

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

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
με τίτλο:

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΣΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΣΠΡΙΝΤ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ**

ΤΟΥ

Νικολάου Γιαννουλάκη (ΑΕΜ: 13050)

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ηλίας Σμήλιος, Αναπληρωτής Καθηγητής
ΤΕΦΑΑ ΔΠΘ

2^ο μέλος τριμελούς εξεταστικής επιτροπής:

Γρηγόρης Μπογδάνης, Καθηγητής
ΤΕΦΑΑ ΕΚΠΑ

3^ο μέλος τριμελούς εξεταστικής επιτροπής:

Γεώργιος Παραδείσης, Καθηγητής
ΤΕΦΑΑ ΕΚΠΑ

Κομοτηνή, 2022

Στη γυναίκα μου και τις δύο μου κόρες...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής της παρούσας εργασίας. Ευχαριστώ πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ηλία Σμήλιο, Αναπληρωτή Καθηγητή ΤΕΦΑΑ ΔΠΘ, που με ανέλαβε και με την πλήρη βοήθεια και καθοδήγηση του ολοκλήρωσα τη μεταπτυχιακή μου διατριβή. Εκφράζω ακόμα τις ευχαριστίες μου στα άλλα δύο μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, τον Καθηγητή Γρηγόρη Μπογδάνη και τον Καθηγητή Γεώργιο Παραδείση για τις υποδείξεις τους και την προθυμία τους να απαντήσουν σε κάθε μου ερώτηση.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου για την οικονομική και υλική υποστήριξη και τον αθλητικό σύλλογο ΑΘΛΗ.Σ.Υ. Αρκαλοχωρίου όπου εργαζόμουν κατά τη διάρκεια της συγγραφής αυτής της έρευνας, ειδικά τους Αλεβιζάκη Γεώργιο και την Αγαπητού Ρουμπίνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν καθώς και τους αθλητές του συλλόγου οι οποίοι αποτέλεσαν το δείγμα της μελέτης και βοήθησαν στην υλοποίηση αυτής.

Τέλος, θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη γυναίκα μου Μαρία για την υποστήριξή και τη βοήθειά που μου πρόσφερε, που ήταν πάντα δίπλα μου σε όλες τις δυσκολίες που συνάντησα, καθώς χωρίς αυτή δε θα μπορούσα να υλοποιήσω αυτή τη μεταπτυχιακή διατριβή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Νικόλαος Γιαννουλάκης: Η επίδραση του χρόνου διαλείμματος σε φυσιολογικές και μηχανικές παραμέτρους κατά την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων σπριντ διαφορετικών αποστάσεων

(Με την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Ηλία Σμήλιου)

Σκοπός της έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης του χρόνου του διαλείμματος κατά την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων sprint 30 και 50 m, στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα καθώς και σε μηχανικές παραμέτρους όπως τη θεωρητική μέγιστη δρομική ταχύτητα (V_0), τη θεωρητική μέγιστη δύναμη (F_0), τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ (P_{max}), τη μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (RF_{max}), το ρυθμό πτώσης της RF ($RF_{dec}\%$) καθώς και το μέγιστο ύψος στο κατακόρυφο άλμα με και χωρίς ταλάντευση. Δώδεκα άντρες, ηλικίας $18,0\pm 0,43$ ετών, εκτέλεσαν δέκα sprint των 30 m και έξι sprint των 50 m σε δύο συνθήκες διαλείμματος, με τυχαία και ισοσταθμισμένη σειρά. Στα 30 m με διάλειμμα 25 και 50 s και στα 50 m με διάλειμμα 70 και 140 s ανάμεσα στις επανλήψεις. Στα sprint των 30 m, με το μικρότερο χρόνο διαλείμματος παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση ($p<0,05$) του χρόνου διάνυσης των 30 m (3^η έως 10^η επανάληψη), της $RF_{dec}\%$ (2^η έως 10^η επανάληψη) και της συγκέντρωσης του γαλακτικού και μεγαλύτερη πτώση ($p<0,05$) της V_0 (2^η έως 10^η επανάληψη), της P_{max} (6^η έως 10^η επανάληψη), της RF_{max} (6^η έως 10^η επανάληψη) και του ύψους των κατακόρυφων αλμάτων ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($p>0,05$) στη μεταβολή της F_0 . Στα sprint των 50 m, με το μικρότερο χρόνο διαλείμματος παρατηρήθηκε αύξηση ($p<0,05$) του χρόνου διάνυσης των 50 m (2^η έως 6^η επανάληψη) και της συγκέντρωσης γαλακτικού και μεγαλύτερη πτώση ($p<0,05$) της V_0 (1^η έως 6^η επανάληψη) και των κατακόρυφων αλμάτων ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($p>0,05$) στη μεταβολή των F_0 , P_{max} , RF_{max} και RF_{dec} . Φαίνεται πως σε επαναλαμβανόμενα sprint 30 και 50 m η μεγαλύτερη μεταβολική διαταραχή που παρατηρείται με τη μείωση του χρόνου διαλείμματος προκαλεί πτώση της V_0 λόγω μειωμένης ικανότητας εφαρμογής οριζόντιων δυνάμεων (RF_{max}), επιφέροντας αύξηση του χρόνου διάνυσης των δρομικών αποστάσεων.

Λέξεις κλειδιά: επαναλαμβανόμενα sprint, γαλακτικό, κατακόρυφο άλμα

ABSTRACT

Nikolaos Giannoulakis: Rest interval effects on physiological and mechanical parameters during the execution of repeated sprints of different distances

(Under the supervision of Associate Professor Ilias Smilios)

The purpose of the study was to examine the effects of the rest interval when performing repeated sprints 30 m and 50m on blood lactate concentration and the mechanical parameters theoretical maximum running speed (V_0), theoretical maximum force (F_0), maximum power (P_{max}), the maximum value of the horizontal to the total ground reaction force ratio (RF_{max}), the rate of decline of the RF ($RF_{dec}\%$) and the maximum height when performing Squat Jumps and Counter Movement Jumps. Twelve men (age: 18 ± 0.43 years) performed ten sprints of 30 m and six sprints of 50 m. The rest intervals for 30 m were 25 s and 50 s, whereas for 50 m were 70 s and 140 s between repetitions. In the condition where the rest interval was shorter, there was a greater increase in 30 m time (3rd to 10th repetition, $p<0.001$), $RF_{dec}\%$ (2nd to 10th repetition, $P<0.001$) and lactate concentration ($p<0.001$) and a greater fall in V_0 (2nd to 10th repetition, $p<0.001$), P_{max} (6th to 10th repetition, $p<0.001$), RF_{max} (6th to 10th repetition, $p<0.001$) and the maximum jump height on both squat and counter movement jumps while no differences were observed ($p>0.05$) in the changes of F_0 . In the condition where the rest interval was shorter, there was a greater increase in 50 m time (2nd to 6th repetition, $p<0.001$) and lactate concentration ($p<0.001$) and greater fall at V_0 (1st to 6th repetition, $p<0.001$) and the maximum jump height at both squat and counter movement jumps while no differences were observed ($p>0.05$) in the changes of F_0 , P_{max} , RF_{max} and RF_{dec} . It appears that when performing repeated sprints of 30 m and 50 m, the greater metabolic disturbances observed with the shorter rest interval, causes a drop in performance with a notable large drop in V_0 due to the reduced ability to apply horizontal forces (RF), and a notable increase at lactate concentration causing an increase in the time to cover the running distances.

Key words: repeated sprint, lactic acid, squat jump, counter movement jump

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΦΙΕΡΩΣΗ.....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1 Σκοπός της έρευνας.....	14
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	14
1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	14
1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες.....	15
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	16
2.1. Δείγμα.....	16
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	16
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και οργάνων μέτρησης.....	16
2.3.1 Δοκιμασία επαναλαμβανόμενων sprint.....	17
2.3.2. Μέτρηση γαλακτικού.....	19
2.3.3. Δοκιμασία κάθετων αλμάτων.....	19
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	20
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	21
3.1. Χρόνος διάνυσης δρόμου 30 m με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.....	21
3.2. Θεωρητική μέγιστη δύναμη στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 10 x 30m με 25 και 50 s διάλειμμα.....	22
3.3. Θεωρητική μέγιστη ταχύτητα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.....	23
3.4. Μέγιστη παραγόμενη ισχύς στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	24

3.5.	Μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.....	25
3.6.	Ρυθμός πτώσης της εφαρμογής δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.....	26
3.7.	Συγκέντρωση Γαλακτικού με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.....	27
3.8.	Ύψος κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	28
3.9.	Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	29
3.10.	Χρόνος διάνυσης δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	30
3.11.	Θεωρητική μέγιστη δύναμη στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	31
3.12.	Θεωρητική μέγιστη ταχύτητα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	32
3.13.	Μέγιστη παραγόμενη ισχύς στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	33
3.14.	Μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	34
3.15.	Ρυθμός πτώσης της εφαρμογής δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	35
3.16.	Συγκέντρωση Γαλακτικού με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	36
3.17.	Ύψος κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	37
3.18.	Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.....	38

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	39
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	44
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	45

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Απεικονίζονται οι αποστάσεις στις οποίες τοποθετήθηκαν τα κοντάρια παρατήρησης των επιμέρους αποστάσεων για τα 30 m ώστε όταν η λεκάνη του αθλητή βρισκόταν πίσω από το κοντάρι, να αντιστοιχεί στα μέτρα τα οποία ήταν και να μην υπάρχει αλλοίωση λόγω της προοπτικής.	18
Σχήμα 2.	Μεταβολή του χρόνου (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 30 m με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	21
Σχήμα 3.	Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής δύναμης στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	22
Σχήμα 4.	Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής ταχύτητας (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	23
Σχήμα 5.	Μεταβολή της μέγιστης ισχύος στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	24
Σχήμα 6.	Μεταβολή της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	25
Σχήμα 7.	Μεταβολή του ρυθμού πτώσης του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	26
Σχήμα 8.	Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	27
Σχήμα 9.	Μεταβολή του ύψους άλματος από ημικάθισμα (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	28
Σχήμα 10.	Μεταβολή του ύψους άλματος με ταλάντευση (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα.	29
Σχήμα 11.	Μεταβολή του χρόνου (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	30
Σχήμα 12.	Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής δύναμης στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	31

Σχήμα 13. Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής ταχύτητας (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	32
Σχήμα 14. Μεταβολή της μέγιστης ισχύος στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) διάνυσης δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	33
Σχήμα 15. Μεταβολή της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	34
Σχήμα 16. Μεταβολή της πτώσης της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	35
Σχήμα 17. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	36
Σχήμα 18. Μεταβολή του ύψους άλματος από ημικάθισμα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	37
Σχήμα 19. Μεταβολή του ύψους άλματος με ταλάντευση (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.	38

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλά ομαδικά αθλήματα (π.χ. ποδόσφαιρο, καλαθοσφαίριση) καθώς και οι προπονήσεις αθλητών ταχύτητας (π.χ. 100 και 200 m) στον κλασικό αθλητισμό περιλαμβάνουν την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων sprint. Στα ομαδικά αγωνίσματα, τα sprint που κάνουν οι αθλητές έχουν μέγιστη ένταση αλλά είναι σχετικά σύντομα (15 – 30 m) ενώ στον κλασικό αθλητισμό οι αποστάσεις μπορεί να είναι μεγαλύτερες (20 – 60 m) εφ' όσον γίνονται με στόχο τη βελτίωση της αντοχής στην ταχύτητα. Πολλές έρευνες έχουν γίνει και συνεχίζουν να γίνονται, με στόχο την εύρεση του βέλτιστου χρόνου διαλείμματος ανάμεσα στις προσπάθειες. Υπάρχουν έρευνες όπου μελέτησαν την επίδραση στην επίδοση των συμμετεχόντων του διαφορετικού χρόνου διαλείμματος σε τρέξιμο μιας σταθερής απόστασης (Balsom et al., 1992; Glaister et al., 2005; Spencer et al., 2005) και άλλες που μελέτησαν την επίδραση ενός σταθερού χρόνου διαλείμματος σε διαφορετικές αποστάσεις τρεξίματος sprint (Abt et al., 2011; Balsom et al., 1992; Billaut et al., 2007; Buchheit, 2010; Dawson et al., 1998; Gaitanos et al., 1993).

