



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

——— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 ———

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**«ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΥΓΜΑΧΙΑ
ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ»**

Χατζησταματίου Αικατερίνη

**Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»**

ΑΘΗΝΑ 2020

© Copyright

Χατζησταματίου Αικατερίνη του Σταματίου
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη, 172 37

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστημίων Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Βιολογία της Άσκησης"

ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Της Αικατερίνης Χατζησταματίου

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε στη Γ.Σ.Ε.Σ. της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 16/1/2020 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής της **κ. Αικατερίνης Χατζησταματίου** με τίτλο: «Φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την πυγμαχία με έμφαση στην αρτηριακή πίεση» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Μ. Κοσκολού** Καθηγήτρια της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπουσα), **Ν. Γελαδά** Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Γ. Τερζή** Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 10/7/2020 ημέρα Παρασκευή και ώρα 16:30 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε.Παυλίνη της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρίνόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Μ. Κοσκολού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Ν. Γελαδάς, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Τερζής, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

*«Στους αθλητές που μόχθησαν
και αγωνίστηκαν ‘καθαρά’...»*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω για την υπομονή και επιμονή της, την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Κοσκολού Μαρία, η οποία με υπέρμετρο ήθος και περισσή επιστημονική κατάρτιση με καθοδήγησε προς την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής, με ενθάρρυνε, με δίδαξε νέους τρόπους σκέψης, μου χάραξε καινούριους ερευνητικούς ορίζοντες και μου επιβεβαίωσε ότι το σπουδαιότερο πράγμα στη ζωή κάθε ανθρώπου είναι να περιβάλλεται από συνανθρώπους του με ιδιαίτερες αξίες, όπως εκείνη.

Για τις ερευνητικές κατευθύνσεις, σημαντικές παρατηρήσεις, διορθώσεις και τη συνεχή υποστήριξή τους, θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής μου, δύο υπέροχους δάσκαλους, τον Κοσμήτορα κ. Γελαδά Νικόλαο και τον Καθηγητή κ. Τερζή Γεράσιμο.

Τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου ήθελα επίσης να εκφράσω για την σημαντική συμβολή τους στο πρακτικό κομμάτι της διατριβής μου, τη διαρκή επιστημονική υποστήριξη και το απαράμιλλο ήθος τους, τον Αθλητικό Επιστήμονα - Υποψ. Διδάκτορα κ. Μηλιώτη Παναγιώτη, τον Φυσικοθεραπευτή - MSc. κ. Θεοτοκάτο Γιώργο και την Αθλητική Επιστήμονα - MSc. κα Νταλαπέρα Σπυριδούλα.

Ακόμη, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους γονείς μου Σταμάτη και Καίτη, την αδερφή μου Θεοδώρα και τη γιαγιά μου Θεοσέβεια, διότι χωρίς αυτούς δεν θα ήταν δυνατό να έγραφα σήμερα αυτές τις γραμμές, δεν θα ολοκλήρωνα τη διατριβή μου και δεν θα ήμουν ο άνθρωπος που είμαι...

Ευχαριστώ όλους μου τους φίλους (Ευαγγελία, Μάγδα, Κώστα, Βιβή, Μένι, Σοφία, Χαρά, Τάκη, Σωτηρία και Πόπη) για την υπομονή τους. Θα ήθελα να ξέρουν ότι είμαι εξαιρετικά ευγνώμων και θεωρώ τον εαυτό μου τυχερό που με περιστοιχίζουν με τόση κατανόηση.

Ευχαριστώ το παρεάκι των μεταπτυχιακών φοιτητών για την υπέροχη συντροφιά τους.

Πάνω από όλους ευχαριστώ το Θεό για όσα τόσο απλόχερα μου έχει προσφέρει!

«ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΥΓΜΑΧΙΑ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή / Σκοπός: Η πυγμαχία είναι δημοφιλές άθλημα επαφής με καταβολές από τα αρχαία χρόνια. Κατά καιρούς έχουν μελετηθεί εκτεταμένα οι συναφείς με την πυγμαχία τραυματισμοί, οι διάφορες μέθοδοι προπόνησης και η βιομηχανική των κινήσεων, εντούτοις, λόγω αλλαγών των κανονισμών, οι ασκησιογενείς φυσιολογικές αποκρίσεις που αναφέρονται για το άθλημα ποικίλλουν. Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η μελέτη φυσιολογικών αποκρίσεων κατά τη διάρκεια πρωτοκόλλου προσομοιωμένου με πυγμαχικό αγώνα, σύμφωνα με τους τελευταίους κανονισμούς, και η σύγκρισή τους με αυτές που παρατηρούνται σε ίδιας έντασης και διάρκειας τρέξιμο σε δαπεδοεργόμετρο. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη διερεύνηση της διακύμανσης της αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση και μετασκησιακά, λόγω των ιδιοτεροτήτων του αθλήματος, δηλαδή του διαλειμματικού του χαρακτήρα, αλλά και της υψηλής συμμετοχής και θέσης των χεριών.

Μεθοδολογία: Στη μελέτη συμμετείχαν 10 άνδρες (ηλικίας $25,0 \pm 6,6$ ετών, σωματικής μάζας $77,5 \pm 10,6$ kg και ύψους $174,4 \pm 6,6$ cm), αθλούμενοι στην πυγμαχία σε μέσο επίπεδο, οι οποίοι, αφού υποβλήθηκαν σε σωματομετρήσεις και εργομετρικές δοκιμασίες για την αξιολόγηση του αθλητικού τους προφίλ, εκτέλεσαν ένα έγκυρο και αξιόπιστο πρωτόκολλο προσομοίωσης με πυγμαχικό αγώνα, που περιελάμβανε πυγμαχία έναντι στόχων διάρκειας 3 γύρων των 3 min. Σε επόμενη συνεδρία, οι ίδιοι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρέξιμο ίδιας έντασης και διάρκειας σε δαπεδοεργόμετρο. Μετρήθηκαν η καρδιακή συχνότητα και η αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική και μέση) στην ηρεμία, κατά τη διάρκεια της άσκησης, στα διαλείμματα και κατά την αποκατάσταση, καθώς και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα μετά το πέρας της άσκησης, ενώ καταγράφηκε και η αντιλαμβανόμενη κόπωση. Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση ANOVA διπλής κατεύθυνσης (πρωτόκολλο άσκησης $\times$ χρόνος) για εξαρτημένα δείγματα με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε σε $\alpha = 0,05$.

Αποτελέσματα: Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου των δοκιμαζόμενων ήταν $51,0 \pm 3,7 \text{ mL min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ ΣΜ, η μέγιστη αναερόβια ισχύς τους σε 10-s ποδηλάτηση μέγιστης έντασης $10,1 \pm 1,5 \text{ W kg}^{-1}$ ΣΜ και η μέγιστη δύναμή τους $187,7 \pm 34,4 \text{ kg}$ για τα κάτω άκρα, $50,9 \pm 5,9 \text{ kg}$ για το δεξί και $51,6 \pm 6,5 \text{ kg}$ για το αριστερό χέρι. Η καρδιακή συχνότητα κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο ήταν $139 \pm 9 \text{ bpm}$ στον 1^ο, $150 \pm 11 \text{ bpm}$ στον 2^ο και $153 \pm 11 \text{ bpm}$ στον 3^ο γύρο και αντιστοιχούσε στο $85 \pm 5 \%$, $88 \pm 4 \%$ και $89 \pm 4 \%$ της $K\Sigma_{\max}$. Όμοια καρδιακή συχνότητα επετεύχθη και κατά το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο (139 ± 8 , 151 ± 10 και $154 \pm 9 \text{ bpm}$, για κάθε γύρο αντιστοίχως, $p = 0,737$). Η αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης στην άσκηση από τις τιμές ηρεμίας (ΔΣΑΠ) ήταν $51,6 \pm 2,2 \text{ mmHg}$ στο πυγμαχικό πρωτόκολλο, ενώ στο πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου ήταν μεγαλύτερη ($62,1 \pm 7,8 \text{ mmHg}$, $p = 0,044$). Επιπλέον, μετασκησιακά η συστολική αρτηριακή πίεση έδειξε ισχυρή τάση για εμφανέστερη πτώση συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας στο 20^ό και 25^ο min μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο ($p = 0,063$ και $p = 0,078$, αντίστοιχα) φθάνοντας τα $-11,2 \text{ mmHg}$ στο 40^ό min της αποκατάστασης, ενώ στο πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου η μέγιστη πτώση ήταν $-4,9 \text{ mmHg}$ στο ίδιο λεπτό. Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα ήταν $6,40 \pm 1,71 \text{ mmol L}^{-1}$ για το πυγμαχικό πρωτόκολλο και $6,27 \pm 2,78 \text{ mmol L}^{-1}$ για το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο ($p = 0,849$) και τόσο αυτή η παράμετρος όσο και η αντιλαμβανόμενη κόπωση δεν διέφεραν μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων.

Συμπεράσματα: Η συστολική αρτηριακή πίεση αυξήθηκε λιγότερο κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από ότι στο πρωτόκολλο ίδιας έντασης και διάρκειας στο δαπεδοεργόμετρο, πιθανόν λόγω της πιο ρυθμικής και ομοιόμορφης κίνησης και καλύτερης φλεβικής επαναφοράς στο τρέξιμο. Η εμφανέστερη μετασκησιακή υπόταση στο πυγμαχικό πρωτόκολλο μπορεί αποδοθεί στη συμμετοχή των χεριών και στις έντονες αγγειοδιαστολές που παρατηρούνται, προκειμένου να αντισταθμιστεί η χαμηλή ικανότητα απόσπασσης του οξυγόνου στα άνω άκρα. Η κλινικά σημαντική μετασκησιακή υπόταση στο πυγμαχικό πρωτόκολλο αφήνει περιθώριο περαιτέρω μελέτης προκειμένου να διαπιστωθεί αν θα μπορούσε η μακροχρόνια ενασχόληση με το εν λόγω άθλημα να αποδειχθεί κλινικά επωφελής για την υγεία του γενικού πληθυσμού μέσω ρύθμισης της αρτηριακής πίεσης.

«PHYSIOLOGICAL RESPONSES DURING BOXING WITH EMPHASIS ON ARTERIAL PRESSURE»

ABSTRACT

Introduction: Boxing is a popular contact sport dating back to ancient times. Up to date, boxing-related injuries, various training methods and biomechanics have been extensively investigated; however, due to regulation changes, the exercise-related physiological responses reported vary. The purpose of this thesis was to monitor physiological responses during a boxing match simulation protocol, according to the latest regulations, and to compare them with the physiological responses observed during running on a treadmill with the same intensity and duration. Moreover, the fluctuation of blood pressure while boxing and incidence of post-exercise hypotension were investigated for the first time, considering the unique features of this specific sport such as interval exercise and involvement as well as position of the arms.

Methods: Ten male boxers at an intermediate competitive level (age 25.0 ± 6.6 years, body mass 77.5 ± 10.6 kg and height 174.4 ± 6.6 cm) participated in the study. After completing anthropometric measurements and physical fitness evaluation, each participant underwent a valid and reliable boxing protocol which simulated an actual match and included boxing against handheld pads for three 3-min rounds. On a separate occasion, the same participants performed treadmill running at the same duration and intensity, as judged by heart rate monitoring. Heart rate and blood pressure (systolic, diastolic and mean) were recorded at rest, during exercise, between rounds and during recovery. Blood lactate concentration and perceived exertion were measured post-exercise. Two-way repeated measures ANOVA was performed with the level of statistical significance set at $\alpha = 0.05$.

Results: The participants' maximal oxygen uptake was 51.0 ± 3.7 mL min⁻¹ kg⁻¹, maximum anaerobic power was 10.1 ± 1.5 W kg⁻¹, leg strength was 187.7 ± 34.4 kg and arm strength was 50.9 ± 5.9 kg and 51.6 ± 6.5 kg, for the right and left arm, respectively. Heart rate was similar in both protocols ($p = 0.737$) and differed ($p < 0.001$) among rounds (1st round: 139 ± 9 bpm / 139 ± 8 bpm, 2nd round: 150 ± 11

bpm / 151 ± 10 bpm, 3rd round: 153 ± 11 bpm / 154 ± 9 bpm, for boxing and treadmill protocol respectively), corresponding to $85 \pm 5\%$, $88 \pm 4\%$ and $89 \pm 4\%$ of HR_{max} . The increase in systolic blood pressure during exercise compared with resting values (Δ -SBP) was lower in the boxing than in the treadmill protocol (51.6 ± 2.2 mmHg vs 62.1 ± 7.8 mmHg; $p = 0.044$). In the boxing protocol, post-exercise systolic blood pressure had a strong tendency to be lower compared to resting values in the 20th and 25th min of the recovery ($p = 0.063$ and $p = 0.078$, respectively) and exhibited a maximum drop of -11.2 mmHg in the 40th min of the recovery, whereas the concomitant drop after the treadmill protocol was -4.9 mmHg. Perceived exertion did not differ between the two protocols and blood lactate concentration was 6.40 ± 1.71 mmol L⁻¹ in the boxing protocol and 6.27 ± 2.78 mmol L⁻¹ in the treadmill protocol ($p = 0.849$).

Conclusions: According to the results of the present thesis, systolic blood pressure increases less during a boxing session compared to a treadmill running session performed with the same intensity and duration, possibly due to more rhythmic and uniform motion during running facilitating venous return. The more profound post-exercise hypotension observed in the boxing protocol could be attributed to greater vasodilation in this type of exercise as a result of lower O₂ extraction capacity of the arms compared to the legs. It is of note that the degree of post-exercise hypotension in the boxing protocol is of clinical significance, thus paving the way for further study in order to determine whether long-term participation in this sport could prove beneficial for general population's health through arterial pressure regulation.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ.....	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vii
ABSTRACT	ix
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xvii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xvii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xix
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Σκοπός της εργασίας.....	2
1.2. Σημασία της έρευνας.....	2
1.4. Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων	2
1.4. Μεταβλητές.....	2
1.4.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές	2
1.4.2. Εξαρτημένες μεταβλητές	3
1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	3
1.6. Λειτουργικοί ορισμοί.....	3
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	5
2.1. Σύντομο ιστορικό πυγμαχίας	5
2.2. Φυσιολογία της πυγμαχίας.....	7
2.2.1. Καρδιακή συχνότητα (ΚΣ / heart rate, HR).....	7
2.2.2. Πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_2$).....	9
2.2.3. Συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα (blood lactate, BL).....	11
2.2.4. Κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης (ΚΑΚ / rate of perceived exertion, RPE).....	12
2.2.5. Ενεργειακές απαιτήσεις	13
2.2.6. Ισομετρική χειροδυναμομέτρηση (handgrip strength, HGS).....	14
2.2.7. Δύναμη πυγμαχικού χτυπήματος	14
2.2.8. Ισχύς.....	15
2.2.9. Ποσοστό σωματικού λίπους.....	16

2.2.10. Αρτηριακή πίεση.....	16
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	23
3.1. Συμμετέχοντες.....	23
3.2. Προϋποθέσεις συμμετοχής.....	23
3.3. Προκαταρκτικές διαδικασίες	24
3.3.1. Εξοικείωση με το πυγμαχικό πρωτόκολλο	24
3.3.2. Σωματομετρήσεις.....	24
3.3.3. Δυναμομετρήσεις	24
3.3.4. Προσδιορισμός της μέγιστης παραγόμενης ισχύος στο κυκλοεργόμετρο (W_{max}).....	25
3.3.5. Προσδιορισμός μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$).....	26
3.4. Συγκρινόμενα πρωτόκολλα άσκησης.....	27
3.4.1. Πυγμαχικό πρωτόκολλο.....	27
3.4.2. Πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο στην ίδια ΚΣ με το πυγμαχικό πρωτόκολλο.....	29
3.5. Όργανα, μετρήσεις και υπολογισμοί.....	31
3.6. Στατιστική ανάλυση.....	33
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	35
4.1. Συμμετέχοντες.....	35
4.2. Αθλητικά χαρακτηριστικά	35
4.3. Καρδιακή συχνότητα πυγμαχικού πρωτοκόλλου	36
4.4. Καρδιακή συχνότητα συγκρινόμενων πρωτοκόλλων	37
4.5. Συστολική αρτηριακή πίεση συγκρινόμενων πρωτοκόλλων.....	38
4.5.1. Κατά την άσκηση.....	38
4.5.2. Μετασκησιακά	41
4.5.3. Συσχετίσεις.....	42
4.6. Διαστολική αρτηριακή πίεση συγκρινόμενων πρωτοκόλλων.....	44
4.6.1. Κατά την άσκηση.....	44
4.6.2. Μετασκησιακά	45
4.7. Μέση αρτηριακή πίεση συγκρινόμενων πρωτοκόλλων.....	48
4.7.1. Κατά την άσκηση.....	48
4.7.2. Μετασκησιακά	50
4.7.3. Συσχετίσεις.....	51
4.8. Συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα.....	53

4.9. Κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης.....	53
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	55
5.1. Φυσιολογικές αποκρίσεις πυγμαχίας	55
5.2. Σύγκριση πυγμαχικού πρωτοκόλλου με το πρωτόκολλο του δαπεδοεργόμετρου	59
5.3. Συμπεράσματα - Επίλογος	64
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	65
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	77
7.1. Έντυπα	77
7.1.1. Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου.....	77
7.1.2. Ερωτηματολόγιο ετοιμότητας δοκιμαζόμενου για φυσική δραστηριότητα.....	81
7.1.3. Οδηγίες διαιτολογίου και ορθής ενυδάτωσης.....	83
7.1.4. Έντυπο καταγραφής αρχικών μετρήσεων.....	85
7.1.5. Έντυπο καταγραφής αποτελεσμάτων δοκιμασίας $\dot{V}O_{2max}$	86
7.1.6. Έντυπο καταγραφής αποτελεσμάτων κύριων πρωτοκόλλων	87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1. Χωροταξική απεικόνιση της εκτέλεσης του πυγμαχικού πρωτοκόλλου ..	28
Σχήμα 3.2. Σχηματική αναπαράσταση των προκαταρκτικών μετρήσεων και των μετρήσεων των συγκρινόμενων πρωτοκόλλων που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο για κάθε δοκιμαζόμενο	31
Σχήμα 4.1. Συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων με τη σχετική δύναμη του δεξιού και του αριστερού τους χεριού	36
Σχήμα 4.2. Καρδιακή συχνότητα στους 3 γύρους άσκησης για το πυγμαχικό πρωτόκολλο και το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου.....	37
Σχήμα 4.3. (Α) Απόλυτες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση (ΣΑΠ) και (Β) Διαφορά συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ) για τα συγκρινόμενα πρωτόκολλα	40
Σχήμα 4.4. (Α) Απόλυτες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση (ΣΑΠ) και (Β) Διαφορά συστολικής αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ) για τα συγκρινόμενα πρωτόκολλα	42
Σχήμα 4.5. Συσχέτιση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου των δοκιμαζόμενων με τη διαφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ).....	43
Σχήμα 4.6. Συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων με τη διαφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ).....	43
Σχήμα 4.7. (Α) Απόλυτες τιμές διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση (ΔΑΠ) και (Β) Διαφορά διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση από τη διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΔΑΠ) για τα συγκρινόμενα πρωτόκολλα	45
Σχήμα 4.8. (Α) Απόλυτες τιμές διαστολικής αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση (ΔΑΠ) και (Β) Διαφορά διαστολικής αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση από τη διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΔΑΠ) για τα συγκρινόμενα πρωτόκολλα	47

Σχήμα 4.9. (Α) Απόλυτες τιμές μέσης αρτηριακής πίεσης (ΜΑΠ) και (Β) Διαφορά μέσης αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ) για τα συγκρινόμενα πρωτόκολλα.....	49
Σχήμα 4.10. (Α) Απόλυτες τιμές μέσης αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση (ΜΑΠ) και (Β) Διαφορά μέσης αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ) για τα συγκρινόμενα πρωτόκολλα	51
Σχήμα 4.11. Συσχέτιση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου των δοκιμαζόμενων με τη διαφορά της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ)..	52
Σχήμα 4.12. Συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων με τη διαφορά της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ _{άσκηση-ηρεμία}) και τη διαφορά της μέσης αρτηριακής μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ _{αποκατάσταση-ηρεμία}).....	52
Σχήμα 5.1. Κλινικά σημαντικές πτώσεις της ΣΑΠ κατά 10 mmHg και της ΔΑΠ κατά 5 mmHg που παρατηρούνται για ορισμένα χρονικά σημεία της αποκατάστασης μόνο μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο και όχι μετά την άσκηση στο δαπεδοεργόμετρο..	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Συνοπτική βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις φυσιολογικές αποκρίσεις της πυγμαχίας..	21
Πίνακας 3.1. Οι κινήσεις το πυγμαχικού πρωτοκόλλου «BOXFIT» που εκτέλεσαν οι δοκιμαζόμενοι..	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Ρυτό των πυγμάχων, Αγία Τριάδα - Κρήτη, Έφηβοι πυγμάχοι σε αγώνα, Ακρωτήρι - Θήρα	6
Εικόνα 2.2. Αμφορείς που φέρουν παραστάσεις με το άθλημα της πυγμής	7

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΟ (ΑΓΓΛ. ΟΡΟΣ)	ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΑΠ (BP)	Αρτηριακή Πίεση (Blood Pressure)
ACSM	American College of Sports Medicine (Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής)
AIBA	Amateur International Boxing Association (Διεθνής Ομοσπονδία Ερασιτεχνικής Πυγμαχίας)
BL	Blood Lactate (Γαλακτικό στο Αίμα)
bpm	Beats Per Minute (Παλμοί ανά Λεπτό)
CD	Compact Disc (Ψηφιακός Δίσκος)
ΔΑΠ (DBP)	Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (Diastolic Blood Pressure)
ΔΔΑΠ	Διαφορά Διαστολικής Αρτηριακής Πίεσης από τη Διαστολική Αρτηριακή Πίεση Ηρεμίας
ΔΜΑΠ	Διαφορά Μέσης Αρτηριακής Πίεσης από τη Μέση Αρτηριακή Πίεση Ηρεμίας
ΔΣΑΠ	Διαφορά Συστολικής Αρτηριακής Πίεσης από τη Συστολική Αρτηριακή Πίεση Ηρεμίας
ΔΜΣ (BMI)	Δείκτης Μάζας Σώματος (Body Mass Index)
ΔΣΑΠ	Διαφορά Μέσης Συστολικής Αρτηριακής Πίεσης από τη Συστολική Αρτηριακή Πίεση Ηρεμίας
DXA	Dual-energy X-ray Absorptiometry (Τεχνική Απορρόφησης Ακτινών-X Διπλής Ενέργειας)
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
HGS	Handgrip Strength (Ισομετρική Δύναμη Χειρός)
HRR	Heart Rate Reserve (Καρδιακή Συχνότητα Εφεδρείας)
ΚΑΚ (RPE)	Κλίμακα Αντιλαμβανόμενης Κόπωσης (Rate of Perceived Exertion)

ΚΠ (CO, Q)	Καρδιακή Παροχή (Cardiac Output)
ΚΣ (HR)	Καρδιακή Συχνότητα (Heart Rate)
ΜΑΠ (MAP)	Μέση Αρτηριακή Πίεση (Mean Arterial Pressure)
ΜΕ (RM)	Μέγιστη Επανάληψη (Repetition Maximum)
ΜΕΣ (MVC)	Μέγιστη Εθελούσια Συστολή (Maximum Voluntary Contraction)
ΟΠ (SV)	Όγκος Παλμού (Stroke Volume)
PAR-Q	Physical Activity Readiness Questionnaire (Ερωτηματολόγιο Ετοιμότητας για Εκτέλεση Φυσικής Δραστηριότητας)
RSI	Relative Strength Index (Δείκτης Σχετικής Δύναμης)
RER	Respiratory Exchange Ratio (Αναπνευστικό Πηλίκο)
ΣΕΦΑΑ	Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
ΣΜ	Σωματική Μάζα
ΣΠΑ (TPR)	Συνολική Περιφερική Αντίσταση (Total Peripheral Resistance)
ΣΑΠ (SBP)	Συστολική Αρτηριακή Πίεση (Systolic Blood Pressure)
$\dot{V}O_2$	Oxygen Uptake (Πρόσληψη Οξυγόνου)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πυγμαχία είναι δημοφιλές άθλημα επαφής με καταβολές από τα αρχαία χρόνια (Smith, 2006; Παυλίνης, 1953). Κατά καιρούς έχουν μελετηθεί εκτεταμένα οι συναφείς με την πυγμαχία τραυματισμοί (Bledsoe et al., 2005; Gambrell, 2007; Potter et al., 2011; Tribst et al., 2019; Zazryn et al., 2009), διάφορες προπονητικές μέθοδοι (Cepulenas et al., 2011; Matthews & Comfort, 2008; Ruddock et al., 2016), στρατηγικές απώλειας βάρους (Ma, 2015; Martínez-Rodríguez et al., 2017; Reale et al., 2017), η βιομηχανική των κινήσεων (Shen et al., 2017; Tong-Iam et al., 2017) και άλλα σχετικά με το άθλημα θέματα. Εντούτοις, λόγω αλλαγών των κανονισμών που αφορούν κυρίως στη διάρκεια του αγώνα, οι ασκησιογενείς φυσιολογικές αποκρίσεις που αναφέρονται για την πυγμαχία ποικίλλουν (Finlay et al., 2018; Ghosh, 2010; Smith, 2006). Ενδιαφέροντα στοιχεία έρευνας στην πυγμαχία αποτελούν και κάποιες ιδιαιτερότητες του αθλήματος, όπως είναι α) ο διαλειμματικός του χαρακτήρας σε αντιδιαστολή με τη συνεχόμενη άσκηση, η οποία έχει ευρέως μελετηθεί (Palatini, 1994), β) η υψηλή συμμετοχή των χεριών στο άθλημα, η οποία είναι δυνατό να προκαλέσει ιδιαίτερες αποκρίσεις, αφού υπάρχουν εξειδικευμένες προσαρμογές σε αθλητές με προπονημένα άνω άκρα, όπως π.χ. υψηλή αγγειακή αγωγιμότητα και ικανότητα αιματικής ροής, ενισχυμένη ικανότητα παραγωγής έργου με τα χέρια ή υψηλή πρόσληψη οξυγόνου των χεριών (Secher & Volianitis, 2006; Stamford et al., 2007; Volianitis et al., 2004) και γ) η θέση των χεριών πάνω από το ύψος της καρδιάς που μπορεί να επιφέρει ιδιαίτερες αιμοδυναμικές

αλλαγές (Astrand et al., 1968; Turner et al., 1937).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πρωτόκολλα που περιλαμβάνουν συγκεκριμένες επιθετικές και αμυντικές κινήσεις που έχουν σκοπό την προσομοίωση με πυγμαχικό αγώνα, ανάμεσα στα οποία το πρωτόκολλο BOXFIT που έχει δείχθει ότι είναι έγκυρο και αξιόπιστο (Davis et al., 2015; Thomson & Lamb, 2017a, 2017b). Από τη μέχρι στιγμής έρευνα που έχει γίνει σε σχέση με τις φυσιολογικές αποκρίσεις στην πυγμαχία φαίνεται ότι σε προσπάθειες 3 γύρων των 3 min η καρδιακή συχνότητα μπορεί να ξεπερνά το 90 % της $K\Sigma_{\max}$, ενώ η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου είναι δυνατό να αγγίζει και το 100 % της $\dot{V}O_{2\max}$ (El-Ashker et al., 2018; Finlay et al., 2018, 2020). Επίσης, από τα αποτελέσματα ορισμένων ερευνών σε σχέση με τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα φαίνεται ότι το άθλημα έχει αυξημένες μεταβολικές απαιτήσεις (Ghosh, 2010; Hanon et al., 2015; Smith, 2006). Και ενώ πολλές φυσιολογικές παράμετροι σχετικές με το άθλημα έχουν μελετηθεί, ορισμένες άλλες παραμένουν αδιερεύνητες, όπως είναι για παράδειγμα η διακύμανση της αρτηριακής πίεσης. Η αρτηριακή πίεση δεν έχει μελετηθεί κατά την πυγμαχία, με εξαίρεση δύο μελέτες με δοκιμαζόμενους μη-αθλητές, οριακά υπέρτασικούς ή με κοιλιακή παχυσαρκία, στις οποίες η πυγμαχία αναδεικνύεται ως μορφή άσκησης με ευεργετικά αποτελέσματα (Cheema et al., 2015; Leduc-Gaudet et al., 2016). Ακόμη, εξαιτίας της από καιρού εις καιρόν αλλαγής των κανονισμών (Bianco et al., 2013), οι μελέτες που αφορούν στην ισχύουσα διάρκεια του αγώνα (3 γύροι των 3 min) και οι αντίστοιχες φυσιολογικές αποκρίσεις είναι υπο-

σύνολο του συνόλου των μελετών για το άθλημα. Περαιτέρω, είναι εμφανές ότι σπανίως μελετώνται αθλητές μέσου επιπέδου, που αντιπροσωπεύουν και τον μεγαλύτερο πληθυσμό των ασχολούμενων με το άθλημα (Nikolaidis et al., 2017), ενώ ελάχιστες είναι και οι μελέτες σε Έλληνες αθλητές (Ghosh, 2010).

