

**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
με τίτλο:

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ  
ΣΕ ΑΓΩΝΕΣ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ 3x3**

ΤΟΥ  
**Αγγελάκη Παναγιώτη (ΑΕΜ: 13059)**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

Επιβλέπων Καθηγητής:	Χατζηνικολάου Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α. - Σ.Ε.Φ.Α.Α. - Δ.Π.Θ.
2 <sup>ο</sup> Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:	Λαπαρίδης Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Τ.Ε.Φ.Α.Α. - Σ.Ε.Φ.Α.Α. - Δ.Π.Θ.
3 <sup>ο</sup> Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:	Αυλωνίτη Αλεξάνδρα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α. - Σ.Ε.Φ.Α.Α. - Δ.Π.Θ.

**Κομοτηνή, 2023**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής, θα ήθελα πρώτα από όλους να ευχαριστήσω του γονείς μου για την ηθική, ψυχολογική και οικονομική στήριξη που μου παρείχαν σε αυτό μου το βήμα, όπως και σε κάθε απόφαση μου μέχρι τώρα.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δάσκαλο και επιβλέπων καθηγητή μου κ. Χατζηνικολάου Αθανάσιο, όχι μόνο για τη βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της υλοποίησης και ολοκλήρωσης της παρούσας εργασίας, αλλά και για τις γνώσεις που αποκόμισα από εκείνον στη διάρκεια αυτού του εκπαιδευτικού ταξιδιού. Ο ίδιος με τη γενικότερη στάση του, αποτέλεσε για εμένα πηγή έμπνευσης και παράδειγμα προς μίμηση. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής, κα. Αυλωνίτη Αλεξάνδρα και κ. Λαπαρίδη Κωνσταντίνο, που αφιέρωσαν χρόνο και προσπάθεια για την ολοκλήρωση αυτής της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να αναφέρω και να ευχαριστήσω ξεχωριστά τον θείο μου, Αγγελάκη Χρήστο, ο οποίος από τα μαθητικά μου χρόνια, μου μετέδωσε την αγάπη του για τον κόσμο της επιστήμης και με έκανε να αναζητώ συνεχώς νέους δρόμους και απαντήσεις.

Σας ευχαριστώ όλους!

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Αγγελάκης Παναγιώτης:** Διερεύνηση της εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε αγώνες καλαθοσφαίρισης 3x3

(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χατζηνικολάου Αθανάσιου)

Το 3x3 είναι άθλημα στο οποίο συμμετέχουν αθλητές σε όλη τη διάρκεια του χρόνου ενώ από το 2017 ανήκει στα Ολυμπιακά Αθλήματα. Ως νέο σχετικά άθλημα, είναι λιγοστά τα δεδομένα που αφορούν στην εξωτερική και εσωτερική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των αγώνων. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνήσει στοιχεία εξωτερικής και εσωτερικής επιβάρυνσης σε τουρνουά 3x3. Δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 43 αγώνες 3x3 σε επίσημο τουρνουά της Διεθνούς Ομοσπονδίας Καλαθοσφαίρισης και καταγράφηκαν δεδομένα από 145 αθλητές. Για την καταγραφή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε σύστημα εντοπισμού θέσης και παρακολούθησης της καρδιακής συχνότητας. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν η μέση διάρκεια των αγώνων, η μέση και μέγιστη καρδιακή συχνότητα, η μέγιστη ταχύτητα που επιτεύχθηκε, η συνολική απόσταση που διανύθηκε ανά παιχνίδι και ανά λεπτό συμμετοχής, το συνολικό προπονητικό φορτίο και η μυϊκή επιβάρυνση των παικτών. Παρατηρήθηκε πως η μέση διάρκεια των αγώνων ήταν  $946 \pm 231''$ , η μέση ΚΣ ήταν  $164,3 \pm 16,9$  bpm και η μέγιστη ΚΣ ήταν  $190,77 \pm 13,45$  bpm. Η συνολική απόσταση που καλύφθηκε ανά παιχνίδι ήταν  $621,86 \pm 183,8$  m, η απόσταση ανά λεπτό συμμετοχής ήταν  $39,86 \pm 9,13$  m ενώ η μέγιστη ταχύτητα ήταν  $13,77 \pm 1,93$  km/h. Σημειώθηκαν  $183,29 \pm 54,78$  επιταχύνσεις και  $196,1 \pm 58,45$  επιβραδύνσεις με την πλειοψηφία να εντοπίζεται στις χαμηλές ζώνες έντασης. Τέλος, το συνολικό προπονητικό φορτίο μετρήθηκε στις  $47,2 \pm 19,3$  μονάδες και η μυϊκή επιβάρυνση των παικτών στις  $87,4 \pm 26,2$  μονάδες. Συμπερασματικά, το 3x3 είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό και επιβαρυντικό άθλημα. Η υψηλή καρδιακή και μυϊκή επιβάρυνση προκύπτει μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι υψηλές αναερόβιες απαιτήσεις θα πρέπει να συνοδεύονται από ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο αερόβιας ικανότητας με σκοπό την όσο το δυνατό πιο πλήρη και σύντομη αποκατάσταση.

**Λέξεις κλειδιά:** καλαθοσφαίριση, 3x3, επιβάρυνση, εσωτερική, εξωτερική

## **ABSTRACT**

**Aggelakis Panagiotis:** Load monitoring in 3x3 basketball games

(Under the supervision of Associate Professor Chatzinikolaou Athanasios)

3x3 basketball is considered as a new sport, thus data on external and internal loading during a tournament are scarce. The purpose of the study was to investigate markers of external and internal load of the players throughout a 3x3 tournament. The study sampled 43 3x3 games in an official FIBA tournament and recorded data from 145 athletes. A Global Navigation Satellite System (GNSS) and a Heart Rate Monitoring (HRM) system was used to record the data. The parameters studied were the average duration of the games, the average and maximal heart rate, the total distance per game and per played minute, the maximum speed achieved, the Training Load Score and the Muscle Load of the players. The average duration of the games was  $946 \pm 231$  seconds. The mean heart rate was at  $164.3 \pm 16.9$  bpm and the mean HRmax was  $190.77 \pm 13.45$  bpm. The total distance covered per game was  $621.86 \pm 183.8$  m and  $39.86 \pm 9.13$  m per minute played, while the mean maximal speed was  $13.77 \pm 1.93$  km/h. Finally, the mean Training Load Score was measured at  $47.2 \pm 19.3$  AU and the mean Muscle Load of the players at  $87.4 \pm 26.2$  AU. In conclusion, 3x3 is a particularly demanding sport. The high cardiac and muscular load occurs within a short period of time. High anaerobic demands should be accompanied by a particularly high level of aerobic capacity in order to completely recover in a short period of time.

**Key words:** basketball, 3x3, load, external, internal

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Η καλαθοσφαίριση 3x3.....	8
1.2. Παρακολούθηση της προπονητικής επιβάρυνσης.....	12
1.3. Εξωτερική και εσωτερική επιβάρυνση.....	13
1.4. Σκοπός της έρευνας.....	14
1.5. Ερευνητικές υποθέσεις.....	14
1.6. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	14
1.7. Ορισμοί και συντομογραφίες.....	14
<b>2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>16</b>
2.1. Δείγμα.....	16
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	16
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και οργάνων μέτρησης.....	16
2.3.1 Polar Training Load Pro.....	17
2.3.2 Αξιολόγηση του Muscle Load.....	17
2.3.3 Αξιολόγηση του Training Load Score.....	18
2.3.4 Αξιολόγηση της καρδιακής συχνότητας.....	19
2.3.5 Αξιολόγηση της ταχύτητας κίνησης, των επιταχύνσεων και των επιβραδύνσεων.....	19
2.3.6 Αξιολόγηση της απόστασης που διανύθηκε.....	20
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	20
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>21</b>
3.1. Καρδιακή Συχνότητα .....	22

3.2. Απόσταση και ταχύτητα .....	24
3.3. Επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις.....	26
3.4. Προπονητική επιβάρυνση (Training Load Score).....	28
3.5. Μυϊκή επιβάρυνση (Muscle Load).....	29
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>30</b>
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>33</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>34</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέσης και μέγιστης ΚΣ στο σύνολο των αγώνων.....	22
<b>Σχήμα 2</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του χρόνου παραμονής στις ζώνες ΚΣ στο σύνολο των αγώνων.....	23
<b>Σχήμα 3</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής απόστασης και της απόστασης ανά λεπτό συμμετοχής στο σύνολο των αγώνων.....	24
<b>Σχήμα 4</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής απόστασης στις ζώνες ταχύτητας στο σύνολο των αγώνων.....	25
<b>Σχήμα 5</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης ταχύτητας στο σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.....	25
<b>Σχήμα 6</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του αριθμού των επιταχύνσεων και του αριθμού των επιταχύνσεων σε κάθε ζώνη έντασης.....	26
<b>Σχήμα 7</b>	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του αριθμού των επιβραδύνσεων και των επιβραδύνσεων σε κάθε ζώνη έντασης.....	27
<b>Σχήμα 8</b>	Μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις του συνολικού προπονητικού φορτίου για το σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.....	27
<b>Σχήμα 9</b>	Μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις του μυϊκού φορτίου για το σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.....	29

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Η καλαθοσφαίριση 3x3

Από τη θέσπιση της ως άθλημα, η καλαθοσφαίριση (ή μπάσκετ) αγκαλιάστηκε από τον κόσμο και έγινε ένα από τα δημοφιλέστερα αθλήματα παγκοσμίως. Η δημοφιλία της και η αθρόα συμμετοχή του κόσμου επέφερε αλλαγές και «αλλοιώσεις» στον τρόπο διεξαγωγής του παιχνιδιού που συχνά προκύπταν με σκοπό να καταστήσουν το άθλημα ευκολότερο στη διεξαγωγή και πιο προσιτό. Παράγωγο αυτής της διαδικασίας είναι το 3x3 Basketball ή απλούστερα 3x3.

Οι βασικές διαφοροποιήσεις της καλαθοσφαίρισης 3x3 έχουν να κάνουν αρχικά με τον αριθμό των παικτών που αγωνίζονται και την παρουσία ενός μόνο καλαθιού. Οι ομάδες αποτελούνται από τέσσερα συνολικά άτομα με τα τρία από αυτά να παίζουν κάθε φορά και το 4ο να χρησιμοποιείται ως αλλαγή, χωρίς περιορισμό ή επίσημο αίτημα από τον πάγκο. Οι διαστάσεις του γηπέδου είναι 15 m (πλάτος) x 11 m (μήκος). Ο χρόνος παιχνιδιού είναι μια δεκάλεπτη περίοδος, με τις ομάδες να έχουν στη διάθεση τους 12 δευτερόλεπτα για να εκδηλώσουν επίθεση. Μετά από κάθε άστοχο σουτ που καταλήγει σε ριμπάουντ από την αμυνόμενη ομάδα και πριν τη μετάβαση στην επίθεση, η μπάλα πρέπει να περάσει έξω από την γραμμή των 6,75 m. Τα σουτ που εκτελούνται έξω από την γραμμή των 6,75 m υπολογίζονται ως δύο πόντοι και όλα τα υπόλοιπα για έναν. Εάν μια ομάδα φτάσει τους 21 πόντους πριν την πάροδο των δέκα λεπτών θεωρείται η νικήτρια. Τέλος, είναι σημαντικό να σημειώσουμε πως η μπάλα που χρησιμοποιείται σε αγώνες 3x3 είναι μικρότερη κατά 2.54 cm διατηρώντας ωστόσο το ίδιο βάρος με αυτή του παραδοσιακού αθλήματος.

