

**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:

**Η ΔΙΑΚΥΜΑΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΥΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΝΟΣ
ΑΓΩΝΑ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΣΕ ΕΦΗΒΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ**

ΤΟΥ

Πέττα Κωνσταντίνου (ΑΕΜ: 13018)

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Επιβλέπων Καθηγητής:

Χατζηνικολάου Αθανάσιος,
Αναπληρωτής Καθηγητής,
Τ. Ε. Φ. Α. Α. - Σ. Ε. Φ. Α. Α. -Δ. Π. Θ.

2ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Αυλωνίτη Αλεξάνδρα,
Επίκουρη Καθηγήτρια,
Τ. Ε. Φ. Α. Α. - Σ. Ε. Φ. Α. Α. -Δ. Π. Θ.

3ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Καμπάς Αντώνιος,
Καθηγητής,
Τ. Ε. Φ. Α. Α. - Σ. Ε. Φ. Α. Α. -Δ. Π. Θ.

Κομοτηνή, 2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στον Καθηγητή μου κύριο Αθανάσιο Χατζηνικολάου για την στήριξη στον προπτυχιακό και μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών μου, στην οικογένεια μου για την συνεχή στήριξη όλα αυτά τα χρόνια και στους Χρήστο Μπατατόλη και Αλέξανδρο Βαρυπάτη για τη βοήθεια τους στην διεξαγωγή της έρευνας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πέττας Κωνσταντίνος: Η διακύμανση της μυϊκής ισχύος κατά τη διάρκεια ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης σε εφήβους αθλητές

(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χατζηνικολάου Αθανάσιου)

Η καλαθοσφαίριση αποτελεί άθλημα του οποίου η έκβαση κρίνεται από τις ενέργειες υψηλής έντασης. Έως τώρα δεν έχει μελετηθεί επίδραση του χρόνου συμμετοχής σε παραμέτρους φυσικής απόδοσης σε έφηβους αθλητές. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει τη διακύμανση της απόδοσης, κατά τη διάρκεια αγώνα καλαθοσφαίρισης, εφήβων αθλητών σε δοκιμασίες ταχύτητας, κατακόρυφου άλματος και ευκινησίας. Στην έρευνα συμμετείχαν 10 αθλητές καλαθοσφαίρισης ηλικίας 15-17 ετών (ύψους $1,98 \pm 4,1$ εκ., βάρους $86,4 \pm 5,7$ κιλά και ποσοστού λίπους $8,03 \pm 2,7\%$), οι οποίοι ανήκαν στην ίδια ομάδα και αγωνίστηκαν σε έναν αγώνα καλαθοσφαίρισης. Κατά τη διάρκεια του αγώνα αξιολογήθηκε η εσωτερική επιβάρυνσης μέσω της μέσης και μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Πριν την έναρξη του αγώνα και στο τέλος της κάθε περιόδου αξιολογήθηκαν η επίδοση των αθλητών στην ταχύτητα των 10 μέτρων, στη δοκιμασία ευκινησίας 5-10-5 και στο κατακόρυφο άλμα με υποχωρητική φάση. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα. Στην ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά του παράγοντα χρόνου σε όλες τις δοκιμασίες που υποβλήθηκαν οι εξεταζόμενοι. Κατά τη διάρκεια του αγώνα παρατηρήθηκε μείωση της μέσης και μέγιστης καρδιακής συχνότητας, με τις χαμηλότερες τιμές να εμφανίζονται στη τέταρτη περίοδο, καθώς και μείωση στο κάθετο άλμα με υποχωρητική φάση, την επίδοση στα 10μ ταχύτητα και στην δοκιμασίας ευκινησίας 5-10-5. Συνεπώς φαίνεται πως η εξωτερική επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης επηρεάζει την ικανότητα απόδοσης σε εφήβους αθλητές καλαθοσφαίρισης.

Λέξεις κλειδιά: έφηβοι αθλητές, καλαθοσφαίριση, μυϊκή ισχύς

ABSTRACT

Konstantinos Pettas: Variation of muscle power performance in adolescents' basketball players during a basketball game

(Under the supervision of Associate Professor Chatzinikolaou Athanasios)

Basketball characterized by intermittent high intensity actions which determine the result. Until now has not be investigated the effect of participation on power during the game. Therefore, the purpose of this study was to investigate the performance in speed, agility, and vertical jump during a basketball simulation game. Ten (10) adolescent basketball players playing in the same team and aged 15-17 years old (height 1.98 ± 4.1 cm, weight 86.4 ± 5.7 kg and body fat $8.03 \pm 2.7\%$) participated in a simulated basketball game. Mean and maximal heart rate were monitored during the game as internal load markers. Performance in time to complete 10 meters was serve as speed marker, agility (5-10-5 test), and countermovement jump were assessed pregame an at the end of first, second, third and fourth period of the simulation game. For the statistical analysis one way ANOVA was used. Results showed a statistically significant effect of the factor "time". Deterioration of maximum and mean heart rate was observed during the game and the lowest values have been observed during the 4th period. Also, countermovement jump, 10m sprint performance and 5-10-5 agility test performance deteriorated as the game approached the last period. In conclusion external load during a basketball game affect negatively the ability to perform high power actions in adolescent basketball players.

Key words: power, basketball, adolescents

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1. Σκοπός.....	13
1.7. Οριοθετήσεις και περιορισμοί και.....	13
1.8. Ορισμοί	13
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	15
2.1. Δείγμα.....	15
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	15
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης.....	16
2.3.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά	16
2.3.1.1. Θωρακική δερματοπτυχή.....	17
2.3.1.2. Μεσομασχαλιαία δερματοπτυχή.....	17
2.3.1.3. Δερματοπτυχή τρικεφάλου βραχιονίου.....	18
2.3.1.4. Δερματοπτυχή υποπλατίου.....	18
2.3.1.5. Δερματοπτυχή λαγονίου.....	18
2.3.1.6. Κοιλιακή δερματοπτυχή.....	18
2.3.1.7. Μηριαία δερματοπτυχή.....	19
2.3.2. Δοκιμασία κατακόρυφου άλματος.....	19
2.3.2.1. Δοκιμασία κατακόρυφου από θέση καθίσματος.....	19
2.3.2.2. Δοκιμασία κατακόρυφου άλματος με υποχωρητική φάση με τα χέρια στη μεσολαβή.....	20

2.4. Δοκιμασία ταχύτητας.....	20
2.5. Δοκιμασία ευκινησίας.....	21
2.6. Στατιστική ανάλυση.....	21
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	22
3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.....	23
3.2. Μέση καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο αγώνα.....	25
3.3. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο αγώνα.....	26
3.4. Κάθετο άλμα.....	28
3.5. Ταχύτητα 10μ.	29
3.6. Ευκινησία (5-10-5).....	30
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	28
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	31
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Χαρακτηριστικά των αθλητών που συμμετείχαν στη μελέτη.....	21
-------------------	--	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Μέση καρδιακή συχνότητα σε κάθε περίοδο του αγώνα	22
Σχήμα 2.	Μέση καρδιακή συχνότητα σε κάθε περίοδο του αγώνα	23
Σχήμα 3.	Μέσος όρος κατακόρυφου άλματος με υποχρεωτική φάση σε κάθε περίοδο του αγώνα.....	24
Σχήμα 4.	Μέσος όρος του χρόνου για την ολοκλήρωση των 10μ ταχύτητας σε κάθε περίοδο του αγώνα.....	25
Σχήμα 5.	Μέσος όρος του χρόνου για την ολοκλήρωση της δοκιμασίας 5-10-5 ταχύτητας σε κάθε περίοδο του αγώνα	26

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Optogate by Microgate.....	20
Εικόνα 2. Δοκιμασία 5-10-5 Agility Test	21

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλαθοσφαίριση είναι ένα διαλειμματικό άθλημα κλειστού χώρου όπου περιλαμβάνονται εναλλαγές μεταξύ άμυνας και επίθεσης ενώ συμβαίνουν και αρκετές αλλαγές στα κινητικά πρότυπα των αθλητών. Στη διάρκεια ενός παιχνιδιού περίοδοι υψηλής, μέτριας και χαμηλής έντασης εναλλάσσονται συνεχώς. Οι ενέργειες αυτές διαφέρουν στα κινητικά τους πρότυπα (τρέξιμο, άλματα, πλάγια μετατόπιση), την ένταση, τη διάρκεια, τη συχνότητα και την απόσταση (Guerrero et al., 2019). Επίσης ενέργειες υψηλής έντασης όπως άλματα, πλάγια βήματα υψηλής έντασης και σπριντ παρατεταμένης διάρκειας συμβαίνουν κατά τη διάρκεια ενός αγώνα (Abdelkrim et al., 2007) οι οποίες υπογραμμίζουν την ανάγκη για μέγιστες προσπάθειες ισχύος εντός αυτού. Για τον προσδιορισμό των μεταβολικών απαιτήσεων και της εσωτερική επιβάρυνσης χρησιμοποιούνται δείκτες όπως η συγκέντρωση γαλακτικού και παράμετροι της καρδιακής συχνότητας (Jamnick et al., 2020), η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα ($6,2 \pm 2,8$ mmol/L σε άνδρες) δείχνει την συμμετοχή της αναερόβιας γλυκόλυσης στις ενεργειακές ανάγκες του αθλητή (McInnes et al., 1995) ενώ η καρδιακή συχνότητα είναι μια παράμετρος του καρδιοαναπνευστικού συστήματος κατά τη συμμετοχή σε αγώνες καλαθοσφαίρισης η οποία αντανακλά την εσωτερική επιβάρυνση (Berkelmans et al., 2018).

