

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:

ΑΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ «ΑΡΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΕ ΜΠΑΡΑ»
ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΣΕ ΔΡΟΜΟΥΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

ΤΟΥ

Φραγκούλη Ευστράτιου (Α.Μ. 13022)

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Επιβλέπων Καθηγητής:

Παραδείσης Γεώργιος,
Καθηγητής,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών

2^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Σμήλιος Ηλίας,
Αναπληρωτής Καθηγητής,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

3^ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Χατζηνικολάου Αθανάσιος,
Αναπληρωτής Καθηγητής,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Κομοτηνή, 2022

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φραγκούλης Ευστράτιος: Άμεση επίδραση της άσκησης «Άρση λεκάνης με μπάρα» με διαφορετικά φορτία στην επίδοση σε δρόμους ταχύτητας

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Παραδείση Γεώργιου)

Η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση (ΜΔΕ) είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ο μυς παρουσιάζει αύξηση της ικανότητας παραγωγής δύναμης λόγω της δραστηριότητας που έχει προηγηθεί. Οι ασκήσεις δύναμης, όπως οι άρσεις λεκάνης με μπάρα (ΑΛΜ), δύναται να αυξήσουν την οριζόντια συνιστώσα της δύναμης. Επίσης, το φορτίο το οποίο εφαρμόζεται κατά την εκτέλεση των ασκήσεων ΑΛΜ επιφέρει διαφορετικές αλλαγές στις μηχανικές ιδιότητες του νευρομυϊκού συστήματος, κυρίως ως προς την ικανότητα ανάπτυξης οριζόντιας δύναμης, ταχύτητας και ισχύος. Ωστόσο, η άμεση επίδραση της άσκησης ΑΛΜ στα μηχανικά χαρακτηριστικά και πιο συγκεκριμένα στις μεταβλητές του οριζόντιου ταχυτητοδυναμικού (F-v) προφίλ (οριζόντια: δύναμη [F0], ταχύτητα [V0], ισχύς [Pmax], καθώς και της αναλογίας της οριζόντιας προς τη συνολική παραχθείσα δύναμη [RF] και του ρυθμού μείωσης της οριζόντιας δύναμης κατά την αύξηση της δρομικής ταχύτητας [DRF]) δεν έχει μελετηθεί μέχρι σήμερα. Σκοπός της μελέτης ήταν η εξέταση της άμεσης επίδρασης της άσκησης ΑΛΜ στις μεταβλητές του F-v προφίλ σε sprinters. Στη μελέτη συμμετείχαν 6 ελίτ Έλληνες αθλητές και 10 φοιτητές που ασχολούνται καθημερινά με τον στίβο. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 3 διαφορετικές συνθήκες με τυχαία και διαφορετική σειρά σε 3 ξεχωριστές ημέρες, οι οποίες απείχαν μεταξύ τους τουλάχιστον 72 ώρες. Η πρώτη συνθήκη ήταν ελέγχου, στη δεύτερη συνθήκη πραγματοποιήθηκαν 3 σετ των 6 επαναλήψεων ΑΛΜ με φορτίο που αντιστοιχούσε στο 85% της 1 Μέγιστης Επανάληψης (ME) και στην τρίτη συνθήκη πραγματοποιήθηκαν 3 σετ των 10 επαναλήψεων ΑΛΜ στο 30% της 1ME, αντίστοιχα. Πριν, 8 λεπτά και 12 λεπτά μετά από κάθε συνθήκη οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρέξιμο 30 m. Οι ενδιάμεσοι χρόνοι του sprint (ανά 5m) καταγράφηκαν με τη χρήση κάμερας υψηλής ταχύτητας (Casio Ex-F1, Tokyo, Japan, 300 fps), με σκοπό την ποσοτικοποίηση των μεταβλητών του F-v προφίλ.. Η ομάδα

των αθλητών υψηλού επιπέδου πραγματοποίησαν και τα δύο πρωτόκολλα, ενώ η ομάδα αθλητών χαμηλού επιπέδου πραγματοποίησαν μόνο το πρωτόκολλο με το 30% της 1 ΜΕ. Τα αποτελέσματα, τόσο για τους αθλητές υψηλού επιπέδου όσο και για τους αθλητές χαμηλού επιπέδου δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές ($p > 0,05$) διαφορές μεταξύ της αλληλεπίδρασης συνθήκης-χρόνου, στην επίδοση του sprint, καθώς και στις κύριες επιδράσεις του χρόνου ή των συνθηκών στις F_0 , V_0 , P_{max} , RF και DRF. Συμπερασματικά, τα πρωτόκολλα της άσκησης δύναμης “άρση λεκάνης με μπάρα” που χρησιμοποιήθηκαν δεν αποτελούν ένα αποτελεσματικό ασκησιογενές ερέθισμα για πρόκληση ΜΔΕ έτσι ώστε να επιφέρει βελτίωση στο sprint.

Λέξεις κλειδιά: οριζόντια ταχύτητα, οριζόντια δύναμη, μεταδιεγερτική ενεργοποίηση

ABSTRACT

Fragkoulis Efstratios: Acute effects of the execution of «hip thrusts» with various loads on sprint mechanical characteristics

(Under the supervision of Professor Paradisis Giorgos)

Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) is the phenomenon in which the muscle shows an increase in the ability to produce force due to the activity that has preceded. Strength training, such as barbell hip thrust (HT), can increase the horizontal component of strength. Also, the load applied during the execution of HT exercise produce different effects in the mechanical properties of the neuromuscular system, mainly in terms of the ability to develop strength in the horizontal direction, speed and power. However, the direct effects of the HT exercise on the mechanical characteristics and more specifically on the variables of the horizontal velocity (Fv) profile (horizontal: force [F_0], speed [V_0], power [P_{max}], as well as the ratio of the horizontal to the total produced power [RF] and the rate of decrease of horizontal force as the velocity increases [DRF]) have not been studied yet. The aim of the study was to investigate the direct effect of HT exercise on variables of the F-v profile on sprinters. Six elite sprinters and ten students sprinters participated in the study. Subjects performed 3 different conditions in random order on 3 separate days, which were at least 72 hours apart. The first condition was the control, the second condition 3 sets of 6 HT repetitions were performed with a load corresponding to 85% of 1 Maximum Repetition (RM) and in the third condition 3 sets of 10 HT repetitions were performed in 30% of 1RM, respectively. Before, 8 min and 12 min after each condition the subjects performed a 30 m run. Sprint intervals (per 5m) were recorded using a high-speed camera (Casio Ex-F1, Tokyo, Japan, 300 fps), in order to quantify the variables of the F-v profile. Repeated measures ANOVA did not show statistically significant ($p>0.05$) differences between condition-time interaction, sprint performance, and the main effects of time or conditions on F_0 , V_0 , P_{max} , RF, and DRF. In conclusion, the HT strength training protocols used did not constitute an effective exercise stimulus to induce PAPE so as to bring about changes in the fast-paced profile of sprinter athletes.

Key words: horizontal velocity, horizontal strength, post-activation performance enhancement

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1. Η άμεση επίδραση των ασκήσεων ενεργοποίησης στην ΜΔΕ.....	10
1.2. Η επίδραση της άσκησης Άρσης Λεκάνης με Μπάρα (ΑΛΜ).....	11
1.3. Υποκείμενοι μηχανισμοί ΜΔΕ	14
1.4. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	15
1.5. Αναγκαιότητα διεξαγωγής της έρευνας.....	15
1.6. Σκοπός της έρευνας.....	16
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	17
2.1. Δείγμα.....	17
2.2. Όργανα μέτρησης.....	17
2.3. Πειραματικός σχεδιασμός.....	18
2.4. Μεταβλητές.....	18
2.5. Στατιστική ανάλυση.....	19
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	20
3.1. Αθλητές υψηλού επιπέδου.....	20
3.2. Αθλητές χαμηλού επιπέδου.....	24
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	30
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	35
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	36

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Βασικά χαρακτηριστικά αθλητών υψηλού επιπέδου.....	17
Πίνακας 2.	Βασικά χαρακτηριστικά αθλητών χαμηλού επιπέδου.....	17
Πίνακας 3.	Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές \pm τυπικές αποκλίσεις) της επίδοσης στο sprint.....	21
Πίνακας 4.	Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές \pm τυπικές αποκλίσεις) της ταχύτητας στο sprint.....	23
Πίνακας 5.	Τιμές αποτελεσμάτων μηχανικών χαρακτηριστικών των αθλητών υψηλού επιπέδου.....	24
Πίνακας 6.	Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές \pm τυπικές αποκλίσεις) της επίδοσης στο sprint	26
Πίνακας 7.	Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές \pm τυπικές αποκλίσεις) της ταχύτητας στο sprint.....	28
Πίνακας 8.	Τιμές αποτελεσμάτων μηχανικών χαρακτηριστικών των αθλητών χαμηλού επιπέδου.....	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

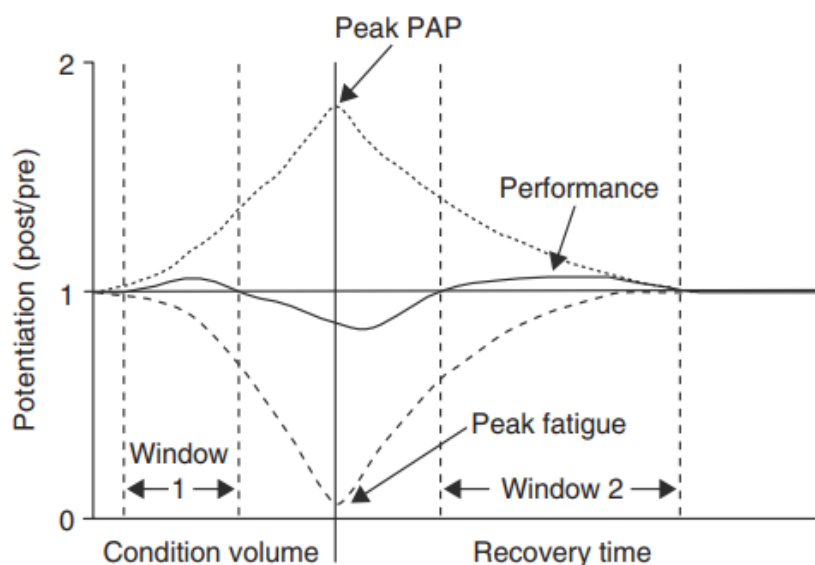
Σχήμα 1.	Αλληλεπίδραση κόπωσης-διέγερσης (Tillin & Bishop, 2009).....	10
Σχήμα 2.	Γραφική απεικόνιση της ταχύτητας και του χρόνου κατά τη φάση της επιτάχυνσης του sprint).....	14
Σχήμα 3.	Διαγραμματική απεικόνιση πρωτοκόλλου.....	18