Ωστόσο, παρά τη δεδομένη δημοφιλία του αθλήματος, τις έντονες διαφορές που διαπιστώνονται μεταξύ του 3x3 και του 5x5 και το γεγονός πως το ίδιο το άθλημα αποτελεί από τις 9 Ιουνίου του 2017 επίσημο Ολυμπιακό άθλημα, παραμένουν λιγοστές οι σχετικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί ως τώρα ενώ δεν έχει διερευνηθεί διεξοδικά η επίδραση που έχει η συμμετοχή σε επαναλαμβανόμενα παιχνίδια. Οι Montgomery & Maloney (2018), σε δύο μελέτες τους, από τις πρώτες που εντοπίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικές με την καλαθοσφαίριση 3x3, διαπίστωσαν πως παρόλο που το παιχνίδι είναι πολύ πιο σύντομο σε διάρκεια, η σχετική ένταση στο 3x3 είναι διπλάσια σε σχέση με το παραδοσιακό μπάσκετ. Στην προσπάθειά τους να μελετήσουν τις κινητικές και



φυσιολογικές απαιτήσεις της καλαθοσφαίρισης 3x3 διαπίστωσαν χαμηλότερες κινητικές απαιτήσεις και χαμηλότερο συνολικό φορτίο για τους συμμετέχοντες σε σχέση με το παραδοσιακό άθλημα και απέδωσαν τα ευρήματα αυτά στο παιχνίδι μισού γηπέδου που λαμβάνει χώρα στο 3x3 και στην απουσία μετάβασης από το ένα καλάθι στο άλλο. Όμως, η μειωμένη κίνηση προς τα εμπρός σε συνδυασμό με τη συνεχή και διαρκή κινητικότητα που επιβάλλουν οι κανόνες του αθλήματος 3x3 οδηγούν σε αυξημένες τιμές του φορτίου που δέχονται οι παίκτες ανά λεπτό συμμετοχής ( $6,7 \pm 1,5$ ) σε σύγκριση με έναν παραδοσιακό αγώνα μπάσκετ ( $4,35 \pm 1,09$ ).

Σε μια πρόσφατη μελέτη, οι Willberg et al. (2022) διαπίστωσαν πως οι παίκτες που συμμετείχαν σε αγώνες 3x3 εκτέλεσαν περισσότερες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις μέσης και υψηλής έντασης, περισσότερες εκρηκτικές προσπάθειες και περισσότερα άλματα και αλλαγές κατεύθυνσης ανά λεπτό συμμετοχής ενώ χαρακτήρισαν το 3x3 περισσότερο εξαντλητικό από το παραδοσιακό άθλημα. Συγκεκριμένα, βρέθηκε πως η μέση διάρκεια (ΜΔ) ενός αγώνα παραδοσιακής καλαθοσφαίρισης 5x5 ήταν  $92 \pm 6,5$  min, η συνολική απόσταση (ΣΑ) που καλύφθηκε  $3333,1 \pm 1480$  m και η μέγιστη ταχύτητα (ΜΤ) που σημειώθηκε ήταν  $24 \pm 2$  km/h. Ακόμη, καταγράφηκαν  $12 \pm 7,2$  επιταχύνσεις και  $10,7 \pm 6,3$  επιβραδύνσεις υψηλής έντασης με μέγιστο ρυθμό επιτάχυνσης  $4,2 \pm 0,4$  m/s<sup>2</sup> και μέγιστο ρυθμό επιβράδυνσης  $-4,8 \pm 0,6$  m/s<sup>2</sup>. Επιπλέον, σημειώθηκαν  $93,6 \pm 39,9$  αλλαγές κατεύθυνσης (ΑΚ) προς τα αριστερά ( $2 \pm 0,5$  ανά λεπτό συμμετοχής) και  $96,6 \pm 39,5$  ΑΚ προς τα δεξιά ( $2,1 \pm 0,6$  ανά λεπτό συμμετοχής) ενώ καταγράφηκαν και  $48,3 \pm 21,6$  εκρηκτικές ενέργειες. Τέλος, οι παίκτες δέχτηκαν  $406,6 \pm 173,4$  μονάδες συνολικού φορτίου, η μέση καρδιακή συχνότητα (ΜΚΣ) ήταν στους  $140,9 \pm 26,3$  bpm ενώ ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (Rate of perceived exertion, RPE) καταγράφηκε κατά μέσο όρο (μ.ό.) στο  $5,1 \pm 1,8$ .

Όσον αφορά την καλαθοσφαίριση 3x3, στη μελέτη των Willberg et al. (2022) η ΜΔ ενός αγώνα μετρήθηκε στα  $17,2 \pm 5,3$  min, η ΣΑ στα  $863,8 \pm 219$ m και η ΜΤ στα  $17,7 \pm 1,6$  km/h. Καταγράφηκαν  $6,7 \pm 4$  επιταχύνσεις και  $5,1 \pm 3,3$  επιβραδύνσεις υψηλής έντασης με μέγιστο ρυθμό επιτάχυνσης  $3,5 \pm 0,4$  m/s<sup>2</sup> και μέγιστο ρυθμό επιβράδυνσης  $-3,8 \pm 0,6$  m/s<sup>2</sup>,  $46,2 \pm 18,4$  ΑΚ προς τα αριστερά ( $3 \pm 1,4$  ανά λεπτό συμμετοχής) και  $48,1 \pm 19,7$  ΑΚ προς τα δεξιά ( $3,2 \pm 1,4$  ανά λεπτό συμμετοχής) ενώ καταγράφηκαν και  $25,5 \pm 12,1$  εκρηκτικές ενέργειες. Τέλος, οι συμμετέχοντες στο 3x3 δέχτηκαν  $122,2 \pm 39,1$  μονάδες

συνολικού φορτίου, η ΜΚΣ ήταν στους  $149,2 \pm 27,8$  bpm ενώ ο δείκτης RPE στο  $6,3 \pm 1,9$  κατά μ.ό..

Στην ίδια μελέτη οι ερευνητές κατέγραψαν την επίδραση που έχουν επαναλαμβανόμενα παιχνίδια, σε συνεχόμενες μέρες, κατά τη διάρκεια ενός τουρνουά στις παραπάνω μεταβλητές και διαπίστωσαν πως η ΜΔ των αγώνων αλλάζει μεταβαίνοντας από το πρώτο ( $17 \pm 4,1$  min) στο τελευταίο παιχνίδι ( $16 \pm 1,1$  min), ενώ το τελευταίο παιχνίδι του προκριματικού γύρου φάνηκε να είναι το μεγαλύτερο σε διάρκεια ( $23 \pm 5,9$  min). Η μέγιστη ΣΑ καταγράφηκε στον πρώτο αγώνα της δεύτερης ημέρας ( $1032,8 \pm 271,6$  m) ενώ η μέση απόσταση (ΜΑ) ανά λεπτό συμμετοχής βρέθηκε να είναι περίπου  $64 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  σε όλα τα παιχνίδια εκτός από τον τελευταίο προκριματικό γύρο στον οποίο οι παίκτες κάλυψαν  $55,5 \pm 6,2 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . Ο αριθμός επιταχύνσεων, επιβραδύνσεων, εκρηκτικών ενεργειών και συνολικού φορτίου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές στην αρχή του τουρνουά. Στο τέλος του προκριματικού γύρου, οι τιμές εξωτερικού φορτίου ανά λεπτό συμμετοχής μειώνονται, ενώ στην τελική φάση οι τιμές είναι οι υψηλότερες. Τέλος όσον αφορά τον δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης, οι παίκτες βαθμολόγησαν τα παιχνίδια προοδευτικά ως πιο εξαντλητικά καθώς εξελισσόταν το τουρνουά (RPE:  $5,8 \pm 1,6$  έως  $7,3 \pm 1,8$ ).

Οι Montgomery & Maloney (2018) στην τρίτη σχετική μελέτη τους ανέφεραν πως δεν παρατήρησαν σαφείς διαφορές σε μεταβλητές συνολικού προπονητικού φορτίου και προπονητικού φορτίου ανά λεπτό συμμετοχής (PlayerLoad™ και  $\text{PlayerLoad}\cdot\text{min}^{-1}$ ) κατά τη διάρκεια ενός τουρνουά ενώ και οι φυσιολογικές απαιτήσεις των αγώνων 3x3 υψηλού επιπέδου φάνηκε να είναι παρόμοιες, ανεξάρτητα από το σημείο του τουρνουά (προκριματική ή τελική φάση).

Οι Willberg et al. (2022) μελέτησαν επίσης και τη συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα σε δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μετρώντας τη συσταλτικότητα του ορθού μηριαίου και του γαστροκνήμιου, δείκτες καρδιακής συχνότητας και παραμέτρους μετακίνησης όπως οι επιταχύνσεις, οι επιβραδύνσεις, η συνολική απόσταση, τα άλματα και το συνολικό φορτίο που δέχτηκαν οι συμμετέχοντες σε ένα διήμερο τουρνουά 3x3. Διαπίστωσαν πως παρατηρήθηκε μείωση στη συσταλτικότητα μετά από ένα μόνο παιχνίδι όχι όμως και κατά τη διάρκεια μιας σειράς αγώνων ενώ δε φάνηκε να υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα σε δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης μετά από ένα παιχνίδι 3x3.

Σε μια παρόμοια μελέτη οι McGown et al. (2020), διερεύνησαν την καρδιακή λειτουργία κατά τη διάρκεια αγώνων ενός τουρνουά 3x3 όπως επίσης και την αντίληψη της κόπωσης που προσέδιδαν στους συμμετέχοντες τα παιχνίδια αυτά. Διαπίστωσαν πως η ΜΔ των αγώνων ήταν στα 14 λεπτά ενώ για περισσότερο από τη μισή χρονική διάρκεια του παιχνιδιού η ΚΣ των παικτών βρισκόταν σε τιμές άνω του 90% της μέγιστης ΚΣ κάτι που σύμφωνα με τους ερευνητές οφείλεται στα εξαιρετικά σύντομα διαστήματα αποκατάστασης ενώ και σε μια προηγούμενη μελέτη των Conte et al. (2019) παρατηρήθηκε πως οι διακοπές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια αγώνων 3x3 είναι συνήθως μικρότερες των 20 δευτερολέπτων με τον λόγο έργου - διαλείμματος να διαμορφώνεται στο  $0,92 \pm 0,13$  για το 3x3, σε αντίθεση με τον αντίστοιχο για το 5x5 που είναι 1:2 ή και περισσότερο, έχοντας ως αποτέλεσμα την αυξημένη κόπωση των παικτών και την δυσκολότερη αποκατάσταση από ενέργειες υψηλής έντασης. Ακόμη, οι McGown et al. (2020) διαπίστωσαν πως οι περίοδοι παιχνιδιού – διακοπής κατά τη διάρκεια των αγώνων της μελέτης δημιουργούσαν ένα λόγο έργου – διαλείμματος 3:1 όπου για κάθε 3 λεπτά παιχνιδιού αντιστοιχούσαν 69 δευτερόλεπτα διακοπής. Επιπλέον, στη συγκεκριμένη μελέτη εντοπίστηκαν και υψηλότερες τιμές RPE στους αγώνες ημιτελικής και τελικής φάσης σε σχέση με τους προκριματικούς αγώνες.