Από την άλλη πλευρά, το τρέξιμο αποτελεί διαδεδομένη μορφή άσκησης που έχει μελετηθεί διεξοδικά ως προς τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις και προσαρμογές και έχει χαρακτηριστεί ως ασφαλές και επωφελές για την υγεία του γενικού πληθυσμού (Pedersen & Saltin, 2015). Η παρατεταμένη υπομέγιστη άσκηση με τρέξιμο θεωρείται ως μία καλή μη φαρμακευτική παρέμβαση για τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης μέσω της εμφάνισης μετασκησιακής υπότασης μετά από τρέξιμο ορισμένης έντασης και διάρκειας (40 - 75% της $\dot{V}O_{2peak}$ και διάρκειας 20 - 60 min) (Anunciado & Polito, 2011; Pardono et al., 2015). Συνεπώς, παρουσιάζει ενδιαφέρον η σύγκριση των φυσιολογικών αποκρίσεων της πυγμαχίας με εκείνες του τρεξίματος, προκειμένου να διερευνηθεί κατά πόσο η συμμετοχή στο άθλημα της πυγμαχίας κρίνεται ασφαλής από καρδιαγγειακής άποψης και κατά πόσο είναι δυνατό να συσταθεί ως μορφή ευεργετικής άσκησης, όπως το τρέξιμο.

1.1. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθούν βασικές καρδιαγγειακές και μεταβολικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια ενός υπομέγιστου προπονητικού πρωτοκόλλου πυγμαχίας που προσομοιάζει με ερασιτεχνικό πυγμαχικό αγώνα 3 γύρων των 3 min (BOXFIT) και ιδιαιτέρως να διερευνηθούν οι αποκρίσεις της αρτηριακής πίεσης που μέχρι σήμερα δεν έχουν

μελετηθεί. Επιπροσθέτως, στόχος ήταν να συγκριθούν οι μεταβολές της αρτηριακής πίεσης κατά την πυγμαχία και μετασκησιακά με ίδιας διάρκειας και καρδιακής συχνότητας τρέξιμο σε δαπεδοεργόμετρο.

1.2. Σημασία της έρευνας

Με τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής προστίθεται χρήσιμη επιστημονική πληροφορία σχετικά με τις φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την πυγμαχία, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς. Η μελέτη αυτή επεκτείνεται και σε μεσαίου επιπέδου αθλητές, καθώς και στον ελληνικό πληθυσμό όπου οι σχετικές μελέτες είναι περιορισμένες. Επιπλέον, διερευνάται για πρώτη φορά η διακύμανση της αρτηριακής πίεσης σε αθλητές πυγμαχίας τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την εκτέλεση ενός πυγμαχικού πρωτοκόλλου.

1.3. Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων

Υπόθεση 1: Κατά τη διάρκεια του υπομέγιστου πυγμαχικού πρωτοκόλλου BOXFIT η συστολική, διαστολική, και μέση αρτηριακή πίεση, η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και η αντιλαμβανόμενη κόπωση θα είναι υψηλότερες συγκριτικά με τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο ίδιας διάρκειας και έντασης με βάση την καρδιακή συχνότητα.

Υπόθεση 2: Η μετασκησιακή υπόταση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου BOXFIT θα είναι περισσότερο έκδηλη και πιο παρατεταμένη από την αντίστοιχη του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο.

1.4. Μεταβλητές

1.4.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές

Ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίστηκε ο τύπος άσκησης. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν δύο διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης: προσομοίωση ερασι-

τεχνικού πυγμαχικού αγώνα και τρέξιμο σε δαπεδοεργόμετρο.

1.4.2. Εξαρτημένες μεταβλητές

Ως κύριες εξαρτημένες μεταβλητές ορίστηκαν οι εξής: αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική, μέση), καρδιακή συχνότητα, συγκέντρωση γαλακτικού και αντιλαμβανόμενη κόπωση.

1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Συνεχής καταγραφή της αρτηριακής πίεσης δεν ήταν δυνατή εξαιτίας της κίνησης των χεριών των αθλητών κατά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτόκολλου που καθιστούσε αδύνατη τη χρήση οργάνων όπως για παράδειγμα την εφαρμογή του φωτοπληθυσμογράφου Finometer. Για τον ίδιο λόγο η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο, αλλά γινόταν αμέσως μετά τη λήξη κάθε γύρου και συνεπώς οι απόλυτες τιμές αρτηριακής πίεσης που ελήφθησαν για κάθε γύρο ενδεχομένως να είναι ελαφρώς υποτιμημένες σε σχέση με τις πραγματικές τιμές. Επιπλέον, στις οριοθετήσεις θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι σε κάθε περίπτωση επρόκειτο για προσομοίωση πυγμαχικού αγώνα βάσει κινήσεων και ότι από το πρωτόκολλο εξέλειπαν οι πραγματικές συνθήκες (π.χ. χτυπήματα που μπορεί να δεχόταν ο αθλητής, αγωνιστικό στρες κ.λπ.) που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις, μεταξύ των οποίων και εκείνες που αφορούν στην αρτηριακή πίεση.

Επελέγησαν υγιείς άρρενες αθλητές, μέσου επιπέδου, με σχετικά μικρή προπονητική ηλικία. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα που προέκυψαν αφορούν αποκλειστικά άντρες αθλούμενους στην πυγμαχία και δεν είναι δυνατό να γενικευτούν σε

υπερτασικούς, σε γυναίκες και σε άλλα αθλήματα. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν σε αθλητές υψηλού επιπέδου ή σε αρχάριους πυγμάχους.

1.6. Λειτουργικοί ορισμοί

Προκειμένου να γίνουν εύκολα κατανοητές στο ευρύ κοινό ορισμένες εξειδικευμένες έννοιες που αφορούν στο άθλημα της πυγμαχίας και συναντώνται κυρίως στο κεφάλαιο της μεθόδου, καθώς και σε εκείνο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, ακολουθούν κάποιοι απαραίτητοι λειτουργικοί ορισμοί.

Θέση φύλακα ή θέση άμυνας ή γκαρντ (guard): η πυγμαχική στάση κατά την οποία η αδύνατη πλευρά του αθλητή προηγείται της δυνατής. Το κυρίαρχο χέρι βρίσκεται πίσω και το αδύνατο χέρι προηγείται, τα ισχία βρίσκονται στο άνοιγμα των ώμων με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα και τα χέρια να είναι λυγισμένα στην άρθρωση του αγκώνα και να βρίσκονται ψηλά, ώστε οι πυγμές να ακουμπούν και να προφυλάττουν το σαγόνι. Για τους δεξιόχειρες το αριστερό πόδι και χέρι προηγούνται και το δεξί χέρι βρίσκεται πίσω, ενώ για τους αριστερόχειρες ισχύει το αντίθετο.

Αντίθετη θέση φύλακα ή θέση άμυνας ή γκαρντ (opposite guard): η θέση κατά την οποία ο αθλητής υιοθετεί αντίθετη θέση φύλακα από εκείνη που συνηθίζεται σύμφωνα με το κυρίαρχο χέρι.

Ίσιο χτύπημα ή ντιρέκτ (jab για το αριστερό χέρι ή cross για το δεξί): η επίθεση που εκδηλώνεται με χτύπημα κατά το οποίο το χέρι τεντώνει στην άρθρωση του αγκώνα από τη θέση φύλακα, ούτως ώστε να ευθυγραμμίζονται ο ώμος, ο αγκώνας και ο καρπός και να βρίσκονται παράλληλα

με το έδαφος κατά την κατάληξη του χτυπήματος στο στόχο.

Πλάγιο χτύπημα ή κροσέ (hook): η επίθεση που εκδηλώνεται με χτύπημα κατά το οποίο η άρθρωση του αγκώνα παραμένει λυγισμένη, το χέρι κινείται από έξω προς τα μέσα για να συναντήσει το στόχο και κατά την κατάληξη του χτυπήματος το υποβράχιο και ο δικέφαλος σχηματίζουν γωνία περίπου 90° και το χέρι είναι παράλληλο με το έδαφος.

Άπερκατ (uppercut): η επίθεση που εκδηλώνεται με χτύπημα κατά το οποίο η άρθρωση του αγκώνα παραμένει λυγισμένη και το χέρι κινείται από κάτω προς τα πάνω για να συναντήσει το στόχο.

Αποφυγή (lean): αμυντική κίνηση με το σώμα με σκοπό να αποφευχθεί χτύπημα του αντιπάλου.

Άμυνα με απόσταση (foot defence): αμυντική κίνηση που εκδηλώνεται με βήματα προς τα πίσω ή πλάγια προκειμένου να βρεθεί ο αθλητής σε τέτοια απόσταση από τον αντίπαλο ώστε να αποφύγει επικείμενο χτύπημα.

Εσκίφ (duck): αμυντική κυκλική κίνηση με το σώμα που περιλαμβάνει αλλαγή επιπέδου με σκοπό να αποφευχθεί χτύπημα του αντιπάλου.

Μπλοκ (block): αμυντική κίνηση με σκοπό να μπλοκαριστεί χτύπημα του αντιπάλου με τη χρήση του προστατευτικού εξοπλισμού (γάντια).

Σάκος (boxing bag): το κυριότερο όργανο προπόνησης που χρησιμοποιείται στην πυγμαχία και σε άλλα παρεμφερή αθλήματα επαφής, έναντι του οποίου οι ασκούμενοι καταφέρουν χτυπήματα, καθώς φέρει διαστάσεις παρόμοιες με εκείνες του ανθρώπινου σώματος και συνήθως αποτελείται από ένα δερμάτινο ασκό κυλινδρικού σχήματος που πληρώνεται με τεμάχια υφασμάτων ή άλλο σκληρότερο υλικό.

Στόχοι (handheld boxing pads): άσκηση που πραγματοποιείται με τη συμμετοχή του προπονητή, ο οποίος χρησιμοποιεί ένα ζευγάρι δερμάτινων οργάνων σε μέγεθος περίπου πυγμαχικού γαντιού, καθένα από τα οποία διαθέτει επιφάνεια επί της οποίας υπάρχει στόχος. Οι στόχοι προσαρμόζονται στα χέρια του προπονητή κατόπιν εντολών του οποίου υποδεικνύονται τα χτυπήματα και οι κινήσεις που πρέπει να εκτελέσει ο αθλητής.

Σπάρινγκ (sparring): φιλικός πυγμαχικός αγώνας, χωρίς την επιμέτρηση σημείων, που διεξάγεται στο πλαίσιο προπόνησης ή προαγωνιστικής προετοιμασίας.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Σύντομο ιστορικό της πυγμαχίας

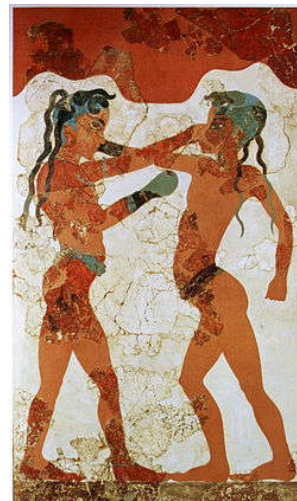
Η πυγμαχία εικάζεται ότι ήταν γνωστή ήδη από το 5000 π.Χ. στους Σουμέριους και αργότερα παιζόταν στην αρχαία Αίγυπτο κατά τις αυτοκρατορικές εορτές. Στους αρχαίους χρόνους αναφέρεται ως «πυγμή» και τα σημαντικότερα εικονογραφικά μνημεία έχουν ανευρεθεί στο ελλαδικό χώρο και χρονολογούνται από το 2000 π.Χ. Ένα από τα κυριότερα ευρήματα είναι το λίθινο ρυτό που βρέθηκε στον αρχαιολογικό χώρο της Αγίας Τριάδας στην Κρήτη το επονομαζόμενο και «ρύτο των πυγμάχων» στο οποίο διακρίνονται τέσσερις σωζόμενες μορφές που φέρουν προστατευτικό εξοπλισμό όπως γάντια, κράνος με παραγναθίδες και περικνημίδες. Ένα δεύτερο σημαντικό εύρημα επηρεασμένο από τη μινωική εικονογραφική αποτελούν και οι νεαροί πυγμάχοι της τοιχογραφίας του Κτηρίου Β στο Ακρωτήρι της Θήρας. Σε αυτήν την τοιχογραφία τα αγόρια παρίστανται φορώντας από ένα γάντι στο δεξί χέρι. Επίσης, σε διάφορους αμφορείς αποτυπώνονται οι μορφές αθλητών που πυγμαχούν με γυμνά χέρια τα οποία είναι δεμένα με τεμάχια δέρματος κατ'αντιστοιχία με το σημερινό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται (επίδεσμοι). Ενδεχομένως λοιπόν η πυγμαχία να διεξαγόταν με γυμνά χέρια, με ένα ή και με δύο γάντια, υποδεικνύοντας διαφορετικού τύπου αγώνες (Παναγιωτόπουλος, 2004).

Ο Παυλίνης (1953) αναφέρει ότι η πυγμαχία εφευρέθηκε από τον Πολυδεύκη ή τον ομηρικό ήρωα Επειό, ενδεχομένως όμως, όπως αναφέρει ο Φιλόστρατος να χρησιμοποιούνταν από

τους Σπαρτιάτες στρατιώτες κατά τη μάχη για να χτυπούν τους εχθρούς με τις πυγμές κατά πρόσωπο. Σύμφωνα με τον Παυλίνη, οι αγώνες διεξάγονταν με τα χέρια δεμένα με τους προαναφερόμενους δερμάτινους ιμάντες, που ονομάζονταν στρόφια, γύρω από κάθε χέρι και το αντιβράχιο, ώστε να επιτυγχάνονται βιαιότερα και αποτελεσματικότερα χτυπήματα. Αργότερα, επειδή τα στρόφια προκαλούσαν πόνο αντικαταστάθηκαν από ιμάντες κατασκευασμένους από δέρμα ζώου μαζί με το μαλλί και επειδή το χέρι μετά την επίδεση έπαιρνε σχήμα σφαιρικό ονομάστηκαν σφαίραι. Στη συνέχεια, καθιερώθηκε να έχουν σχήμα κοντινότερο στα σημερινά γάντια με ειδικό χώρο για να φιλοξενεί τις αρθρώσεις των τεσσάρων δακτύλων και ονομάστηκαν οπλίτες, καθώς όπλιζαν το χέρι. Πρώτη φορά η πυγμαχία εμφανίζεται στους 23^{ους} Ολυμπιακούς αγώνες του 688 π.Χ. τους οποίους κέρδισε ο Ονόμαστος ο Σμυρναίος. Δεν υπήρχαν κατηγορίες βάρους και οι αθλητές πυγμαχούσαν μέχρι εξάντλησης. Μάλιστα ο περίφημος πυγμάχος της αρχαιότητας Μελαγκόμας από την Καρία της Μικράς Ασίας που είχε αστείρευτη αντοχή λέγεται ότι αγωνιζόταν μόνο με άμυνα και αποφυγές εξαντλώνοντας τους αντιπάλους του. Ένας ακόμη γνωστός πυγμάχος της αρχαιότητας ήταν ο Γλαύκος ο Καρύστιος, ο οποίος νίκησε στους 65^{ους} Ολυμπιακούς Αγώνες το 520 π.Χ. Ο πλέον φημισμένος πυγμάχος της αρχαιότητας είναι ο Διαγόρας ο Ρόδιος, ο οποίος όπως αναφέρεται από τον Πίνδαρο (Ολυμπιονίκαις (7.1-7.19)) αναδείχθηκε ολυμπιονίκης στους 79^{ους} Ολυμπιακούς Αγώνες του 464 π.Χ. Η φήμη του οφείλεται περισσότερο στο γεγονός ότι εκτός από τον ίδιο οι τρεις γιοί του Δαμάγητος (παγκράτιο),

Ακουσίλαος (πυγμαχία) και Δωριέας (παγκράτιο) ήταν επίσης Ολυμπιονίκες. Ακόμη οι δύο εγγονοί του Πεισίροδος (πυγμαχία παίδων) και Ευκλής (πυγμαχία), γιοί των θυγατέρων του ήταν επίσης Ολυμπιονίκες. Η κόρη του Καλλιπάτειρα έμεινε γνωστή διότι θέλοντας να θαυμάσει το γιο της που αγωνιζόταν στην πάλη, μεταμφιέστηκε σε γυμναστή και εισήλθε στους αγώνες παρά την απαγόρευση της εισόδου για τις γυναίκες (Παυλίνης, 1953). Το έτος 393 μ.Χ. ο αυτοκράτορας Θεοδόσιος ο Α΄ απαγόρευσε τους Ολυμπιακούς Αγώνες, γεγονός που είχε ως απόρροια την μετέπειτα παρακμή της πυγμαχίας και τη λήθη της. Επανεμφανίζεται το 17^ο μ.Χ. αιώνα στις χαμηλές κοινωνικές τάξεις ως άθλημα με διάφορα έπαθλα και το 1742 ο Jack Broughton εισάγει τους πρώτους κανονισμούς προς αποφυγή των

θανάτων και των σοβαρών τραυματισμών. Το 1867 ο John Sholto Douglas εισάγει ως κανονισμούς τη χρήση γαντιών και την ταξινόμηση των αθλητών σε κατηγορίες ανάλογα με το σωματικό τους βάρος. Έκτοτε, έχουν αλλάξει πολλές φορές οι κανονισμοί, ως προς τις κατηγορίες βαρών, τον αριθμό των γύρων και τη διάρκειά τους, τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, τον τρόπο απόδοσης σημείων και τη διαιτησία (Smith, 2006). Η πυγμαχία περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα των συγχρόνων Ολυμπιακών Αγώνων ανελλιπώς από το 1904 (Saint Luis), με εξαίρεση τους Αγώνες της Στοκχόλμης το 1912 και τους Μεσοολυμπιακούς Αγώνες της Αθήνας το 1906. Οι γυναίκες αγωνίστηκαν σε Ολυμπιακό επίπεδο για πρώτη φορά στους Ολυμπιακούς Αγώνες του Λονδίνου το 2012.



Εικόνα 2.1. Αριστερά: Ρυτό των πυγμάχων, Αγία Τριάδα - Κρήτη, Δεξιά: Έφηβοι πυγμάχοι σε αγώνα, Ακρωτήρι - Θήρα.



Εικόνα 2.2. Αμφορείς που φέρουν παραστάσεις με το άθλημα της πυγμαχίας.

2.2. Φυσιολογία της πυγμαχίας

Η προπόνηση πυγμαχίας φαίνεται να έχει αυξημένες μεταβολικές απαιτήσεις και να χαρακτηρίζεται από υψηλή ενεργειακή συνεισφορά εκ μέρους του οξειδωτικού μηχανισμού, γεγονός που υποστηρίζεται από τις κορυφαίες τιμές πρόσληψης οξυγόνου που έχουν καταγραφεί. Προσομοίωση πυγμαχικού αγώνα 3 γύρων $\times$ 2 min απαιτεί 80 - 90 % της $\dot{V}O_{2peak}$ και υπολογίζεται ότι το 77 % της ενέργειας προέρχεται από τον αερόβιο μηχανισμό, το 19 % από την φωσφοκρεατίνη και το 4 % από αναερόβια μονοπάτια, αντιστοίχως, γεγονός που υποδεικνύει ότι απαιτείται μυϊκό γλυκογόνο πρωτίστως ως καύσιμο (Davis et al., 2014).

Παρακάτω ακολουθεί βιβλιογραφική ανασκόπηση με αναλυτικότερα στοιχεία για κάθε μία φυσιολογική παράμετρο. Σε όλες τις εργασίες που παρατίθενται το διάλειμμα ανάμεσα στους αγωνιστικούς γύρους διαρκούσε 1 min.

2.2.1. Καρδιακή συχνότητα (ΚΣ / heart rate, HR)

Όπως είναι λογικό η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) είναι αυξημένη σε πυγμαχικές συνεδρίες υψηλότερης έντασης συγκριτικά με μέτριας ή χαμηλής έντασης προπονήσεις (Uchida

et al., 2014). Η αύξηση του ρυθμού των χτυπημάτων οδηγεί σε αύξηση της καρδιακής συχνότητας, η οποία είναι στατιστικώς σημαντική όταν τα χτυπήματα ανά λεπτό είναι τουλάχιστον 96 και οι ρυθμοί χτυπημάτων διαφέρουν μεταξύ τους κατά τουλάχιστον 24 χτυπήματα το λεπτό. Κατά την προπόνηση η ΚΣ ποικίλλει ανάλογα με το ρυθμό των χτυπημάτων ανά λεπτό σε 60 - 90% της $K\Sigma_{max}$ (Kravitz et al., 2003). Παρομοίως σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας παρατηρεί και ο Arseneau όταν τα χτυπήματα ανά λεπτό αυξάνονται από 60 αρχικά, σε 120 στο 2^ο γύρο και 180 στον τελευταίο δίλεπτο γύρο σε πυγμαχικό σάκο (Arseneau et al., 2011).

Σε προσομοίωση αγώνα διάρκειας 3 $\times$ 3 min, 28 ερασιτέχνες πυγμάχοι πραγματοποίησαν, κατόπιν οδηγιών, συγκεκριμένο πρόγραμμα κινήσεων και η μέση καρδιακή συχνότητά τους ($K\Sigma_{ave}$) ήταν > 165 bpm. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η κορυφαία ΚΣ ($K\Sigma_{peak}$) αυξάνει σημαντικά από τον ένα γύρο στον επόμενο, λαμβάνοντας τιμές 178 ± 13 bpm, 187 ± 8 bpm και 189 ± 11 bpm, αντιστοίχως (Thomson & Lamb, 2017a).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης του Arseneau η καρδιακή

συχνότητα, ως ποσοστό της μέγιστης τιμής της (% $K\Sigma_{\max}$), που μετράται σε δοκιμαζόμενους κατά τη διάρκεια sparring 3 γύρων $\times$ 2 min στο γυμναστήριο είναι αυξημένη συγκριτικά με εκτέλεση του ίδιου πρωτοκόλλου στο εργαστήριο (Arseneau et al., 2011). Αντιθέτως, ο Bellinger (1997) παρατήρησε αύξηση της μέσης καρδιακής συχνότητας κατά 7 % σε μία πυγμαχική συνέδρια συνολικής διάρκειας μίας ώρας στο εργαστήριο σε σύγκριση με το γυμναστήριο (147 ± 12 bpm έναντι 138 ± 19 bpm) που αποδόθηκε στην επιτήρηση με προπονητή κατά την εργαστηριακή συνεδρία σε αντίθεση με τη συνεδρία του γυμναστηρίου η οποία ήταν ομαδική (Bellinger, Gibson, Oelofse, Oelofse, & Lambert, 1997).

Αύξηση του πλήθους των γύρων σε 4 με διάρκεια 2 min ο καθένας, οδήγησε σε μέση καρδιακή συχνότητα 192 ± 6 bpm όταν εκτελέστηκε άσκηση σε σάκο υψηλής έντασης με τουλάχιστον 100 χτυπήματα ανά λεπτό και περαιτέρω αύξηση των γύρων σε 6 δίλεπτους επέφερε μέση καρδιακή συχνότητα 190 ± 7 bpm κατά τη διάρκεια sparring μεταξύ αθλητών (Ghosh, 2010). Πυγμαχία έναντι στόχων με διάρκεια 3 γύρους των 2 min έδειξε αύξηση της κορυφαίας καρδιακής συχνότητας από τον πρώτο γύρο (166 ± 19 bpm) στους δύο επόμενους κατά περίπου 7 - 8 παλμούς (Davis et al., 2014). Σε αγώνα διάρκειας 3 γύρων $\times$ 2 min στο εργαστήριο οι de Lira et al. (2013) παρατήρησαν επίσης αύξηση της καρδιακής συχνότητας από τον 1^ο στον 3^ο γύρο σε 10 πυγμάχους που αγωνίζονταν σε ολυμπιακό επίπεδο με την $K\Sigma_{\text{peak}}$ να φθάνει την τιμή 199 ± 5 bpm, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι στη συγκεκριμένη προσομοίωση αγώνα η επιβάρυνση ήταν αξιοσημείωτη, αφού περίπου το 60 %

του χρόνου δαπανήθηκε πάνω από το 2^ο αερόβιο κατώφλι των αθλητών, λαμβάνοντας υπόψη τις πολύ υψηλές τιμές καρδιακής συχνότητας που καταγράφηκαν οι οποίες ξεπέρασαν το 85 % της προβλεπόμενης βάσει ηλικίας $K\Sigma_{\max}$ (de Lira et al., 2013). Μία πολύ πρόσφατη μελέτη προσομοίωσης πυγμαχικού αγώνα (Finlay et al., 2020), με χτυπήματα έναντι στόχων διάρκειας 3 γύρων $\times$ 3 min, αναφέρει μέση καρδιακή συχνότητα για τους τρεις γύρους ίση με το 81 %, 85 % και 87 % της $K\Sigma_{\max}$, επιβεβαιώνοντας το προαναφερόμενο ποσοστό, αν και όταν η προσομοίωση διεξάγεται σε σάκο παρατηρούνται ελαφρώς χαμηλότερες τιμές (Finlay et al., 2018). Υψηλή μέση ΚΣ (93 % της $K\Sigma_{\max}$) έχει αναφερθεί σε φιλικό αγώνα (sparring) ίδιας διάρκειας και από άλλους ερευνητές (Nassib et al., 2017). Παρομοίως με τις προηγούμενες μελέτες ο χρόνος έχει σημαντική επίδραση στην καρδιακή συχνότητα σε 4×3 min sparring μεταξύ πυγμάχων όπου τόσο η μέση όσο και η κορυφαία καρδιακή συχνότητα αυξάνουν από τον έναν γύρο στον επόμενο φθάνοντας τους 193 ± 3 bpm (Siegler & Hirscher, 2010). Το ίδιο εύρημα παρατηρήθηκε και σε αγώνα 3 γύρων $\times$ 3 min κατά τους οποίους μετρήθηκαν καρδιακές συχνότητες 177 ± 12 bpm, 184 ± 7 bpm και 187 ± 7 bpm από τον 1^ο στον 3^ο γύρο, αντιστοίχως (Nikolaidis et al., 2017).

Οι μέγιστες καρδιακές συχνότητες των νεότερων αθλητών είναι μικρότερες για ηλικίες κάτω των 19 ετών συγκριτικά με τους πιο ώριμους αθλητές των 20 έως 25 χρόνων, ωστόσο τέτοια διαφοροποίηση δεν εμφανίζεται ανάμεσα στις κατηγορίες ελαφρών, μέσων και βαρέων βαρών (Khanna & Manna, 2006).