Για να συσχετίσουν τον χρόνο του διαλείμματος με τον χρόνο που χρειάζεται ο αθλητής για να διανύσει την απόσταση, οι ερευνητές χρησιμοποιούν μια σταθερά το λόγο της διάρκειας παραγωγής έργου προς τη διάρκεια του διαλείμματος. Έχουν ξεκινήσει από λόγο διάρκειας προσπάθειας προς διάρκεια διαλείμματος 1:2 (Glaister et al., 2014) αλλά οι περισσότερες έχουν χρησιμοποιήσει αναλογίες ανάμεσα σε 1:4 και 1:10 (Abt et al., 2011; Balsom et al., 1992; Billaut et al., 2007; Buchheit, 2010; Buchheit et al., 2014; Dawson et al., 1998; Gaitanos et al., 1993; Glaister, 2005; Morin et al., 2011; Spencer et al., 2005). Σε λίγες μελέτες έχει επεκταθεί ο χρόνος διαλείμματος μέχρι και το 20:1 (Balsom et al., 1992; Spencer et al., 2005). Πιο συγκεκριμένα, οι Abt et al. (2011) χρησιμοποίησαν λόγο χρόνου sprint προς χρόνο διαλείμματος 1:10 για τρεις αποστάσεις: 15 m, 30 m και 50 m και κατέληξαν ότι μόνο για την απόσταση των 15 m το διάλειμμα δεν επιδρούσε αρνητικά στην επίδοση των συμμετεχόντων. Στις αποστάσεις 30 m και 50 m το διάλειμμα αυτό δεν αρκούσε και επέδρασε αρνητικά στο χρόνο διάνυσης των αποστάσεων. Παρόμοιες αποστάσεις χρησιμοποίησαν και οι Balsom et al. (1992) 15 m, 30 m και 40 m με τη διαφορά ότι έκαναν χρήση σταθερού διαλείμματος 30 s για κάθε απόσταση-κάτι που αντιστοιχεί περίπου σε λόγους 1:10, 1:6 και 1:5, αντίστοιχα, και σε συμφωνία με την προηγούμενη έρευνα, κατέληξαν ότι το διάλειμμα που αντιστοιχεί σε λόγο 1:6 για τα 30m και 1:5 για τα

40m, δεν αρκούσε για τη μυϊκή αποκατάσταση με αποτέλεσμα να επέλθει σημαντική πτώση στην απόδοση των εξεταζόμενων.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι αναλογίες μέχρι 1:10 αρκούν για να μην μεταβληθεί η απόδοση των συμμετεχόντων σε αποστάσεις μέχρι 15 m ή/και χρονικής διάρκειας μέχρι 3 s ενώ σε προσπάθειες μέχρι 3 s παρατηρήθηκαν μικρές έως και καθόλου διαφορές, ακόμα και με αναλογία χρόνου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος 1:4 (Abt et al., 2011; Balsom et al., 1992). Ωστόσο, όσο αυξάνεται η διάρκεια/απόσταση, τόσο περισσότερο επιδρά η κόπωση στην επίδοση. Μελέτες έχουν δείξει πως σε μέγιστες προσπάθειες διάρκειας άνω των 3 s παρατηρείται πτώση της απόδοσης και αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα όταν η αναλογία του χρόνου άσκησης προς το χρόνο διαλείμματος είναι μικρότερη από 1:10 (Balsom et al., 1992a; Balsom et al., 1992b; Billaut et al., 2007; Buchheit, 2010; Dawson et al., 1998; Gaitanos et al., 1993; Glaister, 2005; Spencer et al., 2005). Επιπλέον, όσο αυξάνεται η διάρκεια της προσπάθειας και το διάλειμμα παραμένει σταθερό, τόσο περισσότερο αυξάνεται η συγκέντρωση του γαλακτικού και μειώνεται η απόδοση (Abt et al., 2011; Balsom et al., 1992a; Hirvonen et al., 1987). Αυτό εξηγείται από το ότι οι οδοί παραγωγής ενέργειας στο sprint είναι αναερόβιοι, με κύρια πηγή ανασύνθεσης της τριφωσφορικής αδενοσίνης, τη φωσφοκρεατίνη, μέχρι τα 7 s και έπειτα την αναερόβια γλυκόλυση (Duffield et al., 2004; Hirvonen et al., 1987). Άρα τα ενεργειακά αποθέματα είναι πεπερασμένα, κάτι που καθιστά την παύση εκτέλεσης (διάλειμμα) απαραίτητη για την επανασύνθεσή τους και την συνέχιση εκτέλεσης των προσπαθειών.

Σε ένα μεμονωμένο sprint, η συγκέντρωση του γαλακτικού που παρατηρείται δεν συνδέεται με την πτώση της απόδοσης, όπως έχουν βρει οι Hirvonen et al. (1987). Δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο όμως στα επαναλαμβανόμενα sprint, όπως έχουν βρει πολλοί άλλοι ερευνητές οι οποίοι μελέτησαν τη συσχέτιση που έχει το διάλειμμα ανάμεσα στα sprint με τη συγκέντρωση του γαλακτικού (Abt et al., 2011; Balsom et al., 1992b; Buchheit, 2010; Dawson et al., 1998; Gaitanos et al., 1993; Gharbi et al., 2014; Glaister, 2005; Glaister et al., 2005; Glaister et al., 2014; Spencer et al., 2005; Spencer et al., 2006; Spencer et al., 2008) καταλήγοντας ότι όσο αυξάνεται η διάρκεια της προσπάθειας και το διάλειμμα παραμένει σταθερό, τόσο περισσότερο αυξάνεται και η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα, κάτι που επιδρά στην απόδοση. Πιο συγκεκριμένα, οι Abt et al. (2011) μέτρησαν τη συγκέντρωση γαλακτικού αμέσως μετά την ολοκλήρωση

επαναλαμβανόμενων sprint 15 m, 30 m και 50 m κάνοντας χρήση λόγου 1:10 και βρήκαν ότι ενώ για την απόσταση των 15 m δεν υπήρξε επίδραση του διαλείμματος, δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο και για τις άλλες δύο αποστάσεις, όπου η συγκέντρωση του γαλακτικού φαίνεται να είναι μεγαλύτερη όπως και η πτώση της απόδοσης, συσχετίζοντας την οξέωση των αθλητών με την αύξηση του χρόνου διάνυσης των αποστάσεων. Ομοίως, οι Balsom et al. (1992b) μελέτησαν αποστάσεις 15 m, 30 m και 40 m και βρήκαν ότι στα 15 m με αναλογία 1:10 δεν μεταβλήθηκαν οι επιδόσεις ενώ για τις αποστάσεις των 30 m και 40 m με λόγο 1:6 και 1:5 αντίστοιχα, διαπιστώθηκε πτώση της απόδοσης, συσχετίζοντάς τη με την αύξηση του γαλακτικού λόγω του μειωμένου χρόνου διαλείμματος.

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένα μοντέλο ανάλυσης των μηχανικών παραμέτρων που καθορίζουν την απόδοση στα sprint, το οποίο περιλαμβάνει παραμέτρους όπως τη θεωρητική μέγιστη δρομική ταχύτητα (V_0), τη θεωρητική μέγιστη δύναμη στον οριζόντιο άξονα (F_0), τη μέγιστη παραγόμενη ισχύς στον οριζόντιο άξονα (P_{max}), τη μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Ratio of Force, RF) και το ρυθμό πτώσης της ($RF_{dec}\%$) (Morin & Samozino, 2016). Σε μελέτη όπου εξετάστηκε η μεταβολή αυτών των παραμέτρων κατά την εκτέλεση 10 sprint των 40 m βρέθηκε ότι η πτώση της απόδοσης οφείλονταν περισσότερο στη μεγάλη πτώση της V_0 και λιγότερο στην πτώση της F_0 (Jimenez-Reyes et al., 2019). Κατέληξαν ότι αυτό σχετίζεται με τον περιορισμό στην ικανότητα εφαρμογής της δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα όσο αυξάνεται η ταχύτητα (RF_{dec}) και όχι στην ικανότητα ανάπτυξης υψηλών επιπέδων οριζόντιας δύναμης σε χαμηλή ταχύτητα (F_0). Αυτή η ικανότητα, όσο η ταχύτητα αυξάνεται να μην πέφτει γρήγορα η εφαρμογή της δύναμης στον οριζόντιο άξονα, θεωρείται από τους ερευνητές ως παράμετρος-κλειδί για την επίδοση στα sprint γενικότερα.

Αν και προηγούμενες μελέτες (Balsom et al., 1992b; Billaut et al., 2007) έδειξαν ότι μια μείωση της αναλογίας του χρόνου ταχύτητας προς το χρόνο διαλείμματος από 1:10 σε 1:5 οδηγεί σε πτώση της απόδοσης, δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν εξετάσει πως επιδρά ο χρόνος του διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων στις μηχανικές παραμέτρους σε συνδυασμό και με τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα, συνδέοντας μια φυσιολογική παράμετρο με τη μεταβολή μηχανικών παραμέτρων οι οποίες καθορίζουν την επίδοση σε ένα sprint. Επηρεάζεται και εάν ναι, πόσο η εφαρμογή της δύναμης από τη συγκέντρωση του γαλακτικού; Η συσχέτιση -αν υπάρχει- μεταξύ συγκέντρωσης του

γαλακτικού και της μεταβολής των επιμέρους μηχανικών παραμέτρων, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από τους προπονητές ώστε να δομήσουν πιο αποτελεσματικά ένα προπονητικό πλάνο.

1.1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση δύο διαφορετικών αναλογιών χρόνου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος σε δύο αποστάσεις (χρόνος δρόμου ταχύτητας προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:5$ και $1:10$ για το δρόμο των 30 m και $\approx 1:10$ και $1:20$ για το δρόμο των 50 m), κατά την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων sprint 30 m και 50 m στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα και σε μηχανικές παραμέτρους όπως στη V_0 , στη F_0 , στην P_{max} , στην RF_{max} , και στο $RF_{dec}\%$ όπως επίσης και στην επίδοση στο κατακόρυφο άλμα από το ημικάθισμα (γωνία γόνατος 90°) με ταλάντευση και χωρίς.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

- α. Με τη συνθήκη εκτέλεσης με το μεγαλύτερο διάλειμμα, θα υπάρξει μικρότερη πτώση στις τιμές των μηχανικών παραμέτρων και κατά συνέπεια μικρότερη πτώση των επιδόσεων των αθλητών σε σχέση με το μικρότερο διάλειμμα ανεξαρτήτως της απόστασης τρεξίματος.
- β. Με τη συνθήκη εκτέλεσης με το μικρότερο διάλειμμα, θα υπάρξει μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στους αθλητές συγκριτικά με το μεγαλύτερο διάλειμμα ανεξαρτήτως της απόστασης τρεξίματος.
- γ. Με τη συνθήκη εκτέλεσης με το μικρότερο διάλειμμα, θα υπάρξει μεγαλύτερη πτώση της απόδοσης στα κατακόρυφα άλματα συγκριτικά με το μεγαλύτερο διάλειμμα ανεξαρτήτως της απόστασης τρεξίματος.

1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί

- Το δείγμα αποτέλεσαν ενεργοί αθλητές του ίδιου συλλόγου, ηλικίας 17 έως 19 ετών και σωματικής μάζας 58 έως 94 kg οι οποίοι είχαν προπονητική ηλικία τουλάχιστον 12 μηνών και το αγώνισμά τους σχετίζεται με το sprint (όχι δρομείς αντοχής ή ρίπτες).

- Οι δοκιμαζόμενοι δεν θα έπρεπε να έχουν κάνει χρήση κάποιου ενεργειακού/νευροδιεγερτικού σκευάσματος τουλάχιστον 2 ώρες πριν τις δοκιμασίες
- Ανάμεσα στις μετρήσεις μεσολάβησαν τουλάχιστον τρεις έως πέντε ημέρες αποχής από έντονη άσκηση.

1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες

- V_0 : Θεωρητική μέγιστη δρομική ταχύτητα
- F_0 : Θεωρητική μέγιστη δύναμη στον οριζόντιο άξονα
- P_{max} : Μέγιστη παραγόμενη ισχύς στον οριζόντιο άξονα
- RF_{max} : Μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους
- $RF_{dec}\%$: Ρυθμός πτώσης της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους
- SJ : Κατακόρυφο άλμα, με τα γόνατα σε γωνία 90° , με τα χέρια στη μεσολαβή
- CMJ : Κατακόρυφο άλμα, με τα γόνατα σε γωνία 90° , με τα χέρια στη μεσολαβή, με ταλάντευση

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 12 νεαροί αθλητές στίβου (ηλικία: $18 \pm 0,43$ έτη, ανάστημα: $1,77 \pm 0,08$ m, σωματική μάζα: $72,9 \pm 10,1$ kg) οι οποίοι είχαν τουλάχιστον 12 μήνες προπονητική ηλικία, γυμναζόμενοι τέσσερις με πέντε φορές την εβδομάδα με προπονήσεις που περιλάμβαναν δρομικές ασκήσεις, δρόμους ταχύτητας αποστάσεων 15 έως 60 m, δρόμους ταχύτητας με αντίσταση, πλειομετρικές ασκήσεις και προπονήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης με αντιστάσεις. Οι αθλητές ενημερώθηκαν εγγράφως και προφορικά για την πειραματική διαδικασία και υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης για τη συμμετοχή τους, ενώ για όσους δεν είχαν κλείσει το 18^ο έτος υπέγραψαν οι γονείς τους.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Οι αθλητές εκτέλεσαν δέκα sprint των 30 m και έξι sprint των 50 m από δύο φορές. Για τα sprint των 30 m, τη μια φορά με χρόνο διαλείμματος μεταξύ των δρόμων ταχύτητας 25 s (λόγος χρόνου sprint προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:5$) και την άλλη με χρόνο διαλείμματος μεταξύ των sprint 50 s (λόγος χρόνου sprint προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:10$). Για τα sprint των 50 m, τη μια φορά με χρόνο διαλείμματος μεταξύ των δρόμων 70 s (λόγος χρόνου sprint προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:10$) και την άλλη με χρόνο διαλείμματος μεταξύ των sprint 140 s (λόγος χρόνου sprint προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:20$).

Οι δοκιμαζόμενοι, στην αρχή της κάθε πειραματικής συνθήκης εκτελούνταν πρώτα γενική προθέρμανση (τρέξιμο χαμηλής έντασης δέκα min), μετά ειδική προθέρμανση (βαλλιστικές διατάσεις των κάτω άκρων, δρομικές ασκήσεις και δρόμοι ταχύτητας 50 m αυξανόμενης έντασης έως το 90%, διάρκειας 15 min) και στη συνέχεια δύο υπομέγιστες προσπάθειες στην απόσταση των 30 m. Έπειτα, μεσολαβούσε διάλειμμα διάρκειας 4 min, και 1 min πριν από την έναρξη των προσπαθειών γίνονταν λήψη αίματος από τη ρόγα του δακτύλου για τη μέτρηση του γαλακτικού και μέτρηση του ύψους δύο κατακόρυφων αλμάτων με τα γόνατα να σχηματίζουν γωνία 90 μοιρών με τα χέρια στη μεσολαβή και δύο κατακόρυφων αλμάτων με ταλάντευση με τα χέρια στη μεσολαβή, από τα οποία χρησιμοποιούνταν η καλύτερή τους επίδοση για την περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια, οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν τους επαναλαμβανόμενους δρόμους

ταχύτητας οι οποίοι βιντεοσκοπήθηκαν. Δόθηκε οδηγία για ομαλή επιβράδυνση μετά την διάνυση της εκάστοτε απόστασης και έπειτα οι αθλητές περίμεναν να περάσει το διάλειμμα για να ξανατρέξουν την ίδια απόσταση προς την αντίθετη κατεύθυνση. Τέσσερα και δεκαπέντε λεπτά μετά τη λήξη των επαναλαμβανόμενων sprint έγινε ξανά λήψη αίματος για τη μέτρηση του γαλακτικού. Ένα, δέκα και τριάντα λεπτά μετά την εκτέλεση των επαναλαμβανόμενων sprint έγιναν ξανά μετρήσεις του ύψους των κατακόρυφων αλμάτων. Όλοι οι δρόμοι ταχύτητας εκτελέστηκαν σε συνθετικό χλοοτάπητα ποδοσφαίρου φορώντας άπαντες υποδήματα με καρφιά. Οι τέσσερις συνθήκες μέτρησης εκτελέστηκαν με τυχαία σειρά και με αντιστάθμιση. Ανάμεσα στις μετρήσεις μεσολάβησαν τουλάχιστον τρεις έως πέντε ημέρες αποχής από έντονη προπόνηση. Όλες οι μετρήσεις έγιναν τις ίδιες ώρες της ημέρας (14:00 με 17:00). Σε περίπτωση έντασης ανέμου άνω των 12 km/h ή/και βροχής, δεν πραγματοποιούνταν μετρήσεις. Κατά τη διάρκεια όλων των μετρήσεων υπήρχε φωνητική παρότρυνση στους αθλητές για τη διασφάλιση της μέγιστης κινητοποίησής τους.

