

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΣΕ
ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΑ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ 7VS7

του

Δήμου Δημήτριου (ΑΕΜ:0721072)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού, της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής, Αθλητισμού και Διατροφής του

Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Εγκεκριμένη από το καθηγητικό σώμα:

Επιβλέπων: Δραγανίδης Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α.-Π.Θ.

ΤΡΙΚΑΛΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ποσοτικοποιήσει την εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση σε ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια τριών διαδοχικών αγώνων 7 vs 7 εντός της ίδιας ημέρας, πραγματοποιώντας επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των αγωνιστικών θέσεων. Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 30 ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές ηλικίας 18 έως 25 ετών. Οι συμμετέχοντες αρχικά υποβλήθηκαν σε προκαταρκτική αξιολόγηση των σωματομετρικών τους χαρακτηριστικών, της καρδιοαναπνευστικής τους ικανότητας, της δύναμης των κάτω άκρων, της αλτικής τους ικανότητας και της ικανότητας ευκινησίας. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες έλαβαν μέρος σε τρία επαναλαμβανόμενα αγωνιστικά παιχνίδια ποδοσφαίρου 7 vs 7 εντός της ίδιας ημέρας, σε ένα σχεδιασμό με 3 ομάδες (αμυντικοί, μέσοι, επιθετικοί) και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Κατά την διάρκεια του κάθε παιχνιδιού οι δοκιμαζόμενοι έφεραν μονάδες GPS με ενσωματωμένο καρδιοσυχνόμετρο για την ποσοτικοποίηση της εξωτερικής και εσωτερικής επιβάρυνσης. Στα αποτελέσματα της μελέτης παρατηρήθηκε ότι οι μέσοι παρουσίασαν υψηλότερη μέση καρδιακή συχνότητα κατά ~4% στο 2^ο παιχνίδι (169 ± 7 παλμοί/λεπτό) συγκριτικά με το 3^ο (162 ± 12 παλμοί/λεπτό). Αντίθετα, οι επιθετικοί παρουσίασαν υψηλότερη μέση καρδιακή συχνότητα στον πρώτο αγώνα (167 ± 9 παλμοί/λεπτό) συγκριτικά με τον δεύτερο (162 ± 13 παλμοί/λεπτό) και τον τρίτο (153 ± 11 παλμοί/λεπτό) κατά 5% και 8%, αντίστοιχα. Όσον αφορά την εξωτερική επιβάρυνση, οι παίκτες διένυσαν κατά μέσο όρο σε κάθε παιχνίδι 1452-2365 μ., εκ των οποίων τα 110-180 μ. αφορούσαν το τρέξιμο με >15 χλμ/ώρα. Η μέση ταχύτητα ήταν 4.0-4.2 χλμ/ώρα ενώ ο συνολικός αριθμός σπριντ, επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων που εκτελέστηκαν ήταν 4.0-7.4, 198-294 και 205-312, αντίστοιχα. Δεν εντοπίστηκαν διαφορές μεταξύ των αγωνιστικών θέσεων σε κανένα από τους παραπάνω δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης. Συμπερασματικά, τόσο η εσωτερική όσο και η εξωτερική επιβάρυνση των παικτών κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων αγωνιστικών παιχνιδιών ποδοσφαίρου 7 vs 7 εντός της ίδιας ημέρας δεν επηρεάζεται από την αγωνιστική θέση. Επίσης, ένα χρονικό διάστημα αποκατάστασης ~120 λεπτών μεταξύ των παιχνιδιών είναι αρκετό ώστε να μπορέσουν οι παίκτες να διατηρήσουν την αγωνιστική τους απόδοση στα παιχνίδια.

Λέξεις κλειδιά: εσωτερική επιβάρυνση, εξωτερική επιβάρυνση, ποδόσφαιρο, αγωνιστικά τετράγωνα, αγωνιστικά παιχνίδια.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά ορισμένους ανθρώπους, όπου ο καθένας με τον δικό του τρόπο, συνέβαλε στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων της πτυχιακής μου εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή κ. Δραγανίδη Δημήτριο για την καθοδήγηση, τις χρήσιμες παρατηρήσεις και τη διαρκή υποστήριξη του καθώς και για την συνεχή του διαθεσιμότητα για τυχόν απορίες ή εμπόδια που προέκυπταν καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων και της συγγραφής της πτυχιακής μου εργασίας. Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά και από καρδιάς τον Ζαχαρία Τσιρμπίνη, όχι μόνο για τη σημαντική του συμβολή στην ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής, αλλά και για τη συνεχή του στήριξη και υπομονή καθ' όλη τη διάρκεια. Ειλικρινά, χωρίς αυτά τα 2 άτομα, τίποτα από όλα αυτά δεν θα είχε γίνει πραγματικότητα. Επίσης εκφράζω τις ευχαριστίες μου στα μέλη του εργαστηρίου Βιοχημείας, Φυσιολογίας και Διατροφής της Άσκησης (SmArT Lab) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, των οποίων η βοήθεια ήταν πολύτιμη για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Τέλος, δεν γίνεται να μην αναφερθώ στον υπεύθυνο του προαναφερθέντος εργαστηρίου κ. Φατούρο Ιωάννη για την υποστήριξη του και την διάθεση του χρόνου και των γνώσεων του. Η συγγραφή αυτής της εργασίας υπήρξε για εμένα μια πολύτιμη εμπειρία μάθησης και προσωπικής εξέλιξης, η οποία με εφοδίασε με γνώσεις, δεξιότητες και βαθύτερη κατανόηση γύρω από το αντικείμενο μελέτης.

ΔΗΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΤΡΙΚΑΛΑ, 30-6-2025

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΣΚΟΠΟΣ	5
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	5
1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	6
1.1 Φυσιολογία και βιοχημεία του ποδοσφαίρου	6
1.2 Ποδοσφαίρο και ασκησιογενής μυϊκή βλάβη.....	6
1.3 Η εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια αγωνιστικών τετραγώνων μεγάλου χώρου.....	8
1.4 Η εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων αγωνιστικών τετραγώνων μεγάλου χώρου.	10
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	12
2.1 Συμμετέχοντες.....	12
2.2 Πειραματικός Σχεδιασμός.....	12
2.3 Περιγραφή των αγωνιστικών παιχνιδιών 7 vs 7	13
2.4 Περιγραφή των δοκιμασιών.....	13
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	16
3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά των τριών ομάδων.....	16
3.2. Εσωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών.	16
3.3. Εξωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών.....	18
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	22
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	25
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	26

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων	16
Πίνακας 2. Δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια των τριών αγώνων.....	18
Πίνακας 3. Δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια των τριών αγώνων	20

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο αποτελεί ένα άθλημα διαλειμματικής μορφής, με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις (Dolci et al., 2020). Κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα οι ποδοσφαιριστές διανύουν κατά μέσο όρο 9-14 χιλιόμετρα εκ των οποίων περίπου το 22%-24% αφορά την απόσταση που καλύπτεται με ταχύτητες άνω των 15 χλμ/ώρα (Dolci et al., 2020). Στη συνολική απόσταση που διανύουν οι ποδοσφαιριστές περιλαμβάνεται μία ποικιλία κινήσεων όπως αλλαγές κατεύθυνσης, σπριντ, μαρκαρίσματα, άλματα, σουτ, ντρίπλες καθώς και επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις (Stolen et al., 2005). Οι κινήσεις αυτές περιλαμβάνουν έντονα το στοιχείο της έκκεντρης μυϊκής σύσπασης η οποία έχει συνδεθεί με την πρόκληση της ασκησιογενούς μυϊκής βλάβης (Nédélec et al., 2012). Η ασκησιογενής μυϊκή βλάβη συνοδεύεται από την εμφάνιση μυϊκού πόνου, φλεγμονής και οξειδωτικού στρες και μείωση της απόδοσης (Ispirlidis et al., 2008; Paulsen et al., 2005).

Συγκεκριμένα έχει αποδειχθεί ότι απαιτείται ένα χρονικό διάστημα τουλάχιστον 72 ωρών ώστε να αποκατασταθεί πλήρως η ασκησιογενής μυϊκή βλάβη και να επανέλθει η απόδοση των ποδοσφαιριστών μετά από ένα αγώνα (Ascensao et al., 2008; Fransson, Nielsen, et al., 2018; Magalhaes et al., 2010). Κατά το χρονικό διάστημα αυτό (στις πρώτες 72 ώρες μετά τον αγώνα) παρατηρείται σημαντική αύξηση σε δείκτες συστηματικής φλεγμονής και οξειδωτικού στρες καθώς επίσης και μείωση δεικτών απόδοσης, όπως το ύψος του κάθετου άλματος και η μέγιστη δύναμη στα κάτω άκρα (Draganidis et al., 2015; Jamurtas et al., 2015; Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008; Ascensao et al., 2008). Ωστόσο, τόσο στην αγωνιστική περίοδο όσο και σε συνθήκες τουρνουά οι παίκτες καλούνται να συμμετέχουν σε περισσότερους από έναν αγώνες κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας (μικρόκυκλου), με μεταξύ τους χρονικό διάστημα αποκατάστασης ≤ 72 ωρών (Oliveira et al., 2017).

Επιπρόσθετα, σε συνθήκες τουρνουά, οι ποδοσφαιριστές πολλές φορές λαμβάνουν μέρος σε επαναλαμβανόμενα παιχνίδια εντός της ίδιας ημέρας, για περισσότερες από 2 διαδοχικές ημέρες (Julian et al., 2021; Dupont et al., 2010). Σε αυτή την περίπτωση, η ποσοτικοποίηση της εξωτερικής και της εσωτερικής επιβάρυνσης των ποδοσφαιριστών, και η ανάλυση τους σύμφωνα με την αγωνιστική θέση, αποτελούν απαραίτητα στοιχεία για τους προπονητές φυσικής κατάστασης προκειμένου να διαχειριστούν καλύτερα τα στοιχεία της επιβάρυνσης και να προλάβουν τη μείωση της απόδοσης και πιθανούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς.