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κίνηση του ανθρώπινου σώματος πραγματοποιείται μέσω της λειτουργίας των μυών. Ο μυς έχει την ικανότητα να παράγει δύναμη και ισχύς κάτι το οποίο επηρεάζεται, σε μεγάλο βαθμό, από διάφορες δραστηριότητες που έχουν προηγηθεί (Rassier & Macintosh, 2000). Υπάρχουν οι χρόνιες προσαρμογές της άσκησης οι οποίες ουσιαστικά εμφανίζονται μετά από συστηματική αύξηση της μυϊκής δραστηριότητας η οποία έχει εφαρμοστεί για κάποιες ημέρες, εβδομάδες ή ακόμα και μήνες. Όταν όμως, αυτές οι προσαρμογές εμφανίζονται άμεσα, δηλαδή λίγα λεπτά μετά από ένα ασκησιογενές ερέθισμα, τότε αυτό το φαινόμενο ονομάζεται μεταδιεγερτική ενεργοποίηση (ΜΔΕ) (Esformes, Keenan, Moody, & Bampouras, 2011). Αρκετοί συγγραφείς, ως ΜΔΕ, έχουν ορίσει το φαινόμενο στο οποίο η παραγόμενη δύναμη του μυός είναι αυξημένη λόγω της ενεργοποίησης που έχει προηγηθεί (Robbins & Docherty, 2005). Ωστόσο, αυτή η ενεργοποίηση που προκαλείται στον μυ συναντάται βιβλιογραφικά ως αποτέλεσμα πολλών και διαφόρων πρωτοκόλλων και ειδών άσκησης. Σε διάφορες έρευνες για να προκληθεί η ΜΔΕ έχουν χρησιμοποιηθεί ασκήσεις ενεργοποίησης (ΑΕ) όπως αερόβιες δραστηριότητες (Garcia-Pinillos, Molina-Molina, & Latorre-Roman, 2016) αλλά και αναερόβιες, καθώς και διάφοροι τύποι ασκήσεων, όπως έκκεντρες (Bridgeman, McGuigan, Gill, & Dulson, 2016; Esformes et al., 2011), πλειομετρικές (Esformes, Cameron, & Bampouras, 2010; Tobin & Delahunt, 2014; Turner, Bellhouse, Kilduff, & Russell, 2015) αλλά και ισομετρικές ασκήσεις (Batista, Roschel, Barroso, Ugrinowitsch, & Tricoli, 2011; Lim & Kong, 2013). Επιπλέον, έχει χρησιμοποιηθεί ολόσωμη δόνηση σώματος (Cochrane, Stannard, Firth, & Rittweger, 2010; Jordan, Norris, Smith, & Herzog, 2010) όπως και ηλεκτρική διέγερση (Baudry, Klass, & Duchateau, 2008). Ένα σύνηθες είδος ασκήσεων που έχει χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη ΜΔΕ είναι οι πλειομετρικές ασκήσεις, οι οποίες έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα κατά την χρήση τους (Chattong et al., 2010; Bergmann, Kramer & Gruber, 2013; Chen et al., 2013; Seitz & Haff, 2016). Επίσης, με την εκτέλεση διαφόρων ασκήσεων αντιστάσεων ως ΑΕ, έχει παρατηρηθεί η αύξηση στην επίδοση (Comyns, Harrison, Hennessy, & Jensen, 2007).

1.1. Η άμεση επίδραση των ασκήσεων ενεργοποίησης στην ΜΔΕ

Ένας από τους βασικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ΜΔΕ είναι ο όγκος της άσκησης ενεργοποίησης. Οι Tillin & Bishop (2009) υποστήριξαν πως αν ο όγκος της άσκησης είναι μικρός τότε η ΜΔΕ θα παρουσιαστεί από τα πρώτα δευτερόλεπτα, ενώ όταν ο όγκος της άσκησης είναι μεγαλύτερος πρέπει να υπάρχει μια διάρκεια διαλείμματος έτσι ώστε η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση να υπερσχύσει της κόπωσης. Οι Hamada και συν. (2003) πραγματοποίησαν ένα πρωτόκολλο με 16 ισομετρικές συσπάσεις των 5 δευτερολέπτων των εκτάσεων του δεξιού γόνατος με σκοπό να ερευνήσουν πότε παρατηρείται η μέγιστη ροπή συστολής. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι αφού πραγματοποιήθηκαν οι 3 πρώτες συσπάσεις η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση έκανε την εμφάνισή της και υπήρξε αύξηση της μέγιστης ροπής συστολής κατά 126%, ενώ, στη συνέχεια η απόδοση άρχισε να μειώνεται φτάνοντας μετά και την τελευταία προσπάθεια σε μείωση κατά 32% σε σχέση με την αρχική τιμή της.



Σχήμα 1. Αλληλεπίδραση κόπωσης-διέγερσης (Tillin & Bishop, 2009). Αλληλεπίδραση κόπωσης-διέγερσης μετά από την εκτέλεση άσκησης ενεργοποίησης (ΑΕ). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο ο όγκος της ΑΕ και η διάρκεια του διαστήματος μεταξύ της εφαρμογής της και του εκτελούμενου τεστ δραστηριότητας θα καθορίσουν το σημείο αύξησης της απόδοσης (Tillin & Bishop, 2009).

Παρότι οι έρευνες με ασκήσεις αντιστάσεων όπου προκαλούν ΜΔΕ είναι αρκετές, οι έρευνες όπου εξετάσει την άσκηση άρση λεκάνης με μπάρα ως ΑΕ, είναι πολύ

περιορισμένες. Η διερεύνηση της συγκεκριμένης άσκησης ενδέχεται να φέρει σημαντικά αποτελέσματα ως άσκηση ενεργοποίησης καθώς μέσα από έρευνες δείχνει να επηρεάζει κυρίως την αρχική φάση της επιτάχυνσης (0-10μ.) αλλά και τη μετέπειτα φάση της επιτάχυνσης (10-60μ) σε έναν αγώνα δρόμου ταχύτητας (Andersen et al., 2018; Contreras et al., 2015; Williams et al., 2018).

1.2. Η επίδραση της άσκησης Άρσης Λεκάνης με Μπάρα (ΑΛΜ)

Η άσκηση της άρσης λεκάνης με μπάρα (ΑΛΜ) είναι ικανή να προκαλέσει υψηλή νευρομυϊκή δραστηριότητα στους μύες των ισχίων και ειδικότερα στον μείζων γλουτιαίο, σε σχέση με άλλες παραδοσιακές ασκήσεις δύναμης (Andersen et al., 2018; Bishop et al., 2017; Williams et al., 2018). Επίσης, οι διαφορετικές θέσεις των ποδιών κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της άσκησης μπορούν να διαφοροποιήσουν τα επίπεδα διέγερσης των μυών που σχετίζονται με τις αρθρώσεις του γόνατος και του ισχίου. Παρόλαυτα, η συγκεκριμένη άσκηση προκαλεί μια σημαντική ενεργοποίηση των μυών για υψηλής έντασης δραστηριότητες (Andersen et al., 2018; Contreras et al., 2015; Williams et al., 2018).

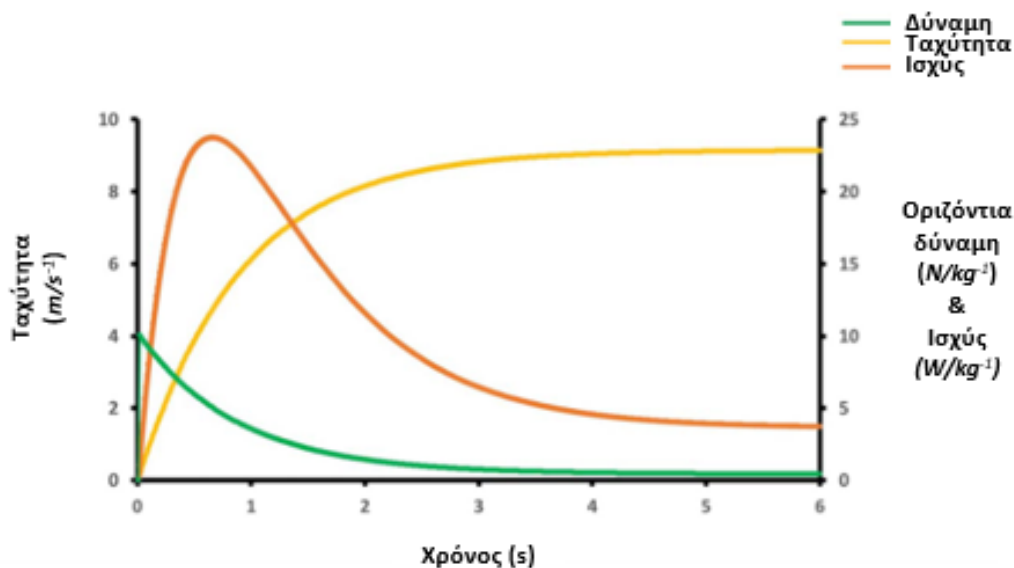
Σε αγωνίσματα όπου η ταχύτητα έχει το σπουδαιότερο ρόλο, το να παράξει ο αθλητής υψηλότερη δύναμη και ισχύς αποτελεί καθοριστικό παράγοντα έτσι ώστε να επιτευχθούν υψηλότερες επιδόσεις. Η μέτρηση της ταχύτητας χρησιμεύει κυρίως ως προς την αξιολόγηση και επιλογή αθλητών καθώς και ως προς τη διαδικασία της παρακολούθησης της πορείας της προπονητικής διαδικασίας (Harman et al., 2008). Επίσης, η ικανότητα παραγωγής μέγιστης δύναμης μπορεί να υπολογιστεί μέσα από διάφορες μετρήσεις, όπως το άλμα από θέση ημικαθίσματος (SJ) και το άλμα με προδιάταση (CMJ), όπου μέσα από συγκεκριμένους παράγοντες μπορεί να γίνει πρόβλεψη της επιδόσεως στους δρόμους ταχύτητας (Smirniotou et al., 2008). Οι προπονητές όμως μπορούν επίσης να αξιολογήσουν την απόδοση των αθλητών τους κάνοντας ουσιαστικά απλές μετρήσεις πεδίου κατά τη διάρκεια των προπονήσεων, έτσι ώστε να μπορούν να αξιολογούν τους αθλητές τους χωρίς κάποια επίσκεψη σε εξωτερικό εργαστήριο (Smirniotou et al., 2008). Η επιλογή των ασκήσεων που συμβάλλουν στο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης παίζουν σημαντικό ρόλο καθώς βοηθούν να βελτιωθεί η μέγιστη ταχύτητα (Young et al, 1995), η οποία εξαρτάται άμεσα από την ανάπτυξη των