Φαίνεται ότι σε γύρους διάρκειας 2 min η καρδιακή συχνότητα στον 3^ο και 4^ο γύρο φθάνει ακόμα και υψηλότερα από την $K\Sigma_{\max}$ που καταγράφεται στην δοκιμασία μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε δαπεδοεργόμετρο (Smith, 2006). Στο τέλος αγώνα 3 γύρων $\times$ 3 min ή σε διάφορες προσομοιώσεις με τον αγώνα, η καρδιακή συχνότητα είναι συγκρίσιμη με τη μέγιστη που μετράται σε δοκιμασία αυξανόμενης έντασης μέχρι εξάντλησης (El-Ashker et al., 2018; Hanon et al., 2015).

Τέλος, περιορισμός της πρόσληψης υγρών δεν οδήγησε σε σημαντικές διαφορές της καρδιακής συχνότητας αμέσως μετά από δοκιμασία σε ειδικά κατασκευασμένο για την έρευνα εργόμετρο (Smith et al., 2001).

2.2.2. Πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_2$)

Στις διάφορες μελέτες η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_{2\max}$) έχει μετρηθεί από 54 έως 65 mL kg⁻¹ min⁻¹ σε αθλητές διαφορετικών εθνικοτήτων, με την υψηλότερη τιμή ($65,44 \pm 1,99$ mL kg⁻¹ min⁻¹) να έχει καταγραφεί πρόσφατα σε Τυνήσιους διεθνείς πυγμάχους (Nassib et al., 2017). Οι τιμές μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου που βρέθηκαν σε τρεις πρόσφατες μελέτες για ελίτ πυγμάχους συμφωνούν απόλυτα μεταξύ τους και ήταν για τη μελέτη των El-Ashker et al. (2018) $55,45 \pm 6,86$ mL kg⁻¹ min⁻¹ (n = 11), για τη μελέτη των Finlay et al. (2018) $55,03 \pm 6,10$ (n = 9) και για τη μελέτη των Finlay et al. (2020) $55,94 \pm 5,96$ mL kg⁻¹ min⁻¹ (n = 14), αντιστοίχως. Ο Ghosh (2010) αναφέρει υψηλότερη τιμή ανακοινώνοντας ως μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου Ινδών πυγμάχων τα $59,5 \pm 4,7$ mL kg⁻¹ min⁻¹. Με τη μελέτη αυτή συντάσσονται ακόμη οι Davis et al. (2014), οι οποίοι σε μέγιστη δοκιμασία σε δαπεδοεργόμετρο για 10 πυγμάχους βρήκαν τιμή $59,8 \pm 4,3$ mL kg⁻¹ min⁻¹ και οι

Bruzas et al. (2014) που βρήκαν για 12 Λιθουανούς πυγμάχους της εθνικής ομάδας $\dot{V}O_{2\max}$ ίση με $58,03 \pm 3,0$ mL kg⁻¹ min⁻¹.

Το κατώτερο όριο της $\dot{V}O_{2\max}$ μπορεί ενδεχομένως να τοποθετηθεί και λίγο χαμηλότερα (49 έως 65 mL kg⁻¹ min⁻¹) για τους άνδρες, ενώ για τις γυναίκες πυγμάχους η μέση $\dot{V}O_{2\max}$ κυμαίνεται μεταξύ 44 και 52 mL kg⁻¹ min⁻¹ (Chaabène et al., 2015). Η $\dot{V}O_{2\max}$ της κατηγορίας βαρέων βαρών είναι μικρότερη από ότι των πυγμάχων άλλων κατηγοριών, ενώ οι ενήλικοι αθλητές εμφανίζουν καλύτερη αερόβια ικανότητα σε σύγκριση με νεαρούς πυγμάχους (Chaabène et al., 2015; Khanna & Manna, 2006; Smith, 2006).

Η πυγμαχία είναι άθλημα αρκετά απαιτητικό αναφορικά με τη καρδιοαναπνευστική αντοχή. Σε μία έρευνα που περιελάμβανε άσκηση σε σάκο 4 γύρων των 2 min, υψηλής έντασης (> 100 χτυπήματα min⁻¹) η πρόσληψη οξυγόνου αυξήθηκε σταδιακά από 56,1 mL kg⁻¹ min⁻¹ (μέγιστη τιμή 1^{ου} γύρου) σε 59,3 mL kg⁻¹ min⁻¹ (μέγιστη τιμή 4^{ου} γύρου), που αντιστοιχούσε στο 84,9 - 99,7 % της $\dot{V}O_{2\max}$ των δοκιμαζόμενων πυγμάχων (Ghosh, 2010). Σύμφωνα με μία μελέτη που αφορούσε πυγμαχία έναντι στόχων διάρκειας 3 γύρων των 3 min, σε όλους τους γύρους η μέση $\dot{V}O_2$ ήταν υψηλότερη του 92 % της $\dot{V}O_{2\max}$ και μάλιστα στον πρώτο γύρο έφθασε το 101 % (El-Ashker et al., 2018). Αντίθετα, οι Finlay et al. (2018, 2020) σε αυτού του είδους την προπόνηση έναντι στόχων ή σάκου βρήκαν $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ το πολύ μέχρι 84 % της $\dot{V}O_{2\max}$ για κάθε γύρο. Στο εργαστήριο, σε sparring διάρκειας 3×2 min η πρόσληψη οξυγόνου που μετρήθηκε ήταν $43,4 \pm 5,9$ mL kg⁻¹ min⁻¹ και σε πυγμαχία έναντι στόχων, ίδιας διάρκειας, απαιτήθηκαν $41,1 \pm 5,1$ mL kg⁻¹ min⁻¹, που αντιστοιχούσαν

στο $69,7 \pm 8,0$ % και $66,1 \pm 8,0$ % της $\dot{V}O_{2peak}$ των συμμετεχόντων πυγμάχων, αντιστοίχως. Στην ίδια μελέτη αναφέρεται ότι για άσκηση που πραγματοποιήθηκε στο γυμναστήριο, με τη χρήση σάκου, η αύξηση του πυγμαχικού ρυθμού από 60 ($1^{ος}$ γύρος) σε 120 ($2^{ος}$ γύρος) και τελικά σε 180 ($3^{ος}$ γύρος) χτυπήματα min^{-1} , είχε ως αποτέλεσμα πρόσληψη οξυγόνου $24,7 \pm 6,1$, $30,4 \pm 5,8$ και $38,3 \pm 6,5$ $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$, αντιστοίχως και φαίνεται ότι μόνο ο ρυθμός του τρίτου γύρου στο σάκο (180 χτυπήματα min^{-1}) είναι συγκρίσιμος με το sparring ή την άσκηση έναντι στόχων αναφορικά με την πρόσληψη οξυγόνου (Arseneau et al., 2011). Στο πρωτόκολλο προσομοίωσης πυγμαχικού αγώνα BOXFIT τριών 3-min γύρων που πραγματοποιείται έναντι στόχων και συνίσταται από 26 χτυπήματα σε 15 διαφορετικές επιθέσεις και 12 άμυνες ανά λεπτό, η $\dot{V}O_2$ ήταν υψηλότερη στο $2^{ο}$ σε σχέση με τον $3^{ο}$ γύρο και η μέση πρόσληψη οξυγόνου ήταν ~ 42 $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$, αντιστοιχώντας στο 69 % της $\dot{V}O_{2max}$ των πυγμάχων, ενώ η κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου ήταν ~ 55 $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ και αντιστοιχούσε στο 92% της $\dot{V}O_{2max}$ τους (Thomson & Lamb, 2017b, 2017a). Σε άλλη έρευνα που περιελάμβανε επίσης πυγμαχία έναντι στόχων, με τη διαφορά ότι το πρωτόκολλο είχε διάρκεια 3 γυρών των 2 min, βρέθηκε ότι η πρόσληψη οξυγόνου είναι σημαντικά υψηλότερη στον $2^{ο}$ και $3^{ο}$ γύρο συγκριτικά με εκείνη του $1^{ου}$ γύρου, γεγονός που ισχύει και για το δεύτερο διάλειμμα σε σχέση με το διάλειμμα που μεσολαβεί μεταξύ $1^{ου}$ και $2^{ου}$ γύρου (Davis et al., 2014).

Μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 17 ελίτ Αιγυπτίων πυγμάχων, έδειξε ότι η εφαρμογή εξειδικευμένων προπονητικών προγραμμάτων πυγμαχίας μικρής διά-

ρκειας, τα οποία στηρίχθηκαν στη φιλοσοφία του περιοδισμού, ήταν ικανή να βελτιώσει σημαντικά την αερόβια ικανότητα των πυγμάχων περίπου κατά 6,4 % (El-Ashker & Nasr, 2012).

Από την άλλη πλευρά η μικρή, σε σχέση με την αναμενόμενη, βελτίωση της απόλυτης και σχετικής $\dot{V}O_{2peak}$ σε μελέτη περίπτωσης επαγγελματία πυγμάχου έπειτα από εντατική προετοιμασία για σημαντικό τίτλο αποδόθηκε στο φαινόμενο της κόπωσης (Halperin et al., 2016).

Οι Guidetti et al. (2002) απεκάλυψαν ότι η $\dot{V}O_2$ στο ατομικό αναερόβιο κατώφλι σχετίζεται υψηλά ($r = 0,91$, $p < 0,01$) με την κατάταξη Ιταλών ελίτ αθλητών μεσαίων βαρών στην Διεθνή Ομοσπονδία Ερασιτεχνικής Πυγμαχίας (Amateur International Boxing Association, AIBA), ενώ η $\dot{V}O_{2max}$ δείχνει επίσης καλή συσχέτιση ($r = 0,81$, $p < 0,05$) με την ίδια παράμετρο.

Οι Kravitz et al. (2003) εφαρμόζοντας διαφορετικούς ρυθμούς χτυπημάτων με τη χρήση μετρονόμου (60 έως 120 χτυπήματα min^{-1}) βρήκαν μικρές διαφορές στην πρόσληψη οξυγόνου και συγκεκριμένα μέτρησαν τιμές από 26,83 έως 29,75 $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ που αντιστοιχούσαν σε 67,9 - 73,2 % της $\dot{V}O_{2max}$. Κατέληξαν αφενός στο συμπέρασμα ότι σε όλες τις περιπτώσεις διαφορετικών ρυθμών πληρούνται τα κριτήρια του ACSM για εντάσεις άσκησης που μπορούν να βελτιώσουν την καρδιοαναπνευστική ευρωστία (50 - 85% της $\dot{V}O_{2max}$) και αφετέρου στο ότι η αύξηση του πυγμαχικού ρυθμού (60, 72, 84, 96, 108 και 120 χτυπήματα min^{-1}), παρότι επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον πνευμονικό αερισμό δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην πρόσληψη οξυγόνου.

2.2.3. Συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα (blood lactate, BL)

Όπως ήταν αναμενόμενο από τη βιβλιογραφία (Wilmore & Costill, 2004), μετά από πυγμαχικούς αγώνες παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα (Kilic et al., 2019) και φαίνεται ότι όσο υψηλότερη είναι η ένταση της πυγμαχικής προπόνησης είναι υψηλότερη και η συγκέντρωση του γαλακτικού (Uchida et al., 2014).

Η πυγμαχία φαίνεται να συγκαταλέγεται ανάμεσα στα απαιτητικά αθλήματα αναφορικά με την ικανότητα για ρύθμιση / εξουδετέρωση των προϊόντων του γαλακτικού οξέος, αφού σε μία μελέτη με δύο διαφορετικά πρωτοκόλλα βρέθηκε για άσκηση σε σάκο διάρκειας 4×2 min, που είχε ως σκοπό την προσομοίωση αγώνα παλαιότερων κανονισμών, συγκέντρωση γαλακτικού $13,6 \pm 3,2$ mmol L⁻¹, που αυξήθηκε σε $14,5 \pm 0,6$ mmol L⁻¹ όταν έλαβε χώρα sparring 6×2 min, ενώ σε παλαιότερη μελέτη του ίδιου ερευνητή για sparring με βάση τους κανονισμούς διάρκειας 3×3 min η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν $8,34 \pm 1,80$ mmol L⁻¹ (Ghosh, 2010), παρόμοια με εκείνη που βρέθηκε πρόσφατα ($8,87 \pm 2,02$ mmol L⁻¹) για το ίδιο πρωτόκολλο σε Τυνήσιους πυγμάχους (Nassib et al., 2017). Αν αναλογιστούμε το γεγονός ότι οι αγώνες επαγγελματικής πυγμαχίας συνίστανται από 12 γύρους διάρκειας 3 min ο καθένας, γίνεται εύκολα κατανοητό ότι οι απαιτήσεις για ρύθμιση / εξουδετέρωση των προϊόντων του γαλακτικού οξέος, υπό συνθήκες, μπορεί να είναι εξαιρετικά υψηλές. Σε sparring 3 γύρων διάρκειας 2 min, φαίνεται να υπάρχει διαφορά στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα όταν αυτό διεξάγεται στο εργαστήριο σε σύγκριση με το

γυμναστήριο ($6,1 \pm 2,3$ mmol L⁻¹ έναντι $9,4 \pm 2,2$ mmol L⁻¹) (Arseneau et al., 2011). Η συγκέντρωση του γαλακτικού για τέτοιας διάρκειας προπόνηση έναντι στόχων επιβεβαιώνεται απόλυτα και από τον Davis, χρησιμοποιώντας δείγμα αίματος από το λοβό του αυτιού σε αντίθεση με την προηγούμενη έρευνα στην οποία το δείγμα αίματος ελήφθη από το ακροδάκτυλο (Davis et al., 2014). Σύμφωνα με τον Smith (2006) υπάρχουν αντικρουόμενες αναφορές για τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα με την πάροδο των ετών, λόγω των αλλαγών στους κανονισμούς του αθλήματος. Για παράδειγμα μετά από αγώνες 3×3 min αναφέρονται συγκεντρώσεις γαλακτικού $12,8 \pm 3,0$ mmol L⁻¹ και $9,5 \pm 3$ mmol L⁻¹, αντιστοίχως, διαφορές που ενδεχομένως οφείλονται σε αλλαγή του συστήματος αξιολόγησης των αθλητών (1989) από την αξιολόγηση βάσει εντυπώσεων των κριτών στο ηλεκτρονικό σύστημα απόδοσης σημείων. Επιπλέον, μέχρι το 1997 κάθε ερασιτεχνικός αγώνας αποτελούνταν από 3 γύρους διάρκειας 3 min (όπως ισχύει και σήμερα) και στη συνέχεια τροποποιήθηκε σε 5 γύρους των 2 min, ενώ αργότερα η διάρκεια του αγώνα ελαττώθηκε αφαιρώντας έναν γύρο (4×2 min). Η υψηλότερη συγκέντρωση που μετρήθηκε σε αγώνες διάρκειας 4×2 min με ηλεκτρονικό σύστημα αξιολόγησης ($13,5 \pm 2$ mmol L⁻¹) σε σχέση με αγώνες διάρκειας 3×3 min, ενδεχομένως στην περίπτωση αυτή να οφείλεται στην προσπάθεια των αθλητών να καταφέρουν περισσότερα χτυπήματα υψηλότερης έντασης νωρίτερα στον αγώνα, δηλαδή αποδίδεται σε αλλαγή των μεθόδων προπόνησης και της ακολουθούμενης τακτικής των πυγμάχων (Bianco et al., 2013; Smith, 1998, 2006).

Οι Hanon et al. (2015) παρατήρησαν επίσης υψηλές συγκεντρώσεις γαλακτικού μετά από επίσημο διεθνή αγώνα 3×3 min ($13,6 \pm 2,4$ mmol L⁻¹). Γίνεται μνεία πως η ενδιάμεση κατηγορία εμφανίζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτικού σε σύγκριση με τις τιμές που έχουν μετρηθεί στα πολύ ελαφρά και τα βαρέα βάρη. Οι ερευνητές κατέληξαν στην υπόθεση ότι αφού η συγκέντρωση του γαλακτικού εξαρτάται από τον όγκο της μυϊκής μάζας και την ικανότητα ενεργοποίησης της γλυκόλυσης ανάλογα με τις απαιτήσεις του αγώνα, τότε πιθανόν στα μεσαία κιλά οι πυγμάχοι να είναι δυνατό να συνδυάσουν τις δύο αυτές παραμέτρους στο μέγιστο βαθμό (Hanon et al., 2015). Επιπλέον, η υψηλότερη συγκέντρωση του γαλακτικού σε αυτές τις κατηγορίες θα μπορούσε να εξηγηθεί και από τον περισσότερο χρόνο δραστηριότητας στον αγώνα σε σχέση με το χρόνο αδράνειας (activity-to-rest, A:R ratio) (Slimani et al., 2016). Σε προπόνηση έναντι είτε στόχων ή σάκου διάρκειας 3×3 min, με προκαθορισμένες κινήσεις που πραγματοποιούνταν κατόπιν εντολών για την προσομοίωση με τον αγώνα, μετασκησιακά έχουν μετρηθεί συγκεντρώσεις γαλακτικού μέχρι $4,7 \pm 1,2$ mmol L⁻¹ (Finlay et al., 2018, 2020; Thomson & Lamb, 2017a, 2017b).

Η παρακολούθηση εξειδικευμένων προγραμμάτων προπόνησης πυγμαχίας είναι ικανή να βελτιώσει σημαντικά την ικανότητα του οργανισμού για ρύθμιση / εξουδετέρωση των προϊόντων του γαλακτικού οξέος (El-Ashker & Nasr, 2012).

Οι ειδικοί επιστήμονες της ιατρικής επιτροπής της AIBA (Amateur International Boxing Association) συνιστούν η πρόσληψη ενέργειας μέσω των τροφών να φθάνει τις 70 kcal kg⁻¹ ΣΜ

την ημέρα για τους ερασιτέχνες πυγμάχους περιλαμβανομένης πρόσληψης υδατανθράκων 8,75 g kg⁻¹ ΣΜ day⁻¹. Αλλαγές στη διατροφή και ειδικότερα, περιορισμός στην ενεργειακή πρόσληψη (~1.000 kcal day⁻¹), καθώς και στην πρόσληψη υγρών επέφερε σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του γαλακτικού μετά από πυγμαχικό αγώνα διάρκειας 3×3 min. Οι τιμές που ελήφθησαν ήταν υψηλότερες όταν οι αθλητές ακολουθήσαν φυσιολογική διαίτα (Smith et al., 2001).

2.2.4. Κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης (KAK / rate of perceived exertion, RPE)

Η κόπωση στην πυγμαχία φαίνεται να επηρεάζει τη συχνότητα και την ακρίβεια των χτυπημάτων και συνοδεύεται από μειωμένη παρορμητικότητα χτυπημάτων, μειωμένη ικανότητα λήψης αποφάσεων και έλλειψη αμυντικών εκδηλώσεων (Ruddock et al., 2016).

Η αντίληψη της κόπωσης έπεται από 3×2 -min γύρους sparring, τόσο στο εργαστήριο όσο και στο γυμναστήριο, συγκριτικά με πυγμαχία έναντι στόχων στο εργαστήριο και σάκου στο γυμναστήριο ήταν παρόμοια ανεξαρτήτως περιβάλλοντος και βρέθηκε ίση με $12,2 \pm 1,3$ έως $13,6 \pm 2,1$ μετρούμενη στην 20-βάθμια κλίμακα του Borg (Arseneau et al., 2011). Επιπλέον, η αντίληψη της κόπωσης επηρεάζεται από την ένταση της άσκησης, καθώς αναφέρονται σημαντικά αυξανόμενες τιμές στην κλίμακα Borg για αυξανόμενο ρυθμό χτυπημάτων (60, 72, 84, 96, 108 και 120 χτυπήματα min⁻¹) (Kravitz et al., 2003). Η αντιλαμβανόμενη κόπωση αυξάνεται από γύρο σε γύρο, καταλήγοντας στον 3^ο γύρο προσομοίωσης αγώνα πυγμαχίας με προκαθορισμένες κινήσεις έναντι στόχων,

στην τιμή $8,1 \pm 1,1$ της 10-βάθμιας K.A.K. (RPE), υποδεικνύοντας το αυξημένο αίσθημα κόπωσης των δοκιμαζόμενων, σε πρωτόκολλο μετά το πέρας του οποίου η συγκέντρωση γαλακτικού έφθασε μετασκησιακά την τιμή $4,6 \text{ mmol L}^{-1}$ (Thomson & Lamb, 2017a). Με βάση την 20-βάθμια κλίμακα του Borg, σε άλλη προσπάθεια προσομοίωσης πυγμαχικού πρωτοκόλλου με αγώνα στην οποία χρησιμοποιήθηκαν στόχοι ή σάκος έχουν καταγραφεί και για τις δύο περιπτώσεις τιμές K.A.K. 14 ± 2 (Finlay et al., 2018, 2020).

Σε άλλη έρευνα στην οποία επίσης παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση του γύρου στην K.A.K., η χορήγηση $0,3 \text{ g kg}^{-1}$ ΣΜ ουσίας με αλκαλικές ιδιότητες και συγκεκριμένα όξινου ανθρακικού νατρίου (NaHCO_3 , κοινώς σόδας) προκειμένου να εξουδετερωθούν τα παραγόμενα από τη διάσπαση του γαλακτικού οξέος υδρογονοκατιόντα (βελτίωση buffering capacity) δεν επηρέασε τις μετρήσεις στην K.A.K. που ελήφθησαν σε πυγμαχικό αγώνα διάρκειας $4 \times 3 \text{ min}$ και οι αξιολογήσεις των δοκιμαζόμενων της ομάδας ελέγχου στους οποίους χορηγήθηκε αδρανής ουσία (placebo) δεν διέφεραν μετά το τέλος κάθε γύρου σε σύγκριση με εκείνους στους οποίους χορηγήθηκε η υπό διερεύνηση ουσία (Siegler & Hirscher, 2010).

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχει παρατηρηθεί ισχυρή τάση για αυξημένη K.A.K. σε πυγμάχους που παραμένουν όρθιοι στα διαλείμματα σε σχέση με εκείνους που κάθονται στις ενδιάμεσες διακοπές (Nikolaidis et al., 2017).

Η αντίληψη της κόπωσης στην αποκατάσταση φαίνεται να είναι ίδια όταν μετριέται στη 10-βάθμια κλίμακα του Borg τόσο 10 min όσο και 30 min

μετά από προπονητική συνεδρία πυγμαχίας, ανεξάρτητα από την προηγηθείσα ένταση της συνεδρίας (ήπια, μέτρια ή υψηλή) (Uchida et al., 2014).

2.2.5. Ενεργειακές απαιτήσεις

Σε πρωτόκολλο προσομοίωσης πυγμαχικού αγώνα η ενεργειακή δαπάνη του αερόβιου μηχανισμού θεωρείται ότι υπερβαίνει τα $30,7 \text{ kcal min}^{-1}$ (Thomson & Lamb, 2017a, 2017b). Αντίθετα, αυτή η τιμή φαίνεται να είναι υψηλή σύμφωνα με άλλες μελέτες, όπως για παράδειγμα αυτή του Kravitz και συνεργατών (2003), στην οποία αναφέρεται ότι η ενεργειακή δαπάνη μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το ρυθμό των χτυπημάτων και κυμαίνεται για ήπιες έως μέτριες εντάσεις των 60 έως $120 \text{ χτυπημάτων min}^{-1}$ σε $9,8 \text{ kcal min}^{-1}$ έως $11,2 \text{ kcal min}^{-1}$. Οι ενεργειακές απαιτήσεις μίας τυπικής προπονητικής συνεδρίας συνολικής διάρκειας 60 min που περιλαμβάνει πεντάλεπτη προθέρμανση και ίσης διάρκειας αποθεραπεία ανέρχονται σε $2821 \pm 190 \text{ kJ h}^{-1}$. Η συγκεκριμένη πρόσληψη ενέργειας είναι εφάμιλλη εκείνης που αντιστοιχεί σε τρέξιμο σε διάδρομο, χωρίς κλίση, για μία ώρα με ταχύτητα $9,2 \pm 0,8 \text{ km h}^{-1}$ (Bellinger et al., 1997). Σε πυγμαχία έναντι στόχων διάρκειας $3 \times 2 \text{ min}$, 10 δοκιμαζόμενοι δαπάνησαν κατά μέσο όρο $\sim 680 \text{ kJ}$, από τα οποία το 77 % προήλθε από τον αερόβιο μεταβολισμό ($526,0 \pm 57,1 \text{ kJ}$), το 19 % από το μεταβολισμό της φωσφοκρεατίνης ($58,1 \pm 13,6 \text{ kJ}$) και το 4 % από το μεταβολισμό του γαλακτικού ($26,2 \pm 7,1 \text{ kJ}$), λαμβάνοντας υπόψη ότι μια ποσότητα ενέργειας της τάξης των 70 kJ προερχόμενη από τον αερόβιο μεταβολισμό αντικατοπτρίζει την επαναφωσφορλίωση των φωσφορικών υψηλής ενέργειας που συμβαίνει στα διαλείμματα (Davis et al., 2014). Η

πυγμαχική προπόνηση φαίνεται να έχει υψηλό ενεργειακό κόστος και για τις γυναίκες συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου που αποτελούνταν από φυσικά δραστήριες συμμετέχουσες (Trutznigg et al., 2008). Σε μία έρευνα που διεξήχθη με τη συμμετοχή 20 Ινδών γυναικών πυγμάχων το μέσο ενεργειακό κόστος βρέθηκε ίσο με $53,3 \text{ kJ min}^{-1}$ ($12,7 \pm 1,3 \text{ kcal min}^{-1}$) σε αγώνες διάρκειας $3 \times 2 \text{ min}$, τιμές συγκρίσιμες με εκείνες που προκύπτουν για τους άνδρες που αγωνίζονται σε κατηγορίες αντίστοιχων κιλών (Chatterjee et al., 2006).

2.2.6. Ισομετρική χειροδυναμομέτρηση (handgrip strength, HGS)

Η ισομετρική δύναμη των άνω άκρων μπορεί να αποτυπώσει την αθλητική κατάσταση (fitness) των αθλητών πυγμαχίας (Chaabène et al., 2015). Η ισομετρική δύναμη που μετράται με τη βοήθεια της δοκιμασίας της χειρολαβής (handgrip) αποτελεί έναν έμμεσο δείκτη της δύναμης των μυών του χεριού και του ώμου και σε ελίτ αθλητές μεσαίων βαρών έχειδειχθεί ότι φθάνει τα $58,2 \pm 6,9 \text{ kg}$ και σχετίζεται υψηλά με την κατάταξη των αθλητών στην AIBA ($r = 0,87$, $p < 0,01$) (Guidetti et al., 2002). Νεότεροι αθλητές εμφανίζουν σημαντικά μικρότερη ισομετρική δύναμη συγκριτικά με ενήλικους πυγμάχους τόσο στο δεξί ($45,6 \pm 6,5 \text{ kg}$ έναντι $62,7 \pm 4,8 \text{ kg}$) όσο και στο αριστερό χέρι ($44,9 \pm 4,6 \text{ kg}$ έναντι $50,1 \pm 3,8 \text{ kg}$), καθώς και στη δύναμη του κορμού (backstrength, $125,7 \pm 6,4 \text{ kg}$ έναντι $156,5 \pm 8,6 \text{ kg}$), ενώ αθλητές της μεσαίας κατηγορίας βαρών και της μεσαίας - βαρέων βαρών εμφανίζουν μεγαλύτερη δύναμη κορμού και ισομετρική δύναμη μόνο για το δεξί χέρι σε σχέση με τους αθλητές των ελαφρών βαρών (Khanna & Manna, 2006).