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ποσοτικοποιήσει την εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση σε ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια τριών διαδοχικών αγώνων 7 vs 7 εντός της ίδιας ημέρας, πραγματοποιώντας επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των αγωνιστικών θέσεων.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

1. Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην εσωτερική επιβάρυνση μεταξύ ποδοσφαιριστών που αγωνίζονται σε διαφορετικές θέσεις, κατά τη διάρκεια 3 επαναλαμβανόμενων παιχνιδιών 7vs7 εντός της ίδιας ημέρας.
2. Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην εξωτερική επιβάρυνση μεταξύ ποδοσφαιριστών που αγωνίζονται σε διαφορετικές θέσεις, κατά τη διάρκεια 3 επαναλαμβανόμενων παιχνιδιών 7vs7 εντός της ίδιας ημέρας.

1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Φυσιολογία και βιοχημεία του ποδοσφαίρου

Το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα υψηλής έντασης και διαλειμματικού μοτίβου (Hulton, Malone, Clarke & MacLaren, 2022) με αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις και απαιτήσεις σε φυσικές ικανότητες (Dolci et al., 2020). Όσον αφορά την εσωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια του αγώνα, η μέση και η μέγιστη καρδιακή συχνότητα αντιστοιχεί στο 85% και 98% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, αντίστοιχα (Ispirlidis et al., 2008), ενώ η μέση κατανάλωση οξυγόνου (VO_{2max}) αντιστοιχεί στο 70% της μέγιστης στη μεγαλύτερη διάρκεια του αγώνα (Bangsbo, Mohr & Krstrup 2006). Οι παίκτες εκτελούν κατά μέσο όρο περίπου 250 υψηλής έντασης ενέργειες σε σύντομο χρονικό διάστημα οι οποίες οδηγούν σε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος στο αίμα, φτάνοντας σε συγκεντρώσεις 10-14 mmol, υποδεικνύοντας ότι ο εξωμιτοχονδριακός μεταβολισμός συμβάλει σε σημαντικό βαθμό στην παραγωγή ενέργειας (Di Mascio & Bradley, 2013). Η καθοριστική συμμετοχή του εξωμιτοχονδριακού μεταβολισμού επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι στο τέλος του αγώνα περίπου οι μισές μυϊκές ίνες (~48%) είναι άδειες ή σχεδόν άδειες από μυϊκό γλυκογόνο (Krstrup et al., 2006).

Αναφορικά με την εξωτερική επιβάρυνση, έχει βρεθεί ότι κατά την διάρκεια ενός αγώνα οι ποδοσφαιριστές διανύουν κατά μέσο όρο 9-14 χιλιόμετρα (Dolci et al., 2020). Σύμφωνα με τους Gualtieri και συν. (2023), οι παίκτες διανύουν 618-1001 μέτρα με υψηλή ταχύτητα και 153-195 μέτρα με σπριντ (Gualtieri et al., 2023). Ωστόσο, η απόσταση που καλύπτεται κατά τη διάρκεια του αγώνα διαφέρει ανάλογα με την θέση στην οποία αγωνίζεται ο κάθε παίκτης (Bradley et al., 2009), με τους πλάγιους μέσους να καλύπτουν μεγαλύτερη απόσταση με τρέξιμο υψηλής έντασης συγκριτικά με τους υπόλοιπους παίκτες (Bradley et al., 2009). Περίπου το 22%-24% της απόστασης που διανύεται σε έναν ποδοσφαιρικό αγώνα αφορά σε τρέξιμο με ταχύτητες άνω των 15 χλμ/ώρα ενώ σε μικρότερο ποσοστό (8-9%) με ταχύτητες που ξεπερνούν τα 20 χλμ/ώρα (Dolci et al., 2020). Επιπλέον, οι παίκτες εκτελούν μία ποικιλία κινήσεων όπως αλλαγές κατεύθυνσης, σπριντ, άλματα, σουτ, ντρίπλες, αλλαγές κατεύθυνσης, επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις (Nédélec et al., 2012). Οι κινήσεις αυτές περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό έκκεντρων μυϊκών συσπάσεων οι οποίες έχουν συνδεθεί με την εκδήλωση ασκησιογενούς μυϊκής βλάβης (Nédélec et al., 2012).

1.2 Ποδοσφαιρο και ασκησιογενής μυϊκή βλάβη.

Η ασκησιογενής μυϊκή βλάβη εκδηλώνεται συνήθως μετά από ασυνήθιστη άσκηση ή μετά από άσκηση που περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό έκκεντρων συσπάσεων (Clarkson & Hubal, 2002).

Συνοδεύεται τόσο από λειτουργικές όσο και δομικές αλλαγές στο μυ, όπως βλάβη των σαρκομερίων και της κυτταροπλασματικής μεμβράνης, καταπόνηση των T σωληνάρων, διατάραξη της ομοιοστασίας του ασβεστίου καθώς επίσης και μια πληθώρα μεταβολικών αλλαγών που οδηγούν σε μειωμένη ικανότητα παραγωγής δύναμης (Strozer, Vodopivec & Bombek, 2020). Για την αξιολόγηση της ασκησιογενούς μυϊκής βλάβης χρησιμοποιούνται ευρέως έμμεσοι δείκτες όπως, ο μυϊκός πόνος, το εύρος κίνησης σε αρθρώσεις, η ικανότητα παραγωγής δύναμης μέσω εκούσιας μυϊκής σύσπασης, καθώς επίσης και βιοχημικοί δείκτες όπως η συγκέντρωση ενδοκυτταρικών ενζύμων (π.χ. κρεατινική κινάση, μυοσφαιρίνη) στην κυκλοφορία του αίματος (Warren et al., 1993).

Στη μελέτη των Fatouros και συν. (2010) παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της ταχύτητας και της αλτικής ικανότητας έως και 72 ώρες μετά από αγώνα, ενώ παράλληλα αυξήθηκε ο μυϊκός πόνος και η συγκέντρωση της κρεατινικής κινάσης για 48 ώρες. Επιπρόσθετα, η μυϊκή βλάβη συνοδεύτηκε και από την εκδήλωση οξειδωτικού στρες με τους δείκτες TBARS, ουρικό οξύ και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα να αυξάνονται κατά 13%–67% για 72 ώρες ενώ στο ίδιο χρονικό διάστημα η αναλογία GSH/GSSG μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τα επίπεδα πριν τον αγώνα (Fatouros et al., 2010). Συνεπώς, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης υποδεικνύουν ότι μετά από έναν αγώνα προκαλείται οξειδωτικό στρες ως μέρος της άμεσης φλεγμονώδους απόκρισης στην ασκησιογενή μυϊκή βλάβη, έως και 72 ώρες μετά, ενώ παράλληλα η μειώνεται η αντιοξειδωτική ικανότητα. Στη μελέτη των Ispiridis και συν. (2008) εξετάστηκε το πως ένας αγώνας επιδρά σε δείκτες απόδοσης, μυϊκής βλάβης και φλεγμονής μετά από αγώνα. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι η απόδοση (άλματα, δύναμη ταχύτητα) των παικτών μειώθηκε έως και 4 μέρες, ενώ σημαντική αύξηση σε δείκτες μυϊκής βλάβης (κρεατινική κινάση), φλεγμονής (λευκοκύτταρα, κυτοκίνες και κορτιζόλη), οξειδωτικού στρες (TBARS, ουρικό οξύ) και στο μυϊκό πόνο σημειώνεται αμέσως μετά τον αγώνα μέχρι και τις 72 ώρες (Ispiridis et al., 2008). Μια τρίτη έρευνα των Draganidis και συν. (2015) ανέφερε ότι μετά από έναν αγώνα ποδοσφαίρου η ισομετρική δύναμη μειώθηκε τις πρώτες 12 ώρες και στα 2 άκρα ενώ στις 36 ώρες η μείωση αφορούσε κυρίως το κυρίαρχο άκρο. Επιπλέον, η ισοκινιτική ροπή σε γωνιακές ταχύτητες 180°/δευτ. και 60°/δευτ., τόσο στη σύγκεντρη όσο και στην έκκεντρη φάση, μειώθηκε σημαντικά και στα δύο κάτω άκρα έως και τις 60 ώρες (Draganidis et al., 2015). Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ένα αγώνας ποδοσφαίρου οδηγεί σε ασκησιογενή μυϊκή βλάβη, η οποία συνοδεύεται από άμεση φλεγμονώδη αντίδραση, οξειδωτικό στρες και μείωση της απόδοσης για τις επόμενες 72 ώρες.

Ασκησιογενής μυϊκή βλάβη μπορεί να εκδηλωθεί επίσης σε σημαντικό βαθμό ως απόκριση σε μια προπονητική συνεδρία. Ενδεικτικά, μια μέθοδος προπόνησης η οποία εφαρμόζεται ευρέως στο ποδόσφαιρο είναι η προπόνηση αντοχής στην ταχύτητα (Speed Endurance Training) η οποία

αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας εκτέλεσης επαναλαμβανόμενων ταχυτήτων με περιορισμένο χρόνο αποκατάστασης (Hostrup & Bangsbo, 2017). Σε πρόσφατη έρευνα των Tzatzakis και συν. (2020) όπου συγκρίθηκαν 2 πρωτόκολλα αντοχής στην ταχύτητα με αναλογία έργου:διαλείμματος 1:5 και 1:8, αντίστοιχα, παρατηρήθηκε ότι η συγκεκριμένη μέθοδο προπόνησης οδηγεί σε δοσοεξαρτώμενη ($1:5 > 1:8$) μείωση της ικανότητας παραγωγής δύναμης και της ταχύτητας και αύξηση του μυϊκού πόνου (DOMS) και της συγκέντρωσης κρεατινικής κινάσης στην κυκλοφορία έως και 72 ώρες μετά. Σε άλλη μελέτη εξετάστηκαν οι αλλαγές στην φυσική απόδοση (ταχύτητα, δύναμη, ευκινησία) και την ισορροπία (στατική και δυναμική) των ποδοσφαιριστών μετά από την εκτέλεση 15 σπριντ των 30 μέτρων με 1 λεπτό διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων (Muzaffar et al., 2016). Στα αποτελέσματα της μελέτης διαπιστώθηκε ότι ο μυϊκός πόνος αυξήθηκε 24 ώρες μετά το πρωτόκολλο άσκησης και κορυφώθηκε στις 48 ώρες, το εύρος κίνησης του γόνατος μειώθηκε 24 ώρες μετά και παρέμεινε μειωμένο για 72 ώρες, ενώ παράλληλα αυξήθηκε και η συγκέντρωση της κρεατινικής κινάσης στην κυκλοφορία από τις 24 έως και τις 72 ώρες μετά το πρωτόκολλο άσκησης (Muzaffar et al., 2016). Μια ακόμη προπονητική μέθοδος που εφαρμόζεται στο ποδόσφαιρο, είναι τα αγωνιστικά τετράγωνα (Small Sided Games) μικρού, μεσαίου και μεγάλου χώρου, τα οποία στοχεύουν στην ταυτόχρονη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και ορισμένων τεχνικοτακτικών παραμέτρων (Hill-Haas et al., 2011). Η έρευνα των Papanikolaou και συν. (2021) σύγκρινε τον βαθμό της μυϊκής βλάβης και τον ρυθμό αποκατάστασης της μετά από αγωνιστικά τετράγωνα 4vs4 και 8vs8. Οι ερευνητές παρατήρησαν αυξημένα επίπεδα βιοχημικών δεικτών μυϊκής βλάβης (κρεατινική κινάση) και μυϊκού πόνου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μετά τα αγωνιστικά τετράγωνα 4vs4 συγκριτικά με τα 8vs8 (Papanikolaou et al., 2021). Ωστόσο, η μέγιστη ισοκινητική ροή στα κάτω άκρα, η αλτική ικανότητα και η ταχύτητα μειώθηκαν για μικρότερο χρονικό διάστημα μετά τη συνθήκη 4vs4 σε σύγκριση με τη συνθήκη 8vs8 (Papanikolaou et al., 2021). Συμπεραίνεται λοιπόν ότι τα αγωνιστικά τετράγωνα μπορούν να οδηγήσουν σε παρατεταμένη μείωση της απόδοσης ως αποτέλεσμα της ασκησιογενούς μυϊκής βλάβης, με το χρονικό διάστημα αποκατάστασης να αυξάνεται όσο μειώνεται η πυκνότητα των παικτών (Papanikolaou et al., 2021).

