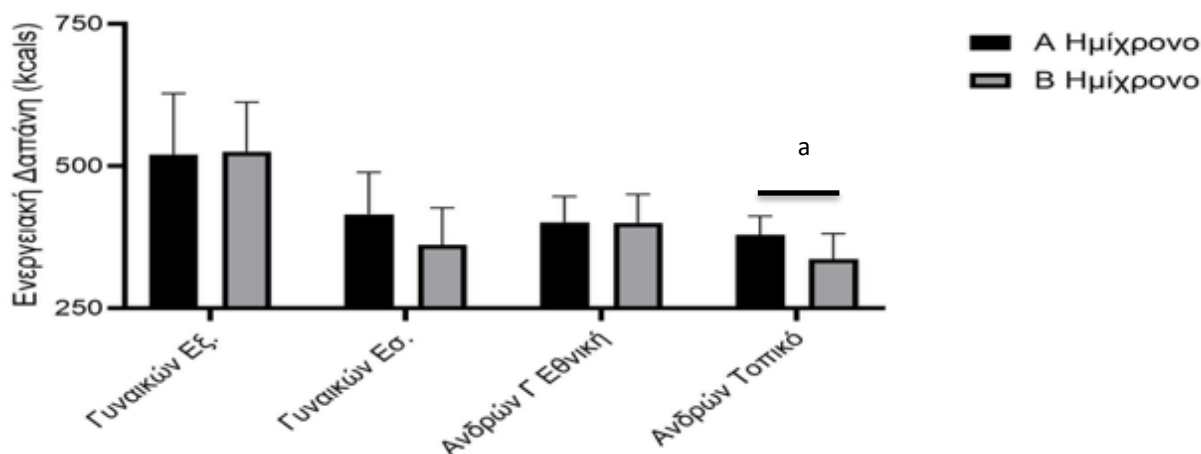
Για τη μεταβλητή «Μέγιστος αριθμός βημάτων ανά λεπτό», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας [$F(3,21) = 0,411$, $p = 0,746$]. Επίσης, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 2,253$, $p = 0,177$], ούτε της κατηγορίας αγώνων [$F(3,5) = 7,843$, $p = 0,065$]. Οι μέσοι όροι ανά ημίχρονο ήταν 111,7 βήματα/λεπτό για το Α' και 110,8 βήματα/λεπτό για το Β', ενώ οι μέσοι όροι ανά κατηγορία ήταν: γυναίκες εξωτερικού 114,2 βήματα/λεπτό, γυναίκες εσωτερικού 110,1 βήματα/λεπτό, άνδρες Γ' Εθνικής 112,9 βήματα/λεπτό και άνδρες τοπικού 107,8 βήματα/λεπτό. Δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις πολλαπλές συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni.



Σχήμα 11. Μέγιστος Αριθμός Βημάτων ανά λεπτό ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων

3.13 Ενεργειακή δαπάνη ανά ημίχρονο

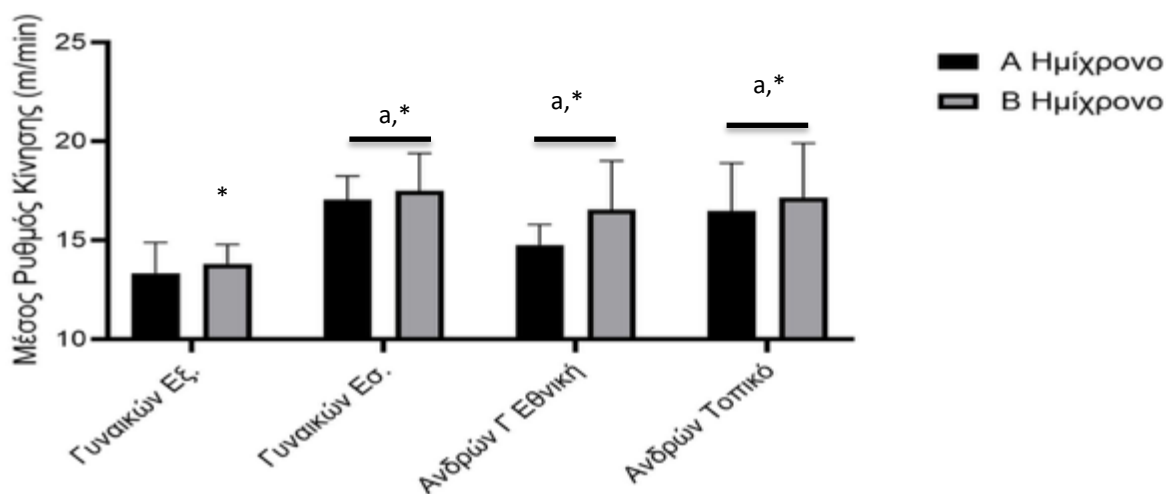
Για τη μεταβλητή «Ενεργειακή δαπάνη ανά ημίχρονο», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο παράγοντες με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ημίχρονο × κατηγορία αγώνες) δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας αγώνων [$F(3,21) = 2,133$, $p = 0,126$], ούτε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 2,428$, $p = 0,163$]. Αντίθετα, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της κατηγορίας αγώνες [$F(3,5) = 10,691$, $p < 0,05$], με μέσους όρους: γυναίκες εξωτερικού 522,6 kcals, γυναίκες εσωτερικού 388,5 kcals, άνδρες Γ' Εθνικής 400,6 kcals και άνδρες τοπικού 357,7 kcals. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι στους αγώνες γυναικών εξωτερικού παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη ενεργειακή δαπάνη ανά ημίχρονο σε σχέση με τους αγώνες ανδρών τοπικού ($\approx 46,1\%$, $p < 0,05$). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες συγκρίσεις.