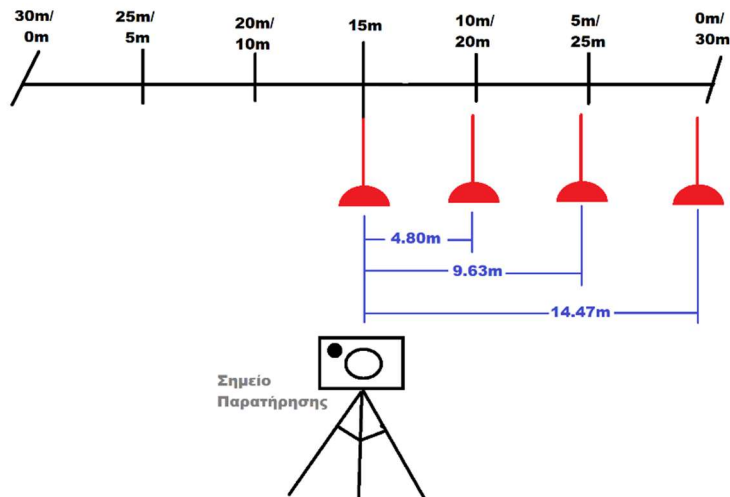
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

2.3.1. Βιντεοσκόπηση και ανάλυση των επαναλαμβανόμενων sprint

Κάθε sprint των συμμετεχόντων βιντεοσκοπήθηκε με συσκευή κινητού τηλεφώνου με δυνατότητα καταγραφής βίντεο σε 60 καρέ ανά δευτερόλεπτο (Samsung Galaxy A72) η οποία τοποθετήθηκε σε περιστρεφόμενο τρίποδο στο μέσο της απόστασης που έπρεπε να διανύσουν οι αθλητές (στα 15 m για τα sprint των 30 m και στα 25 m για τα sprint των 50 m) και 18m κάθετα από τη διαδρομή για τα sprint των 30 m και 30 m για τα sprint των 50 m . Το κάθε βίντεο αναλύθηκε για τη μέτρηση του συνολικού χρόνου των προσπαθειών, αλλά και του χρόνου διάνυσης των επιμέρους αποστάσεων ανά 5 μέτρα με την τοποθέτηση κονταριών. Λόγω προοπτικής από το σημείο παρατήρησης, μόνο στην απόσταση των 15 m τοποθετήθηκε το κοντάρι στα 15 m (γωνία παρατήρησης=0). Η τοποθέτηση των υπόλοιπων κονταριών για τα sprint 30 m έγινε σε απόσταση 14,47 m για τις αποστάσεις 0 m και 30 m, στα 9,63 m για τις αποστάσεις 5m και 25m, στα 4,80 m για τις αποστάσεις 10 m και 20 m (Σχήμα 1). Παρομοίως στα sprint των 50 m η τοποθέτηση του κονταριού των 25 m έγινε ακριβώς στα 25m ενώ τα υπόλοιπα τοποθετήθηκαν ως εξής: στα 24,75 m για τις αποστάσεις 0m και 50 m, στα 19,87 m για τις αποστάσεις 5m και 45

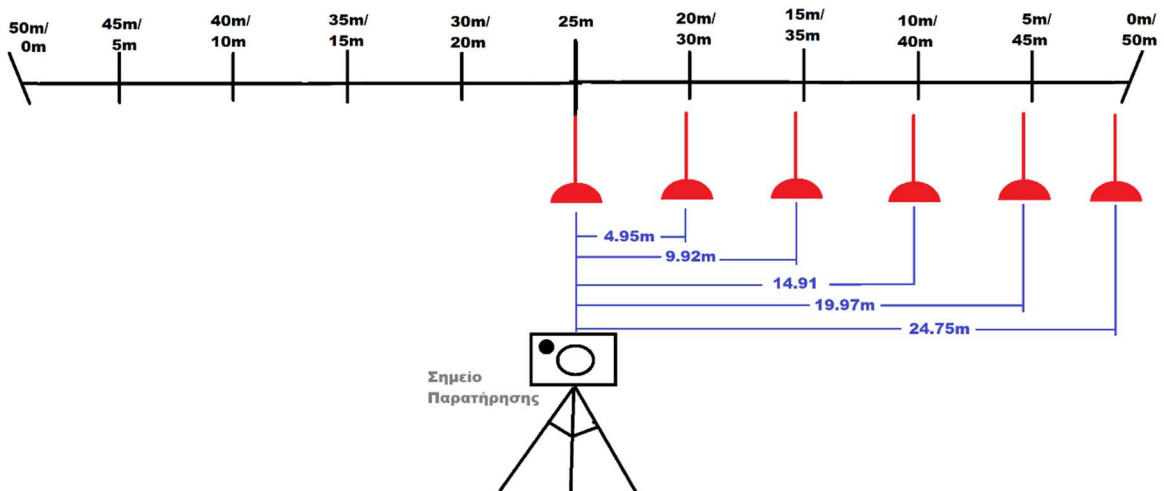
m, στα 14,91 m για τις αποστάσεις 10m και 40 m, στα 9,92 m για τις αποστάσεις 15 m και 35 m και στα 4,95 m για τις αποστάσεις 20 m και 30 m (Σχήμα 1).

Σπριντ 30m



Σχήμα 1.

Σπριντ 50m



Σχήμα 1. Απεικόνιση των αποστάσεων στις οποίες τοποθετήθηκαν τα κοντάρια παρατήρησης των επιμέρους αποστάσεων ώστε όταν η λεκάνη του αθλητή βρισκόταν πίσω από το κοντάρι να αντιστοιχεί στα μέτρα τα οποία βρίσκονταν ώστε να μην υπάρχει αλλοίωση λόγω της προοπτικής.

Η ανάλυση των βίντεο έγινε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη χρήση του λογισμικού Kinovea. Οι χρόνοι των επιμέρους αποστάσεων χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σχέσης ταχύτητας - δύναμης και της καμπύλης ισχύος στο κάθε sprint βάσει της μεθοδολογίας του Samozino και συν. (2016), με τη χρήση ειδικού φύλλου εργασίας στο πρόγραμμα Excel που διατίθεται από τους ερευνητές (https://www.researchgate.net/publication/321767606_Spreadsheet_for_Sprint_acceleration_force-velocity-power_profiling). Οι παράμετροι που αναλύθηκαν ήταν η V_0 , η F_0 η P_{max} , η RF και η $RF_{dec}\%$. Η παραπάνω μεθοδολογία έχει χρησιμοποιηθεί εκτός από τους ερευνητές που την διέθεσαν προς χρήση και από άλλους ερευνητές (Morin et al., 2019; Haugen et al., 2020; Rakovic et al., 2018)

2.3.2. Μέτρηση γαλακτικού

Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα από τη ρόγα του δακτύλου χρησιμοποιήθηκε η φορητή συσκευή Lactate scout 4 (EKF diagnostics, Germany), ταινίες μέτρησης Lactate Scout sensors Big Pack 72+ (EKF Diagnostics, Germany) και στυλό Sterilance LDE3 με τους αντίστοιχους σκαρφιστήρες. Πριν από κάθε δειγματοληψία αίματος, καθαρίζονταν η περιοχή διάτρησης σχολαστικά με τη χρήση βαμβακιού και καθαρού οινόπνευματος για τη διασφάλιση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας κάθε μέτρησης. Οι μετρήσεις γίνονταν πριν, 4 και 15 min μετά την ολοκλήρωση των επαναλαμβανόμενων sprint. Η μέτρηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού με τη συγκεκριμένη φορητή συσκευή γίνεται με ενζυμική αμπερομετρική μέθοδο με τη λήψη 0,2 ml τριχοειδικού αίματος.

2.3.3. Κατακόρυφα άλματα

Για τον υπολογισμό του ύψους των κατακόρυφων αλμάτων χρησιμοποιήθηκε η κινηματογράφηση των αλμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου και η χρήση της εφαρμογής MyJump2 (Balsalobre-Fernandez et al., 2015) η οποία μέσω του χρόνου πτήσης $\{ [g * (\text{χρόνος πτήσης})^2] / 8 \}$ υπολογίζει το ύψος του άλματος. Η εφαρμογή έχει βρεθεί ότι είναι έγκυρη και αξιόπιστη για τη μέτρηση του ύψους του κατακόρυφου άλματος (Bogataj et al., 2020). Οι αθλητές εκτελούσαν δύο άλματα κάθε φορά (δύο με ταλάντευση και δύο χωρίς) από τα οποία χρησιμοποιούνταν η καλύτερή τους επίδοση για την περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων.

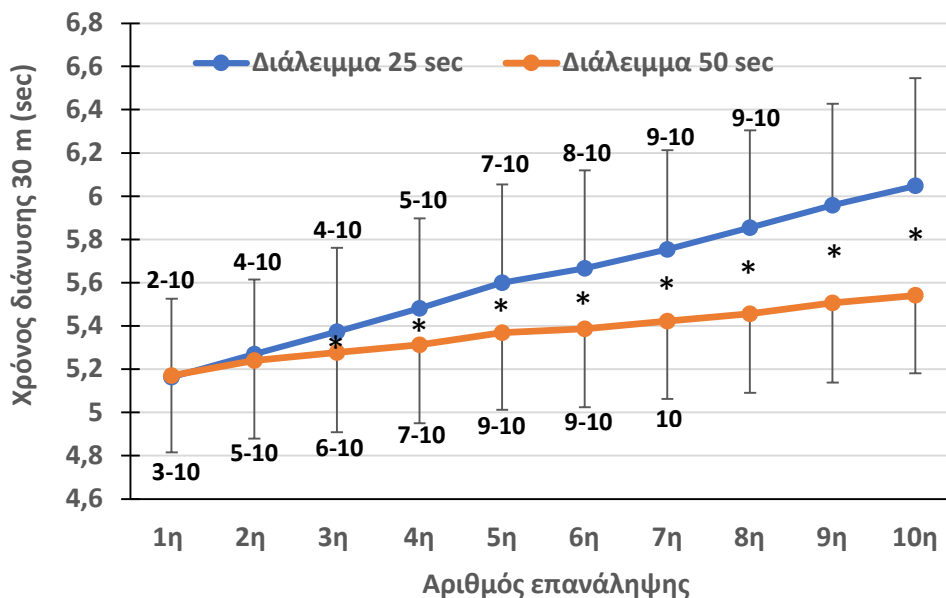
2.4. Στατιστική ανάλυση

Για τη διερεύνηση της επίδρασης του χρόνου του διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων (25 και 50 s για τα 30m, 70 και 140 s για τα 50m), του αριθμού των επαναλήψεων (1-10 για τα 30m και 1-6 για τα 50m) και της αλληλεπίδρασης τους στις εξαρτημένες μεταβλητές πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιμέρους διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εξετάστηκαν με το τεστ του Tukey. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Χρόνος διάνυσης δρόμου 30 m με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

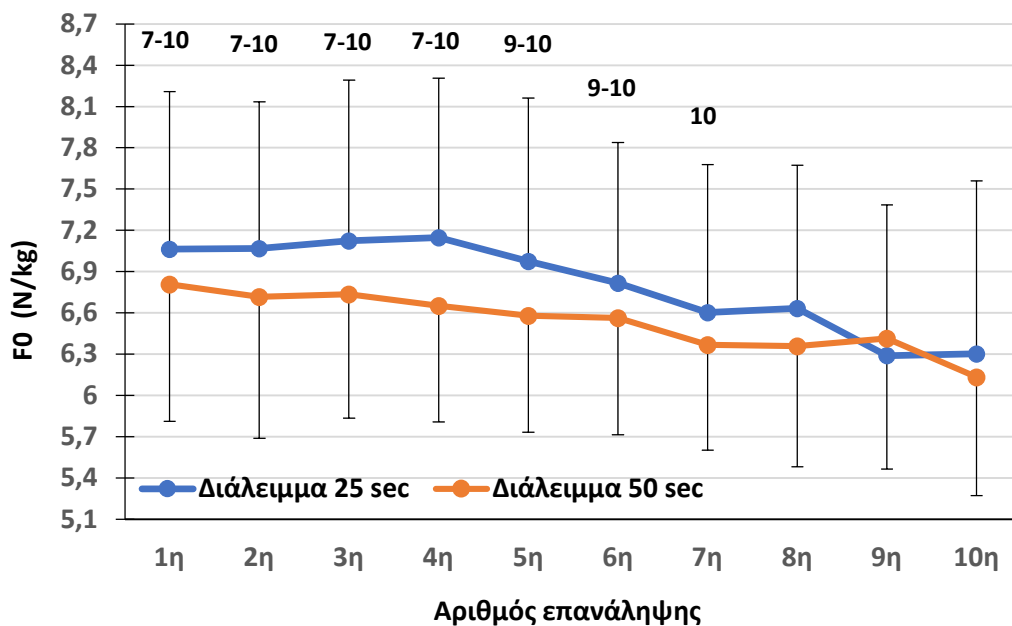
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(9, 99)= 132,75$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 38,45$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(9, 99)= 27,13$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s ο χρόνος διάνυσης των 30 m ήταν μεγαλύτερος από την 3η έως και τη 10η επανάληψη συγκριτικά με όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 50 s. Για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης, με το διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις στα 25 s, ο χρόνος διάνυσης της απόστασης των 30m ήταν μεγαλύτερος από την 2^η έως και τη 10^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η ενώ με το διάλειμμα ανάμεσα στα 50 s ο χρόνος ήταν μεγαλύτερος από την 3^η έως και τη 10^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η.



