



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 εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε
μικρόκυκλους της αγωνιστικής περιόδου στο ποδόσφαιρο σάλας»**

Πριμικήριος Αντώνιος [Α.Ε.Μ. 13105]

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
“Φυσιολογία της Άσκησης”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων: Αθανάσιος Χατζηνικολάου, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Αλεξάνδρα Αυλωνίτη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Ηλίας Σμήλιος, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2026



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

**SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION, SPORTS SCIENCE AND
OCCUPATIONAL THERAPY**

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM

“EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE”

MASTER DISSERTATION

**“Study of Internal and External Load Indicators in Competitive
Season Microcycles in Futsal”**

Primikirios Antonios [R.N. 13105]

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 Exercise Physiology

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Athanasios Chatzinikolaou, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 2: Alexandra Avloniti, Associate Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 3: Ilias Smilios, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Komotini, 2026

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντώνιος Πριμικήριος: Μελέτη δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε μικρόκυκλους της αγωνιστικής περιόδου στο ποδόσφαιρο σάλας.

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Αθανάσιου Χατζηνικολάου)

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν και συγκρίθηκαν δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε μικρόκυκλους αγωνιστικής περιόδου στο ποδόσφαιρο σάλας, με διαφορετικό αριθμό αγώνων. Στη μελέτη συμμετείχαν οκτώ άνδρες ποδοσφαιριστές εθνικού επιπέδου, οι οποίοι συμμετείχαν σε δύο μικρόκυκλους (MIK) κανονικής περιόδου: στον πρώτο (MIK1) περιλαμβάνονταν δύο προπονητικές μονάδες, ένα φιλικό παιχνίδι και ένας επίσημος αγώνας πρωταθλήματος, ενώ στον δεύτερο (MIK2) τρεις προπονητικές μονάδες και ένας επίσημος αγώνας. Η επιβάρυνση καταγράφηκε με το σύστημα Polar Team Pro, μέσω δεικτών εσωτερικής επιβάρυνσης (καρδιακή συχνότητα, χρόνος σε ζώνες ΚΣ, υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, ευεξία) και εξωτερικής επιβάρυνσης (συνολική απόσταση, απόσταση ανά ζώνη ταχύτητας, σπριντ, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, μυϊκό φορτίο). Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγιο ευεξίας και κλίμακα RPE. Η στατιστική ανάλυση περιλάμβανε t-test για εξαρτημένα δείγματα και ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στον MIK1 καταγράφηκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές χρόνου παραμονής σε μεσαίες-υψηλές ζώνες ΚΣ (60–90% ΜΚΣ), μεγαλύτερες αποστάσεις στις υψηλές ζώνες ταχύτητας, αυξημένη συνολική διανυόμενη απόσταση και υψηλότερο μυϊκό φορτίο σε σύγκριση με τον MIK2. Το συνολικό σκορ ευεξίας δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ μικρόκυκλων, ενώ η συνολική αντίληψη της κόπωσης ήταν υψηλότερη στον MIK1. Συμπερασματικά, η ένταξη φιλικού αγώνα σε μικρόκυκλο με ήδη αυξημένες αγωνιστικές απαιτήσεις οδηγεί σε σημαντική πρόσθετη εξωτερική και εσωτερική επιβάρυνση, ιδίως για τους παίκτες με μεγαλύτερο χρόνο συμμετοχής.

Λέξεις κλειδιά: προπονητική επιβάρυνση, ομαδικά αθλήματα κλειστού χώρου, περιοδισμός

ABSTRACT

Antonios Primikirios: Study of internal and external load indicators in competitive season microcycles in futsal

(Under the supervision of Professor Athanasios Chatzinikolaou)

The purpose of the study was to investigate and compare internal and external load indicators across competitive season microcycles in futsal, with varying numbers of matches. Eight national-level male futsal players participated in two in-season microcycles (MIC): the first microcycle (MIC1) consisted of two training sessions, one friendly match and one official league match, while the second microcycle (MIC2) consisted of three training sessions and one official league match. Training and match load were monitored using the Polar Team Pro system, through internal load indicators (heart rate, time spent in heart rate zones, wellness and rating of perceived exertion) and external load indicators (total distance, distance per speed zone, sprint distance, accelerations, decelerations, and muscle load). In addition, a wellness questionnaire and the RPE scale were employed. Statistical analysis included paired-samples t-tests and one-way repeated-measures ANOVA. The results showed that MIC1 was characterized by significantly higher time spent in moderate-to-high heart rate zones (60–90% HRmax), greater distances covered in the higher speed zones, increased total distance covered, and higher muscle load compared with MIC2. The wellness score did not differ between microcycles, whereas the total rating of perceived exertion was higher in MIC1. In conclusion, the inclusion of a friendly match in a microcycle that already presents elevated competitive demands results in substantial additional external and internal loads, particularly for players with greater playing time.

Keywords: training load, indoor team sports, periodization

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Σκοπός της έρευνας	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2 Ερευνητικές Υποθέσεις	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.3 Στατιστικές Υποθέσεις.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.4 Οριοθετήσεις και Περιορισμοί.....	12
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.1 Δείγμα	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.2 Πειραματικός σχεδιασμός	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.3 Όργανα μέτρησης και διαδικασία καταγραφής	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.4 Στατιστική ανάλυση	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.1 Χρόνος (min) ανά ζώνη ΚΣ.....	17
3.2 Απόσταση (m) ανά ζώνη ταχύτητας.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.3 Συνολική απόσταση (m).....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.4 Απόσταση σε σπριντ (m)	20
3.5 Επιβραδύνσεις στις ζώνες 1–2	21
3.6 Επιβραδύνσεις στις ζώνες 3–5	22
3.7 Μυϊκή επιβάρυνση (AU)	23
3.8 Επιταχύνσεις (ζώνες 1–3).....	24
3.9 Wellness score.....	25
3.10 Συνολικό RPE.....	26
3.11 ΜΙΚΡΟΚΥΚΛΟΣ 1.....	27
3.11.1 Συνολική απόσταση.....	27
3.11.2 Απόσταση σε σπριντ.....	28
3.11.3 Καρδιακή επιβάρυνση (AU)	29
3.11.4 Μυϊκή επιβάρυνση (AU).....	30
3.12 ΜΙΚΡΟΚΥΚΛΟΣ 2.....	31
3.12.1 Συνολική απόσταση (m)	31
3.12.2 Απόσταση σε σπριντ (m)	32
3.12.3 Καρδιακή επιβάρυνση (AU)	33
3.12.4 Μυϊκή επιβάρυνση (AU).....	34
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	35
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Συγκριτική απεικόνιση του χρόνου παραμονής (min) στις ζώνες καρδιακής συχνότητας στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	17
Σχήμα 2. Συγκριτική απεικόνιση της απόστασης (m) ανά ζώνη ταχύτητας στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	18
Σχήμα 3. Συγκριτική απεικόνιση της συνολικής απόστασης (m) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	19
Σχήμα 4. Συγκριτική απεικόνιση της απόστασης σε σπριντ (m) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 5. Συγκριτική απεικόνιση των επιβραδύνσεων στις ζώνες 1–2 στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 6. Συγκριτική απεικόνιση των επιβραδύνσεων στις ζώνες 3–5 στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 7. Συγκριτική απεικόνιση του μυϊκού φορτίου (AU) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 8. Συγκριτική απεικόνιση των επιταχύνσεων στις ζώνες 1–3 στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 9. Συγκριτική απεικόνιση του δείκτη ευεξίας (wellness score) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 10. Συγκριτική απεικόνιση του συνολικού RPE στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 11. Απεικόνιση της συνολικής απόστασης (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ1.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 12. Απεικόνιση της απόστασης σε σπριντ (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ1.	28
Σχήμα 13. Απεικόνιση της καρδιακής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ1.	29
Σχήμα 14. Απεικόνιση της μυϊκής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ1.	30
Σχήμα 15. Απεικόνιση της συνολικής απόστασης (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ2.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 16. Απεικόνιση της απόστασης σε σπριντ (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ2.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 17. Απεικόνιση της καρδιακής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ2.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 18. Απεικόνιση της μυϊκής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ2.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο σάλας συνιστά ένα ιδιαίτερο ομαδικό άθλημα διαλειμματικής φύσης, το οποίο, παρά τη φαινομενική του συγγένεια με το ποδόσφαιρο 11x11, εμφανίζει σαφώς διαφορετικό αγωνιστικό και φυσιολογικό προφίλ. Οι κανονισμοί του παιχνιδιού, όπως η διεξαγωγή σε κλειστό χώρο, η μικρότερη αγωνιστική επιφάνεια, ο καθαρός χρόνος αγώνα και οι απεριόριστες αλλαγές, διαμορφώνουν ένα περιβάλλον υψηλού ρυθμού, συχνών μεταβάσεων και επαναλαμβανόμενων ενεργειών υψηλής έντασης, με αποτέλεσμα η αγωνιστική απόδοση να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα των παικτών να εκτελούν και να επαναλαμβάνουν εκρηκτικές προσπάθειες μέσα σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα αποκατάστασης (FIFA, 2024; Álvarez-Medina et al., 2002; Naser et al., 2017; Spyrou et al., 2020).

Η διαθέσιμη βιβλιογραφία υποδεικνύει ότι το ποδόσφαιρο σάλας παρουσιάζει αγωνιστικό προφίλ που δεν μπορεί να ερμηνευθεί επαρκώς μέσω προτύπων τα οποία έχουν αναπτυχθεί για το ποδόσφαιρο 11x11. Το άθλημα χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενες επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, αλλαγές κατεύθυνσης, κινήσεις υψηλής ταχύτητας και συχνές ενέργειες υψηλής έντασης, ενώ η συνεχής μετάβαση μεταξύ επίθεσης και άμυνας επιβαρύνει παράλληλα τις τεχνικοτακτικές, νευρομυϊκές και καρδιοαναπνευστικές συνιστώσες της απόδοσης. Ως εκ τούτου, το ποδόσφαιρο σάλας θεωρείται άθλημα υψηλής έντασης, στο οποίο συμβάλλουν ουσιαστικά τόσο ο αερόβιος όσο και ο αναερόβιος μεταβολισμός, ενώ η ικανότητα επανάληψης προσπαθειών υψηλής έντασης συνιστά βασικό προσδιοριστικό παράγοντα της αγωνιστικής απόδοσης (Barbero-Alvarez et al., 2008; Barbero-Alvarez et al., 2009; Castagna et al., 2009; Naser et al., 2017; Spyrou et al., 2020).