κατακόρυφων δυνάμεων, την μείωση του χρόνου επαφής στο έδαφος, καθώς επίσης και από την αύξηση του χρόνου πτήσης (Weyand et al., 2010). Όσο η προπόνηση των αθλητών εστιάζεται σε ασκήσεις αλτικότητας και δύναμης, τόσο επιτυγχάνεται να αυξηθεί η ικανότητά τους σε παραγωγή μέγιστης δύναμης και ισχύος (Sleivert et al., 2004; Smirniotou et al., 2008). Επιπλέον, η μείωση του χρόνου επαφή με το έδαφος, και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της μέγιστης ταχύτητας που έχει αναπτύξει ο αθλητής, παίζει σημαντικό ρόλο ώστε να βελτιωθεί η ταχύτητα κατά τη διάρκεια του sprint. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί βελτιώνοντας την παραγωγή κατακόρυφης δύναμης που εφαρμόζεται στο έδαφος (Weyand, 2000). Όσον αφορά το χρόνο επαφής με το έδαφος, αυτός διαφέρει ανάλογα με τις φάσεις κατά τη διάρκεια του sprint. Έτσι, η επίδοση που θα πραγματοποιήσει ένας αθλητής σε δρόμο ταχύτητας εξαρτάται σε μικρότερο βαθμό από μία γρήγορη εκκίνηση αλλά κυρίως από όσο το δυνατόν από την υψηλότερη ταχύτητα που μπορεί να θα επιτευχθεί, όσο το δυνατόν πιο γρήγορα, καθώς επίσης, και από τη διατήρηση της για όσο το δυνατόν περισσότερο. Οι φάσεις στις οποίες χωρίζεται ένας δρόμος 100 μέτρων είναι: φάση εκκίνησης, φάση επιτάχυνσης, φάση μέγιστης ταχύτητας και η φάση της επιβράδυνσης. Η διάρκεια της φάσης εκκίνησης οριοθετείται από την έναρξη παραγωγής δύναμης μέχρι ο αθλητής να εγκαταλείψει το βατήρα και κυμαίνεται μεταξύ 0.350 και 0.400 s σε ικανούς δρομείς ταχύτητας (Bradshaw, et al., 2007; Mero, 1988; Mero, et al., 1983). Η φάση της επιτάχυνσης συνήθως παίζει τον καθοριστικό παράγοντα για την τελική επίδοση και συνήθως είναι αυτή που συμβάλλει στη νίκη (Bruggemann, et al., 1997; Van Ingen Schenau, et al., 1994). Η φάση αυτή ξεκινάει από τη στιγμή που ο αθλητής έχει την πρώτη επαφή με το έδαφος μέχρι τη στιγμή όπου θα πετύχει την μέγιστη ταχύτητα. Σε κορυφαίους αθλητές η απόσταση αυτής της φάσης είναι 30-50μ (Berthoin, et al., 2001; Bret, et al., 2002; Volkov & Lapin, 1979; Young, et al., 1995).

Η φάση της μέγιστης ταχύτητας για τους αθλητές υψηλού επιπέδου παρατηρείται μεταξύ των 30 και 70 μ. της δρομικής απόστασης (Bret, et al., 2002; Bruggemann, et al., 1997; Murase, et al., 1976; Volkov & Lapin, 1979; Ward-Smith, 1985). Οι γυναίκες επιτυγχάνουν τη μέγιστη ταχύτητα αργότερα από τους άνδρες (μεταξύ 40 και 60μ.), αλλά είναι φυσικά μικρότερη από εκείνη των ανδρών (Bruggemann, et al., 1997). Η φάση της επιβράδυνσης σε αρχάριους αθλητές ξεκινά από τα 60μ. (Bret, et al., 2002; Haneda, et al.,

2001), ενώ σε αθλητές παγκοσμίου επιπέδου πολύ αργότερα (~80μ.) και μάλιστα τείνει να εξαλειφθεί (Bruggemann, et al., 1997). Στις γυναίκες, η επιβράδυνση ξεκινά νωρίτερα και είναι εμφανέστερη (Bruggemann, et al., 1997; Muller, 1991).

Υπάρχουν διάφορες μεταβλητές οι οποίες προκύπτουν από ένα sprint. Ός οι σημαντικότερες αναφορικά με την εμβιομηχανική της κίνησης έχουν χαρακτηριστεί οι F_0 (N/kg), V_0 (m/s), P_{max} (W/kg), RF (%), RF_{max} (%) και DRF (%). Η F_0 είναι η μέγιστη δύναμη (ανά μονάδα μάζας σώματος) στην οριζόντια κατεύθυνση και αντιστοιχεί στην αρχική ώθηση του αθλητή στο έδαφος κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης sprint. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή, τόσο υψηλότερη είναι η παραγωγή οριζόντιας δύναμης στο σπριντ. Η V_0 είναι η δυνατότητα μέγιστης ταχύτητας σπριντ του αθλητή και είναι ελαφρώς υψηλότερη από την πραγματική μέγιστη ταχύτητα. Είναι δηλαδή η θεωρητική μέγιστη ταχύτητα κίνησης που θα μπορούσε να επιτύχει ο αθλητής σε περίπτωση μηδενικής μηχανικής αντίστασης (δηλαδή εσωτερικής και εξωτερικής) έναντι της κίνησης. Αντιπροσωπεύει επίσης, την ικανότητα παραγωγής οριζόντιας δύναμης σε πολύ υψηλές ταχύτητες κίνησης. Η P_{max} (W/kg) είναι η μέγιστη ικανότητα ανάπτυξης ισχύος του αθλητή στην οριζόντια κατεύθυνση (ανά μονάδα μάζας σώματος) κατά την επιτάχυνση του σπριντ (Σχήμα 2). Η RF (%) είναι η αναλογία δύναμης, υπολογιζόμενη ως η αναλογία του μέσου όρου οριζόντιου στοιχείου της δύναμης αντίδρασης εδάφους προς την αντίστοιχη προκύπτουσα δύναμη. Άρα εκφράζει την άμεση μέτρηση του ποσοστού της συνολικής παραγωγής δύναμης που κατευθύνεται προς την εμπρός κατεύθυνση κίνησης, δηλαδή, τη μηχανική αποτελεσματικότητα της εφαρμογής δύναμης του αθλητή. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή, τόσο πιο σημαντικό είναι το μέρος της συνολικής ισχύος που κατευθύνεται προς τα εμπρός. Η RF_{max} (%) είναι η μέγιστη τιμή RF , υπολογιζόμενη ως μέγιστη τιμή RF για χρόνους σπριντ $>0,3$ s. Θεωρητικά είναι η μέγιστη αποτελεσματικότητα της εφαρμογής δύναμης. Δηλαδή η άμεση μέτρηση του ποσοστού της συνολικής παραγωγής δύναμης που κατευθύνεται προς την εμπρόσθια κατεύθυνση κίνησης κατά την εκκίνηση του sprint. Τέλος, η DRF (%) εκφράζει το ποσοστό μείωσης της RF για κάθε 1 m/s αύξησης της ταχύτητας κίνησης του αθλητή (Samozino et al., 2016).



Σχήμα2. Γραφική απεικόνιση της ταχύτητας και του χρόνου κατά τη φάση της επιτάχυνσης του sprint. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η οριζόντια δύναμη, με πορτοκαλί χρώμα, η οριζόντια ταχύτητα και με κόκκινο χρώμα η οριζόντια ισχύς (Cross et al., 2018).

1.3. Υποκείμενοι μηχανισμοί ΜΔΕ

Μέχρι σήμερα είναι αρκετοί οι μηχανισμοί που συμβάλουν στη ΜΔΕ στην απόδοση ταχυδυναμικών αγωνισμάτων. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, η άσκηση ενεργοποίησης προκαλεί φωσφορυλίωση των ελαφριών αλυσίδων της μυοσίνης, κάνοντας έτσι τα μόρια ακτίνης και μυοσίνης περισσότερο ευαίσθητα στα Ca^{2+} , κάτι το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης όπως επίσης και της μέγιστης ισομετρικής δύναμης (Baudry & Duchateau, 2007; Hodgson, Docherty, & Robbins, 2005). Ένας επιπλέον πιθανός μηχανισμός θα μπορούσε να είναι και η διέγερση των ακινητικών νευρώνων από την άσκηση ενεργοποίησης σύμφωνα με τον Hodgson και συν. (2005). Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας των μυών έχει φανεί πως είναι ένας σημαντικός μηχανισμός πρόκλησης ΜΔΕ είτε προκαλώντας το από την προθέρμανση, είτε από άσκηση ενεργοποίησης (Blazevich, A. et al., 2019). Με το συγκεκριμένο μηχανισμό δημιουργείται αύξηση στην ροή του αίματος η οποία οδηγεί σε απελευθέρωση ιόντων Ca^{2+} από το σαρκοπλασματικό δίκτυο (Blazevich, A. et al., 2019). Ωστόσο, διαχωρίζουν την ΜΔΕ σε δύο διαφορετικά είδη, την “απλή ΜΔΕ” και την “ΜΔΕ επίδοσης” τα οποία

διαφέρουν στο χρόνο απόκρισης, με το πρώτο είδος να παρουσιάζει βελτιώσεις από τα πρώτα δευτερόλεπτα έως και για λίγα λεπτά, ενώ το δεύτερο είδος μετά από μερικά λεπτά. Επίσης μόνο το δεύτερο είδος μπορεί να επηρεαστεί έντονα από την αλλαγή θερμοκρασίας των μυών και από την συσσώρευση ενδομυϊκού υγρού, ενώ το πρώτο όχι. Τέλος, θεωρούν πως υπάρχει πιθανότητα η νευρικοί μηχανισμοί να επηρεάζουν μόνο την “ΜΔΕ επίδοσης” και όχι την απλή (Blazevich, A. Et al., 2019).

1.4. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Ο υψηλός ανταγωνισμός καθώς και η ανάγκη για εκμετάλλευση του χρόνου πριν τη διεξαγωγή του αγώνα που συχνά συναντάμε οι αθλητές του κλασικού αθλητισμού στους δρόμους ταχύτητας, έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση μέσων που θα αυξήσουν την απόδοση τους στον αγώνα. Η άσκηση “άρση λεκάνης με μπάρα” φαίνεται να συνεισφέρει στην ανάγκη μέσω της επίτευξης του φαινομένου της ΜΔΕ. Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη να αναζητηθούν πρωτόκολλα για την αύξηση της απόδοσης.

1.5. Αναγκαιότητα διεξαγωγής της έρευνας

Έχουν δημιουργηθεί διάφορα πρωτόκολλα σε μελέτες (Dello Iacono, A. et al., 2018) τα οποία καταγράφουν την επίδραση της άσκησης «άρση ισχύων με μπάρα» στην επίδοση σε δρόμους ταχύτητας. Έχει γίνει χρήση διαφορετικών φορτίων κατά την εκτέλεση της άσκησης και διαφορετικών χρονικών διαστημάτων αποκατάστασης πριν την εκτέλεση του σπριντ μετά από την εκτέλεση της ΑΕ. Αυτές οι μελέτες έχουν εκτελεστεί σε αθλητές διαφόρων ταχυδρομικών αγωνισμάτων όπως το ποδόσφαιρο (Dello Iacono, A. et al., 2018) και το χειροσφαίριση (Dello Iacono, A. et al., 2018), όπου το sprint μικρών αποστάσεων παίζει βασικό ρόλο. Δεδομένου ότι το sprint είναι ένα ξεχωριστό αγώνισμα θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον ένα τέτοιο πρωτόκολλο να εφαρμοστεί σε ελίτ αθλητές των 100 m και 200 m καθώς και σε άτομα που ασχολούνται αποκλειστικά με αγωνίσματα δρόμων στον στίβο. Επίσης να μελετηθεί η επίδραση αυτού στο sprint τους. Μια τέτοια επίδραση επηρεάζει άμεσα το αποτέλεσμα σε έναν αγώνα αυτών των ατόμων καθώς οι ελίτ αθλητές έχουν τελειοποιήσει την απόδοσή τους στα sprint.