Σχήμα 2. Μεταβολή του χρόνου (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 30 m με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $^{5-10} = p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.2. Θεωρητική μέγιστη δύναμη στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 10 x 30m με 25 και 50 s διάλειμμα

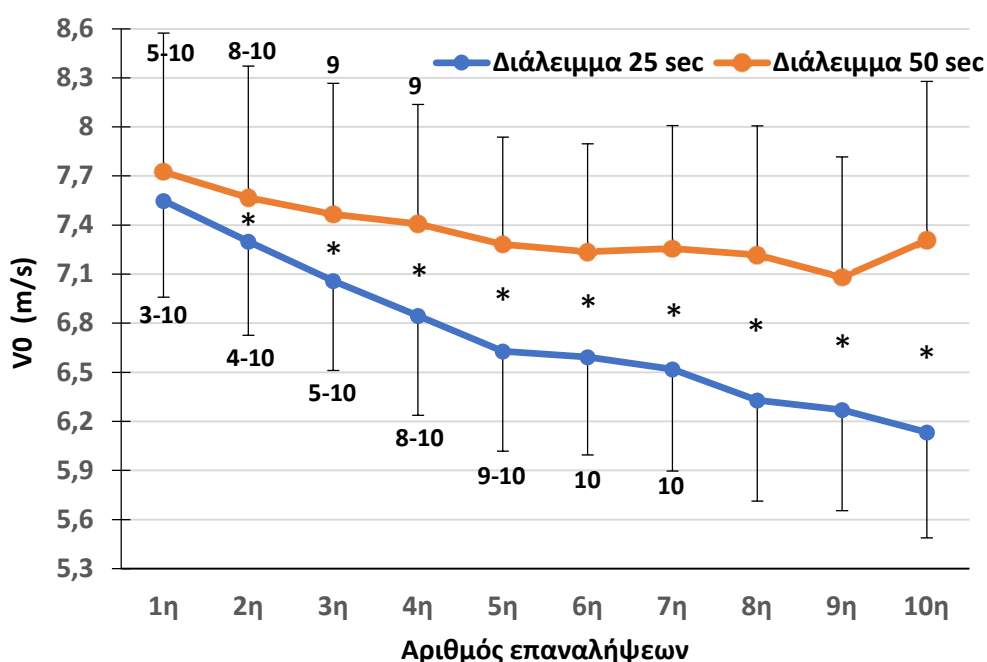
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(9, 99) = 12,67$; $p < 0,05$] ενώ για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 1,73$; $p > 0,05$] καθώς και για την αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(9, 99) = 1,54$; $P > 0,05$] δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης και με τα δύο διαλείμματα η τιμή της μέγιστης θεωρητικής δύναμης που ασκεί ο αθλητής στο έδαφος, ήταν μικρότερη από την 7^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η επανάληψη.



Σχήμα 3. Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής δύναμης στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (⁵⁻¹⁰= $p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.3. Θεωρητική μέγιστη ταχύτητα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

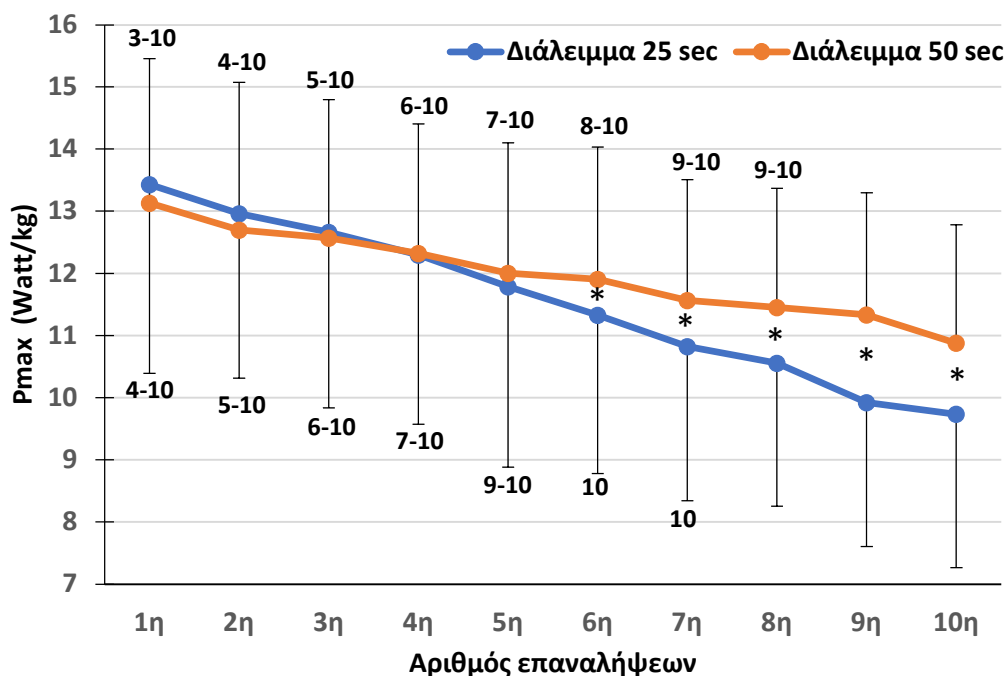
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(9, 99)= 31,74; p<0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 50,95; p<0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων [$F(9, 99)= 8,13; p<0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s η μέγιστη θεωρητική ταχύτητα ήταν μικρότερη από την 2^η έως και την 10^η επανάληψη συγκριτικά με όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 50 s. Για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s, η μέγιστη θεωρητική ταχύτητα ήταν μικρότερη από την 3^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η ενώ με το διάλειμμα 50 s ήταν μικρότερη από την 5^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η.



Σχήμα 4. Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής ταχύτητας (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p<0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $^{5-10}= p<0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.4. Μέγιστη παραγόμενη ισχύς στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

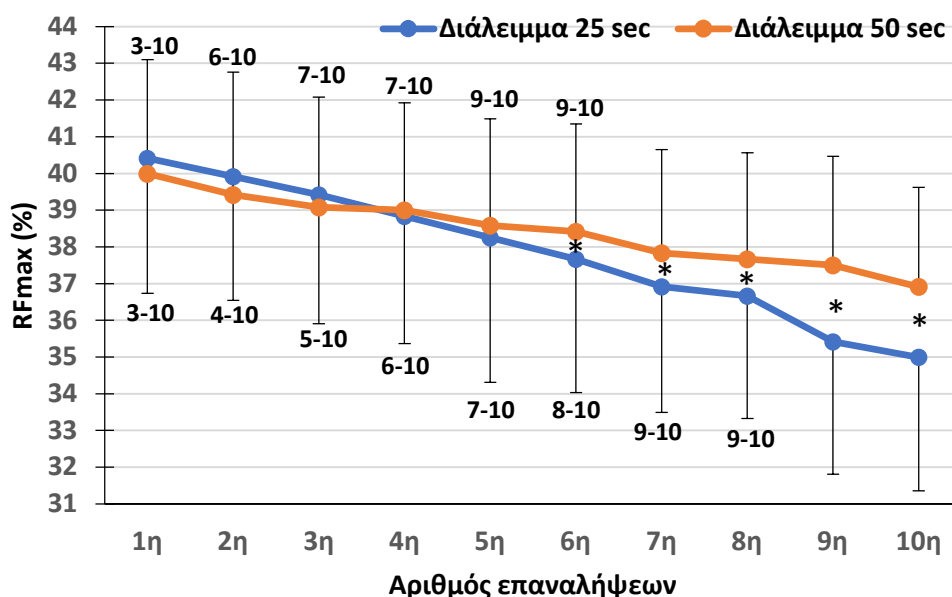
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(9, 99)= 70,64$; $p<0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(9, 99)= 10,49$; $p<0,05$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 2,73$; $p>0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης με διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις 25 s, η μέγιστη παραγόμενη ισχύς ήταν μικρότερη από την 3^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η ενώ με διάλειμμα 50 s η μέγιστη παραγόμενη ισχύς ήταν μικρότερη από την 4^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η. Για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, η ισχύς ήταν μικρότερη με διάλειμμα 25 s από την 6^η έως και την 10^η επανάληψη, συγκριτικά με όταν το διάλειμμα ήταν 50 s.



Σχήμα 5. Μεταβολή της μέγιστης ισχύος στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p<0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $^{5-10}= p<0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.5. Μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

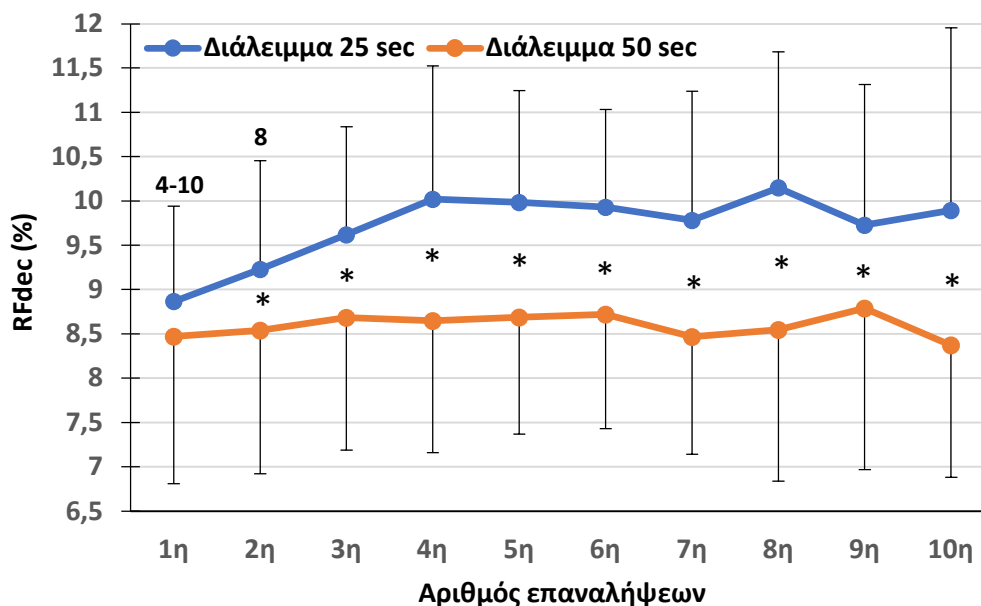
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(9, 99) = 70,77; p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(9, 99) = 10,41; p < 0,05$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 2,66; p > 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης με διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις 25 s, το ποσοστό της συνολικής δύναμης που ασκεί ο αθλητής, επί του οριζοντίου άξονα, ήταν μικρότερο από την 3^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η ενώ με διάλειμμα 50 s ήταν επίσης μικρότερο από την 3^η έως και την 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η. Για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος με διάλειμμα 25 s, το ποσοστό ήταν μικρότερο από την 6^η έως και την 10^η επανάληψη, συγκριτικά με όταν το διάλειμμα ήταν 50 s.



Σχήμα 6. Μεταβολή της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $^{5-10} = p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.6. Ρυθμός πτώσης της εφαρμογής δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

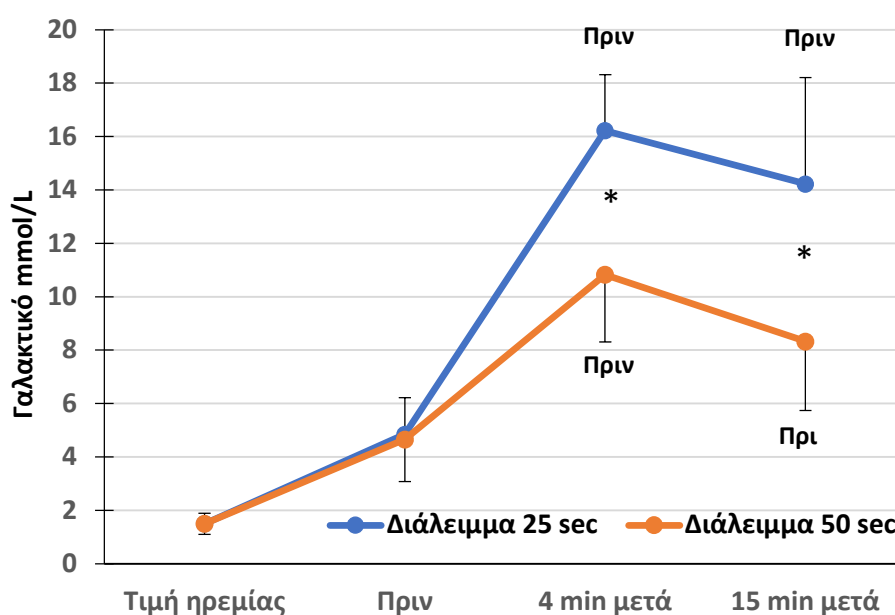
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(9, 99) = 2,50$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 9,67$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(9, 99) = 2,07$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s ο ρυθμός πτώσης εφαρμογής δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα ήταν μεγαλύτερος από την 2η έως και τη 10η επανάληψη συγκριτικά με όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 50 s. Για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης, με το διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις στα 25 s, ο ρυθμός πτώσης εφαρμογής δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα ήταν μεγαλύτερος από την 4^η έως και τη 10^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η ενώ με το διάλειμμα ανάμεσα στα 50 s δεν παρατηρήθηκε αύξηση.