Σε έναν αγώνα καλαθοσφαίρισης ανδρών εκτελούνται περίπου 1000 κινήσεις (1103 - 1146) εκ των οποίων το 0,3-9,6% είναι πλάγια βήματα υψηλής έντασης, το 0,6-2,3% είναι άλματα και το 0,3-8,5% είναι τρέξιμο σε υψηλή ένταση (Stojanovic, 2018). Επίσης ο Abdelkrim et al. (2007) διαπίστωσαν πως οι παίκτες ρακέτας (Centers) σε σύγκριση με τους πλάγιους (Forwards) και τους χειριστές (Guards) βρέθηκαν χρονικά σε μικρότερο εύρος ενεργειών υψηλής έντασης. Οι ενέργειες που χαρακτηρίζονται ως ενέργειες ισχύος (ισχύ= δύναμη*ταχύτητα) είναι εκείνες στις οποίες οι αθλητές παράγουν υψηλά ποσά δύναμης σε μικρό χρονικό διάστημα. Στην καλαθοσφαίριση οι ενέργειες αυτές μπορεί να εμφανίζονται στη προσπάθεια των αθλητών να επιτύχουν ή να αποτρέψουν την επίτευξη καλαθιού, που είναι ο στόχος σε όλη τη διάρκεια του αγώνα. Σε κάθε περίπτωση οι ενέργειες υψηλής έντασης αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία στο άθλημα και συνδέονται τόσο με την κόπωση κατά τη διάρκεια του αγώνα όσο και με την ασκησιογενή φλεγμονή που αναπτύσσεται μετά από αυτόν που διαρκεί μέχρι και 72 ώρες μετά το πέρας αυτού (Chatzinikolaou et al., 2014).

Η διακύμανση της ισχύος και η μεταβολή της λόγω κόπωσης αποτελεί σημαντικό αντικείμενο διερεύνησης για τη καλαθοσφαίριση. Από την βιβλιογραφία έχει ερευνηθεί η προσομοίωση ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης και έχει βρεθεί πως οι παίκτες της εφηβικής ομάδας (U-18) με τη μεγαλύτερη ταχύτητα στα 5 μέτρα κάλυψαν περισσότερα μέτρα με υψηλή ταχύτητα ανά λεπτό σε σχέση με τα μέλη της παιδικής (U-16) και της παμπαιδικής ομάδας (U-14) (Castillo et al., 2021). Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν πως οι περισσότερες μελέτες μετρούν το μέσο όρο των δεδομένων που υπολογίζονται και πως οι πραγματικές απαιτήσεις είναι μεγαλύτερες αν υπολογιστούν σε πραγματικό χρόνο (Alonso et al., 2020). Σε άλλη μελέτη διερευνήθηκε η μεταβολή της ικανότητας παραγωγής ισχύος μέσα σε ένα τουρνουά εφήβων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι ενέργειες υψηλής έντασης (επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, μέτρα που διανύθηκαν με υψηλή ταχύτητα) φθίνουν από τη πρώτη προς την τέταρτη περίοδο (Pino-Ortega et al., 2019).

Οι παράγοντες κόπωσης που οδηγούν στη μείωση της απόδοσης έχουν εξεταστεί και σε άλλα ομαδικά αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο. Σε μελέτη (Krustrup et al., 2006) όπου ποδοσφαιριστές συμμετείχαν σε 3 φιλικά παιχνίδια, σημειώθηκε μείωση της απόδοσης στη ταχύτητα στα 30 μέτρα μετά το πέρας του παιχνιδιού καθώς και στα σημεία όπου υπήρξε μια έντονη περίοδος μέσα στο ημίχρονο. Από την ανάλυση βιοχημικών δεικτών στο αίμα και στους μύες βρέθηκε πως η μείωση του επιπέδου γλυκόζης σε μυϊκό επίπεδο ίσως εξηγεί την αύξηση των χρόνων πραγματοποίησης των σπριντ. Άλλοι παράμετροι μπορεί να είναι η πτώση στη συγκέντρωση φωσφοκρεατίνης, η υψηλή συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου και η μείωση της μυϊκής ενεργοποίησης μέσω του κεντρικού νευρικού συστήματος (Bishop et al., 2012). Το παραπάνω συμπέρασμα υποστηρίζεται και σε μια σύντομη σύνοψη της βιβλιογραφίας (Bangsbo et al., 2007) ενώ προσθέτει πως η μυϊκή τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) μειώνεται μέχρι 30% κατά τη διάρκεια μια έντονης προσπάθειας ενώ η φωσφοκρεατίνη σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες υψηλής έντασης μπορεί να πέσει κάτω από το 30% σε σύγκριση με τα επίπεδα ηρεμίας.

Η κόπωση έχει διαχωριστεί από τους μελετητές σε περιφερική και κεντρική. Η περιφερική κόπωση εστιάζεται σε επίπεδο μύος και ειδικότερα σε βιοχημικούς παράγοντες που επηρεάζονται κατά τη διάρκεια της άσκησης. Σε μια σύντομη ανασκόπηση βιβλιογραφίας (Girard et al., 2011) οι συγγραφείς υποστηρίζουν πως τα ιόντα υδρογόνου που παράγονται κατά το μεταβολισμό στη διάρκεια της άσκησης υψηλής

έντασης μειώνουν το PH του μυός όμως δεν είναι ο πλέον κρίσιμος παράγοντας για τη μείωση της απόδοσης. Αυτό συμβαίνει κατά την άποψη των συγγραφέων για τρεις λόγους. Αρχικά η αποκατάσταση της ισχύος κατά την εκτέλεση μια υψηλής έντασης προσπάθειας είναι γρηγορότερη από εκείνη του PH του μυός, έπειτα έχουν επιτευχθεί προσπάθειες υψηλής ισχύος υπό συνθήκες χαμηλού PH ενώ τέλος έρευνες έχουν δείξει πως το διτανθρακικό νάτριο, που βοηθά στην εξωκυτταρική ρυθμιστική ικανότητα, δεν βοηθά στα επαναλαμβανόμενα σπρίντ. Σύμφωνα με τους Waldron et al. (2014) και σε συνέχεια των προηγούμενων ευρημάτων υποστηρίζουν πως ο ανόργανος φώσφορος (Pi) συμβάλει στη μείωση της απόδοσης μέσω της αναχαίτησης των υποδοχέων ασβεστίου (Ca²⁺). Επίσης οι υψηλές συγκεντρώσεις καλίου (K⁺) δείχνουν να διαταράσσουν τη διάδοση του δυναμικού πάνω στο σαρκόλημμα. Τέλος σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα επίπεδα γλυκόζης στον μυ καθώς και η αφυδάτωση μεγαλύτερη του 2% της μάζας του αθλητή όπου ειδικά σε αθλήματα αντοχής μειώνει σημαντικά την απόδοση (Cheuvront et al., 2014).

Η κεντρική κόπωση, από την άλλη, εστιάζεται σε επίπεδο εγκεφάλου κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης. Σε μελέτη ανασκόπησης βιβλιογραφίας (Girard et al., 2011) αναφέρονται ως δυο παράγοντες κεντρικής κόπωσης η μείωση της νευρικής ενεργοποίησης σε συνθήκες αυξημένης κόπωσης και η αλλαγή της στρατηγικής της μυϊκής ενεργοποίησης με την πρόωρη ενεργοποίηση των ανταγωνιστών μυών. Σε μελέτη των Gonzalez et al. (1999) αξιολογήθηκε η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στην απόδοση των αθλητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως όταν η θερμοκρασία φτάσει του 40 βαθμούς κελσίου υπάρχει μείωση της κεντρικής ενεργοποίησης και οι αθλητές δεν μπορούσαν να συνεχίσουν στο ίδιο φορτίο άσκησης. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και σε άλλη μελέτη (Nielsen et al., 2001) σε αθλητές ποδηλασίας οι οποίοι δοκιμάστηκαν σε θερμό περιβάλλον. Σε ανασκόπηση βιβλιογραφίας ως συνέπειες της κόπωσης σε κεντρικό επίπεδο βρέθηκαν: η μείωση του διακρανιακού παλμού στον κινητικό φλοιό και η αύξηση της τρυπτοφάνης στον εγκέφαλο που αυξάνει την αίσθηση της κόπωσης (Ament et al., 2009).