1.6. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να καταγράψει την άμεση επίδραση της άσκησης «άρση λεκάνης με μπάρα» στην επίδοση στο sprint και στο προφίλ δύναμης- ταχύτητας- ισχύος (F-V-P) σε ελίτ αθλητές των 100 m και 200 m αλλά και ατόμων που ασχολούνται με διάφορα αγωνίσματα δρόμων στον στίβο σε χαμηλότερο επίπεδο

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 6 Έλληνες αθλητές, οι οποίοι καταλαμβάνουν κάθε χρόνο τις πρώτες θέσεις στα πανελλήνια πρωταθλήματα στα αγωνίσματα των 100 m και 200 m, και 10 φοιτητές της ειδικότητας «Αθλητικοί Δρόμοι» της Σ.Ε.Φ.Α.Α. Αθηνών.

Οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να διατηρήσουν τις διατροφικές τους συνήθειες πριν από κάθε συνεδρία, καθώς και να μην καταναλώνουν διεγερτικά (π.χ. καφέ) πριν από τις αξιολογήσεις. Τέλος, για να προσπαθήσουν να διατηρήσουν την κατάσταση ενυδάτωσης των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια της πειραματικής συνεδρίας, τους επιτράπη να πίνουν νερό ελεύθερα. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν σχετικά με τις πειραματικές διαδικασίες και τους πιθανούς κινδύνους.

Τα βασικά δημογραφικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων εμφανίζονται στους Πίνακες:

Πίνακας 1. Βασικά χαρακτηριστικά αθλητών υψηλού επιπέδου

Βάρος (kg)	Ύψος (m)	Ηλικία
69,2 ± 15	1,78 ± 0,17	25,1 ± 6

Πίνακας 2. Βασικά χαρακτηριστικά αθλητών χαμηλού επιπέδου

Βάρος (kg)	Ύψος (m)	Ηλικία
72,1 ± 15	1,76 ± 0,16	23,3 ± 1

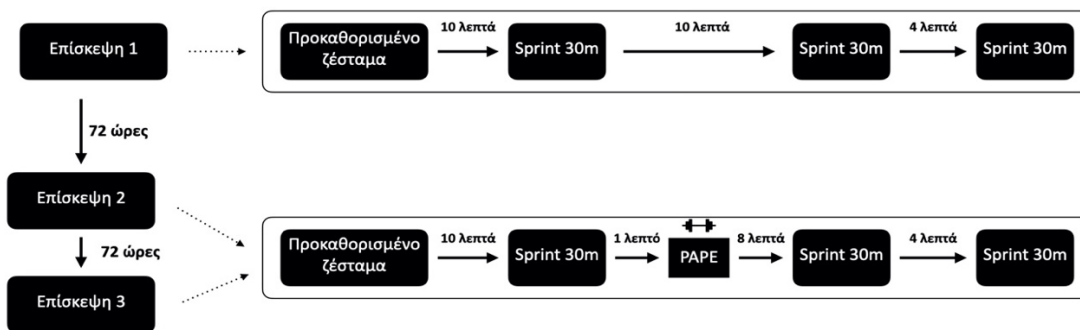
2.2. Όργανα μέτρησης

Τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν για την δοκιμασία του sprint είναι 3 κάμερες υψηλής-ταχύτητας (Casio EX-F1, Tokyo, Japan) και η συχνότητα καταγραφής ορίστηκε στα 300Hz.

Το βάρος και το ύψος μετρήθηκαν με επαγγελματικό ζυγό ακριβείας-αναστημόμετρο (Seca 714 Mechanical Column Scale), στο πλησιέστερο 0.1 kg και 0.1 cm αντίστοιχα. Ο έλεγχος της εγκυρότητας του ζυγού αξιολογήθηκε με τη χρήση ολυμπιακών δίσκων πριν την διεξαγωγή της έρευνας.

2.3. Πειραματικός σχεδιασμός

Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν σε κλειστό γήπεδο στίβου με ταρτάν, το οποίο οριοθετήθηκε ανά 5 μέτρα, 3 διαφορετικές συνθήκες με τυχαία και διαφορετική σειρά σε 3 ξεχωριστές ημέρες, οι οποίες απείχαν μεταξύ τους τουλάχιστον 72 ώρες. Η πρώτη συνθήκη ήταν ελέγχου, στη δεύτερη συνθήκη πραγματοποιήθηκαν 3 σετ των 6 επαναλήψεων ΑΛΜ, με 2 λεπτά διάλειμμα ανάμεσα από τα σετ, με φορτίο που αντιστοιχούσε στο 85% της 1 Μέγιστης Επανάληψης (ΜΕ) και στην τρίτη συνθήκη πραγματοποιήθηκαν 3 σετ των 10 επαναλήψεων ΑΛΜ, με 2 λεπτά διάλειμμα ανάμεσα από τα σετ, στο 30% της 1ΜΕ, αντίστοιχα. Πριν, 8 λεπτά και 12 λεπτά μετά από κάθε συνθήκη οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρέξιμο 30 m. Οι ενδιάμεσοι χρόνοι του sprint (ανά 5m) καταγράφηκαν με τη χρήση κάμερας υψηλής ταχύτητας (Casio Ex-F1, Tokyo, Japan, 300 fps), με σκοπό την ποσοτικοποίηση των μεταβλητών του F-v προφίλ. Οι αθλητές υψηλού επιπέδου πραγματοποίησαν και τις τρεις διαφορετικές συνθήκες σε αντίθεση με τους αθλητές χαμηλού επιπέδου οι οποίοι λόγω απειρίας δεν πραγματοποίησαν την συνθήκη με το 85 % της 1ΜΕ.



Σχήμα 3. Διαγραμματική απεικόνιση πρωτοκόλλου.

2.4. Μεταβλητές

Ανεξάρτητες μεταβλητές: στην παρούσα έρευνα είναι το επίπεδο των δοκιμαζόμενων με δύο επίπεδα (υψηλού και μέτριου επιπέδου), ο παράγοντας συνθήκη μέτρησης με τρία επίπεδα (συνθήκη ελέγχου, συνθήκη υψηλού φορτίου (85%) και συνθήκη χαμηλού φορτίου (30%) καθώς και η χρονική στιγμή μέτρησης.

Εξαρτημένες μεταβλητές: στην παρούσα έρευνα είναι οι τιμές που εξήχθησαν από τη μέτρηση χρόνου κατά τα περάσματα των δοκιμαζόμενων στις διάφορες αποστάσεις και το προφίλ δύναμης- ταχύτητας- ισχύος με βάση τις προτεινόμενες εξισώσεις από τη μέθοδο των Morin και Samozino (Morin et al., 2019; Samozino et al., 2016). Η F0 εκφράζει τη μέγιστη οριζόντια δύναμη σε μηδενική ταχύτητα, ενώ η V0 τη μέγιστη θεωρητική οριζόντια ταχύτητα απουσία μηχανικών αντιστάσεων. Η Pmax υπολογίστηκε από την εξίσωση: $F0 \times V0 / 4$. Η RF υπολογίστηκε από το λόγο της οριζόντιας προς τη συνολική παραχθείσα δύναμη και η μεταβλητή DRF από τη μείωση του λόγου της σχέσης RF-V κατά την αύξηση της δρομικής ταχύτητας.

2.5. Στατιστική ανάλυση

Οι εξαρτημένες μεταβλητές περιγράφονται στους πίνακες των αποτελεσμάτων ως μέσες τιμές (Mean) και τυπικές αποκλίσεις (SD) Η κανονικότητα (Shapiro-Wilk test) και η ομοσκεδαστικότητα (Levene test) ελέγχθηκαν πριν από την ανάλυση. Η εξερεύνηση της άμεσης επίδρασης του χρόνου (μετά από 8 λεπτά και 12 λεπτά) και της συνθήκης (ελέγχου, χαμηλή επιβάρυνση, υψηλή επιβάρυνση) στις εξαρτημένες μεταβλητές έγινε με στατιστική ανάλυση διακύμανσης ANOVA δύο παραγόντων (χρόνος x συνθήκη). Η σφαιρικότητα ελέγχθηκε με το Mauchly's test και έγινε διόρθωση στους βαθμούς ελευθερίας κατά Greenhouse-Geisser, όπου απαιτήθηκε. Για τις διαφορές εντός των ομάδων εξετάστηκε η αλληλεπίδραση χρόνου-συνθήκης και για τον έλεγχο της επίδρασης επιλέχθηκε η διόρθωση Bonferonni. Σε περίπτωση απουσίας αλληλεπίδρασης, εξετάστηκαν οι κύριες επιδράσεις των 2 παραγόντων (χρόνος και συνθήκη) στις εξαρτημένες μεταβλητές. Όλες οι αναλύσεις έγιναν με το στατιστικό πακέτο SPSS (IBM SPSS v. 20, Chicago, IL, USA) και η σημαντικότητα τέθηκε στο επίπεδο $\alpha=0,05$. Η ψηφιακή επεξεργασία των δεδομένων από τις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα Kinovea (v.0.8.15)

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Αθλητές υψηλού επιπέδου

Επίδοση στο sprint 5 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 0,58$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,10$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 0,22$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,04$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,27$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$).

Επίδοση στο sprint 10 m: Η ανάλυση των δεδομένων δε φανέρωσε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,31$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,21$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 0,32$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,06$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,74$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,26$).

Επίδοση στο sprint 15 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,67$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,25$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνου μέτρησης ($F(2,10) = 0,82$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,14$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,45$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,22$).

Επίδοση στο sprint 20 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,21$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνου μέτρησης ($F(2,10) = 0,88$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,15$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,15$; $p = 0,355$, $\eta^2 = 0,19$).

Επίδοση στο sprint 25 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,14$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,19$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνου μέτρησης ($F(2,10) = 0,78$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,13$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,00$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,17$).

Επίδοση στο sprint 30 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης

($F(2,10) = 1,23$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνου μέτρησης ($F(2,10) = 0,41$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,08$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,23$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$).

Πίνακας 3. Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές \pm τυπικές αποκλίσεις) της επίδοσης στο sprint των αθλητών υψηλού επιπέδου.

		Απόσταση	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
Επίδοση sprint (s)	30% ΜΕ	Πριν	1,24 \pm 0,06	1,97 \pm 0,08	2,60 \pm 0,12	3,19 \pm 0,14	3,75 \pm 0,17	4,30 \pm 0,20
		Μετά 8	1,24 \pm 0,05	1,97 \pm 0,08	2,60 \pm 0,11	3,19 \pm 0,14	3,75 \pm 0,17	4,31 \pm 0,19
		Μετά 12	1,22 \pm 0,06	1,94 \pm 0,09	2,56 \pm 0,12	3,14 \pm 0,16	3,69 \pm 0,20	4,24 \pm 0,23
	85% ΜΕ	Πριν	1,25 \pm 0,09	1,98 \pm 0,15	2,62 \pm 0,19	3,21 \pm 0,24	3,78 \pm 0,28	4,34 \pm 0,33
		Μετά 8	1,24 \pm 0,08	1,98 \pm 0,13	2,62 \pm 0,17	3,21 \pm 0,21	3,78 \pm 0,26	4,34 \pm 0,30
		Μετά 12	1,23 \pm 0,09	1,96 \pm 0,14	2,59 \pm 0,19	3,18 \pm 0,23	3,74 \pm 0,28	4,30 \pm 0,32
	Χωρίς ΜΔΕ	Πριν	1,24 \pm 0,10	1,98 \pm 0,16	2,62 \pm 0,21	3,22 \pm 0,25	3,79 \pm 0,30	4,35 \pm 0,34
		Μετά 8	1,24 \pm 0,10	1,98 \pm 0,15	2,62 \pm 0,20	3,21 \pm 0,25	3,79 \pm 0,29	4,34 \pm 0,34
		Μετά 12	1,23 \pm 0,09	1,98 \pm 0,14	2,62 \pm 0,19	3,22 \pm 0,24	3,79 \pm 0,29	4,35 \pm 0,33

Ταχύτητα στο sprint 0-5 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 0,68$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,12$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 1,28$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$) και του παράγοντα συνθήκη ($F(2,10) = 0,69$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,12$).