Οι πρώτες συστηματικές μελέτες που εξέτασαν τις αγωνιστικές απαιτήσεις του ποδοσφαίρου σάλας, μέσω ανάλυσης της αγωνιστικής δραστηριότητας και παρακολούθησης της καρδιακής συχνότητας, έδειξαν ότι οι παίκτες καλύπτουν περίπου 4.000 έως 4.500 m ανά αγώνα, με αποκλίσεις της τάξης των 117 έως 121 m/min. Οι τιμές αυτές επιβεβαιώνουν τον υψηλό βαθμό αγωνιστικής έντασης που χαρακτηρίζει το άθλημα. Επιπλέον, η σχετική απόσταση θεωρείται καταλληλότερος δείκτης της πραγματικής αγωνιστικής έντασης σε σχέση με τη συνολική απόσταση, καθώς στο ποδόσφαιρο σάλας ο χρόνος συμμετοχής διαφοροποιείται ουσιαστικά μεταξύ των παικτών

εξαιτίας της συχνής εναλλαγής τους κατά τη διάρκεια του αγώνα (Barbero-Alvarez et al., 2008; Castagna et al., 2009; Spyrou et al., 2020).

Πέρα από τη συνολική και τη σχετική απόσταση, η αγωνιστική επιβάρυνση στο ποδόσφαιρο σάλας αποτυπώνεται και μέσω του μεγάλου αριθμού σύντομων, επαναλαμβανόμενων και υψηλής έντασης ενεργειών που εκτελούν οι παίκτες κατά τη διάρκεια του αγώνα. Σε επαγγελματικό επίπεδο έχει αναφερθεί ότι οι αθλητές πραγματοποιούν περισσότερες από 100 ενέργειες υψηλής έντασης ανά αγώνα, με περίπου το ένα τρίτο αυτών να αντιστοιχεί σε σπριντ, ενώ τα χρονικά διαστήματα που μεσολαβούν μεταξύ διαδοχικών σπριντ είναι ιδιαίτερα περιορισμένα. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ότι η αγωνιστική επιβάρυνση δεν αποδίδεται επαρκώς μόνο από την καλυπτόμενη απόσταση, αλλά απαιτεί και την εξέταση μεταβλητών όπως οι επιταχύνσεις, οι επιβραδύνσεις, οι μεταβολές της ταχύτητας και οι πλέον απαιτητικές φάσεις του αγώνα (Castagna et al., 2009; Serrano et al., 2020; Illa et al., 2021).

Παράλληλα, οι φυσιολογικές αποκρίσεις που έχουν καταγραφεί κατά τη διάρκεια των αγώνων δείχνουν ότι το ποδόσφαιρο σάλας επιβάλλει υψηλή εσωτερική επιβάρυνση. Ειδικότερα, η μέση αγωνιστική ένταση έχει αναφερθεί σε επίπεδα περίπου 86 έως 90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, ενώ σημαντικό μέρος του πραγματικού χρόνου συμμετοχής δαπανάται σε ζώνες υψηλής και πολύ υψηλής έντασης. Επιπλέον, οι αυξημένες συγκεντρώσεις γαλακτικού και οι υψηλές τιμές πρόσληψης οξυγόνου υποδηλώνουν ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις του αγώνα επιβαρύνουν ουσιαστικά τόσο τον αερόβιο όσο και τον αναερόβιο μεταβολισμό. Κατά συνέπεια, η αποτίμηση των απαιτήσεων του ποδοσφαίρου σάλας δεν πρέπει να βασίζεται αποκλειστικά στους δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης, αλλά να συνεκτιμά και την εσωτερική φυσιολογική απόκριση των αθλητών (Álvarez-Medina et al., 2002; Barbero-Alvarez et al., 2008; Castagna et al., 2009; Rodrigues et al., 2011; Spyrou et al., 2020).

Ένα ακόμη σημαντικό εύρημα της βιβλιογραφίας είναι ότι η αγωνιστική απόδοση στο ποδόσφαιρο σάλας δεν παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια του αγώνα. Μελέτες έχουν δείξει μεταβολές από το πρώτο προς το δεύτερο ημίχρονο, τόσο στη σχετική απόσταση όσο και στον χρόνο παραμονής σε ζώνες πολύ υψηλής έντασης, εύρημα που έχει αποδοθεί είτε στη συσσωρευμένη κόπωση είτε σε μηχανισμούς ρύθμισης του ρυθμού απόδοσης κατά τη διάρκεια της αναμέτρησης. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ότι ο αγώνας στο ποδόσφαιρο σάλας συνοδεύεται από οξεία κόπωση σχετιζόμενη με την

αγωνιστική δραστηριότητα, η οποία είναι δυνατόν να επηρεάζει τόσο την απόδοση κατά τη διάρκειά του όσο και τη μετέπειτα αποκατάσταση των αθλητών (Barbero-Alvarez et al., 2008; Spyrou et al., 2020).

Πέρα από τις μεταβολές που παρατηρούνται εντός του αγώνα, η βιβλιογραφία δείχνει ότι η έκθεση στην προπονητική και αγωνιστική επιβάρυνση στο ποδόσφαιρο σάλας συνοδεύεται και από μετρήσιμες διακυμάνσεις σε δείκτες νευρομυϊκής λειτουργίας και μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η επιβάρυνση του αθλήματος δεν αφορά μόνο την οξεία απόδοση στον αγώνα, αλλά και τη δυναμική της ετοιμότητας και της αποκατάστασης των αθλητών σε βραχυπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο ορίζοντα (Oliveira et al., 2013; Nakamura et al., 2016; Sánchez-Sánchez et al., 2018; García-Unanue et al., 2020).

Συνεπώς, η ανάλυση του ποδοσφαίρου σάλας δεν περιορίζεται στην περιγραφή των απαιτήσεων του αγώνα, αλλά επεκτείνεται στη συστηματική παρακολούθηση της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια του μικρόκυκλου. Στο επίκεντρο αυτής της διαδικασίας βρίσκεται η διάκριση μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής επιβάρυνσης. Η εξωτερική επιβάρυνση αφορά το εκτελούμενο έργο και αποδίδεται μέσω μεταβλητών όπως η απόσταση, οι ζώνες ταχύτητας, οι επιταχύνσεις, οι επιβραδύνσεις και οι μηχανικοί δείκτες επιβάρυνσης. Η εσωτερική επιβάρυνση αντανακλά τη βιολογική και ψυχολογική απόκριση του οργανισμού στο μέγεθος της εξωτερικής επιβάρυνσης και συνήθως εκτιμάται μέσω της καρδιακής συχνότητας, της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης, της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας και άλλων δεικτών αποκατάστασης. Η συνεκτίμηση των δύο αυτών διαστάσεων κρίνεται ουσιώδης για την πληρέστερη αποτίμηση της επιβάρυνσης στα ομαδικά αθλήματα, καθώς οι μεταξύ τους σχέσεις είναι μεν θετικές, αλλά δεν είναι ταυτόσημες ούτε σταθερές ανεξαρτήτως δείκτη ή πλαισίου εφαρμογής (Akubat et al., 2014; Akenhead & Nassis, 2016; McLaren et al., 2018; Clemente et al., 2019).

Στο ποδόσφαιρο σάλας, η συνεκτίμηση της εσωτερικής και της εξωτερικής επιβάρυνσης καθίσταται ακόμη σημαντικότερη, δεδομένου ότι ο πραγματικός χρόνος συμμετοχής, η διάρκεια των εναλλαγών συμμετοχής, η αγωνιστική θέση και το εκάστοτε αγωνιστικό πλαίσιο διαφοροποιούν ουσιωδώς το προφίλ επιβάρυνσης των παικτών. Η σχετική βιβλιογραφία δείχνει ότι οι φυσικές απαιτήσεις δεν είναι ομοιόμορφες μεταξύ θέσεων, ότι οι περίοδοι μέγιστων απαιτήσεων διαφοροποιούνται ανάλογα με το

αγωνιστικό προφίλ του κάθε παίκτη και ότι η στρατηγική των εναλλαγών επηρεάζει άμεσα την εκτέλεση ενεργειών υψηλής έντασης. Κατά συνέπεια, η χρήση μέσων τιμών σε επίπεδο αγώνα δεν αποδίδει πάντοτε επαρκώς τα πιο επιβαρυντικά αγωνιστικά επεισόδια, τα οποία ενδέχεται να είναι περισσότερο χρήσιμα για τον σχεδιασμό της προπόνησης και της αγωνιστικής προετοιμασίας (Ribeiro et al., 2020; Illa et al., 2020; Illa et al., 2021; Ribeiro et al., 2022a).

Κατά συνέπεια, το ερευνητικό ενδιαφέρον στο ποδόσφαιρο σάλας έχει διευρυνθεί από την περιγραφή των απαιτήσεων του αγώνα προς τη διερεύνηση της κατανομής της επιβάρυνσης σε επίπεδο μικρόκυκλου και της επίδρασης που ασκεί σε αυτήν η μεταβολή του αριθμού των αγωνιστικών υποχρεώσεων. Η προσέγγιση αυτή είναι ουσιώδης, καθώς οι μικρόκυκλοι της αγωνιστικής περιόδου δεν είναι κατ' ανάγκην ομοιόμορφοι, αλλά συχνά αναδιαμορφώνονται από την παρεμβολή φιλικών αγώνων, αναβληθεισών αναμετρήσεων, αγώνων κυπέλλου ή περιόδων αγωνιστικής συμφόρησης. Υπό αυτές τις συνθήκες, η ορθολογική ρύθμιση της επιβάρυνσης, η διαχείριση της κόπωσης και η διατήρηση της αγωνιστικής ετοιμότητας συνιστούν κρίσιμες παραμέτρους της προπονητικής διαδικασίας στο ποδόσφαιρο σάλας (Rabelo et al., 2016; Clemente et al., 2019; Lago-Fuentes et al., 2020; Ribeiro et al., 2022b).

Παρά τη σημασία του θέματος, η διαθέσιμη βιβλιογραφία στο ποδόσφαιρο σάλας παρουσιάζει ελλείψεις ως προς τα ερευνητικά της πεδία. Η ερευνητική δραστηριότητα έχει εστιάσει κυρίως στις αγωνιστικές απαιτήσεις του μεμονωμένου αγώνα, στη φυσιολογική απόκριση των αθλητών, στη γενική παρακολούθηση της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια της σεζόν και, πιο πρόσφατα, στις πλέον απαιτητικές φάσεις του αγώνα και στις εναλλαγές συμμετοχής. Αντίθετα, η διερεύνηση της κατανομής της επιβάρυνσης σε μικρόκυκλους της αγωνιστικής περιόδου με διαφορετικό αριθμό αγώνων παραμένει περιορισμένη, ιδίως υπό πραγματικές συνθήκες πρωταθλήματος. Κατά συνέπεια, ενώ η βιβλιογραφία έχει περιγράψει σχετικά επαρκώς το προφίλ του μεμονωμένου αγώνα και ορισμένες όψεις της επιβάρυνσης εντός της αγωνιστικής περιόδου, εξακολουθούν να υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αναδιαμορφώνεται η συνολική εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση όταν ο μικρόκυκλος περιλαμβάνει διαφορετικό αριθμό αγώνων (Rabelo et al., 2016; Clemente et al., 2019; Illa et al., 2020; Lago-Fuentes et al., 2020; Ribeiro et al., 2020; Ribeiro et al., 2022b).