Οι παραπάνω παράγοντες οδηγούν σε μείωση της απόδοσης με την πάροδο του χρόνου και όσο πλησιάζει προς τη λήξη του ένας αγώνας. Ειδικότερα στην καλαθοσφαίριση έχει μελετηθεί η διακύμανση των ενεργειών υψηλής έντασης κατά τη

διάρκεια. Σε έρευνα του Scanlan et al. (2017) βρέθηκε μείωση του ύψους του άλματος, στο πρώτο ημίχρονο ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης, με το ύψος αυτό να μένει σχετικά σταθερό στο δεύτερο ημίχρονο. Σε άλλη μελέτη του ίδιου ερευνητή (Scanlan et al., 2017), στην οποία συμμετείχαν αθλητές καλαθοσφαίρισης υψηλού επιπέδου, μελετήθηκαν οι διακυμάνσεις των αναγκών κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού μέσω καταγραφής δεδομένων όπως τα πλάγια βήματα υψηλής έντασης και η συνολική διανυόμενη απόσταση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στη τρίτη περίοδο η ταχύτητα των ενεργειών, οι ενέργειες υψηλής έντασης και τα πλάγια βήματα υψηλής έντασης μειώθηκαν σε σχέση με τη πρώτη περίοδο. Επίσης σημειώθηκε αύξηση της χρήσης της ντρίπλας. Στη βιβλιογραφία δεν έχει μελετηθεί εκτενώς η διακύμανση των ενεργειών ισχύος όπως η ταχύτητα, η ευκινησία και τα άλματα σε έφηβους αθλητές υψηλού επιπέδου, ενώ συμμετέχουν καθημερινά σε προπονήσεις υψηλής έντασης και σε αγώνες μία ή περισσότερες φορές την εβδομάδα.

1.1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνα ήταν η διερεύνηση της διακύμανσης σε δοκιμασίες ισχύος κατά τη διάρκεια ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης σε έφηβους αθλητές.

1.2. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Η παρούσα μελέτη αφορούσε μόνο άνδρες έφηβους καλαθοσφαιριστές που αγωνιζόντουσαν στο εφηβικό τμήμα του συλλόγου. Ως κύριος περιορισμός της μελέτης θα πρέπει να σημειωθεί πως δεν υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής και αξιολόγησης της εξωτερικής επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και έτσι δεν ήταν εφικτό να καθοριστούν τα στοιχεία που οδήγησαν στα αποτελέσματα της έρευνας.

1.3. Ορισμοί

- *Ταχύτητα* (speed): Η ικανότητα των αθλητών να διανύσουν μια απόσταση όσο το δυνατόν πιο γρήγορα στη μονάδα του χρόνου.
- *Ευκινησία* (agility): Η ικανότητα των αθλητών να αλλάξουν το πρότυπο κίνησης τους με ταυτόχρονη επιτάχυνση ή επιβράδυνση της ταχύτητας τους.
- *Αλτική ικανότητα* (jumping ability): Η ικανότητα των αθλητών να πραγματοποιήσουν μια μέγιστη κάθετη μετατόπιση με απογείωση του σώματος τους από το έδαφος.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν δέκα έφηβοι αθλητές ηλικίας $16,1 \pm 0,8$ έτη, ύψους $1,98 \pm 4,1$ εκ., βάρους $86,4 \pm 5,7$ κιλά, ποσοστό λίπους $8,03 \pm 2,7\%$ και Μέγιστης Πρόσληψης Οξυγόνου $50,1 \pm 2,6$ ml/kg/min. Οι αθλητές ήταν μέλη της ίδιας εφηβικής ομάδας και χωρίστηκαν σε δυο ομάδες των πέντε ατόμων ανάλογα με τη θέση που αγωνίζονται. Οι αθλητές ενημερώθηκαν για τη πειραματική διαδικασία και συμμετείχαν σε αυτή με τη συγκατάθεση τους καθώς και με την συναίνεση των κηδεμόνων τους και της ομάδας.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Οι αθλητές προσήλθαν στο γυμναστήριο και αξιολογήθηκαν ως προς τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά τους (ύψος, βάρος, δερματοπτυχές, άνοιγμα χεριών και ύψος με τα χέρια στην ανάταση). Έπειτα ξεκίνησαν προθέρμανση σε στατικό ποδήλατο για 10 λεπτά και ακολούθησαν ένα πρόγραμμα ενεργοποίησης που αποτελούταν από δυναμικές διατάξεις, στηρίξεις και ασκήσεις προσομοίωσης κινητικών προτύπων της καλαθοσφαίρισης. Στη συνέχεια αξιολογήθηκαν στη ταχύτητα (10 μέτρα) , την ευκινησία (5-10-5) και στα κατακόρυφα άλματα. Έπειτα οι αθλητές εισήλθαν στο γήπεδο καλαθοσφαίρισης όπου ακολούθησαν την προκαθορισμένη προθέρμανση αγώνα που ακολουθούσε η ομάδα σε όλη την αγωνιστική περίοδο. Στη συνέχεια οι αθλητές συμμετείχαν σε έναν αγώνα καλαθοσφαίρισης κανονικής διάρκειας σύμφωνα με τους κανόνες της Ελληνικής Ομοσπονδίας Καλαθοσφαίρισης. Η μέση και μέγιστη καρδιακή συχνότητα των παικτών αξιολογούνταν σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού με φορητό καρδιακό παλμογράφο (Polar H10 πομποδέκτη και το λογισμικό Heart Rate Monitor). Οι αθλητές ενδιάμεσα των δεκαλέπτων και με το πέρας του αγώνα εκτέλεσαν δοκιμασίες αξιολόγησης της ταχύτητας (10 μέτρα), της ευκινησίας (5-10-5) και του κατακόρυφου άλματος με υποχωρητική φάση (Countermovement Jump). Οι αθλητές εξετάστηκαν βάσει της ομάδας στην οποία ανήκαν και η ίδια σειρά τηρήθηκε σε όλες τις δοκιμασίες.

2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

Για την καταγραφή της επίδοσης στις δοκιμασίες ταχύτητα και ευκινησίας χρησιμοποιήθηκαν φωτοκύτταρα (Fitlight Trainer). Λόγω του ενσωματωμένου

συστήματος εκπομπής/λήψης, με εμβέλεια 75m και ακτίνα ενεργοποίησης 0-80 εκατοστά ο αισθητήρας αποθηκεύει και εμφανίζει όλους τους χρόνους σε λογισμικό σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων η οποία αποθηκεύεται σε Η/Υ. Για την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος χρησιμοποιήθηκε το Optogate by Microgate με ακρίβεια μέτρησης 1 εκατοστό και συχνότητα 1000 Hz. Τα δεδομένα εμφανίζονταν σε Η/Υ από όπου καταγράφονταν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων. Για την πραγματοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκε κλειστό γήπεδο καλαθοσφαίρισης ενώ για την οριοθέτηση του χώρου διεξαγωγής των δοκιμασιών τοποθετήθηκαν κώνοι.

Κάθε αθλητής εκτέλεσε δυο έγκυρες προσπάθειες σε κάθε δοκιμασία και επιλέχθηκε η καλύτερη επίδοση του. Όλες οι μετρήσεις καθώς και ο αγώνας διενεργήθηκαν σε συνθήκες περιβάλλοντος 20 βαθμών κελσίου, οι αθλητές φορούσαν παπούτσια κατάλληλα για τη συμμετοχή σε αγώνα καλαθοσφαίρισης ενώ όλοι οι ασκούμενοι πραγματοποίησαν την προκαθορισμένη διαδικασία προθέρμανσης της ομάδας διάρκειας 30 λεπτών. Η προθέρμανση περιλάμβανε χαμηλής και μέτριας έντασης ασκήσεις καλαθοσφαίρισης (15min) καθώς και δυναμικές διατάξεις, ασκήσεις νευρομυϊκής ενεργοποίησης, ευκινησίας, επιτάχυνσης, επιβράδυνσης και αλλαγής κατεύθυνσης (15min).

2.3.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Για τον υπολογισμό του ύψους των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε μετροταινία ακριβείας τοποθετημένη κάθετα σε τοίχο με εύρος μέτρησης 1-250 εκ. Οι αθλητές τοποθετούσαν το σώμα τους πάνω στη ταινία με τα πόδια ενωμένα, τα γόνατα τεντωμένα και με τα ισχία, το θώρακα και το κεφάλι να ακουμπούν στον τοίχο. Ο ερευνητής μετρούσε τον μέγιστο αριθμού που αναγραφόταν στη ταινία και τον κατέγραφε σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων.