Σχήμα 12. Ενεργειακή Δαπάνη ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. α: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου γυναικών σε σχέση τα αντίστοιχα του τοπικού επιπέδου ανδρών,

3.14. Μέσος ρυθμός κίνησης

Για τη μεταβλητή «Μέσος ρυθμός κίνησης», η ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (ημίχρονο × κατηγορία αγώνων) δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ημιχρόνου × κατηγορίας [$F(3,21) = 0,439$, $p = 0,727$]. Αντίθετα, προέκυψε σημαντική κύρια επίδραση του ημιχρόνου [$F(1,7) = 9,829$, $p = 0,016$], με τον ρυθμό κίνησης να είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερος στο Β' ημίχρονο (16,25 m/min) σε σύγκριση με το Α' (15,40m/min) κατά 5,5%. Επιπλέον, προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της κατηγορίας επίπεδο αγώνα [$F(3,5) = 10,821$, $p < 0,05$], με μέσους όρους: γυναίκες εξωτερικού 13,56 m/min, γυναίκες εσωτερικού 17,28 m/min, άνδρες Γ' Εθνικής 15,65 m/min και άνδρες τοπικού 16,81 m/min. Η ανάλυση πολλαπλών συγκρίσεων με τη μέθοδο Bonferroni έδειξε ότι στους αγώνες γυναικών εσωτερικού, ανδρών Γ' Εθνικής και ανδρών τοπικού παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντικά υψηλότερος ρυθμός κίνησης σε σχέση με τους αγώνες γυναικών εξωτερικού ($\approx 27,4\%$, $p < 0,05$, $\approx 15,4\%$, $p = 0,05$ και $\approx 24,0\%$, $p < 0,05$, αντίστοιχα). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες συγκρίσεις.



Σχήμα 13. Μέσος Ρυθμός Κίνησης ανά λεπτό ανά ημίχρονο στα διάφορα επίπεδα αγώνων. * Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ημιχρόνων στους αγώνες όλων των επιπέδων, a: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αγώνων διεθνούς επιπέδου γυναικών σε σχέση τα αντίστοιχα του εθνικού και τοπικού επιπέδου ανδρών και γυναικών.

IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας ΜΔΕ ήταν η διερεύνηση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μίας γυναίκας διαιτητή ποδοσφαίρου σε διαφορετικές αγωνιστικές κατηγορίες, μέσω ενδοατομικής παρακολούθησης σε πραγματικές συνθήκες αγώνα. Συνολικά, τα ευρήματα έδειξαν ότι η αγωνιστική κατηγορία συνδέθηκε με σαφείς διαφοροποιήσεις στο προφίλ επιβάρυνσης της διαιτήτριας. Οι αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου συνοδεύτηκαν από τις υψηλότερες τιμές σε βασικούς δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης, όπως η συνολική απόσταση, η ενεργειακή δαπάνη και η διάρκεια, ενώ παράλληλα καταγράφηκαν αυξημένες τιμές και σε δείκτες υψηλής φυσιολογικής έντασης, όπως η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής στις ανώτερες ζώνες καρδιακής συχνότητας. Παράλληλα, προέκυψαν διαφοροποιήσεις μεταξύ πρώτου και δεύτερου ημιχρόνου, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι απαιτήσεις της διαιτησίας δεν μεταβάλλονται μόνο μεταξύ διαφορετικών αγωνιστικών πλαισίων, αλλά και μέσα στην ίδια την αναμέτρηση. Το κύριο μήνυμα της μελέτης, επομένως, είναι ότι διαφορετικές αγωνιστικές κατηγορίες συνδέθηκαν με διαφορετικό προφίλ εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης στην ίδια διαιτητρια, χωρίς όμως οι διαφορές αυτές να εμφανίζονται ομοιόμορφα σε όλους τους εξεταζόμενους δείκτες.