Οι ερευνητικές ομάδες των Erčulj et al. (2020) και των Figueira et al. (2022) διερεύνησαν τα τεχνικοτακτικά στοιχεία της καλαθοσφαίρισης 3x3 και τα σύγκριναν με αυτά της καλαθοσφαίρισης 5x5. Στα βασικά τους ευρήματα ήταν το γεγονός πως στο 3x3 εκτελούνται συνολικά περισσότερα σουτ σε σχέση με το 5x5, περισσότερα σουτ μακρινής απόστασης (>6,75 m) σε σχέση με το 5x5, λιγότερες ελεύθερες βολές σε σχέση με το 5x5 αλλά παρόλα αυτά το ποσοστό ευστοχίας είναι χαμηλότερο στο 3x3 σε σχέση με το 5x5 τόσο για τα σουτ μακρινής απόστασης (22,4% για το 3x3 έναντι 32,1% για το 5x5) όσο και για τις ελεύθερες βολές (59,8% για το 3x3 έναντι 67,2% για το 5x5) ενώ στα σουτ εντός της γραμμής των 6,75 m εμφανίστηκαν παρόμοια ποσοστά ευστοχίας (Erčulj et al., 2020). Το γεγονός αυτό αποδόθηκε πιθανά στην υψηλότερη ένταση του παιχνιδιού αλλά και στο χαμηλότερο επίπεδο των παικτών (Figueira et al., 2022). Επιπρόσθετα, οι ίδιοι ερευνητές μέτρησαν τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης στον ορθό μηριαίο μυ και στον γαστροκνήμιο μυ και διαπίστωσαν υψηλότερα επίπεδα αιμοσφαιρίνης που τα απέδωσαν σε υψηλότερη μυϊκή ενεργοποίηση. Ωστόσο στη συγκεκριμένη μελέτη, το περιορισμένο δείγμα και ο χαμηλός μ.ό. ηλικίας των συμμετεχόντων ίσως επηρέασαν τα αποτελέσματα.

Τέλος, στη μελέτη των Ortega et al. (2021) μελετήθηκαν τεχνικοτακτικά στοιχεία του 3x3 αλλά και δείκτες απόδοσης, που συγκρίθηκαν με αντίστοιχους της καλαθοσφαίρισης 5x5 από προηγούμενες μελέτες. Διαπίστωσαν σημαντικές ομοιότητες όπως περισσότερες καταστάσεις 1vs.1 και 2vs.2 και μεγαλύτερη ευστοχία στα σουτ ;έξω από τα 6,75 m για τις νικήτριες ομάδες τόσο στο 3x3 όσο και στο 5x5 αλλά και σημαντικές διαφορές όπως μικρότερη επίδραση των αμυντικών ριμπάουντ στην έκβαση του αγώνα για το 3x3, μικρότερη χρήση των σκριν στη μπάλα στο 3x3 αλλά παρόμοιο αποτέλεσμα στην έκβαση του αγώνα.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, το 3x3 μοιράζεται κοινά στοιχεία και κινητικά πρότυπα με την παραδοσιακή καλαθοσφαίριση. Θεωρούνται και τα δύο μη κυκλικά αθλήματα, δράσης και αντίδρασης ενώ η κίνηση κατά τη διεξαγωγή τους είναι μη προγραμματισμένη και προκύπτει ως απάντηση σε κάποιο ερέθισμα (Gillett & Burgos, 2019). Απαιτούν γνωστικές αλλά και αθλητικές ικανότητες για την εκτέλεση αλμάτων, επιταχύνσεων, επιβραδύνσεων, αλλαγών κατεύθυνσης και σπριντ (Taylor et al., 2017) ενώ και τα δύο αθλήματα έχουν υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις και για τη διεξαγωγή τους απαιτείται ενεργοποίηση τόσο των αερόβιων όσο και των αναερόβιων μηχανισμών παραγωγής ενέργειας (Montgomery & Maloney, 2018; Stojanović et al., 2018). Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές έργου - διαλείμματος, των σχετικών εντάσεων, του σχετικού προπονητικού φορτίου και της μυϊκής καταπόνησης, δεν είναι δυνατή η εφαρμογή των διαθέσιμων δεδομένων από την παραδοσιακή καλαθοσφαίριση 5x5, στο μπάσκετ 3x3 (Conte et al., 2019).

## **1.2 Παρακολούθηση της προπονητικής επιβάρυνσης**

Οι τραυματισμοί αλλά και η πτώση της απόδοσης αποτελούν τα σημαντικότερα θέματα συζήτησης σε όλα τα αθλήματα και συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον προπονητών, αθλητών και ερευνητών. Ειδικά στα ομαδικά αθλήματα οι συνέπειες τους δύναται να μεταφερθούν και να επηρεάσουν τους στόχους ολόκληρης της ομάδας και όχι μόνο του παθόντα αθλητή. Για την αποφυγή τέτοιων καταστάσεων έχει προταθεί να λαμβάνονται υπόψη το προπονητικό φορτίο, ο τρόπος παιχνιδιού του αθλητή και η αδιάκοπη επικοινωνία μεταξύ ιατρικών και προπονητικών επιτελείων (Ekstrand et al., 2013).

Καθώς η συσσωρευμένη κόπωση από επαναλαμβανόμενες προπονήσεις και αγώνες είναι βασική αιτία τέτοιων καταστάσεων, η διασφάλιση της ελεγχόμενης κόπωσης

των αθλητών είναι σημαντική τόσο για τις προπονητικές προσαρμογές όσο και για την απόδοση (Pyne & Martin, 2011). Δεδομένου ότι ως κόπωση ορίζεται η αποτυχία διατήρησής των αναμενόμενων ή απαιτούμενων επιδόσεων (Edwards, 1983) και ότι ανάμεσα στους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την εμφάνιση της είναι η συχνότητα, η διάρκεια και η ένταση της άσκησης (Sahlin, 1992), καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η παρακολούθηση της προπονητικής επιβάρυνσης μπορεί να δώσει ώθηση στην απόδοση του αθλητή και να επηρεάσει θετικά την απόδοση της ομάδας, να προσδιορίσει τις προπονητικές προσαρμογές που προκύπτουν από το προπονητικό πρόγραμμα και να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο τραυματισμού. Επιπλέον, η παρακολούθηση της προπονητικής επιβάρυνσης δύναται να παρέχει επιστημονικές εξηγήσεις στις διακυμάνσεις της απόδοσης, να βοηθήσει στην κατάρτιση κατάλληλων προπονητικών προγραμμάτων και να προσδιορίσει το επίπεδο ετοιμότητας των αθλητών (Halson, 2014).

### **1.3 Εξωτερική και εσωτερική επιβάρυνση**

Ως εξωτερική επιβάρυνση ορίζεται οποιοδήποτε εξωτερικό ερέθισμα εφαρμόζεται στον αθλητή και υπολογίζεται ανεξάρτητα από τα ατομικά του χαρακτηριστικά. Το εξωτερικό αυτό φορτίο θα έχει ως αποτέλεσμα φυσιολογικές, εμβιομηχανικές και ψυχολογικές αποκρίσεις που ορίζονται ως εσωτερική επιβάρυνση (Soligard et al., 2016; Vanrenterghem et al., 2017).

Η μέτρηση της εξωτερικής επιβάρυνσης είναι σημαντική τόσο για την ποσοτικοποίηση της εργασίας που ολοκληρώθηκε όσο και των ικανοτήτων και των δυνατοτήτων του αθλητή ενώ και η εσωτερική επιβάρυνση, δηλαδή το σχετικό φυσιολογικό και ψυχολογικό στρες που επιβάλλεται στον αθλούμενο, είναι εξίσου κρίσιμο για τον προσδιορισμό του προπονητικού φόρτου και των επακόλουθων προσαρμογών που θα συμβούν (Halson, 2014).

Παραδείγματα εξωτερικής επιβάρυνσης αποτελούν η διάρκεια και η συχνότητα της άσκησης, η ταχύτητα κίνησης, η επιτάχυνση και η απόσταση που διανύεται ενώ παραδείγματα εσωτερικής επιβάρυνσης είναι η καρδιακή συχνότητα, η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα αλλά και η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης (RPE).

Οι μέθοδοι μέτρησης και ποσοτικοποίησης της επιβάρυνσης εξαρτώνται από τη φύση και το είδος του αθλήματος και της μετρήσιμης μεταβλητής και ποικίλουν από

δυναμόμετρα, αδρανειακούς αισθητήρες και αισθητήρες GPS για την ανάλυση της κίνησης, τεστ αλμάτων και ταχύτητας για την αξιολόγηση της κόπωσης και της απόδοσης, αισθητήρες καρδιακής συχνότητας για τη μελέτη της καρδιακής λειτουργίας αλλά και ερωτηματολόγια για την καταγραφή της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας και της κόπωσης (Halson, 2014).

#### **1.4 Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξετάσει την εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση που δέχονται οι αθλητές κατά τη διάρκεια ενός τουρνουά 3x3.

#### **1.5 Ερευνητικές υποθέσεις**

Θα υπάρξουν αυξημένες τιμές καρδιακής συχνότητας και μηχανικής επιβάρυνσης. Αναμένεται η μυϊκή επιβάρυνση όπως αυτή εκφράζεται από το δείκτη Muscle Load να είναι αυξημένη λόγω των μικρότερων διαστάσεων του γηπέδου που θα οδηγήσουν τους αθλητές να πραγματοποιήσουν περισσότερες ενέργειες υψηλής έντασης.

#### **1.6 Οριοθετήσεις και περιορισμοί**

Για τη συμμετοχή στη μελέτη επιλέχθηκαν αθλητές που δήλωσαν συμμετοχή στο επίσημο τουρνουά 3x3 της Ελληνικής Ομοσπονδίας Καλαθοσφαίρισης. Οι αθλητές που συμμετείχαν ήταν αποκλειστικά άρρενες και στο σύνολό τους ενεργοί καλαθοσφαιριστές παραδοσιακής καλαθοσφαίρισης 5x5 και αγωνιζόντουσαν στην Α2, Β' και Γ' Εθνική Κατηγορία.

#### **1.7 Ορισμοί και συντομογραφίες**

- Εξωτερική επιβάρυνση: Το προπονητικό έργο που εκτελεί ένας ασκούμενος ανεξάρτητα από τα ατομικά του χαρακτηριστικά
- Εσωτερική επιβάρυνση: Η φυσιολογική απόκριση του οργανισμού στην εξωτερική επιβάρυνση
- Καρδιακή Συχνότητα: Ο αριθμός των χτύπων της καρδιάς μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, συνήθως ένα λεπτό
- Μέση καρδιακή συχνότητα: Ο μέσος όρος της ΚΣ κατά τη διάρκεια μιας δραστηριότητας συγκεκριμένης χρονικής διάρκειας

- Μέγιστη καρδιακή συχνότητα: Ο μέγιστος στιγμιαίος αριθμός χτύπων της καρδιάς
- Επιτάχυνση: Ο θετικός ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας στη μονάδα του χρόνου. Το εύρος μέτρησης ορίστηκε από 0,5 m/s<sup>2</sup> ως 50 m/s<sup>2</sup>
- Επιβράδυνση: Ο αρνητικός ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας στη μονάδα του χρόνου. Το εύρος μέτρησης ορίστηκε από -50 m/s<sup>2</sup> ως -0,5 m/s<sup>2</sup>
- Training load: Συνδυαστική μεταβλητή που αξιοποιεί δεδομένα όπως η καρδιακή συχνότητα, η ενεργειακή κατανάλωση, η μηχανική επιβάρυνση και η διάρκεια της άσκησης
- Muscle load: Το συνολικό ποσό μηχανικής ενέργειας που παράχθηκε κατά τη διάρκεια της άσκησης.