Το ερευνητικό αυτό κενό αποκτά ιδιαίτερη σημασία και στο ελληνικό ποδόσφαιρο σάλας, όπου τα διαθέσιμα δεδομένα παραμένουν περιορισμένα. Υπό αυτές τις συνθήκες, η ανάγκη για συστηματική αποτύπωση των πραγματικών επιβαρύνσεων των αθλητών καθίσταται εντονότερη, ιδιαίτερα όταν η οργάνωση του μικρόκυκλου επηρεάζεται από τις ειδικές αγωνιστικές απαιτήσεις της περιόδου. Επομένως, η διερεύνηση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε μικρόκυκλους με διαφορετικό αριθμό αγωνιστικών υποχρεώσεων παρουσιάζει τόσο θεωρητικό ενδιαφέρον, όσο και ουσιαστική εφαρμοσμένη αξία για τον προπονητικό σχεδιασμό, τη ρύθμιση της επιβάρυνσης και τη διαχείριση της κόπωσης κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου (Akenhead & Nassis, 2016; McLaren et al., 2018; Clemente et al., 2019; Spyrou et al., 2020).

1.1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) ήταν η διερεύνηση και σύγκριση δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε δύο μικρόκυκλους αγωνιστικής περιόδου στο ποδόσφαιρο σάλας, οι οποίοι διέφεραν ως προς τη σύνθεση των προπονητικών και αγωνιστικών ερεθισμάτων. Ειδικότερα, εξετάστηκαν οι διαφορές μεταξύ ενός μικρόκυκλου που περιλάμβανε δύο προπονητικές μονάδες, ένα φιλικό παιχνίδι και έναν επίσημο αγώνα πρωταθλήματος και ενός μικρόκυκλου που περιλάμβανε τρεις προπονητικές μονάδες και έναν μόνο επίσημο αγώνα πρωταθλήματος. Παράλληλα, διερευνήθηκε η κατανομή της επιβάρυνσης τόσο σε επίπεδο συνολικού μικρόκυκλου όσο και σε επίπεδο ημέρας εντός κάθε μικρόκυκλου.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Με βάση τη διαθέσιμη βιβλιογραφία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ποδοσφαίρου σάλας, διατυπώθηκαν οι ακόλουθες ερευνητικές υποθέσεις:

Υπόθεση 1: Ο μικρόκυκλος που περιλάμβανε δύο αγωνιστικά ερεθίσματα αναμενόταν να συνοδεύεται από υψηλότερη εσωτερική επιβάρυνση σε σύγκριση με τον μικρόκυκλο που περιλάμβανε έναν μόνο επίσημο αγώνα.

Υπόθεση 2: Ο μικρόκυκλος που περιλάμβανε δύο αγωνιστικά ερεθίσματα αναμενόταν να συνοδεύεται από υψηλότερη εξωτερική επιβάρυνση σε σύγκριση με τον μικρόκυκλο που περιλάμβανε έναν μόνο επίσημο αγώνα.

Υπόθεση 3: Η κατανομή της εσωτερικής και της εξωτερικής επιβάρυνσης αναμενόταν να διαφοροποιείται μεταξύ των επιμέρους ημερών εντός κάθε μικρόκυκλου, ανάλογα με τη θέση της προπονητικής ή αγωνιστικής συνεδρίας μέσα στην εβδομάδα.

1.3. Στατιστικές υποθέσεις

Μηδενική υπόθεση (H_0):

Δεν θα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μικρόκυκλου.

Εναλλακτική υπόθεση (H_1):

Θα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μικρόκυκλου.

Μηδενική υπόθεση (H_0):

Δεν θα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μικρόκυκλου.

Εναλλακτική υπόθεση (H_1):

Θα υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μικρόκυκλου.

1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Η παρούσα ΜΔΕ πραγματοποιήθηκε σε οκτώ άνδρες ποδοσφαιριστές που ανήκαν σε ομάδα της πρώτης εθνικής κατηγορίας του πανελληνίου πρωταθλήματος ποδοσφαίρου σάλας. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια δύο μικρόκυκλων της κανονικής αγωνιστικής περιόδου και αφορούσε αποκλειστικά πραγματικές συνθήκες προπόνησης και αγώνα σε κλειστό γήπεδο με παρκέ. Η αξιολόγηση περιορίστηκε σε δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης που καταγράφηκαν μέσω του συστήματος Polar Team Pro, καθώς και σε υποκειμενικούς δείκτες ευεξίας και αντιλαμβανόμενης κόπωσης.

Το μικρό μέγεθος του δείγματος και η συμμετοχή μίας μόνο ομάδας περιορίζουν τη δυνατότητα γενίκευσής τους, ενώ η εξέταση δύο μόνο μικρόκυκλων της ίδιας αγωνιστικής περιόδου δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για το σύνολο των πιθανών διαμορφώσεων μικρόκυκλου στο futsal. Επιπλέον, παράγοντες όπως ο χρόνος συμμετοχής των αθλητών, η αγωνιστική σημασία της αναμέτρησης, τα ιδιαίτερα

χαρακτηριστικά του αντιπάλου και οι τακτικές επιλογές της ομάδας είναι πιθανό να επηρέασαν το προφίλ της επιβάρυνσης.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν οκτώ άνδρες ποδοσφαιριστές ηλικίας 19 έως 36 ετών, οι οποίοι ανήκαν σε ομάδα της πρώτης εθνικής κατηγορίας του πανελληνίου πρωταθλήματος ποδοσφαίρου σάλας. Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν κατά τη διάρκεια της κανονικής αγωνιστικής περιόδου, υπό πραγματικές συνθήκες προπόνησης και αγώνα. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε κλειστό γήπεδο με παρκέ, τόσο κατά τις προπονητικές μονάδες όσο και κατά τους αγώνες.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατόπιν επίσημης άδειας της αρμόδιας διοργανώτριας αρχής για τη διεξαγωγή μετρήσεων κατά τη διάρκεια των επίσημων αγώνων του πρωταθλήματος, καθώς και έγγραφης συγκατάθεσης της διοίκησης της ομάδας. Πριν από την έναρξη της διαδικασίας, όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν αναλυτικά για τον σκοπό της έρευνας και υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια δύο μικρόκυκλων της αγωνιστικής περιόδου. Ο πρώτος μικρόκυκλος (MIK1) περιλάμβανε δύο προπονητικές μονάδες, ένα φιλικό παιχνίδι και έναν επίσημο αγώνα πρωταθλήματος, ενώ ο δεύτερος μικρόκυκλος (MIK2) περιλάμβανε τρεις προπονητικές μονάδες και έναν επίσημο αγώνα πρωταθλήματος. Σε κάθε προπονητική μονάδα και αγώνα καταγράφηκαν δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Παράλληλα, πριν από κάθε συνεδρία οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ερωτηματολόγιο ευεξίας, ενώ αμέσως μετά το πέρας της κατέγραφαν την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν τόσο σε επίπεδο συνολικού μικρόκυκλου όσο και σε επίπεδο ημέρας εντός κάθε μικρόκυκλου.

2.3. Όργανα μέτρησης και διαδικασία καταγραφής

Για την καταγραφή των δεικτών επιβάρυνσης χρησιμοποιήθηκε το σύστημα ομαδικής τηλεμετρικής παρακολούθησης Polar Team Pro, το οποίο τοποθετήθηκε στους αθλητές με ελαστικό ιμάντα στον θώρακα πριν από την έναρξη κάθε προπονητικής μονάδας και κάθε αγώνα. Η συσκευή διαθέτει αισθητήρες καταγραφής καρδιακής

συχνότητας, καθώς και ενσωματωμένο επιταχυνσιόμετρο, μαγνητόμετρο και γυροσκόπιο, επιτρέποντας τη συνεχή αποτύπωση καρδιαγγειακών και κινητικών δεδομένων και σε συνθήκες κλειστού αγωνιστικού χώρου. Η καταγραφή πραγματοποιούνταν σε όλη τη διάρκεια τόσο κατά τις προπονητικές μονάδες όσο και κατά τους αγώνες, ώστε να αποτυπώνεται η συνολική εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση κάθε επιμέρους ερεθίσματος.

Μέσω του συστήματος αξιολογήθηκαν δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Ως δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης καταγράφηκαν η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής στις επιμέρους ζώνες καρδιακής συχνότητας, όπως αυτές ορίστηκαν στο λογισμικό του Polar Team Pro κατά τη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων. Ως δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης καταγράφηκαν η συνολική απόσταση, η απόσταση και ο χρόνος ανά ζώνη ταχύτητας, ο αριθμός και η απόσταση των σπριντ, οι επιταχύνσεις, οι επιβραδύνσεις και το μυϊκό φορτίο, όπως αυτά εξάγονταν από το λογισμικό του συστήματος σύμφωνα με τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά την καταγραφή.

Για τις ανάγκες της μελέτης αξιολογήθηκαν παράμετροι της καρδιακής συχνότητας, όπως η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής σε επιμέρους ζώνες καρδιακής συχνότητας. Για την καταγραφή της καρδιακής συχνότητας των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε το ομαδικό σύστημα παρακολούθησης καρδιακής συχνότητας Polar Team Pro. Οι συμμετέχοντες τοποθετούσαν τον πομπό πριν από την έναρξη του πρωτοκόλλου άσκησης και τον διατηρούσαν καθ' όλη τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας, καθώς και για πέντε λεπτά μετά την ολοκλήρωσή της. Για την εκτίμηση της μέγιστης καρδιακής συχνότητας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος 220 μείον την ηλικία. Στη συνέχεια, οι ζώνες καρδιακής συχνότητας καθορίστηκαν με βάση το ποσοστό της εκτιμώμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας ως εξής: 50–59% για την 1η ζώνη, 60–69% για τη 2η ζώνη, 70–79% για την 3η ζώνη, 80–89% για την 4η ζώνη και 90–100% για την 5η ζώνη. Τα δεδομένα αναλύθηκαν περαιτέρω με το λογισμικό του συστήματος Polar Team Pro, μέσω του οποίου υπολογίστηκαν η μέση καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής σε κάθε ζώνη καρδιακής συχνότητας.