Για τον υπολογισμό του βάρους των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε η ζυγαριά Huawei AH100 με προσέγγιση 100 γραμμαρίων. Οι αθλητές ζυγίστηκαν αμέσως μετά την αφύπνιση τους χωρίς παπούτσια χωρίς να έχουν καταναλώσει φαγητά ή υγρά. Οι συμμετέχοντες ανέβαιναν πάνω στη ζυγαριά για τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα έως ότου σταθεροποιηθεί το βάρος στην οθόνη και τότε ο ερευνητής κατέγραφε το αποτέλεσμα σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων.

Για τον υπολογισμό του σωματικού λίπους των συμμετεχόντων μέσω εξίσωσης πρόβλεψης και μετρήθηκαν με δερματοπτυχόμετρο και είναι οι παρακάτω:

- Θωρακική δερματοπτυχή,
- Μεσομασχαλιαία δερματοπτυχή,
- Δερματοπτυχή τρικεφάλου βραχιονίου,
- Δερματοπτυχή υποπλάτιου,
- Δερματοπτυχή λαγόνιου,
- Κουλιακή δερματοπτυχή, και
- Δερματοπτυχή τετρακεφάλου μηριαίου.

Ο υπολογισμός έγινε βάσει του ακόλουθου τύπου:

$1.097 - (0.00046971 \times \text{ΜΟΔ σε mm}) + (0.00000056 \times \text{ΜΟΔ}^2) - (0.00012828 \times \text{ΗΛΙΚΙΑ})$
όπου ΜΟΔ= μέσος όρος δερματοπτυχών (Jackson & Pollock, 1978). Όλες οι δερματοπτυχές πάρθηκαν από τη δεξιά μεριά του σώματος.

2.3.1.1. Θωρακική δερματοπτυχή

Για την αξιολόγηση της θωρακικής δερματοπτυχής ο εξεταζόμενος βρισκόταν σε όρθια θέση σε κατάσταση ηρεμίας με τα χέρια χαλαρά στο πλαϊνό μέρος του σώματος του. Ως σημείο μέτρησης ορίστηκε το μέσο της απόστασης μεταξύ της θηλής και της μασχαλιαίας εντομής. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο κάθετα, σε απόσταση 1 εκατοστού από τον δείκτη και τον αντίχειρα, στο σημείο που ορίστηκε η δερματοπτυχή.

2.3.1.2. Μεσομασχαλιαία δερματοπτυχή

Για την αξιολόγηση της μεσομασχαλιαίας δερματοπτυχής ο εξεταζόμενος βρισκόταν σε όρθια θέση με το χέρι του χαλαρό πάνω στον ερευνητή. Ως σημείο μέτρησης ορίστηκε η μεσομασχαλιαία γραμμή στο ύψος της ξιφοειδούς απόφυσης. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο κάθετα σε απόσταση 1 εκατοστό από τον δείκτη και τον αντίχειρα.

2.3.1.3. Δερματοπτυχή τρικεφάλου βραχιονίου

Για την καταγραφή της δερματοπτυχής του τρικεφάλου βραχιονίου ο εξεταζόμενος στεκόταν όρθιος σε ηρεμία με τα χέρια στο πλάι του σώματος του. Για να οριστεί το σημείο μέτρησης ο ασκούμενος λύγιζε το χέρι του μέχρι τη γωνία 90 μοιρών και ο ερευνητής τοποθετούσε μια μετροταινία από το ακρώμιο παράλληλά με το ακρώμιο μέχρι το ωλέκρανο. Το μέσο της απόστασης σημειώθηκε ως το σημείο μέτρησης. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο κάθετα σε απόσταση 1 εκατοστό από τον δείκτη και τον αντίχειρα.

2.3.1.4. Δερματοπτυχή υποπλάτιου

Για την καταγραφή της δερματοπτυχής του υποπλάτιου ο εξεταζόμενος βρισκόταν όρθιος με το δεξί χέρι να ακουμπάει την ιεροκοκκυγική χώρα. Ο ερευνητής σημείωνε το σημείο 1 εκατοστό κάτω από την ωμοπλάτη και παράλληλα με την ευθεία που αυτή δημιουργούσε. Το σημείο αυτό ορίστηκε ως σημείο μέτρησης. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο κάθετα σε απόσταση 1 εκατοστό από τον δείκτη και τον αντίχειρα, λοξά και διαγώνια με γωνία περίπου 45 μοιρών από το οριζόντιο επίπεδο.

2.3.1.5. Λαγόνια δερματοπτυχή

Για την καταγραφή της δερματοπτυχής του τρικεφάλου βραχιονίου ο εξεταζόμενος στεκόταν όρθιος σε ηρεμία με τα χέρια στο πλάι του σώματος του. Ως σημείο μέτρησης ορίστηκε το σημείο όπου η μεσομασχαλιαία γραμμή συναντά την πρόσθια λαγόνια ακρολοφία. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο σε απόσταση 1 εκατοστό από τον δείκτη και με κατεύθυνση 45 μοιρών προς τα κάτω και μπροστά σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

2.3.1.6. Κοιλιακή δερματοπτυχή

Για την καταγραφή της κοιλιακής δερματοπτυχής ο εξεταζόμενος στεκόταν όρθιος σε ηρεμία με τα χέρια στο πλάι του σώματος του. Ως σημείο μέτρησης ορίστηκε το σημείο 2 εκατοστά δεξιά του ομφαλού. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο κάθετα σε απόσταση 1 εκατοστό από τον δείκτη και τον αντίχειρα.

2.3.1.7. Μηριαία δερματοπτυχή

Για την καταγραφή της δερματοπτυχής του τετρακέφαλου μηριαίου ο εξεταζόμενος στεκόταν σε τοίχο με όλο το βάρος στο αριστερό του πόδι και το δεξί του πόδι προτεταμένο μπροστά χαλαρό. Ως σημείο μέτρησης ορίστηκε το μέσο της απόστασης του βουβωνικού συνδέσμου με το άνω μέρος της επιγονατίδας και είναι παράλληλη με τον κάθετο άξονα του μηρού. Ο ερευνητής τοποθετούσε το δερματοπτυχόμετρο κάθετα σε απόσταση 1 εκατοστό από τον δείκτη και τον αντίχειρα.

2.3.2. Δοκιμασία κατακόρυφου άλματος

Για την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος χρησιμοποιήθηκε το Ortogate by Microgate (Εικόνα 2). Πριν και μετά τη διαδικασία του αγώνα οι αθλητές αξιολογήθηκαν σε τρία είδη αλμάτων. Ανάμεσα στις περιόδους του αγώνα οι αθλητές δοκιμάστηκαν στην δοκιμασία άλματος με υποχωρητική φάση με τα χέρια στη μέση.

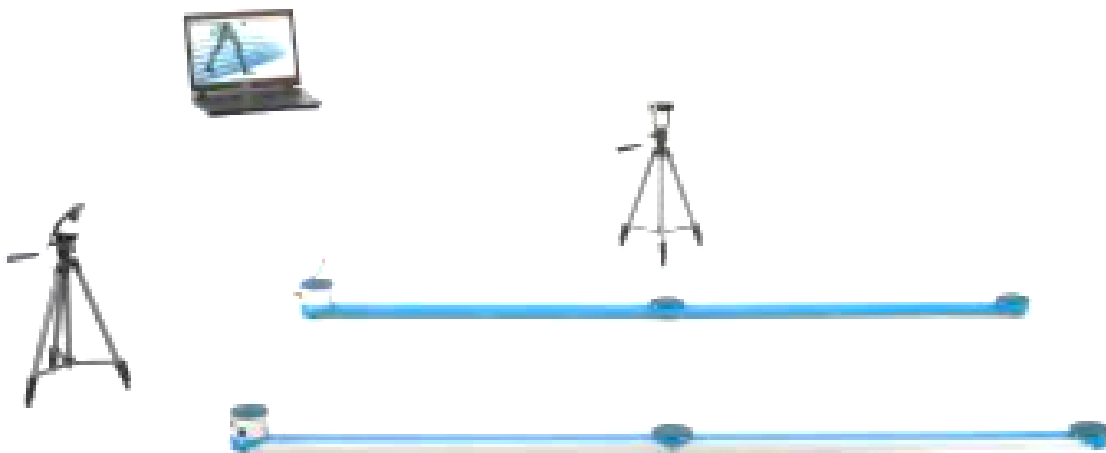
Η πρώτη δοκιμασία ήταν το άλμα από πτώση όπου οι ασκούμενοι πραγματοποιούσαν πτώση από ξύλινο κουτί 30 εκατοστών. Αρχικά οι αθλητές ανέβαιναν στο κουτί και έφερναν τα χέρια στη μέση. Στη συνέχεια με το παράγγελμα του ερευνητή πραγματοποιούσαν ένα άλμα, εντός της παράλληλης επιφάνειας την οποία σχημάτιζαν οι λεπίδες του Ortogate, με μικρό χρόνο επαφής με το έδαφος. Στους αθλητές δόθηκε η οδηγία να χρησιμοποιήσουν περισσότερο την ποδοκνημική τους με όσο δυνατόν μικρότερη κάμψη στην άρθρωση του γόνατος. Το άλμα θεωρήθηκε έγκυρο όταν ο χρόνος επαφής ήταν μικρότερος από 250 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Η δοκιμασία εξετάζει την ικανότητα του γρήγορου κύκλου διάτασης βράχυνσης.