AK: Αλλαγές Κατεύθυνσης

KΣ: Καρδιακή Συχνότητα

MA: μέση Απόσταση

ΜΔ: μέση Διάρκεια

ΜΚΣ: μέση Καρδιακή Συχνότητα

MT: μέγιστη Ταχύτητα

ΣΑ: συνολική Απόσταση

bpm: beats per minute (παλμοί ανά λεπτό)

GNSS: Global Navigation Satellite System

RPE: Rate of Perceived Exertion

μ.ο.: μέσος όρος

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1 Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 23 αθλητές ηλικίας  $21 \pm 1,57$  ετών οι οποίοι είναι ενεργειακά καλαθοσφαιριστές της Α2, Β' και Γ' Εθνικής Κατηγορίας εθνικής κατηγορίας της Ελλάδας. Οι συμμετέχοντες αγωνίστηκαν συνολικά σε 43 παιχνίδια της διοργάνωσης 3x3 της Ελληνικής Ομοσπονδίας Καλαθοσφαίρισης που διεξήχθη στην Κομοτηνή, στις 21 και 22 Μαΐου 2022. Οι αθλητές ενημερώθηκαν για την πειραματική διαδικασία και συμμετείχαν σε αυτή με τη συγκατάθεση τους.

### 2.2 Πειραματικός σχεδιασμός

Οι αθλητές προσήλθαν στο χώρο διεξαγωγής του τουρνουά αρκετή ώρα πριν αγωνιστούν, καταγράφηκαν τα ατομικά τους χαρακτηριστικά (βιολογική και προπονητική ηλικία και επίπεδο ενασχόλησης), καταγράφηκαν οι ομάδες και οι κατηγορίες συμμετοχής τους στο τουρνουά και μετρήθηκε το ύψος με τη χρήση φορητού αναστημόμετρου (Charder, HM250U Portable Ultrasonic Stadiometer). Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να ακολουθήσουν το τυπικό τους πρόγραμμα προθέρμανσης. Οι αγώνες πραγματοποιούνταν από τις 9:00πμ ως τις 10:00μμ και τις δύο ημέρες διεξαγωγής του τουρνουά με μια μικρή διακοπή το μεσημέρι. Οι αθλητές αγωνίστηκαν σε ως και 9 παιχνίδια μέσα σε μια ημέρα και σε ως και τέσσερα διαδοχικά παιχνίδια ενώ είχαν τη δυνατότητα να αποχωρήσουν από το χώρο της διοργάνωσης αλλά και να επαναλάβουν το πρόγραμμα προθέρμανσης αν έκριναν χρειαζόταν. Πριν από κάθε παιχνίδι τοποθετούνταν στους παίκτες αισθητήρας κίνησης και καρδιακής συχνότητας ενώ τόσο πριν όσο και μετά από κάθε παιχνίδι σημειωνόταν η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης σχετικά τη δραστηριότητα που είχε προηγηθεί.

Οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε χώρο ανοιχτό, χωρίς φυσικά εμπόδια και με εξαιρετικές καιρικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που δεν επιβάρυναν επιπλέον τους αθλητές αλλά και δεν επηρέασαν το σήμα των αισθητήρων GNSS (Global Navigation Satellite System).



## **2.3 Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης**

Για τη μέτρηση της εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης των αθλητών κατά τη διάρκεια των αγώνων χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Polar Team Pro (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) καθώς η μέτρηση της ΚΣ αποτελεί την πιο δημοφιλή μέθοδο αντικειμενικής ποσοτικοποίησης του προπονητικού φορτίου στα περισσότερα αθλήματα. Σε αθλήματα όπως η ποδηλασία, η κολύμβηση και τα ομαδικά αθλήματα, η ΚΣ χρησιμοποιείται συνδυαστικά με την καταγραφή της ισχύος, της ταχύτητας κίνησης, της επιτάχυνσης αλλά και της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης και της καταβληθείσας προσπάθειας. Καθώς δεν υπάρχει θεσπισμένος χρυσός κανόνας για την μέτρηση της επιβάρυνσης, συστήνεται η χρήση παραμέτρων σχετικών και εξειδικευμένων με το κάθε άθλημα (Soligard et al., 2016).

### **2.3.1 Polar Training Load Pro**

Με βάση την παραπάνω σύσταση, η εταιρεία Polar για τη μέτρηση του συνολικού προπονητικού φορτίου αξιοποιεί δεδομένα εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης. Για τη μέτρηση της εσωτερικής επιβάρυνσης χρησιμοποιεί συνδυαστικά τα δεδομένα καρδιακής λειτουργίας και της υποκειμενικής αντίληψης του προσλαμβανόμενου προπονητικού όγκου ενώ η εξωτερική επιβάρυνση ορίζεται ως Muscle Load και προσδιορίζεται από τη συνολική ισχύ του αθλητή. Επιπλέον, για την εξωτερική επιβάρυνση υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τη χρονική διάρκεια της προπόνησης, την ταχύτητα κίνησης, της επιτάχυνσης και της απόστασης που διένυσε ο αθλητής.

Κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή του αγώνα, οι παίκτες φορούν μια ατομική φορητή μονάδα που μετρά και μεταδίδει κινητικά και φυσιολογικά δεδομένα του αθλητή. Η μονάδα διαθέτει αισθητήρα καρδιακής συχνότητας, αισθητήρα εντοπισμού θέσης (GNSS) και αδρανειακό αισθητήρα ώστε να μπορεί και παρέχει εκτενή δεδομένα καρδιακής λειτουργίας, τοποθεσίας, απόστασης, ταχύτητας, επιτάχυνσης και ισχύος. Η αξιοπιστία του συστήματος αυτού έχει μελετηθεί και επαληθευτεί από παλαιότερες μελέτες (Gilgen-Ammann et al., 2019).

### **2.3.2 Αξιολόγηση του Muscle Load**

Το Muscle Load είναι ο πρωτεύων τρόπος υπολογισμού της εξωτερικής επιβάρυνσης για την Polar και δείχνει το συνολικό ποσό μηχανικής ενέργειας που

παράχθηκε κατά τη διάρκεια της άσκησης. Διευκρινίζεται δε πως αφορά παραγόμενη ενέργεια από την προσπάθεια και όχι ενέργεια που καταναλώθηκε για την προσπάθεια. Το Muscle Load υπολογίζεται από τον τύπο:

Muscle Load = Μέση παραγόμενη ισχύς της προπόνησης x διάρκεια της προπόνησης και απαιτεί είτε τον άμεσο υπολογισμό της ισχύος, είτε τον έμμεσο υπολογισμό της μέσω εμβιομηχανικών τύπων.

Το Muscle Load βασίζεται στην μεταβλητή Running Power που έχει εισάγει η Polar και συνδυάζει την ταχύτητα με την επιτάχυνση. Η Polar θεωρεί το Muscle Load την πιο έγκυρη μέθοδο για τη μέτρηση της εξωτερικής επιβάρυνσης. Όσο δε υψηλότερο το Muscle Load τόσο υψηλότερη η καταπόνηση για το μυοσκελετικό σύστημα, ωστόσο, οι ίδιες τιμές μπορούν να επιτευχθούν με λιγότερη ή περισσότερη προσπάθεια από κάποιον αθλητή καθώς δύναται να επηρεαστούν από το επίπεδο φυσικής κατάστασης, την ενυδάτωση, τη διατροφή και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Για τη μελέτη του Muscle Load ορίστηκαν ζώνες σύμφωνα με την ώρα διεξαγωγής του αγώνα και συγκεκριμένα η T1 για παιχνίδια που διεξήχθησαν την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 09:00 – 12:00, η T2 για την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 12:00 – 15:00, η T3 για την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 19:00 – 22:00, η T4 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 09:00 – 12:00, η T5 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 12:00 – 15:00, η T6 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 16:00 – 19:00 και η T7 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 19:00 – 22:00.

### **2.3.3 Αξιολόγηση του Training Load Score**

Η μεταβλητή Training Load Score αξιοποιεί πολλές πηγές δεδομένων όπως η καρδιακή συχνότητα, η ενεργειακή κατανάλωση, η μηχανική επιβάρυνση και η διάρκεια της άσκησης. Ο συνδυασμός τους μεταφράζεται σε μια κατανοητή μορφή που ποσοτικοποιεί την κόπωση που προκύπτει από μια προπονητική μονάδα καθιστώντας τη εύκολα συγκρίσιμη με άλλες προπονητικές μονάδες.

Για τη μελέτη του Training Load Score ορίστηκαν ζώνες σύμφωνα με την ώρα διεξαγωγής του αγώνα και συγκεκριμένα η T1 για παιχνίδια που διεξήχθησαν την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 09:00 – 12:00, η T2 για την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 12:00 – 15:00, η T3 για την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 19:00 – 22:00, η T4 για την

δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 09:00 – 12:00, η T5 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 12:00 – 15:00, η T6 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 16:00 – 19:00 και η T7 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 19:00 – 22:00.

#### **2.3.4 Αξιολόγηση της καρδιακής συχνότητας**

Το Polar Team Pro παρουσιάζει τον καρδιακό ρυθμό σε απόλυτες τιμές, ως παλμούς ανά λεπτό (bpm) και σε σχετικές τιμές ως ποσοστό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HR%). Για τη μελέτη της ΚΣ ορίστηκαν ζώνες σύμφωνα με το πρότυπο του Polar Team Pro και συγκεκριμένα η ζώνη Z1 στο 50-59% της μέγιστης ΚΣ, η ζώνη Z2 στο 60-69% της μέγιστης ΚΣ, η ζώνη Z3 στο 70-79% της μέγιστης ΚΣ, η ζώνη Z4 στο 80-89% της μέγιστης ΚΣ και η ζώνη Z5 στο 90-100% της μέγιστης ΚΣ. Για τον υπολογισμό των ορίων και της μέγιστης ΚΣ χρησιμοποιήθηκε ο τύπος: «Μέγιστη ΚΣ = 220 – ηλικία», λόγω του ότι δεν υπήρξε η δυνατότητα άμεσης μέτρησης τη Μέγιστης Καρδιακής Συχνότητας.

#### **2.3.5 Αξιολόγηση της ταχύτητας κίνησης, των επιταχύνσεων και των επιβραδύνσεων**

Ο αισθητήρας του Polar Team Pro χρησιμοποιεί προσαρμοστικούς αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ταχύτητας κίνησης, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης και της απόστασης που καλύπτουν οι αθλητές κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ή μιας προπόνησης. Για τη λήψη των δεδομένων αξιοποιεί τον αισθητήρα GNSS που διαθέτει με συχνότητα δειγματοληψίας 10Hz καθώς είναι επαληθευμένη και αξιόπιστη στη μέτρηση στιγμιαίων ταχυτήτων (Varley et al., 2012).

Για την αξιολόγηση της ταχύτητας κίνησης μετρήθηκε η μέγιστη ταχύτητα που επιτεύχθηκε στο σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους. Για αυτό το σκοπό ορίστηκαν ζώνες σύμφωνα με την ώρα διεξαγωγής του κάθε αγώνα και συγκεκριμένα η T1 για παιχνίδια που διεξήχθησαν την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 09:00 – 12:00, η T2 για την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 12:00 – 15:00, η T3 για την πρώτη μέρα του τουρνουά από τις 19:00 – 22:00, η T4 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 09:00 – 12:00, η T5 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 12:00 – 15:00, η T6 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 16:00 – 19:00 και η T7 για την δεύτερη μέρα του τουρνουά από τις 19:00 – 22:00.

Για την αξιολόγηση επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός τους και κατηγοριοποιήθηκαν σε ζώνες έντασης οι οποίες ορίστηκαν σύμφωνα

με το πρότυπο του Polar Team Pro. Συγκεκριμένα, για τις επιταχύνσεις η ζώνη Z1 ορίστηκε στα 0,50 - 0,99 m/s<sup>2</sup>, η ζώνη Z2 στα 1,00 - 1,99 m/s<sup>2</sup>, η ζώνη Z3 στα 2,00 - 2,99 m/s<sup>2</sup> και η ζώνη Z4 στα 3,00 - 50,00 m/s<sup>2</sup> και αντίστοιχα για τις επιβραδύνσεις, η ζώνη Z1 στα -50,00 - -3,00 m/s<sup>2</sup>, η ζώνη Z2 στα -2,99 - -2,00 m/s<sup>2</sup>, η ζώνη Z3 στα -1,99 - -1,00 m/s<sup>2</sup> και η ζώνη Z4 στα -0,99 - -0,50 m/s<sup>2</sup>.