Τα δεδομένα εξάγονταν μετά την ολοκλήρωση κάθε προπονητικής μονάδας και χρησιμοποιούνταν για την ανάλυση τόσο της συνολικής επιβάρυνσης κάθε μικρόκυκλου όσο και της κατανομής της στις επιμέρους ημέρες. Πριν από κάθε προπονητική μονάδα

και κάθε αγώνα οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ερωτηματολόγιο ευεξίας (wellness report), μέσω του οποίου συλλέγονταν πληροφορίες σχετικά με τη διάθεση, την ποιότητα ύπνου, το επίπεδο ενέργειας, τον μυϊκό πόνο, τη διατροφή και το αντιλαμβανόμενο άγχος. Αμέσως μετά το πέρας κάθε συνεδρίας οι ποδοσφαιριστές κατέγραφαν την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης μέσω της κλίμακας Borg 1–10. Με τον τρόπο αυτό κατέστη δυνατή η συνδυαστική αξιολόγηση αντικειμενικών δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης και υποκειμενικών δεικτών ευεξίας και αντιλαμβανόμενης κόπωσης

2.4. Στατιστική ανάλυση

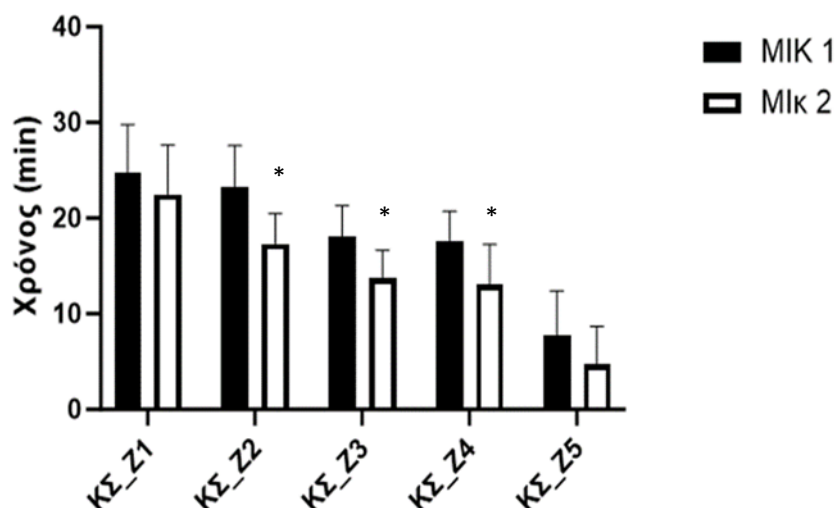
Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις. Για τη σύγκριση των δεικτών εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μικρόκυκλου εφαρμόστηκε έλεγχος t για εξαρτημένα δείγματα. Για την αξιολόγηση της επίδρασης της ημέρας εντός κάθε μικρόκυκλου εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Σε μεταβλητές για τις οποίες παρατηρήθηκε εξαιρετικά μικρός αριθμός καταγραφών σε ορισμένες ζώνες, δεν πραγματοποιήθηκε πλήρης συγκριτική ανάλυση, καθώς δεν ήταν δυνατή η ορθή στατιστική ή γραφική αποτύπωση των δεδομένων.

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Χρόνος (min) ανά ζώνη ΚΣ

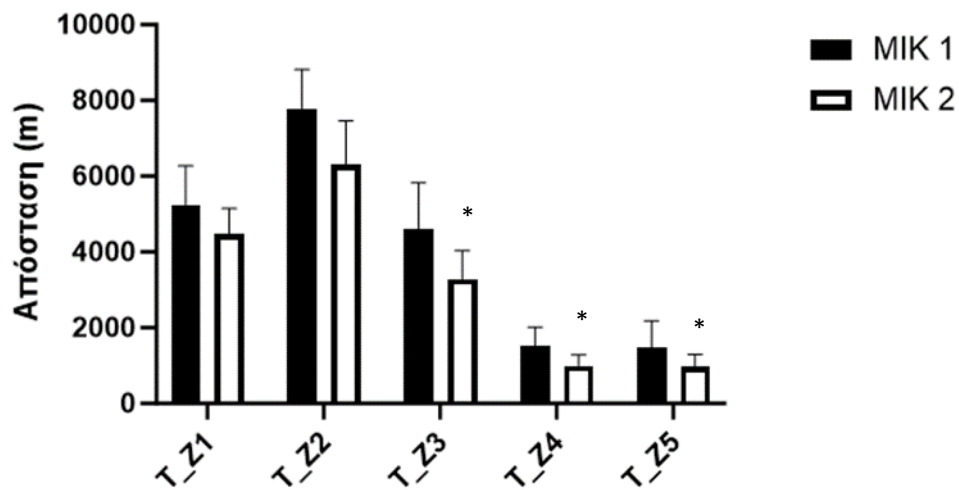
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι ο χρόνος παραμονής ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερος στον πρώτο μικρόκυκλο (MIK1) σε σύγκριση με τον δεύτερο μικρόκυκλο (MIK2) στις ζώνες Z2 [$23,18 \pm 4,40$ έναντι $17,33 \pm 3,13$ min, $t(7) = 2,460$, $p = 0,022$], Z3 [$18,00 \pm 3,28$ έναντι $13,72 \pm 2,92$ min, $t(7) = 3,269$, $p = 0,007$] και Z4 [$17,65 \pm 3,05$ έναντι $13,01 \pm 4,23$ min, $t(7) = 2,017$, $p = 0,042$]. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις ζώνες Z1 [$t(7) = 1,306$, $p = 0,116$] και Z5 [$t(7) = 1,606$, $p = 0,076$].



Σχήμα 1. Συγκριτική απεικόνιση του χρόνου παραμονής (min) στις ζώνες καρδιακής συχνότητας (Z1–Z5) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, $p < 0,05$

3.2. Απόσταση (m) ανά ζώνη ταχύτητας

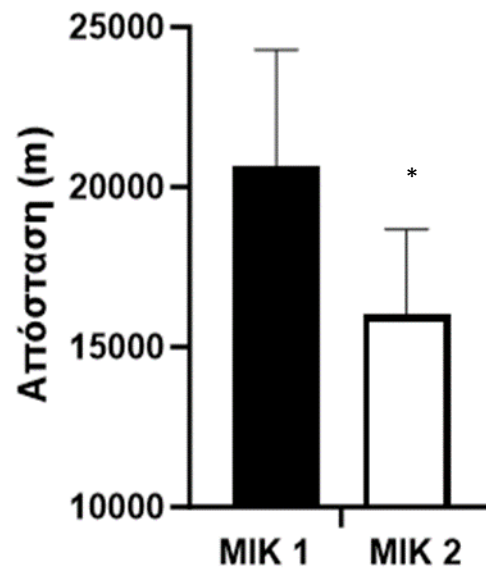
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι η απόσταση ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2 στις ζώνες T_Z3 [4603,63 $\pm$ 1215,74 έναντι 3289,13 $\pm$ 736,33 m, $t(7) = 3,328$, $p = 0,013$], T_Z4 [1517,63 $\pm$ 490,94 έναντι 1000,00 $\pm$ 279,10 m, $t(7) = 2,950$, $p = 0,021$] και T_Z5 [1491,50 $\pm$ 686,51 έναντι 962,00 $\pm$ 332,84 m, $t(7) = 2,594$, $p = 0,036$]. Αντίθετα, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές στις ζώνες T_Z1 [5225,25 $\pm$ 1049,58 έναντι 4463,63 $\pm$ 681,05 m, $t(7) = 2,028$, $p = 0,082$] και T_Z2 [7790,88 $\pm$ 1022,13 έναντι 6293,00 $\pm$ 1165,57 m, $t(7) = 2,327$, $p = 0,053$].



Σχήμα 2. Συγκριτική απεικόνιση της απόστασης (m) ανά ζώνη ταχύτητας (T_Z1–T_Z5) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, $p < 0,05$

3.3. Συνολική απόσταση (m)

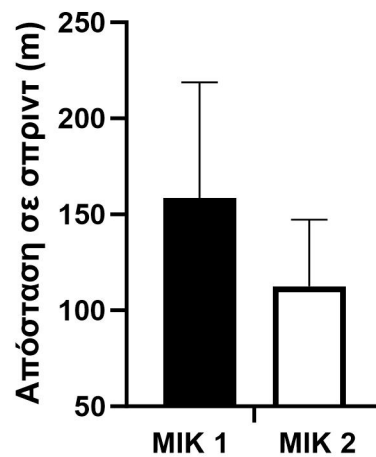
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι η συνολική απόσταση ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2 [$20629,00 \pm 3669,23$ έναντι $16008,12 \pm 2672,91$ m, $t(7) = 2,871$, $p = 0,012$].



Σχήμα 3. Συγκριτική απεικόνιση της συνολικής απόστασης (m) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, $p < 0,05$

3.4. Απόσταση σε σπριντ (m)

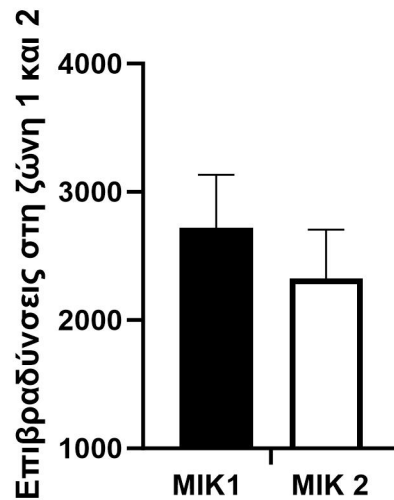
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι η απόσταση σε σπριντ ήταν αριθμητικά μεγαλύτερη στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2, χωρίς όμως να παρατηρηθεί στατιστικώς σημαντική διαφορά [$158,50 \pm 60,31$ έναντι $112,63 \pm 34,67$ m, $t(7) = 2,182$, $p = 0,065$].



Σχήμα 4. Συγκριτική απεικόνιση της απόστασης σε σπριντ (m) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, $p < 0,05$

3.5. Επιβραδύνσεις (ζώνες 1–2)

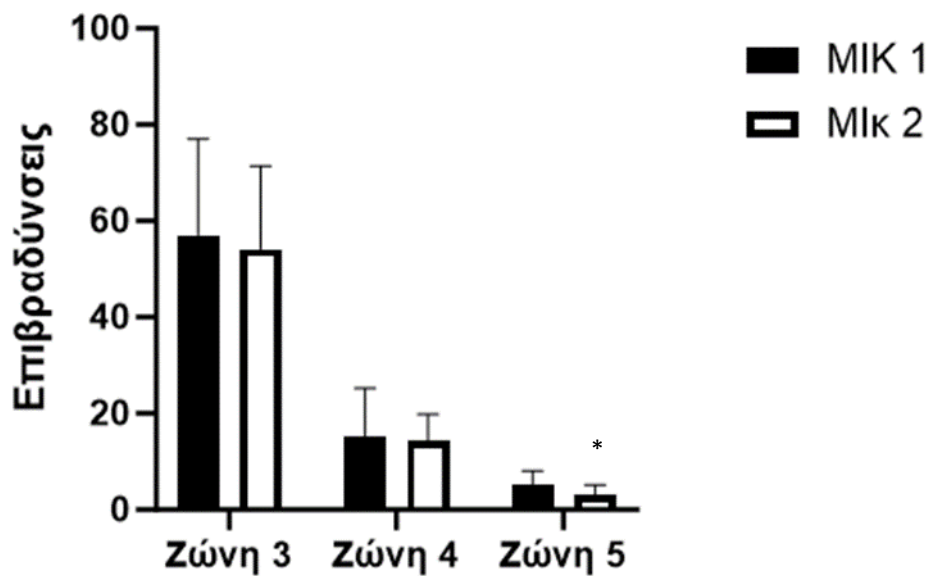
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι οι επιβραδύνσεις στις ζώνες 1–2 ήταν αριθμητικά υψηλότερες στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2, χωρίς να καταγραφεί στατιστικώς σημαντική διαφορά [$2717,63 \pm 416,56$ έναντι $2322,88 \pm 383,93$, $t(7) = 1,993$, $p = 0,086$].