Σχήμα 7. Μεταβολή του ρυθμού πτώσης του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, ⁵⁻¹⁰ $p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.7. Συγκέντρωση γαλακτικού με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

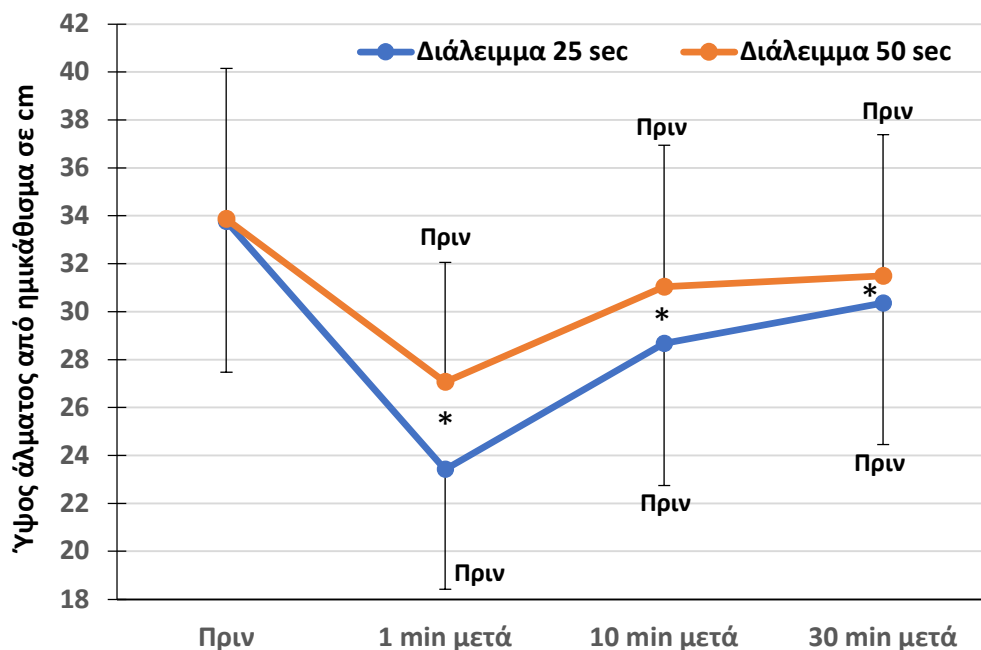
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και χρόνος μέτρησης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος μέτρησης [$F(2, 22) = 87,44$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 55,78$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(2, 22) = 29,69$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν μεγαλύτερη στα 4 min και 15 min μετά τα 10 x 30m sprint συγκριτικά με όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 50 s εκτός από την τιμή μέτρησης γαλακτικού πριν ξεκινήσουν οι επαναλήψεις. Για τον παράγοντα χρόνος μέτρησης, οι τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού ήταν μεγαλύτερες στα 4 min και 15 min μετά τα sprint και με τα δύο διαλείμματα.



Σχήμα 8. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $p_{\text{ριν}} = p < 0,05$ συγκριτικά με τη μέτρηση πριν τα sprint).

3.8. Ύψος κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

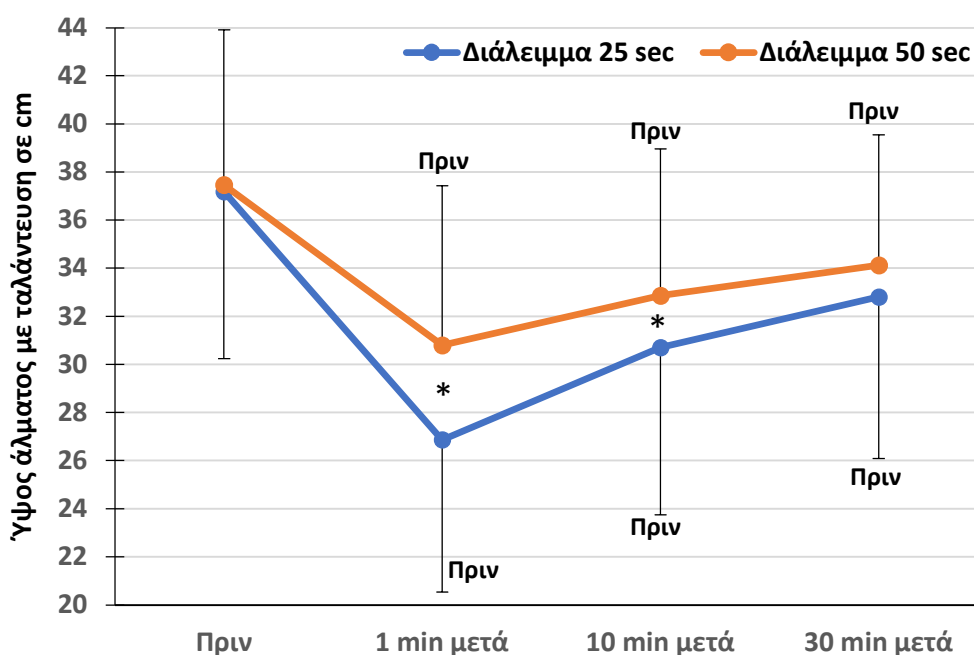
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και χρόνος μέτρησης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος μέτρησης [$F(3, 33)= 65,27$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 25,84$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(3, 33)= 7,54$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s το ύψος άλματος ήταν μικρότερο στο 1 min, 10 min και 30 min μετά τα sprint συγκριτικά με όταν το διάλειμμα ήταν 50 s ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο ύψος άλματος πριν τα sprint μεταξύ των δύο διαλειμμάτων. Για τον παράγοντα χρόνος μέτρησης, και με το διάλειμμα 25 s και με το διάλειμμα 50 s τα ύψη άλματος ήταν μικρότερα σε όλους τους χρόνους (1 min, 10 min και 30 min) μετά τα sprint.



Σχήμα 9. Μεταβολή του ύψους άλματος από ημικάθισμα (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $p_{\text{πριν}} = p < 0,05$ συγκριτικά με τη μέτρηση πριν τα sprint).

3.9. Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα

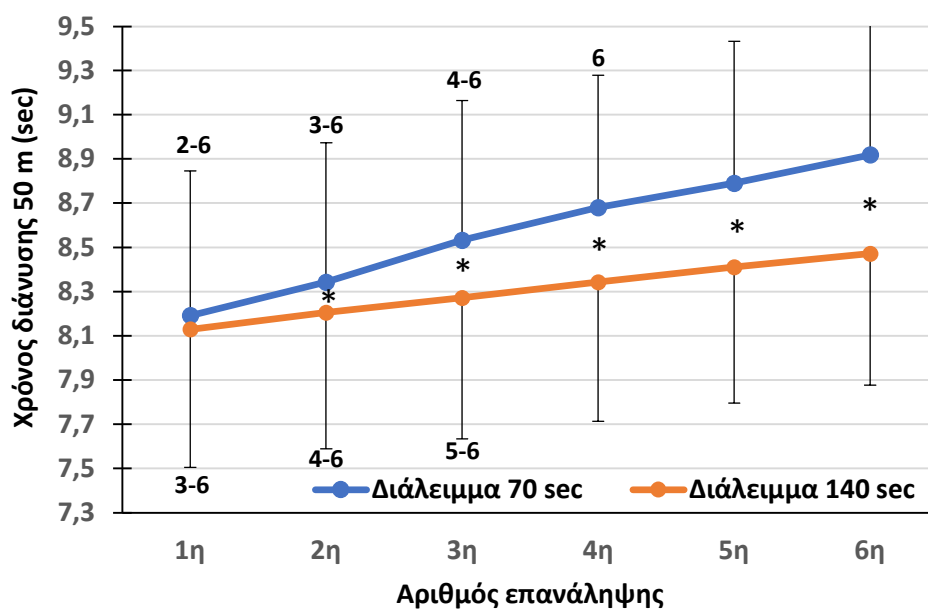
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και χρόνος μέτρησης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος μέτρησης [$F(3, 33)= 63,61$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 14,87$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(3, 33)= 4,96$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 25 s το ύψος άλματος ήταν μικρότερο στο 1 min και 10 min μετά τα sprint συγκριτικά με όταν το διάλειμμα ήταν 50 s ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο ύψος άλματος πριν τα sprint και στη μέτρηση 30 min μετά, μεταξύ των δύο διαλειμμάτων. Για τον παράγοντα χρόνος μέτρησης και με το διάλειμμα 25 s και με το διάλειμμα 50 s τα ύψη άλματος ήταν μικρότερα σε όλους τους χρόνους μέτρησης (1 min, 10 min και 30 min) μετά τα sprint.



Σχήμα 10. Μεταβολή του ύψους άλματος με ταλάντευση (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 10 x 30 m με 25 και 50 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $P_{\text{ριν}} = p < 0,05$ συγκριτικά με τη μέτρηση πριν τα sprint).

3.10. Χρόνος διάνυσης δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

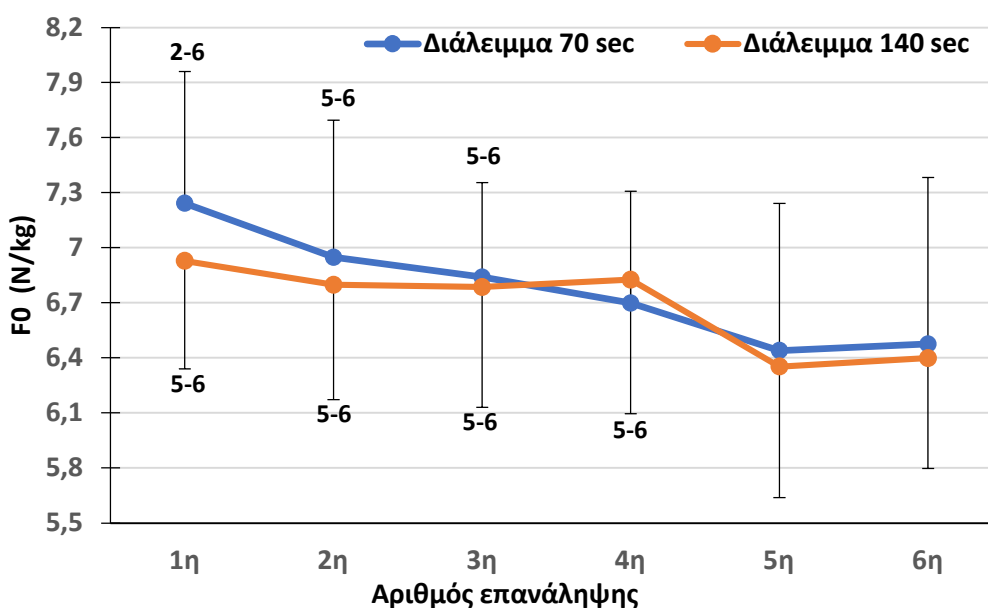
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(5, 55)= 65,95$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 30,31$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(5, 55)= 11,35$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 70 s ο χρόνος διάνυσης των 50 m ήταν μεγαλύτερος από την 2η έως και τη 6η επανάληψη συγκριτικά με όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 140 s. Για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης, με το διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις στα 70 s, ο χρόνος διάνυσης της απόστασης των 50m ήταν μεγαλύτερος από την 2^η έως και τη 6^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η ενώ με το διάλειμμα ανάμεσα στα 140 s ο χρόνος ήταν μεγαλύτερος από την 3^η έως και τη 6^η προσπάθεια σε σύγκριση με την 1^η.



Σχήμα 11. Μεταβολή του χρόνου (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $^{5-10} = p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.11. Θεωρητική μέγιστη δύναμη στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

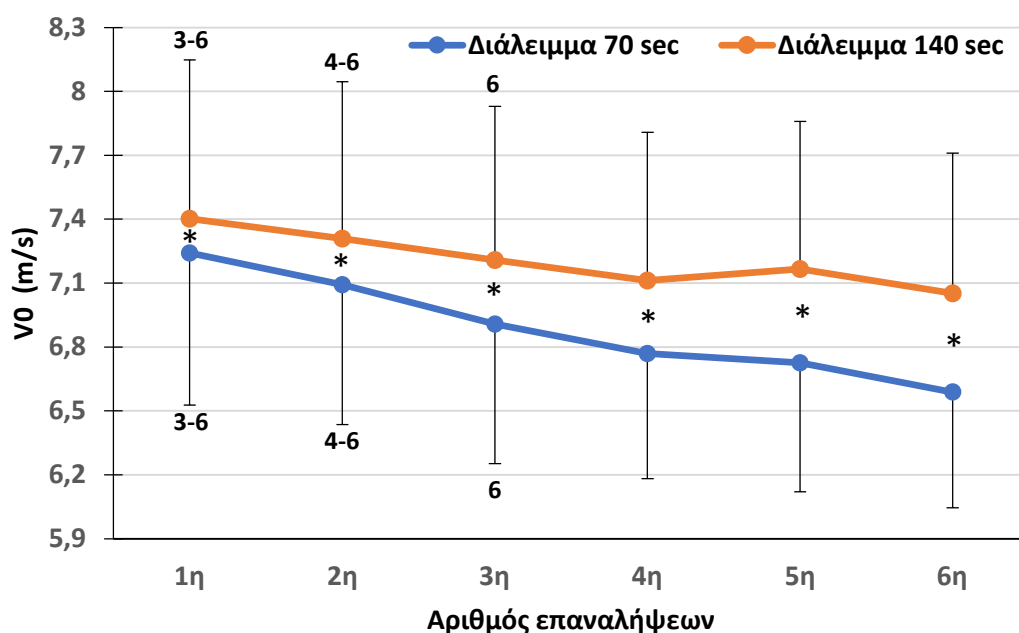
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(5, 55) = 17,61$; $p < 0,05$] ενώ για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 0,27$; $p > 0,05$] καθώς και για την αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(5, 55) = 0,79$; $P > 0,05$] δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης με το διάλειμμα 70 s η τιμή της μέγιστης θεωρητικής δύναμης που ασκεί ο αθλητής στο έδαφος ήταν μικρότερη από την 2^η έως και την 6^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η ενώ με το διάλειμμα 140 s ήταν μικρότερη από την 5^η έως και την 6^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η.