Ταχύτητα στο sprint 5-10 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,83$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,27$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 0,86$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,15$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,20$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,19$).

Ταχύτητα στο sprint 10-15 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,51$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,23$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια

επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 0,37$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,07$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 2,61$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,343$).

Ταχύτητα στο sprint 15-20 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 0,66$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,12$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 0,03$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,17$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,03$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,17$).

Ταχύτητα στο sprint 20-25 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 0,52$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,09$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 1,49$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,23$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 0,513$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,09$).

Ταχύτητα στο sprint 25-30 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του παράγοντα χρόνου και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 1,23$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 1,33$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,21$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,10) = 0,07$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,01$).

Πίνακας 4. Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές ± τυπικές αποκλίσεις) της ταχύτητας στο sprint των αθλητών υψηλού επιπέδου.

Απόσταση		0 - 5 m	5 - 10 m	10 - 15 m	15 - 20 m	20 - 25 m	25 - 30 m	
Ταχύτητα (m/s)	30% ΜΕ	Πριν	4,03 ± 0,18	6,87 ± 0,28	7,99 ± 0,40	8,56 ± 0,39	8,90 ± 0,44	9,08 ± 0,44
		Μετά 8	4,05 ± 0,15	6,84 ± 0,27	7,93 ± 0,38	8,51 ± 0,43	8,86 ± 0,44	8,98 ± 0,45
		Μετά 12	4,11 ± 0,19	6,92 ± 0,30	8,04 ± 0,47	8,71 ± 0,50	9,05 ± 0,57	9,17 ± 0,56
	85% ΜΕ	Πριν	4,03 ± 0,30	6,81 ± 0,48	7,89 ± 0,57	8,52 ± 0,64	8,86 ± 0,67	8,99 ± 0,77
		Μετά 8	4,04 ± 0,25	6,80 ± 0,43	7,85 ± 0,51	8,48 ± 0,58	8,80 ± 0,64	8,95 ± 0,69
		Μετά 12	4,09 ± 0,30	6,89 ± 0,46	7,96 ± 0,55	8,54 ± 0,63	8,88 ± 0,66	9,09 ± 0,75
	Χωρίς ΜΔΕ	Πριν	4,05 ± 0,31	6,78 ± 0,50	7,83 ± 0,58	8,41 ± 0,63	8,79 ± 0,68	9,03 ± 0,73
		Μετά 8	4,06 ± 0,31	6,79 ± 0,47	7,83 ± 0,58	8,47 ± 0,66	8,77 ± 0,69	9,05 ± 0,72
		Μετά 12	4,07 ± 0,29	6,77 ± 0,51	7,79 ± 0,60	8,41 ± 0,63	8,75 ± 0,68	9,03 ± 0,75

Μηχανικά χαρακτηριστικά του sprint: Για τους αθλητές υψηλού επιπέδου η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης για τη μεταβλητή F0 ($F(2,10) = 0,401$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,12$). Η κύρια επίδραση για την χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 5,834$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,66$) και της συνθήκης μέτρησης επίσης δεν εμφάνισαν στατιστική σημαντικότητα ($F(2,10) = 0,09$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,29$). Επίσης, για τη μεταβλητή V0 δε βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,501$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,33$), ούτε σημαντική κύρια επίδραση για την χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 1,91$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,39$) ή της συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 1,21$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,29$). Αντίστοιχα, μη σημαντική ήταν η αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης για την μεταβλητή Pmax ($F(2,10) = 1,128$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,27$) αλλά και οι κύριες επιδράσεις τους ($F(2,10) = 3,54$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,54$) και ($F(2,10) = 0,748$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,19$). Επιπλέον, δε βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα στην αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης για τις μεταβλητές RF και DRF ($F(2,10) = 0,858$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,22$ και $F(2,10) = 0,371$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,11$) καθώς και στις κύριες επιδράσεις για την χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,10) = 4,516$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,60$ και $F(2,10) = 4,294$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,59$ αντίστοιχα) και της

συνθήκης μέτρησης ($F(2,10) = 0,800$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,46$ και $F(2,10) = 0,179$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,56$, αντίστοιχα).

Πίνακας 5. Τιμές αποτελεσμάτων μηχανικών χαρακτηριστικών των αθλητών υψηλού επιπέδου.

		F0	V0	Pmax	RF	DRF
30% ΜΕ	Πριν	6,98 ± 0,72	10,01 ± 0,53	17,56 ± 2,32	44,50% ± 0,03	-6,43% ± 0,01
	Μετά 8	6,94 ± 0,52	10,00 ± 0,62	17,30 ± 2,08	44,28% ± 0,02	-6,48% ± 0,00
	Μετά 12	6,97 ± 0,51	12,07 ± 3,88	17,94 ± 2,43	44,78% ± 0,03	-6,28% ± 0,00
85% ΜΕ	Πριν	6,83 ± 0,96	10,00 ± 0,94	17,22 ± 3,40	43,83% ± 0,04	-6,33% ± 0,01
	Μετά 8	6,81 ± 0,79	9,93 ± 0,86	16,99 ± 2,94	43,75% ± 0,03	-6,38% ± 0,01
	Μετά 12	7,00 ± 0,72	11,13 ± 2,95	17,62 ± 3,16	44,52% ± 0,03	-6,45% ± 0,00
Χωρίς ΜΔΕ	Πριν	6,57 ± 0,89	10,02 ± 0,85	16,60 ± 3,29	43,02% ± 0,04	-6,08% ± 0,00
	Μετά 8	6,62 ± 0,81	10,02 ± 0,90	16,70 ± 3,27	43,20% ± 0,04	-6,12% ± 0,00
	Μετά 12	6,52 ± 0,91	10,00 ± 0,82	16,43 ± 3,53	42,82% ± 0,04	-6,03% ± 0,00

F0: μέγιστη οριζόντια δύναμη, V0: μέγιστη ταχύτητα, Pmax: μέγιστη οριζόντια ισχύς, RF: αναλογία οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη, DRF: μείωση της αναλογίας της οριζόντιας προς τη συνολική.

3.2. Αθλητές χαμηλού επιπέδου

Επίδοση στο sprint 5 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 2,19$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,11$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,01$) και του παράγοντα συνθήκη ($F(2,18) = 0,01$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,01$).

Επίδοση στο sprint 10 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 2,19$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,31$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,03$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 1,10$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,11$).

Επίδοση στο sprint 15 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης

($F(2,18)=1,80$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,17$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,55$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,06$) και του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 3,51$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,28$).

Επίδοση στο sprint 20 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 1,44$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,14$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,72$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,07$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 6,41$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,42$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην επίδοση στα 20μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο στα 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0,78, $p < 0,05$).

Επίδοση στο sprint 25 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 1,12$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,11$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,88$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,14$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 9,89$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,52$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην επίδοση στα 25μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο στα 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 1.02, $p < 0,05$).

Επίδοση στο sprint 30 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του παράγοντα χρόνου και του παράγοντα συνθήκη ($F(2,18) = 0,96$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,10$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,98$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,10$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 11,01$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,55$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην επίδοση στα 30μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο στα 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 1,22, $p < 0,05$).

Πίνακας 6. Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές ± τυπικές αποκλίσεις) της επίδοσης στο sprint των αθλητών χαμηλού επιπέδου.

Απόσταση		5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	
Επίδοση sprint (s)	30% ΜΕ	Πριν	1,36 ± 0,08	2,17 ± 0,11	2,88 ± 0,14	3,54 ± 0,18	4,19 ± 0,21	4,83 ± 0,25
		Μετά 8	1,39 ± 0,10	2,19 ± 0,13	2,90 ± 0,17	3,56 ± 0,21	4,21 ± 0,25	4,84 ± 0,30
		Μετά 12	1,39 ± 0,09	2,20 ± 0,11	2,91 ± 0,14	3,58 ± 0,16	4,23 ± 0,19	4,87 ± 0,22
	Ομάδα ελέγχου	Πριν	1,39 ± 0,08	2,19 ± 0,11	2,88 ± 0,13	3,53 ± 0,16	4,15 ± 0,19	4,78 ± 0,23
		Μετά 8	1,36 ± 0,09	2,15 ± 0,11	2,83 ± 0,14	3,48 ± 0,17	4,10 ± 0,20	4,72 ± 0,23
		Μετά 12	1,38±0,08	2,16 ± 0,12	2,85 ± 0,14	3,50 ± 0,17*	4,13 ± 0,20*	4,75 ± 0,23*

*= $p < 0,05$.

Ταχύτητα στο sprint 0-5 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 2,43$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,21$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 0,23$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,02$) και του παράγοντα συνθήκη ($F(2,18) = 0,01$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,01$).

Ταχύτητα στο sprint 5-10 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 0,67$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,07$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 1,48$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,14$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 23,99$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,73$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην ταχύτητα στα 10μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο στα 8 λεπτά (Μέση διαφορά 0.16, $p < 0,05$) και 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0.17, $p < 0,05$).

Ταχύτητα στο sprint 10-15 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 0,30$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,03$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 2,49$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,20$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) =$

49,86; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,847$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην ταχύτητα στα 15μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο πριν την επιβάρυνση (Μέση διαφορά 0.17, $p < 0,05$), στα 8 λεπτά (Μέση διαφορά 0.22, $p = 0.005$) και 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0.23, $p < 0,05$).

Ταχύτητα στο sprint 15-20 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 0,23$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,02$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 1,22$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,12$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 31,09$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,78$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην ταχύτητα στα 20μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο πριν την επιβάρυνση (Μέση διαφορά 0.18, $p < 0,05$), στα 8 λεπτά (Μέση διαφορά 0.22, $p < 0,05$) και 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0.25, $p < 0,05$).

Ταχύτητα στο sprint 20-25 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 0,14$ $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,02$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 1,49$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,14$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 38,24$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,81$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην ταχύτητα στα 25μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό φορτίο πριν την επιβάρυνση (Μέση διαφορά 0.27, $p < 0,05$), στα 8 λεπτά (Μέση διαφορά 0.24, $p = 0.015$) και 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0.29, $p < 0,05$).