2.3.2.1. Δοκιμασία Άλματος από θέση καθίσματος

Η δεύτερη δοκιμασία είναι το άλμα από θέση καθίσματος. Οι ασκούμενοι έπαιρναν θέση μέσα στην παράλληλη επιφάνεια την οποία σχημάτιζαν οι λεπίδες του Ortogate και έφερναν τα χέρια στη μέση. Στη συνέχεια οι αθλητές κατέβαιναν σε μια θέση καθίσματος σε γωνία 90 μοιρών όπου και παρέμεναν για 4 δευτερόλεπτα και με το παράγγελμα του ερευνητή εκτελούσαν μέγιστο άλμα στη κατακόρυφο. Το άλμα θεωρήθηκε έγκυρο όταν οι ασκούμενοι κράτησαν τη θέση των χεριών στη μέση και προσγειώθηκαν στην ίδια θέση από την οποία απογειώθηκαν.

2.3.2.2. Δοκιμασία Άλματος με υποχωρητική φάση με τα χέρια στη μεσολαβή

Η τρίτη δοκιμασία είναι το άλμα με υποχωρητική φάση με τα χέρια στη μέση. Οι ασκούμενοι έπαιρναν θέση μέσα στην παράλληλη επιφάνεια την οποία σχημάτιζαν οι λεπίδες του Optogate και έφερναν τα χέρια στη μέση. Έπειτα με το παράγγελμα του ερευνητή εκτελούσαν κάθοδο μέχρι τη γωνία 90 μοιρών και έπειτα ένα μέγιστο κατακόρυφο άλμα. Το άλμα θεωρήθηκε έγκυρο όταν οι ασκούμενοι κράτησαν τη θέση των χεριών στη μέση, προσγειώθηκαν στην ίδια θέση από την οποία απογειώθηκαν και δεν προηγήθηκε βαλλιστική κίνηση προς τα κάτω πριν το κάθετο άλμα.



Εικόνα 1. Optogate by Microgate

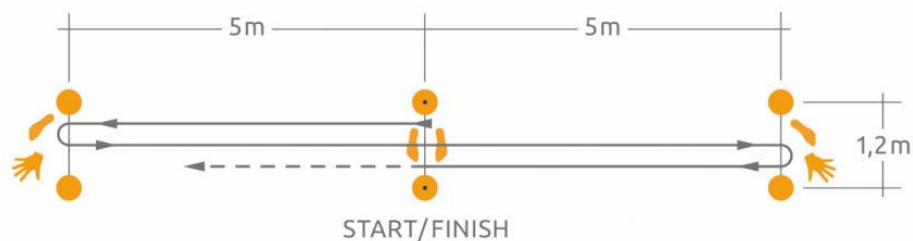
2.4. Δοκιμασία ταχύτητας

Για την αξιολόγηση της ταχύτητας αξιολογήθηκε ο χρόνος που χρειάστηκαν οι αθλητές για να καλύψουν την απόσταση των 10μ. Οι αθλητές ξεκινούσαν πίσω από τη γραμμή εκκίνησης από όρθια θέση και μετά το παράγγελμα του ερευνητή διένυε την απόσταση με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα μέχρι τη γραμμή τερματισμού. Στην εκκίνηση και τον τερματισμό τοποθετήθηκαν από ένα φωτοκύτταρο κάθετα στη φορά κίνησης. Η απόσταση των 10 μέτρων ορίστηκε εντός του αγωνιστικού χώρου με τη χρήση μετροταινίας ακριβείας.

2.5. Δοκιμασία ευκινησίας

Για την αξιολόγηση της ευκινησίας χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία 5-10-5 Agility Test (Εικόνα 1). Ο κάθε αθλητής ξεκινούσε από την κεντρική θέση, όπου βρισκόταν το

πρώτο φωτοκύτταρο, και σε απόσταση 5 μέτρων δεξιά και αριστερά του υπήρχαν αντίστοιχα άλλα 2 φωτοκύτταρα. Με το παράγγελμα του ερευνητή ο αθλητής ξεκινούσε από στάση και έτρεχε τα 5 μέτρα προς μία κατεύθυνση και έφτανε μέχρι το φωτοκύτταρο όπου εκτελούσε μια αλλαγή κατεύθυνσης 180 μοιρών με το 1 πόδι και έτρεχε τα 10 μέτρα μέχρι το απέναντι φωτοκύτταρο, εκτελούσε μια ακόμα αλλαγή κατεύθυνσης 180 μοιρών με το 1 πόδι και τερμάτιζε στο αρχικό φωτοκύτταρο. Η διαδικασία αυτή εκτελέστηκε αμφίπλευρα. Ο χρόνος καταγράφηκε από τα φωτοκύτταρα και τα δεδομένα μεταφέρθηκαν ασύρματα σε Η/Υ. Η δοκιμασία εξετάζει την ικανότητα στήση αλλαγής κατεύθυνσης με επιτάχυνση από στάση.



Εικόνα 2. Δοκιμασία 5-10-5 Agility Test

2.6. Στατιστική ανάλυση

Ο σχεδιασμός της μελέτης προέβλεπε μία πειραματική ομάδα η οποία εξετάστηκε, ως προς τις εξαρτημένες μεταβλητές, σε πέντε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Η στατιστική ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε, για την ανάλυση των δεδομένων, ήταν η ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα. Όπου διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης πραγματοποιήθηκε έλεγχος ζευγαρωτών μετρήσεων με τη μέθοδο Least Significant Differences (LSD). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο 0,05.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

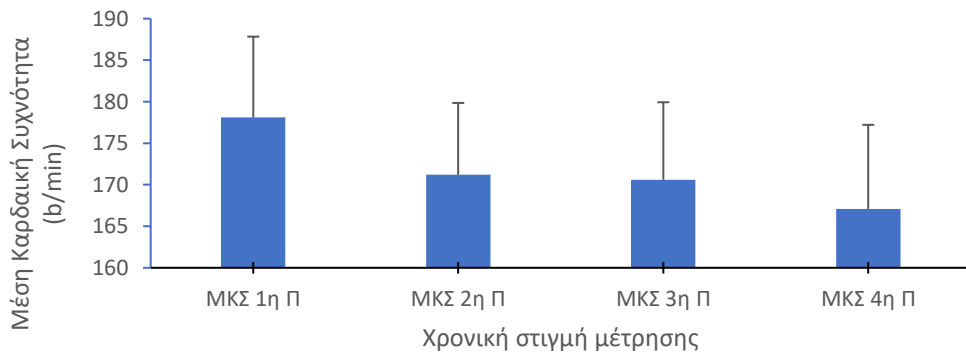
Το μέσο σωματικό ύψος των συμμετεχόντων ανερχόταν στο 198cm, το μέσο σωματικό βάρος στα 86,5 κιλά και το μέσο σωματικό λίπος στο 7,8% (Πίνακας 1). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των αθλητών που συμμετείχαν στη μελέτη.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των αθλητών που συμμετείχαν στη μελέτη.