### **2.3.6 Αξιολόγηση της απόστασης που διανύθηκε**

Για την αξιολόγηση της απόστασης που κάλυψε κάθε αθλητής κατά τη διάρκεια των αγώνων, μετρήθηκε η συνολική απόσταση, η απόσταση ανά λεπτό συμμετοχής και η απόσταση που διανύθηκε στις ορισμένες ζώνες ταχύτητας. Οι ζώνες ταχύτητας ορίστηκαν σύμφωνα με το πρότυπο του Polar Team Pro και συγκεκριμένα η ζώνη Z1 στα 3,00 - 6,99 km/h, η ζώνη Z2 στα 7,00 - 10,99 km/h, η ζώνη Z3 στα 11,00 - 14,99 km/h, η ζώνη Z4 στα 15,00 - 18,99 km/h και η ζώνη Z5 στα 19,00km/h και περισσότερο.

### **2.4 Στατιστική ανάλυση**

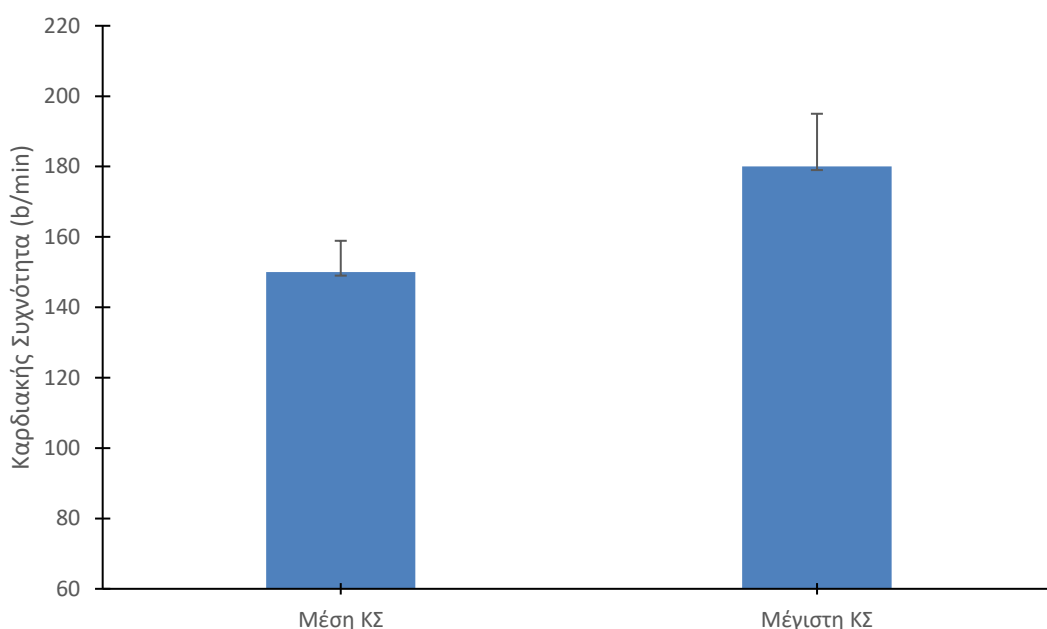
Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει δείκτες εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης σε τουρνουά 3x3. Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν δείκτες περιγραφικής στατιστικής όπως οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

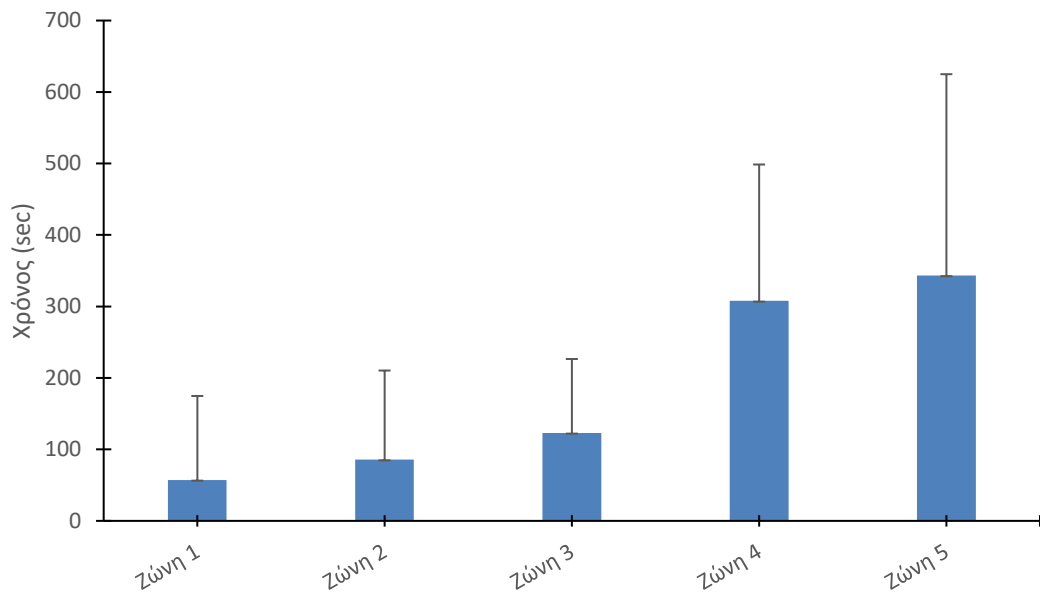
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθούν παράμετροι εσωτερικής και εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια ενός τουρνουά καλαθοσφαίρισης 3x3. Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται αρχικά τα δεδομένα της καρδιακής συχνότητας, στη συνέχεια της απόστασης, της ταχύτητας, των επιταχύνσεων, των επιβραδύνσεων και τέλος συγκεντρωτικοί δείκτες όπως η προπονητική επιβάρυνση (Training Load) και η μυϊκή επιβάρυνση (Muscle load).

### 3.1. Καρδιακή Συχνότητα

Για την εκτίμηση της εσωτερικής επιβάρυνσης αξιολογήθηκαν η μέση καρδιακή συχνότητα, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος παραμονής των αθλητών στις ζώνες καρδιακής συχνότητας. Αναφορικά με τη μέση ΚΣ, οι τιμές που παρατηρήθηκαν στο σύνολο των αγώνων ήταν  $164,3 \pm 16,987$  bpm και για τη μέγιστη ΚΣ ήταν  $190,77 \pm 13,45$  bpm. Ο χρόνος παραμονής στη Z1 ήταν  $57,23 \pm 117,52$  sec, στη Z2:  $85,66 \pm 124,70$  sec, στη Z3:  $123,08 \pm 103,42$  sec, στη Z4:  $307,70 \pm 190,90$  sec και στη Z5:  $343,34 \pm 281,61$  sec. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, για το σύνολο των αγώνων, τα δεδομένα της μέσης και μέγιστης ΚΣ. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για το σύνολο των αγώνων, ο χρόνος παραμονής σε κάθε μια από τις ζώνες ΚΣ.



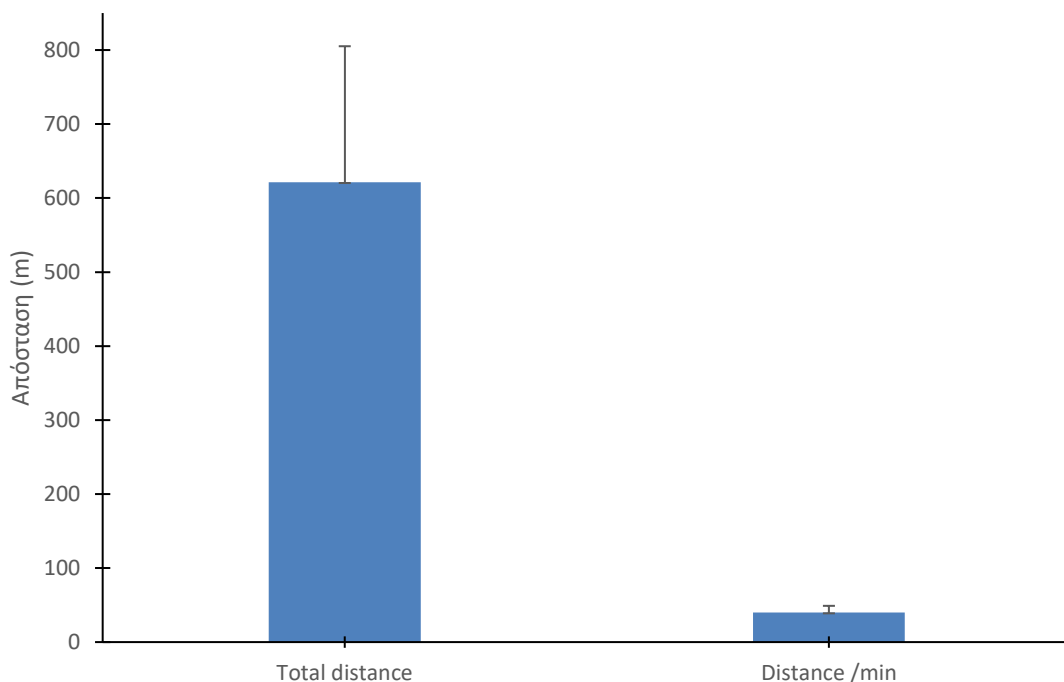
**Σχήμα 1.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέσης και μέγιστης ΚΣ στο σύνολο των αγώνων.