Σχήμα 5. Συγκριτική απεικόνιση των επιβραδύνσεων στις ζώνες 1–2 στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.

3.6. Επιβραδύνσεις στις ζώνες 3–5

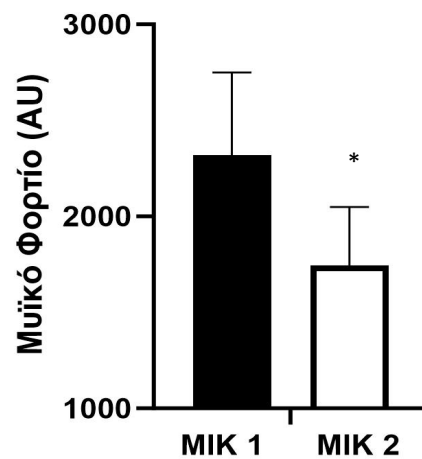
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ ΜΙΚ1 και ΜΙΚ2 στη ζώνη 3 [$57,00 \pm 20,03$ έναντι $54,13 \pm 17,25$, $t(7) = 0,327$, $p = 0,753$] και στη ζώνη 4 [$15,00 \pm 10,21$ έναντι $14,38 \pm 5,45$, $t(7) = 0,214$, $p = 0,837$]. Αντίθετα, στη ζώνη 5 οι επιβραδύνσεις ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερες στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2 [$5,25 \pm 2,77$ έναντι $3,13 \pm 2,03$, $t(7) = 3,188$, $p = 0,015$].



Σχήμα 6. Συγκριτική απεικόνιση των επιβραδύνσεων στις ζώνες 3–5 στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.*: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, $p < 0,05$

3.7. Μυϊκό φορτίο (AU)

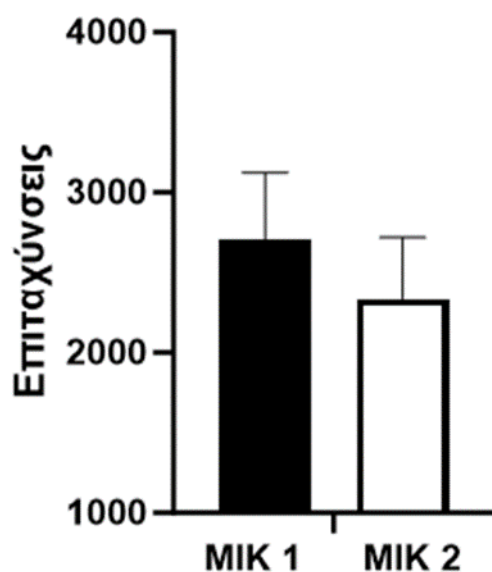
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι το μυϊκό φορτίο ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2 [$2318,75 \pm 430,54$ έναντι $1744,75 \pm 304,88$ AU, $t(7) = 3,027$, $p = 0,019$].



Σχήμα 7. Συγκριτική απεικόνιση του μυϊκού φορτίου (AU) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.*: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, $p < 0,05$

3.8. Επιταχύνσεις (ζώνες 1–3)

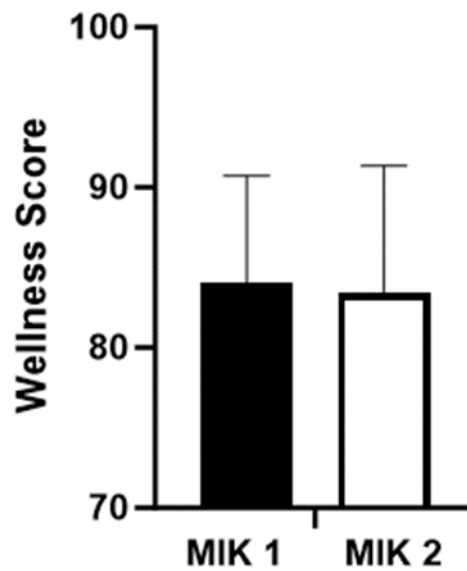
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι οι επιταχύνσεις στις ζώνες 1–3 ήταν αριθμητικά υψηλότερες στον ΜΙΚ1 σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2, χωρίς όμως να προκύψει στατιστικώς σημαντική διαφορά [$2705,13 \pm 419,52$ έναντι $2335,38 \pm 383,78$, $t(7) = 1,867$, $p = 0,104$]. Στις ζώνες 4 και 5 δεν κατέστη δυνατή η ορθή απεικόνιση των δεδομένων, καθώς ορισμένοι ποδοσφαιριστές δεν κατέγραψαν καθόλου επιταχύνσεις στις συγκεκριμένες ζώνες.



Σχήμα 8. Συγκριτική απεικόνιση των επιταχύνσεων στις ζώνες 1–3 στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.

3.9 Δείκτης ευεξίας

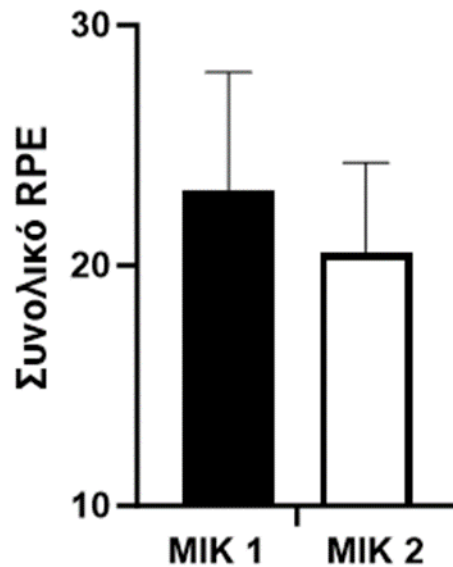
Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στον δείκτη ευεξίας (wellness score) μεταξύ ΜΙΚ1 και ΜΙΚ2 [$84,00 \pm 6,72$ έναντι $83,88 \pm 7,97$, $t(7) = 0,031$, $p = 0,976$].



Σχήμα 9. Συγκριτική απεικόνιση του δείκτη ευεξίας (wellness score) στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.

3.10. Συνολικό RPE

Από τον έλεγχο t για εξαρτημένα δείγματα προέκυψε ότι το συνολικό RPE ήταν αριθμητικά υψηλότερο στον MIK1 σε σύγκριση με τον MIK2, χωρίς όμως να καταγραφεί στατιστικώς σημαντική διαφορά [$23,13 \pm 4,91$ έναντι $20,50 \pm 3,78$, $t(7) = 1,544$, $p = 0,167$].

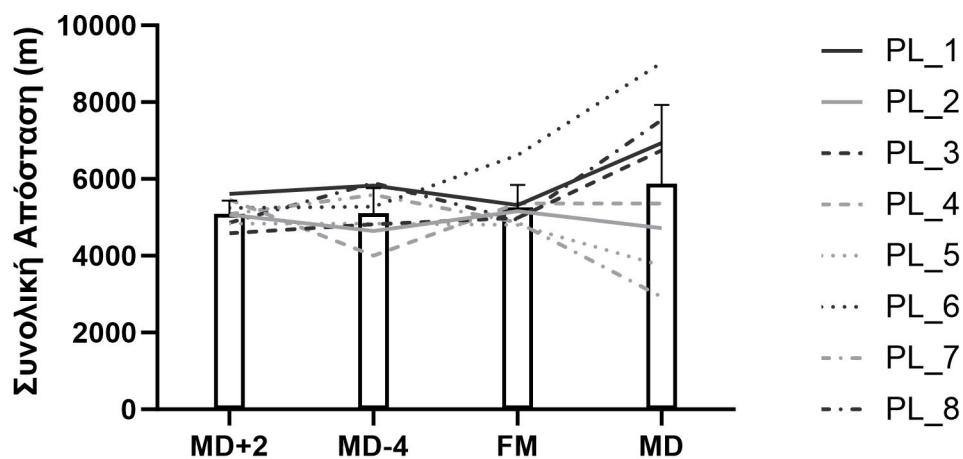


Σχήμα 10. Συγκριτική απεικόνιση του συνολικού RPE στον πρώτο και στον δεύτερο μικρόκυκλο.

3.11. ΜΙΚΡΟΚΥΚΛΟΣ 1

3.11.1. Συνολική απόσταση

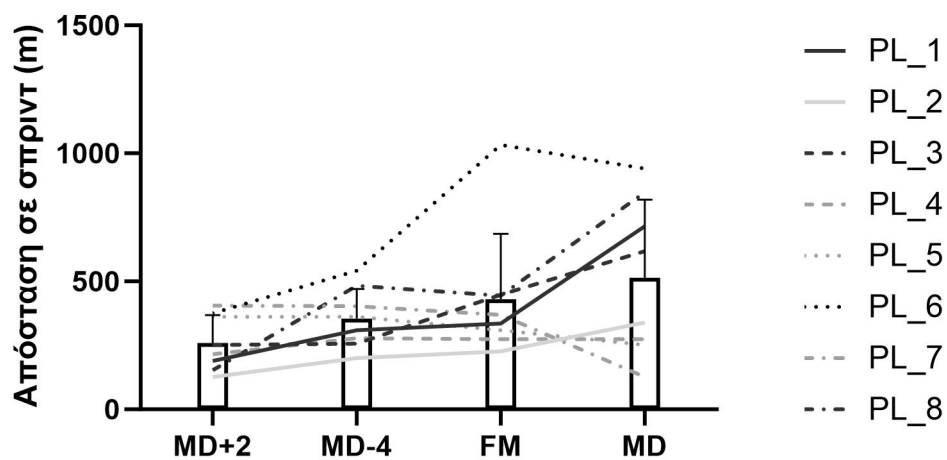
Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον ΜΙΚ1 δεν προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στη συνολική απόσταση. Ειδικότερα, οι τιμές ήταν $5095,38 \pm 338,35$ m για την MD+2, $5112,63 \pm 653,84$ m για την MD-4, $5258,75 \pm 587,65$ m για τη FM και $5876,50 \pm 2049,67$ m για την MD. Καθώς διαπιστώθηκε παραβίαση της υπόθεσης της σφαιρικότητας, εφαρμόστηκε διόρθωση Greenhouse–Geisser, η οποία έδειξε ότι η επίδραση της ημέρας δεν ήταν στατιστικώς σημαντική [$F(1,348, 9,437) = 1,038, p = 0,360$].