Ταχύτητα στο sprint 25-30 m: Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του παράγοντα χρόνου και του παράγοντα συνθήκη ($F(2,18) = 0,28$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,03$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 1,19$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,12$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα του παράγοντα συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 9,64$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,52$). Η posthoc ανάλυση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή στην ταχύτητα στα 30μ στη συνθήκη ελέγχου σε σχέση με τη συνθήκη που χρησιμοποιήθηκε το χαμηλό

φορτίο πριν την επιβάρυνση (Μέση διαφορά 0.18, $p < 0,05$) και 12 λεπτά μετά την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0.23, $p < 0,05$).

Πίνακας 7. Περιγραφικά δεδομένα (μέσες τιμές \pm τυπικές αποκλίσεις) της ταχύτητας στο sprint των αθλητών χαμηλού επιπέδου.

Απόσταση		0 - 5 m	5 - 10 m	10 - 15 m	15 - 20 m	20 - 25 m	25 - 30 m	
Ταχύτητα (m/s)	30% ΜΕ	Πριν	3,68 \pm 0,22	6,21 \pm 0,29	7,07 \pm 0,35	7,55 \pm 0,39	7,73 \pm 0,43	7,88 \pm 0,48
		Μετά 8	3,62 \pm 0,25	6,22 \pm 0,26	7,10 \pm 0,36	7,57 \pm 0,48	7,77 \pm 0,52	7,93 \pm 0,57
		Μετά 12	3,61 \pm 0,22	6,19 \pm 0,25	7,05 \pm 0,30	7,50 \pm 0,38	7,68 \pm 0,42	7,82 \pm 0,43
	Ομάδα ελέγχου	Πριν	3,60 \pm 0,22	6,32 \pm 0,22	7,24 \pm 0,29	7,73 \pm 0,38	7,99 \pm 0,42	8,07 \pm 0,45
		Μετά 8	3,68 \pm 0,25	6,39 \pm 0,28*	7,32 \pm 0,36*	7,79 \pm 0,40*	8,02 \pm 0,42*	8,09 \pm 0,44*
		Μετά 12	3,65 \pm 0,23	6,36 \pm 0,29*	7,28 \pm 0,36*	7,75 \pm 0,40*	7,98 \pm 0,41*	8,05 \pm 0,40*

* = $p < 0,05$.

Μηχανικά χαρακτηριστικά του sprint: Για τους αθλητές χαμηλού επιπέδου η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης για τη V_0 ($F(2,18) = 0,522$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,55$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα στην κύρια επίδραση για την χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 5,705$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,39$), καθώς και στην συνθήκη μέτρησης ($F(2,18) = 6,69$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,43$). Η post hoc ανάλυση με διόρθωση Bonferroni, έδειξε σημαντική μείωση στην τιμή της μεταβλητής V_0 στη συνθήκη 30% ΜΕ πριν από την παρέμβαση (Μέση διαφορά 0,26, $p < 0,001$) και 12 λεπτά μετά την εφαρμογή της παρέμβασης στην συνθήκη 30% ΜΕ (Μέση διαφορά 0,32, $p = 0,036$). Για τη μεταβλητή P_{max} , δε βρέθηκε στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 0,762$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,11$), καθώς και μη σημαντική η κύρια επίδραση της συνθήκης ($F(2,18) = 1,669$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,16$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα στη κύρια επίδραση για την χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 13,329$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,60$). Η post hoc ανάλυση με διόρθωση Bonferroni, έδειξε σημαντική μείωση στην τιμή της μεταβλητής P_{max} στα 8 λεπτά (Μέση διαφορά 1,25, $p < 0,05$) και 12 λεπτά μετά την εφαρμογή της παρέμβασης στη συνθήκη 30% ΜΕ (Μέση διαφορά 1,20, $p < 0,05$).

Αντίστοιχα, για τη μεταβλητή RF δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 4,767$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,35$) αλλά και στον παράγοντα για την χρονική στιγμή μέτρησης μεταξύ των μετρήσεων ($F(2,18) = 0,314$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,03$), αντίθετα, στατιστικώς σημαντική διαφορά βρέθηκε στην επίδραση της συνθήκης μέτρησης ($F(2,18) = 5,131$; $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,36$). Τέλος, δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αλληλεπίδραση μεταξύ χρονικής στιγμής μέτρησης και συνθήκης μέτρησης για τις μεταβλητές F0 και DRF ($F(2,18) = 2,792$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,24$ και $F(2,18) = 0,969$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,10$, αντίστοιχα) καθώς και για τις κύριες επιδράσεις για την χρονική στιγμή μέτρησης ($F(2,18) = 1,147$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,11$, $\eta^2 = 0,13$ και $F(2,18) = 0,257$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,03$, αντίστοιχα) και των συνθηκών μέτρησης ($F(2,18) = 0,10$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,01$ και $F(2,18) = 0,025$; $p > 0,05$, $\eta^2 = 0,003$, αντίστοιχα).

Πίνακας 8. Τιμές αποτελεσμάτων μηχανικών χαρακτηριστικών των αθλητών χαμηλού επιπέδου.

		F0	V0	Pmax	RF	DRF
30% ΜΕ	Πριν	6,20 ± 0,49	8,50 ± 0,60	13,20 ± 1,68	39,79% ± 0,02	-6,92% ± 0,01
	Μετά 8	6,24 ± 0,29	8,53 ± 0,76	13,29 ± 1,25*	39,93% ± 0,01	-7,01% ± 0,01
	Μετά 12	6,29 ± 0,59	8,37 ± 0,56*	13,16 ± 1,48*	39,82% ± 0,02	-7,16% ± 0,01
Χωρίς ΜΔΕ	Πριν	6,34 ± 0,26	8,76 ± 0,62	13,88 ± 1,20	40,65% ± 0,01	-6,87% ± 0,00
	Μετά 8	6,65 ± 0,65	8,73 ± 0,58	14,54 ± 1,92	41,56% ± 0,02	-7,20% ± 0,01
	Μετά 12	6,60 ± 0,88	8,69 ± 0,54	14,36 ± 2,16	41,25% ± 0,03	-7,17% ± 0,01

F0: μέγιστη οριζόντια δύναμη, V0: μέγιστη ταχύτητα, Pmax: μέγιστη οριζόντια ισχύς, RF: αναλογία οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη, DRF: μείωση της αναλογίας της οριζόντιας προς τη συνολική δύναμη. * = $p < 0,05$.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτή τη μελέτη, εξετάστηκαν 2 διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης δύναμης για την άμεση επίδραση τους στο sprint. Η άσκηση δύναμης που χρησιμοποιήθηκε ως ΑΕ είναι η άρση λεκάνης με μπάρα, και ο χρόνος ανάπαυσης μεταξύ της άσκησης δύναμης και των δύο sprint ήταν 8 και 12 λεπτά αντίστοιχα. Η διαφορά των δύο πρωτοκόλλων ήταν στο βάρος που χρησιμοποιήθηκε στην άσκηση δύναμης, όπου στο ένα πρωτόκολλο το φορτίο της άσκησης που πραγματοποιήθηκε αντιστοιχούσε στο 30% της 1 ΜΑΕ, ενός στο άλλο πρωτόκολλο η άσκηση πραγματοποιήθηκε στο 85% της 1 ΜΑΕ. Οι συμμετέχοντες της συγκεκριμένης μελέτης χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα ήταν αθλητές υψηλού επιπέδου ενώ η δεύτερη, χαμηλού επιπέδου. Η ομάδα των αθλητών υψηλού επιπέδου πραγματοποίησαν και τα δύο πρωτόκολλα, ενώ η ομάδα αθλητών χαμηλού επιπέδου πραγματοποίησαν μόνο το πρωτόκολλο με το 30% της 1 ΜΕ καθώς τους ήταν αρκετά δύσκολο να πραγματοποιήσουν την συγκεκριμένη άσκηση δύναμης χωρίς να υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού όπως και να πραγματοποιήσουν τα σετ σύμφωνα με το πρωτόκολλο στο 85% της 1 ΜΑΕ. Και στα δύο πρωτόκολλα πραγματοποιήθηκε και ένα sprint πριν την άσκηση ενεργοποίησης όπου σε σύγκριση με αυτό παρατηρήθηκε αν υπήρξε βελτίωση ή όχι μετά την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης άσκησης. Η μελέτη επίσης περιλάμβανε μια συνθήκη ελέγχου, όπου δεν εκτελέστηκε η άσκηση ενεργοποίησης.

Η συγκεκριμένη μελέτη εξέτασε τα μηχανικά χαρακτηριστικά του sprint: F_0 (N/kg), V_0 (m/s), P_{max} (W/kg), RF (%) και RF_{max} (%). Τα πρωτόκολλα που εφαρμόστηκαν στους αθλητές υψηλού επιπέδου αθλητές δεν επέφεραν μεταβολές στη θεωρητικά μέγιστη ταχύτητα κίνησης καθώς και στην ικανότητά παραγωγής δύναμης σε υψηλή δρομική ταχύτητα. Αντίστοιχα, τα πρωτόκολλα προπόνησης, δεν άλλαξαν την παραγωγή της μέγιστης οριζόντιας δύναμης που μπορεί να εφαρμόσει ο αθλητής στη φάση της επιτάχυνσης, όπως επίσης δεν μπόρεσαν να βελτιώσουν την μέγιστη οριζόντια ισχύ των αθλητών στον οριζόντιο άξονα της κίνησης κατά την φάση επιτάχυνσης. Επίσης, τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα δεν βελτίωσαν την αναλογία της οριζόντιας δύναμης που εφαρμόζεται στο έδαφος προς την αντίστοιχη προκύπτουσα δύναμη αλλά ούτε και την