Η ισομετρική δύναμη των χεριών διαφέρει ανάμεσα σε Μεξικάνους αθλητές διαφορετικών κατηγοριών (ελαφρών, μεσαίων και βαρέων βαρών) σε όλες τις προπονητικές φάσεις (γενική, ειδική και αγωνιστική προπαρασκευαστική φάση) σε αντίθεση με το δείκτη σχετικής δύναμης (relative strength index, RSI) που είναι το άθροισμα ισομετρικής δύναμης του αριστερού και δεξιού χεριού ανά σωματική μάζα, ο οποίος διαφέρει μόνο στην αγωνιστική προπαρασκευαστική φάση. Ο δείκτης σχετικής δύναμης αυξάνεται σημαντικά μόνο στους αθλητές μεσαίων κατηγοριών με το πέρασμα από τη γενική στην ειδική και την αγωνιστική προπαρασκευαστική φάση (Ramírez García et al., 2010).

Η διαφορετική στάση αναμονής κατά το διάλειμμα των γύρων (καθιστή ή όρθια) δεν φαίνεται να επηρεάζει την ισομετρική δύναμη των χεριών (Nikolaidis et al., 2017).

Μετά από 4 εβδομάδες ενός δομημένου μεσόκυκλου που περιλάμβανε 2 μικρόκυκλους γενικής αθλητικής προπόνησης (40 % του συνολικού χρόνου) και 2 μικρόκυκλους ειδικής προπόνησης (60 % του χρόνου) με συχνότητα προπονήσεων 6:1, παρατηρήθηκαν αυξήσεις στην ισομετρική δύναμη. Γενικά, φαίνεται να υπάρχει μια μέτρια συσχέτιση της ισομετρικής δύναμης του κυρίαρχου χεριού με τη δύναμη του ίσιου χτυπήματος ($r = 0,74$) και του κροσέ ($r = 0,63$) σε πυγμαχικό σάκο (Cepulenas et al., 2011).

2.2.7. Δύναμη πυγμαχικού χτυπήματος

Η δύναμη του κυρίαρχου χεριού (πίσω χέρι στη θέση φύλακα / γκαρντ) είναι μεγαλύτερη από εκείνη του μπροστινού χεριού, γεγονός που αποδίδεται κυρίως στη συνεισφορά των ποδιών

στα χτυπήματα του κυρίαρχου χεριού, η οποία για έμπειρους πυγμάχους φθάνει το 38,6 %, για μέτριου επιπέδου πυγμάχους έχει υπολογισθεί ίση με 32,2 % και για αρχάριους είναι μόλις 16,5 % (Chaabène et al., 2015; Smith, 2006). Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες τιμές για τις δυνάμεις των χεριών που επί παραδείγματι κυμαίνονται από 1682 ± 636 N έως 2646 ± 1083 N ανάλογα με το στόχο (κεφάλι ή σώμα), το χρησιμοποιούμενο χέρι και το χτύπημα ίσιο ή κροσέ (Smith, 2006). Σε άλλες μελέτες μία από τις μέγιστες τιμές που έχουν αναφερθεί είναι τα 5358 N, ενώ επίσης έχουν αναφερθεί για ελίτ πυγμάχους σε κυρίαρχο και αδύνατο χέρι τιμές ίσες με 4800 ± 227 N / 2874 ± 225 N, σε αντίθεση με τους μεσαίου επιπέδου και τους αρχάριους αθλητές, για τους οποίους βρέθηκαν τιμές 3722 ± 133 N / 2283 ± 126 N και 2381 ± 116 N / 1604 ± 976 N, αντιστοίχως. Και στην περίπτωση αυτή, οι διαφορές αποδόθηκαν στην καλύτερη ικανότητα για συμβολή των ποδιών στους έμπειρους αθλητές (Lenetsky et al., 2013; Tong-Iam et al., 2017). Αναφορικά με την παράμετρο αυτή παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ των φύλων με τους άνδρες να καταφέρνουν δυνατότερα χτυπήματα συγκριτικά με τις γυναίκες τόσο με το κυρίαρχο ($1592,5 \pm 507,1$ N έναντι $1170,7 \pm 165,3$ N) όσο και με το αδύνατο χέρι ($1102 \pm 430,7$ N έναντι $848,4 \pm 218,5$ N) (Buško et al., 2016).

Σε όρους κιλών έχει μετρηθεί χτύπημα ίσο με $303,62 \pm 42,18$ kg, ενώ εξειδικευμένος μεσόκυκλος προετοιμασίας 4 εβδομάδων με 40 % γενική προπόνηση και 60 % ειδική προπόνηση βελτίωσε τη δύναμη και των δύο χεριών και ειδικότερα αύξησε τη δύναμη του μπροστινού κροσέ και μπροστινού άπερκατ και του πίσω

ίσιου και πίσω άπερκατ (Cepulenas et al., 2011).

2.2.8. Ισχύς

Η ισχύς του ίσιου χτυπήματος φαίνεται να σχετίζεται με τη ρίψη σφαίρας ($r = 0,83$) που αποτελεί χρήσιμο διαγνωστικό τεστ για τους πυγμάχους, ενώ η ισχύς των κάτω άκρων μπορεί να υπολογίζεται με τη χρήση της δοκιμασίας του κάθετου ή οριζόντιου άλματος (Chaabène et al., 2015). Η σχετική με τη σωματική μάζα αναερόβια ισχύς έχει μετρηθεί με δοκιμασία Wingate διάρκειας 30 s σε ενήλικες Ινδούς πυγμάχους και βρέθηκε ίση με $6,5 \pm 0,5$ W kg⁻¹ και είναι σημαντικά υψηλότερη από εκείνη έφηβων πυγμάχων ($4,9 \pm 0,7$ W kg⁻¹) (Khanna & Manna, 2006). Παρόμοια μέση τιμή ($6,72 \pm 0,86$ W kg⁻¹ ΣΜ) βρέθηκε και σε έρευνα του Πανεπιστημίου του Novi Sad της Σερβίας, στην οποία χρησιμοποιήθηκε η ίδια δοκιμασία, ενώ η μέγιστη ισχύς των δοκιμαζόμενων ήταν $9,27 \pm 1,16$ W kg⁻¹ ΣΜ (Gacesa et al., 2009). Σε μελέτη με Πολωνούς αθλητές βρέθηκε μέση αναερόβια ισχύς για τα χέρια $6,3 \pm 0,5$ W kg⁻¹ ΣΜ και για τα πόδια $8,6 \pm 0,6$ W kg⁻¹ ΣΜ, αντιστοίχως, και μέγιστες τιμές για τα χέρια $8,4 \pm 0,9$ W kg⁻¹ ΣΜ και για τα πόδια $9,8 \pm 0,5$ W kg⁻¹ ΣΜ, αντιστοίχως (Hübner-Woźniak et al., 2011). Οι Giovani & Nikolaidis διερεύνησαν την ισχύ των άνω και κάτω άκρων χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία Force-velocity (F-v) που περιελάμβανε την εκτέλεση 5 σειρών υπερμέγιστων προσπαθειών διάρκειας 7 s η κάθε μία, με προσαρμοσμένη αυξανόμενη αντίσταση, σε χειρο- και κυκλοεργόμετρο, αντιστοίχως, και μέτρησαν μέγιστη τιμή για τα χέρια ίση με $5,8 \pm 1,1$ W kg⁻¹ ΣΜ (445 W), ενώ για τα πόδια η τιμή αυτή ήταν υπερδιπλάσια και βρέθηκε ίση με 11,8

$\pm 2,0 \text{ W kg}^{-1}$ ΣΜ (910 W) (Giovani & Nikolaidis, 2012).

2.2.9. Ποσοστό σωματικού λίπους

Το ποσοστό σωματικού λίπους για τους διεθνείς ανηλίκους Άγγλους πυγμάχους βρέθηκε ίσο με $10,1 \pm 2,6 \%$, ενώ για τους ενήλικες διεθνείς ήταν $9,1 \pm 2,3 \%$, (Smith, 2006), γεγονός που επιβεβαιώνεται και από μία μελέτη που δημοσιεύθηκε φέτος (2020) και στηρίζεται σε μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με την τεχνική της απορρόφησης ακτινών-X διπλής ενέργειας (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA), η οποία έδειξε ότι άνδρες πυγμάχοι επιπέδου εθνικών ομάδων έχουν ποσοστό σωματικού λίπους ίσο με $9,1 \pm 4,3 \%$ (Reale et al., 2020). Με την ίδια μέθοδο προσδιορισμού του σωματικού λίπους για επαγγελματία αθλητή σε φάση αγωνιστικής προετοιμασίας μετρήθηκε ποσοστό $10,1 \%$ (Halperin et al., 2016). Από τον Fleck (1983) έχει αναφερθεί πολύ μικρότερο ποσοστό ($6,9 \pm 1,6 \%$) για Αμερικανούς ελίτ πυγμάχους (Fleck, 1983). Οι Πολωνοί πυγμάχοι που αγωνίζονται στην εθνική τους ομάδα παρουσιάζουν επίσης χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους ($9,4 \pm 5,2 \%$) (Hübner-Woźniak et al., 2011). Για Βραζιλιάνους αθλητές το ποσοστό σωματικού λίπους βρέθηκε ίσο με $12,7 \pm 5,3 \%$ (de Lira et al., 2013), ενώ για ελίτ Ιταλούς και Αιγύπτιους πυγμάχους τα ποσοστά ήταν κατά 1,7 και 1,8 μονάδες υψηλότερα, αντιστοίχως (El-Ashker & Nasr, 2012; Guidetti et al., 2002). Πάντως το υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους ($22,4 \pm 3,9 \%$) μετρήθηκε σε Έλληνες αθλητές (Giovani & Nikolaidis, 2012).

2.2.10. Αρτηριακή πίεση (ΑΠ / blood pressure, BL)

Μία έρευνα σχετική με τη μελέτη της αρτηριακής πίεσης περιελάμβανε

19 φοιτητές μη αθλητές πυγμαχίας, οριακά υπερτασικούς (συστολική αρτηριακή πίεση $\geq 120 \text{ mm Hg}$ ή διαστολική αρτηριακή πίεση $\geq 80 \text{ mm Hg}$), στους οποίους ζητήθηκε να ασκηθούν σε πυγμαχικό σάκο για 15 συνεχόμενα λεπτά με διαλείμματα το πολύ διάρκειας 30 s όταν ένιωθαν κόπωση. Η αρτηριακή τους πίεση μετρήθηκε πριν από τη δοκιμασία και μετά από αυτήν στις χρονικές στιγμές 0 min, 15 min, 30 min, 60 min, 90 min και 120 min της αποκατάστασης. Βρέθηκε ότι η συστολική αρτηριακή πίεση ήταν υψηλότερη ακριβώς μετά τη δοκιμασία σε σύγκριση με την τιμή ηρεμίας, αλλά ήταν σημαντικά χαμηλότερη 30 min μετά τη δοκιμασία συγκριτικά με 30 min πριν από αυτήν, διαφορά που παρέμεινε μέχρι και 2 ώρες μετά τη συνεδρία. Επίσης, αντίστοιχη διαφορά παρατηρήθηκε 90 min μετά το τέλος της δοκιμασίας συγκριτικά με 5 min πριν από την έναρξή της (-5 min) ($p < 0,05$). Η μέγιστη διαφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης αποκατάστασης συγκριτικά με την τιμή ηρεμίας έφθασε το $-10,6 \%$ (90 min έναντι -30 min). Η διαστολική αρτηριακή πίεση επίσης εμφανίστηκε μειωμένη ήδη 15 min μετά την άσκηση σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας 5 min πριν από την έναρξή της και η διαφορά παρέμεινε μέχρι και 90 min μετά το τέλος της συνεδρίας. Οι διαφορές έφτασαν το $-8,4 \%$ (90 min έναντι -30 min) (Leduc-Gaudet et al., 2016). Μία ακόμη μελέτη που περιελάμβανε διερεύνηση της αρτηριακής πίεσης σε συνδυασμό με ασκήσεις πυγμαχικής προπόνησης ανέφερε τη μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης ηρεμίας, σε άτομα με κοιλιακή παχυσαρκία, έπειτα από πρόγραμμα 12 εβδομάδων με πυγμαχικό ασκησιολόγιο και 50-min συνεδρίες 4 φορές τη εβδομάδα, σε αντίθεση με την ομάδα

ελέγχου που εκτέλεσε ζωνρό περπάτημα (Cheema et al., 2015).

Επειδή η αρτηριακή πίεση δεν έχει μελετηθεί καθ' οιονδήποτε άλλο τρόπο σε σχέση με την προπόνηση πυγμαχίας, παρακάτω ακολουθεί μία ανασκόπηση για τη μεταβολή της πίεσης όταν υπάρχει και συμμετοχή των χεριών - όπως στο άθλημα της πυγμαχίας- σε σύγκριση με την άσκηση μόνο με τα κάτω άκρα.

Γενικότερα, κατά τη μετάβαση από την ηρεμία στην άσκηση υπάρχει μεγάλη απαίτηση για αίμα από τους εργαζόμενους μύες που οδηγεί στην εν παραλλήλω αύξηση της καρδιακής συχνότητας και του όγκου παλμού (ΟΠ / stroke volume, SV) με αποτέλεσμα την αύξηση της καρδιακής παροχής (ΚΠ / cardiac output, Q). Τα όργανα και οι μη ενεργοί μύες υφίστανται αγγειοσυστολές που οδηγούν στην αύξηση της συνολικής περιφερικής αντίστασης (ΣΠΑ / total peripheral resistance, TPR). Εντούτοις, στον ίδιο τον μυ επέρχονται αγγειοδιαστολές και σε έντονη άσκηση με μεγάλη μυϊκή μάζα μπορεί να παρατηρηθεί μείωση της ΣΠΑ. Αυτός ο μηχανισμός έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης (ΜΑΠ / mean arterial pressure, MAP) κατά τη διάρκεια της άσκησης, αφού $MAP = KΠ \times ΣΠΑ$ και η αύξηση της ΚΠ είναι πάντοτε μεγαλύτερη από όποια ενδεχόμενη μείωση της ΣΠΑ (Κλεισούρας, 2011). Επιπλέον, υποστηρίζεται ότι οι καρωτιδικοί και αορτικοί τασεοαισθητήρες που αποτελούν μηχανισμούς υπεύθυνους για την ανίχνευση υψηλής αρτηριακής πίεσης και την αποστολή μηνυμάτων προς ρύθμιση / πτώση της πίεσης, κατά τη διάρκεια της άσκησης επαναρρυθμίζουν τη λειτουργία τους σε υψηλότερα εύρη προκειμένου να υποστηρίξουν τη φυσική δραστη-

ριότητα του μυός επιτρέποντας την παράλληλη αύξηση της ΚΣ και της ΜΑΠ (Volianitis & Secher, 2016). Ο Secher και οι συνεργάτες του (1977) παρατήρησαν ότι η ΜΑΠ παραμένει στα ίδια επίπεδα όταν σε άσκηση με τα πόδια προστεθεί άσκηση στο χειροεργόμετρο, ενώ αντίθετα υπάρχει σημαντική πτώση της ΜΑΠ αν από άσκηση με τα χέρια πραγματοποιηθεί μετάβαση σε συνδυασμένο πρωτόκολλο χεριών - ποδιών (Secher et al., 1977). Επί του θέματος αυτού, προτάθηκε ότι στη συνδυασμένη άσκηση σε σύγκριση με άσκηση που εκτελείται αποκλειστικά με τα άνω άκρα, οι τασεοαισθητήρες ρυθμίζουν το εύρος λειτουργίας τους σε χαμηλότερες πιέσεις εξαιτίας της υποβοήθησης της κυκλοφορίας του αίματος από την μυϊκή αντλία των ποδιών (Volianitis, Yoshiga, Vogelsang, & Secher, 2004). Συνεπώς, υπάρχει μία κλιμάκωση της ρύθμισης του εύρους λειτουργίας από υψηλό-τερες πιέσεις για την άσκηση με τα χέρια, σε μόλις λίγο πάνω από την ηρεμία για άσκηση που εκτελείται μόνο με τα κάτω άκρα. Έτσι, λοιπόν, προσθήκη των κάτω άκρων σε άσκηση με τα χέρια επιφέρει μείωση της ΜΑΠ κατά ~5 mmHg (Secher & Volianitis, 2006). Η ίδια ερευνητική ομάδα είχε προηγουμένως δείξει ότι όταν σε πρωτόκολλο άσκησης σε χειροεργόμετρο που εκτελούνταν στο 80 % του μέγιστου για τα χέρια έργου (W_{max}) προστέθηκε άσκηση σε κυκλοεργόμετρο στο 60 % του μέγιστου για τα πόδια έργου η ΜΑΠ παρουσίασε σημαντική πτώση κατά ~ 8 %, από 112 ± 2 mmHg σε 103 ± 2 mmHg (Volianitis & Secher, 2002; Volianitis et al., 2003).

Εντούτοις, όταν ισομετρική άσκηση στο 20 % της μέγιστης εθελούσιας συστολής (ΜΕΣ / maximum voluntary contraction, MVC) με χειρολαβή προστεθεί σε 60 δυναμικές εκτάσεις

του γόνατος ανά λεπτό, που πραγματοποιούνται σε εύρος κίνησης από τις 90° στις 160°, επέρχεται δραστική αύξηση της ΜΑΠ, με την ένταση της άσκησης που πραγματοποιείται με το πόδι (20 W ή 40 W) να μην αποτελεί καθοριστικό παράγοντα. Περαιτέρω αύξηση της ΜΑΠ παρατηρείται με τεχνητή ισχαιμία στους μύες των χεριών. Σύμφωνα με μία θεωρία, οι αυξήσεις της ΜΑΠ μπορεί να οφείλονται σε κεντρική εντολή, αλλά και στη λειτουργία των μεταβολοαισθητήρων. Πρόκειται για απαγωγά νεύρα, τα οποία ανιχνεύουν στους μύες την υπάρχουσα διαφορά ζήτησης και προσφοράς O_2 και ενεργοποιούν αντισταθμιστικούς μηχανισμούς, όπως η αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Strange, 1999).

Στην περίπτωση σύγκρισης ισομετρικών συστολών των άνω και κάτω άκρων η ΜΑΠ είναι υψηλότερη όσο μεγαλύτερη είναι η μυϊκή μάζα που εμπλέκεται στην άσκηση με αποτέλεσμα η συνδυασμένη άσκηση να χαρακτηρίζεται από την υψηλότερη τιμή (Mitchell et al., 1980). Γενικότερα, έχει παρατηρηθεί ότι κατά τη διάρκεια των ισομετρικών συστολών, η αρτηριακή πίεση αυξάνεται γραμμικά με το χρόνο της συστολής. Σε ισομετρική συστολή διάρκειας 2 min, στο 33 % της ΜΕΣ με χειρολαβή η ΜΑΠ έδειξε συνολική αύξηση 40 mmHg (από 85 ± 7 mmHg σε 125 ± 19 mmHg), τη στιγμή που παρόμοια αποτελέσματα λαμβάνονται και σε άσκηση που περιλαμβάνει οπίσθια κάμψη της άρθρωσης του γόνατου στο 50 % της ΜΕΣ, με τάση ωστόσο για μικρότερες αυξήσεις της αρτηριακής πίεσης συγκριτικά με τις αυξήσεις που παρατηρήθηκαν στη δοκιμασία της χειρολαβής (Eklund et al., 1974).

Σε ό,τι αφορά πρωτόκολλα σε κυκλοεργόμετρο και χειροεργόμετρο μέχρι εξάντλησης, φαίνεται ότι η συστολική αρτηριακή πίεση (ΣΑΠ / systolic blood pressure, SBP) ανεβαίνει πολύ περισσότερο στο πρώτο είδος άσκησης, ενώ αντίθετα η διαστολική αρτηριακή πίεση (ΔΑΠ / diastolic blood pressure, DBP) στο δεύτερο. Πιο συγκεκριμένα, σε μία μελέτη των de Almeida και συνεργατών (2010) που περιελάμβανε δύο τέτοια πρωτόκολλα οι δοκιμαζόμενοι, παρά τις πολύ μικρότερες εντάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την άσκηση με τα χέρια, έφθασαν στην εξάντληση σε παρόμοιο χρόνο με την άσκηση με τα πόδια. Τα αποτελέσματα δε, έδειξαν ότι, η ΣΑΠ ανέβηκε κατά 23 mmHg στην άσκηση με τα άνω άκρα και κατά 34 mmHg στην άσκηση με τα πόδια σε σύγκριση με τις τιμές ηρεμίας. Απεναντίας, η ΔΑΠ αυξήθηκε κατά 17 mmHg μόνο στην άσκηση με τα χέρια. Επιπλέον, μετασκησιακά μετρήθηκε ΣΑΠ -17 mmHg και -12 mmHg για την άσκηση με τα κάτω άκρα και την άσκηση με τα χέρια, αντιστοίχως, έναντι των τιμών ηρεμίας, ενώ πτώση της ΔΑΠ (~ 8 - 9 mmHg) παρατηρήθηκε μόνο για όσους εκτέλεσαν άσκηση σε χειροεργόμετρο. Σημειώνεται ότι περισσότερο παρατεταμένη ήταν η μετασκησιακή υπόταση για την άσκηση που πραγματοποιήθηκε στο χειροεργόμετρο, καθώς η ΜΑΠ ήταν χαμηλότερη από τις τιμές ηρεμίας εξ αρχής (+15 min) και παρέμεινε χαμηλότερη ακόμη και σε μετρήσεις που έγιναν 1 h μετά τον τερματισμό του πρωτοκόλλου, ενώ μετά την άσκηση σε κυκλοεργόμετρο υπήρξε μετασκησιακή υπόταση μετά τα πρώτα 30 min της αποκατάστασης (de Almeida et al., 2010). Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι σε ορισμένες περιπτώσεις καρδιοπαθών, η άσκηση σε χειροεργόμετρο μετά από προηγούμενη φυσική δραστηριότητα με μυϊκές

ομάδες των κάτω άκρων οδήγησε σε σοβαρό υποτασικό επεισόδιο. Το γεγονός όμως αυτό αποδόθηκε στο ότι η άσκηση στο χειροεργόμετρο πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά από άσκηση με τα κάτω άκρα, με συνέπεια η αιματική ροή στην έναρξη της άσκησης να ήταν συγκεντρωμένη στις προηγούμενα ασκούμενες μυϊκές ομάδες (Howard & Balady, 2000). Οι MacDonald, MacDougall και Hogben (2000) συνέκριναν πρωτόκολλα άσκησης των 30 min στο 65 % και 70 % της $\dot{V}O_{2peak}$ σε χειροεργόμετρο και κυκλοεργόμετρο. Παρότι ανέμεναν περισσότερο εμφαντική μετασκησιακή υπόταση για την άσκηση στο κυκλοεργόμετρο, λόγω εντονότερων αγγειοδιαστολών, αφού η μυϊκή μάζα των άνω άκρων αντιπροσωπεύει μόλις το 7,6 % της συνολικής έναντι του 32 % που αντιστοιχεί στα κάτω άκρα, δεν διαπίστωσαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις δύο συνιστώσες της ΜΑΠ σε οριακά υπερτασικούς και μέτρια προπονημένους δοκιμαζόμενους (Macdonald et al., 2000). Γίνεται κατανοητό ότι υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ αύξησης της αρτηριακής πίεσης και του προπονητικού φορτίου. Ορισμένες έρευνες υποστηρίζουν ότι σε ήπιας έντασης άσκηση, η συστολική αρτηριακή πίεση είναι υψηλότερη όταν εκτελείται άσκηση μόνο με τα χέρια συγκριτικά με την άσκηση μόνο με τα πόδια και ότι όσο εντονότερη γίνεται η άσκηση φθάνοντας στη μέγιστη ένταση τόσο αυξάνεται η διαφορά πίεσης (Åstrand et al., 1965). Σε έρευνα με συγκρινόμενα πρωτόκολλα σε χειροεργόμετρο και δαπεδοεργόμετρο, εκτελούμενα και τα δύο στο 85 % της προβλεπόμενης βάσει ηλικίας μέγιστης καρδιακής συχνότητας, η αρτηριακή πίεση και η καρδιακή επιβάρυνση ήταν υψηλότερη για το τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο (190 ± 6 mmHg και

28 ± 1 mmHg bpm $\times 10^3$ έναντι 174 ± 5 mmHg και 31 ± 1 mmHg bpm $\times 10^3$) (Coplan et al., 1987). Σε υπομέγιστη ένταση, στα ίδια επίπεδα $\dot{V}O_2$, οι μετρούμενες με καθετηριασμό της αορτής ΣΑΠ και ΔΑΠ ήταν υψηλότερες για την άσκηση που πραγματοποιούνταν με τα χέρια συγκριτικά με εκείνη που εκτελείτο με τα πόδια. Η ΜΑΠ τόσο σε καθιστή όσο και σε ύπτια θέση, επίσης ήταν υψηλότερη στην άσκηση με τα χέρια έναντι της άσκησης με τα κάτω άκρα (Bevegard et al., 1966). Παρόλα αυτά, υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις στη βιβλιογραφία, καθώς ο Ranadive και οι συνεργάτες του (2012) σε έρευνα που διεξήγαγαν και περιελάμβανε μια μεικτή ομάδα ανδρών και γυναικών δεν κατόρθωσαν να εντοπίσουν σημαντικές διαφορές στη σύγκριση δύο πρωτόκολλων άσκησης μέχρι εξάντλησης σε χειροεργόμετρο και κυκλοεργόμετρο (Ranadive et al., 2012). Σε πρωτόκολλα που αμφοτέρα εκτελούνται στο 55 - 60 % της καρδιακής συχνότητας εφεδρείας (heart rate reserve, HRR) σε ελλειπτικό μηχάνημα και χειροεργόμετρο, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη ΣΑΠ, αλλά η ΔΑΠ είναι υψηλότερη στην άσκηση με το χειροεργόμετρο, λόγω των απομονωμένων ασκούμενων μυϊκών ομάδων του άνω μέρους του σώματος που παρουσιάζουν αυξημένες αγγειακές αντιστάσεις και στερούνται λειτουργίας της μυϊκής αντλίας (di Blasio et al., 2009). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο Lewis με τους συνεργάτες του (1983) σε σύγκριση άσκησης σε κυκλοεργόμετρο με το ένα ή και τα δύο άκρα, σε χειροεργόμετρο με το ένα χέρι και σε πλήρη κάμψη του ενός δικεφάλου μυ, ξεκινώντας από γωνία 90° στην άρθρωση του αγκώνα (arm-curl). Κατά τη μέγιστη άσκηση βάσει ειδικής $\dot{V}O_2$, για την ΣΑΠ δεν διαπιστώθηκαν

σημαντικές διαφορές, αν και η μικρότερη τιμή εμφανίστηκε στην κάμψη δικεφάλου. Σε αντιδιαστολή, η ΔΑΠ διέφερε σημαντικά και ήταν υψηλότερη στο χειροεργόμετρο (117 ± 3 mmHg) ακολούθησε η κάμψη του δικεφάλου (105 ± 5 mmHg), ενώ η μικρότερη ΔΑΠ εμφανίστηκε όταν χρησιμοποιήθηκαν και τα δύο άκρα στο κυκλοεργόμετρο (82 ± 2 mmHg). Η ΜΑΠ ακολούθησε ακριβώς την ίδια πορεία με τη διαστολική συνιστώσα της (Lewis et al., 1983).

Για την εύρεση διαφορών μεταξύ συνεχούς και διαλειμματικής άσκησης η ερευνητική ομάδα του Graham συνέκρινε τρία πρωτόκολλα άσκησης σε μη προπονημένους άντρες, που αφορούσαν άσκηση αντοχής για 50 min σε κυκλοεργόμετρο και διαλειμματική άσκηση 5×30 s με τα άνω ή τα κάτω άκρα. Δεν ανιχνεύθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη ΜΑΠ μεταξύ των διαφορετικών ειδών άσκησης και το ναδίρ των τιμών μετασκησιακά παρατηρήθηκε σε περίπου ίδιες χρονικές στιγμές. Η διάρκεια της υπότασης ωστόσο ήταν σχεδόν διπλάσια μετά την άσκηση αντοχής και συνέχιζε να είναι εμφανής ακόμα και 22 ώρες μετά την εκτέλεση του πρωτοκόλλου (Graham et al., 2016).