1.3. Η εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια αγωνιστικών τετραγώνων μεγάλου χώρου.

Η επιβάρυνση των παικτών διακρίνεται σε 2 παραμέτρους: α) την εξωτερική και β) την εσωτερική (Malone et al., 2015). Η εξωτερική επιβάρυνση αναφέρεται στο συνολικό φυσικό έργο το οποίο περιλαμβάνει τόσο τις προπονητικές μονάδες όσο και τους αγώνες (π.χ. συνολική διανυόμενη απόσταση, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις κ.τ.λ.) (Malone et al., 2015).

Αντίθετα η εσωτερική επιβάρυνση αναφέρεται στη φυσιολογική και ψυχολογική επιβάρυνση των αθλητών τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά από μια προπονητική μονάδα ή έναν αγώνα (π.χ. καρδιακή συχνότητα, συγκέντρωση γαλακτικού οξέος, υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης) (Malone et al., 2015).

Στην ανασκόπησή τους οι Clemente και συν. (2021) συμπεριέλαβαν συνολικά 24 μελέτες με αγωνιστικά τετράγωνα από 1vs1 έως 7vs7, έχοντας ως σκοπό να αναδείξουν το πως μεταβάλλεται η εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση των παικτών σε τέτοιου είδους αγωνιστικά παιχνίδια ανάλογα με την πυκνότητα των παικτών. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εσωτερική επιβάρυνση καθώς και δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης που αφορούν σε χαμηλής έντασης προσπάθειες παρουσιάζουν χαμηλή μεταβλητότητα σε αντίθεση με δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης που αφορούν σε υψηλής έντασης προσπάθειες οι οποίοι παρουσιάζουν σημαντική μεταβλητότητα ανάλογα με την πυκνότητα των παικτών (Clemente και συν. 2021). Σε σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ αγωνιστικών τετραγώνων διαφορετικών διαστάσεων και αριθμού παικτών σε δείκτες εξωτερικής και εσωτερικής επιβάρυνσης των παικτών, διαπιστώθηκε ότι σε αγωνιστικά τετράγωνα μεγάλου χώρου (π.χ. 10vs10) διανύεται μεγαλύτερη συνολική απόσταση, μεγαλύτερη απόσταση με υψηλής έντασης τρέξιμο (>15 χλμ/ώρα) και περισσότερα σπριντ ανά λεπτό, γεγονός που την καθιστά ιδανική για προπόνηση αντοχής και ταχύτητας (Beato, Keijzer & Costin, 2023). Παράλληλα οι ερευνητές παρατήρησαν ότι σε αγωνιστικά τετράγωνα μικρού και μεσαίου χώρου (π.χ. 3vs3, 5vs5), οι παίκτες εκτελούν περισσότερες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις ανά λεπτό (Beato, Keijzer & Costin, 2023). Αναφορικά με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης, δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των αγωνιστικών τετραγώνων διαφορετικών διαστάσεων, υποδεικνύοντας ότι οι παίκτες δεν αντιλαμβάνονται τις λεπτές διαφορές στην εσωτερική επιβάρυνση (Beato, Keijzer & Costin, 2023). Σε πρόσφατη έρευνα των Sanchez και συν. (2021), εξετάστηκε η εξωτερική επιβάρυνση ποδοσφαιριστών ηλικίας 10-11 ετών κατά την διάρκεια αγωνιστικών παιχνιδιών 7vs7, 8vs8 και 11vs11. Καταγράφηκαν συνολικά 14 αγώνες, εκ των οποίων οι 5 αφορούσαν τη συνθήκη 7vs7, οι 5 τη συνθήκη 8vs8 και οι 4 τη συνθήκη 11vs11. Τα αποτελέσματα τη μελέτης έδειξαν ότι η συνολική απόσταση και η απόσταση ανά λεπτό καθώς και το ποσοστό των απόλυτων επιταχύνσεων που πραγματοποιήθηκαν στους αγώνες 11vs11 ήταν υψηλότερα σε σύγκριση με τις συνθήκες 7vs7 και 8vs8 (Sanchez et al., 2021). Αντίθετα, στις συνθήκες 7vs7 και 8vs8 σημειώθηκε μεγαλύτερος αριθμός αλλαγών κατεύθυνσης και ταχυτήτων συγκριτικά με τη συνθήκη 11vs11 (Sanchez et al., 2021). Σε άλλη μελέτη όπου πραγματοποιήθηκε σύγκριση της εξωτερικής επιβάρυνσης μεταξύ αγωνιστικών τετραγώνων μικρού, μεσαίου και

μεγάλου χώρου, εξετάζοντας παράλληλα και την επίδραση της αγωνιστικής θέσης, οι ερευνητές ανέφεραν ότι στα αγωνιστικά τετράγωνα μεγάλου χώρου διανύονται μεγαλύτερες αποστάσεις και αναπτύσσονται υψηλότερες ταχύτητες, ενώ τα μεσαίου χώρου αγωνιστικά τετράγωνα αποτελούν ιδανική επιλογή για βελτίωση της εκρηκτικότητας και της αλλαγής κατεύθυνσης εξαιτίας του μεγαλύτερου αριθμού επιταχύνσεων, επιβραβύσεων και αλλαγών κατευθύνσεων που περιλαμβάνουν (Beato, Bordas, Pena & Costin 2023). Όσον αφορά τις διαφοροποιήσεις ανά αγωνιστική θέση τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αμυντικοί είχαν τις χαμηλότερες τιμές τόσο σε τρέξιμο υψηλής έντασης όσο και στις επιβραδύνσεις σε σύγκριση με τους μέσους και τους επιθετικούς, με τους δεύτερους να σημειώνουν τις υψηλότερες τιμές στις 2 προαναφερθείσες κατηγορίες (Beato et al., 2023). Συνεπώς, από τις προαναφερθείσες μελέτες διαπιστώνεται ότι τα αγωνιστικά τετράγωνα μεγάλου χώρου είναι εκείνα στα οποία διανύεται η μεγαλύτερη απόσταση και αναπτύσσονται υψηλότερες ταχύτητες. Αντίθετα στα αγωνιστικά τετράγωνα μικρού και μεσαίου χώρου οι παίκτες εκτελούν περισσότερες επιβραδύνσεις και επιταχύνσεις δίνοντας τους έναν πιο ταχυδυναμικό χαρακτήρα σε σχέση με τα αγωνιστικά τετράγωνα μεγάλου χώρου.

1.4. Η εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων αγωνιστικών τετραγώνων μεγάλου χώρου.

Παρά το σημαντικό ερευνητικό έργο που έχει γίνει αναφορικά με την αξιολόγηση της εξωτερικής και εσωτερικής επιβάρυνσης των ποδοσφαιριστών μετά από ένα αγωνιστικό παιχνίδι με αριθμό παικτών από 7vs7 έως 10vs10, δεν υπάρχουν μελέτες που να εξετάζουν την μεταβολή της εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε ποδοσφαιριστές που συμμετέχουν σε επαναλαμβανόμενα αγωνιστικά παιχνίδια είτε εντός της ίδιας ημέρας είτε σε διαδοχικές ημέρες. Μια από τις λίγες μελέτες που επιχείρησε να εξετάσει το συγκεκριμένο ζήτημα είναι η μελέτη των Zanetti και συν. (2021) στην ποδοσφαιριστές κάτω των 14 ετών έλαβαν μέρος σε 4 αγώνες σε 5 ημέρες στα πλαίσια διοργάνωσης. Τα αποτελέσματα της μελέτης υποδεικνύουν σημαντική διαφορά στη συχνότητα επιβραδύνσεων μεταξύ των αγώνων, με τον τέταρτο αγώνα να παρουσιάζει μικρότερο αριθμό επιβραδύνσεων συγκριτικά με τους υπόλοιπους τρεις (Zanetti και συν., 2021). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη συνολική απόσταση που καλύφθηκε, στην απόσταση που καλύφθηκε με τρεξίματος υψηλής ταχύτητας και στη συχνότητα των επιταχύνσεων μεταξύ των αγώνων (Zanetti και συν., 2021). Στη μελέτη των Barbosa de lima Pinto και συν., (2021) στην οποία εξετάστηκε η επίδραση τεσσάρων διαδοχικών αγώνων ποδοσφαίρου σε 4 ημέρες στην εσωτερική επιβάρυνση των αθλητών, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές

μεταξύ των αγώνων όσον αφορά την εσωτερική επιβάρυνση. Τέλος στη μελέτη των Arruda και συν., (2015) αξιολογήθηκε η επίδραση 5 αγώνων που διεξήχθησαν σε 3 διαδοχικές ημέρες στην εξωτερική επιβάρυνση 10 ποδοσφαιριστών κάτω των 15 ετών. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μείωση στη συχνότητα των επιταχύνσεων ανά λεπτό καθώς προχωρούσε η διοργάνωση, ενώ οι σωματικές φορτίσεις ήταν σημαντικά υψηλότερες στον τελικό αγώνα σε σχέση με τους προηγούμενους (Arruda et al., 2015). Αντιθέτως, δεν καταγράφηκαν σημαντικές αλλαγές στη συνολική απόσταση που διανύθηκε, στην απόσταση ανά λεπτό, στις προσπάθειες υψηλής έντασης, ούτε στην μέγιστη ταχύτητα τρεξίματος ή στη συνολική συχνότητα των επιταχύνσεων (Arruda et al., 2015).