μέγιστη αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της δύναμης στην εμπρόσθια κατεύθυνση κατά την εκκίνηση του αθλητή. Οι συγκεκριμένες μεταβλητές υπολογίστηκαν για στους αθλητές υψηλού επιπέδου, έτσι ώστε να παρατηρηθεί κατά πόσο επηρεάζονται από την συγκεκριμένη άσκηση ενεργοποίησης και στα δύο πρωτόκολλα. Το εύρημα της μελέτης μας όπου δεν παρατήρησαν καμιά ιδιαίτερη μεταβολή στις συγκεκριμένες μεταβλητές, έτσι ώστε να είναι στατιστικά σημαντικό, είτε στο ένα πρωτόκολλο είτε στο άλλο, για τους αθλητές υψηλού επιπέδου και επομένως δεν επαληθεύτηκε η ερευνητική μας υπόθεση πως η εκτέλεση της άσκησης “άρση λεκάνης με μπάρα” μπορεί να προκαλέσει ΜΔΕ έτσι ώστε να βελτιώσει την επίδοση στο sprint. Ωστόσο, λόγω του μικρού μας δείγματος και λόγω ότι κάποιες συνθήκες το p τους βρισκόταν κοντά στο 0,05, εξετάστηκαν και οι τάσεις, όπου το μόνο αξιόλογο που παρατηρήθηκε είναι ότι η μεταβλητή P_{max} βελτιώθηκε για τους τέσσερις από τους έξι αθλητές μετά από 12 λεπτά στην συνθήκη 85% με την αύξηση στο μέσο όρο να είναι 0,41 W/kg. Αυτό που παρατηρήθηκε όμως, είναι ότι για τους αθλητές υψηλού επιπέδου, και στα δύο πρωτόκολλα υπήρξε βελτίωση του χρόνου των 30 m μετά από 12 λεπτά για όλους τους αθλητές, με μεγαλύτερη βελτίωση στο πρωτόκολλο με το 30% της ΜΑΕ. Συγκεκριμένα, στο πρωτόκολλο με το 30% της ΜΑΕ υπήρξε βελτίωση 0,06 δευτερολέπτων στο μέσο όρο των επιδόσεων, ενώ στο πρωτόκολλο με το 85% της ΜΑΕ υπήρξε βελτίωση 0,04 δευτερολέπτων στο μέσο όρο των επιδόσεων. Μία τέτοια βελτίωση στον χρόνο των 30 m μπορεί να θεωρηθεί αρκετά σημαντική για έναν αθλητή υψηλού επιπέδου καθώς κάτι τέτοιο μπορεί να του προσφέρει μία καλύτερη θέση ή ακόμα και κάποιο μετάλλιο. Για τους αθλητές χαμηλού επιπέδου, παρατηρήθηκε μείωση της μέγιστης οριζόντιας ισχύος μετά από την άσκηση ενεργοποίησης με χαμηλό φορτίο (30% της 1 ΜΕ). Αυτή η αύξηση συνάδει με τη μείωση που εμφάνισε η συγκεκριμένη ομάδα ως προς την ικανότητα ανάπτυξης μέγιστης οριζόντιας ταχύτητας, καθώς η ισχύς αποτελεί παράγωγο της δύναμης και της ταχύτητας. Κάτι τέτοιο μπορεί να οφείλεται στην κόπωση που δημιούργησε η άσκηση στους αθλητές, καθώς δεν είναι προσαρμοσμένοι με τη συγκεκριμένη άσκηση. Στη συγκεκριμένη μελέτη δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές ως προς τις μεταβλητές της δύναμης (F_0 , R_F), επομένως η μείωση της P_{max} στους αθλητές χαμηλού επιπέδου, οφείλεται περισσότερο στην μείωση της V_0 . Ωστόσο, λόγω του μικρού μας δείγματος και λόγω ότι κάποιες συνθήκες το p τους βρισκόταν κοντά

στο 0,05, εξετάστηκαν και οι τάσεις χωρίς όμως να παρατηρηθεί κάποια ιδιαίτερη μεταβολή. Πρέπει να τονιστεί, ότι σε αντίθεση με τους αθλητές χαμηλού επιπέδου, οι χρόνιες προσαρμογές που έχουν αναπτύξει οι αθλητές υψηλού επιπέδου πιθανόν δεν μπόρεσαν να μεταβάλλουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά του sprint μετά από μια άσκηση ενεργοποίησης. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να παραληφθεί ότι το δείγμα των αθλητών υψηλού επιπέδου ήταν μικρότερο και περιελάμβανε αθλητές και των δυο φύλων, πράγμα το οποίο επέφερε μεγάλη μεταβλητότητα στα δεδομένα και ενδεχομένως να αποκρύπτεται κάποιο πιθανώς όφελος από τα δυο πρωτόκολλα ενεργοποίησης.

Ως προς τα ευρήματα της μελέτης μας, τα αποτελέσματα μας έρχονται σε συμφωνία με την αρκετά πρόσφατη μελέτη του Leandro Carbone και των συνεργατών του (2020), οι οποίοι πραγματοποίησαν ένα πρωτόκολλο σε αθλητές ράγκμπι έτσι ώστε να παρατηρήσουν την επίδραση που έχουν οι δύο ασκήσεις ΑΛΜ και κάθισμα με μπάρα στο sprint εκτελώντας 3 σειρές από 3 επαναλήψεις στο 85% της 1 ΜΑΕ, παρατηρώντας έτσι ότι δεν υπήρξε κάποια στατιστικά σημαντική βελτίωση σε sprint των 5 και 10 μέτρων. Η συγκεκριμένη μελέτη μπορεί να πραγματοποιήθηκε σε αθλητές ράγκμπι, το οποίο είναι διαφορετικό άθλημα από τους δρόμους ταχύτητας στον στίβο, δεν παύει όμως και εκεί να είναι εξίσου σημαντική η επιτάχυνση στο sprint όπως επίσης και η επίτευξη μεγαλύτερης μέγιστης ταχύτητας σε αυτό. Αντίθετα όμως, τα ευρήματα της μελέτης μας έρχονται σε διαφωνία με την έρευνα των Dello Iacono και Seitz (2018) οι οποίοι πραγματοποίησαν δύο διαφορετικά πρωτόκολλα, με δοκιμαζόμενους 18 αθλητές ποδοσφαίρου, χρησιμοποιώντας την άσκηση ΑΛΜ στο 85% της 1 ΜΑΕ και στο ιδανικό ατομικό φορτίο για κάθε δοκιμαζόμενο πραγματοποιώντας sprint 5 και 10 μέτρων πριν από τα δύο πρωτόκολλα αλλά και μετά από 15 δευτερόλεπτα, 4 και 8 λεπτά. Στο πρωτόκολλο με το 85% της 1 ΜΑΕ πραγματοποίησαν τις ίδιες σειρές και επαναλήψεις με τη δική μας έρευνα (3Χ6 επαναλήψεις), ενώ στο πρωτόκολλο με το ιδανικό ατομικό φορτίο πραγματοποίησαν 3 σειρές των 8 επαναλήψεων. Παρόλο που παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης στα 15 δευτερόλεπτα, το σημαντικότερο εύρημα της συγκεκριμένης μελέτης ήταν ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση και για τα δύο πρωτόκολλα και στα 4 λεπτά αλλά και στα 8 λεπτά. Η διαφορά με τη δική μας έρευνα ήταν πως πραγματοποιήθηκε σε υψηλού επιπέδου ποδοσφαιριστές ενώ στην δικιά μας σε υψηλού επιπέδου αθλητών ταχύτητας στίβου και

σε χαμηλού επιπέδου αθλητές στίβου, κάτι το οποίο μπορεί να έπαιξε σημαντικό ρόλο στα διαφορετικά αποτελέσματα των ερευνών.

Έχει παρατηρηθεί περιορισμένη έρευνα της άσκησης ΑΛΜ έτσι ώστε να βγει κάποιο συγκεκριμένο συμπέρασμα στο αν τελικά επιδρά θετικά ή όχι στην ανάπτυξη της μέγιστης ταχύτητας όπως επίσης και στα πρώτα μέτρα στα sprint. Έτσι πέρα από την σημαντικότητα να ερευνηθεί το αν προκαλεί ΜΔΕ η άσκηση ΑΛΜ, είναι το ίδιο σημαντικό να πραγματοποιηθούν έρευνες παρέμβασης για την συγκεκριμένη άσκηση, καθώς από την περιορισμένη βιβλιογραφία σε έρευνες παρέμβασης έχει φανεί πως η συγκεκριμένη άσκηση προσφέρει σημαντικές βελτιώσεις στο sprint όταν αυτή χρησιμοποιείται για μεγάλη χρονική περίοδο.

Σχετικά με τις έρευνες παρέμβασης με τη χρήση της άσκησης ΑΛΜ, δείχνουν να έχουν μεγαλύτερη βελτίωση στο sprint. Κάτι τέτοιο φάνηκε και στην έρευνα των Contreras και συν. (2017), οι οποίοι πραγματοποίησαν μία έρευνα παρέμβασης έξι εβδομάδων σε εφήβους άνδρες, η οποία είχε σκοπό να συγκρίνει την άσκηση μπροστινού καθίσματος με την άσκηση ΑΛΜ. Το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης ήταν ότι η δεύτερη άσκηση παρουσίασε πιο θετικά αποτελέσματα στα 10 και 20 μέτρα sprint. Σε συμφωνία με τη συγκεκριμένη μελέτη βρέθηκαν και οι Zweifel και συν. (2017), οι οποίοι μέσα από μία έρευνα παρέμβασης έξι εβδομάδων παρατήρησαν την θετική επίδραση της άσκησης ΑΛΜ στο sprint. Σε αντίθεση όμως με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα έρχονται οι Paul Jarvis και συν. (2019), οι οποίοι σε μία μελέτη οκτώ εβδομάδων εξέτασαν τις επιδράσεις ενός προγράμματος προπόνησης δύναμης της άσκησης ΑΛΜ στην απόδοση του sprint στα 10,20,30 και 40 μέτρα, όπου συμμετείχαν 15 άνδρες και 6 γυναίκες οι οποίοι ήταν αθλητές συλλόγου. Τα ευρήματά τους έδειξαν πως δε παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας προπονήσεις και έτσι έφτασα στο συμπέρασμα πως η χρήση της συγκεκριμένης άσκησης δε φαίνεται να βελτιώνει την απόδοση στα sprint σε αθλητές συλλογικού επιπέδου. Σε παρόμοια συμπεράσματα έφτασαν και οι Lin και συν. (2017), οι οποίοι πραγματοποίησαν μία έρευνα παρεμβάσεις 8 εβδομάδων στην οποία συμμετείχαν 20 άνδρες αθλητές συλλόγων baseball όπου τυχαία χωρίστηκαν σε μία ομάδα ελέγχου και μία ομάδα προπόνησης. Αυτό που παρατηρήθηκε

από την συγκεκριμένη μελέτη είναι ότι δε βρέθηκε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων σε σχέση με το sprint 30 μέτρων όπου εξετάστηκαν.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η εκτέλεση της άσκησης δύναμης “άρση λεκάνης με μπάρα” στο 30% και στο 85% της 1 ΜΑΕ δεν αποτελεί ένα αποτελεσματικό ασκησιογενές ερέθισμα για πρόκληση ΜΔΕ έτσι ώστε να επιφέρει βελτίωση στο sprint. Έτσι λοιπόν, δεν επιβεβαιώνουμε την υπόθεση μας όπου αναμέναμε η συγκεκριμένη άσκηση δύναμης να προκαλέσει βελτιώσει στην επίδοση στο sprint, είτε αυτό εφαρμόζεται σε αθλητές υψηλού επιπέδου, είτε σε χαμηλού επιπέδου.