Σχήμα 12. Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής δύναμης στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα ($^{5-10} = p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.12. Θεωρητική μέγιστη ταχύτητα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

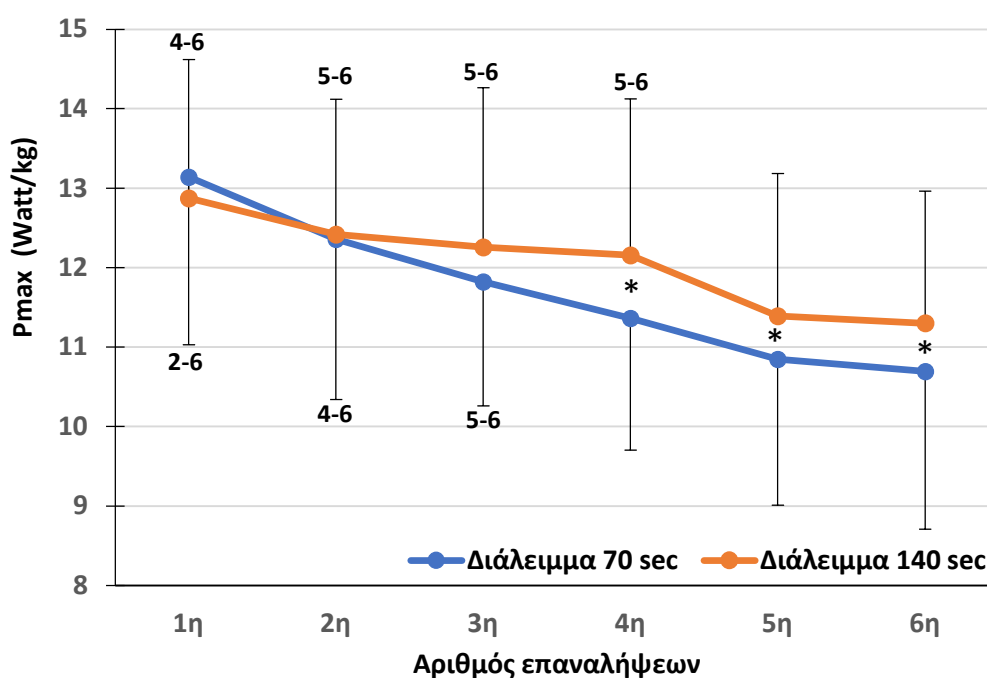
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(5, 55)= 25,41$; $p<0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 20,19$; $p<0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων [$F(5, 55)= 4,49$; $p<0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, η μέγιστη θεωρητική ταχύτητα ήταν μικρότερη με το διάλειμμα των 70 s από ότι με το διάλειμμα 140 s και για τις 6 επαναλήψεις. Για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης και με τα δύο διαλείμματα η μέγιστη θεωρητική ταχύτητα ήταν μικρότερη από την 3^η έως και την 6^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η.



Σχήμα 13. Μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής ταχύτητας (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα (* $p<0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $^{5-10}= p<0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.13. Μέγιστη παραγόμενη ισχύς στον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

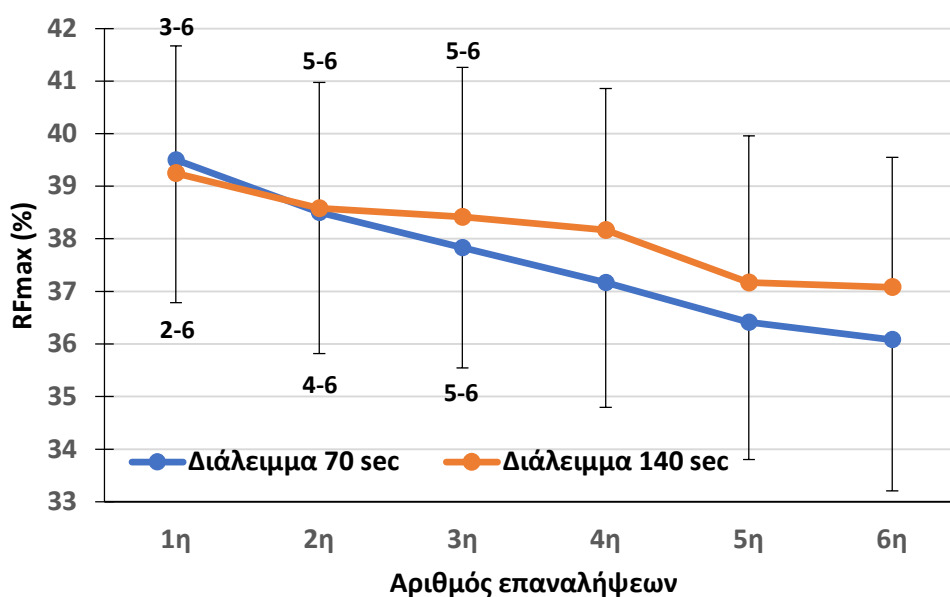
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(5, 55) = 65,40$; $p < 0,05$]. Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 1,90$; $p > 0,05$] ενώ υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων σε επίπεδο $p = 0,07$ [$F(5, 55) = 2,17$; $P = 0,07$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης με διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις 70 s, η μέγιστη παραγόμενη ισχύς ήταν μικρότερη από την 2^η έως και την 6^η επανάληψη σε σύγκριση με την 1^η ενώ με διάλειμμα 140 s η μέγιστη παραγόμενη ισχύς ήταν μικρότερη από την 4^η έως και την 6^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η. Ενώ για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, η ισχύς ήταν μικρότερη με διάλειμμα 70 s από την 4^η έως και την 6^η επανάληψη, συγκριτικά με όταν το διάλειμμα ήταν 140 s.



Σχήμα 14. Μεταβολή της μέγιστης ισχύος στον οριζόντιο άξονα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) διάνυσης δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, ⁵⁻¹⁰ $p < 0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.14. Μέγιστη τιμή του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

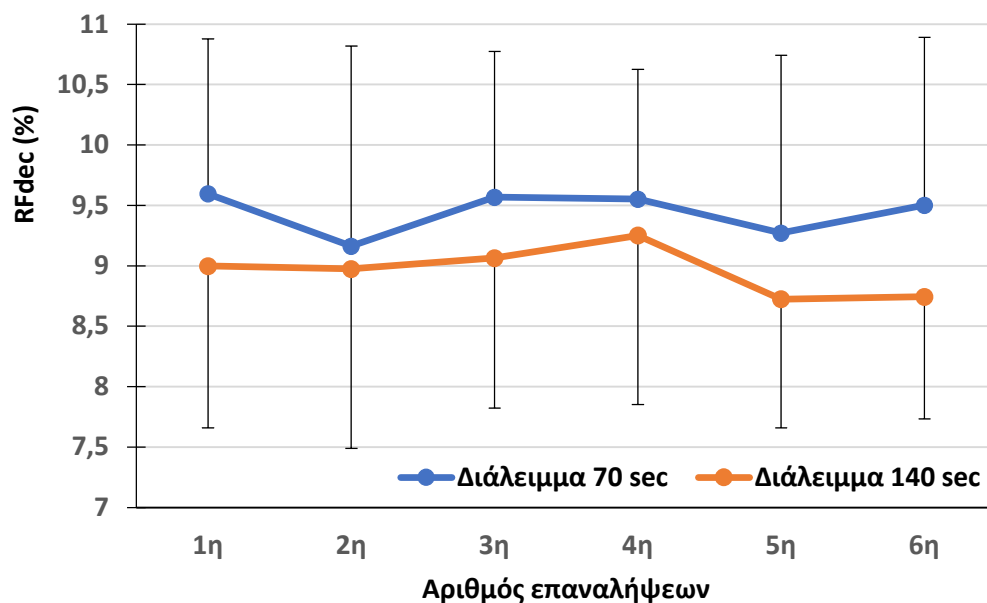
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα αριθμός επανάληψης [$F(5, 55)= 55,75; p<0,05$]. Αντιθέτως, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 1,69; p>0,05$] ούτε και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(5, 55)= 1,72; p>0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα αριθμός επανάληψης με διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις 70 s, το ποσοστό της συνολικής δύναμης που ασκεί ο αθλητής, επί του οριζοντίου άξονα, ήταν μικρότερο από την 2^η έως και την 6^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η ενώ με διάλειμμα 140 s ήταν μικρότερο από την 3^η έως και την 6^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η.



Σχήμα 15. Μεταβολή της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα ($^{5-10}= p<0,05$ ο εκθέτης αφορά τον αριθμό της επανάληψης με τον οποίο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά).

3.15. Ρυθμός πτώσης της εφαρμογής δύναμης κατά τον οριζόντιο άξονα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

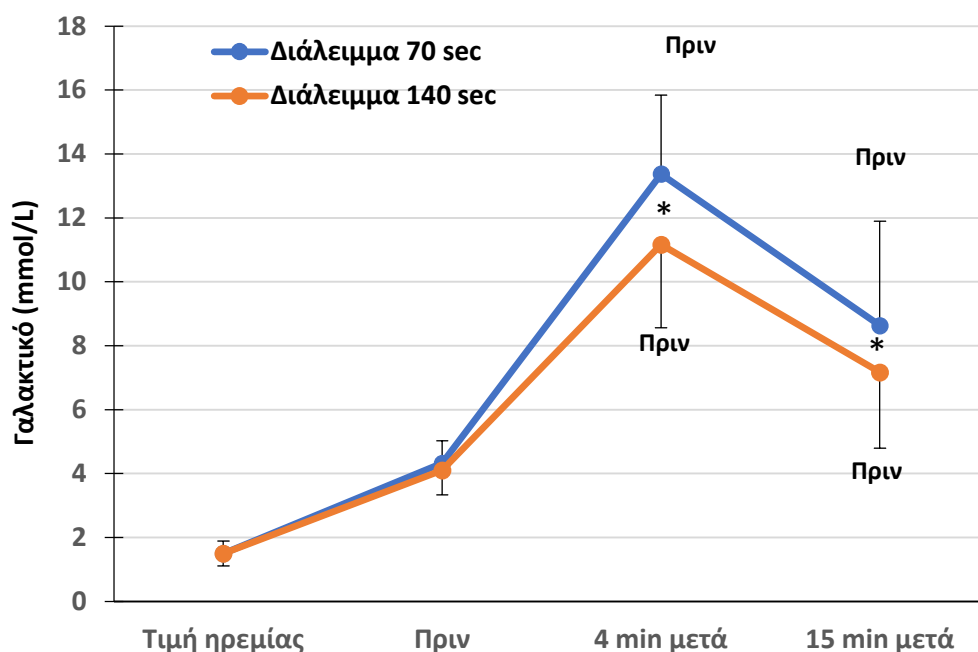
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και αριθμός επανάληψης) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των παραγόντων αριθμός επανάληψης [$F(5, 55) = 1,53$; $p > 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11) = 2,48$; $p > 0,05$] αλλά ούτε και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(5, 5) = 0,61$; $p > 0,05$].



Σχήμα 16. Μεταβολή της πτώσης της μέγιστης τιμής του λόγου της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη αντίδρασης του εδάφους (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) διάνυσης του δρόμου 50 m με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα.

3.16. Συγκέντρωση γαλακτικού με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

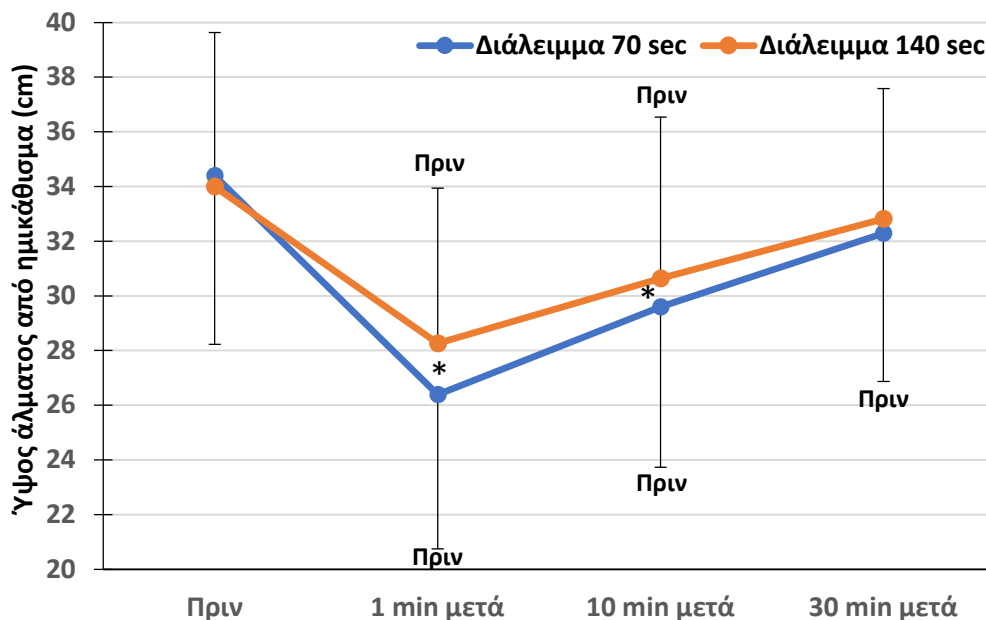
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και χρόνος μέτρησης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος μέτρησης [$F(2, 22)= 72,29$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 36,37$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(2, 22)= 5,38$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 70 s η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν μεγαλύτερη στα 4 min και 15 min μετά τα 6 x 50m sprint συγκριτικά με όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 140 s εκτός από την τιμή μέτρησης γαλακτικού πριν ξεκινήσουν οι επαναλήψεις. Για τον παράγοντα χρόνος μέτρησης, οι τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού ήταν μεγαλύτερες στα 4 min και 15 min μετά τα sprint σε σχέση με την τιμή ηρεμίας και με τα δύο διαλείμματα.



Σχήμα 17. Μεταβολή της συγκέντρωσης γαλακτικού (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $P_{\text{ριν}} = p < 0,05$ συγκριτικά με τη μέτρηση πριν τα sprint).