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Συμμετέχοντες

Με βάση την προκαταρκτική ανάλυση ισχύος που πραγματοποιήθηκε (effect size f : 0.35, α err prob: 0.05, power: 0.95, number of groups: 3, number of measurements: 3), στην παρούσα μελέτη συμπεριλήφθηκαν συνολικά 30 άτομα. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν άνδρες, ημι-επαγγελματίες ποδοσφαιριστές, ηλικίας 18-25 ετών. Αρχικά, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τον σκοπό, τη σημασία, τα οφέλη αλλά και τους κινδύνους της μελέτης και στη συνέχεια δήλωσαν ενυπόγραφα τη συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία. Για την συμμετοχή τους στη μελέτη οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να πληρούν τα εξής κριτήρια: (α) ηλικίας 18-25 χρόνων, (β) μη καπνιστές, (γ) εν ενεργεία ποδοσφαιριστές, (δ) προπονητική ηλικία ≥ 4 έτη, (ε) συμμετοχή σε ≥ 5 προπονήσεις και ≥ 1 αγώνα ανά βδομάδα, (στ) χωρίς μυοσκελετικά προβλήματα, (ε) δεν θα λαμβάνουν οποιαδήποτε φαρμακευτική αγωγή ή συμπληρώματα διατροφής που να επηρεάζει την απόδοση, (ζ) αποχή από αλκοόλ κατά την διάρκεια της μελέτης, (η) δεν θα λαμβάνουν μέρος σε οποιαδήποτε άλλη αθλητική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της μελέτης. Η μελέτη έλαβε έγκριση από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Αριθμ. Πρωτ: 2488/4-12-2024).

2.2 Πειραματικός Σχεδιασμός

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στις εγκαταστάσεις του Κέντρου Αξιολόγησης Φυσικής Απόδοσης (ΚΕΑΦΑ) καθώς και στις εγκαταστάσεις διεξαγωγής ποδοσφαιρικών αγώνων του Τμήματος. Οι δοκιμαζόμενοι έλαβαν μέρος σε τρία επαναλαμβανόμενα αγωνιστικά παιχνίδια ποδοσφαίρου 7vs7 εντός της ίδιας ημέρας, σε ένα σχεδιασμό με 3 ομάδες (αμυντικοί, μέσοι, επιθετικοί) και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις.

Αρχικά οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε προκαταρκτική αξιολόγηση (i) των σωματομετρικών τους χαρακτηριστικών (σωματικό βάρος και ύψος), (ii) της καρδιοαναπνευστικής τους ικανότητας (μέσω της δοκιμασίας Yo-Yo Intermittent Endurance test – Επίπεδο 1), (iii) της δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος και στα δύο άκρα, (iv) της αλτικής τους ικανότητας και (v) της ικανότητας ευκινησίας (μέσω της δοκιμασίας Arrowhead Agility Test). Την ημέρα των αγώνων, όλοι οι συμμετέχοντες έλαβαν μέρος σε τρία αγωνιστικά παιχνίδια ποδοσφαίρου 7vs7, διάρκειας 30 λεπτών το καθένα (2 ημίχρονα x 15 λεπτά) εντός της ίδιας ημέρας, με μεταξύ τους χρονικό διάστημα αποκατάστασης ~ 120 λεπτά. Κατά την διάρκεια του κάθε παιχνιδιού οι δοκιμαζόμενοι

έφεραν μονάδες GPS με ενσωματωμένο καρδιοσυχνόμετρο για την ποσοτικοποίηση της εξωτερικής και εσωτερικής επιβάρυνσης.

2.3. Περιγραφή των αγωνιστικών παιχνιδιών 7 vs 7

Οι τρεις αγώνες διεξήχθησαν από τις 8:00 έως τις 14:00 της ίδιας ημέρας. Κάθε αγώνας είχε συνολική διάρκεια 30 λεπτών, περιλαμβάνοντας δύο ημίχρονα των 15 λεπτών με μεταξύ τους διάλειμμα ανάπαυλας 10 λεπτών. Μεταξύ των παιχνιδιών μεσολαβούσε χρονικό διάστημα αποκατάστασης ~120 λεπτών. Κάθε ομάδα απαρτιζόταν από επτά παίκτες, συμπεριλαμβανομένου του τερματοφύλακα, και σύμφωνα με τις αγωνιστικές θέσεις που διατηρούσαν, χωρίστηκαν σε αμυντικούς, μέσους και επιθετικούς. Οι διαστάσεις των γηπέδων στα οποία διεξήχθησαν οι αγώνες ήταν 25×50 μέτρα.

2.4 Περιγραφή των δοκιμασιών

2.4.1. Αξιολόγηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Η σωματική μάζα και το σωματικό ύψος των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν σε βαθμονομημένο ζυγό με ενσωματωμένο αναστημόμετρο (Beam Balance-Stadiometer, Seca, Vogel & Halke, Hamburg, Germany), σύμφωνα με προηγούμενη μελέτη (Poulios et al., 2018). Η ζύγιση πραγματοποιήθηκε με τους συμμετέχοντες σε όρθια θέση, στο κέντρο του ζυγού με το βάρος να μοιράζεται ισόποσα και στα δύο πόδια, χωρίς παπούτσια και με όσον το δυνατόν ελαφρύτερο ρουχισμό, πάνω στην επίπεδη, σταθερή επιφάνεια. Το ύψος μετρήθηκε, με τους συμμετέχοντες να στέκονται ξυπόλητοι, με φτέρνες, γλουτούς και ώμους κατά μήκος του αναστημόμετρου αφότου τους δόθηκε οδηγία για την εκτέλεση μίας βαθιάς εισπνοής μέχρι να παρθεί η τελική τιμή του ύψους. Η τιμή καταγράφηκε κατά την ελαφριά επαφή του εμβόλου στην κορυφή του κεφαλιού, συμπιέζοντας τα μαλλιά.

2.4.2. Αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος
Η αξιολόγηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και της ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του γόνατος στο κυρίαρχο και μη κυρίαρχο άκρο πραγματοποιήθηκε σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex 770, Roconhoma, USA) σύμφωνα με διαδικασίες που έχουν περιγραφεί σε προηγούμενη μελέτη (Draganidis et al., 2015). Η αξιολόγηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης πραγματοποιήθηκε με το γόνατο σε γωνία 45° . Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν μια μέγιστη επανάληψη σε κάθε άκρο. Η αξιολόγηση της μέγιστης μειομετρικής και έκκεντρης ροπής πραγματοποιήθηκε σε γωνιακή ταχύτητα $60^\circ/\text{s}$. Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν με 3 μέγιστες προσπάθειες σε κάθε πόδι και ως επίδοση

καταγραφόταν η καλύτερη προσπάθεια. Πριν την αξιολόγηση οι εξεταζόμενοι πραγματοποίησαν προθέρμανση 15 λεπτών που περιλάμβανε τρέξιμο χαμηλής έντασης σε δαπεδοεργόμετρο, βαλιστικές διατάσεις και μερικές υπομέγιστες επαναλήψεις.

2.4.3. Αξιολόγηση του κάθετου άλματος με υποχωρητική φάση

Η αξιολόγηση του κάθετου άλματος με υποχωρητική φάση πραγματοποιήθηκε μέσω του συστήματος “Optojump Microgate System” (Bolzano, Italy). Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν τρεις μέγιστες προσπάθειες ξεκινώντας κάθε φορά από σταθερή όρθια θέση με τα χέρια στην μεσολαβή. Με το έναυσμα εκτελούσαν προκαταρκτική κίνηση προς τα κάτω (υποχωρητική φάση) εκρηκτικά και αμέσως μετά πηδούσαν κάθετα προς τα πάνω με την προσγείωση να γίνεται στα πέλματα. Το ύψος του κάθετου άλματος υπολογίστηκε σε εκατοστά από το χρόνο πτήσης μέσω του συστήματος Optojump.

2.4.4. Αξιολόγηση του άλματος πτώσης

Η αξιολόγηση του άλματος μετά από πτώση πραγματοποιήθηκε μέσω του συστήματος “Optojump Microgate System” (Bolzano, Italy). Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν τρεις μέγιστες προσπάθειες ξεκινώντας κάθε φορά από όρθια θέση στην άκρη ενός πλειομετρικού κουτιού ύψους 30 εκ. έχοντας τα χέρια στη μεσολαβή. Με το έναυσμα οι συμμετέχοντες εκτελούσαν την πτώση από το κουτί εκτελώντας βήμα στο κενό (χωρίς αρχικό άλμα), και προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο επαφής με το έδαφος εκτελούσαν κάθετο άλμα με τα δύο πόδια. Μέσω του συστήματος Optojump, υπολογιζόταν το ύψος του κάθετου άλματος (εκ.).

2.4.5. Αξιολόγηση της ικανότητας ευκινησίας

Η ικανότητα ευκινησίας αξιολογήθηκε μέσω της δοκιμασίας Arrowhead Agility Test (Rago et al., 2020). Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε 2 σπριντ, το ένα από την δεξιά και το άλλο από την αριστερή πλευρά της σχηματιζόμενης διαδρομής, με μεταξύ τους διάλλειμα 3 λεπτά. Ο χρόνος της κάθε προσπάθειας καταγραφόταν μέσω ενός ζεύγους φωτοκύτταρων το οποίο αποτελούσε την πύλη εκκίνησης και τερματισμού.