Τέλος, το είδος της άσκησης επηρεάζει κατά πολύ την υπό συζήτηση φυσιολογική παράμετρο. Άσκηση με αντιστάσεις είναι δυνατόν έως και να τετραπλασιάσει τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση ακόμα και σε πεπειραμένους αθλητές σωματοδόμησης. Σύγκριση κάμψης δικεφάλου με το ένα χέρι (arm-curl), πιέσεων πίσω από το κεφάλι και πρέσας ποδιών με το ένα και με τα δύο πόδια στο 80 %, 90 %, 95% και 100 % της 1 μέγιστης επανάληψης (ME / repetition maxi-

mum, RM) έδωσε υψηλότερες τιμές για την τελευταία άσκηση (320/250 mmHg) και χαμηλότερες για την πρώτη (255/190 mmHg). Σε κάθε περίπτωση, η ΣΑΠ και η ΔΑΠ αυξάνονταν πολύ γρήγορα κατά τη διάρκεια της ομόκεντρης συστολής και είχαν πτωτική τάση κατά τη διάρκεια της έκκεντρης συστολής. Επιπροσθέτως, η ταυτόχρονη χρήση του χειρισμού Valsalva εκτόξευσε τις τιμές της αρτηριακής πίεσης ακόμη περισσότερο, οπότε υπολογίστηκαν προσεγγιστικά ενδοθωρακικές πιέσεις μέσω εκπνοής αέρα από το στόμα σε μία στήλη Hg και βρέθηκαν τιμές της τάξης των 30 - 50 mmHg (Adams et al., 2006). Οι αυξήσεις της πίεσης οφείλονται πιθανόν σε μηχανική συμπίεση των μυϊκών ινών κατά την άσκηση και σε αντανακλαστικά πίεσης όμοια με αυτά που ενεργοποιούνται κατά την ισομετρική συστολή, η οποία είναι γνωστό ότι επιφέρει τις μεγαλύτερες αλλαγές στην αρτηριακή πίεση (Cornelissen et al., 2011). Έτσι, η ανύψωση μερικών εκατοντάδων κιλών στην πρέσα ποδιών είναι δυνατό να προξενεί πιέσεις που υπερβαίνουν κατά πολύ την πίεση που απαιτείται για αιματικό περιορισμό, με άμεση συνέπεια την κατακόρυφη αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Επιπλέον, η αύξηση της πίεσης φαίνεται να εξαρτάται από τη μυϊκή μάζα. Ως εκ τούτου, όσο κλιμακώνεται η άσκηση επιστρατεύονται νέες κινητικές μονάδες του μυός, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της ενεργής μυϊκής μάζας και κατ' επέκταση της αρτηριακής πίεσης. Στην έκκεντρη συστολή, επειδή ο μυς έχει αποθηκευμένη ενέργεια, επιστρατεύονται λιγότερες κινητικές μονάδες οπότε συρρικνώνεται η χρησιμοποιούμενη μυϊκή μάζα και άρα παρουσιάζεται μείωση της αρτηριακής πίεσης (Adams et al., 2006).

Πίνακας 2.1. Συνοπτική βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις φυσιολογικές αποκρίσεις της πυγμαχίας.

Συγγραφείς, έτος	n	KΣ (bpm)	VO _{2max} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	[La ⁻] mmol.l ⁻¹	HGS (kg)	KAK (κάλυμμα Borg)	Κατ. ενέργεια (min ⁻¹)	ΔΠ	Πρωτόκολλο & πληροφορίες μελέτης
Bellinger et al., 1997	8	186±7		5,8±1,8			47 KJ		Προπονητική συνεδρία 1 h με διάλειμμα 3 x 3 min (εργόμετρο)
Smith et al., 2001	8	186±7	57,5±4,7		58,2±6,9				Εργομετρικές δοκιμασίες
Guidetti et al., 2002	8	>90%	41,0±6,5			18,6±0,8	11,2 Kcal		5 x 2 min (εργόμετρο, διαφορετικά tempo)
Kravitz et al., 2003	18						53,3 KJ		3 x 2 min (sprinting, μόνο γυναίκες)
Chatterjee et al., 2006	20								3 x 2 min (sprinting)
Khanna & Manna, 2006	21	183±5	61,7±9		52,6±5,1(Δ)				3 x 2 min (sprinting)
Smith, 2006	156	184	63,8±4,8	12,8±3	50,1±5,9(Α)				Στοιχεία από 26 έφηβους + 130 ενήλικες
Ramirez-Garcia et al., 2010	22				48,1±3,9(Δ)				HGS (11 έφηβοι + 11 ενήλικες)
Ghosh, 2010	6	192±6	59,5±4,7	14,5±0,6	46,4±4,1(Α)				4 x 2 min (στάκος) & 6 x 2 min (sprinting)
Siegler & Hirscher, 2010	10	193±3				19±0,3			4 x 3 min (sprinting)
Arseneau et al., 2011	9	195	62,2±4,1	9,4±2,2		13,6±2,1			3 x 2 min
Cerulinas et al., 2011	10				58,5±12,1(Δ)				Δυναμομέτρηση χτυπημάτων & HGS
El-Ashker & Nasr, 2012	17		64,6±7,2	8,7±1,1	56,8±9,4(Α)				Προπονητικό πρόγραμμα 8 εβδομάδων
De Lira et. al, 2013	10	199±5	52,2±7,2						3 x 2 min (sprinting)
Bruzaz et al., 2014	12	192±8	58,0±3,0						Μόνο μέγιστη δοκιμασία
Davis et al., 2014	10	174±13	59,8±4,3	9,5±1,8			102 KJ		3 x 2 min (στόχοι)
Uchida et al., 2014	8			6,2±1,8		5,8±1,9 (10-βάθμια)			45 min προπονητική συνεδρία
Chaabène et al., 2015			49-65		48,1±3,9(Δ)				Άρθρο ανασκόπησης
					46,4±4,1(Α)				
Cheema et al., 2015	12							-10% ΣΔΠ & -8% ΔΔΠ (πρεμίας)	Ασκήσεις: 4 συνεδρίες x 50-min /εβδ. για 12 εβδομάδες
Hanon et al., 2015	33	185±3		14,2±2,7					3 x 3 min (επίσημοι αγώνες)
Halperin et al., 2016	1		66						Case study σε προαγωνιστική φάση
Leduc-Gaudet et al., 2016	19						10,8 Kcal	-10,6% ΣΔΠ & -8,4% ΔΔΠ (αποκατάσταση)	15 min σε στάκο
Nassib et al., 2017	15	187±6	65,4±2	8,9±2,0					3 x 3 min (sprinting)
Nikolaïdis et al., 2017	15	187±7			14,6±2,7				3 x 3 min (sprinting)
Thomson & Lamb, 2017	28	189±11	57±5	4,7±1,2	8,2±1,1 (10-βάθμια)	30,7 Kcal			3 x 3 min (στόχοι)
El-Asker et al., 2018	11	182±5	55,4±6,9						3 x 3 min (στόχοι)
Finlay et al., 2018	9	169±14	55,0±6,1	4,3±2,6			14±2		3 x 3 min (στάκος)
Finlay et al., 2020	14	178±9	55,9±6	4,0±1,0		14±2			3 x 3 min (στόχοι & στάκος)

Ο πίνακας αναφέρει τις μέσες τιμές. Για τις μελέτες που περιλάμβαναν διαφορετικές κατηγορίες κλώνων ελήφθη η μέση κατηγορία ή αντίστοιχη με των δοκιμαζόμενων ~77 kg.

Επεξήγηση: n = αριθμός δοκιμαζόμενων, KΣ = μέγιστη καρδιακή συχνότητα που καταγράφηκε στο πρωτόκολλο, VO_{2max} = μέγιστη πρόοδη οξυγόνου στην αντίστοιχη δοκιμασία, [La⁻] συγκέντρωση γαλακτικού ανιόντος στο αίμα στο τέλος του πρωτοκόλλου, HGS = μέγιστη ισομετρική δύναμη, KAK = κάλυμμα αντιλαμβανόμενης κόπωσης, στο τέλος του πρωτοκόλλου, Κατ. ενέργεια = υπολογισθείσα ενέργεια που καταναλώθηκε, ΔΠ = μετασχηματισμένη κατάσταση συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Συμμετέχοντες

Στο πειραματικό πρωτόκολλο συμμετείχαν συνολικά 10 υγιείς άνδρες, ηλικίας 18 έως 35 ετών, αθλούμενοι στην πυγμαχία σε μέσο επίπεδο, οι οποίοι κατά την πειραματική διαδικασία βρίσκονταν στο τελείωμα της αγωνιστικής περιόδου.

3.2. Προϋποθέσεις συμμετοχής

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή στον κύκλο των πειραματικών διαδικασιών κάθε δοκιμαζόμενος απάντησε στο ερωτηματολόγιο ετοιμότητας για εκτέλεση φυσικής δραστηριότητας (PAR-Q, physical activity readiness questionnaire, Παράρτημα 7.1.2) και έδωσε τη γραπτή συναίνεσή του υπογράφοντας το σχετικό έντυπο που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό και επισυνάπτεται στο Παράρτημα 7.1.1. της παρούσας διατριβής. Η μελέτη εγκρίθηκε με το υπ' αριθ. 1108 από 13/03/2019 έγγραφο της Εσωτερικής Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας - Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Πριν από τη διεξαγωγή των δοκιμασιών δόθηκαν σαφείς οδηγίες για τη διατροφή που έπρεπε να ακολουθήσουν οι δοκιμαζόμενοι (Παράρτημα 7.1.3.), μεταξύ των οποίων τους ζητήθηκε να καταγράψουν τις τροφές και τα ποτά που θα κατανάλωναν την προηγούμενη της πυγμαχικής δοκιμασίας προκειμένου να επαναλάβουν όμοιο διαιτολόγιο την προηγούμενη της διεξαγωγής του δεύτερου πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο. Ειδικότερα, τους επιστήθηκε η προσοχή στον

αποκλεισμό τροφών ή ποτών που μπορούν να αυξομειώσουν την αρτηριακή πίεση (π.χ. σκόρδο, αλάτι) και στο χρόνο νηστείας προ της διεξαγωγής της δοκιμασίας που ορίστηκε σε δώρο. Αφέθηκε ελευθερία για ελαφρύ σνακ μέχρι 2 h πριν από τις δοκιμασίες (Bevegard et al., 1966; de Almeida et al., 2010), ενώ δεν επιτρέπονταν τα ροφήματα πλούσια σε καφεΐνη 12 h πριν από τις δοκιμασίες (Lynn et al., 2009). Επιπλέον, οι δοκιμαζόμενοι όφειλαν να είναι καλά ενυδατωμένοι έχοντας καταναλώσει περίπου 2,5 L νερού την προηγούμενη ημέρα (Smith et al., 2001) και για το λόγο αυτό τους ζητήθηκε να καταναλώσουν νερό τουλάχιστον 7 mL kg⁻¹ σωματικής μάζας κατά το χρονικό διάστημα 4 - 6 h πριν από τη διεξαγωγή κάθε δοκιμασίας. Σε περίπτωση που παρατηρούσαν ότι το χρώμα των ούρων τους ήταν σκούρο τους έχει συστηθεί να αυξήσουν την κατανάλωση ύδατος σε 10 mL kg⁻¹ σωματικής μάζας 2 h πριν από την έναρξη των δοκιμασιών (Sawka et al., 2007). Έλεγχος της ενυδάτωσης των δοκιμαζόμενων πραγματοποιήθηκε πριν από την έναρξη κάθε δοκιμασίας στο εργαστήριο με μακροσκοπική εξέταση του χρώματος των ούρων τους (Παράρτημα 7.1.3.) (Armstrong et al., 1998). Επίσης, εξαιρέθηκαν όσοι δοκιμαζόμενοι κατά δήλωσή τους είχαν λάβει φαρμακευτική αγωγή κατά το τελευταίο εικοσιτετράωρο (Lynn et al., 2009), καθώς και τυχόν υπερτασικοί δοκιμαζόμενοι. Ο αποκλεισμός των ανωτέρω κατηγοριών δοκιμαζόμενων στηρίχθηκε αποκλειστικά σε προσωπική τους δήλωση και εξαρτήθηκε από την ειλικρίνειά τους.

Συνολικά κάθε δοκιμαζόμενος υποβλήθηκε στις προκαταρκτικές μετρήσεις και σε δύο διαφορετικά πρωτό-

κόλλα άσκησης στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για τις ανάγκες της μελέτης οι δοκιμασίες έλαβαν χώρα με συγκεκριμένη σειρά και οι μετρήσεις των δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων έγιναν στην ίδια ζώνη ώρας της ημέρας (± 2 ώρες) και σε συνθήκες θερμοκρασίας ($25,0^{\circ}\text{C} - 28,4^{\circ}\text{C}$) και υγρασίας ($28\% - 34\%$) παρόμοιες για όλους.

3.3. Προκαταρκτικές διαδικασίες

3.3.1. Εξοικείωση με το πυγμαχικό πρωτόκολλο

Προκειμένου οι δοκιμαζόμενοι να φέρουν σε πέρας με επιτυχία το πυγμαχικό πρωτόκολλο προσομοίωσης με τον πυγμαχικό αγώνα, τους χορηγήθηκε για εξοικείωση / προετοιμασία ψηφιακός δίσκος ήχου (CD) που περιείχε ηχογραφημένες τις κινήσεις του πρωτοκόλλου «BOXFIT» των Thomson & Lamb (2017), όπως ακριβώς περιγράφονται στη δοκιμασία του πυγμαχικού πρωτοκόλλου που ακολουθεί (ενότητα 3.4.1).

3.3.2. Σωματομετρήσεις

Στην πρώτη συνεδρία οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε μετρήσεις σωματικής μάζας (kg) και ύψους (cm) με τη χρήση φαρμακευτικού ζυγού (Bilance Salus, Milano, Ιταλία), που έφερε προσαρμοσμένο αναστημόμετρο. Για την αξιολόγηση της μάζας σώματος οι δοκιμαζόμενοι στάθηκαν ακίνητοι πάνω στην πλατφόρμα του φαρμακευτικού ζυγού, χωρίς να κρατιούνται από κάποιο σταθερό σημείο, μέχρις ότου σταθεροποιηθεί στην παλάντζα η ένδειξη του βάρους τους, που μετρήθηκε από την ερευνήτρια. Οι δοκιμαζόμενοι έφεραν ελαφρύ ρουχισμό, άλλα δεν έφεραν υποδήματα.

Το ύψος των δοκιμαζόμενων μετρήθηκε χωρίς υποδήματα. Οι δοκιμαζόμενοι αρχικά τοποθετήθηκαν με την πλάτη και τους γοφούς να εφάπτονται στο αναστημόμετρο και κατά τη διάρκεια της μέτρησης κοιτάζαν ευθεία μπροστά και είχαν τα πόδια ενωμένα. Το ύψος υπολογίστηκε από τη μεγαλύτερη απόσταση του άνω μέρους του κρανίου από το έδαφος, με τη βοήθεια ενός κινούμενου στελέχους που υπήρχε επί του αναστημόμετρου.

Για την αξιολόγηση του % ποσοστού σωματικού λίπους χρησιμοποιήθηκε το αναλογικό δερματοπτυχόμετρο Harpenden HSB-BI (Baty International, Camberley, Μεγάλη Βρετανία), με το οποίο μετρήθηκε το πάχος συνολικά τεσσάρων δερματοπτυχών. Οι μετρήσεις ελήφθησαν από το δεξί μέρος του σώματος των δοκιμαζόμενων. Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις για κάθε δερματοπτυχή σε δύο κύκλους μετρήσεων. Αρχικά, σε όρθια θέση μετρήθηκε η δερματοπτυχή του δικέφαλου βραχιόνιου (biceps) που εντοπίζεται στο μέσο της απόστασης από το ακρώμιο ως το ωλέκραιο και στη συνέχεια στο ίδιο ύψος μετρήθηκε η δερματοπτυχή του τρικέφαλου βραχιόνιου (triceps). Ακολούθησε εκείνη του υποπλάτιου (subscapular), που βρίσκεται ακριβώς κάτω από την ωμοπλάτη και του υπερλαγόνιου (supraspinale) που εντοπίζεται στα ~2 cm πάνω από την πρόσθια λαγόνια ακρολοφία. Ο υπολογισμός του σωματικού λίπους έγινε μέσω της εξίσωσης των Durnin & Womersley (Durnin & Womersley, 1974).

3.3.3. Δυναμομετρήσεις

Στη συνέχεια οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε μετρήσεις δύναμης των άνω και κάτω άκρων με φορητά, αναλογικά όργανα.

Η χειροδυναμομέτρηση έγινε με τη χειρολαβή Jamar Hydraulic Hand Dynamometer (Sammons Preston, Inc., Bolingbrook, IL, Η.Π.Α.). Αρχικά, κάθε δοκιμαζόμενος από όρθια θέση στεκόταν με τα χέρια παρακείμενα στο σώμα σε χαλαρή θέση. Το χειροδυναμόμετρο τοποθετούνταν στο υπό δοκιμή χέρι και τους ζητούνταν να το συσφίξουν ασκώντας τη μέγιστη δύναμή τους.

Η μέτρηση της δύναμης στα κάτω άκρα πραγματοποιήθηκε με το δυναμόμετρο Takei Kiki Kogyo (Takei Scientific Instruments, Co., Ltd, Niigata, Japan). Για τη μέτρηση της δύναμης των κάτω άκρων με τρόπο έγκυρο και αξιόπιστο, η θέση και η κίνηση που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της μέτρησης από τους δοκιμαζόμενους ήταν συγκεκριμένη, ώστε να απομονώνονται οι μύες που δοκιμάζονταν. Ειδικότερα, το όργανο τοποθετήθηκε δίπλα σε τοίχο και κάθε δοκιμαζόμενος στάθηκε όρθιος με την επιφάνεια των πελμάτων του να πατά ολόκληρη πάνω στην πλατφόρμα του οργάνου, κρατώντας ανά χείρας τη λαβή του οργάνου, η οποία συνδεόταν μέσω αλυσίδας με το υπόλοιπο σώμα του οργάνου. Οι δοκιμαζόμενοι ακουμπούσαν εξ ολοκλήρου στον τοίχο με τις ωμοπλάτες, τη ράχη και τους γλουτούς τους, με τα κάτω άκρα να βρίσκονται σε απόσταση περίπου 15 cm από αυτόν, λυγισμένα στην άρθρωση του γονάτου σε γωνία περίπου 135°, ώστε η αλυσίδα της λαβής να είναι τεντωμένη (προσαρμόστηκε κατάλληλα) και να περνάει ανάμεσα από τα πόδια τους. Τα χέρια των δοκιμαζόμενων που κρατούσαν τη λαβή ήταν πλήρως εκτεταμένα. Από αυτήν την αρχική θέση τους ζητήθηκε καταβάλλοντας μέγιστη προσπάθεια να εκτείνουν τα κάτω άκρα τους, τεντώνοντας τα γόνατα και να ευθυγραμμίσουν το σώμα τους

τραβώντας παράλληλα τη λαβή, χωρίς τράνταγμα.

Για τις δυναμομετρήσεις αρχικά έγινε μία δοκιμαστική προσπάθεια εξοικείωσης και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν 2 προσπάθειες με ενδιάμεσα διαλείμματα των 2 min και καταγράφηκε η μέγιστη εξ αυτών με ακρίβεια ± 1 kg (Coldwells et al., 1994; Mathiowetz, 2002). Σε όλες τις προσπάθειες υπήρχε ισχυρή λεκτική παρότρυνση των δοκιμαζόμενων από την ερευνήτρια.

3.3.4. Προσδιορισμός της μέγιστης παραγόμενης ισχύος στο κυκλοεργόμετρο (W_{max})

Η δοκιμασία για τον προσδιορισμό της μέγιστης παραγόμενης ισχύος στο κυκλοεργόμετρο έγινε μετά τις σωματομετρήσεις και δυναμομετρήσεις. Εν προκειμένω, χρησιμοποιήθηκε το κυκλοεργόμετρο Monark Ergonomic 894 E (Monark Exercise, Vansbro, Σουηδία) με χειροκίνητα ρυθμιζόμενη αντίσταση. Για κάθε δοκιμαζόμενο υπολογίστηκε το 7,5 % της σωματικής του μάζας που μετρήθηκε αμέσως προηγουμένως σε κιλά και τοποθετήθηκε το αντίστοιχο βάρος στην ειδική θέση του κυκλοεργόμετρου.

Οι δοκιμαζόμενοι ξεκίνησαν με ζέσταμα διάρκειας 3 min, χωρίς αντίσταση. Στη συνέχεια, ποδηλάτησαν στη μέγιστη ένταση για 2 - 3 δευτερόλεπτα, χωρίς αντίσταση, και μετά από αντίστροφη χρονομέτρηση προστέθηκαν απευθείας από την ερευνήτρια όλα τα κιλά της υπολογισθείσας αντίστασης. Οι δοκιμαζόμενοι συνέχιζαν να ποδηλατούν με αμείωτη μέγιστη ένταση, χωρίς να σηκώνονται από τη σέλα, για χρονικό διάστημα 10 s. Καταγράφηκε ο μέγιστος αριθμός περιστροφών που επετεύχθη εντός του χρόνου της

δοκιμασίας. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας υπήρχε ισχυρή λεκτική παρότρυνση των δοκιμαζόμενων από την ερευνήτρια.

3.3.5. Προσδιορισμός της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($\dot{V}O_{2\max}$ test)

Η δοκιμασία μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου πραγματοποιήθηκε για κάθε δοκιμαζόμενο στην πρώτη συνεδρία, μαζί με τις λοιπές προκαταρκτικές δοκιμασίες. Για την εκτέλεση του πρωτοκόλλου χρησιμοποιήθηκε το δαπεδοργόμετρο Technogym (Technogym S.P.A., Cesena, Ιταλία) που διατίθεται στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας στις εγκαταστάσεις της Σ.Ε.Φ.Α.Α.. Πριν από τη δοκιμασία δόθηκαν σαφείς οδηγίες σε κάθε δοκιμαζόμενο για την εκτέλεσή της και επισημάνθηκαν οι κίνδυνοι τους οποίους πιθανόν ενείχε η διαδικασία (π.χ. εμφάνιση ζαλάδας στο τέλος, υψηλή κόπωση, αίσθημα δυσφορίας κ.ο.κ.). Πριν από την έναρξη της δοκιμασίας προσαρμόστηκε κάτω από το ύψος του στήθους κάθε δοκιμαζόμενου η ειδική ζώνη μέτρησης της καρδιακής συχνότητας που συνοδεύει το καρδιοσυχνόμετρο Garmin Fenix3 (Garmin, Lenexa, KS, Η.Π.Α.) για την παρακολούθηση της εν λόγω φυσιολογικής παραμέτρου. Επιπλέον, προσαρμόστηκε επί του προσώπου ειδική μάσκα συλλογής εκπνεόμενων αερίων, η οποία συνδέθηκε με το εργοσπιρόμετρο ανοικτού κυκλώματος Ultima SeriesTM της εταιρείας MedGraphics (MGC Diagnostics, Saint Paul, MN, Η.Π.Α.). Για την αποφυγή απώλειας αέρα από τη μύτη χρησιμοποιήθηκε ρινικό πίεστρο που έφραζε το συγκεκριμένο αεραγωγό. Αρχικά, το δαπεδοεργόμετρο ρυθμίστηκε σε 6 km h⁻¹ για χρονικό διάστημα 2 min, μετά την παρέλευση του οποίου, η ταχύτητα αυξανόταν κατά 2 km h⁻¹ κάθε δίλεπτο έως ότου

επέλθει κόπωση του δοκιμαζόμενου και ένεκα αυτής οικειοθελής διακοπή της δοκιμασίας. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας υπήρχε ισχυρή λεκτική παρότρυνση των δοκιμαζόμενων από την ερευνήτρια. Τελικά, το δαπεδοεργόμετρο ρυθμίστηκε και πάλι σε ταχύτητα 6 km h⁻¹ για αποθεραπεία διάρκειας 2 min (Khanna & Manna, 2006). Η δοκιμασία ολοκληρώνονταν εφόσον πληρούνταν τουλάχιστον 3 από τα κάτωθι 4 κριτήρια: α) σταθεροποίηση της πρόσληψης οξυγόνου παρά την αύξηση της επιβάρυνσης ή αύξηση μικρότερη των 150 mL min⁻¹, β) αναπνευστικό πηλίκο (RER) τουλάχιστον 1,15, γ) καρδιακή συχνότητα τουλάχιστον $K\Sigma_{\max} - 10$, υπολογίζοντας την $K\Sigma_{\max}$ από την εξίσωση 220 - ηλικία και δ) Κ.Α.Κ. (RPE) τουλάχιστον 19 στην 20-βάθμια κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης του Borg. Η καρδιακή συχνότητα παρακολουθούνταν συνεχώς και καταγραφόταν κάθε 30 s, ενώ πριν από κάθε αλλαγή ταχύτητας στο δαπεδοεργόμετρο, επιδεικνύονταν στο δοκιμαζόμενο πίνακας που ανέγραφε την 20-βάθμια κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης του Borg, ώστε να αξιολογείται το επίπεδο κόπωσης του σταδίου που προηγήθηκε. Επιπλέον, μετά 1 και 3 min από το πέρας της δοκιμασίας ελήφθη από το δάκτυλο κάθε δοκιμαζόμενου τριχοειδικό αίμα για την αξιολόγηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, για τη μέτρηση της οποίας χρησιμοποιήθηκε το μικροφωτόμετρο Dr. Lange LP 20 Miniphotometer plus (Hach Company, Loveland - CO, Η.Π.Α.) με ειδικά αντιδραστήρια (Mini-Cuvettes, LKM 140, Γερμανία).

Από τη δοκιμασία αυτή αποκτήθηκε επιπλέον και η $K\Sigma_{\max}$ των δοκιμαζόμενων.

3.4. Συγκρινόμενα πρωτόκολλα άσκησης

3.4.1. Πυγμαχικό πρωτόκολλο

Το πυγμαχικό πρωτόκολλο προσομοίωσης με ερασιτεχνικό αγώνα πραγματοποιήθηκε πρώτο σε σειρά, με τη χρήση στόχων προπόνησης από την ερευνήτρια. Μετά την άφιξη των δοκιμαζόμενων στο εργαστήριο Εργοφυσιολογίας στις εγκαταστάσεις της Σ.Ε.Φ.Α.Α. και πριν από τη δοκιμασία δόθηκαν σαφείς οδηγίες για την αποφυγή ατυχημάτων και σφαλμάτων και κάθε δοκιμαζόμενος επέδωσε με ειδικούς επιδέσμους (μπαντάζ) τα χέρια του. Επίσης, προσαρμόστηκε κάτω από το ύψος του στήθους κάθε δοκιμαζόμενου η ειδική ζώνη μέτρησης της καρδιακής συχνότητας που συνοδεύει το καρδιοσυχνόμετρο Garmin Fenix3 (Garmin, Lenexa, KS, Η.Π.Α.). Στη συνέχεια οι δοκιμαζόμενοι αφέθηκαν σε καθιστή θέση για χρονικό διάστημα 5 min μετά την παρέλευση του οποίου προσαρμόστηκε στον αριστερό τους βραχίονα η περιχειρίδα του ψηφιακού σφυγμομανόμετρου που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις της παρούσας διατριβής (Criticon Dinamp Vital Signs Monitor 1846, SX, Η.Π.Α.) και στο δεξί τους βραχίονα η περιχειρίδα από αναλογικό σφυγμομανόμετρο (Kessler pressure logic 106), ούτως ώστε να ληφθεί η αρτηριακή πίεση ηρεμίας. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε ελεύθερη προθέρμανση διάρκειας 5 min στο 50 - 55 % της $KΣ_{max}$, που βρέθηκε από την προηγούμενη συνεδρία και περιελάμβανε ελαφρύ τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο και διατάσεις για κάθε δοκιμαζόμενο. Μετά την προθέρμανση ελήφθη εκ νέου μέτρηση της αρτηριακής πίεσης σε καθιστή θέση.