Μεταβλητή	Μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση
Ύψος σε όρθια θέση (μ)	1,98 \pm 4,8
Σωματικό βάρος (κιλά)	86,5 \pm 5,9
Ποσοστό σωματικού λίπους (% βάρους)	7,8 \pm 2,4
Κατακόρυφο άλμα από στατική θέση (εκ.)	39,33 \pm 5,1
Κατακόρυφο άλμα με υποχωρητική φάση (εκ.)	43,29 \pm 2,28
Κατακόρυφο άλμα από πτώση (εκ).	32,62 \pm 4,9
Ταχύτητα 10μ (δευτερόλεπτα)	2,097 \pm 0,209
Ευκινησία 5-0-5 (δευτερόλεπτα)	5,031 \pm 0,42
ΥΟ-ΥΟ IR1 (απόσταση σε μέτρα)	1675 \pm 298
ΥΟ-ΥΟ IE2 (εκτιμώμενη VO2max, ml/kg/min)	50,1 \pm 2,6

3.2. Μέση καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο αγώνα

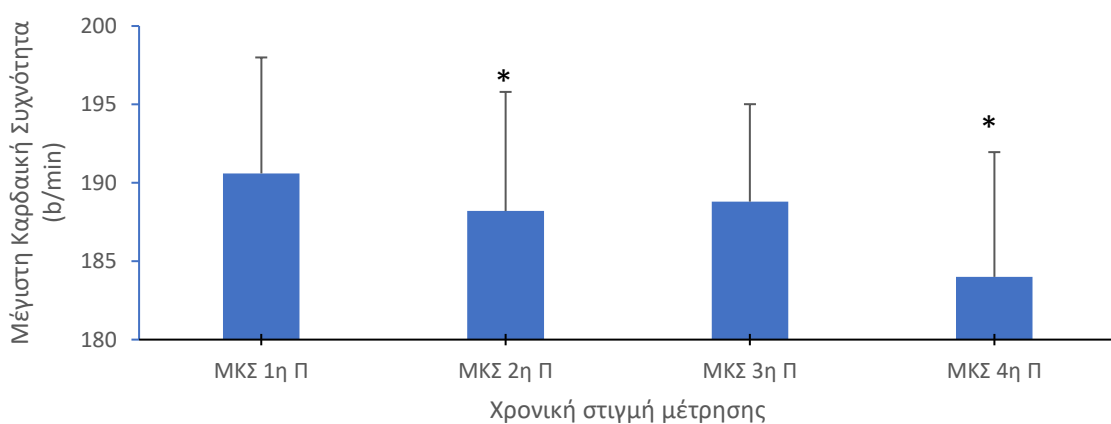
Για τον καθορισμό της επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια του αγώνα αξιολογήθηκαν η μέση και η μέγιστη καρδιακή συχνότητα. Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της χρονικής στιγμής μέτρησης ως προς τη διακύμανση της μέσης καρδιακής συχνότητας [$F(3,27) = 8,75; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως η καρδιακή συχνότητα κατά την πρώτη περίοδο του αγώνα ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τις τρεις άλλες περιόδους. Η μικρότερη τιμή παρουσιάστηκε κατά την τέταρτη περίοδο (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Μέση καρδιακή συχνότητα σε κάθε περίοδο του αγώνα

3.3. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο αγώνα

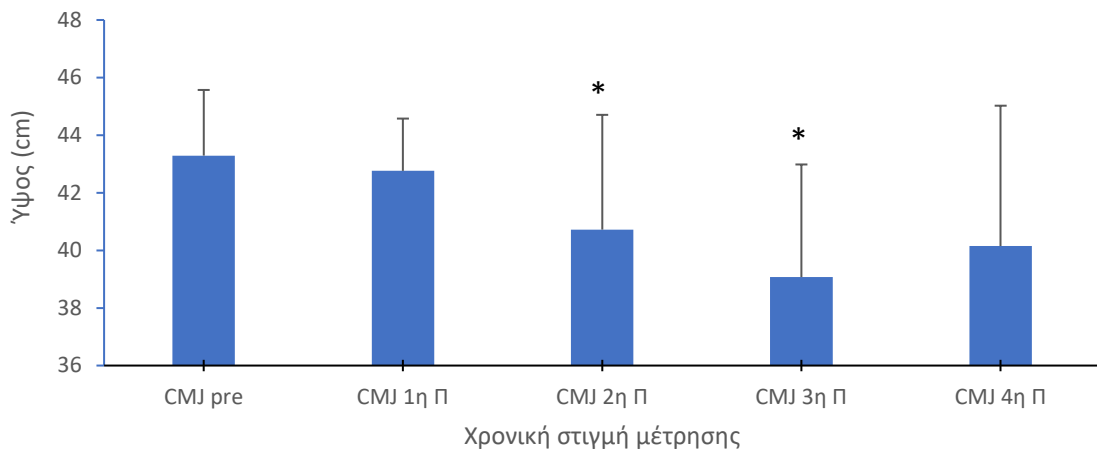
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της χρονικής στιγμής μέτρησης ως προς τη διακύμανση της μέγιστης καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια του αγώνα [$F(3,27) = 5,8; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως η καρδιακή συχνότητα κατά την πρώτη περίοδο του αγώνα ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τη δεύτερη και την τέταρτη περίοδο. Η μικρότερη τιμή παρουσιάστηκε κατά την τέταρτη περίοδο (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Μέση καρδιακή συχνότητα σε κάθε περίοδο του αγώνα

3.4. Κατακόρυφο άλμα

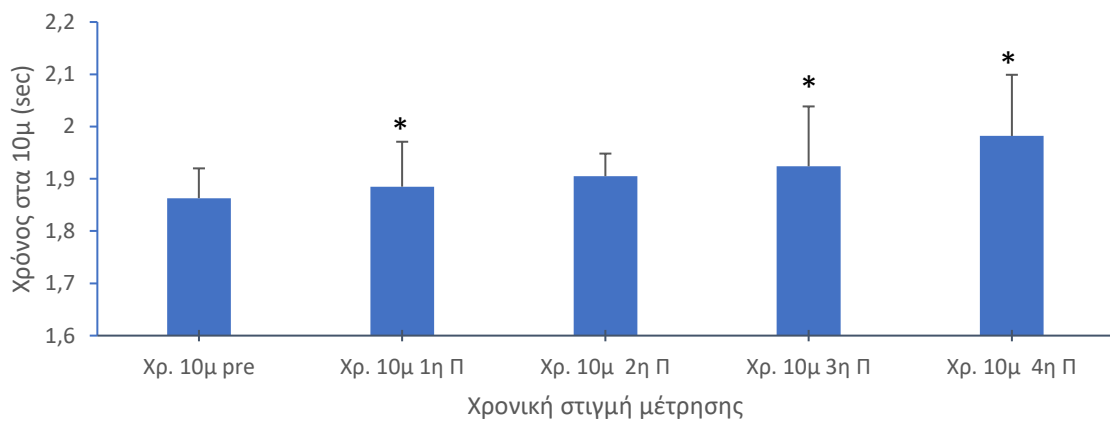
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της χρονικής στιγμής μέτρησης ως προς τη διακύμανση της επίδοσης στο κάθετο άλμα [$F(3,27) = 8,94; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως η επίδοση στο κάθετο άλμα ήταν υψηλότερη στη χρονική στιγμή πριν τον αγώνα σε σύγκριση με την επίδοση στο τέλος της δεύτερης και της τρίτης περιόδου (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Μέσος όρος άλματος με υποχρεωτική φάση σε κάθε περίοδο του αγώνα

3.5. Ταχύτητα 10μ.

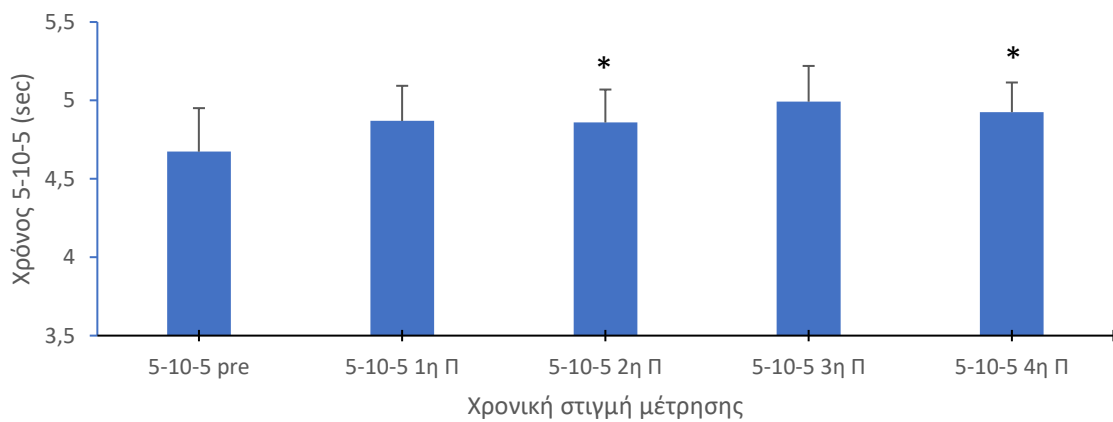
Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της χρονικής στιγμής μέτρησης ως προς τη διακύμανση του χρόνου που χρειάστηκαν οι αθλητές να διανύσουν την απόσταση των 10μ. [$F(3,27) = 5,92; p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως η επίδοση στην ταχύτητα 10μ παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή αμέσως μετά το πέρας του αγώνα και η τιμή αυτή διέφερε σημαντικά με τις χρονικές στιγμές πριν τον αγώνα, στο τέλος της πρώτης περιόδου και στο τέλος της τρίτης περιόδου (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Μέσος όρος του χρόνου για την ολοκλήρωση των 10μ ταχύτητας σε κάθε περίοδο του αγώνα

3.6. Ευκινησία (5-10-5)