Σχήμα 11. Απεικόνιση της συνολικής απόστασης (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ1. MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.11.2. Απόσταση σε σπριντ

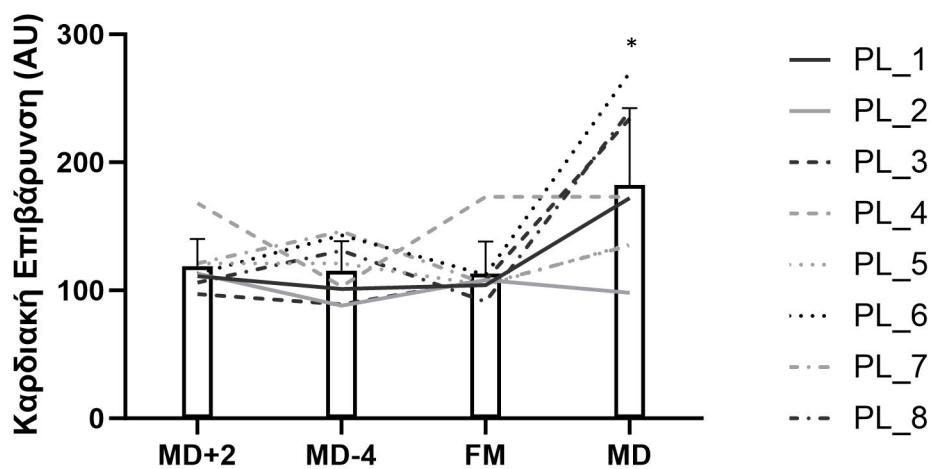
Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον ΜΙΚ1 δεν προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στην απόσταση σε σπριντ. Οι τιμές ήταν $259,88 \pm 107,67$ m για την MD+2, $354,25 \pm 116,73$ m για την MD-4, $430,00 \pm 255,48$ m για τη FM και $514,25 \pm 305,13$ m για την MD. Λόγω παραβίασης της σφαιρικότητας εφαρμόστηκε διόρθωση Greenhouse-Geisser, χωρίς να καταγραφεί στατιστικώς σημαντική διαφορά [$F(1,584, 11,086) = 3,324$, $p = 0,082$].



Σχήμα 12. Απεικόνιση της απόστασης σε σπριντ (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ1. MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.11.3. Καρδιακή επιβάρυνση (AU)

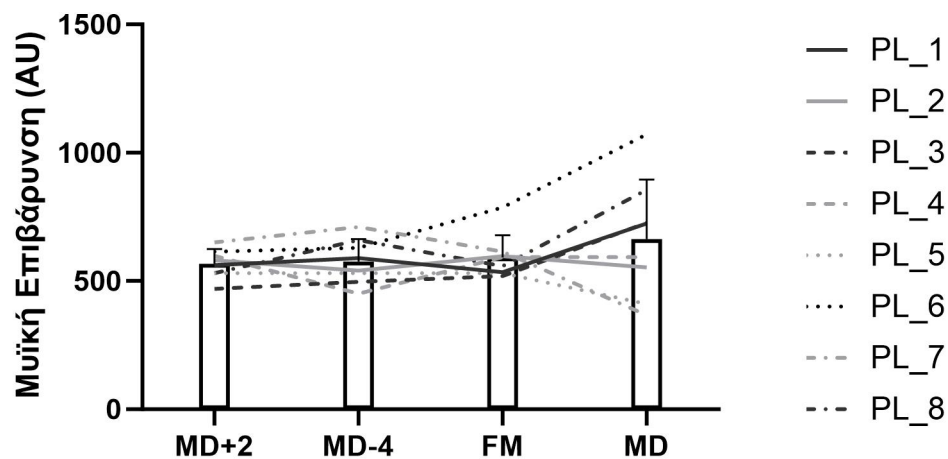
Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον MIK1 προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στην καρδιακή επιβάρυνση [$F(1,433, 10,034) = 7,022$, $p = 0,017$, διόρθωση Greenhouse–Geisser]. Οι αντίστοιχες τιμές ήταν $118,75 \pm 21,37$ AU για την MD+2, $115,25 \pm 23,24$ AU για την MD-4, $113,13 \pm 24,96$ AU για τη FM και $182,25 \pm 60,21$ AU για την MD. Οι επιμέρους συγκρίσεις LSD έδειξαν ότι η τιμή στην MD ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με την MD+2 [$p = 0,036$], την MD-4 [$p = 0,014$] και τη FM [$p = 0,022$].



Σχήμα 13. Απεικόνιση της καρδιακής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον MIK1. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά της ημέρας MD με τις υπόλοιπες ημέρες. MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.11.4. Μυϊκή επιβάρυνση (AU)

Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον MIK1 δεν προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στη μυϊκή επιβάρυνση. Οι τιμές ήταν $567,00 \pm 56,97$ AU για την MD+2, $575,88 \pm 86,96$ AU για την MD-1, $591,50 \pm 86,38$ AU για τη FM και $662,88 \pm 233,14$ AU για την MD. Με εφαρμογή διόρθωσης Greenhouse–Geisser, η επίδραση της ημέρας παρέμεινε μη στατιστικώς σημαντική [$F(1,284, 8,989) = 1,013, p = 0,364$].

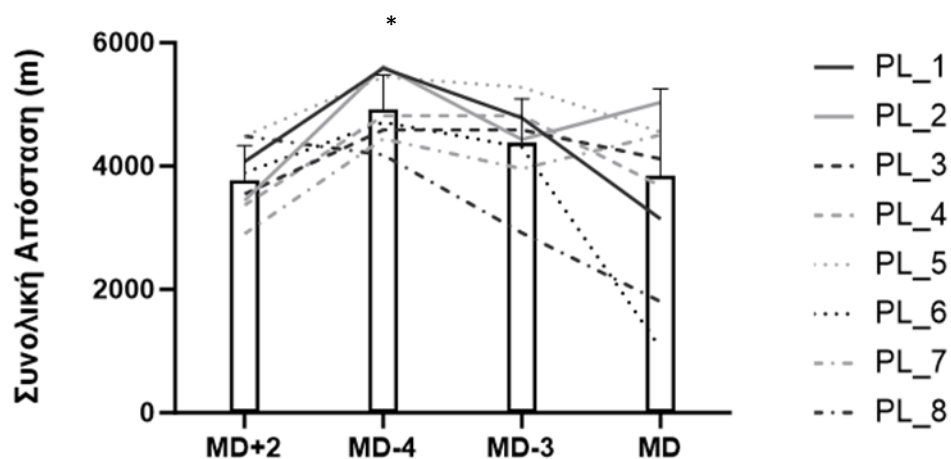


Σχήμα 14. Απεικόνιση της μυϊκής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον MIK1. MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.12. ΜΙΚΡΟΚΥΚΛΟΣ 2

3.12.1. Συνολική απόσταση (m)

Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον ΜΙΚ2 προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στη συνολική απόσταση [$F(1,463, 10,243) = 4,280$, $p = 0,037$, διόρθωση Greenhouse–Geisser]. Οι τιμές ήταν $3773,50 \pm 561,48$ m για την MD+2, $4922,75 \pm 553,13$ m για την MD-4, $4383,63 \pm 709,89$ m για την MD-3 και $3483,50 \pm 1409,78$ m για την MD. Οι επιμέρους συγκρίσεις LSD έδειξαν ότι η τιμή στην MD-4 ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με την MD+2 [$p = 0,003$], την MD-3 [$p = 0,018$] και την MD [$p = 0,015$].

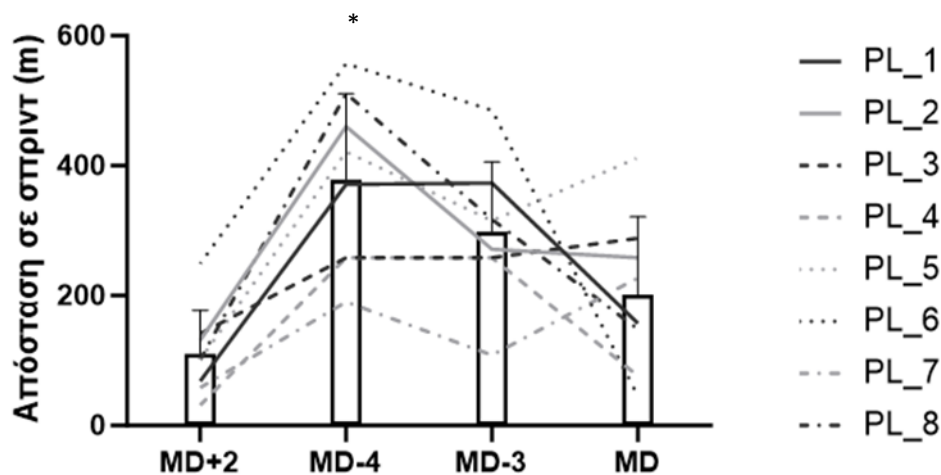


Σχήμα 15. Απεικόνιση της συνολικής απόστασης (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ2.

*: Στατιστικά σημαντική διαφορά της ημέρας MD-4 με τις υπόλοιπες ημέρες.
MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.12.2. Απόσταση σε σπριντ (m)

Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον ΜΙΚ2 προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στη συνολική απόσταση [$F(1,463, 10,243) = 4,280$, $p = 0,037$, διόρθωση Greenhouse–Geisser]. Οι τιμές ήταν $3773,50 \pm 561,48$ m για την MD+2, $4922,75 \pm 553,13$ m για την MD-4, $4383,63 \pm 709,89$ m για την MD-3 και $3483,50 \pm 1409,78$ m για την MD. Οι επιμέρους συγκρίσεις LSD έδειξαν ότι η τιμή στην MD-4 ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με την MD+2 [$p = 0,003$], την MD-3 [$p = 0,018$] και την MD [$p = 0,015$].

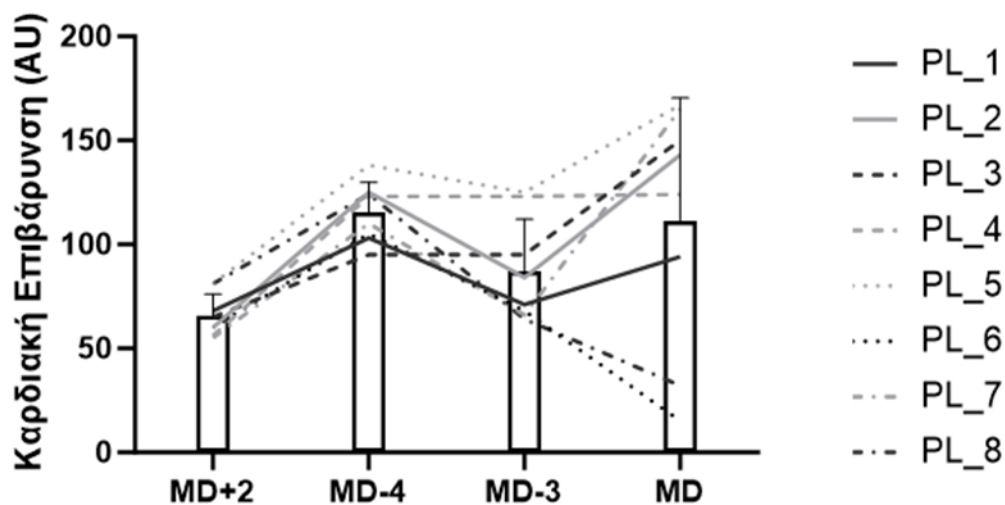


Σχήμα 16. Απεικόνιση της απόστασης σε σπριντ (m) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον ΜΙΚ2.