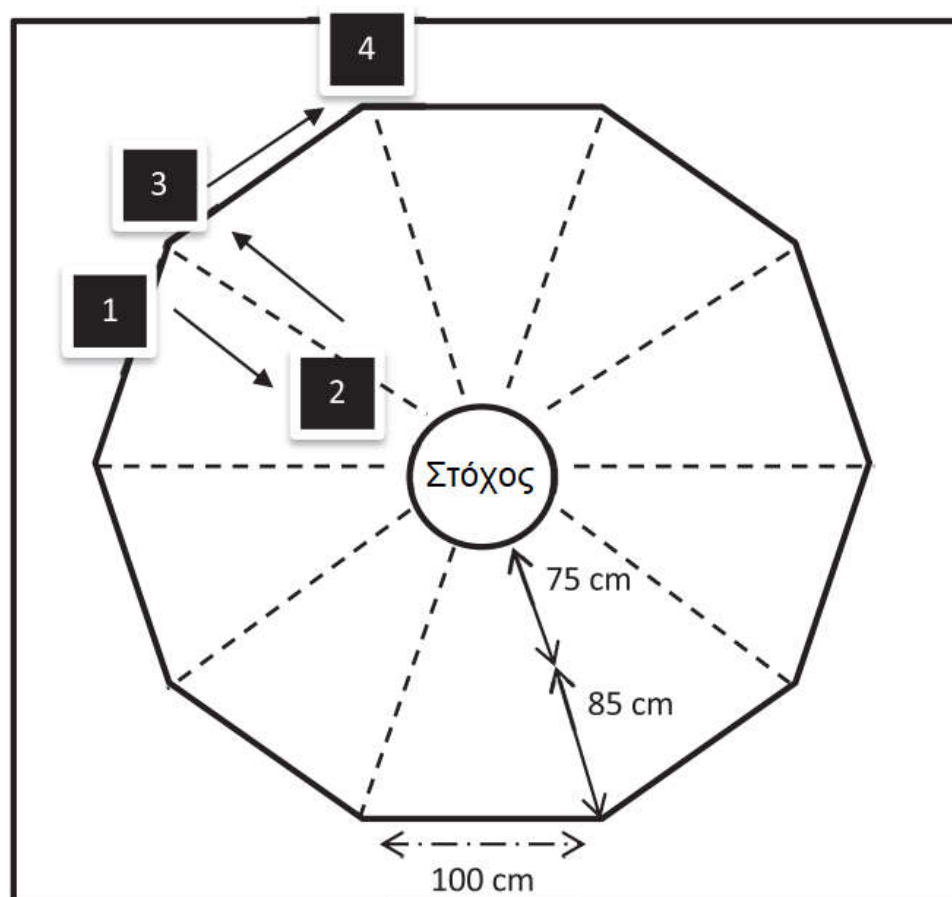
Μετά τη λήψη των μετρήσεων αυτών ακολούθησε η εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου, για τις

ανάγκες του οποίου οι δοκιμαζόμενοι φόρεσαν πυγμαχικά γάντια μεγέθους 10 oz. Η δοκιμασία ήταν διαλειμματική με συνολική διάρκεια 11 min (9 min άσκησης). Ειδικότερα, αποτελούνταν από 3 γύρους των 3 min έκαστος, ανάμεσα στους οποίους μεσολαβούσε διάλειμμα διάρκειας 1 min. Το πρωτόκολλο BOXFIT που κλήθηκαν να εκτελέσουν οι δοκιμαζόμενοι περιλαμβάνει 26 χτυπήματα σε συνολικά 15 επιθέσεις και 12 αμυντικές ενέργειες ανά λεπτό, όπως ακριβώς περιγράφονται στο Σχήμα 3.1. και τον Πίνακα 3.1. που ακολουθούν. Οι εντολές για εκτέλεση των χτυπημάτων είχαν προηγουμένως ηχογραφηθεί και υπαγορεύονταν μέσω ηχοσυστήματος για την αποφυγή σφαλμάτων κατά τη διαδικασία, όπως ακριβώς περιγράφεται στο πρωτότυπο πρωτόκολλο. Η καρδιακή συχνότητα παρακολουθούνταν συνεχώς και καταγραφόταν ανά 10 s. Επιπλέον, με την έναρξη κάθε μονόμετρου διαλείμματος λαμβάνονταν μέτρηση της αρτηριακής πίεσης σε καθιστή θέση. Προκειμένου να μη χαθούν μετρήσεις από το δεξί βραχίονα των δοκιμαζόμενων λαμβάνονταν, ταυτόχρονα με το ψηφιακό όργανο, δεύτερες μετρήσεις με το αναλογικό σφυγμομανόμετρο. Οι μετρήσεις εξακολουθούσαν και μετά το πέρας της δοκιμασίας σε καθιστή θέση και σε χρονικά διαστήματα των 5 min μέχρι τη συμπλήρωση 45 min αποκατάστασης. Σε κάθε διάλειμμα, αμέσως μετά το πέρας της δοκιμασίας, καθώς και 10 min και 30 min μετά τη λήξη της δοκιμασίας ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να αξιολογήσουν την κόπωσή τους βάσει της 20-βάθμιας κλίμακας αντιλαμβανόμενης κόπωσης, καθώς έχει δειχθεί ότι πρόκειται για το χρονικό σημείο κατά το οποίο οι ασκούμενοι μπορούν να προσδιορίσουν με εγκυρότητα τη συνολική επιβάρυνση που δέχθηκαν καθόλη τη

συνεδρία που προηγήθηκε (Borg, 1973; Foster et al., 2001; Uchida et al., 2014).

Επιπλέον, 1 και 3 min μετά το τέλος της δοκιμασίας ελήφθη από το

ακροδάκτυλο τριχοειδικό αίμα που αναλύθηκε με το μικροφωτόμετρο για την αξιολόγηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα (Arseneau et al., 2011; Smith et al., 2001).



Σχήμα 3.1. Χωροταξική απεικόνιση της εκτέλεσης του πυγμαχικού πρωτοκόλλου (προσαρμόστηκε από το άρθρο των Thomson & Lamb, 2017).

Πίνακας 3.1. Οι κινήσεις του πυγμαχικού πρωτοκόλλου «BOXFIT» που εκτέλεσαν οι δοκιμαζόμενοι.

α/α κίνησης	Κατεύθυνση κίνησης	Χτυπήματα				Κατεύθυνση κίνησης	Άμυνα
		1 ^ο	2 ^ο	3 ^ο	4 ^ο		
1	Εμπρός αριστερά	Μπροστινό ίσιο				Πίσω	Μπλοκ με τα 2 χέρια
2	Εμπρός αριστερά	Μπροστινό κροσέ				Πίσω	Μπλοκ με το δεξί χέρι
3	Εμπρός αριστερά	Πίσω ίσιο	Μπροστινό κροσέ			Πίσω	Αγκάλιασμα
4	Εμπρός αριστερά	Μπροστινό ίσιο				Πίσω	Μπλοκ με τα 2 χέρια
5	Εμπρός αριστερά	Μπροστινό κροσέ				Πίσω	Μπλοκ με το δεξί χέρι
6	Εμπρός αριστερά	Πίσω ίσιο	Μπροστινό κροσέ			Πίσω	Αλλαγή επιπέδου
7	Εμπρός αριστερά	Πίσω ίσιο				Πίσω	Αποφυγή πίσω
8	Εμπρός αριστερά	Μπροστινό ίσιο	Πίσω κροσέ			Πίσω	Αποφυγή πίσω
9	Εμπρός αριστερά	Μπροστινό ίσιο	Πίσω κροσέ	Μπροστινό κροσέ		Πίσω	Αποφυγή πίσω
10	Εμπρός αριστερά	Πίσω ίσιο				Πίσω	Άμυνα με βήμα
11	Εμπρός δεξιά	Μπροστινό ίσιο	Πίσω κροσέ			Πίσω	Άμυνα με βήμα
12	Εμπρός δεξιά	Μπροστινό ίσιο	Πίσω ίσιο	Μπροστινό κροσέ		Πίσω	Άμυνα με βήμα
13	Εμπρός	Μπροστινό ίσιο				Πίσω	
14		Μπροστινό ίσιο					
15		Μπροστινό ίσιο	Πίσω ίσιο	Μπροστινό κροσέ	Πίσω κροσέ	Πίσω	

3.4.2. Πρωτόκολλο στο δαπεδο-εργόμετρο στην ίδια ΚΣ με το πυγμαχικό πρωτόκολλο

Η δεύτερη κατά σειρά δοκιμασία απείχε 2 ημέρες το ελάχιστο και 10 ημέρες το μέγιστο από την πρώτη, προκειμένου να έχει παρέλθει η κόπωση από την πρώτη δοκιμασία,

χωρίς ωστόσο να έχει αλλάξει η απόδοση των δοκιμαζόμενων. Η δοκιμασία ήταν, παρομοίως με την πρώτη συνεδρία, διαλειμματική και διεξήχθη σε 3 γύρους των 3 min με δύο ενδιάμεσα διαλείμματα διάρκειας 1 min το καθένα. Πριν από τη δοκιμασία δόθηκαν σαφείς οδηγίες στους δοκιμαζόμενους και οι μετρήσεις της

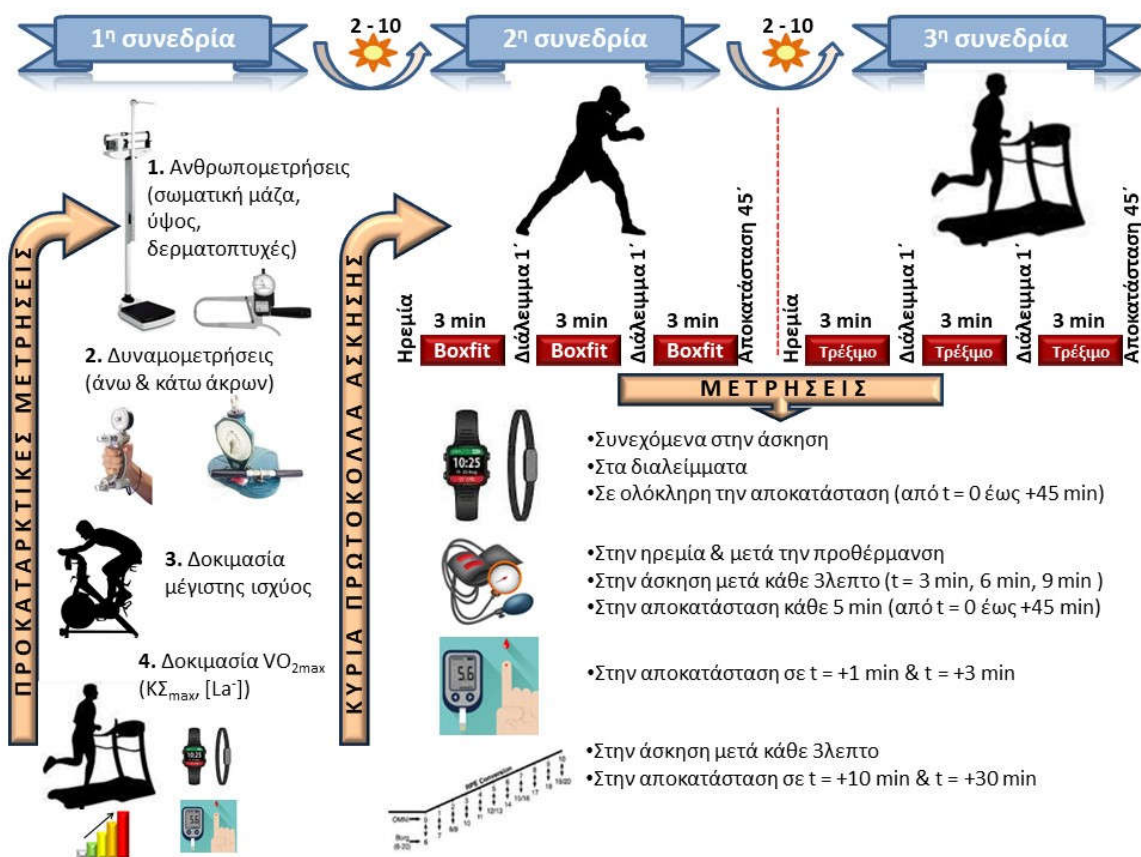
αρτηριακής πίεσης έλαβαν χώρα με τα ίδια όργανα, τον ίδιο τρόπο και στις ίδιες χρονικές στιγμές που είχαν ληφθεί και στη συνεδρία της δοκιμασίας πυγμαχικής προπόνησης, δηλαδή σε καθιστή θέση και μετά την παρέλευση χρονικού διαστήματος 5 min σε ηρεμία, μετά την ολοκλήρωση 5 min προθέρμανσης, κατά τα διαλείμματα της άσκησης, καθώς και σε χρονικά διαστήματα των 5 min μέχρι τη συμπλήρωση 45 min αποκατάστασης.

Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να εκτελέσουν στο δαπεδοεργόμετρο άσκηση ίσου χρόνου και ίδιας έντασης με αυτή που εκτέλεσε ο καθένας τους κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο. Η επίτευξη ίδιας έντασης με το πυγμαχικό πρωτόκολλο διασφαλίστηκε ως εξής: κατά την εκτέλεση του πρωτοκόλλου κάθε δοκιμαζόμενος εκκινούσε το τρέξιμο με ταχύτητα $\sim 7 \text{ km h}^{-1}$ και παρακολουθώντας την καρδιακή του συχνότητα η ταχύτητα του δαπεδοεργομέτρου αύξανε ως το επίπεδο που επέφερε καρδιακή συχνότητα ίση με τη μέση καρδιακή συχνότητα που είχε επιτευχθεί κατά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου στο συγκεκριμένο γύρο (μέσα σε περίπου 15 s). Η καρδιακή συχνότητα παρακολουθούνταν συνεχώς και καταγραφόταν, ανά 10 s, απευθείας σε ειδικό υπολογιστικό φύλλο εργασίας που κατασκευάστηκε

για το σκοπό αυτό, προκειμένου να γίνεται επί τόπου σύγκριση της παρατηρούμενης μέσης καρδιακής συχνότητας του γύρου στο δαπεδοεργόμετρο με την μέση καρδιακή συχνότητα του πυγμαχικού πρωτοκόλλου. Στην περίπτωση που οι συγκρινόμενες καρδιακές συχνότητες δεν συνέπιπταν επακριβώς η διόρθωση, με σκοπό την ταύτιση των καρδιακών συχνοτήτων στα δύο πρωτόκολλα, γινόταν με μικρή αυξομείωση της ταχύτητας του διαδρόμου. Όμοια με την πρώτη δοκιμασία σε κάθε διάλειμμα, αμέσως μετά το πέρας της δοκιμασίας, καθώς και 10 min και 30 min μετά τη λήξη της δοκιμασίας (Foster et al., 2001; Uchida et al., 2014) ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να αξιολογήσουν την κόπωσή τους βάσει της 20-βάθμιας κλίμακας αντιλαμβανόμενης κόπωσης (Borg, 1973).

Επιπλέον, 1 και 3 min από το τέλος της δοκιμασίας ελήφθη από το ακροδάκτυλο τριχοειδικό αίμα που αναλύθηκε με το μικροφωτόμετρο για την αξιολόγηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα.

Συνολικά οι δοκιμασίες στις οποίες συμμετείχαν οι δοκιμαζόμενοι, καθώς και οι μετρήσεις που θα πραγματοποιήθηκαν αποτυπώνονται στο Σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.2.).



Σχήμα 3.2. Σχηματική αναπαράσταση των προκαταρκτικών μετρήσεων και των μετρήσεων των συγκρινόμενων πρωτοκόλλων που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο για κάθε δοκιμαζόμενο.

3.5. Όργανα, μετρήσεις και υπολογισμοί

Για τους σκοπούς της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι όργανα:

- ο Για την αξιολόγηση της σωματικής μάζας και του ύψους φαρμακευτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1 kg (Balance Salus, Milano, Ιταλία) με προσαρμοσμένο αναστημόμετρο με ακρίβεια 1 cm.
- ο Για τη μέτρηση των δερματοπτυχών δερματοπτυχόμετρο Harpenden HSB-BI (Baty International, Camberley, H.B.). Με τη μέθοδο των δερματοπτυχών αρχικά υπολογίζεται η πυκνότητα του σώματος και στη συνέχεια με τη χρήση εξισώσεων παλινδρόμησης

υπολογίζεται το ποσοστό σωματικού λίπους. Η σωματική πυκνότητα αντιστοιχεί στο πηλίκο της μάζας σώματος προς τον όγκο:

$$Db = Mb / Vb$$

όπου Db είναι η πυκνότητα σώματος, Mb η μάζα σώματος και Vb ο όγκος σώματος.

Για τον προσδιορισμό της σωματικής πυκνότητας των δοκιμαζομένων χρησιμοποιήθηκαν οι γενικευμένες εξισώσεις παλινδρόμησης των Durnin & Womersley που προβλέπουν τη σωματική πυκνότητα ενήλικων ανδρών (Durnin & Womersley, 1974). Ειδικότερα, ανάλογα με την ηλικία

των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις:

$$Db = 1,1620 - 0,0630 \times \log \Sigma_{\text{δερμ/χων}} \\ (17 - 19 \text{ ετών})$$

$$Db = 1,1631 - 0,0632 \times \log \Sigma_{\text{δερμ/χων}} \\ (20 - 29 \text{ ετών})$$

$$Db = 1,1422 - 0,0544 \times \log \Sigma_{\text{δερμ/χων}} \\ (30 - 39 \text{ ετών})$$

Έπειτα, υπολογίσθηκε το ποσοστό της λιπώδους και άλιπης μάζας των δοκιμαζόμενων, μέσω της εξίσωσης Siri (Siri, 1956).

$$\% \text{ FM} = [(4,95/Db) - 4,5] \times 100$$

όπου FM είναι το σωματικό λίπος.

Ο υπολογισμός του ποσοστού της λιπώδους και άλιπης μάζας μέσω της παραπάνω εξίσωσης στηρίζεται στο μοντέλο των δυο διαμερισμάτων (λιπώδης και άλιπη μάζα).

- ο Για τις μετρήσεις της αρτηριακής πίεσης χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό πιεσόμετρο Criticon (Dinamp Vital Signs Monitor 1846, SX, H.Π.Α.) και το αναλογικό σφυγμομανόμετρο Kessler (Kessler pressure logic KS 106, Kessler Clinica), τα οποία έχουν ελεγχθεί ως προς την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης (Sawyer, Guikema, & Siegel, 2004; <http://www.kesslermed.com/>).
- ο Σύστημα σπυρομετρίας ανοικτού κυκλώματος (Ultima CPX, Medgraphics, USA) για τη μέτρηση της πρόσληψης οξυγόνου και των υπόλοιπων αναπνευστικών παραμέτρων. Πριν από κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση του οργάνου με μετρήσεις που ελήφθησαν από δύο αέρια διαλύματα αναφοράς περιεκτικότητας 20,95 % O₂ : 0,03 % CO₂ και 12,02 % O₂ : 5,03 % CO₂, αντιστοίχως. Επίσης, έγινε βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου αρχικά για μηδενική ροή αέρα και κατόπιν με ροή όγκου αέρα χρησιμοποιώντας ειδικό συρίγγιο που περιέχει αέρα γνωστού όγκου 3 L (3 lit calibration syringe, Medgraphics, USA). Οι τιμές συλλέχθηκαν και αποθηκεύτηκαν ανά αναπνοή (breath by breath). Για τον υπολογισμό κάθε μίας από τις μεταβλητές, σε κάθε στάδιο επιβάρυνσης ελήφθη υπόψη ο μέσος όρος των τιμών των τελευταίων 30 s, ούτως ώστε οι μετρήσεις να ανταποκρίνονται στο παρατηρούμενο επίπεδο άσκησης.
- ο Για την ειδική αθλητική δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο «BOXFIT» των Thomson & Lamb, το οποίο όπως δημοσιεύτηκε πρόσφατα είναι έγκυρο ως προς την προσομοίωση με ερασιτεχνικό πυγμαχικό αγώνα και αξιόπιστο (Thomson & Lamb, 2017a, 2017b).
- ο Για τη μέτρηση των καρδιακών παλμών έγινε χρήση του καρδιοσυχνόμετρου Garmin Fenix 3 (Garmin, Kansas, H.Π.Α.) με την ειδική ζώνη μέτρησης που προσαρμόζεται κάτω από το ύψος του στήθους για καλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων (Henriksen et al., 2018).
- ο Για τη χειροδυναμομέτρηση έγινε χρήση του χειροδυναμόμετρου Jamar Hydraulic Hand Dynamometer (Performance Health, Warrenville, IL, H.Π.Α.), του οποίου η εγκυρότητα και αξιοπιστία είναι δεδομένες και δύναται να μετρήσει δύναμη έως 90 kg (Guerra & Amaral, 2009).
- ο Στις δυναμομετρήσεις των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε το δυναμόμετρο Takei Kiki Kogyo (Takei

Scientific Instruments, Co., Ltd, Niigata, Japan), το οποίο είναι κατάλληλο για μετρήσεις δύναμης από 0 έως 300 kg και έχει δειχθεί ότι παρουσιάζει εγκυρότητα και αξιοπιστία (Coldwells et al., 1994).

- ο Για την αξιολόγηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού χρησιμοποιήθηκε το μικροφωτόμετρο Dr. Lange LP 20 Miniphotometer plus (Hach Company, Loveland - CO, Η.Π.Α.) με ειδικά αντιδραστήρια (Mini Cuvettes, LKM 140, Γερμανία).
- ο Για τη δοκιμασία προσδιορισμού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου έγινε χρήση του ηλεκτροκίνητου δαπεδοεργόμετρου Technogym (Technogym S.P.A., Cesena, Ιταλία).
- ο Για τη δοκιμασία προσδιορισμού της μέγιστης παραγόμενης ισχύος έγινε χρήση του κυκλοεργόμετρου Monark Ergomedic 894 E (Monark Exercise, Vansbro, Σουηδία) με χειροκίνητα ρυθμιζόμενη αντίσταση.

Προκειμένου να υπολογισθεί το έργο (work, W) ελήφθη υπόψη ότι ισχύει:

$$W = F \times s$$

όπου F είναι η αντίσταση που είχε επιλεγεί στο κυκλοεργόμετρο και s η διανυθείσα απόσταση. Το s βρέθηκε θεωρώντας ότι κάθε πλήρης περιστροφή των πεταλιών στο κυκλοεργόμετρο αντιστοιχεί σε διανυθείσα απόσταση 6 m, ως εξής:

$$s = \text{rpm}_{\max} \times 6 \text{ m}$$

και για τη μετατροπή του έργου σε Watts χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$W_{\max} (\text{watts}) = W / 6 \text{ kg} \cdot \text{m Watts}^{-1}$$

- ο Για τον προσδιορισμό του Δείκτη Αντιλαμβανόμενης Κόπωσης χρησι-

μοποιήθηκε η 20-βάθμια κλίμακα του Borg (Borg, 1973).

- ο Χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο ετοιμότητας για εκτέλεση φυσικής δραστηριότητας (PAR-Q).
- ο Χρησιμοποιήθηκε πυγμαχικός εξοπλισμός (στόχοι, γάντια και μπαντάζ).

3.6. Στατιστική ανάλυση

Με τη βοήθεια του αλγόριθμου που παρέχεται στην ηλεκτρονική σελίδα <http://www.biomath.info/power/prt.htm> υπολογίστηκε το μέγεθος του δείγματος που απαιτούνταν για την παρούσα μελέτη και βρέθηκε ίσο με 9 δοκιμαζόμενους. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό προσαρμόστηκαν από την έρευνα του Jones και των συνεργατών του (Jones et al., 2009) και αφορούσαν κλινικά στατιστικές σημαντικές διαφορές μετασκησιακής πίεσης μεταξύ δύο πρωτοκόλλων της τάξης των 5 mmHg με τυπική απόκλιση ≤ 4 mmHg, statistical power = 0,90 και $\alpha = 0,05$.

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση ANOVA διπλής κατεύθυνσης (πρωτόκολλο άσκησης $\times$ χρόνος) για εξαρτημένα δείγματα με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Για τη σύγκριση της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα πραγματοποιήθηκε t-test για εξαρτημένα δείγματα. Επιπλέον, έγιναν αναλύσεις γραμμικής συσχέτισης μέσω του συντελεστή Pearson (r). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε σε $\alpha = 0,05$. Για τις στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Statistica, έκδοση 13.3.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Συμμετέχοντες

Οι τιμές αποτυπώνονται με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού ψηφίου ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά. Στο πειραματικό πρωτόκολλο συμμετείχαν συνολικά 10 υγιείς άνδρες, αθλούμενοι στην πυγμαχία, ηλικίας $25,0 \pm 6,6$ ετών, ύψους $174,4 \pm 6,6$ cm, σωματικής μάζας $77,5 \pm 10,6$ kg με Δείκτη Μάζας Σώματος $24,9 \pm 1,9$ και προπονητική ηλικία μεταξύ 1,5 και 6 έτη (μ.ο. αγώνων 8,5), πλην ενός που είχε προπονητική ηλικία 15 ετών. Οι συμμετέχοντες γυμνάζονταν ερασιτεχνικά σε τρία από τα τοπικά γυμναστήρια συνοικιών του Πειραιά. Είχαν ποσοστό σωματικού λίπους $16,2 \pm 3,3$ % που αντιστοιχούσε σε $12,4 \pm 3,6$ kg λίπους και η άλιπη μάζα τους ήταν $63,3 \pm 7,2$ kg.

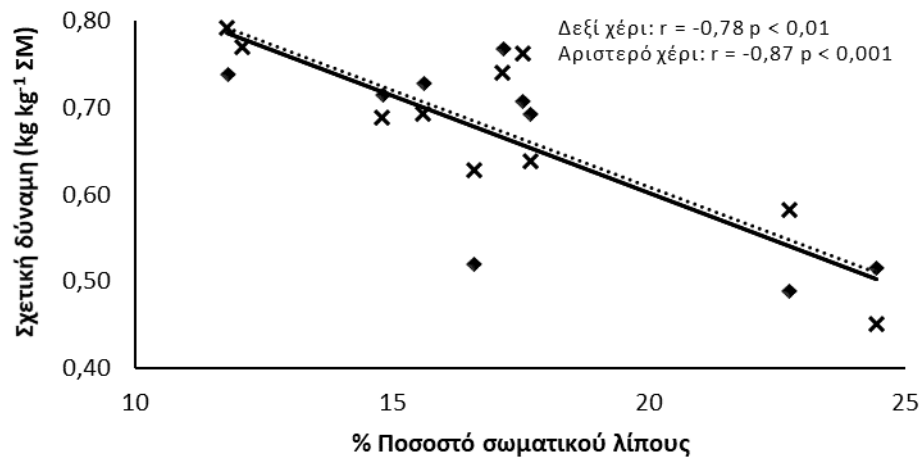
4.2. Αθλητικά χαρακτηριστικά

Μέσω της δοκιμασίας μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου στο δαπεδοεργόμετρο, που διήρκεσε $12,0 \pm 1,4$ min, βρέθηκε ότι οι δοκιμαζόμενοι είχαν μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου $51,0 \pm 3,7$ mL min⁻¹ kg⁻¹ ΣΜ (εύρος 46,8 - 57,0 mL min⁻¹ kg⁻¹ ΣΜ) και μέγιστη καρδιακή συχνότητα $192,7 \pm 10,8$ bpm, ενώ η μέγιστη επιτευχθείσα ταχύτητα στο δαπεδοεργόμετρο ήταν

$15,9 \pm 1,3$ km h⁻¹. Το αναερόβιο κατώφλι τους αντιστοιχούσε σε $\dot{V}O_2$ $40,4 \pm 5,4$ mL min⁻¹ kg⁻¹ (ποσοστό 78,5 $\pm$ 8,8 % της $\dot{V}O_{2max}$), σε καρδιακή συχνότητα $159,3 \pm 14,1$ bpm (ποσοστό 81,1 $\pm$ 4,7 % της $K\Sigma_{max}$) και σε ταχύτητα δαπεδοεργόμετρου $10,9 \pm 1,7$ km h⁻¹. Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα αμέσως μετά τη δοκιμασία μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ήταν $13,3 \pm 3,8$ mmol L⁻¹.