3.17. Ύψος κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

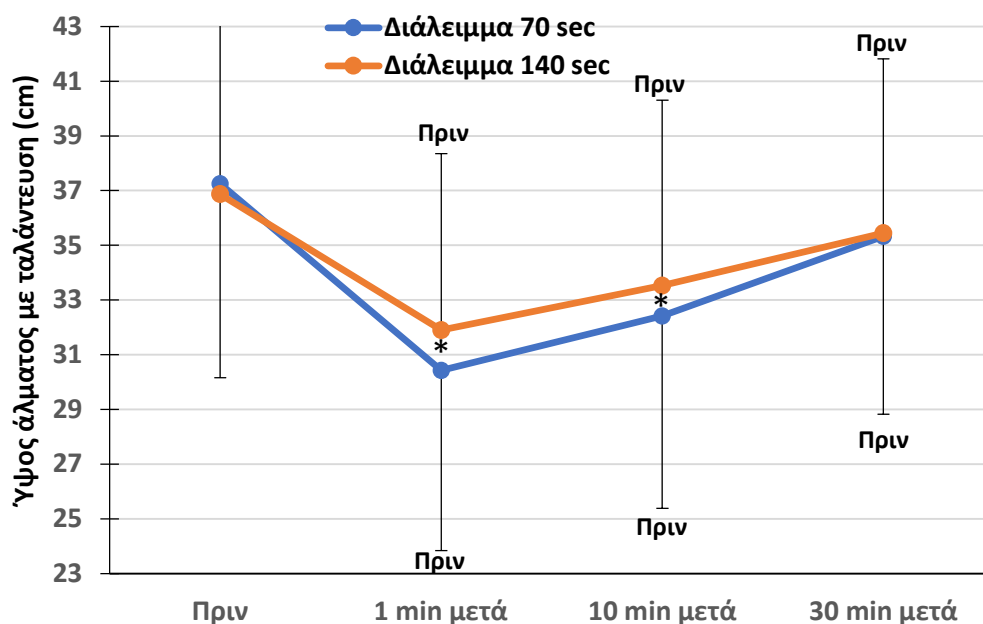
Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και χρόνος μέτρησης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος μέτρησης [$F(3, 33)= 31,82$; $p < 0,05$] και χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 6,43$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(3, 33)= 3,40$; $p < 0,05$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος, όταν το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 70 s το ύψος άλματος ήταν μικρότερο στο 1 min και 10 min και μετά τα sprint συγκριτικά με όταν το διάλειμμα ήταν 140 s ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο ύψος άλματος πριν τα sprint και 30 min μετά, μεταξύ των δύο διαλειμμάτων. Για τον παράγοντα χρόνος μέτρησης, με το διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις 70 s, τα ύψη άλματος ήταν μικρότερα σε όλους τους χρόνους (1 min, 10 min και 30 min) μετά τα sprint ενώ με το διάλειμμα 140 s το ύψος άλματος ήταν μικρότερο 1 min και 10 min μετά τα sprint ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο ύψος άλματος 30 min μετά τα sprint.



Σχήμα 18. Μεταβολή του ύψους άλματος από ημικάθισμα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $P_{\text{ριν}} = p < 0,05$ συγκριτικά με τη μέτρηση πριν τα sprint).

3.18. Ύψος κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα

Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (χρόνος διαλείμματος και χρόνος μέτρησης) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος μέτρησης [$F(3, 33)= 36,24$; $p < 0,05$] καθώς και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων [$F(3, 33)= 3,15$; $p < 0,05$]. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος διαλείμματος [$F(1, 11)= 3,04$; $p > 0,050$]. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα χρόνος μέτρησης και με τα δύο διαλείμματα, τα ύψη άλματος ήταν μικρότερα από το αρχικό ενώ για τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος τα ύψη άλματος ήταν μικρότερα μόνο στο 1 min και 10 min μετά τα sprint, με διάλειμμα 70 s σε σχέση με τα ύψη άλματος με διάλειμμα 140 s.



Σχήμα 19. Μεταβολή του ύψους άλματος με ταλάντευση (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) με την εκτέλεση 6 x 50 m με 70 και 140 s διάλειμμα (* $p < 0,05$ μεταξύ των δύο συνθηκών, $p_{\text{πριν}} = p < 0,05$ συγκριτικά με τη μέτρηση πριν τα sprint).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της διάρκειας του διαλείμματος κατά την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων sprint 30 m και 50 m (χρόνος δρόμου ταχύτητας προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:5$ και $1:10$ για το δρόμο των 30 m και $\approx 1:10$ και $1:20$ για το δρόμο των 50 m) σε μία φυσιολογική παράμετρο, τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα, καθώς και σε μηχανικές παραμέτρους όπως η V_0 , η F_0 , η P_{max} , η RF_{max} , και το $RF_{dec}\%$, αλλά και στην επίδοση στο κατακόρυφο άλμα από το ημικάθισμα και στο κατακόρυφο άλμα με ταλάντευση. Τα κύρια ευρήματα της μελέτης ήταν: α) υπήρξε σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού στη συνθήκη με το μικρότερο χρόνο διαλείμματος ή λόγο χρόνου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος και στις δύο αποστάσεις, β) μειώθηκε ο χρόνος διάνυσης των αποστάσεων και οι V_0 και η P_{max} από τη μείωση του χρόνου του διαλείμματος και στις δύο αποστάσεις, γ) η F_0 δεν επηρεάστηκε από το χρόνο του διαλείμματος και στις δύο αποστάσεις, δ) οι RF_{max} , και το $RF_{dec}\%$, μειώθηκαν με τη μείωση του χρόνου του διαλείμματος αλλά μόνον στην απόσταση των 30 m και όχι των 50 m, και ε) το ύψος των κατακόρυφων αλμάτων επηρεάστηκε με τη μείωση του διαλείμματος και στις δύο αποστάσεις έως και 10 min μετά το τέλος των προπονήσεων αλλά όχι στα 30 min μετά.

Σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη, σε προηγούμενες μελέτες όπου έγινε χρήση της απόστασης των 30 m παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του γαλακτικού με λόγους χρόνου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος $1:5$ (Gharbi et al., 2014), $1:6$ (Balsom et al., 1992) και $1:10$ (Abt et al., 2011), και πτώση της απόδοσης των συμμετεχόντων. Αυτό εξηγείται από το ότι οι οδοί παραγωγής ενέργειας στο sprint είναι κυρίως αναερόβιοι, με κύριες πηγές ανασύνθεσης της τριφωσφορικής αδενοσίνης τη φωσφοκρεατίνη και τη γλυκόλυση με σχηματισμό γαλακτικού (Duffield et al., 2004; Hirvonen et al., 1987). Επειδή τα ενεργειακά αποθέματα είναι της φωσφοκρεατίνης είναι πεπερασμένα, καθιστά την παύση εκτέλεσης (διάλειμμα) απαραίτητη για την επανασύνθεσή τους και την συνέχιση εκτέλεσης των προσπαθειών. Οι Hirvonen et al. (1987) βρήκαν ότι μετά από 5,5 s η φωσφοκρεατίνη είχε εξαντληθεί σε ποσοστό 88-100% ενώ για την επανασύνθεσή των αποθεμάτων της σε ποσοστό άνω του 80% μετά από μια υπερμέγιστη προσπάθεια, οι Bogdanis et al. (1996) αναφέρουν ότι χρειάζονται περίπου 4 min. Συνεπώς όταν ο χρόνος του διαλείμματος άρα και ο χρόνος ανασύνθεσης της

φωσφοκρεατίνης περιορίζεται σε μερικά δευτερόλεπτα, μειώνονται και τα διαθέσιμα αποθέματά της. Αυτό με τη σειρά του, έχει ως αποτέλεσμα τη γρηγορότερη εξάντληση των αποθεμάτων της και λόγω της ενεργοποίησης της αναερόβιας γλυκόλυσης την αύξηση της παραγωγής του γαλακτικού (Hirvonen et al., 1987). Στην παρούσα μελέτη, με τη μείωση του διαλείμματος, παρατηρήθηκε αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού, σε συμφωνία και άλλες μελέτες που κατέληξαν σε όμοια ευρήματα (Abt et al., 2011; Balsom et al., 1992; Gharbi et al., 2014). Σε μεγαλύτερες αποστάσεις όπως 40 m (Balsom et al., 1992) και 50 m (Abt et al., 2011) παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού σε σχέση με τις μικρότερες αποστάσεις, κάτι που εξηγείται επίσης από την μεγαλύτερη χρονικά ενεργοποίησης της αναερόβιας γλυκόλυσης. Συνεπώς, μετά από μια υπερμέγιστη προσπάθεια όπως ένα sprint, όπου έχουν εξαντληθεί σημαντικά τα αποθέματα φωσφοκρεατίνης, απαιτείται χρόνος διαλείμματος άνω των 4 min για να ακολουθήσει επόμενο αντίστοιχο sprint χωρίς να υπάρξει πτώση της απόδοσης. Μικρότερος χρόνος διαλείμματος, όπως στα επαναλαμβανόμενα sprint, οδηγεί σε ταχύτερη εξάντληση των αποθεμάτων και χαμηλότερη διαθεσιμότητα της φωσφοκρεατίνης (Bogdanis et al., 1996) και μεγαλύτερη αύξηση του γαλακτικού που οδηγούν σε πτώση της απόδοσης, πιθανά λόγω μεγαλύτερης μεταβολικής διαταραχής και πτώσης του pH του μυός (Glaister et al., 2005). Δεν υπάρχουν μελέτες που να έχουν χρησιμοποιήσει αναλογία λόγου διάρκειας sprint προς διάρκεια διαλείμματος 1:20 για αποστάσεις 50 m όπως η παρούσα μελέτες και συνεπώς δε μπορεί να γίνει σύγκριση με άλλα ευρήματα.

Για αποστάσεις μέχρι 30 m και με το χρόνο διαλείμματος να αντιστοιχεί στο 1:5 του χρόνου που χρειάζεται να διανύσει ο αθλητής την απόσταση, συμπεραίνουμε ότι δεν αρκεί ο χρόνος για την επανασύνθεση της φωσφοκρεατίνης και την διαθεσιμότητά της σε υψηλό ποσοστό με αποτέλεσμα λόγω και της έντονης ενεργοποίησης της αναερόβιας γλυκόλυσης, της αύξησης του γαλακτικού και συνεπώς την πτώση της απόδοσης μετά από μερικές μόλις επαναλήψεις. Με τον διπλασιασμό του χρόνου διαλείμματος και την αναλογία χρόνου sprint προς χρόνο διαλείμματος στο 1:10, τη μικρότερη συγκέντρωση γαλακτικού και την μικρότερη πτώση της απόδοσης, συμπεραίνουμε ότι η διαθεσιμότητα της φωσφοκρεατίνης αυξάνεται λόγω του μεγαλύτερου ποσοστού επανασύνθεσής της. Για την απόσταση των 50 m θα περιμέναμε να δούμε μεγαλύτερες τιμές γαλακτικού, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει. Και αυτό γιατί με την αναλογία διαλείμματος 1:10 και 1:20 ο χρόνος είναι αρκετός για την επανασύνθεση μεγαλύτερου ποσοστού φωσφοκρεατίνης,

της διαθεσιμότητάς της για περισσότερη ώρα στην παραγωγή έργου, την καθυστέρηση ενεργοποίησης της αναερόβιας γλυκόλυσης και εν τέλει μικρότερη παραγωγή και συγκέντρωση γαλακτικού μετά από τις επαναλήψεις.

Το μικρότερο διάλειμμα επιφέρει και μεγαλύτερη κόπωση, η οποία επηρέασε τη μέγιστη ταχύτητα (V_0) και ισχύ (P_{max}) που ανέπτυξαν οι αθλητές και στις δύο αποστάσεις και είχε ως συνέπεια να αυξηθεί και ο χρόνος διάνυσής τους. Η RF_{dec} και RF_{max} επηρεάστηκαν από το διάλειμμα μόνο στα 10 x 30 m και όχι στα 6 x 50 m, κάτι που μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι και τα δύο διαλείμματα των 50 m ήταν χρονικά αρκετά ώστε να ανασυνθέσουν φωσφοκρεατίνη σε τέτοιο βαθμό που να μπορούν να εφαρμόζουν δύναμη κατά τον οριζόντιο άξονα χωρίς σημαντική πτώση, ενώ στα 30 m η διαφορά ήταν μεγαλύτερη. Το μικρό διάλειμμα δεν αρκούσε για την ικανή ανάκαμψη των αθλητών με αποτέλεσμα να έρχεται κόπωση και να πέφτει γρήγορα η ικανότητά τους να εφαρμόζουν δύναμη κατά τον οριζόντιο άξονα. Στην παρούσα μελέτη, οι τιμές F_0 φαίνεται να μην επηρεάζονται σημαντικά από τον παράγοντα διάλειμμα, ίσως γιατί όσο χαμηλά επίπεδα φωσφοκρεατίνης και να παρουσιάζουν μετά τα sprint οι αθλητές, να μην επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις ίδιες τιμές δύναμης με όταν εκτελούσαν ξεκούραστοι. Σύμφωνα με τους Morin & Samozino, (2016), η V_0 και η RF_{dec} είναι οι μηχανικές παράμετροι που σχετίζονται περισσότερο με την απόδοση στα sprint και λιγότερο η F_0 , η P_{max} , και η RF_{max} , ευρήματα που συμφωνούν και με άλλη μελέτη (Jimenez-Reyes et al., 2018). Παράλληλα, η έρευνα των Buchheit et al. (2014) αναφέρει ότι οι τιμές F_0 και V_0 σχετίζονται με την επιτάχυνση ενώ η V_0 με την P_{max} σχετίζονται με την μέγιστη ταχύτητα που επιτυγχάνει ένας αθλητής μέσα στο sprint. Η μείωση της ικανότητας παραγωγής δύναμης στον οριζόντιο άξονα RF_{max} και ιδιαίτερα του ρυθμού πτώσης της $RF_{dec\%}$ οδηγεί τελικά στην πτώση της ταχύτητας που επιτυγχάνει ο αθλητής.