*: Στατιστικά σημαντική διαφορά της ημέρας MD-4 με τις υπόλοιπες ημέρες.
MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.12.3. Καρδιακή επιβάρυνση (AU)

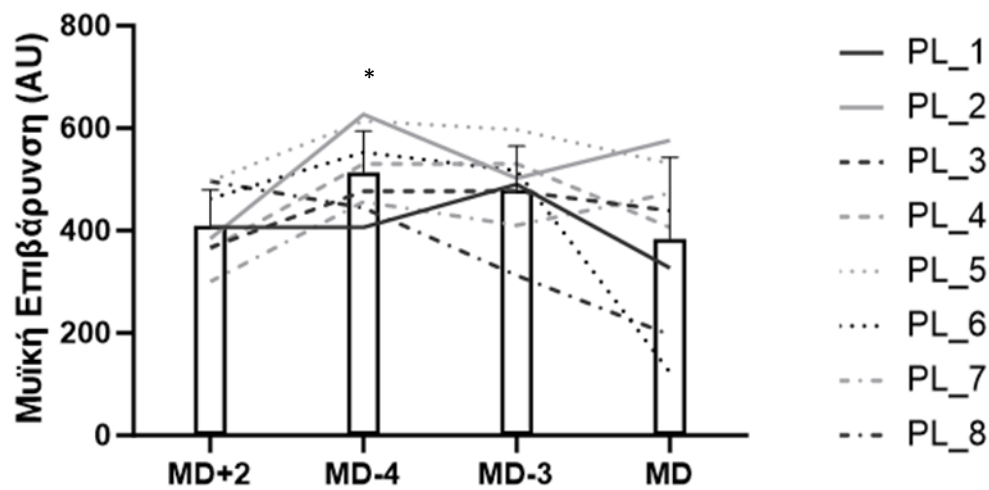
Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον MIK2 δεν προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στην καρδιακή επιβάρυνση [$F(3, 21) = 2,961, p = 0,053$]. Οι τιμές ήταν $65,75 \pm 10,33$ AU για την MD+2, $115,38 \pm 14,35$ AU για την MD-4, $87,00 \pm 25,07$ AU για την MD-3 και $111,25 \pm 59,18$ AU για την MD.



Σχήμα 17. Απεικόνιση της καρδιακής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον MIK2. MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

3.12.4. Μυϊκή επιβάρυνση (AU)

Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ως προς έναν παράγοντα για τον MIK2 προέκυψε στατιστικώς σημαντική επίδραση της ημέρας μικρόκυκλου στη μυϊκή επιβάρυνση [$F(1,474, 10,321) = 4,160, p = 0,044$, διόρθωση Greenhouse–Geisser]. Οι αντίστοιχες τιμές ήταν $409,37 \pm 69,95$ AU για την MD+2, $513,38 \pm 80,92$ AU για την MD-4, $479,38 \pm 85,58$ AU για την MD-3 και $383,88 \pm 158,84$ AU για την MD. Οι επιμέρους συγκρίσεις LSD έδειξαν ότι η τιμή στην MD-4 ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με την MD+2 [$p = 0,016$] και την MD [$p = 0,038$].



Σχήμα 18. Απεικόνιση της μυϊκής επιβάρυνσης (AU) ανά ημέρα μικρόκυκλου στον MIK2.
*: Στατιστικά σημαντική διαφορά της ημέρας MD-4 με τις ημέρες MD+2 και MD. MD: Match Day, Ημέρα Αγώνα. FM: Friendly Match, Φιλικός Αγώνας.

IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα ΜΔΕ διερεύνησε και συνέκρινε δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε δύο μικρόκυκλους της αγωνιστικής περιόδου, οι οποίοι διέφεραν τόσο ως προς τον αριθμό όσο και ως προς τη σύνθεση των προπονητικών και αγωνιστικών υποχρεώσεων. Ειδικότερα, ο πρώτος μικρόκυκλος περιλάμβανε δύο προπονητικές μονάδες, ένα φιλικό παιχνίδι και έναν επίσημο αγώνα πρωταθλήματος, ενώ ο δεύτερος τρεις προπονητικές μονάδες και έναν μόνο επίσημο αγώνα. Παρότι η συνολική χρονική διάρκεια της επιβάρυνσης ήταν σχετικά παρόμοια μεταξύ των δύο μικρόκυκλων, η διαφοροποίηση στη δομή τους υποδηλώνει ότι οι διαφορές που καταγράφηκαν δεν συνδέονται αποκλειστικά με το συνολικό χρονικό άθροισμα της επιβάρυνσης, αλλά κυρίως με την κατανομή, τη διαδοχή και τη φύση των επιμέρους ερεθισμάτων μέσα στην εβδομάδα.

Ως προς την εσωτερική επιβάρυνση, οι σημαντικές διαφοροποιήσεις εντοπίστηκαν κυρίως στο εύρος 60–90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, όπου ο ΜΙΚ1 παρουσίασε υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τον ΜΙΚ2. Το εύρημα αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς το futsal έχει περιγραφεί σταθερά ως άθλημα υψηλής φυσιολογικής απαίτησης, με μέσες αγωνιστικές τιμές που συχνά προσεγγίζουν το 85–90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας και με σημαντικό μέρος του αγωνιστικού χρόνου να εκτελείται σε υψηλές καρδιακές ζώνες (Álvarez-Medina et al., 2002; Barbero-Alvarez et al., 2008; Castagna et al., 2009). Κατά συνέπεια, η μεγαλύτερη παρουσία του ΜΙΚ1 στις συγκεκριμένες ζώνες δεν αποτυπώνει απλώς υψηλότερη ποσότητα δραστηριότητας, αλλά αυξημένη καρδιοαναπνευστική απαίτηση σε μία εβδομαδιαία διάταξη που περιλάμβανε επιπλέον αγωνιστικό ερέθισμα. Την ίδια στιγμή, το γεγονός ότι το ερωτηματολόγιο ευεξίας δεν διαφοροποιήθηκε ουσιαστικά, ενώ το συνολικό RPE ήταν μόνο αριθμητικά υψηλότερο, δείχνει ότι οι υποκειμενικοί δείκτες δεν διαφοροποίησαν τους δύο μικρόκυκλους στον ίδιο βαθμό με τους δείκτες καρδιακής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Αυτό υποδηλώνει ότι, στην παρούσα ΜΔΕ και μέσα στο σύντομο χρονικό διάστημα παρακολούθησης, οι διαφορές στην εσωτερική επιβάρυνση αποτυπώθηκαν σαφέστερα στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις παρά στους αντιληπτικούς δείκτες.

Αντίστοιχη εικόνα καταγράφηκε και στους δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης, καθώς ο ΜΙΚ1 παρουσίασε μεγαλύτερες αποστάσεις στις υψηλότερες ζώνες ταχύτητας και

υψηλότερη συνολική διανυόμενη απόσταση. Η εικόνα αυτή είναι γενικά συμβατή με τη διαθέσιμη βιβλιογραφία του futsal, στην οποία η συνολική απόσταση παρουσιάζει σημαντική διακύμανση ανάλογα με τον χρόνο συμμετοχής, το επίπεδο των αθλητών και τη μεθοδολογία καταγραφής. Οι Spyrou et al. (2020) συνοψίζουν τιμές περίπου μεταξύ 3133 και 4304 m, ενώ οι Gadea et al. (2024) ανέφεραν μέση συνολική απόσταση 3728 ± 1152 m σε επίσημες αγωνιστικές συνθήκες. Παράλληλα, οι Ohmuro et al. (2020) κατέγραψαν ακόμη υψηλότερες τιμές σε αγωνιστικό πλαίσιο υψηλού επιπέδου, με μέση τιμή 5139 m και μέγιστες τιμές έως 6.661 m. Συνεπώς, οι τιμές που καταγράφηκαν στον MIK1 δεν φαίνεται να αποκλίνουν από το αναμενόμενο προφίλ του αθλήματος. Αντίθετα, προσεγγίζουν το υψηλότερο άκρο του εύρους τιμών που έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία, γεγονός που ενισχύει την ερμηνεία ότι η παρουσία δεύτερου αγωνιστικού ερεθίσματος μέσα στην ίδια εβδομάδα αύξησε το συνολικό κινητικό έργο και την έκθεση σε υψηλές ζώνες έντασης. Ωστόσο, η σύγκριση αυτή πρέπει να ερμηνεύεται με μεθοδολογική προσοχή, καθώς η βιβλιογραφία του futsal αναφέρεται κατά κύριο λόγο στις απαιτήσεις της αγωνιστικής ημέρας και όχι στη συνολική εβδομαδιαία επιβάρυνση. Επομένως, η αντιστοίχιση με τις παρούσες τιμές αφορά πρωτίστως το αγωνιστικό σκέλος των δύο μικρόκυκλων και όχι αυτομάτως τη συνολική επιβάρυνση κάθε εβδομάδας.

Επιπλέον, η πρόσθετη επιβάρυνση του MIK1 δεν αποτυπώθηκε με την ίδια ένταση σε όλες τις μεταβλητές. Ενώ η συνολική απόσταση, οι υψηλές ζώνες ταχύτητας, οι καρδιακές ζώνες και το μυϊκό φορτίο διαφοροποιήθηκαν με μεγαλύτερη συνέπεια, η απόσταση σε σπριντ, οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις εμφάνισαν μόνο τάση προς υψηλότερες τιμές. Το στοιχείο αυτό υποδηλώνει ότι το πρόσθετο αγωνιστικό ερέθισμα του πρώτου μικρόκυκλου επηρέασε κυρίως τη συνολική επιβάρυνση και τη σωρευτική απαίτηση της εβδομάδας και λιγότερο ορισμένες επιμέρους συνιστώσες της απόδοσης. Ως εκ τούτου, οι μεταβλητές αυτές παραμένουν συμβατές με τη γενική εικόνα αυξημένης επιβάρυνσης στον MIK1, χωρίς όμως να υποστηρίζουν στον ίδιο βαθμό τα συμπεράσματα της ΜΔΕ. Πέραν των απόλυτων τιμών, ιδιαίτερη σημασία έχει και ο τρόπος με τον οποίο κατανεμήθηκε η επιβάρυνση μέσα στην εβδομάδα. Στο ποδόσφαιρο 11x11 έχει αποδειχθεί ότι, σε συνθήκες αυξημένων αγωνιστικών απαιτήσεων, η προπονητική επιβάρυνση συχνά ανακατανέμεται με στόχο τον περιορισμό της σωρευτικής κόπωσης και τη διατήρηση της αγωνιστικής ετοιμότητας, χωρίς να παρατηρείται κατ' ανάγκην σημαντική πτώση της αγωνιστικής απόδοσης στον ίδιο τον αγώνα (Julian et al., 2021; Dellal

et al., 2015; Dupont et al., 2010; Djaoui et al., 2014; Howle et al., 2020). Επιπλέον, σε πιο τυπικές εβδομάδες έχει αναφερθεί ότι οι υψηλότερες προπονητικές επιβαρύνσεις τοποθετούνται συνήθως στο μέσο της εβδομάδας, με σταδιακή μείωση όσο πλησιάζει η αγωνιστική ημέρα, ιδιαίτερα στην MD-1 (Vardakis et al., 2023). Στο πλαίσιο αυτό, ο MIK1 της παρούσας ΜΔΕ παραπέμπει περισσότερο σε πρότυπο συσσωρευμένης επιβάρυνσης, καθώς η παρεμβολή φιλικού αγώνα πριν από τον επίσημο αγώνα φαίνεται να περιορίσει το περιθώριο σαφούς αποφόρτισης ή μορφοποίησης πριν από τον αγώνα. Αντίθετα, ο MIK2 πλησιάζει περισσότερο σε μια λογική ανακατανομής της επιβάρυνσης μέσα στην εβδομάδα, με σαφέστερη διαφοροποίηση μεταξύ των προπονητικών ημερών υψηλής και μέτριας χαμηλής επιβάρυνσης. Η παρατήρηση αυτή είναι ουσιαστική, διότι υποδηλώνει ότι το κρίσιμο στοιχείο δεν ήταν μόνο το συνολικό μέγεθος της επιβάρυνσης, αλλά και ο τρόπος χρονικής οργάνωσής της σε σχέση με την αγωνιστική υποχρέωση.