**Σχήμα 2.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του χρόνου παραμονής στις ζώνες ΚΣ στο σύνολο των αγώνων.

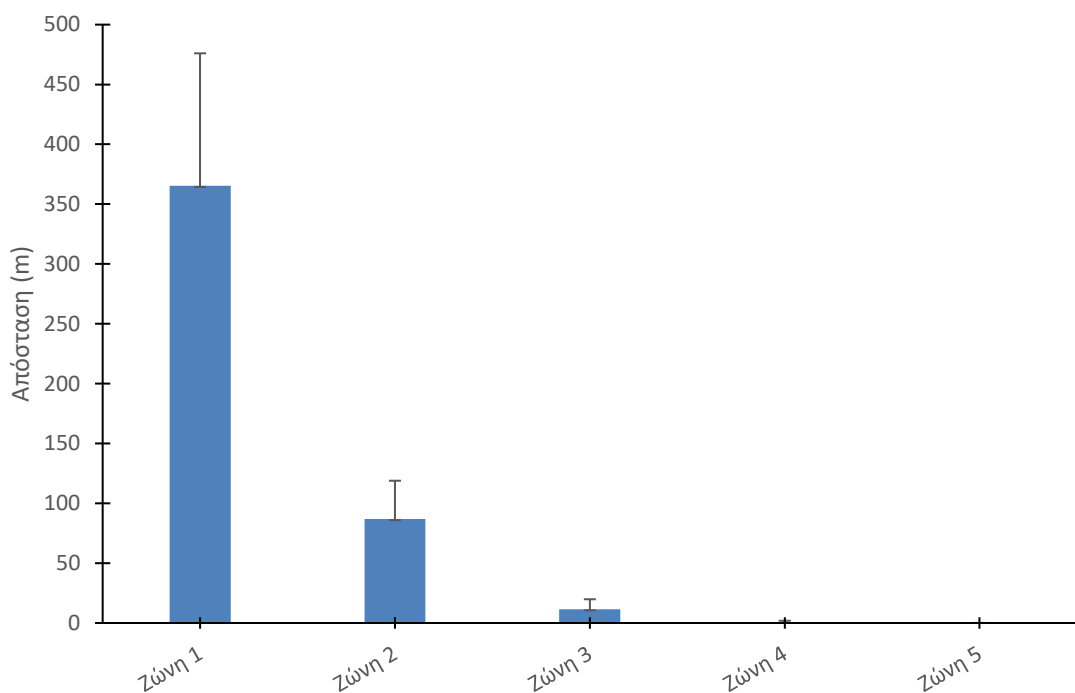
### 3.2. Απόσταση και ταχύτητα

Για την εκτίμηση της εξωτερικής επιβάρυνσης αξιολογήθηκαν η συνολική απόσταση που διανύθηκε, η απόσταση ανά λεπτό συμμετοχής, η μέγιστη ταχύτητα και η απόσταση που διανύθηκε σε κάθε μια από τις ζώνες ταχύτητας κίνησης. Αναφορικά με τη συνολική απόσταση, οι τιμές που παρατηρήθηκαν στο σύνολο των αγώνων ήταν  $621,32 \pm 183,80$  m και η απόσταση που διανύθηκε ανά λεπτό συμμετοχής ήταν  $39,86 \pm 9,13$  m. Η απόσταση που διανύθηκε στη ζώνη ταχύτητας Z1 ήταν  $365,34 \pm 110,66$  m, στη Z2:  $86,96 \pm 31,92$  m, στη Z3:  $11,53 \pm 8,31$  m, στη Z4:  $0,54 \pm 1,34$  m και στη Z5:  $0,01 \pm 0,08$  m. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, για το σύνολο των αγώνων, τα δεδομένα της συνολικής απόστασης και της απόστασης που διανύθηκε ανά λεπτό συμμετοχής. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για το σύνολο των αγώνων, η απόσταση που καλύφθηκε σε κάθε μια από τις ζώνες ταχύτητας. Τέλος, η μέγιστη ταχύτητα που επιτεύχθηκε ήταν  $13,77 \pm 1,93$  km/h κατά μέσο όρο στο σύνολο των αγώνων, για την T1 ήταν  $15,3 \pm 2,2$  km/h, για την T2 ήταν  $13,3 \pm 1,76$  km/h, για την T3 ήταν  $12,8 \pm 2,41$  km/h, για την T4 ήταν  $14 \pm 1,16$  km/h, για την T5 ήταν  $14,44 \pm 1,89$  km/h, για την T6 ήταν  $13,86 \pm 1,45$  km/h και για την T7 ήταν  $14,37 \pm 1,83$  km/h. Στο σχήμα 5 εμφανίζονται οι μέγιστες τιμές της ταχύτητας στο σύνολο των αγώνων και ανά χρονική στιγμή διεξαγωγής τους.

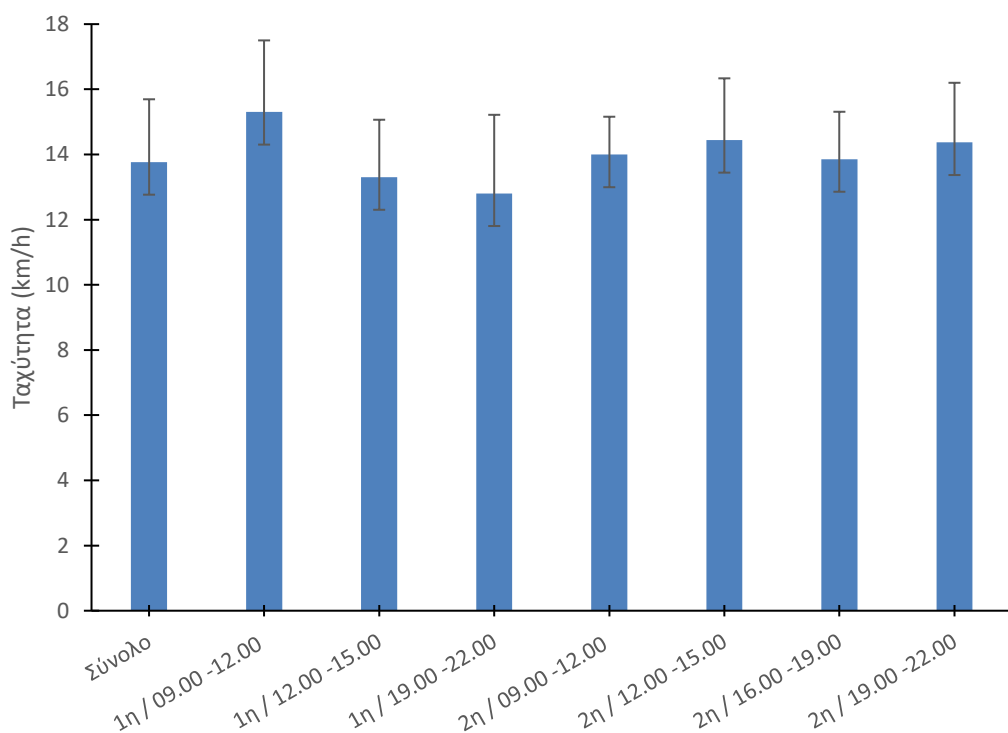


**Σχήμα 3.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής απόστασης και της απόστασης ανά λεπτό συμμετοχής στο σύνολο των αγώνων.





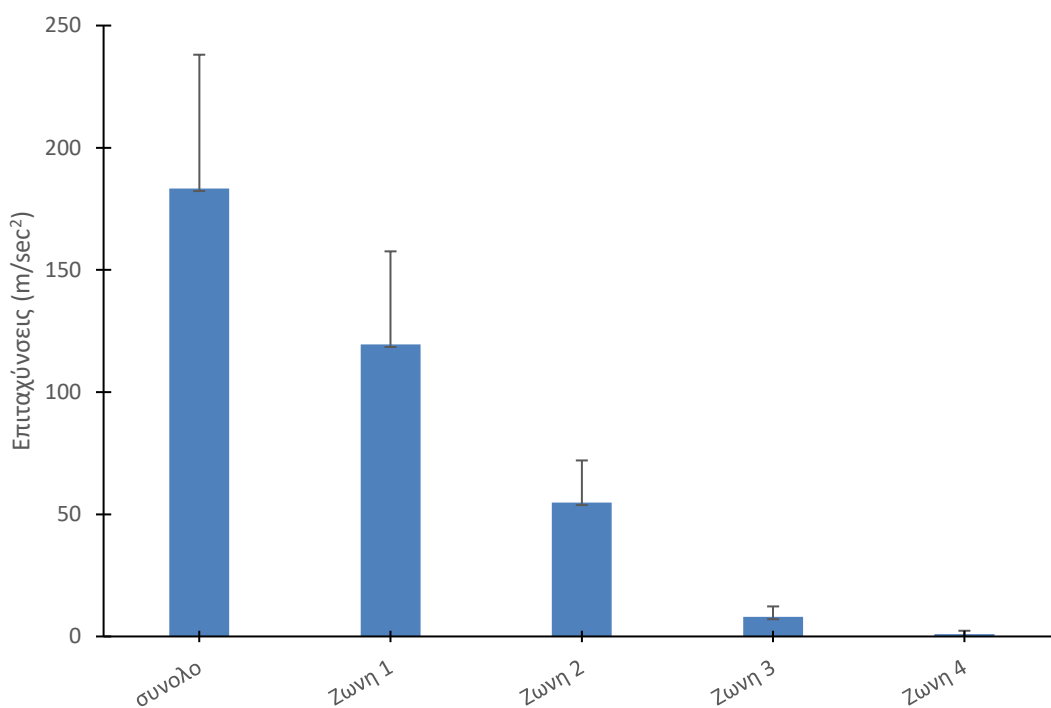
**Σχήμα 4.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής απόστασης στις ζώνες ταχύτητας στο σύνολο των αγώνων.



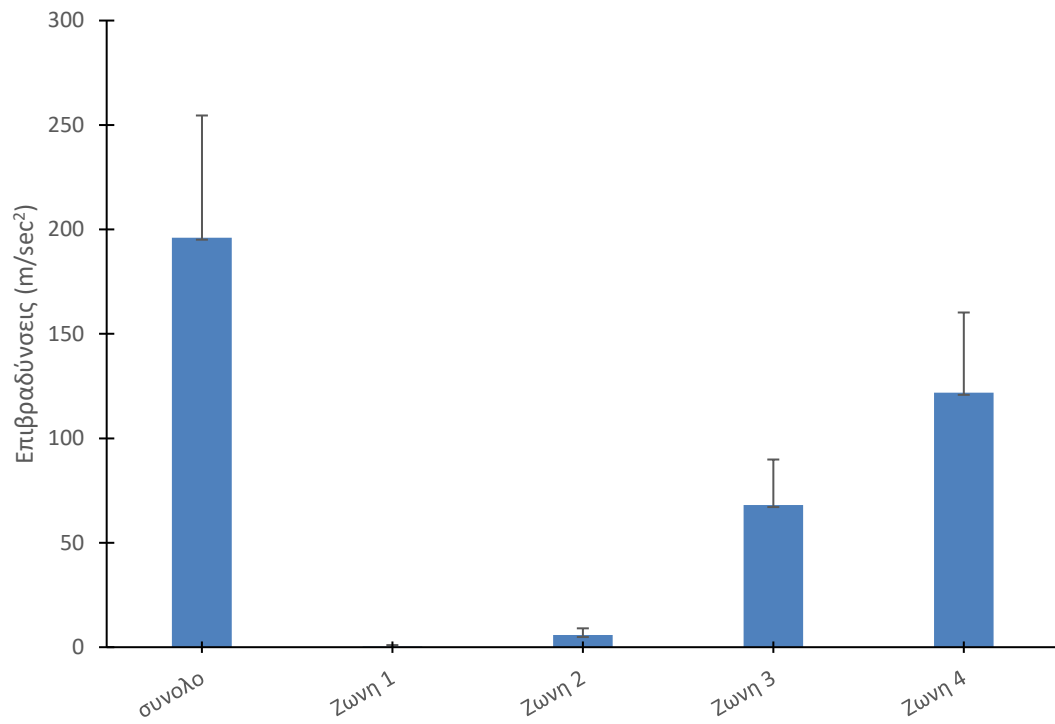
**Σχήμα 5.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης ταχύτητας στο σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.

### 3.3. Επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις

Για την εκτίμηση της εξωτερικής επιβάρυνσης αξιολογήθηκε επίσης ο μέσος αριθμός επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων που σημειώθηκαν στο σύνολο των αγώνων και στις ζώνες έντασης επιτάχυνσης και επιβράδυνσης. Αναφορικά με το μέσο αριθμό επιταχύνσεων, οι τιμές που παρατηρήθηκαν στο σύνολο των αγώνων ήταν  $183,29 \pm 54,78$  και ο μέσος αριθμός επιβραδύνσεων ήταν  $196,1 \pm 58,45$ . Ο μέσος αριθμός επιταχύνσεων στη ζώνη Z1 ήταν  $119,45 \pm 38,15$ , στη Z2:  $54,77 \pm 17,26$ , στη Z3:  $8,06 \pm 4,23$  και στη Z4:  $1,01 \pm 1,33$  ενώ ο μέσος αριθμός επιβραδύνσεων στη ζώνη Z1 ήταν  $0,36 \pm 0,64$ , στη Z2:  $5,86 \pm 3,18$ , στη Z3:  $68,08 \pm 21,76$  και στη Z4:  $121,80 \pm 38,43$ . Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά ο μέσος αριθμός επιταχύνσεων στο σύνολο των αγώνων και στις ζώνες επιτάχυνσης. Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά ο μέσος αριθμός επιβραδύνσεων στο σύνολο των αγώνων και στις ζώνες επιβράδυνσης.