Η μελέτη αυτή, εξέτασε την επίδραση των τριών σετ των 10 επαναλήψεων στο 30% της 1 ΜΑΕ της άσκησης ΑΛΜ, σε αθλητές ταχύτητας στίβου υψηλού επιπέδου και σε αθλητές στίβου χαμηλού επιπέδου, και την επίδραση των τριών σετ των 6 επαναλήψεων στο 85% της 1 ΜΑΕ της άσκησης ΑΛΜ σε αθλητές ταχύτητα στίβου υψηλού επιπέδου, στο sprint μετά από 8 λεπτά και μετά από 12 λεπτά. Ως εκ τούτου, πιστεύουμε πως υπάρχει αρκετό ερευνητικό ενδιαφέρον γύρω από αυτή την περιοχή όπου θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν μελλοντικές μελέτες εξετάζοντας παρόμοιο πρωτόκολλο με διάφορες στο είδος της άσκησης, το διάλειμμα, την ένταση αλλά και σίγουρα σε συμμετέχοντες με διαφορετικά χαρακτηριστικά (αρχάριοι, παιδιά-έφηβοι). Προτείνουμε επίσης, πιθανές μελλοντικές εργασίες με το ίδιο αντικείμενο έρευνας στο οποίο θα μπορούσαν να υπάρξουν περισσότεροι συμμετέχοντες, κυρίως στην ομάδα αθλητών υψηλού επιπέδου, έτσι ώστε να μπορέσουν να κατηγοριοποιηθούν και σύμφωνα με το φίλο αλλά και για να μπορέσουν να προκύψουν καλύτερα συμπεράσματα. Μία πρόταση επίσης είναι, πιθανές μελλοντικές εργασίες να πραγματοποιήσουν έρευνα παρέμβασης για μεγάλο χρονικό διάστημα σε αθλητές υψηλού επιπέδου έτσι ώστε να μπορέσουν να δουν εάν η συγκεκριμένη άσκηση θα ήταν ωφέλιμο να ενταχθεί στα προπονητικά τους πλάνα και έτσι να επιφέρει βελτίωση στις επιδόσεις του αθλητή.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Andersen, V., Fimland, M. S., Mo, D. A., Iversen, V. M., Vederhus, T., Hellebø, L. R. R., ... & Saeterbakken, A. H. (2018). Electromyographic comparison of barbell deadlift, hex bar deadlift, and hip thrust exercises: a cross-over study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(3), 587-593.
2. Anthony, N., & Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its effects on performance. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
3. Batista, M. A., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2011). Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2496-2502.
4. Batista, M. A., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Lotufo, R., Ricard, M. D., & Tricoli, V. A. (2007). Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 837-840.
5. Baudry, S., & Duchateau, J. (2007). Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 102(4), 1394-1401
6. Bergmann, J., Kramer, A., & Gruber, M. (2013). Repetitive hops induce postactivation potentiation in triceps surae as well as an increase in the jump height of subsequent maximal drop jumps. *PloS one*, 8(10), e77705.
7. Berthoin, S., Dupont, G., Mary, P., & Gerbeaux, M. (2001). Predicting sprint kinematic parameters from anaerobic field tests in physical education students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 75-80.
8. Blazeovich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359.
9. Bradshaw, E. J., Maulder, P. S., & Keogh, J. W. L. (2007). Biological movement variability during the sprint start: Performance enhancement or hindrance? *Sports Biomechanics* 6 (3). 246-260.
10. Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A.-B., Messonnier, L., & Lacour, J.-R. (2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100m sprint. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 274-281.
11. Bridgeman, L. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Dulson, D. K. (2017). The effects of accentuated eccentric loading on the drop jump exercise and the subsequent

- postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1620-1626.
12. Bruggemann, G.-P., Arampatzis, A., Muller, H., Ritzdorf, W., Schade, F., & Homel, H. (1997). Biomechanical research project at the VIth World Championships in Athletics, Athens 1997: Preliminary report. *New Studies in Athletics*, 2-3, 43- 56.
 13. Brughelli, M., Cronin, J., & Chaouachi, A. (2011). Effects of running velocity on running kinetics and kinematics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 933-939.
 14. Carbone, L., Garzón, M., Chulvi-Medrano, I., Bonilla, D. A., Alonso, D. A., Benítez-Porres, J., ... & Vargas-Molina, S. (2020). Effects of heavy barbell hip thrust vs back squat on subsequent sprint performance in rugby players. *Biology of Sport*, 37(4), 325.
 15. Chattong, C., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Noffal, G. J. (2010). Effect of a dynamic loaded warm-up on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1751-1754.
 16. Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
 17. Chen, Z. R., Wang, Y. H., Peng, H. T., Yu, C. F., & Wang, M. H. (2013). The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 154-158.
 18. Cochrane, D. J., Coley, K. W., Pritchard, H. J., & Barnes, M. J. (2015). Vibration exercise as a warm-up modality for deadlift power output. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1033-1039.
 19. Comyns, T. M., Harrison, A. J., Hennessy, L., & Jensen, R. L. (2007). Identifying the optimal resistive load for complex training in male rugby players. *Sports Biomechanics*, 6(1), 59-70.
 20. Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. (2015). A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyographic activity in the back squat and barbell hip thrust exercises. *Journal of applied biomechanics*, 31(6), 452-458.
 21. Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., McMaster, D. T., Reyneke, J. H., & Cronin, J. B. (2017). Effects of a six-week hip thrust vs. front squat resistance training program on performance in adolescent males: a randomized controlled trial. *Journal of strength and conditioning research*, 31(4), 999-1008.

22. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010a). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(8), 1582–1598.
23. Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Middleton, M. K., Bunce, P. J., & Yang, G. Z. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3319-3325.
24. Cross, M. R., Lahti, J., Brown, S. R., Chedati, M., Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., ... & Morin, J. B. (2018). Training at maximal power in resisted sprinting: Optimal load determination methodology and pilot results in team sport athletes. *PLoS One*, 13(4), e0195477.
25. De Villarreal, E. S. S., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European journal of applied physiology*, 100(4), 393-401.
26. De Villarreal, E. S. S., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European journal of applied physiology*, 100(4), 393-401.
27. Dello Iacono, A., and Seitz, L.B. (2018) Hip thrust-based PAP effects on sprint performance of soccer players: heavy-loaded versus optimum-power development protocols. *Journal of Sports Science* 36(20), 2375-2382.
28. Dello Iacono, A., Padulo, J., & Seitz, L. D. (2018). Loaded hip thrust-based PAP protocol effects on acceleration and sprint performance of handball players: Original Investigation. *Journal of sports sciences*, 36(11), 1269-1276.
29. Esformes, J. I., Cameron, N., & Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1911-1916.
30. Esformes, J. I., Keenan, M., Moody, J., & Bampouras, T. M. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 143-148.
31. French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 678-685.
32. García-Pinillos, F., Molina-Molina, A., & Latorre-Román, P. Á. (2016). Impact of an incremental running test on jumping kinematics in endurance runners: can jumping kinematic explain the post-activation potentiation phenomenon?. *Sports biomechanics*, 15(2), 103-115.

33. Güllich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*, 11, 67-84.
34. Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2003). Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta physiologica scandinavica*, 178(2),165-173.
35. Harman, E., Principles of Test selection and administration, In *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 2008, Champaign, IL: Human Kinetics Inc.
36. Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports medicine*, 35(7), 585-595.
37. Iacono, A. D., Padulo, J., & Seitz, L. D. Loaded hip thrust-based PAP protocol effects on acceleration and sprint performance of. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 103-116.
38. Jarvis, P., Cassone, N., Turner, A., Chavda, S., Edwards, M., & Bishop, C. (2019). Heavy barbell hip thrusts do not effect sprint performance: An 8-week randomized controlled study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, S78-S84.
39. Jordan, M., Norris, S., Smith, D., & Herzog, W. (2010). Acute effects of whole-body vibration on peak isometric torque, muscle twitch torque and voluntary muscle activation of the knee extensors. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(3), 535-540.
40. Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., ... & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1134-1138.
41. Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I., & Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of sports sciences*, 26(8), 795-802.
42. Kuitunen, S., Komi, P. V., & Kyröläinen, H. (2002). Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 166.
43. Lim, J. J., & Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2730-2736.
44. Lin, K. H., Wu, C., Huang, Y., & Cai, Z. (2017). Effects of hip thrust training on the strength and power performance in collegiate baseball players. *Journal of Sports Science*, 5, 178-184.

45. Loturco, I., Contreras, B., Kobal, R., Fernandes, V., Moura, N., Siqueira, F., ... & Pereira, L. A. (2018). Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *PLoS One*, 13(7), e0201475.
46. Mangus, B. C., Takahashi, M., Mercer, J. A., & Holcomb, W. R. (2006). Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 597.
47. Mero, A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59 (2), 94-98.
48. Mero, A., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A biomechanical study of the sprint start. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 5 (1), 20-28.
49. Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European journal of applied physiology*, 112(11), 3921-3930.
50. Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(9), 1680-1688.
51. 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.
52. Murase, Y., Hoshikawa, T., Yasuda, N., Ikegami, Y., & Matsui, H. (1976). Analysis of the changes in progressive speed during 100-meter dash. In P.V. Komi (Ed.), *Biomechanics V-B* (pp. 200- 207). Baltimore: University Park Press.
53. Nagahara, R., Mizutani, M., Matsuo, A., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2018). Association of sprint performance with ground reaction forces during acceleration and maximal speed phases in a single sprint. *Journal of applied biomechanics*, 34(2), 104-110.
54. Nummela, A., Keränen, T., & Mikkelsen, L. O. (2007). Factors related to top running speed and economy. *International journal of sports medicine*, 28(08), 655-661.
55. Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Sàez-de-Villarreal, E., Couturier, A., Samozino, P., & Morin, J. B. (2015). Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25(5), 583-594.
56. Rassier, D. E., & Macintosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(5), 499-508.

57. Robbins, D. W., & Docherty, D. (2005). Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 898-902.
58. 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.
59. Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240.
60. Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240.
61. Smirniotou, A., Katsikas, C., Paradisis, G., Argeitaki, P., Zacharogiannis, E., & Tziortzis, S. (2008). Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 447.
62. Steinfeld, B., Scott, J., Vilander, G., Marx, L., Quirk, M., Lindberg, J., & Koerner, K. (2015). The role of lean process improvement in implementation of evidence-based practices in behavioral health care. *The Journal of Behavioral Health Services & Research*, 42(4), 504-518.
63. Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, 39(2), 147-166.
64. Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2014). The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 367-372.
65. Trimble, M. H., & Harp, S. S. (1998). Postexercise potentiation of the H-reflex humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 30, 933-941.
66. Trimble, M. H., & Harp, S. S. (1998). Postexercise potentiation of the H-reflex humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 30, 933-941.
67. Tsolakis, C., Bogdanis, G. C., Nikolaou, A., & Zacharogiannis, E. (2011). Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *Journal of sports science & medicine*, 10(3), 577.

68. Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 343-350.
69. Van Ingen Schenau, G. J., de Koning, J. J., & de Groot, G. (1994). Optimization of sprinting performance in running, cycling and speed skating. *Sports Medicine*, 17 (4), 259-275.
70. Vandervoort, A. A., Quinlan, J., & McComas, A. J. (1983). Twitch potentiation after voluntary contraction. *Experimental neurology*, 81(1), 141-152.
71. Volkov, N. I., & Lapin, V. I. (1979). Analysis of the velocity curve in sprint running. *Medicine and Science in Sports*, 11 (4), 332-337.
72. Ward-Smith, A. J. (1985). A mathematical theory of running, based on the first law of thermodynamics, and its application to the performance of world-class athletes. *Journal of Biomechanics*, 18 (5), 337- 349.
73. Williams, M. J., Gibson, N. V., Sorbie, G. G., Ugbohue, U. C., Brouner, J., & Easton, C. (2018). Activation of the gluteus maximus during performance of the back squat, split squat and barbell hip thrust and the relationship with maximal sprinting. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
74. Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., ... & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.
75. Young, W., McLean, B., & Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 13-19.
76. Zweifel, M. B., Vigotsky, A. D., Contreras, B., & Simiyu, W. W. N. (2017). Effects of 6-week squat, deadlift, or hip thrust training program on speed, power, agility, and strength in experienced lifters: A pilot study. *Journal of Trainology*, 6(1), 13-17.