2.4.6. Αξιολόγηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας

Η αξιολόγηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας πραγματοποιήθηκε μέσω της δοκιμασίας Yo-Yo intermittent endurance level 1 (Yo-Yo IE1), ακολουθώντας τις διαδικασίες μέτρησης που έχουν αναφερθεί σε άλλες μελέτες (Mohr et al., 2016; Poullos et al., 2018;

Tzatzakis et al., 2019). Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε σε ένα από τα γήπεδα που έλαβαν χώρα οι αγώνες με τους δοκιμαζόμενους να την εκτελούν φορώντας ποδοσφαιρικά παπούτσια. Η δοκιμασία περιλαμβάνει παλίνδρομο τρέξιμο 2x20 μ. με ενεργητικό διάλλειμα διάρκειας 5 δευτ. μεταξύ των διαδρομών. Η ταχύτητα κίνησης αυξανόταν προοδευτικά και καθοριζόταν μέσω ηχητικού μηνύματος. Η δοκιμασία για κάθε δοκιμαζόμενο ολοκληρωνόταν όταν έφτανε στην εξάντληση ή όταν αδυνατούσε να συγχρονιστεί για 2 συνεχόμενες φορές με το ηχητικό ερέθισμα. Ως επίδοση, καταγραφόταν η συνολική απόσταση που έτρεξε ο κάθε δοκιμαζόμενος. Πριν την αξιολόγηση οι εξεταζόμενοι πραγματοποίησαν προθέρμανση 15 λεπτών η οποία περιλάμβανε τρέξιμο χαμηλής έντασης και βαλιστικές διατάσεις.

2.4.7. Στατιστική ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων μέσω του τεστ Shapiro-Wilk, από το οποίο διαπιστώθηκε ότι σε όλες τις μεταβλητές τα δεδομένα ακολουθούσαν την κανονική κατανομή. Ως εκ τούτου, για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων εφαρμόστηκαν παραμετρικά τεστ. Ειδικότερα για τη σύγκριση των περιγραφικών χαρακτηριστικών μεταξύ αμυντικών, μέσων και επιθετικών παικτών εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης [One-way analysis of variance (One-way ANOVA)], επιλέγοντας το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni, για την σύγκριση κατά ζεύγη. Για τον εντοπισμό διαφορών μεταξύ των ομάδων (αμυντικοί, μέσοι, επιθετικοί) αλλά και μεταξύ των αγώνων στους δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (ANOVA Repeated measures) ως προς δυο παράγοντες (ομάδα x αγώνας). Όπου εντοπιζόταν στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, εφαρμοζόταν το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni, για την σύγκριση κατά ζεύγη. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι $\pm$ τυπική απόκλιση. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω του στατιστικού προγράμματος SPSS (IBM SPSS Statistics, version 26.0).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά των τριών ομάδων

Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στις τρεις πειραματικές ομάδες παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1**. Από την ανάλυση διακύμανσης μιας κατεύθυνσης δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (αμυντικοί, μέσοι, επιθετικοί) στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (σωματικό βάρος, ύψος και δείκτης μάζας σώματος) και στους δείκτες απόδοσης (καρδιοαναπνευστική ικανότητα, αλτική ικανότητα, ευκινησία και δύναμη κάτω άκρων) που αξιολογήθηκαν.

Πίνακας 1. Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων

	Αμυντικοί (N= 9)	Μέσοι (N=11)	Επιθετικοί (N=10)	
Σωματικό βάρος (κιλά)	76.6 ± 9.8	72.9 ± 9.6	77.0 ± 6.4	p=0.511
Σωματικό ύψος (μέτρα)	1.78 ± 0.1	1.76 ± 0.1	1.79 ± 0.1	p=0.690
ΔΜΣ (κιλά/μέτρα ²)	24.0 ± 2.5	23.4 ± 1.6	24.0 ± 1.5	p=0.612
Καρδιοαναπνευστική ικανότητα				
Yo-Yo IE1 (μέτρα)	1551.1 ± 499.5	2152.7 ± 477.9	1928.0 ± 625.9	p=0.060
Αλτική ικανότητα				
Άλμα με ΥΦ (εκ.)	40.0 ± 5.6	41.9 ± 5.6	41.7 ± 5.4	p=0.914
Άλμα πτώσης (εκ.)	33.0 ± 5.7	34.0 ± 4.6	34.7 ± 7.0	p=0.818
Ικανότητα ευκινησίας				
Arrowhead/Δεξιά (δευτ.)	8.42 ± 0.2	8.33 ± 0.3	8.34 ± 0.4	p=0.790
Arrowhead/Αριστ. (δευτ.)	8.39 ± 0.3	8.31 ± 0.3	8.30 ± 0.4	p=0.810
Σύγκεντρη ροπή (60°/δευτ.) – Κυρίαρχο άκρο				
Εκτείνοντες (Nm)	215.7 ± 44.4	206.8 ± 50.7	229.7 ± 54.1	p=0.582
Καμπήρες (Nm)	141.4 ± 23.6	142.9 ± 46.0	143.3 ± 38.9	p=0.994
Σύγκεντρη ροπή (60°/δευτ.) – Μη κυρίαρχο άκρο				
Εκτείνοντες (Nm)	224.0 ± 43.2	214.7 ± 40.8	230.6 ± 38.0	p=0.671
Καμπήρες (Nm)	147.8 ± 38.7	132.5 ± 26.2	143.1 ± 19.2	p=0.475
Έκκεντρη ροπή (60°/δευτ.) – Κυρίαρχο άκρο				
Εκτείνοντες (Nm)	291.2 ± 73.4	257.6 ± 55.9	292.6 ± 78.7	p=0.438
Καμπήρες (Nm)	160.0 ± 37.1	158.6 ± 38.1	157.3 ± 34.8	p=0.977
Έκκεντρη ροπή (60°/δευτ.) – Μη κυρίαρχο άκρο				
Εκτείνοντες (Nm)	274.6 ± 51.5	246.2 ± 58.9	280.8 ± 58.1	p=0.340

Καμπτήρες (Nm)	160.3 ± 39.4	143.5 ± 32.4	173.0 ± 37.9	p=0.194
Μέγιστη Εκούσια Ισομετρική Δύναμη – Κυρίαρχο άκρο				
Εκτείνοντες (Nm)	224.4 ± 82.0	199.0 ± 42.8	205.5 ± 47.0	p=0.615
Καμπτήρες (Nm)	154.1 ± 33.4	148.5 ± 38.7	135.9 ± 31.0	p=0.507
Μέγιστη Εκούσια Ισομετρική Δύναμη – Κυρίαρχο άκρο				
Εκτείνοντες (Nm)	210.8 ± 49.3	203.6 ± 56.8	228.2 ± 60.1	p=0.596
Καμπτήρες (Nm)	142.1 ± 36.6	138.0 ± 26.6	144.5 ± 24.2	p=0.875

ΔΜΣ: δείκτης μάζας σώματος. Άλμα με ΥΦ: άλμα με υποχωρητική φάση.

3.2. Εσωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών.

Μέση καρδιακή συχνότητα

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες όπου εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 3.47$, $p = 0.02$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παιχνιδιών στους αμυντικούς. Αντιθέτως, διαπιστώθηκε ότι η καρδιακή συχνότητα ήταν υψηλότερη στο 2^ο παιχνίδι συγκριτικά με το 3^ο παιχνίδι στους μέσους (2^ο παιχνίδι: 169 ± 6.6 παλμοί/λεπτό vs 3^ο παιχνίδι: 162.3 ± 11.8 παλμοί/λεπτό, $p=0.023$). Επίσης, οι επιθετικοί παρουσίασαν χαμηλότερη μέση καρδιακή συχνότητα στο 3^ο παιχνίδι (153.3 ± 11.2 παλμοί/λεπτό) συγκριτικά με το 1^ο (167.0 ± 8.5 παλμοί/λεπτό, $p=0.002$) και το 2^ο (161.6 ± 13.1 παλμοί/λεπτό, $p=0.007$). Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στα τρία παιχνίδια (Πίνακας 2).

Μέγιστη καρδιακή συχνότητα

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες όπου εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 1.35$, $p = 0.271$). Ωστόσο, από τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ο παράγοντας χρόνος ήταν στατιστικά σημαντικός ($F_{(2,54)} = 5.85$, $p = 0.012$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε ότι οι παίκτες παρουσίασαν υψηλότερη ($p<0.001$) μέγιστη καρδιακή συχνότητα στο 2^ο (202.4 ± 12.8) παιχνίδι συγκριτικά με το 3^ο (192.7 ± 5.3) (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Δείκτες εσωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια των τριών αγώνων.

	Αγώνας 1	Αγώνας 2	Αγώνας 3	P Αγώνας x Ομάδα	P Αγώνας
Μέση καρδιακή συχνότητα (παλμοί/λεπτό)					
Αμυντικοί (N=9)	169.0 ± 7.9	170.0 ±13.1	164.9 ± 10.1	p=0.020	
Μέσοι (N=11)	160.7 ± 9.0	169.0 ± 6.6	164.0 ± 6.4 [#]		
Επιθετικοί (N=10)	167.0 ± 8.5	161.6 ± 13.1	153.3 ± 11.2* [·] #		
Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (παλμοί/λεπτό)					
Αμυντικοί (N=9)	198.3 ± 10.8	197.1 ± 5.8	193.7 ± 7.3	p=0.271	
Μέσοι (N=11)	192.3 ± 10.0	193.1 ± 8.2	189.6 ± 9.1		
Επιθετικοί (N=10)	195.4 ± 8.0	202.4 ± 12.8	192.7 ± 5.3		
Σύνολο (N=30)	195.1 ± 9.8	197.4 ± 10.4	191.9 ± 7.5 [#]		p=0.012

*Στατιστικά σημαντική διαφορά με τον Αγώνα 1. [#]Στατιστικά σημαντική διαφορά με τον Αγώνα 2.

3.3. Εξωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών.

Συνολική Απόσταση που διανύθηκε

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 0.37$, $p = 0.740$). Ωστόσο, από τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ο παράγοντας χρόνος ήταν στατιστικά σημαντικός ($F_{(2,54)} = 20.06$, $p < 0.001$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni προέκυψε ότι οι παίκτες διένυσαν μικρότερη απόσταση στο 1^ο παιχνίδι (1453 ± 302.4 μέτρα) σε σύγκριση με το 2^ο (2365 ± 686.9 μέτρα, $p < 0.001$) και το 3^ο (2272 ± 672.9 μέτρα, $p < 0.001$) (Πίνακας 3).

Απόσταση που διανύθηκε ανά λεπτό

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες όπου εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 0.94$, $p = 0.450$). Από την έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ούτε ο παράγοντας χρόνος ήταν σημαντικός ($F_{(2,54)} = 2.08$, $p = 0.135$) (Πίνακας 3).