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της χρονικής στιγμής μέτρησης ως προς τη διακύμανση του χρόνου που χρειάστηκαν οι αθλητές για να πραγματοποιήσουν τη δοκιμασία 5-10-5. [$F(3,27) = 7,49$; $p < 0,05$]. Από τον έλεγχο των ζευγαρωτών συγκρίσεων διαπιστώθηκε πως η επίδοση στη δοκιμασία 5-10-5 σταδιακά επιδεινώθηκε λόγω της επιβάρυνσης που δέχθηκαν οι αθλητές κατά τη διάρκεια του αγώνα (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Μέσος όρος του χρόνου για την ολοκλήρωση της δοκιμασίας 5-10-5 ταχύτητας σε κάθε περίοδο του αγώνα

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα ευρήματα της μελέτης προέκυψε ότι η χρονική στιγμή στην οποία μετρήθηκαν οι φυσικές ικανότητες είχε επίδραση στην απόδοση των αθλητών σε όλες τις δοκιμασίες που αξιολογήθηκαν και αφορούσαν στην ταχύτητα, στην ευκινησία, στην αλτική ικανότητα καθώς και στην μέση και μέγιστη καρδιακή συχνότητα. Τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων ήταν το μέσο ύψος 198 εκ, το μέσο σωματικό βάρος στα 86,5 κιλά και το μέσο σωματικό λίπος στο 7,8%, το μέσο κάθετο άλμα $39,33 \pm 5,1$, η μέση ταχύτητα 10 μέτρων $2,097 \pm 0,209$, ο μέσος χρόνος εκτέλεσης της δοκιμασίας 5-10-5 $5,031 \pm 0,42$ και η μέση εκτιμώμενη VO_{2max} $50,1 \pm 2,6$ ml/kg/min. Εν συγκρίσει με τη διεθνή βιβλιογραφία βρέθηκαν τα χαρακτηριστικά αντίστοιχου επιπέδου καλαθοσφαιριστών. Σε μελέτη (Masanovic, 2018) μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά νεαρών παικτών καλαθοσφαίρισης της Σερβίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέσους όρους ύψους $193,6 \pm 7,7$ εκ., βάρους $80,1 \pm 9,76$ και λίπους $12,48 \pm 3,67\%$. Σε άλλη έρευνα (Abdelkrim et al., 2007) αξιολογήθηκαν τα χαρακτηριστικά υψηλού επιπέδου εφήβων αθλητών και εκτιμήθηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου στα $52,8 \pm 2,4$ ml/kg/min. Τέλος σε μελέτη του Joseph et al. (2021) ο μέσος όρος του κατακόρυφου άλματος με υποχωρητική φάση (countermovement jump), σε κορυφαίου επιπέδου έφηβους αθλητές ήταν $56,1 \pm 10,6$ εκ. και είναι ο μοναδικός δείκτης ο οποίος είναι σημαντικά υψηλότερος σε σύγκριση με τους συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη.

Σε ότι αφορά στις παραμέτρους της καρδιακής συχνότητας, που αποτελούν δείκτη εσωτερικής επιβάρυνσης, διαπιστώθηκε πως η μέση καρδιακή συχνότητα παρουσίασε την τάση να μειώνεται σε κάθε περίοδο, σε σχέση με τη πρώτη περίοδο, μέχρι το τέλος του αγώνα. Αναλυτικότερα από τη δεύτερη έως τη τέταρτη περίοδο η μείωση βρέθηκε να είναι 3,85%, 4,21% και 6,18% αντίστοιχα. Η διακύμανση αυτή ίσως οφείλεται στη συσσώρευση της κόπωσης από περίοδο σε περίοδο με λιγότερες ενέργειες υψηλής έντασης να σημειώνονται κατά το τέλος του αγώνα. Παρόμοια συμπεριφορά παρουσίασε και η μέγιστη καρδιακή συχνότητα όπου μειώθηκε στη δεύτερη και τέταρτη περίοδο κατά 1,26% και 3,46% αντίστοιχα. Σε μελέτη (Vaquera et al., 2008) όπου εξετάστηκε η μέση και μέγιστη καρδιακή συχνότητα επαγγελματιών παικτών καλαθοσφαίρισης μέσα σε έναν αγώνα, βρέθηκε πως η μέση καρδιακή συχνότητα των χειριστών (guards) και παικτών

ρακέτας (centers) μειώθηκε με την πάροδο του παιχνιδιού ενώ των πλάγιων (forwards) έμεινε σχετικά σταθερή.

Στην επίδοση του κάθετου άλματος βρέθηκε μείωση της απόδοσης στη δεύτερη και τρίτη περίοδο σε σύγκριση με τις τιμές πριν την έναρξη του παιχνιδιού. Η μείωση αυτή αντιστοιχούσε σε 5,74 % και 9,75 % για τη δεύτερη και τρίτη περίοδο αντίστοιχα. Αυτή η μείωση πιθανά οφείλεται στο μεγάλο ενεργειακό κόστος και το ποσοστό στο οποίο ο μεταβολισμός κατά τη διάρκεια της άσκησης στηρίζεται σε αναερόβιες διαδικασίες για τη παραγωγή ενέργειας. Διαπιστώνεται, λοιπόν, πως τα διαλείμματα κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού δεν αρκούν για την πλήρη ανάληψη των αθλητών.

Στη δοκιμασία της ταχύτητας σημειώθηκε αύξηση του χρόνου που χρειάστηκε για ολοκληρωθεί η απόσταση των 10 μέτρων. Ειδικότερα πριν τον αγώνα σημειώθηκε η καλύτερη επίδοση και η αύξηση του χρόνου ήταν της τάξης του 1. 18% στη πρώτη περίοδο, 3. 27% στη τρίτη και 12. 56% μετά το πέρας του αγώνα. Η συσσώρευση της κόπωσης είναι πιθανά το κύριο αίτιο για την αύξηση του χρόνου που χρειάστηκε για να καλυφθεί η απόσταση της δοκιμασίας. Σε ανασκόπηση βιβλιογραφίας (Silva et al.,2018) εξετάστηκε από έξι μελέτες η επίδραση της κόπωσης στην μείωση της ταχύτητας σε πρωτόκολλα επαναλαμβανόμενων σπριντ. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του χρόνου ως συνέπεια της κόπωσης στους αθλητές.

Τέλος, στη δοκιμασία της ευκινησίας (5-10-5) σημειώθηκε επίσης αύξηση του χρόνου που χρειάστηκε για την εκτέλεση της. Πιο συγκεκριμένα η κορυφαία επίδοση σημειώθηκε πριν την έναρξη του αγώνα και στο τέλος της πρώτης περιόδου σημειώθηκε αύξηση του χρόνου κατά 4,19% και κατά 6,83% στη τρίτη περίοδο αντίστοιχα. Η προοδευτική κόπωση και ειδικότερα η τοπική κόπωση των κάτω άκρων, από τις συνεχείς αλλαγές κατεύθυνσης που είναι στη φύση του αθλήματος, ίσως οδήγησε στη μείωση της απόδοσης των ασκούμενων. Σε μελέτη του Roth et al. (2021) δύο πρωτόκολλα τοπικής κόπωσης, σε πυρήνα και κάτω άκρα, εφαρμόστηκαν σε νεαρούς αθλητές και στη συνέχεια μετρήθηκαν διάφοροι παράγοντες απόδοσης, βρέθηκε πως το πρωτόκολλο κόπωσης των κάτω άκρων μείωσε την απόδοση στη δοκιμασία ευκινησίας σε σχέση με το πρωτόκολλο κόπωσης του πυρήνα και με την ομάδα που δεν συμμετείχε σε κανένα από τα 2 πρωτόκολλα.

Το άθλημα της καλαθοσφαίρισης χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενες προσπάθειες υψηλής έντασης (άλματα, αλλαγές κατεύθυνσης, επιταχύνσεις,

επιβραδύνσεις). Σε πρόσφατη μελέτη (Petway et al., 2020) βρέθηκε πως οι επιταχύνσεις υψηλής έντασης ($>3,5 \text{ ms}^{-2}$) κυμαίνονται από 1 έως 15 και οι επιβραδύνσεις υψηλής έντασης ($>3,5 \text{ ms}^{-2}$) από 4 έως 40 σε αγώνες καλαθοσφαίρισης υψηλού επιπέδου. Σε μελέτη ανασκόπησης (Buchheit & Laursen, 2013) σημειώνονται ως συνέπειες σε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης η αύξηση του γαλακτικού στο αίμα και οι αλλοιώσεις στην ικανότητα διέγερσης των μυών σε νευρικό επίπεδο. Επιπλέον έχει βρεθεί αύξηση της κρεατινικής κινάσης μετά από μια συνεδρία διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης (Costa et al., 2012) ενώ ειδικότερα σε εφήβους αθλητές η βιβλιογραφία (Harris et al., 2017) έδειξε πως υπάρχει αύξηση της κορτιζόλης η οποία σχετίζεται με την αύξηση της κόπωσης.