Η ερμηνεία αυτή συμβαδίζει και με την ευρύτερη λογική της αγωνιστικής κόπωσης και της συσώρευσης επιβάρυνσης στο ποδόσφαιρο, όπως έχει περιγραφεί στη σχετική βιβλιογραφία (Mohr et al., 2003; Mohr et al., 2016), σύμφωνα με την οποία η συσώρευση απαιτητικών αγωνιστικών ερεθισμάτων επηρεάζει ουσιαστικά το προφίλ της επιβάρυνσης και της αποκατάστασης. Παρ' όλα αυτά, η αναγωγή από το ποδόσφαιρο 11x11 στο futsal πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς τα δύο αθλήματα διαφέρουν σημαντικά ως προς τον αγωνιστικό χώρο, τη συχνότητα των μεταβάσεων, τη δομή της έντασης και τη δυνατότητα απεριόριστων αλλαγών. Συνεπώς, η βιβλιογραφία του 11x11 δεν χρησιμοποιείται εδώ ως άμεσο ισοδύναμο του futsal, αλλά ως πλαίσιο ερμηνείας για τη λογική της εβδομαδιαίας οργάνωσης της επιβάρυνσης υπό συνθήκες αυξημένων αγωνιστικών απαιτήσεων. Συνολικά, τα ευρήματα της παρούσας ΜΔΕ υποδηλώνουν ότι η προσθήκη ενός επιπλέον αγωνιστικού ερεθίσματος μέσα στον ίδιο μικρόκυκλο ενδέχεται να αυξάνει τη συσσωρευτική εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση, κυρίως μέσω της αύξησης του συνολικού έργου, της έκθεσης σε υψηλές ζώνες ταχύτητας, της μεγαλύτερης καρδιοαναπνευστικής απαίτησης και της αυξημένης μυϊκής επιβάρυνσης. Για τον λόγο αυτό, σε συνθήκες futsal με περιορισμένη εβδομαδιαία προπονητική συχνότητα, ο σχεδιασμός του μικρόκυκλου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τον συνολικό όγκο του φορτίου, αλλά και τη χρονική του κατανομή σε σχέση με τον επίσημο αγώνα.

Παρά τη χρησιμότητα των παραπάνω ευρημάτων, η ερμηνεία τους θα πρέπει να γίνεται την επιφύλαξη ορισμένων σημαντικών περιορισμών. Πρώτον, η μελέτη βασίστηκε

σε μικρό αριθμό αθλητών και αφορούσε μία μόνο ομάδα, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Δεύτερον, η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε δύο μόνο μικρόκυκλους της ίδιας αγωνιστικής περιόδου, οι οποίοι, πέρα από τη διαφορετική διάρθρωση των προπονητικών και αγωνιστικών ερεθισμάτων, ενδέχεται να επηρεάστηκαν και από συμφραζόμενους παράγοντες, όπως ο χρόνος συμμετοχής των αθλητών, η αγωνιστική σημασία της αναμέτρησης και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αντιπάλου. Τρίτον, η παρούσα προσέγγιση δεν επέτρεψε ανάλυση ανά αγωνιστική θέση ή ανά αθλητή, με αποτέλεσμα να αποτυπώνεται κυρίως η συνολική εικόνα της ομάδας και όχι η εξατομικευμένη επιβάρυνση. Τέλος, ο η φύση της μελέτης δεν επιτρέπει την ανάπτυξη σχέσης αιτίας αποτελέσματος αλλά μόνο τη διατύπωση τεκμηριωμένων ενδείξεων ως προς τη σχέση μεταξύ της δομής του μικρόκυκλου και της εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε μικρόκυκλους με διαφορετική δομή. Κατά συνέπεια, απαιτούνται μελλοντικές έρευνες με περισσότερες ομάδες, περισσότερους μικρόκυκλους και αναλύσεις σε ατομικό επίπεδο, ώστε να αποσαφηνιστεί πληρέστερα ο τρόπος με τον οποίο η κατανομή των αγωνιστικών και προπονητικών ερεθισμάτων επηρεάζει την επιβάρυνση στο futsal.

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα της παρούσας ΜΔΕ υποδηλώνουν ότι η συμμετοχή σε δεύτερο αγώνα έστω και φιλικό σε μικρόκυκλο αγωνιστικής περιόδου συνδέεται με αυξημένη εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση, κυρίως μέσω της μεγαλύτερης παρουσίας σε υψηλές καρδιακές ζώνες, της αυξημένης έκθεσης σε υψηλότερες ζώνες ταχύτητας και την πραγματοποίηση εν γένει μεγαλύτερου έργου. Παράλληλα, η χρονική κατανομή της επιβάρυνσης μέσα στην εβδομάδα αναδεικνύεται ως κρίσιμος παράγοντας για τη διαχείριση της συσσωρευτικής κόπωσης, ενώ τα ευρήματα υποστηρίζουν και την ανάγκη εξατομικευμένης παρακολούθησης των αθλητών, καθώς η επιβάρυνση ανά αθλητή δεν αποτυπώνεται πάντοτε επαρκώς από τους μέσους όρους της ομάδας. Επομένως, ο σχεδιασμός του μικρόκυκλου στο futsal θα πρέπει να στηρίζεται τόσο στη συνολική επιβάρυνση όσο, στην ακριβή κατανομή της μέσα στις ημέρες και να πραγματοποιείται σε εξατομικευμένο επίπεδο.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587–593. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0331>
2. Akubat, I., Barrett, S., & Abt, G. (2014). Integrating the internal and external training loads in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 457–462. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0347>
3. Álvarez-Medina, J., Giménez-Salillas, L., & Corona-Virón, P. (2002). Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala de competición. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 67, 45–51.
4. Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63–73.
5. Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda Vera, J., & Barbero Alvarez, J. C. (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490–494.
6. Clemente, F. M., Martinho, R., Calvete, F., & Mendes, B. (2019). Training load and well-being status variations of elite futsal players across a full season: Comparisons between normal and congested weeks. *Physiology & Behavior*, 201, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.01.001>
7. Dellal, A., Lago-Peñas, C., Rey, E., Chamari, K., & Orhant, E. (2015). The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 390–394. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091290>
8. Djaoui, L., Wong, D. P., Pialoux, V., Hautier, C., Da Silva, C. D., Chamari, K., & Dellal, A. (2014). Physical activity during a prolonged congested period in a top-class European football team. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1), 47–53. <https://doi.org/10.5812/asj.34233>
9. Dupont, G., Nédélec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758. <https://doi.org/10.1177/0363546510361236>
10. Gadea-Uribarri, H., Lago-Fuentes, C., Bores-Arce, A., Villavicencio Álvarez, V. E., López-García, S., Calero-Morales, S., & Mainer-Pardos, E. (2024). External load evaluation in elite futsal: Influence of match results and game location with IMU technology. *Journal*

11. Howle, K., Waterson, A., & Duffield, R. (2020). Injury incidence and workloads during congested schedules in football. *International Journal of Sports Medicine*, 41(2), 75–81. <https://doi.org/10.1055/a-1028-7600>
12. Illa, J., Fernández, D., Reche, X., & Serpiello, F. R. (2021). Positional differences in the most demanding scenarios of external load variables in elite futsal matches. *Frontiers in Psychology*, 12, 625126. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.625126>
13. Julian, R., Page, R. M., & Harper, L. D. (2021). The effect of fixture congestion on performance during professional male soccer match-play: A systematic critical review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(2), 255–273. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01359-9>
14. Lago-Fuentes, C., Jiménez-Loaisa, A., Padrón-Cabo, A., Fernández-Villarino, M., Mecías-Calvo, M., Travassos, B., & Rey, E. (2020). Monitoring workloads of a professional female futsal team over a season: A case study. *Sports*, 8(5), 69. <https://doi.org/10.3390/sports8050069>
15. McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641–658.
16. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528.
17. Mohr, M., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Barbero-Álvarez, J. C., Castagna, C., Douroudos, I., Avloniti, A., Margeli, A., Papassotiriou, I., Flouris, A. D., Jamurtas, A. Z., Krstrup, P., & Fatouros, I. G. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 179–193. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3245-2>
18. Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 15(2), 76–80.
19. Oliveira, R. S., Leicht, A. S., Bishop, D., Barbero-Alvarez, J. C., & Nakamura, F. Y. (2013). Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(5), 424–430.
20. Ohmuro, T., Iso, Y., Tobita, A., Hirose, S., Ishizaki, S., Sakaue, K., & Yasumatsu, M. (2020). Physical match performance of Japanese top-level futsal players in different categories and playing positions. *Biology of Sport*, 37(4), 359–365.

21. Rabelo, F. N., Pasquarelli, B. N., Gonçalves, B., Matzenbacher, F., Campos, F. A. D., Sampaio, J., & Nakamura, F. Y. (2016). Monitoring the intended and perceived training load of a professional futsal team over 45 weeks: A case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 134–140.
22. Ribeiro, J. N., Gonçalves, B., Coutinho, D., Brito, J., Sampaio, J., & Travassos, B. (2020). Activity profile and physical performance of match play in elite futsal players. *Frontiers in Psychology*, 11, 1709. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01709>
23. Ribeiro, J. N., Gonçalves, B., Illa, J., Couceiro, M., Sampaio, J., & Travassos, B. (2022). Exploring the effects of interchange rotations on high-intensity activities of elite futsal players. *International Journal of Sports Science & Coaching*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/17479541221119659>
24. Rodrigues, V. M., Ramos, G. P., Mendes, T. T., Cabido, C. E. T., Melo, E. S., Condessa, L. A., Coelho, D. B., & Garcia, E. S. (2011). Intensity of official futsal matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2482–2487. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fb4574>
25. Spyrou, K., Freitas, T. T., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. (2020). Physical and physiological match-play demands and player characteristics in futsal: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 569897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.569897>
26. Vardakis, L., Michailidis, Y., Topalidis, P., et al. (2023). Application of a structured training plan on different-length microcycles in soccer—Internal and external load analysis between training weeks and games. *Applied Sciences*, 13, 6935