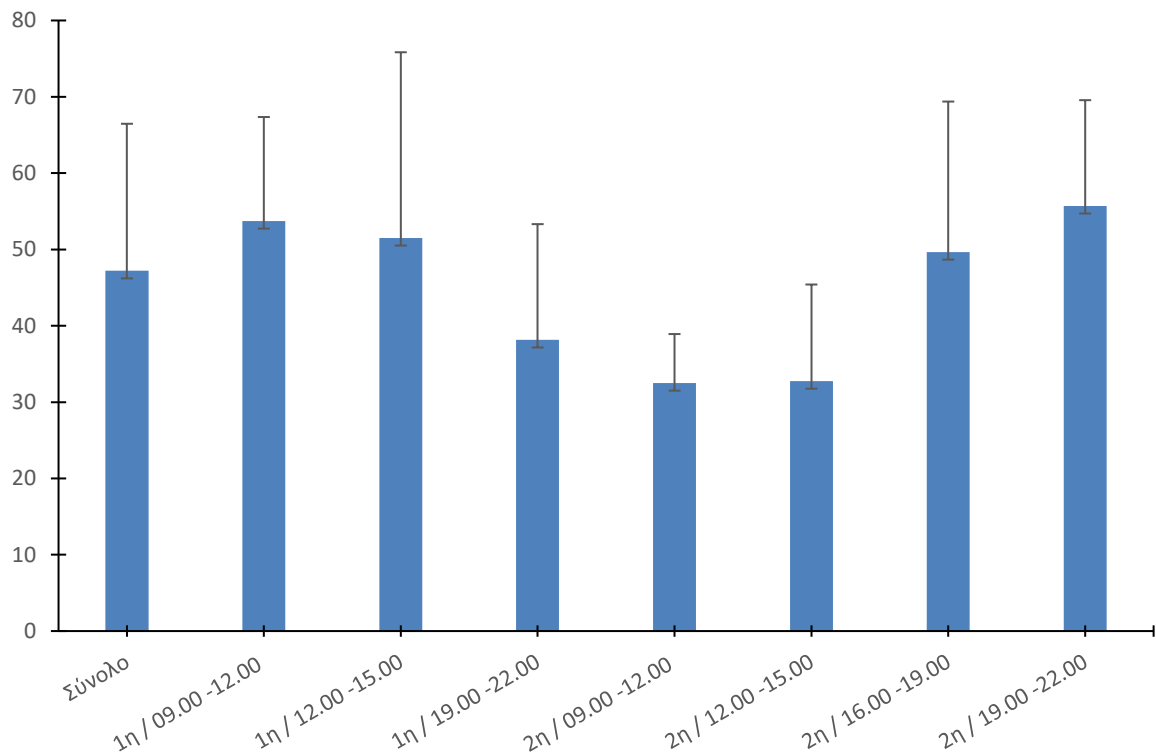
**Σχήμα 6.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του αριθμού των επιταχύνσεων και του αριθμού των επιταχύνσεων σε κάθε ζώνη έντασης.



**Σχήμα 7.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του αριθμού των επιβραδύνσεων και των επιβραδύνσεων σε κάθε ζώνη έντασης.

### 3.4. Προπονητική επιβάρυνση (Training Load Score)

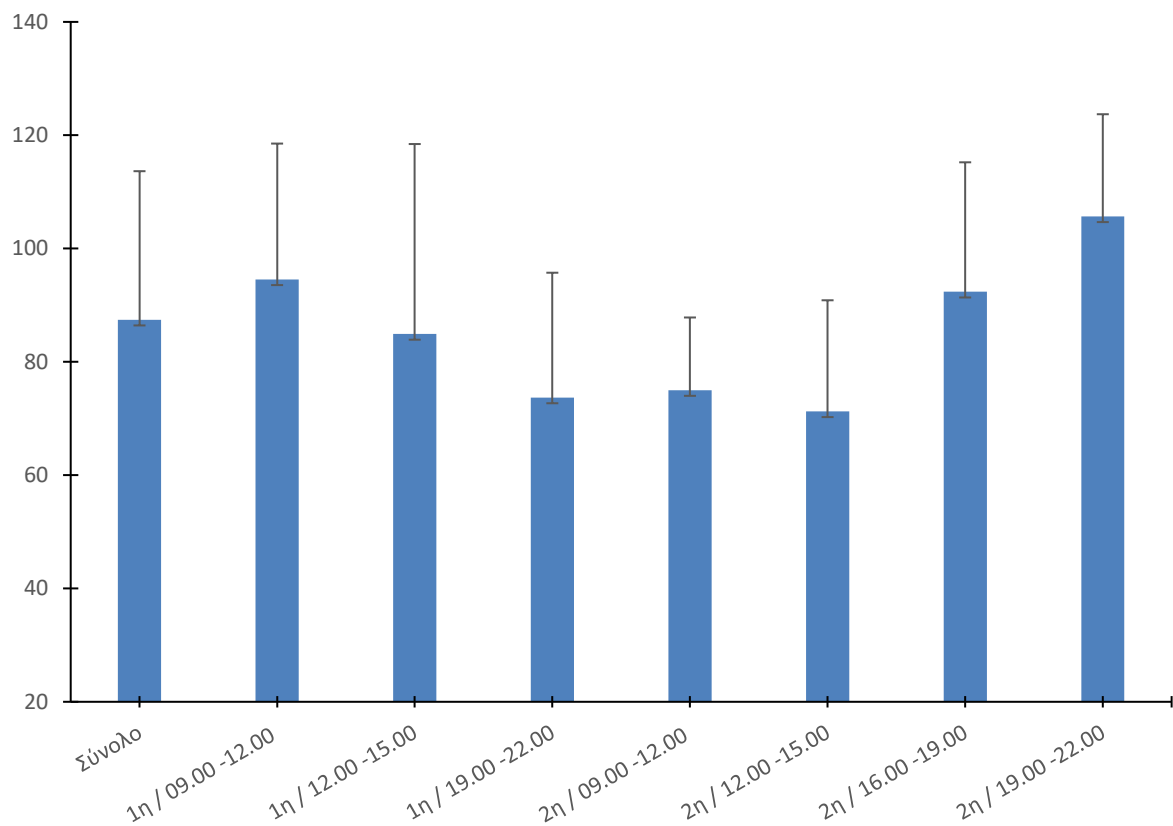
Η συνολική προπονητική επιβάρυνση μετρήθηκε στις  $47,21 \pm 19,26$  AU και για την T1 ήταν  $53,73 \pm 13,62$  AU, για την T2 ήταν  $51,52 \pm 24,32$  AU, για την T3 ήταν  $38,15 \pm 15,16$  AU, για την T4 ήταν  $32,5 \pm 6,42$  AU, για την T5 ήταν  $32,75 \pm 12,66$  AU, για την T6 ήταν  $49,67 \pm 19,71$  AU και για την T7 ήταν  $55,71 \pm 13,85$  AU. Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις του συνολικού προπονητικού φορτίου για το σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.



**Σχήμα 8.** Μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις του συνολικού προπονητικού φορτίου για το σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.

### 3.5. Μυϊκή επιβάρυνση (Muscle Load)

Η μυϊκή επιβάρυνση μετρήθηκε στις  $87,43 \pm 26,23$  AU και για την T1 ήταν  $94,55 \pm 23,98$  AU, για την T2 ήταν  $84,91 \pm 33,54$  AU, για την T3 ήταν  $73,69 \pm 22,04$  AU, για την T4 ήταν  $75 \pm 12,83$  AU, για την T5 ήταν  $71,25 \pm 19,62$  AU, για την T6 ήταν  $92,36 \pm 22,86$  AU και για την T7 ήταν  $105,67 \pm 18,04$  AU. Στο Σχήμα 9 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις του μυϊκού φορτίου για το σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.



**Σχήμα 9.** Μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις του μυϊκού φορτίου για το σύνολο των αγώνων και ανά ώρα διεξαγωγής τους.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση που δέχονται οι συμμετέχοντες σε ένα τουρνουά καλαθοσφαίρισης 3x3. Για τις ανάγκες της μελέτης αξιολογήθηκαν δείκτες όπως η μέση διάρκεια των αγώνων, η συνολική απόσταση που διανύθηκε ανά παιχνίδι και ανά λεπτό συμμετοχής, η μέση και μέγιστη καρδιακή συχνότητα, η μέγιστη ταχύτητα που επιτεύχθηκε, το συνολικό προπονητικό φορτίο και η μυϊκή επιβάρυνση των παικτών.

Συνολικά μετρήθηκαν και αξιολογήθηκαν 145 συμμετοχές σε 43 αγώνες. Οι αγώνες διεξήχθησαν σε πολύ καλές καιρικές συνθήκες, χωρίς νεφώσεις, με τη μέση τιμή της θερμοκρασίας να είναι  $23,4 \pm 2,87$  °C και τη μέση τιμή υγρασίας να είναι  $49,49 \pm 12,31\%$ . Η μέση διάρκεια των αγώνων ήταν περίπου 15 λεπτά, η μέση ΚΣ ήταν  $164,3 \pm 16,99$  bpm, η μέγιστη ΚΣ ήταν  $190,77 \pm 13,45$  bpm ενώ κυρίαρχη ζώνη ΚΣ ήταν η Ζώνη 5 με εξίσου σημαντικό χρόνο να σημειώνεται στη Ζώνη 4. Ο κάθε παίκτης διένυε κατά μέσο όρο  $621 \pm 183,8$  m σε κάθε παιχνίδι και  $39,86 \pm 9,13$  m για κάθε λεπτό συμμετοχής με χαμηλές ταχύτητες κίνησης ως επί το πλείστο ενώ η μέγιστη ταχύτητα που επιτεύχθηκε ήταν  $13,77 \pm 1,93$  km/h. Οι παίκτες πραγματοποίησαν  $183,29 \pm 54,78$  επιταχύνσεις και  $196,1 \pm 58,45$  επιβραδύνσεις κατά μέσο όρο σε κάθε αγώνα με τις περισσότερες να διαπιστώνονται στις ζώνες χαμηλής και μέτριας έντασης. Τέλος, σχετικά με τις μεταβλητές που έχει θεσπίσει η Polar, η μέση μυϊκή επιβάρυνση μετρήθηκε στις  $87,43 \pm 26,23$  AU ενώ το συνολικό προπονητικό φορτίο βρέθηκε να είναι  $47,21 \pm 19,26$  AU.