Στην έως τώρα ερευνητική βιβλιογραφία η μόνη προσπάθεια εντοπισμού της διακύμανσης των στοιχείων επιβάρυνσης κατά τη διάρκεια των αγώνων είναι των Pino-Ortega et al. (2019) στην οποία εξετάστηκαν οι επιταχύνσεις, οι επιβραδύνσεις, η συνολική απόσταση και άλλες παράμετροι ανά δεκάλεπτο συμμετοχής. Στη μελέτη αυτή δεν διαπιστώθηκε σημαντική διακύμανση των δεικτών από περίοδο σε περίοδο. Ωστόσο, στη μελέτη αυτή οι αθλητές συμμετείχαν σε επίσημους αγώνες και επιτρέπονταν οι αλλαγές παικτών, όπως και ότι δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις μέγιστης ικανότητας. Συμπεραίνεται, πως ενδεχομένως να υπάρχει κάποιο πρότυπο κόπωσης κατά τη διάρκεια των αγώνων το οποίο χρήζει περαιτέρω διερεύνησης ως προς τα στοιχεία του αγώνα και τις ικανότητες των παικτών.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης συνηγορούν προς το μηχανισμό της προσωρινής και μεταβολικής κόπωσης που μπορεί να αναπτυχθεί σε έναν αγώνα καλαθοσφαίρισης, λόγω των ενεργειών υψηλής έντασης που διεξάγονται σε όλη τη χρονική διάρκεια του. Ως περιορισμός της έρευνας πρέπει να σημειωθεί πως υπήρξε η αδυναμία αξιολόγησης της απόδοσης κατά τη διάρκεια του αγώνα ώστε να καθοριστούν τα στοιχεία επιβάρυνσης που προκάλεσαν τα συγκεκριμένα αποτελέσματα.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της μελέτης ήταν να διαπιστωθούν οι μεταπτώσεις της ισχύος μέσα σε ένα παιχνίδι καλαθοσφαίρισης σε εφήβους αθλητές. Από τα αποτελέσματα της μελέτης διαπιστώνεται πως κατά τη διάρκεια ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης αναπτύσσεται πιθανών τόσο ο μηχανισμός της προσωρινής όσο και της μεταβολικής κόπωσης που οφείλεται στην πραγματοποίηση επαναλαμβανόμενων προσπαθειών υψηλής έντασης και μειώνει προσωρινά την ικανότητα διατήρησης της ισχύος σε αρχικά επίπεδα. Πιθανοί μηχανισμοί στους οποίους οφείλεται η επιδείνωσή της απόδοσης είναι η συσσώρευση βιοχημικών παραγώγων του αναερόβιου μεταβολισμού ενέργειας, η αλλοιωμένη επικοινωνία εγκεφάλου-μυός μέσω των νευρώνων και τέλος η τοπική κόπωση των κάτω άκρων από τις επαναλαμβανόμενες ενέργειες υψηλής έντασης.

Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες σε περισσότερους αθλητές, σε περισσότερους αγώνες διαφόρων ηλικιών και επιπέδων, με ταυτόχρονη καταγραφή των στοιχείων επιβάρυνσης κατά τη διεξαγωγή των αγώνων ώστε να σχηματιστεί ολοκληρωμένα η σχέση αίτιου-αποτελέσματος στα ευρήματα των ερευνών.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alonso, E., Miranda, N., Zhang, S., Sosa, C., Trapero, J., Lorenzo, J., & Lorenzo, A. (2020). Peak Match Demands in Young Basketball Players: Approach and Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2256. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17072256>
2. Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British journal of sports medicine*, 41(2), 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032318>
3. Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 111–127. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2.2.111>
4. Berkelmans, D. M., Dalbo, V. J., Kean, C. O., Milanović, Z., Stojanović, E., Stojiljković, N., & Scanlan, A. T. (2018). Heart Rate Monitoring in Basketball: Applications, Player Responses, and Practical Recommendations. *Journal of strength and conditioning research*, 32(8), 2383–2399. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002194>
5. Bishop D. J. (2012). Fatigue during intermittent-sprint exercise. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, 39(9), 836–841. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2012.05735.x>
6. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(10), 927–954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
7. C. Costa, A. Palma, C. Pedrosa and A. Pierucci, "Female Futsal Players' Profile and Biochemical Alterations through Intermittent High-Intensity Exercise Training", *Food and Nutrition Sciences*, 3(1), 2012, pp. 110-116. doi: [10.4236/fns.2012.31016](https://doi.org/10.4236/fns.2012.31016).
8. Chevront, S. N., & Kenefick, R. W. (2014). Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 257–285. <https://doi.org/10.1002/cphy.c130017>
9. Castillo, D., Raya-González, J., Scanlan, A. T., Sánchez-Díaz, S., Lozano, D., & Yanci, J. (2021). The influence of physical fitness attributes on external demands during simulated basketball matches in youth players according to age category.

Physiology & behavior, 233, 113354.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113354>

10. Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(8), 673–694.
<https://doi.org/10.2165/11590550-000000000-00000>
11. Harris, N. K., Dulson, D. K., Logan, G., Warbrick, I. B., Merien, F., & Lubans, D. R. (2017). Acute Responses to Resistance and High-Intensity Interval Training in Early Adolescents. *Journal of strength and conditioning research*, 31(5), 1177–1186.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001590>
12. Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *The British journal of nutrition*, 40(3), 497–504.
<https://doi.org/10.1079/bjn19780152>
13. Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(10), 1729–1756 .
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8>
14. Vaquera Jiménez, A., Refoyo, I., Villa Vicente, J., Calleja, J., Rodríguez Marroyo, J., García López, J., & Sampedro, J. (2008). Heart rate response to game-play in professional basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 3(1), 1-9. doi:
<https://doi.org/10.4100/jhse.2008.31.01>
15. Joseph J, McIntyre F, Joyce C, Scanlan A, Cripps A (2021). A comparison of multidimensional qualities discriminant of selection in elite adolescent Australian basketball athletes. *Plos One*, 16(8): e0256032.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256032>
16. Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(6), 1165–1174.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd>
17. Masanovic, B., Bavcevic, T., & Bavcevic, I. (2019). Comparative study of anthropometric measurement and body composition between junior soccer and volleyball players from the serbian national league. *Sport Mont*, 17(1), 9-14. doi: 10.26773/smj.190202

18. McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387–397. <https://doi.org/10.1080/02640419508732254>
19. Nielsen, B., Hyldig, T., Bidstrup, F., González-Alonso, J., & Christoffersen, G. R. (2001). Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat. *Pflugers Archiv: European journal of physiology*, 442(1), 41–48. <https://doi.org/10.1007/s004240100515>
20. Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Hernández-Belmonte, A., García-Rubio, J., Nakamura, F. Y. & Ibáñez, S. J. (2019). Impact of contextual factors on external load during a congested-fixture tournament in elite U'18 basketball players. *Frontiers in Psychology*, 1100.
21. Petway AJ, Freitas TT, Calleja-González J, Medina Leal D, Alcaraz PE (2020) Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. *Plos One* 15(3): e0229212. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229212>
22. Scanlan, A. T., Fox, J. L., Borges, N. R., & Dalbo, V. J. (2017). The Commonality Between Approaches to Determine Jump Fatigue During Basketball Activity in Junior Players: In-Game Versus Across-Game Decrements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 260-263. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0005>
23. Scanlan, A. T., Tucker, P. S., Dascombe, B. J., Berkelmans, D. M., Hiskens, M. I., & Dalbo, V. J. (2015). Fluctuations in Activity Demands Across Game Quarters in Professional and Semiprofessional Male Basketball. *Journal of strength and conditioning research*, 29(11), 3006–3015. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000967>
24. Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 111–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
25. Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(3), 539–583. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8>
26. Vázquez-Guerrero, J., Jones, B., Fernández-Valdés, B., Moras, G., Reche, X., & Sampaio, J. (2019). Physical demands of elite basketball during an official U18

- international tournament. *Journal of sports sciences*, 37(22), 2530–2537.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1647033>
27. Vázquez-Guerrero, J., Fernández-Valdés, B., Jones, B., Moras, G., Reche, X., et al. (2019) Changes in physical demands between game quarters of U18 elite official basketball games. *Plos One* 14(9): e0221818.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221818>
28. Waldron M, Highton J. Fatigue and pacing in high-intensity intermittent team sport: an update. *Sports Med*. 2014 Dec;44 (12) :1645-58. doi: 10. 1007/s40279-014-0230-6. PMID: 25047854.
29. Waldron, M., Highton, J., (2014). Fatigue and Pacing in High-Intensity Intermittent Team Sport: An Update. *Sports Med*, 44, 1645–1658.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0230-6>