Τελευταία παράμετρος που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα, ήταν τα κατακόρυφα άλματα με και χωρίς ταλάντωση. Παρατηρήθηκε ότι στα 10 x 30 m το διάλειμμα επηρέασε σημαντικά το άλμα από ημικάθισμα και με ταλάντευση και χωρίς ταλάντευση, σε όλες τις χρονικές περιόδους που έγινε μέτρηση αυτού αφού σημειώθηκαν μικρότερα ύψη πτήσης από αυτά πριν τα sprint. Μόνο στη μέτρηση 30 min μετά τα sprint στο άλμα με ταλάντευση η διαφορά δεν ήταν σημαντική σε σχέση με πριν αλλά οι επιδόσεις ήταν μικρότερες και δεν επανήλθαν στα πρότερα επίπεδα. Για τα 6 x 50 m παρατηρήθηκε επίσης πτώση στην επίδοση του κατακόρυφου άλματος με την επίδραση

του διαλείμματος να είναι σημαντική σε αυτά που έγιναν 1 min και 10 min μετά τα sprint. Στα άλματα που έγιναν 30 min μετά, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Το κατακόρυφο άλμα είναι μία ακόμη μηχανική παράμετρος που σχετίζεται με την ικανότητα ανάπτυξης ταχύτητας και κατά συνέπεια την επίδοση στο sprint καθώς αντικατοπτρίζει την ταχοδυναμική ικανότητα των κάτω άκρων (Shalfawi et al., 2011). Εκτός από την επίδραση σε μηχανικές παραμέτρους, ο περιορισμένος χρόνος διαλείμματος επηρέασε και την ικανότητα των αθλητών να πηδήξουν το ίδιο ψηλά όσο μπόρεσαν πριν εκτελέσουν τα sprint και στις δύο αποστάσεις και με τις δύο συνθήκες διαλείμματος. Σύμφωνα με την έρευνα των Gorostiaga et al. (2010) όπου μελέτησαν τη συσχέτιση μεταξύ γαλακτικού και επιδόσεων στο κατακόρυφο άλμα με ταλάντευση, η μείωση στην επίδοση του κάθετου άλματος σχετίζεται με την αύξηση του γαλακτικού και τα χαμηλά αποθέματα φωσφοκρεατίνης λόγω ανεπαρκούς χρόνου επανασύνθεσής της, κάτι που έρχεται σε συμφωνία με τα ευρήματα της παρούσης έρευνας. Όμως και στα 10 x 30 m και στα 6 x 50 m, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο διαλειμμάτων, στις μετρήσεις των κάθετων αλμάτων στα 30 min μετά όπως και θα αναμέναμε, μιας και ο χρόνος ήταν αρκετός για να επανέλθουν τα αποθέματα φωσφοκρεατίνης στα πρότερα επίπεδα όπως και η συγκέντρωση του γαλακτικού λόγω του μεταβολισμού του, να μειωθεί. Παρ' όλα αυτά, τα ύψη και των δύο αλμάτων που σημειώθηκαν ήταν μικρότερα από αυτά πριν τα sprint, κάτι που μπορεί να οφείλεται στην κόπωση του κεντρικού νευρικού συστήματος και την νευρομυϊκή κόπωση, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την μειωμένη ικανότητα μυϊκής σύσπασης (Minett & Duffield, 2014) και την μειωμένη απόδοση.

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα, η προπόνηση επαναλαμβανόμενων sprint 30 m με χρήση λόγου χρόνου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:10$ και αριθμό επαναλήψεων μέχρι 4 έως 5 μπορεί να θεωρηθεί πιο αποτελεσματική για βελτίωση της ταχύτητας, ενώ λόγος $\approx 1:5$ και επαναλήψεις περισσότερες από 5 με 7 θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ικανότητας των αθλητών να τρέχουν σε μικρές αποστάσεις με υπομέγιστη ένταση, πολλές φορές, με χαμηλότερη ταχύτητα αλλά υψηλότερη μεταβολική διαταραχή. Ή τον συνδυασμό των παραπάνω, την εκτέλεση 4-5 sprint, διάλειμμα $>1:10$ για μυϊκή ανάκαμψη και επανάληψη του ίδιου σετ. Έτσι επιτυγχάνεται η αύξηση του όγκου προπόνησης μέσα σε μια προπονητική μονάδα, χωρίς να έχει αρνητικό αντίκτυπο στις επιδόσεις των sprint.

Όπως παρατηρήθηκε, η F_0 δεν επηρεάστηκε από τον παράγοντα χρόνος διαλείμματος σε καμία από τις δύο αποστάσεις, κάτι που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ακόμα και ο περιορισμένος χρόνος διαλείμματος δεν αρκεί για να επηρεάσει την δύναμη που εφαρμόζουν οι αθλητές στο έδαφος, σε αντίθεση με τη V_0 . Άρα η μέγιστη δύναμη δεν φαίνεται να επηρεάζει τις επιδόσεις στα επαναλαμβανόμενα sprint.

Η σημαντική πτώση στην απόδοση των κατακόρυφων αλμάτων με και χωρίς ταλάντωση, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μετά από μια τέτοια προπόνηση, δε θα ήταν λογικό να εντάξουμε προπονητικό ερέθισμα που να απαιτεί ενεργοποίηση του κύκλου διάτασης βράχυνσης ή άλλες αλτικές ασκήσεις. Η προπόνηση επαναλαμβανόμενων sprint 50 m με χρήση λόγου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:20$ μπορεί να γίνει για 6 επαναλήψεις χωρίς να παρατηρηθεί σημαντική πτώση της απόδοσης και συνεπώς να ενταχθεί στο πρόγραμμα βελτίωσης ανάπτυξης της ταχύτητας, ενώ για την ίδια απόσταση αλλά με λόγο χρόνου άσκησης προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:10$ θα μπορούσε να γίνει σε αριθμό μέχρι τεσσάρων επαναλήψεων προτού αρχίσουν να παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στις επιδόσεις.

Η διαφορά στις τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού ανάμεσα στα δύο διαλείμματα, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αύξηση του χρόνου διαλείμματος βοηθά στην αύξηση της διαθεσιμότητας των αποθεμάτων φωσφοκρεατίνης και στη μείωση της ενεργοποίηση της αναερόβιας γλυκόλυσης. Έχοντας αυτό κατά νου ο προπονητής, μπορεί να αυξήσει το χρόνο διαλείμματος του αθλητή του για να εκτελέσει με τη σειρά του περισσότερα sprint, χωρίς να μειώνεται αισθητά η επίδοσή του και κατά συνέπεια να βελτιωθεί η αντοχή του στην ταχύτητα. Μια άλλη χρήση των ευρημάτων της παρούσης έρευνας θα ήταν η αύξηση του διαλείμματος ανάμεσα στις επαναλήψεις ώστε να μην επηρεάζονται οι μηχανικές παράμετροι του sprint και συνεπώς να μην αλλάζει η τεχνική με την οποία τρέχει ο αθλητής. Αντιθέτως, μικρό διάλειμμα θα σημαίνει πτώση της ταχύτητας μέσα στο sprint, πιο αργή κίνηση και αλλοίωση του κινηματικού μοντέλου άρα και χειρότερη τεχνική.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της διάρκειας του διαλείμματος κατά την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων sprint 30 m και 50 m (χρόνος δρόμου ταχύτητας προς χρόνο διαλείμματος $\approx 1:5$ και $1:10$ για το δρόμο των 30 m και $\approx 1:10$ και $1:20$ για το δρόμο των 50 m) σε μία φυσιολογική παράμετρο, τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα, καθώς και σε μηχανικές παραμέτρους όπως στη V_0 , στη F_0 , στην P_{max} , στην RF_{max} , και στο $RF_{dec}\%$, και στην επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με ταλάντευση και στο κατακόρυφο άλμα. Βάση των αποτελεσμάτων της μελέτης συμπεραίνεται πως:

- το διάλειμμα επηρεάζει τη συγκέντρωση του γαλακτικού (μικρότερο διάλειμμα, μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού) ενώ για τις μηχανικές παραμέτρους επηρεάζει την επίδοση και στις δύο αποστάσεις (μικρότερο διάλειμμα, περισσότερος χρόνος για τη διάνυση της απόστασης) με σημαντικότερη τη μείωση της V_0 και της P_{max} .
- η RF_{max} και RF_{dec} επηρεάζονται μόνο στα 10 x 30 m, με την RF_{max} να μειώνεται και την RF_{dec} να αυξάνεται, κάτι που μπορεί να σημαίνει ότι ο χρόνος διαλείμματος στα 6 x 50 m ήταν αρκετός ώστε να ανακάμψουν οι αθλητές και να μην επηρεαστεί μέγιστη τιμή του ποσοστού της οριζόντιας προς την κάθετη δύναμη που ασκούσαν στο έδαφος.
- Η F_0 δεν επηρεάζονται από το διάλειμμα σε καμία από τις δύο αποστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, ίσως γιατί όσο χαμηλά επίπεδα φωσφοκρεατίνης και να παρουσιάζουν μετά τα σπριντ οι αθλητές, να μην επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις ίδιες τιμές δύναμης με όταν εκτελούσαν ξεκούραστοι. Πιθανά, η μέγιστη δύναμη που μπορεί να παράγει ένας αθλητής, δεν αποτελεί κύριο παράγοντα επίδοσης σε επαναλαμβανόμενα sprint.
- Η επίδραση του διαλείμματος στα κατακόρυφα άλματα είναι σημαντική, αλλά μέχρι τα 10 min μετά την εκτέλεση των επαναλαμβανόμενων sprint. Στο μετέπειτα χρόνο δεν παίζει ρόλο ο χρόνος του διαλείμματος. Ίσως να επέρχεται νευρομυϊκή κόπωση που πιθανά να είναι παρόμοια ανεξάρτητα του χρόνου διαλείμματος, η οποία δεν επιτρέπει να σημειωθούν επιδόσεις στα επίπεδα που σημειώθηκαν πριν τα sprint.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abt, G., Siegler, J.C., Akubat, I., & Castagna, C. (2011). The effects of a constant sprint-to-rest ratio and recovery mode on repeated sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1695-1702.
2. Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574-1579.
3. Balsom, P., Seger, J., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992a). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 65, 144-149.
4. Balsom, P., Seger, J., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992b). Maximal-intensity intermittent exercise: Effect of recovery duration. *International Journal of Sports Medicine*, 13(7), 528—533.
5. Billaut, F., Kerris, J., Rodriguez, R., Martin, D., Gore, C., & Bishop, D. (2013). Interaction of central and peripheral factors during repeated sprints at different levels of arterial O₂ saturation. *PLoS ONE* 8(10): e77297. doi:10.1371/journal.pone.0077297.
6. Bogataj, S., Pajek, M., Hadžić, V., Andračić, S., Padulo, J., & Trajkovic, N. (2020). Validity, reliability and usefulness of My Jump 2 app for measuring vertical jump in primary school children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3708.
7. Bogdanis, G., Nevill, M., Boobis, L., & Lakomy, H. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 876-884.
8. Buchheit, M., Samozino, P., Glynn, J., Michael, B., Haddad, H., Mendez-Villanueva, A., & Morin, JB. (2014). Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1906-1913.
9. Buchheit, M. (2010). Performance and physiological responses to repeated – sprint and jump sequences. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1007-1018.
10. Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., & Cole, K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78(2), 163-169.
11. Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(3), 302-313.

12. Gaitanos, C., Williams, C., Boobis, L., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 712-719.
13. Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Castagna, C., Chamari, K., & Souissi, N. (2014). Effect of the number of sprint repetitions on the variation of blood lactate concentration in repeated sprint sessions. *Biology of Sport*, 31(2), 151-156.
14. Glaister, M., Pattison, J., Dancy, B., & McInnes, G. (2014). The influence of aerobic fitness on the recovery of peak power output. *European Journal of Applied Physiology*, 114(11), 2447-2454.
15. Glaister, M., Stone, M., Stewart, A., Hughes, M., & Moir, G. (2005). The influence of recovery duration on multiple sprint cycling performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 831–837.
16. Glaister, M. (2005). Multiple sprint work physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35 (9): 757-777.
17. Gorostiaga, E., Asiain, X., Izquierdo, M., Postigo, A., Aguado, R., Alonso, J., & Ibanez, J. (2010) Vertical jump performance and blood ammonia and lactate levels during typical training sessions in elite 400m runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1138–1149.
18. Haugen, T., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2020). Sprint mechanical properties in soccer players according to playing standard, position, age and sex. *Journal of Sports Sciences*, 38(9), 1070-1076.
19. Hirvonen, J., Rehunen, S., Rusko, H., & Hiirkonen, M. (1987). Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(3), 253-259.
20. Jiménez-Reyes, P., Cross, M., Ross, A., Samozino, P., Brughelli, M., Gill, N., & Morin, JB. (2018). Changes in mechanical properties of sprinting during repeated sprint in elite rugby sevens athletes. *European Journal of Sport Science*, 19(5), 585-594.
21. Minnet, G., & Duffield, R. (2014). Is recovery driven by central or peripheral factors? A role for the brain in recovery following intermittent-sprint exercise. *Frontiers in Physiology* 5: 24.
22. Morin, J.B., Samozino, P., Murata, M., Cross, M.R., & Nagahara, R. (2019). A simple method for computing sprint acceleration kinetics from running velocity data: Replication study with improved design. *Journal of Biomechanics*, 94, 82-87.
23. Morin, J.B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267-272.

24. Morin, J.B., Samozino P., Edouard, P., & Tomazin, K. (2011). Effect of fatigue on force production and force application technique during repeated sprints. *Journal of Biomechanics*, 44(15), 2719–2723.
25. Morin, J.B., & Samozino, P. (2011). Performance and fatigue during repeated sprints: What is the appropriate sprint dose? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1918-1924.
26. Rakovic, E., Paulsen, G., Helland, C., Eriksrud, O., & Haugen, T. (2018). The effect of individualised sprint training in elite female team sport athletes: A pilot study. *Journal of Sports Sciences*, 36(24), 2802-2808.
27. Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J.B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 648-658.
28. Shalfawi, S., Sabbah, A., Kailani, G., Tonnessen, E., & Enoksen, E. (2011). The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: A field-test approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3088-3092.
29. Spencer, M., Dawson, B., Goodman, C., Dascombe, B., & Bishop, D. (2008). Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(5), 545-552.
30. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Duffield, R. (2006). Metabolism and performance in repeated cycle sprints: Active versus passive recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(8), 1492.
31. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Duffield, R. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.