Μέση ταχύτητα

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες όπου εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων

ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 5.82$, $p = 0.677$). Από την έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ούτε ο παράγοντας χρόνος ήταν σημαντικός ($F_{(2,54)} = 0.46$, $p = 0.631$) (**Πίνακας 3**).

Αριθμός σπριντ

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες οπού εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 0.56$, $p = 0.660$). Ωστόσο, από τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ο παράγοντας χρόνος ήταν στατιστικά σημαντικός ($F_{(2,54)} = 10.80$, $p < 0.001$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε ότι οι παίκτες εκτέλεσαν μικρότερο αριθμό σπριντ στον 1^ο αγώνα (4 ± 2.5) σε σχέση με τον 2^ο (7 ± 5.3 , $p < 0.001$) και τον 3^ο (7 ± 3.9 , $p < 0.001$) (**Πίνακας 3**).

Απόσταση που καλύφθηκε με υψηλής έντασης τρέξιμο

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες οπού εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 1.21$, $p = 0.318$). Ωστόσο, από τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ο παράγοντας χρόνος ήταν στατιστικά σημαντικός ($F_{(2,54)} = 8.63$, $p = 0.002$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni παρατηρήθηκε ότι οι παίκτες κάλυψαν μικρότερη απόσταση με υψηλής έντασης τρέξιμο (>15 χλμ/ώρα) στον 1^ο αγώνα (110 ± 52.2 μ.) συγκριτικά με τον 2^ο (169 ± 79.3 μ., $p < 0.001$) και τον 3^ο (181 ± 107.3 μ., $p < 0.001$) (**Πίνακας 3**).

Επιταχύνσεις

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες οπού εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 0.49$, $p = 0.657$). Ωστόσο, από τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων διαπιστώθηκε ότι ο παράγοντας χρόνος ήταν στατιστικά σημαντικός ($F_{(2,54)} = 12.83$, $p < 0.001$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε ότι οι παίκτες εκτέλεσαν μικρότερο αριθμό επιταχύνσεων στον 1^ο αγώνα (198 ± 60.84 m/s²) σε σύγκριση με τον 2^ο (294 ± 113.6 m/s², $p < 0.001$) και τον 3^ο (252 ± 58.6 m/s², $p < 0.001$) (**Πίνακας 3**).

Επιβραδύνσεις

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς δυο παράγοντες οπού εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ομάδα και χρόνος ($F_{(4,54)} = 0.37$, $p = 0.736$). Ωστόσο, από τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων

διαπιστώθηκε ότι ο παράγοντας χρόνος ήταν σημαντικός ($F_{(2,54)} = 14.03$, $p < 0.001$). Από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε ότι οι παίκτες εκτέλεσαν λιγότερες επιβραδύνσεις στον 1^ο αγώνα (205 ± 54.2 m/s²) σε σύγκριση με τον 2^ο (312 ± 122.0 m/s², $p < 0.001$) και τον 3^ο (265 ± 59.0 m/s², $p < 0.001$) (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια των τριών αγώνων.

	Αγώνας 1	Αγώνας 2	Αγώνας 3	P Αγώνας x Ομάδα	P Αγώνας	
Συνολική απόσταση (μέτρα)						
Αμυντικοί (N=9)	1460.4 ± 333.9	2492.0 ± 344.4	2134.0 ± 476.7	p=0.740	p<0.001	
Μέσοι (N=11)	1449.2 ± 277.9	2334.3 ± 935.3	2262.2 ± 693.7			
Επιθετικοί (N=10)	1449.2 ± 311.8	2285.2 ± 636.8	2406.5 ± 811.2			
Σύνολο (N=30)	1452.5 ± 302.4	2365.2 ± 686.9*	2271.7 ± 672.9*			
Απόσταση ανά λεπτό (μέτρα/λεπτό)						
Αμυντικοί (N=9)	57.8 ± 7.7	65.1 ± 9.7	61.9 ± 7.5	p=0.450	p<0.001	
Μέσοι (N=11)	61.1 ± 7.4	63.6 ± 12.4	66.9 ± 7.7			
Επιθετικοί (N=10)	60.9 ± 9.9	58.8 ± 11.2	64.9 ± 11.0			
Μέση ταχύτητα (χλμ/ώρα)						
Αμυντικοί (N=9)	4.1 ± 0.6	4.2 ± 0.6	3.9 ± 0.5	p=0.677		p<0.001
Μέσοι (N=11)	4.2 ± 0.7	4.1 ± 0.8	4.2 ± 0.5			
Επιθετικοί (N=10)	4.2 ± 0.3	3.9 ± 0.9	4.0 ± 0.6			
Αριθμός σπριντ						
Αμυντικοί (N=9)	4.1 ± 2.2	8.2 ± 3.4	6.2 ± 4.0	p=0.660	p<0.001	
Μέσοι (N=11)	4.4 ± 2.9	6.6 ± 7.4	6.5 ± 4.8			
Επιθετικοί (N=10)	3.2 ± 2.0	7.4 ± 4.1	6.8 ± 2.8			
Σύνολο (N=30)	3.9 ± 2.5	7.4 ± 5.3*	6.5 ± 3.9*			
Απόσταση που καλύφθηκε με υψηλής έντασης τρέξιμο (μέτρα)						
Αμυντικοί (N=9)	96.7 ± 42.3	139.4 ± 31.9	129.5 ± 64.7	p=0.318	p=0.002	
Μέσοι (N=11)	128.6 ± 62.0	178.0 ± 111.1	180.4 ± 95.2			
Επιθετικοί (N=10)	101.7 ± 45.3	186.8 ± 64.8	227.7 ± 133.4			
Σύνολο (N=30)	110.1 ± 52.2	169.4 ± 79.3*	180.9 ± 107.3*			
Αριθμός επιταχύνσεων						
Αμυντικοί (N=9)	190.8 ± 55.0	323.4 ± 57.3	254.8 ± 60.9	p=0.657	p<0.001	
Μέσοι (N=11)	210.6 ± 66.2	280.3 ± 147.2	261.8 ± 67.0			
Επιθετικοί (N=10)	189.6 ± 60.9	283.7 ± 114.1	238.7 ± 45.0			
Σύνολο (N=30)	197.7 ± 60.8	294.4 ± 113.6*	252.0 ± 58.6*			

Αριθμός επιβραδύνσεων

Αμυντικοί (N=9)	201.8 ± 51.9	344.9 ± 61.3	269.6 ± 56.4	<i>p</i> =0.736
Μέσοι (N=11)	216.0 ± 55.1	303.5 ± 166.3	268.5 ± 72.3	
Επιθετικοί (N=10)	195.8 ± 55.9	292.0 ± 108.8	256.3 ± 46.1	
Σύνολο (N=30)	205.0 ± 54.1	312.1 ± 122.0*	264.8 ± 59.0*	<i>p</i><0.001

*Στατιστικά σημαντική διαφορά με τον Αγώνα 1.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ποσοτικοποιήσει την εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση των ποδοσφαιριστών που αγωνίστηκαν σε τρία διαδοχικά αγωνιστικά παιχνίδια 7vs7 εντός της ίδιας ημέρας, πραγματοποιώντας επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των αγωνιστικών θέσεων. Στα αποτελέσματα της μελέτης δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παικτών που αγωνίζονται σε διαφορετικές αγωνιστικές θέσεις (αμυντικοί, μέσοι, επιθετικοί), τόσο σε δείκτες εσωτερικής όσο και σε δείκτες εξωτερικής επιβάρυνσης. Ανεξάρτητα από την αγωνιστική θέση, η εξωτερική επιβάρυνση των παικτών διατηρήθηκε σταθερή στα δύο τελευταία παιχνίδια.

Τα τελευταία χρόνια, η καταγραφή και ανάλυση της εσωτερικής και εξωτερικής επιβαρύνσεις στο ποδόσφαιρο, τόσο σε αγώνες όσο και σε προπονήσεις, έχει αποκτήσει αυξημένο ενδιαφέρον, καθώς συμβάλλει ουσιαστικά στην αξιολόγηση της απόδοσης καθώς επίσης και στον καλύτερο έλεγχο της επιβάρυνσης των παικτών και την πρόληψη τραυματισμών (Impellizzeri, Marcora & Coutts, 2019). Μέσω κατάλληλης ανάλυσης των δεδομένων που συλλέγονται, οι προπονητές και προπονητές φυσικής κατάστασης των ομάδων μπορούν να εντοπίζουν τα δυνατά και αδύνατα σημεία, ενώ παράλληλα κατανοούν τις φυσιολογικές απαιτήσεις του αθλήματος ανάλογα με την αγωνιστική θέση του κάθε παίκτη (Sarmiento et al., 2024). Η γνώση αυτή είναι κρίσιμη για τη σχεδίαση στοχευμένων προπονητικών προγραμμάτων που προσομοιάζουν τις συνθήκες ενός πραγματικού αγώνα, καλύπτοντας τόσο τις ενεργειακές ανάγκες όσο και τις εμβιομηχανικές ιδιαιτερότητες του ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου (Di Salvo et al., 2007).

Τα αγωνιστικά τετράγωνα αποτελούν μία ευρέως χρησιμοποιούμενη προπονητική μέθοδο στο ποδόσφαιρο, η οποία βασίζεται στη διεξαγωγή παιχνιδιών με μειωμένο αριθμό παικτών σε περιορισμένο αγωνιστικό χώρο (Hill-Haas et al., 2011). Μέσω των αγωνιστικών τετραγώνων, προσομοιώνονται οι απαιτήσεις του αγώνα, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονη βελτίωση τεχνικών, τακτικών και φυσιολογικών παραμέτρων (Hill-Haas et al., 2011), όπως για παράδειγμα η αερόβια ικανότητα, η ταχύτητα λήψης απόφασης και η αγωνιστική αντίληψη των ποδοσφαιριστών (Kunz et al., 2019· Clemente et al., 2020). Πέραν της εφαρμογής τους ως προπονητική μέθοδο, τα αγωνιστικά παιχνίδια 7vs7 είναι μια αρκετά δημοφιλής συνθήκη με την οποία αγωνίζονται αθλητές μικρότερης ηλικίας (Hernandez et al., 2020; Sanchez et al., 2019). Μάλιστα, σε τουρνουά ποδοσφαίρου, αθλητές ηλικίας 10-12 ετών συμμετάσχουν πολύ συχνά σε 3 ή 6 αγωνιστικά παιχνίδια 7vs7 σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 24 ωρών (Hernandez et al., 2020; Sanchez et al., 2019).