Ως προς την εξωτερική επιβάρυνση, η κατηγορία γυναικών διεθνούς επιπέδου εμφάνισε τη μεγαλύτερη συνολική απόσταση, η οποία ανήλθε σε $8,26 \pm 0,69$ km, έναντι $6,66 \pm 0,71$ km στις γυναίκες εσωτερικού, $7,47 \pm 0,44$ km στους άνδρες Γ' Εθνικής και $6,54 \pm 0,69$ km στους άνδρες τοπικού. Η διεθνής κατηγορία εμφάνισε επίσης τη μεγαλύτερη συνολική ενεργειακή δαπάνη, $1046,63 \pm 181,52$ kcal, και τη μεγαλύτερη διάρκεια αγώνα, $96,63 \pm 1,51$ min. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η διεθνής κατηγορία συνδέθηκε με το πιο απαιτητικό προφίλ εξωτερικής επιβάρυνσης. Οι Di Salvo et al. (2011) ανέφεραν ότι οι διαιτητές διεθνών αναμετρήσεων υψηλού επιπέδου καλύπτουν κατά μέσο όρο 11,634 km ανά αγώνα, ενώ οι Mallo et al. (2010) κατέγραψαν συνολική απόσταση περίπου 10 km σε κορυφαίες γυναίκες διαιτητές. Παρόμοια, η μετα-ανάλυση των Preissler et al. (2023) έδειξε ότι η μέση συνολική απόσταση των διαιτητών προσεγγίζει τα 10,5 km. Η τιμή των 8,26 km που καταγράφηκε στους αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου ήταν η υψηλότερη μεταξύ των

κατηγοριών της παρούσας μελέτης, αλλά χαμηλότερη από τιμές που έχουν αναφερθεί σε μελέτες ελίτ διαιτησίας. Η διαφορά αυτή είναι πιθανό να σχετίζεται με το αγωνιστικό επίπεδο, το είδος της διοργάνωσης, το φύλο των αγώνων, τον ρόλο του αξιωματούχου του αγώνα, καθώς και με τη μεθοδολογία καταγραφής. Επομένως, οι αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου ήταν οι πιο απαιτητικοί στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, χωρίς όμως οι καταγεγραμμένες τιμές να ταυτίζονται με τις υψηλότερες που έχουν αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία.

Η κατανομή της εξωτερικής επιβάρυνσης εντός του αγώνα παρουσίασε επίσης διαφοροποιήσεις. Στην παρούσα ΜΔΕ, η απόσταση ανά ημίχρονο ήταν σημαντικά υψηλότερη στο Α΄ ημίχρονο, ενώ στους αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου οι τιμές παρέμειναν υψηλότερες και σε επίπεδο ημιχρόνου σε σύγκριση με τους αγώνες γυναικών εσωτερικού και ανδρών τοπικού. Το εύρημα αυτό διαφοροποιείται εν μέρει από όσα ανέφεραν οι Costa et al. (2013) σε Βραζιλιάνους διαιτητές, όπου η συνολική απόσταση δεν διέφερε ουσιαστικά μεταξύ των δύο ημιχρόνων, παρότι η μέση ταχύτητα ήταν υψηλότερη στο πρώτο ημίχρονο. Η σύγκριση αυτή υποδηλώνει ότι το πρότυπο μεταβολής της εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια του αγώνα δεν παραμένει κατ' ανάγκην σταθερό σε όλα τα αγωνιστικά περιβάλλοντα. Στην παρούσα ΜΔΕ, η μεγαλύτερη απόσταση στο πρώτο ημίχρονο δείχνει ότι το κινητικό έργο ήταν αυξημένο στο αρχικό μέρος της αναμέτρησης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι το δεύτερο ημίχρονο χαρακτηρίστηκε συνολικά από μειωμένες απαιτήσεις, δεδομένου ότι άλλοι δείκτες, όπως ο μέσος ρυθμός κίνησης, εμφάνισαν υψηλότερες τιμές αργότερα στον αγώνα. Επομένως, τα παρόντα δεδομένα δεν υποστηρίζουν μια απλή ερμηνεία σταδιακής μείωσης της επιβάρυνσης με την πάροδο του χρόνου, αλλά μάλλον υποδηλώνουν ανακατανομή της εξωτερικής επιβάρυνσης καθώς εξελίσσεται η αναμέτρηση.