Στη δυναμομέτρηση με τη δοκιμασία χειρολαβής (handgrip) οι δοκιμαζόμενοι εφάρμοσαν δύναμη $50,9 \pm 5,9$ kg ($499,0 \pm 57,9$ N) με το δεξί τους χέρι και $51,6 \pm 6,5$ kg ($506,0 \pm 63,7$ N) με το αριστερό τους χέρι, τιμές που αντιστοιχούν σε σχετικές δυνάμεις $0,67 \pm 0,12$ kg kg⁻¹ ΣΜ ($6,6 \pm 1,2$ N kg⁻¹ ΣΜ) και $0,67 \pm 0,10$ kg kg⁻¹ ΣΜ ($6,6 \pm 0,98$ N kg⁻¹ ΣΜ). Σημειώνεται ότι όλοι οι δοκιμαζόμενοι που συμμετείχαν στο πειραματικό πρωτόκολλο δήλωσαν ως κυρίαρχο το δεξί τους χέρι.

Το ποσοστό σωματικού λίπους των συμμετεχόντων συσχετίστηκε υψηλά και αρνητικά με τη σχετική δύναμη των άνω άκρων τους. Ειδικότερα, μεταξύ ποσοστού σωματικού λίπους και σχετικής δύναμης βρέθηκε $r = -0,78$ ($p < 0,01$) για το δεξί χέρι και $r = -0,87$ ($p < 0,001$) για το αριστερό χέρι.



Σχήμα 4.1. Συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων ($N = 10$), που βρέθηκε με μέτρηση δερματοπτυχών και υπολογισμό μέσω της εξίσωσης των Durnin & Womersley (1974), με τη σχετική δύναμη του δεξιού ($r = -0,78$, $p < 0,01$, σημεία ♦/ γραμμή τάσης —) και του αριστερού τους χεριού ($r = -0,87$, $p < 0,001$, σημεία x/ γραμμή τάσης), όπως μετρήθηκε με τη δοκιμασία χειρολαβής (handgrip).

Η μετρηθείσα απόλυτη δύναμη των κάτω άκρων ήταν $187,7 \pm 34,4$ kg (1841 ± 337 N) που αντιστοιχούσε σε σχετική δύναμη ποδιών $2,47 \pm 0,59$ kg kg⁻¹ ΣΜ ($24,2 \pm 5,8$ N).

Μέσω της δοκιμασίας ποδηλάτησης σε μέγιστη ένταση για 10' στο κυκλοεργόμετρο βρέθηκε ότι η μέγιστη απόλυτη ισχύς των δοκιμαζόμενων ήταν $775,8 \pm 121,0$ W και αντιστοιχούσε σε σχετική ισχύ $10,1 \pm 1,5$ W kg⁻¹ ΣΜ.

4.3. Καρδιακή συχνότητα πυγμαχικού πρωτοκόλλου

Κατά τη διάρκεια του πυγμαχικού πρωτοκόλλου, η μέση καρδιακή συχνότητα του 2^{ου} γύρου (150 ± 11 bpm) ήταν υψηλότερη από εκείνη του 1^{ου} γύρου (139 ± 9 bpm, $p < 0,001$) και παρουσιάστηκε τάση για ακόμη υψηλότερη άνοδο στον 3^ο γύρο (153 ± 11 bpm, $p = 0,064$). Η κορυφαία καρδιακή συχνότητα που μετρήθηκε για κάθε πυγμαχικό γύρο ($K\Sigma_{peak}$) αντιστοιχούσε στο 85 ± 4 %, 89 ± 3 %

και 91 ± 4 % της $K\Sigma_{max}$, αντιστοίχως. Η μέση καρδιακή συχνότητα ($K\Sigma_{ave}$) των τριών γύρων αντιστοιχούσε στο 73 ± 5 %, 79 ± 6 % και 80 ± 6 % της $K\Sigma_{max}$, στο 61 ± 5 %, 69 ± 8 % και 71 ± 8 % της καρδιακής συχνότητας εφεδρείας ($K\Sigma_{εφεδ}$) και στο 85 ± 5 %, 88 ± 4 % και 89 ± 4 % της $K\Sigma_{peak}$ του πυγμαχικού πρωτοκόλλου. Έξι από τους δοκιμαζόμενους εκτέλεσαν και τους τρεις γύρους του πυγμαχικού πρωτοκόλλου με καρδιακή συχνότητα χαμηλότερη από εκείνη που αντιστοιχούσε στο αναερόβιο κατώφλι. Τέσσερεις δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τον 2^ο και τον 3^ο γύρο με καρδιακή συχνότητα υψηλότερη από εκείνη που αντιστοιχούσε στο αναερόβιο κατώφλι.

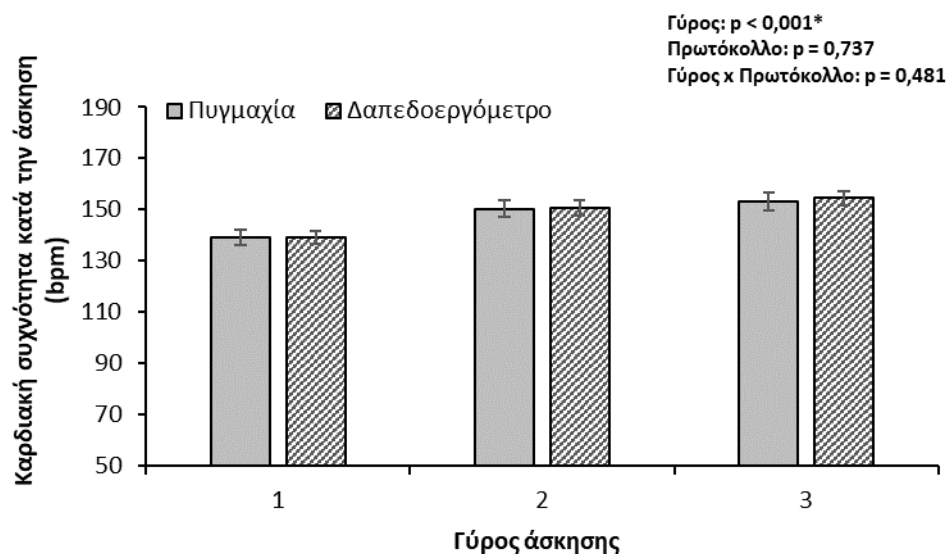
Από τη σχέση της ΚΣ με τη $\dot{V}O_2$, που αποκτήθηκε από τη δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, βρέθηκε ότι οι τιμές ΚΣ του πυγμαχικού πρωτοκόλλου αντιστοιχούσαν σε $\dot{V}O_2$ $28,8 \pm 4,3$ mL min⁻¹ kg⁻¹ για τον 1^ο γύρο, $31,9 \pm 5,8$ mL min⁻¹ kg⁻¹ για τον 2^ο γύρο και $34,0 \pm$

4,8 mL min⁻¹ kg⁻¹ για τον 3^ο πυγμαχικό γύρο και σε ποσοστό 58 ± 10 , 64 ± 12 και 69 ± 10 % της $\dot{V}O_{2max}$, αντίστοιχα.

4.4. Καρδιακή συχνότητα συγκρινόμενων πρωτοκόλλων

Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν και στα δύο πρωτόκολλα διαλειμματική άσκηση διάρκειας 3 min για 3 γύρους με ενδιάμεσο διάλειμμα 1 min. Συνολικά, η καρδιακή συχνότητα αυξανόταν από τον πρώτο γύρο άσκησης μέχρι τον τρίτο γύρο ($p < 0,001$). Υπήρχε διαφορά μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} γύρου ($p < 0,001$), καθώς και

μεταξύ 1^{ου} και 3^{ου} γύρου ($p < 0,001$), ενώ συνολικά και για τα δύο πρωτόκολλα οι καρδιακές συχνότητες 2^{ου} και 3^{ου} γύρου δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ($p = 0,278$). Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στις καρδιακές συχνότητες μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ($p = 0,737$) και οι καρδιακές συχνότητες των επιμέρους γύρων επίσης δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ($p > 0,05$). Επιπλέον, δεν υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ γύρου και πρωτοκόλλου ($p = 0,481$).



Σχήμα 4.2. Καρδιακή συχνότητα (ΚΣ, μέσος όρος $\pm$ SE) στους 3 γύρους άσκησης (διάρκειας 3 λεπτών ο καθένας με ενδιάμεσο διάλειμμα διάρκειας 1 λεπτού) για το πυγμαχικό πρωτόκολλο (συνεχής χρωματισμός μπάρας) και το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου (διακεκομμένος χρωματισμός μπάρας) για $N = 10$.

Το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική επίδραση του γύρου στην ΚΣ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p < 0,001$).

Μετασκησιακά, υπήρχε σημαντική επίδραση του χρόνου αποκατάστασης στην καρδιακή συχνότητα ($p < 0,001$), η οποία μειωνόταν προοδευτικά. Συνολικά, δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των μετασκησιακών καρδιακών συχνοτήτων των δύο πρωτοκόλλων ($p = 0,307$), εντούτοις, υπήρξε σημαντική διαφορά ($p = 0,032$) μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων στην καρδιακή συχνότητα 40 min μετά το πέρας της άσκησης (66 bpm για την πυγμαχία έναντι 74 bpm για το δαπεδοεργόμετρο). Επίσης, υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πρωτοκόλλου και χρόνου αποκατάστασης ($p = 0,034$). Στο πυγμαχικό πρωτόκολλο οι δοκιμαζόμενοι είχαν καρδιακή συχνότητα 85 bpm 5 min μετά την άσκηση και έφθασαν σε 69 bpm στο τέλος της αποκατάστασης, ενώ στο διάδρομο η καρδιακή συχνότητα μειώθηκε από 82 bpm σε 73 bpm εντός του 45-λεπτου της αποκατάστασης.

4.5. Συστολική αρτηριακή πίεση συγκρινόμενων πρωτοκόλλων

4.5.1. Κατά την άσκηση

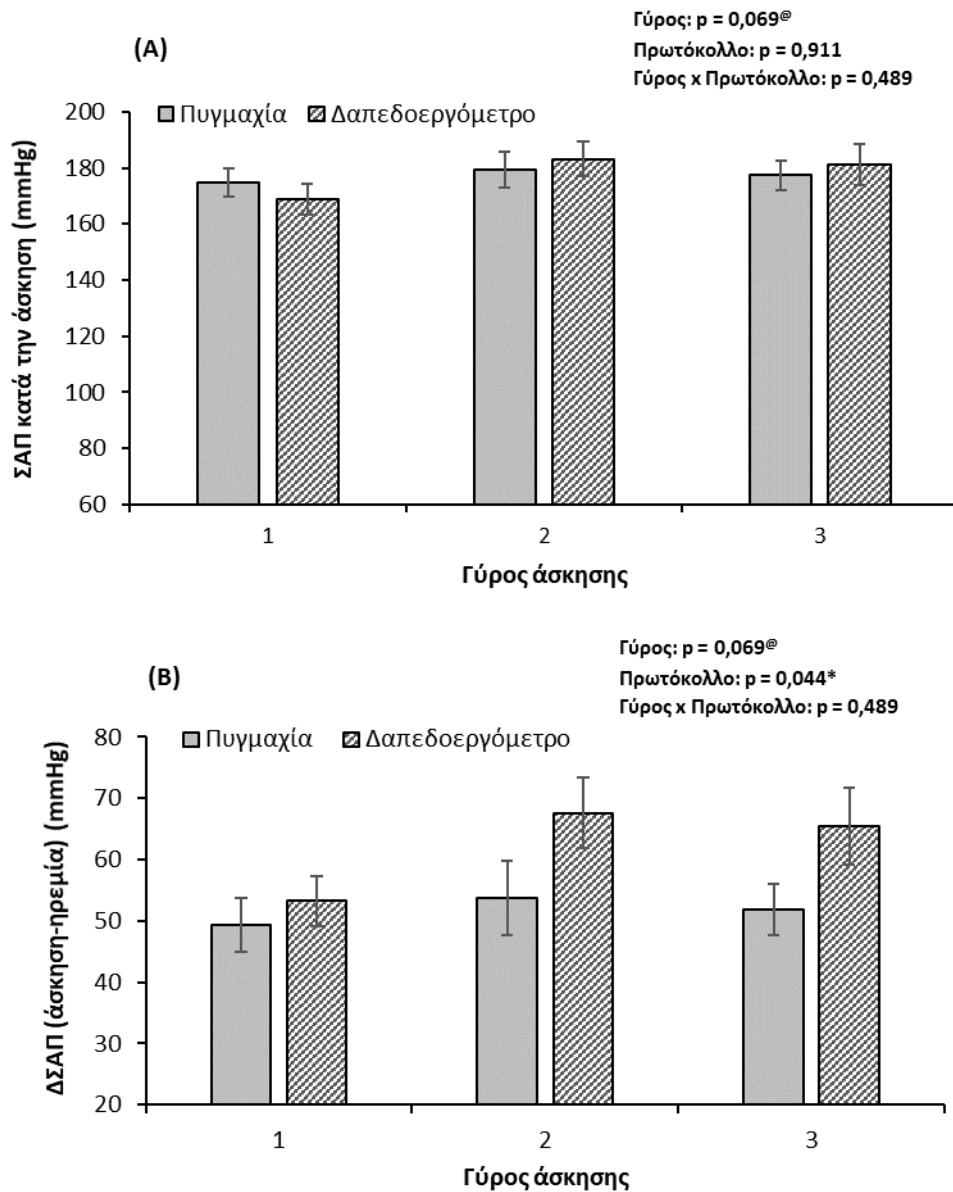
Η συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας των δοκιμαζόμενων δεν διέφερε σημαντικά στα δύο πρωτόκολλα ($p = 0,832$) και ήταν $125,5 \pm 12,6$ mmHg πριν από το πυγμαχικό πρωτόκολλο έναντι $115,6 \pm 7,4$ mmHg πριν από το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο.

Συνολικά και για τις δύο παρεμβάσεις εμφανίστηκε ισχυρή τάση ($p = 0,069$) για αύξηση της απόλυτης τιμής της συστολικής αρτηριακής πίεσης από γύρο σε γύρο, καθώς και για αύξηση της διαφοράς της συστολικής αρτηριακής πίεσης στην άσκηση από την συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ). Μεταξύ των πρωτοκόλλων δεν υπήρχε διαφορά

στην απόλυτη συστολική αρτηριακή πίεση ($p = 0,911$). Για την πυγμαχία μετρήθηκε συστολική αρτηριακή πίεση $174,8 \pm 15,4$ mmHg, $179,2 \pm 20,3$ mmHg και $177,4 \pm 16,8$ mmHg, αντιστοίχως για κάθε γύρο, ενώ για το δαπεδοεργόμετρο μετρήθηκε συστολική αρτηριακή πίεση $168,8 \pm 18,0$ mmHg, $183,2 \pm 19,9$ mmHg και $181,0 \pm 23,1$ mmHg. Ωστόσο, στην ΔΣΑΠ υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων ($p = 0,044$) και ήταν μεγαλύτερη για το πρωτόκολλο που πραγματοποιήθηκε στο δαπεδοεργόμετρο. Ειδικότερα, η ΔΣΑΠ και για τους τρεις γύρους άσκησης παρουσίασε μέση αύξηση $62,1 \pm 7,8$ mmHg στο πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου, ενώ στο πυγμαχικό πρωτόκολλο η μέση αύξηση της ΔΣΑΠ ήταν $51,6 \pm 2,2$ mmHg. Μεταξύ των πρωτοκόλλων η μέγιστη διαφορά εμφανίστηκε στο δεύτερο γύρο και ήταν 13,6 mmHg. Πιο συγκεκριμένα, στον 1^ο γύρο του δαπεδοεργομέτρου η ΔΣΑΠ ήταν $53,2 \pm 13,2$ mmHg έναντι $49,3 \pm 13,8$ mmHg για την πυγμαχία, στον 2^ο γύρο η ΔΣΑΠ στο δαπεδοεργόμετρο ήταν $67,6 \pm 18,0$ mmHg έναντι $53,7 \pm 19,1$ mmHg για την πυγμαχία και στον 3^ο γύρο η ΔΣΑΠ ήταν $65,4 \pm 19,9$ mmHg και $51,9 \pm 13,2$ mmHg, αντιστοίχως για κάθε πρωτόκολλο. Επιπλέον, δεν υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ γύρου και πρωτοκόλλου, τόσο για τη συστολική αρτηριακή πίεση όσο και για τη ΔΣΑΠ κατά την άσκηση ($p = 0,489$). Σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των πρωτοκόλλων ούτε και ως προς το διπλό γινόμενο ($p = 0,797$), το οποίο υπολογίστηκε από το γινόμενο της συστολικής αρτηριακής πίεσης στο τέλος κάθε γύρου επί την καρδιακή συχνότητα ($\Sigma\text{ΑΠ} \times \text{ΚΣ} / 100$) και αποτελεί δείκτη της πρόσληψης

οξυγόνου του μυοκαρδίου. Το διπλό γινόμενο βρέθηκε ίσο με $177,1 \pm 505,7$ mmHg bpm, $197,6 \pm 476,5$ mmHg bpm και $212,2 \pm 466,2$ mmHg bpm για κάθε γύρο του πυγμαχικού πρωτοκόλλου και $165,3 \pm 388,5$ mmHg bpm, $206,5 \pm 501,8$ mmHg bpm και $219,7 \pm 568,0$ mmHg bpm για κάθε γύρο του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο. Ο

γύρος είχε σημαντική επίδραση στην παράμετρο αυτή ($p = 0,004$) με τη μέγιστη τιμή να εμφανίζεται στον 3^ο γύρο όπου για το πυγμαχικό πρωτόκολλο ήταν $274,5$ mmHg bpm, ενώ για το πρωτόκολλο του δαπεδοεργόμετρου ήταν $311,6$ mmHg bpm.



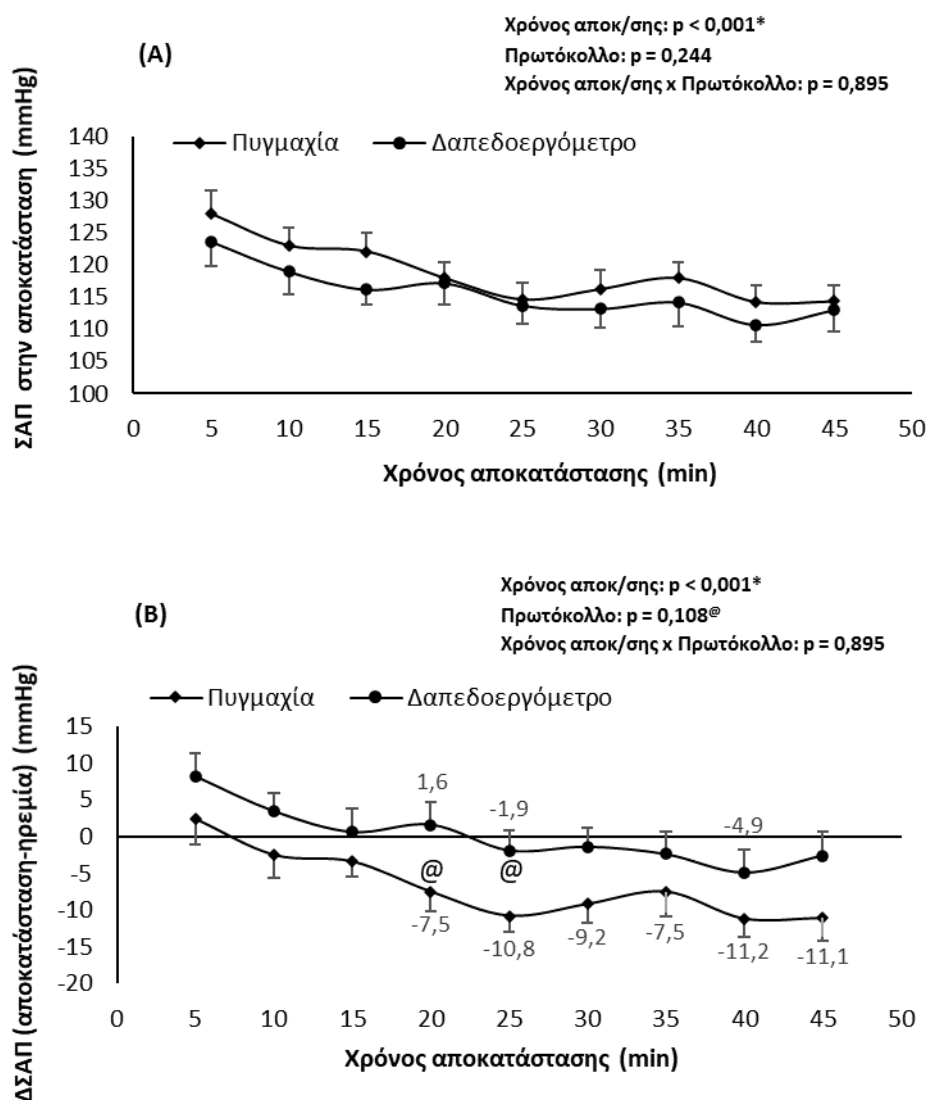
Σχήμα 4.3. (Α) Απόλυτες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση (ΣΑΠ) και (Β) Διαφορά συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ). Μέσος όρος $\pm$ SE στους 3 γύρους άσκησης (διάρκειας 3 λεπτών ο καθένας με ενδιάμεσο διάλειμμα διάρκειας 1 λεπτού) για το πυγμαχικό πρωτόκολλο (συνεχής χρωματισμός μπάρας) και το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου (διακεκομμένος χρωματισμός μπάρας) για $N = 10$.

Το σύμβολο @ υποδεικνύει τάση για σημαντική επίδραση του γύρου στη ΣΑΠ και στη ΔΣΑΠ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p = 0,069$) και το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική διαφορά στη ΔΣΑΠ μεταξύ του πυγμαχικού πρωτοκόλλου και του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο ($p = 0,044$).

4.5.2. Μετασκησιακά

Μετασκησιακά, εμφανίζεται σημαντική επίδραση του χρόνου στη συστολική αρτηριακή πίεση και στη διαφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης στην αποκατάσταση από την συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ) ($p < 0,001$), καθώς κατά το 45-λεπτο της αποκατάστασης παρατηρείται προοδευτική πτώση των τιμών των εν λόγω παραμέτρων. Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των συστολικών πιέσεων των δύο πρωτοκόλλων ($p = 0,244$), ωστόσο υπάρχει μικρή τάση για σημαντικότητα μεταξύ των ΔΣΑΠ των δύο πρωτοκόλλων ($p = 0,108$). Επίσης, εμφανίζονται ισχυρές τάσεις για σημαντικότητα στο 20° ($p = 0,063$) και το 25° λεπτό ($p = 0,078$) της αποκατάστασης για την ΔΣΑΠ μεταξύ

των δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων, χρονικές στιγμές κατά τις οποίες η ΔΣΑΠ ήταν -7,5 mmHg για την πυγμαχία έναντι +1,6 mmHg για το δαπεδοεργόμετρο και -10,8 mmHg για την πυγμαχία έναντι -1,9 mmHg για το δαπεδοεργόμετρο, αντιστοίχως. Η πιο εμφανής πτώση της συστολικής αρτηριακής πίεσης στην αποκατάσταση εντοπίζεται στο 40° λεπτό, οπότε η ΔΣΑΠ ήταν -11,2 mmHg για το πυγμαχικό πρωτόκολλο και -4,9 mmHg, για το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου. Τόσο για τη συστολική αρτηριακή πίεση, όσο και για την ΔΣΑΠ μετασκησιακά δεν εμφανίζονται σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του πρωτοκόλλου και του χρόνου αποκατάστασης ($p = 0,895$).



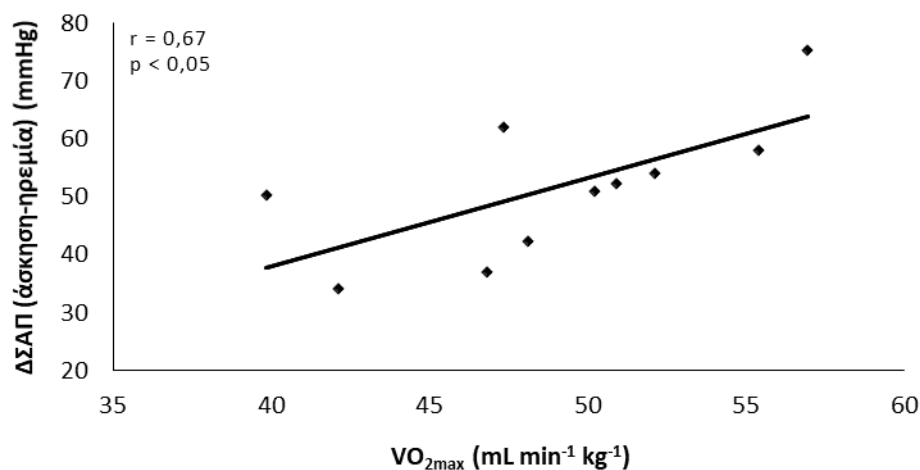
Σχήμα 4.4. (Α) Απόλυτες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης (ΣΑΠ) και (Β) Διαφορά συστολικής αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ), μετά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου (μέσος όρος - SE, σύμβολο ♦) και του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο (μέσος όρος + SE, σύμβολο ●). Οι μετασκησιακές μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε 5 min κατά την 45-λέπτη αποκατάσταση ($N = 10$).

Το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική επίδραση του χρόνου αποκατάστασης στις μετασκησιακές ΣΑΠ και ΔΣΑΠ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p < 0,001$) και το σύμβολο @ υποδεικνύει τάση για σημαντική διαφορά στη μετασκησιακή ΔΣΑΠ μεταξύ του πυγμαχικού πρωτοκόλλου και του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο ($p = 0,108$ [συνολικά], $p = 0,063$ [20 min], $p = 0,078$ [25 min]).