Σε προηγούμενη μελέτη παρατηρήθηκε ότι ποδοσφαιριστές που συμμετείχαν σε αγώνα 7vs7 διάρκειας 20 λεπτών (διαστάσεις αγωνιστικού χώρου 55x40 μ.) αγωνίστηκαν με μέση καρδιακή συχνότητα 162 ± 2 παλμούς/λεπτό, η οποία αντιστοιχούσε στο $82 \pm 5\%$ της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (Asci, 2016). Αντίστοιχα, στην παρούσα μελέτη, αν και η διάρκεια του κάθε παιχνιδιού ήταν 30 λεπτά (διαστάσεις αγωνιστικού χώρου 50x25 μ.) η μέση καρδιακή συχνότητα των παικτών ήταν 164 ± 89 παλμοί/λεπτό, η οποία αντιστοιχούσε περίπου στο 82% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Ωστόσο, στη μελέτη του Asci (2016) αναφέρθηκε ότι κατά τη διάρκεια του αγώνα οι παίκτες εκτέλεσαν 396 ± 144 επιταχύνσεις, αριθμός υψηλότερος σε σχέση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, στην οποία καταγράφηκαν 248 ± 31 επιταχύνσεις. Στη μελέτη των Li και συν. (2022), παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια αγωνιστικού παιχνιδιού 8vs8, οι παίκτες διάνυσαν συνολική απόσταση 1627 ± 240 μ., εκ των οποίων τα 169 ± 96 μ. πραγματοποιήθηκαν με τρέξιμο υψηλής έντασης (>14 χλμ/ώρα). Παρομοίως, στην παρούσα μελέτη οι παίκτες διένυσαν, κατά μέσο όρο στα τρία παιχνίδια, συνολική απόσταση 2030 ± 218 μ., εκ των οποίων τα 153 ± 25 μ. αφορούσαν τρέξιμο με ταχύτητα άνω των 15 km/h. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διάρκεια του αγώνα και οι διαστάσεις του αγωνιστικού χώρου διέφεραν μεταξύ των δύο μελετών, με τη μελέτη των Li και συν. (2022) να εφαρμόζει διάρκεια 20 λεπτών και διαστάσεις γηπέδου 40×32 μ., ενώ στην παρούσα μελέτη η διάρκεια ήταν 30 λεπτά και το γήπεδο είχε διαστάσεις 50×25 μ.

Οι συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη διένυσαν αθροιστικά στα τρία παιχνίδια συνολική απόσταση 6089 ± 945 μ.. Αν και ο συνολικός χρόνος των 3 αγώνων ήταν παρόμοιος με το χρόνο παιχνιδιού σε έναν επίσημο αγώνα 11vs11 (90 λεπτά), η απόσταση που διανύθηκε είναι αρκετά μικρότερη από εκείνη που καλύπτουν οι παίκτες σε έναν επίσημο αγώνα 11 vs 11, η οποία, κατά μέσο όρο, είναι περίπου 10-11 χιλιόμετρα (Mohr et al., 2003). Επίσης, κατά τη διάρκεια ενός επίσημου αγώνα 11vs11 οι μέσοι ποδοσφαιριστές φαίνεται να είναι αυτοί οι οποίοι καλύπτουν τη μεγαλύτερη συνολική απόσταση καθώς και τη μεγαλύτερη απόσταση με υψηλής έντασης τρέξιμο (>15 χλμ/ώρα) με 10979 ± 1185 μ. και 2060 ± 341 μ., αντίστοιχα, με τους αμυντικούς (9985.4 ± 808.4 μ. και 1672.3 ± 373.1) και τους επιθετικούς (9836.5 ± 1136.0 μ. και 1886.7 ± 315.2 μ.) να ακολουθούν (Michailidis et al., 2025). Σε αντίθεση με τη διαφοροποίηση που παρατηρείται σε έναν κανονικό αγώνα ως προς την εξωτερική επιβάρυνση των παικτών ανάλογα με την αγωνιστική θέση, στην παρούσα μελέτη οι παίκτες, ανεξαρτήτου της αγωνιστικής θέσης, διένυσαν κατά μέσο όρο 6089 ± 945.7 μ., εκ των οποίων τα 460 ± 178.0 μ. καλύφθηκαν με τρέξιμο υψηλής έντασης (>15 km/h).

Ωστόσο, στη μελέτη των Michailidis και συν. (2025), οι ερευνητές δεν εντόπισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διανυόμενη απόσταση ανά λεπτό μεταξύ παικτών που αγωνίζονταν σε διαφορετικές θέσεις, με τους παίκτες να διανύουν κατά μέσο όρο 114 ± 7 μέτρα ανά λεπτό. Αντίστοιχα, και στην παρούσα μελέτη δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις με βάση την αγωνιστική θέση στην απόσταση που διένυαν οι παίκτες ανά λεπτό, αλλά η ανά λεπτό απόσταση ήταν μικρότερη (62 ± 6 μ.) σε σύγκριση με την αντίστοιχη απόσταση στην παραπάνω μελέτη (Michailidis et al., 2025). Οι χαμηλότερες επιδόσεις που καταγράφηκαν στο πλαίσιο των αγωνιστικών τετραγώνων θεωρούνται αναμενόμενες αν αναλογιστούμε το μικρότερο μέγεθος του αγωνιστικού χώρου καθώς και τον μικρότερο αριθμό παικτών που συμμετέχουν (7 έναντι 11). Μάλιστα, ο αριθμός των παικτών και κατ' επέκταση και οι διαστάσεις του αγωνιστικού χώρου φαίνεται να καθορίζουν την εξωτερική επιβάρυνση των παικτών, με την αύξηση του αριθμού των παικτών (άρα και των διαστάσεων του αγωνιστικού χώρου) να σχετίζεται με μεγαλύτερη συνολική απόσταση που διανύεται, καθώς και με την επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (Beato et al., 2023).

Οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις αποτελούν, επίσης, καθοριστικούς παράγοντες της εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα. Σύμφωνα με τη μελέτη των Lozano και συν. (2020), οι παίκτες που αγωνίζονται στο κέντρο (μέσοι) είναι αυτοί που εκτελούν το μεγαλύτερο αριθμό επιταχύνσεων (433 ± 62), υπερτερώντας τόσο των επιθετικών (382 ± 47) όσο και των αμυντικών (381 ± 55). Αναφορικά με τις επιβραδύνσεις, οι μέσοι εκτελούν επίσης των μεγαλύτερο αριθμό (442 ± 60), χωρίς όμως να προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με τους αμυντικούς (407 ± 48) και τους επιθετικούς (396 ± 42). Στην παρούσα μελέτη, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων μεταξύ των αγωνιστικών θέσεων. Οι παίκτες, ανεξαρτήτου της αγωνιστικής τους θέσης, εκτέλεσαν κατά μέσο όρο 782 ± 166 επιταχύνσεις και 744 ± 165 επιβραδύνσεις. Η σύγκριση των δύο μελετών δείχνει ότι στα αγωνιστικά τετράγωνα οι παίκτες εκτελούν σχεδόν το διπλάσιο αριθμό επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων σε σύγκριση με έναν ποδοσφαιρικό αγώνα 11vs 11, γεγονός που σε μεγάλο βαθμό μπορεί να αποδοθεί στο μικρότερο αγωνιστικό χώρο που οδηγεί τους παίκτες σε περισσότερες αλλαγές κατευθύνσεις.

Τέλος όσον αφορά τον αριθμό των σπριντ, κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα 11vs11 παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ παικτών που αγωνίζονται σε διαφορετικές αγωνιστικές θέσεις (Di Salvo et al., 2010). Συγκεκριμένα, οι επιθετικοί εκτελούν μεγαλύτερο αριθμό σπριντ (30 ± 12) συγκριτικά με τους μέσους (24 ± 12) και τους αμυντικούς (17 ± 9)

(Di Salvo et al., 2010). Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αγωνιστικών θέσεων με τους αμυντικούς, τους επιθετικούς και τους μέσους να εκτελούν 19 ± 8 , 17 ± 6 και 18 ± 3 σπριντ, αντίστοιχα.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη υποδεικνύει ότι σε αντίθεση με έναν ποδοσφαιρικό αγώνα 11 vs 11, σε επαναλαμβανόμενα αγωνιστικά παιχνίδια 7 vs 7 τα οποία διεξάγονται εντός της ίδια ημέρας, δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση στην εξωτερική επιβάρυνση μεταξύ των παικτών που αγωνίζονται σε διαφορετικές αγωνιστικές θέσεις. Επίσης, ένα χρονικό διάστημα αποκατάστασης περίπου 120 λεπτών μεταξύ των παιχνιδιών, φαίνεται να είναι επαρκές ώστε οι παίκτες να μπορέσουν να διατηρήσουν την αγωνιστική τους απόδοση σε 3 επαναλαμβανόμενα παιχνίδια εντός της ίδιας ημέρας.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Arruda AF, Carling C, Zanetti V, Aoki MS, Coutts AJ, Moreira A. Effects of a very congested match schedule on body-load impacts, accelerations, and running measures in youth soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015 Mar;10(2):248-52.
2. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match - analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem*. 2008 Jul;41(10-11):841-51.
3. Aşçı A. Heart Rate Responses during Small Sided Games and Official Match-Play in Soccer. *Sports (Basel)*. 2016 May 30;4(2):31.
4. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 2006 Jul;24(7):665-74.
5. Beato M, de Keijzer KL, Costin AJ. External and internal training load comparison between sided-game drills in professional soccer. *Front Sports Act Living*. 2023 Apr 4;5:1150461.
6. Beato M, Drust B. Acceleration intensity is an important contributor to the external and internal training load demands of repeated sprint exercises in soccer players. *Res Sports Med*. 2021 Jan-Feb;29(1):67-76.
7. Bradley PS, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P, Krstrup P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*. 2009 Jan 15;27(2):159-68
8. Casamichana D, Castellano J. Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: effects of pitch size. *J Sports Sci*. 2010 Dec;28(14):1615-23.
9. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002 Nov;81(11 Suppl):S52-69.
10. Clemente FM, Aquino R, Praça GM, Rico-González M, Oliveira R, Silva AF, Sarmento H, Afonso J. Variability of internal and external loads and technical/tactical outcomes during small-sided soccer games: a systematic review. *Biol Sport*. 2022 Sep;39(3):647-672.
11. Clemente FM, Sarmento Hugo. The effects of small-sided soccer games on technical actions and skills. *Human Movement*. 2020 Feb;21(3):100-119
12. Di Mascio M, Bradley PS. Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *J Strength Cond Res*. 2013 Apr;27(4):909-15.
13. Di Salvo V, Baron R, González-Haro C, Gormasz C, Pigozzi F, Bachl N. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci*. 2010 Dec;28(14):1489-94.
14. Di Salvo V, Baron R, Tschann H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*. 2007 Mar;28(3):222-7.
15. Dolci F, Kilding AE, Chivers P, Piggott B, Hart NH. High-Intensity Interval Training Shock Microcycle for Enhancing Sport Performance: A Brief Review. *J Strength Cond Res*. 2020 Apr;34(4):1188-1196.
16. Draganidis D, Chatzinikolaou A, Avloniti A, Barbero-Álvarez JC, Mohr M, Malliou P, Gourgoulis V, Deli CK, Douroudos II, Margonis K, Giouftsidou A, Flouris AD, Jamurtas AZ, Koutedakis Y, Fatouros IG. Recovery kinetics of knee flexor and extensor strength after a football match. *PLoS One*. 2015 Jun 4;10(6):e0128072.
17. Dupont G, Nedlec M, McCall A, Berthoin S, Maffiuletti N. Football Recovery Strategies. *Aspetar Sports Medicine Journal*. 2014 October 1.
18. Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*. 2010 Sep;38(9):1752-8.
19. Fatouros IG, Chatzinikolaou A, Douroudos II, Nikolaidis MG, Kyparos A, Margonis K, Michailidis Y, Vantarakis A, Taxildaris K, Katrabasas I, Mandalidis D, Kouretas D, Jamurtas