Η εσωτερική επιβάρυνση παρουσίασε επίσης σαφείς διαφοροποιήσεις, οι οποίες ήταν πιο σύνθετες σε σχέση με την εξωτερική επιβάρυνση. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα ήταν σημαντικά υψηλότερη στη διεθνή κατηγορία, με μέση τιμή 192,43 παλμούς/λεπτό, έναντι 174,73 στις γυναίκες εσωτερικού, 176,3 στους άνδρες Γ΄ Εθνικής και 173,73 στους άνδρες τοπικού. Παράλληλα, οι αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου εμφάνισαν ιδιαίτερα υψηλές τιμές στις ανώτερες ζώνες καρδιακής συχνότητας. Στη Ζώνη HR4, ιδίως στο Β΄ ημίχρονο, η

διάρκεια έφθασε τα 21,06 min, ενώ στις υπόλοιπες κατηγορίες κυμάνθηκε από 3,31 έως 4,6 min. Αντίστοιχα, στη Ζώνη HR5, η διεθνής κατηγορία εμφάνισε στο Α΄ ημίχρονο διάρκεια 16,05 min, ενώ στις άλλες κατηγορίες οι αντίστοιχες τιμές ήταν ιδιαίτερα χαμηλές. Αντίθετα, στη Ζώνη HR2 οι άνδρες τοπικού παρουσίασαν μεγαλύτερη διάρκεια σε σύγκριση με τις γυναίκες εξωτερικού, ενώ στις Ζώνες HR1 και HR3 δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι η διεθνής κατηγορία δεν συνδέθηκε απλώς με υψηλότερη εσωτερική επιβάρυνση συνολικά, αλλά με προφίλ φυσιολογικής καταπόνησης που χαρακτηριζόταν από μεγαλύτερη παρουσία σε υψηλές εντάσεις. Η εικόνα αυτή βρίσκεται σε συμφωνία με τη διεθνή βιβλιογραφία. Οι Weston et al. (2006) έδειξαν ότι οι αγώνες υψηλότερου επιπέδου στην Αγγλία συνοδεύονταν από υψηλότερη μέση καρδιακή συχνότητα ως %HRmax και υψηλότερη υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, ενώ οι Costa et al. (2013) ανέφεραν ότι περίπου στο 95% των αγώνων οι διαιτητές παρέμεναν για σημαντικό χρονικό διάστημα σε εντάσεις ίσες ή υψηλότερες του 80% HRmax. Παράλληλα, οι Castagna et al. (2003, 2007), έχουν περιγράψει τη διαιτησία ως δραστηριότητα που εκτελείται κοντά στο 85–90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Αν και η άμεση αριθμητική σύγκριση είναι περιορισμένη, επειδή στην παρούσα ΜΔΕ εξετάστηκαν κυρίως η HRmax και ο χρόνος παραμονής στις ζώνες έντασης και όχι η μέση καρδιακή συχνότητα ως ποσοστό της HRmax, η συνολική εικόνα δείχνει ότι οι αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου συνδέθηκαν με αυξημένες φυσιολογικές απαιτήσεις, εύρημα που συμφωνεί με όσα έχουν αναφερθεί για πιο απαιτητικά αγωνιστικά περιβάλλοντα.

Οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ημιχρόνων προσφέρουν πρόσθετα στοιχεία για την κατανόηση της εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια του αγώνα. Στην παρούσα ΜΔΕ, η απόσταση ανά ημίχρονο, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και ο μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό ήταν υψηλότερα στο πρώτο ημίχρονο, ενώ η διάρκεια στη Ζώνη HR2 και ο μέσος ρυθμός κίνησης ήταν υψηλότερα στο δεύτερο. Παράλληλα, οι Ζώνες HR4 και HR5 έδειξαν ότι το πρότυπο μεταβολής δεν ήταν ενιαίο σε όλες τις κατηγορίες αγώνων. Ειδικότερα, στη διεθνή κατηγορία η Ζώνη HR5 ήταν εντονότερη στο Α΄ ημίχρονο, ενώ η Ζώνη HR4 παρέμεινε ιδιαίτερα αυξημένη και στο Β΄ ημίχρονο. Η εικόνα αυτή δεν συνηγορεί υπέρ μιας γενικευμένης μείωσης της έντασης προς το τέλος του αγώνα, αλλά μάλλον υποδηλώνει

ότι η επιβάρυνση ανακατανέμεται κατά την εξέλιξη της αναμέτρησης, με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τον δείκτη που εξετάζεται και την αγωνιστική κατηγορία. Η παρατήρηση αυτή βρίσκεται εν μέρει σε συμφωνία με τα ευρήματα των Costa et al. (2013), οι οποίοι ανέφεραν μεγαλύτερο χρόνο παραμονής στο 90–100% HRmax στο πρώτο ημίχρονο, καθώς και με εκείνα των Sánchez et al. (2022), σύμφωνα με τα οποία οι περισσότερες μεταβλητές υψηλής έντασης είναι αυξημένες στο πρώτο μισό του αγώνα σε γυναίκες διαιτητές υψηλού επιπέδου. Ωστόσο, τα δεδομένα της παρούσας ΜΔΕ δείχνουν ότι η ενδοαγωνιστική διαφοροποίηση δεν περιορίζεται σε απλή μείωση της έντασης στο δεύτερο ημίχρονο, αλλά αποτυπώνει μεταβολή στη μορφή της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια του αγώνα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν μεταβλήθηκαν όλοι οι δείκτες με την ίδια ευαισθησία. Ο μέγιστος αριθμός βημάτων ανά λεπτό δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε μεταξύ ημιχρόνων ούτε μεταξύ αγωνιστικών κατηγοριών, ενώ και η Ζώνη HR3 παρέμεινε αμετάβλητη. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των αγωνιστικών πλαισίων δεν αποτυπώνονται κατ' ανάγκην σε όλες τις επιμέρους μεταβλητές, αλλά κυρίως σε εκείνες που είναι περισσότερο ευαίσθητες στις μεταβολές της συνολικής απαίτησης και της έντασης. Αντίστοιχα, ο μέσος ρυθμός κίνησης ήταν χαμηλότερος στους αγώνες γυναικών εξωτερικού, παρότι στην ίδια κατηγορία καταγράφηκαν μεγαλύτερη απόσταση, μεγαλύτερη διάρκεια και υψηλότερη ενεργειακή δαπάνη. Το εύρημα αυτό δεν θα πρέπει να ερμηνευθεί απομονωμένα ως ένδειξη χαμηλότερης απαίτησης, αλλά μάλλον ως αντανάκλαση διαφορετικής οργάνωσης της δραστηριότητας κατά τη διάρκεια του αγώνα ή και του τρόπου με τον οποίο η συγκεκριμένη συσκευή υπολογίζει τη μεταβλητή αυτή. Επομένως, ο συγκεκριμένος δείκτης δεν φαίνεται να αποτελεί τον πλέον αντιπροσωπευτικό δείκτη της εξωτερικής επιβάρυνσης στην παρούσα ΜΔΕ και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να ερμηνεύεται σε συνδυασμό με τους υπόλοιπους δείκτες και όχι μεμονωμένα.

Από πρακτική άποψη, τα ευρήματα της παρούσας ΜΔΕ υποδηλώνουν ότι η φυσική προετοιμασία μίας γυναίκας διαιτητή που δραστηριοποιείται σε διαφορετικές αγωνιστικές κατηγορίες δεν μπορεί να βασίζεται σε ενιαία προσέγγιση. Οι αγώνες γυναικών διεθνούς επιπέδου συνδέθηκαν με υψηλότερες τιμές σε βασικούς δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης και με προφίλ εσωτερικής επιβάρυνσης που χαρακτηριζόταν από μεγαλύτερη παρουσία σε