Στα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως η μέση ΚΣ ήταν  $164,3 \pm 16,99$  bpm και η μέγιστη ΚΣ  $190,77 \pm 13,45$  bpm. Παρόμοια αποτελέσματα με την παρούσα έρευνα παρουσιάστηκαν στην πολύ πρόσφατη μελέτη των Cabarkara et al. (2023) οι οποίοι μελέτησαν φυσιολογικά χαρακτηριστικά και δεδομένα απόδοσης επαγγελματιών παικτών 3x3. Στη μελέτη αυτή βρέθηκε πως η μέση ΚΣ των παικτών ήταν  $160,6 \pm 8$  bpm και η μέγιστη ΚΣ  $188,5 \pm 6,3$  bpm. Στη μελέτη των Montgomery & Maloney (2018), την πρώτη σχετική με το 3x3, η μέση ΚΣ ήταν  $164 \pm 12$  bpm και η μέγιστη ΚΣ  $198 \pm 10$  bpm ενώ στην έρευνα των Willberg et al. (2022), οι οποίοι σύγκριναν τιμές προπονητικού φορτίου ανάμεσα στο 3x3 και την παραδοσιακή καλαθοσφαίριση, βρέθηκε πως η μέση ΚΣ ήταν  $149,2 \pm 27,8$  bpm. Επιπλέον, στην παρούσα έρευνα βρέθηκε πως κυρίαρχη ζώνη ΚΣ ήταν η Ζώνη 5 με εξίσου σημαντικό χρόνο να σημειώνεται στη Ζώνη 4 με τον μέσο χρόνο

παραμονής να είναι  $343,34 \pm 281,61$  sec και  $307,7 \pm 190,90$  sec αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζονται στη μελέτη των Cabarkara et al. (2023) με τον χρόνο παραμονής στη Z5 να αποτελεί το  $42,1 \pm 10\%$  του συνολικού χρόνου συμμετοχής και στη Z4 το  $26,4 \pm 10,4\%$ . Τέλος, στη μελέτη των Willberg et al. (2022) κυρίαρχη ζώνη ΚΣ βρέθηκε να είναι η Ζώνη μεταξύ 160 και 180 bpm που αντιστοιχεί στη Z4 ενώ οι McGown et al. (2020) στη δική τους μελέτη όπου μετρήθηκαν δεδομένα ΚΣ και τεχνικοτακτικά χαρακτηριστικά του 3x3, διαπιστώθηκε πως στη Z5 δαπανήθηκε το  $56,9 \pm 20,1\%$  του συνολικού χρόνου παιχνιδιού.

Σχετικά με τα δεδομένα απόστασης, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε πως κατά μέσο όρο διανύθηκαν  $621 \pm 183,8$  m σε κάθε παιχνίδι και  $39,86 \pm 9,13$  m για κάθε λεπτό συμμετοχής ενώ στην μελέτη Willberg et al. (2022) βρέθηκε πως η μέση απόσταση που καλύφθηκε ήταν  $863,8 \pm 219$ m και η απόσταση ανά λεπτό συμμετοχής  $63,9 \pm 7,9$  m/min συμμετοχής ενώ και στη μελέτη των Montgomery & Maloney (2018) η μέση απόσταση ήταν  $876 \pm 220,8$  m ενώ καλύφθηκαν και  $44,1 \pm 9,6$ m ανά λεπτό συμμετοχής.

Στην παρούσα μελέτη, η μέγιστη ταχύτητα μετρήθηκε στα  $13,77 \pm 1,93$  km/h ενώ καταγράφηκε και η απόσταση που διανύθηκε στις ορισμένες ζώνες ταχύτητας με τους αθλητές να διανύουν στη ζώνη Z1:  $365,34 \pm 110,66$  m, στη Z2:  $86,96 \pm 31,92$  m, στη Z3:  $11,53 \pm 8,31$  m, στη Z4:  $0,54 \pm 1,34$  m και στη Z5:  $0,01 \pm 0,08$  m. Οι Willberg et al. (2022) στη μελέτη τους για το 3x3 κατέγραψαν τη μέγιστη ταχύτητα στα  $17,7 \pm 1,6$  km/h και διαπίστωσαν πως οι συμμετέχοντες παρέμειναν περισσότερη ώρα στη ζώνη μέτριας ταχύτητας (12 – 14 km/h).

Αναφορικά με τον αριθμό επιβραδύνσεων και επιταχύνσεων, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε πως οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν  $121,8 \pm 38,43$  επιβραδύνσεις πολύ χαμηλής έντασης ( $-0.99$  -  $-0.50$  m/s<sup>2</sup>),  $68,08 \pm 21$  επιβραδύνσεις χαμηλής έντασης ( $-1.99$  -  $-1.00$  m/s<sup>2</sup>) και  $5,86 \pm 3,18$  επιβραδύνσεις μέτριας έντασης ( $-2.99$  -  $-2.00$  m/s<sup>2</sup>). Επίσης, μετρήθηκαν  $119,45 \pm 38,15$  επιταχύνσεις πολύ χαμηλής έντασης ( $0.50$  -  $0.99$  m/s<sup>2</sup>),  $54,77 \pm 17,26$  επιταχύνσεις χαμηλής έντασης ( $1.00$  -  $1.99$  m/s<sup>2</sup>) και  $8,06 \pm 4,23$  επιταχύνσεις μέτριας έντασης ( $2.00$  -  $2.99$  m/s<sup>2</sup>). Οι Montgomery & Maloney (2018) εντόπισαν  $28,43 \pm 10,4$  επιβραδύνσεις μέτριας ( $2,5$  -  $3,5$  m/s<sup>2</sup>) και  $9,95 \pm 4,45$  επιβραδύνσεις χαμηλής έντασης ( $<2,5$  m/s<sup>2</sup>) και  $20,85 \pm 7,67$  επιταχύνσεις μέτριας ( $2,5$  -  $3,5$  m/s<sup>2</sup>) και  $7,32 \pm 3,58$  επιταχύνσεις χαμηλής έντασης ( $<2,5$  m/s<sup>2</sup>). Στη μελέτη των Willberg et al. (2022) μετρήθηκαν  $6,7 \pm 4$  επιταχύνσεις και  $5,1 \pm 3,3$  επιβραδύνσεις υψηλής έντασης ( $>3,5$  m/s<sup>2</sup>),

δεδομένα που ωστόσο μετρήθηκαν μέσω αδρανειακού αισθητήρα. Τόσο η παρούσα έρευνα, όσο και αυτές των Montgomery & Maloney (2018) και των Willberg et al. (2022) επιβεβαίωσαν το γεγονός πως ο συνολικός αριθμός των επιβραδύνσεων υπερτερεί του αριθμού των επιταχύνσεων.

Τέλος, η μέση μυϊκή επιβάρυνση (Muscle Load) μετρήθηκε στις  $87,43 \pm 26,23$  AU ενώ το συνολικό προπονητικό φορτίο (Training Load Score) βρέθηκε να είναι  $47,21 \pm 19,26$  AU. Καθώς είναι η πρώτη φορά που το σύστημα Polar Team Pro χρησιμοποιείται για τη μελέτη της προπονητικής επιβάρυνσης στην καλαθοσφαίριση 3x3, δεν υπάρχουν διαθέσιμα συγκρίσιμα δεδομένα για τις μεταβλητές Muscle load και Training Load Score. Επιπλέον, μετά από εκτενή αναζήτηση στη διεθνή βιβλιογραφία, δεν κατέστη δυνατό να βρεθούν μελέτες που να αξιοποίησαν τις συγκεκριμένες μεταβλητές σε κάποιο άλλο άθλημα.



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας ήταν να διερευνήσει την εσωτερική και εξωτερική επιβάρυνση που δέχονται οι αθλητές που συμμετέχουν σε ένα τουρνουά καλαθοσφαίρισης 3x3, σε συνεχόμενες ημέρες.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης διαπιστώνεται πως το 3x3 basketball είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό άθλημα με υψηλή εξωτερική επιβάρυνση. Η υψηλή καρδιακή και μυϊκή επιβάρυνση προκύπτει μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Όπως προκύπτει και από τη βιβλιογραφία, πρόκειται για άθλημα με υψηλές αναερόβιες απαιτήσεις που θα πρέπει να συνοδεύονται από ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο αερόβιας ικανότητας με σκοπό την όσο το δυνατό πιο πλήρη και σύντομη αποκατάσταση και αυτό είναι κάτι που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων για αθλητές καλαθοσφαίρισης 3x3.

Ωστόσο, καθώς το 3x3 είναι ένα νέο άθλημα, η μελέτη του είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Έτσι, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες σε περισσότερους αθλητές, σε περισσότερους αγώνες διαφόρων ηλικιών και επιπέδων, με ταυτόχρονη καταγραφή των στοιχείων επιβάρυνσης κατά τη διεξαγωγή μεμονωμένων αλλά και επαναλαμβανόμενων αγώνων που θα επιβεβαιώσουν και θα εμπλουτίσουν τα υπάρχοντα δεδομένα.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Cabarkapa, D., Krsman, D., Cabarkapa, D. V., Philipp, N. M., & Fry, A. C. (2023). Physical and performance characteristics of 3x3 professional male basketball players. *Sports*, 11(1), 17. <https://doi.org/10.3390/sports11010017>
2. Conte, D., Straigis, E., Clemente, F. M., Gómez, M., & Tessitore, A. (2019). Performance profile and game-related statistics of FIBA 3x3 basketball World Cup 2017. *Biology of Sport*, 36(2), 149-154. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.83007>
3. Edwards, R. H. T. (1983). Biochemical bases of fatigue in exercise performance: catastrophe theory of muscular fatigue, *Biochemistry of Exercise*, Int Ser Sports Sci. Edited by HG Vogel, HG Knuttgen, Poortmans. Champaign, Illinois, Human Kinetics Publ.
4. Ekstrand, J., Hägglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H., & Waldén, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 732-737. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092394>
5. Erčulj, F., Vidic, M., & Leskošek, B. (2019). Shooting efficiency and structure of shooting in 3 × 3 basketball compared to 5v5 basketball. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(1), 91-98. <https://doi.org/10.1177/1747954119887722>
6. Figueira, B., Mateus, N., Esteves, P., Dadeliené, R., & Paulauskas, R. (2022). Physiological responses and technical-tactical performance of youth basketball players: A brief comparison between 3x3 and 5x5 basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 332-340. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.332>
7. Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
8. Gilgen-Ammann, R., Schweizer, T., & Wyss, T. (2019). RR interval signal quality of a heart rate monitor and an ECG Holter at rest and during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), 1525-1532. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04142-5>
9. Gillett, J., & NSCA - National Strength & Conditioning Association. (2019). *Strength training for basketball*. Strength Training for Sport.
10. Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139-147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
11. McGown, R. B., Ball, N. B., Legg, J. S., & Mara, J. K. (2020). The perceptual, heart rate and technical-tactical characteristics of 3 × 3 basketball. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(5-6), 772-782. <https://doi.org/10.1177/1747954120930916>

12. Montgomery, P. G. (2018). 3x3 basketball competition: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Physical Fitness, Medicine & Treatment in Sports*, 5(3). <https://doi.org/10.19080/jpfmts.2018.05.555664>
13. Montgomery, P. G., & Maloney, B. D. (2018). 3x3 basketball: Performance characteristics and changes during elite tournament competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10), 1349-1356. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0011>
14. Montgomery, P. G., & Maloney, B. D. (2018). Three-by-three basketball: Inertial movement and physiological demands during elite games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1169-1174. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0031>
15. Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., & Banister, E. W. (1990). Modeling human performance in running. *Journal of Applied Physiology*, 69(3), 1171-1177 <https://doi.org/10.1152/jappl.1990.69.3.1171>
16. Ortega, E., Ortín, M., Giménez-Egido, J. M., & Gómez-Ruano, M. (2021). Technical-Tactical Performance Indicators During the Phases of Play in 3x3 Basketball. *Revista de Psicología del Deporte (Journal of Sport Psychology)*, 30(2), 187-194.
17. Pyne, D. B., & Martin, D. T. (2011). Fatigue-Insights from individual and team sports. In *Regulation of fatigue in exercise* (pp. 177-186). Nova Publishers.
18. Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in Fatigue<sup>1</sup>. *Sports Medicine*, 13(2), 99-107. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213020-00005>
19. Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030-1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>
20. Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2017). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 111-135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
21. Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533-2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
22. Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and

biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135-2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>

23. Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121-127. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.627941>
24. Willberg, C., Wellm, D., Behringer, M., & Zentgraf, K. (2022). Analyzing acute and daily load parameters in match situations – a comparison of classic and 3 × 3 basketball. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18 (1), 207-219. <https://doi.org/10.1177/17479541211067989>
25. Willberg, C., Wieland, B., Rettenmaier, L., Behringer, M., & Zentgraf, K. (2022). The relationship between external and internal load parameters in 3x3 basketball tournaments. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1342413/v1>