- AZ. Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *J Strength Cond Res.* 2010 Dec;24(12):3278-86.
20. Gualtieri A, Rampinini E, Dello Iacono A, Beato M. High-speed running and sprinting in professional adult soccer: Current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Front Sports Act Living.* 2023 Feb 13;5:1116293.
 21. Hernandez-Martin, A., Sanchez-Sanchez, J., Felipe, J. L., Manzano-Carrasco, S., Majano, C., Gallardo, L., & Garcia-Unanue, J. (2020). Physical Demands of U10 Players in a 7-a-Side Soccer Tournament Depending on the Playing Position and Level of Opponents in Consecutive Matches Using Global Positioning Systems (GPS). *Sensors*, 20(23)
 22. Hill-Haas SV, Coutts AJ, Rowsell GJ, Dawson BT. Generic versus small-sided game training in soccer. *Int J Sports Med.* 2009 Sep;30(9):636-42.
 23. Hill-Haas SV, Dawson B, Impellizzeri FM, Coutts AJ. Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Med.* 2011 Mar 1;41(3):199-220.
 24. Hostrup M, Bangsbo J. Limitations in intense exercise performance of athletes - effect of speed endurance training on ion handling and fatigue development. *J Physiol.* 2017 May 1;595(9):2897-2913.
 25. Hulton AT, Malone JJ, Clarke ND, MacLaren DPM. Energy Requirements and Nutritional Strategies for Male Soccer Players: A Review and Suggestions for Practice. *Nutrients.* 2022 Feb 4;14(3):657.
 26. Impellizzeri FM, Marcora SM, Coutts AJ. Internal and External Training Load: 15 Years On. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019 Feb 1;14(2):270-273.
 27. Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, Margonis K, Chatzinikolaou A, Kalistratos E, Katrabasas I, Alexiou V, Taxildaris K. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med.* 2008 Sep;18(5):423-31.
 28. Izzo, R., De Vanna, A., Varde, C. (2018). Data Comparison between Elite and Amateur Soccer Players by 20 Hz GPS Data Collection. *Journal of Sports Science* 6 (2018) 31-35.
 29. Julian R, Page RM, Harper LD. The Effect of Fixture Congestion on Performance During Professional Male Soccer Match-Play: A Systematic Critical Review with Meta-Analysis. *Sports Med.* 2021 Feb;51(2):255-273.
 30. Khan MA, Moiz JA, Raza S, Verma S, Shareef MY, Anwer S, Alghadir A. Physical and balance performance following exercise induced muscle damage in male soccer players. *J Phys Ther Sci.* 2016 Oct;28(10):2942-2949.
 31. Kunz P, Engel FA, Holmberg HC, Sperlich B. A Meta-Comparison of the Effects of High-Intensity Interval Training to Those of Small-Sided Games and Other Training Protocols on Parameters Related to the Physiology and Performance of Youth Soccer Players. *Sports Med Open.* 2019 Feb 21;5(1):7.
 32. Li Z, Mao L, Krstrup P, Randers MB. Internal and external load during 8 v 8, 5 v 5 and 3 v 3 in Chinese elite youth male football players. *Biol Sport.* 2022 Oct;39(4):1065-1071.
 33. Malone JJ, Di Michele R, Morgans R, Burgess D, Morton JP, Drust B. Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015 May;10(4):489-97.
 34. Michailidis, Y.; Stafylidis, A.; Vardakis, L.; Kyranoudis, A.E.; Mittas, V.; Leftheroudis, V.; Plakias, S.; Mandroukas, A.; Metaxas, T.I. The Running Performance of Elite Youth Football Players in Matches with a 1-4-3-3 Formation in Relation to Their Playing Position. *Appl. Sci.* 2025, 15, 3984.
 35. Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, Avloniti A, Margeli A, Papassotiriou I, Flouris AD, Jamurtas AZ, Krstrup P, Fatouros IG. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *Eur J Appl Physiol.* 2016 Jan;116(1):179-93.

36. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003 Jul;21(7):519-28.
37. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med.* 2012 Dec 1;42(12):997-1015.
38. Oliva-Lozano JM, Fortes V, Krstrup P, Muyor JM. Acceleration and sprint profiles of professional male football players in relation to playing position. *PLoS One.* 2020 Aug 6;15(8):e0236959.
39. Papanikolaou K, Tsimeas P, Anagnostou A, Varypatis A, Mourikis C, Tzatzakis T, Draganidis D, Batsilas D, Mersinias T, Loules G, Poullos A, Deli CK, Batrakoulis A, Chatzinikolaou A, Mohr M, Jamurtas AZ, Fatouros IG. Recovery Kinetics Following Small-Sided Games in Competitive Soccer Players: Does Player Density Size Matter? *Int J Sports Physiol Perform.* 2021 Sep 1;16(9):1270-1280.
40. Pinto JCBL, de Oliveira RSC, Galvão-Coelho NL, de Almeida RN, Moreira A, Mortatti AL. The Effects of Successive Soccer Matches on the Internal Match Load, Stress Tolerance, Salivary Cortisol and Jumping Performance in Youth Soccer Players. *J Hum Kinet.* 2021 Oct 31;80:173-184.
41. Póvoas SCA, Krstrup P, Castagna C, da Silva PMR, Coelho-E-Silva MJ, Pereira RLM, Larsen MN. Reliability of Submaximal Yo-Yo Tests in 9- to 16-Year-Old Untrained Schoolchildren. *Pediatr Exerc Sci.* 2018 Nov 1;30(4):537-545.
42. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol.* 2001 Dec 1;537(Pt 2):333-45. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x.
43. Rago, Vincenzo^{1,2}; Brito, João²; Figueiredo, Pedro^{2,3}; Ermidis, Georgios^{4,5}; Barreira, Daniel¹; Rebelo, António¹. The Arrowhead Agility Test: Reliability, Minimum Detectable Change, and Practical Applications in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 34(2):p 483-494, February 2020.
44. Sanchez M, Ramirez-Campillo R, Hernandez D, Carretero M, Luis-Pereira JM, Sanchez-Sanchez J. External Loads in Under-12 Players during Soccer-7, Soccer-8, and Soccer-11 Official Matches. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Apr 26;18(9):4581.
45. Sanchez-Sanchez, Javier¹; Sanchez, Mario¹; Hernandez, Daniel¹; Ramirez-Campillo, Rodrigo^{2,3}; Martínez, Cristian⁴; Nakamura, Fabio Y.^{5,6}. Fatigue in U12 Soccer-7 Players During Repeated 1-Day Tournament Games—A Pilot Study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 33(11):p 3092-3097, November 2019.
46. Sarmento H, Martinho DV, Gouveia ÉR, Afonso J, Chmura P, Field A, Savedra NO, Oliveira R, Praça G, Silva R, Barrera-Díaz J, Clemente FM. The Influence of Playing Position on Physical, Physiological, and Technical Demands in Adult Male Soccer Matches: A Systematic Scoping Review with Evidence Gap Map. *Sports Med.* 2024 Nov;54(11):2841-2864.
47. Smpokos, E., Mourikis, C., & Linardis, M. (2018). Seasonal physical performance of a professional team's football players in a national league and European matches. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(4), 720-730.
48. Stolen T., Chamari K., Castagna C., Ulrik Wisloff U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Med* 2005; 35 (6): 501-536.
49. Stožer A, Vodopivec P, Križančić Bombek L. Pathophysiology of exercise-induced muscle damage and its structural, functional, metabolic, and clinical consequences. *Physiol Res.* 2020 Aug 31;69(4):565-598. doi: 10.33549/physiolres.934371. Epub 2020 Jul 16.
50. Tzatzakis T, Papanikolaou K, Draganidis D, Tsimeas P, Kritikos S, Poullos A, Laschou VC, Deli CK, Chatzinikolaou A, Batrakoulis A, Basdekis G, Mohr M, Krstrup P, Jamurtas AZ, Fatouros IG. Recovery Kinetics After Speed-Endurance Training in Male Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020 Mar 1;15(3):395-408.

51. Warren GL, Lowe DA, Hayes DA, Karwoski CJ, Prior BM, Armstrong RB. Excitation failure in eccentric contraction-induced injury of mouse soleus muscle. *J Physiol.* 1993 Aug;468:487-99. doi: 10.1113/jphysiol.1993.sp019783. PMID: 8254518;
52. Zanetti V, Aoki MS, Bradley P, Carling C, Marino TK, Moreira A. Running Performance and Hormonal, Maturity and Physical Variables in Starting and Non-Starting Elite U14 Soccer Players During a Congested Match Schedule. *J Hum Kinet.* 2021 Oct 31;80:287-295.