υψηλές εντάσεις, στοιχείο που παραπέμπει σε αυξημένες απαιτήσεις τόσο ως προς το κινητικό έργο όσο και ως προς τη φυσιολογική καταπόνηση. Παράλληλα, οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ημιχρόνων δείχνουν ότι η φυσική προετοιμασία δεν θα πρέπει να στοχεύει μόνο στην ικανότητα ανταπόκρισης στις απαιτήσεις του αρχικού μέρους της αναμέτρησης, αλλά και στη διαχείριση μιας επιβάρυνσης που μεταβάλλεται κατά την εξέλιξη του αγώνα. Αν και τα παρόντα δεδομένα δεν επιτρέπουν τη διατύπωση γενικευμένων προπονητικών κατευθύνσεων, παρέχουν ενδείξεις ότι η συνδυαστική παρακολούθηση δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μπορεί να συμβάλει σε πιο στοχευμένη και εξατομικευμένη προσέγγιση της φυσικής προετοιμασίας των διαιτητών.»

Η ερμηνεία των ευρημάτων της παρούσας ΜΔΕ θα πρέπει να γίνει υπό το πρίσμα συγκεκριμένων περιορισμών. Πρώτον, πρόκειται για μελέτη περίπτωσης με μία μόνο συμμετέχουσα, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων. Η αξία της παρούσας ΜΔΕ έγκειται κυρίως στην ενδοατομική σύγκριση μεταξύ διαφορετικών αγωνιστικών κατηγοριών και όχι στην εξαγωγή συμπερασμάτων για το σύνολο των γυναικών διαιτητών. Δεύτερον, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στην αγωνιστική κατηγορία, καθώς είναι πιθανό να επηρεάστηκαν και από παράγοντες όπως ο ρυθμός του παιχνιδιού, η σημασία της αναμέτρησης, η ποιότητα των ομάδων, οι καιρικές συνθήκες και άλλες ιδιαιτερότητες κάθε διοργάνωσης. Τρίτον, η χρήση αθλητικού ρολογιού και ζώνης καρδιακής συχνότητας προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για καταγραφές πεδίου, ωστόσο ορισμένες μεταβλητές, όπως η ενεργειακή δαπάνη και πιθανώς ο ρυθμός κίνησης, βασίζονται σε αλγοριθμικές εκτιμήσεις και όχι σε άμεσες εργαστηριακές μετρήσεις. Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η παρούσα ΜΔΕ προσφέρει ένα χρήσιμο και σχετικά σπάνιο παράδειγμα συστηματικής καταγραφής των απαιτήσεων της διαιτησίας σε γυναίκα διαιτητή και δείχνει ότι διαφορετικές αγωνιστικές κατηγορίες συνδέονται με διαφορετικό προφίλ εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης, το οποίο δεν αποτυπώνεται επαρκώς μέσω ενός μόνο δείκτη.

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ΜΔΕ διερεύνησε τους δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μιας γυναίκας διαιτητή ποδοσφαίρου σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το αγωνιστικό επίπεδο επηρέασε ουσιαστικά το συνολικό προφίλ επιβάρυνσης της διαιτητριάς, καθώς οι αγώνες υψηλότερης κατηγορίας συνοδεύτηκαν από μεγαλύτερη συνολική απόσταση, υψηλότερη ενεργειακή δαπάνη και μεγαλύτερη διάρκεια αγώνα. Παράλληλα, οι δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης ανέδειξαν ότι η διαιτησία συνιστά δραστηριότητα υψηλής φυσιολογικής απαίτησης, ενώ η διαφοροποίηση μεταξύ πρώτου και δεύτερου ημιχρόνου έδειξε ότι η αγωνιστική επιβάρυνση δεν παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της αναμέτρησης. Επιπλέον, μεταβλητές όπως ο μέσος αριθμός βημάτων ανά λεπτό και ο ρυθμός κίνησης έδειξαν ότι η διαφοροποίηση μεταξύ αγωνιστικών επιπέδων δεν αφορά μόνο τη συνολική ποσότητα της κίνησης, αλλά και τη δομή της κινητικής δραστηριότητας. Συνεπώς, η αξιολόγηση της διαιτητικής επιβάρυνσης θα πρέπει να βασίζεται στη συνδυαστική εξέταση δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης, ώστε να αποτυπώνεται πληρέστερα η επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των αγώνων. Συνολικά, η παρούσα μελέτη συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των φυσιολογικών και κινητικών απαιτήσεων της γυναικείας διαιτησίας ποδοσφαίρου. Παρά τον χαρακτήρα της ως μελέτης περίπτωσης, παρέχει χρήσιμα στοιχεία για τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται το προφίλ επιβάρυνσης μιας γυναίκας διαιτητή σε διαφορετικά αγωνιστικά περιβάλλοντα. Μελλοντικές έρευνες σε μεγαλύτερο δείγμα διαιτητών είναι αναγκαίες, ώστε να καταστεί δυνατή η εξαγωγή πιο γενικεύσιμων συμπερασμάτων και η πληρέστερη κατανόηση των απαιτήσεων της διαιτησίας.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2004). Activity profile of international-level soccer referees during competitive matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 486–490.
2. Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance. *Sports Medicine*, 37(7), 625–646.
3. Costa, E. C., Vieira, C. M. A., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 559–564.
4. Di Salvo, V., Carmont, M. R., & Maffulli, N. (2011). Football officials activities during matches: A comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 1(3), 106–111.
5. D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2001). Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167–171.
6. Gomes, R., Mendes, R., Ferreira, A., Mendes, R. M. S., Dias, G., & Martins, F. (2024). Physical and physiological demands of amateur Portuguese field and assistant football referees. *Sports*, 12(5), 133.
7. Helsen, W. F., & Bultynck, J. B. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Sciences*, 22(2), 179–189.
8. Helsen, W., Gilis, B., & Weston, M. (2006). Errors in judging “offside” in association football: Test of the optical error versus the perceptual flash-lag hypothesis. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 521–528.
9. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273.
10. Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 881–891.
11. Krstrup, P., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2002). Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *Journal of Sports Sciences*, 20(11), 861–871.

12. Krstrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., MacDonald, C., Rebelo, A. N., & Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167–1176.
13. MacMahon, C., Mascarenhas, D., Plessner, H., Pizzera, A., Oudejans, R. R. D., & Raab, M. (2015). *Sports officials and officiating: Science and practice*. Routledge.
14. Mallo, J., González Frutos, P., Juárez, D., & Navarro, E. (2012). Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *Journal of Sports Sciences*, 30(13), 1437–1445.
15. Mallo, J., Veiga, S., López de Subijana, C., & Navarro, E. (2010). Activity profile of top-class female soccer refereeing in relation to the position of the ball. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 129–132.
16. Martínez-Torremocha, G., Martín-Sánchez, M. L., García-Unanue, J., Gallardo, L., Felipe, J. L., Sánchez-Sánchez, J., & Sánchez-Sánchez, J. (2025). How do gender and competition level influence the physical demands in worst-case scenarios of elite football referees? *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, 159.
17. Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Cal Abad, C. C., Flatt, A. A., Esco, M. R., Bertollo, M., & Loturco, I. (2020). Internal load monitoring in sports: A narrative review. *Sports Medicine*, 50(5), 869–885.
18. Preissler, A. A. B., Reichert, T., Schons, P., Costa, R. R., Delevatti, R. S., Denadai, B. S., & Kruegel, L. F. M. (2023). External loads of elite soccer referees: A systematic review with meta-analysis. *Research in Sports Medicine*, 31(4), 342–356.
19. Sánchez, M. L. M., Oliva-Lozano, J. M., García-Unanue, J., Krstrup, P., Felipe, J. L., Moreno-Pérez, V., Gallardo, L., & Sánchez-Sánchez, J. (2022). Association between fitness level and physical match demands of professional female football referees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10720.
20. Stojanovic, S., Ilbak, I., Lilić, A., & Kurhan, S. (2024). Heart rate of soccer referees during matches: A systematic review. *Turkish Journal of Kinesiology*, 10(2), 131–137.
21. Weston, M. (2015). Match performances of soccer referees: The role of sports science. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 87, 113–117.
22. Weston, M., Bird, S., Helsen, W., Nevill, A., & Castagna, C. (2006). The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(3), 256–262.

23. Weston, M., Castagna, C., Bizzini, M., Williams, A. M., Gregson, W., & Impellizzeri, F. M. (2012). Science and medicine applied to soccer refereeing: An update. *Sports Medicine*, 42(7), 615–631.
24. Weston, M., Drust, B., Atkinson, G., & Gregson, W. (2011). Variability of soccer referees' match performances. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 190–194.
25. Zhang, L., Geok, S. K., Wazir, M. R. W. N., & Qin, C. (2025). Physical demands and physiological response of soccer referees in high-level matches: A systematic review. *PLOS ONE*, 20(1), e0315403.