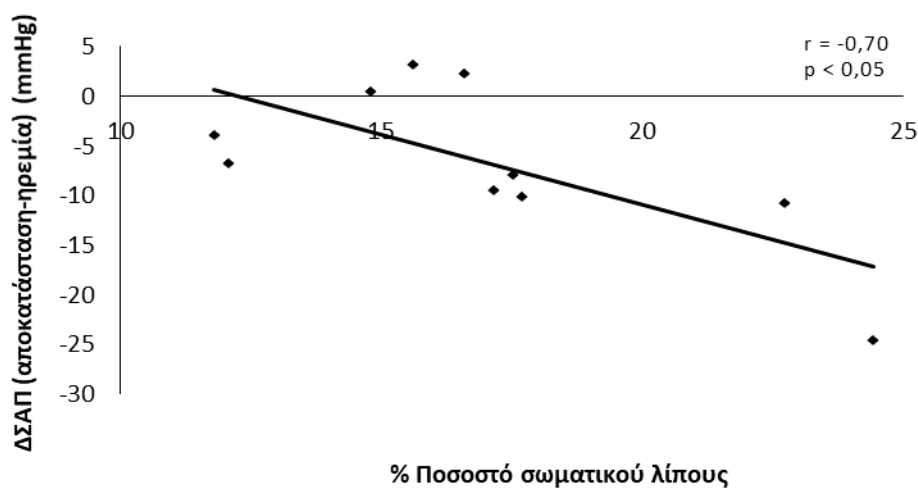
4.5.3. Συσχετίσεις

Η $\dot{V}O_{2max}$ σχετίστηκε σημαντικά με την αύξηση της ΔΣΑΠ μόνο στο πυγμαχικό πρωτόκολλο ($r = 0,67$, $p < 0,05$). Επίσης, για το ποσοστό

σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων βρέθηκε αρνητική συσχέτιση με την μετασκησιακή ΔΣΑΠ στο ίδιο πρωτόκολλο ($r = -0,70$, $p < 0,05$).



Σχήμα 4.5. Συσχέτιση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου των δοκιμαζόμενων ($N = 10$) με τη διαφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας ($\Delta\Sigma\text{ΑΠ}$, $r = 0,67$, $p < 0,05$).



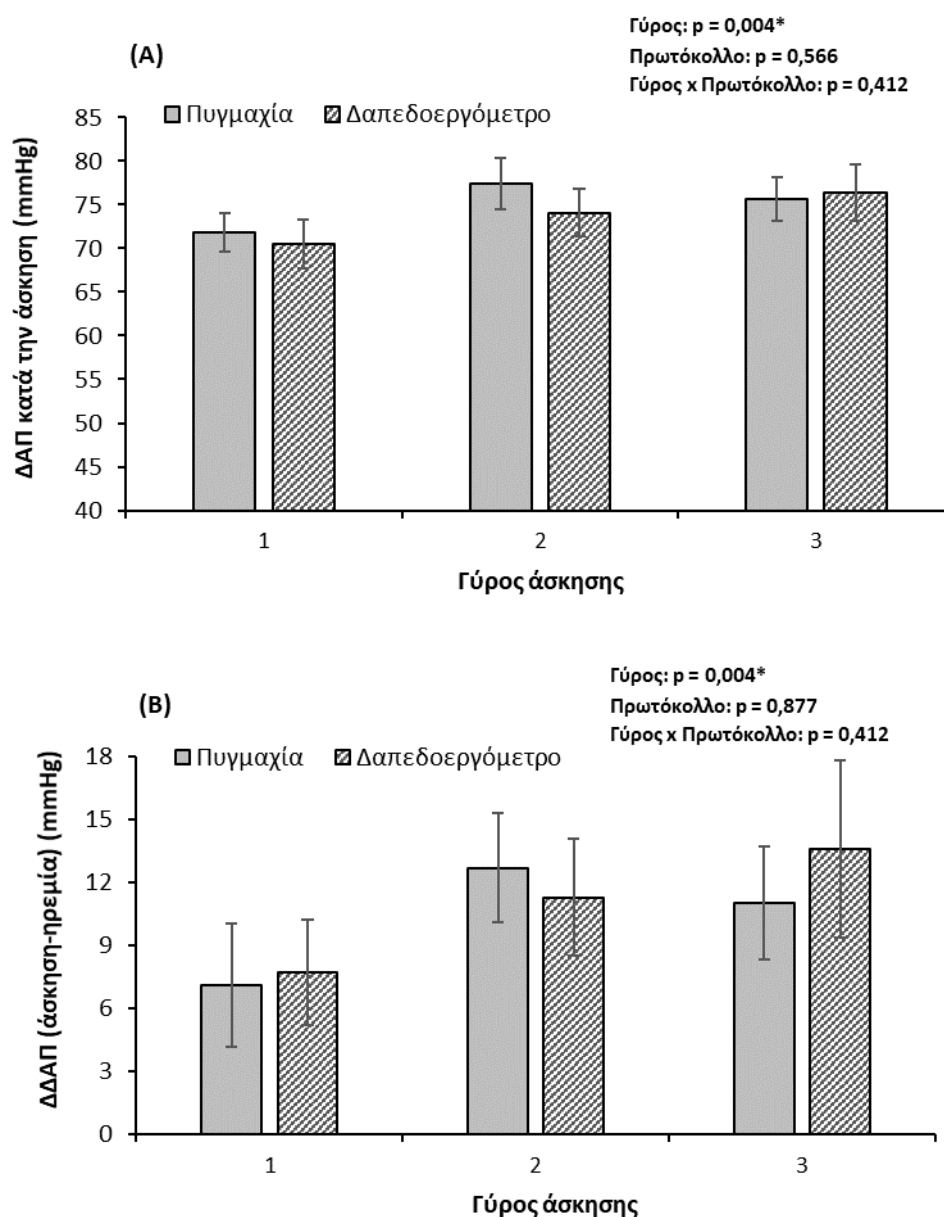
Σχήμα 4.6. Συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων ($N = 10$), που βρέθηκε με μέτρηση δερματοπτυχών και υπολογισμό μέσω της εξίσωσης των Durnin & Womersley (1974), με τη διαφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας ($\Delta\Sigma\text{ΑΠ}$, $r = -0,70$, $p < 0,05$) για χρόνο αποκατάστασης 45 min με μετασκησιακές μετρήσεις κάθε 5 min.

4.6. Διαστολική αρτηριακή πίεση συγκρινόμενων πρωτοκόλλων

4.6.1. Κατά την άσκηση

Η διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας των δοκιμαζόμενων δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ($p = 1,000$) και ήταν $64,7 \pm 8,5$ mmHg πριν από το πυγμαχικό πρωτόκολλο και $62,8 \pm 8,8$ mmHg πριν από το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο. Συνολικά και για τις δύο παρεμβάσεις υπήρξε αύξηση της απόλυτης τιμής της διαστολικής αρτηριακής πίεσης από γύρο σε γύρο, ενώ παρόμοια αύξηση εμφανίστηκε και για την διαφορά της διαστολικής αρτηριακής πίεσης στην άσκηση από την διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΔΑΠ) ($p = 0,004$) που αποδίδεται στις διαφορές μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} γύρου ($p = 0,011$) και 1^{ου} και

3^{ου} γύρου ($p = 0,007$), καθώς οι απόλυτες τιμές στις διαστολικές αρτηριακές πιέσεις και οι ΔΔΑΠ δεν διέφεραν μεταξύ 2^{ου} και 3^{ου} γύρου ($p = 0,975$). Ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στην διαστολική αρτηριακή πίεση ($p = 0,566$) και την ΔΔΑΠ ($p = 0,877$). Κατά την πυγμαχία μετρήθηκε απόλυτη διαστολική αρτηριακή πίεση $71,8 \pm 7,0$ mmHg, $77,4 \pm 9,1$ mmHg και $75,7 \pm 7,9$ mmHg αντιστοίχως για κάθε γύρο, ενώ κατά την άσκηση στο δαπεδοεργόμετρο μετρήθηκε διαστολική αρτηριακή πίεση $70,5 \pm 8,7$ mmHg, $74,1 \pm 8,4$ mmHg και $76,4 \pm 10,2$ mmHg. Επιπλέον, κατά την άσκηση, δεν υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ γύρου και πρωτοκόλλου, τόσο για τη διαστολική αρτηριακή πίεση όσο και για τη ΔΔΑΠ ($p = 0,412$).



Σχήμα 4.7. (Α) Απόλυτες τιμές διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση (ΔΑΠ) και (Β) Διαφορά διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση από τη διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΔΑΠ). Μέσος όρος $\pm$ SE στους 3 γύρους άσκησης (διάρκειας 3 λεπτών ο καθένας με ενδιάμεσο διάλειμμα διάρκειας 1 λεπτού) για το πυγμαχικό πρωτόκολλο (συνεχής χρωματισμός μπάρας) και το πρωτόκολλο του δαπεδοεργόμετρου (διακεκομμένος χρωματισμός μπάρας) για $N = 10$. Το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική επίδραση του γύρου στις ΔΑΠ και ΔΔΑΠ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p = 0,004$).

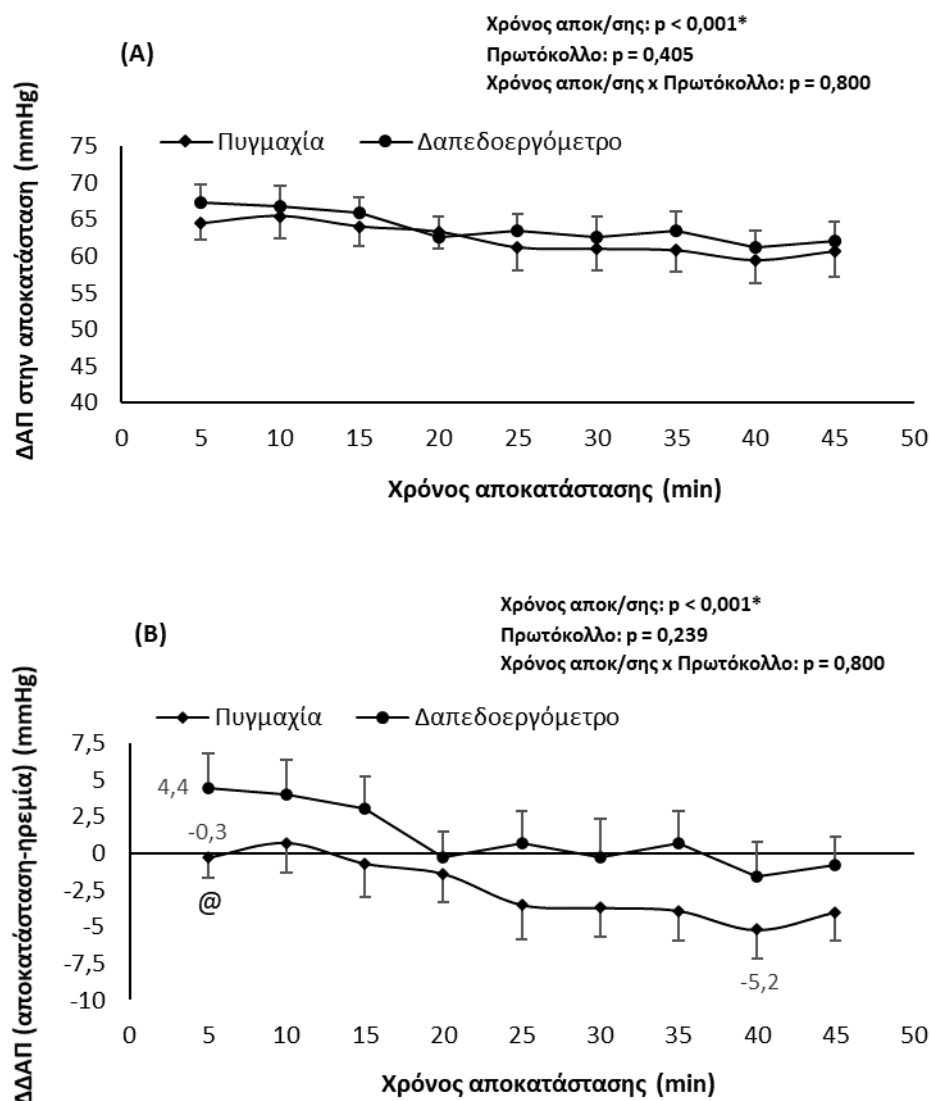
4.6.2. Μετασκησιακά

Μετασκησιακά, εμφανίζεται σημαντική επίδραση του χρόνου στη

διαστολική αρτηριακή πίεση και στη διαφορά της διαστολικής αρτηριακής πίεσης στην αποκατάσταση από τη

διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΔΑΠ) ($p < 0,001$). Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων στη μετασκησιακή διαστολική πίεση ($p = 0,405$) και στη ΔΔΑΠ ($p = 0,239$), ωστόσο εμφανίζεται μία μικρή τάση για σημαντική διαφορά στη ΔΔΑΠ μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων στο 5^ο λεπτό της αποκατάστασης (-0,3 mmHg στο πυγμαχικό πρωτόκολλο έναντι 4,4 mmHg στο πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου, $p = 0,108$). Η πιο

εμφανής πτώση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης στην αποκατάσταση εντοπίζεται στο 40^ο λεπτό, οπότε η ΔΔΑΠ ήταν -5,2 mmHg για το πυγμαχικό πρωτόκολλο και -1,6 mmHg, για το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου. Επίσης, δεν εμφανίζεται σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του πρωτοκόλλου και του χρόνου αποκατάστασης τόσο για τη μετασκησιακή διαστολική αρτηριακή πίεση όσο και για τη ΔΔΑΠ ($p = 0,800$).



Σχήμα 4.8. (Α) Απόλυτες τιμές διαστολικής αρτηριακής πίεσης (ΔΑΠ) και (Β) Διαφορά διαστολικής αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση από τη διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΔΑΠ), μετά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου (μέσος όρος - SE, σύμβολο ♦) και του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο (μέσος όρος + SE, σύμβολο ●). Οι μετασκησιακές μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε 5 min κατά την 45-λέπτη αποκατάσταση ($N = 10$).

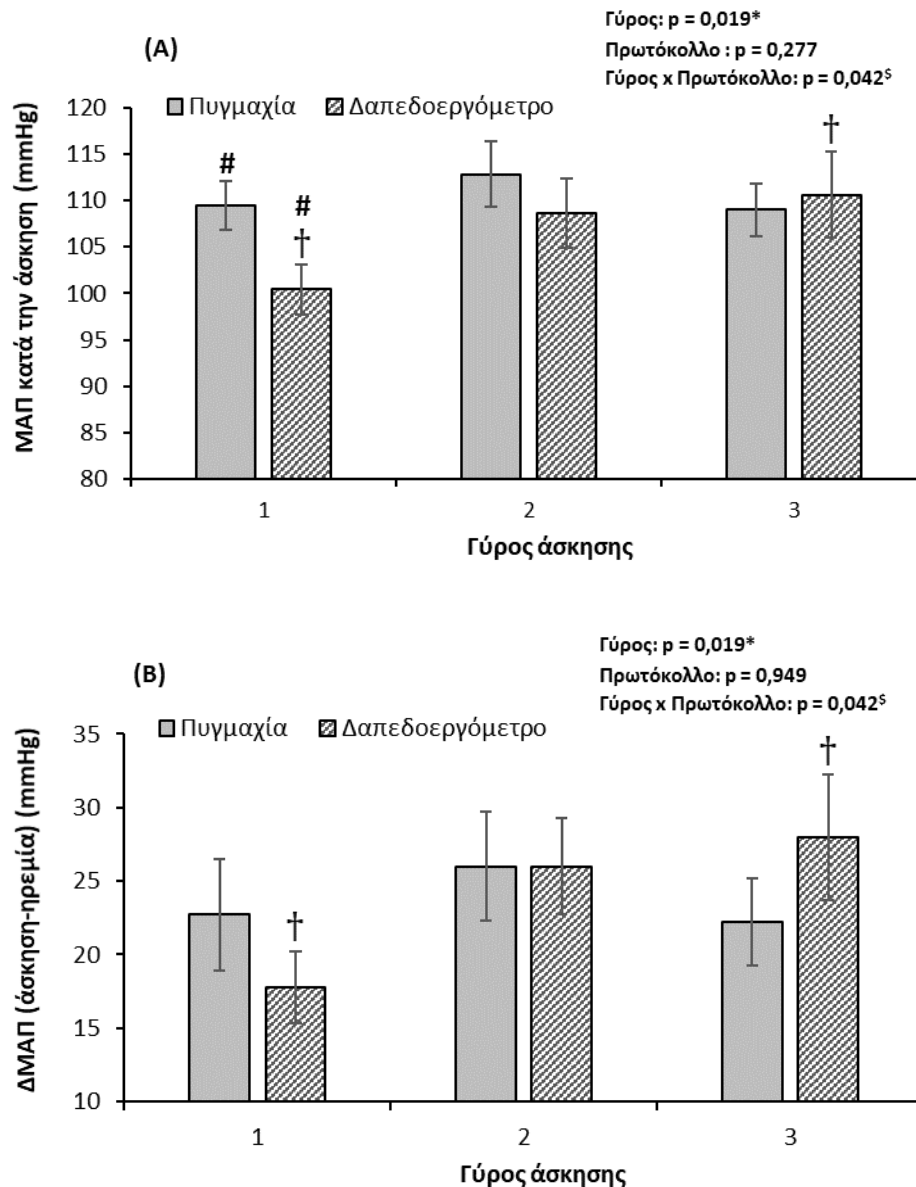
Το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική επίδραση του χρόνου αποκατάστασης στις μετασκησιακές ΔΑΠ και ΔΔΑΠ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p < 0,001$) και το σύμβολο @ υποδεικνύει τάση για σημαντική διαφορά μεταξύ των ΔΔΑΠ των δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης σε χρόνο αποκατάστασης 5 min ($p = 0,108$).

4.7. Μέση αρτηριακή πίεση συγκρινόμενων πρωτοκόλλων

4.7.1. Κατά την άσκηση

Η μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας των δοκιμαζόμενων δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ($p = 0,992$) και ήταν $86,8 \pm 9,6$ mmHg πριν από το πυγμαχικό πρωτόκολλο και $82,6 \pm 6,3$ mmHg πριν από το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο. Συνολικά και για τις δύο παρεμβάσεις υπήρξε αύξηση της απόλυτης τιμής της μέσης αρτηριακής πίεσης από γύρο σε γύρο, ενώ παρόμοια αύξηση εμφανίστηκε και για την διαφορά της μέσης αρτηριακής πίεσης στην άσκηση από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ) ($p = 0,019$), που αποδίδεται στη σημαντική διαφορά μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} γύρου ($p = 0,023$) και στην ισχυρή τάση για διαφορά μεταξύ 1^{ου} και 3^{ου} γύρου ($p = 0,058$), καθώς οι τιμές μέσης αρτηριακής πίεσης και ΔΜΑΠ δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ 2^{ου} και 3^{ου} γύρου ($p = 0,891$). Ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στη μέση αρτηριακή πίεση ($p = 0,277$), αλλά η

μέση αρτηριακή πίεση του 1^{ου} γύρου του πυγμαχικού πρωτοκόλλου ήταν υψηλότερη από εκείνη του 1^{ου} γύρου στο δαπεδοεργόμετρο ($p = 0,038$). Για την πυγμαχία μετρήθηκε μέση αρτηριακή πίεση $109,5 \pm 8,3$ mmHg, $112,8 \pm 11,0$ mmHg και $109,0 \pm 8,9$ mmHg αντιστοίχως για κάθε γύρο, ενώ για το δαπεδοεργόμετρο μετρήθηκαν πιέσεις $100,4 \pm 8,7$ mmHg, $108,6 \pm 11,8$ mmHg και $110,6 \pm 14,6$ mmHg. Επιπλέον, οι ΔΜΑΠ των πρωτοκόλλων δεν διέφεραν μεταξύ τους ($p = 0,949$) και ήταν στον 1^ο γύρο $22,7 \pm 11,9$ mmHg για την πυγμαχία έναντι $17,8 \pm 7,7$ mmHg για το δαπεδοεργόμετρο, στον 2^ο γύρο $26,0 \pm 11,8$ mmHg έναντι $26,0 \pm 10,3$ mmHg και στον 3^ο γύρο $22,2 \pm 9,4$ mmHg έναντι $28,0 \pm 13,5$ mmHg, αντιστοίχως. Βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ γύρου και πρωτοκόλλου τόσο για τη μέση αρτηριακή πίεση ΜΑΠ όσο και για τη ΔΜΑΠ ($p = 0,042$), η οποία οφείλεται κυρίως στην αύξηση των ΜΑΠ και ΔΜΑΠ από τον 1^ο στον 3^ο γύρο του δαπεδοεργομέτρου ($p = 0,017$), διαφορά που δεν εντοπίζεται για το πρωτόκολλο της πυγμαχίας ($p = 1,000$).



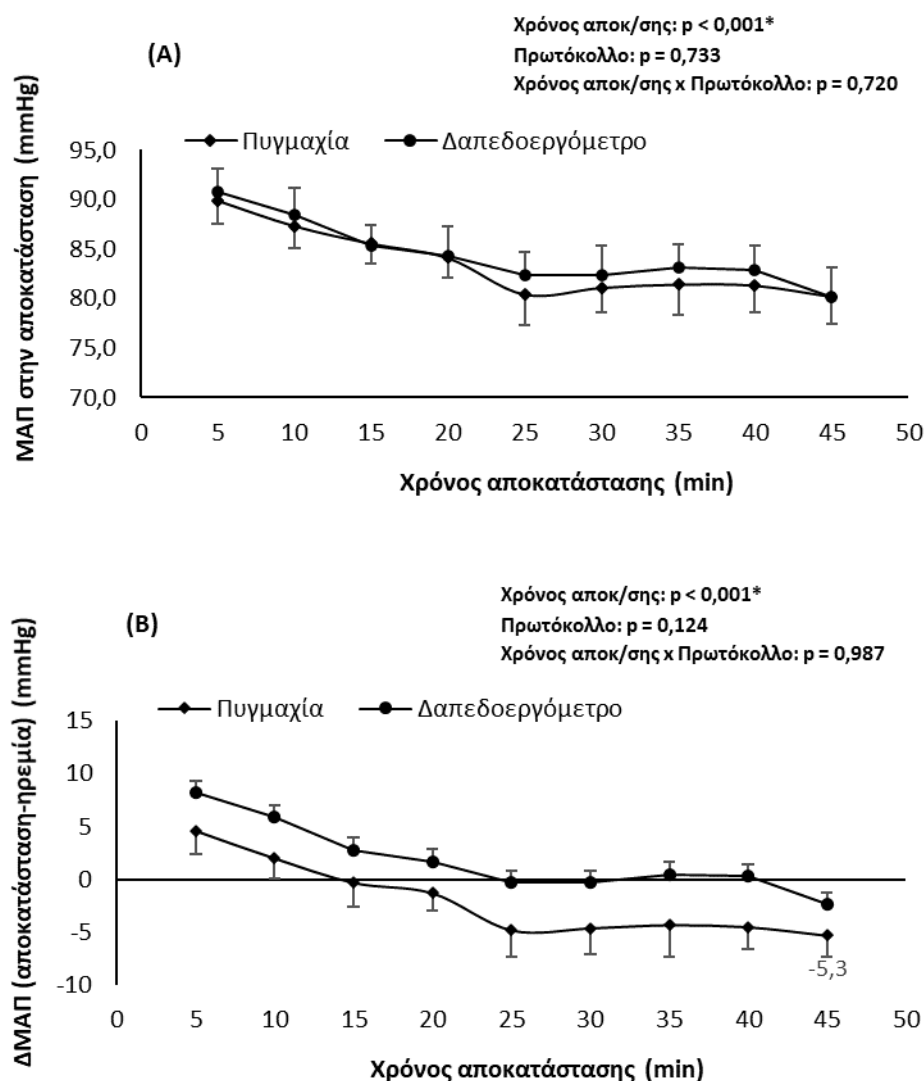
Σχήμα 4.9. (Α) Απόλυτες τιμές μέσης αρτηριακής πίεσης (ΜΑΠ) και (Β) Διαφορά μέσης αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ). Μέσος όρος $\pm$ SE στους 3 γύρους άσκησης (διάρκειας 3 λεπτών ο καθένας με ενδιάμεσο διάλειμμα διάρκειας 1 λεπτού) για το πυγμαχικό πρωτόκολλο (συνεχής χρωματισμός μπάρας) και το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου (διακεκομμένος χρωματισμός μπάρας) για $N = 10$.

Το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική επίδραση του γύρου στις ΜΑΠ και ΔΜΑΠ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p = 0,019$), το σύμβολο \$ υποδεικνύει σημαντική αλληλεπίδραση του γύρου με το πρωτόκολλο άσκησης ($p = 0,042$) στις ΜΑΠ και ΔΜΑΠ, το σύμβολο # υποδεικνύει σημαντική διαφορά της ΜΑΠ μεταξύ του πρώτου γύρου του πυγμαχικού πρωτοκόλλου και του πρώτου γύρου του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο ($p = 0,038$) και το σύμβολο † υποδεικνύει σημαντική διαφορά της ΜΑΠ και της ΔΜΑΠ μεταξύ του πρώτου και του τρίτου γύρου του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο ($p = 0,009$ και $p = 0,007$).

4.7.2. Μετασκησιακά

Μετασκησιακά, εμφανίζεται σημαντική επίδραση του χρόνου στη μέση αρτηριακή πίεση και στη διαφορά της μέσης αρτηριακής πίεσης στην αποκατάσταση από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ) ($p < 0,001$), οι τιμές των οποίων εμφανίζουν προοδευτική πτώση. Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στις τιμές ΜΑΠ ($p = 0,733$) και ΔΜΑΠ μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ($p = 0,124$) στην αποκα-

τάσταση. Η πιο εμφανής πτώση της μέσης αρτηριακής πίεσης στην αποκατάσταση εντοπίζεται στο 45^ο λεπτό, οπότε η ΔΜΑΠ ήταν -5,3 mmHg για το πυγμαχικό πρωτόκολλο και -2,4 mmHg, για το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου. Επιπλέον, δεν εμφανίζεται σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του πρωτοκόλλου και του χρόνου αποκατάστασης τόσο για τη μέση αρτηριακή πίεση ($p = 0,720$), όσο και για τη ΔΜΑΠ ($p = 0,987$).



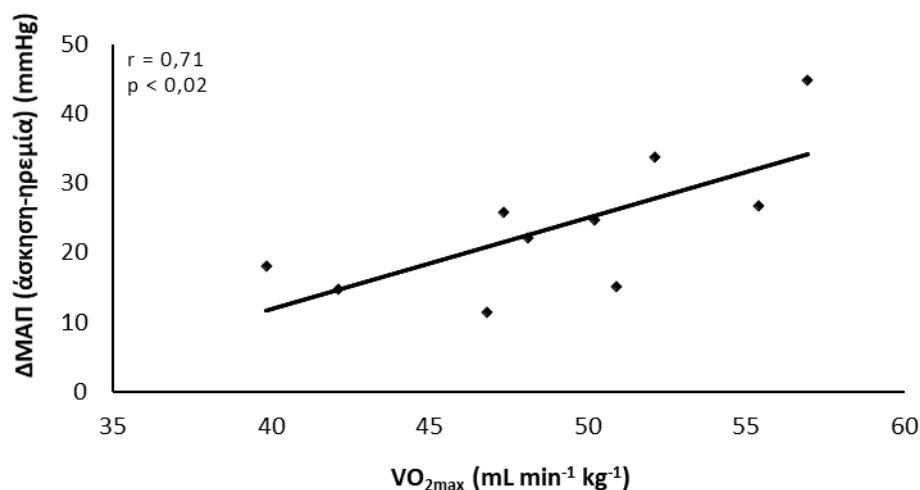
Σχήμα 4.10. (Α) Απόλυτες τιμές μέσης αρτηριακής πίεσης (ΜΑΠ) και (Β) Διαφορά μέσης αρτηριακής πίεσης μετά την άσκηση από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΜΑΠ), μετά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου (μέσος όρος - SE, σύμβολο $\circ$) και του πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο (μέσος όρος + SE, σύμβολο $\bullet$). Οι μετασκησιακές μετρήσεις πραγματοποιούνται κάθε 5 min κατά την 45-λέπτη αποκατάσταση ($N = 10$).

Το σύμβολο * υποδεικνύει σημαντική επίδραση του χρόνου αποκατάστασης στις μετασκησιακές ΜΑΠ και ΔΜΑΠ και των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εκτελέστηκαν ($p < 0,001$).

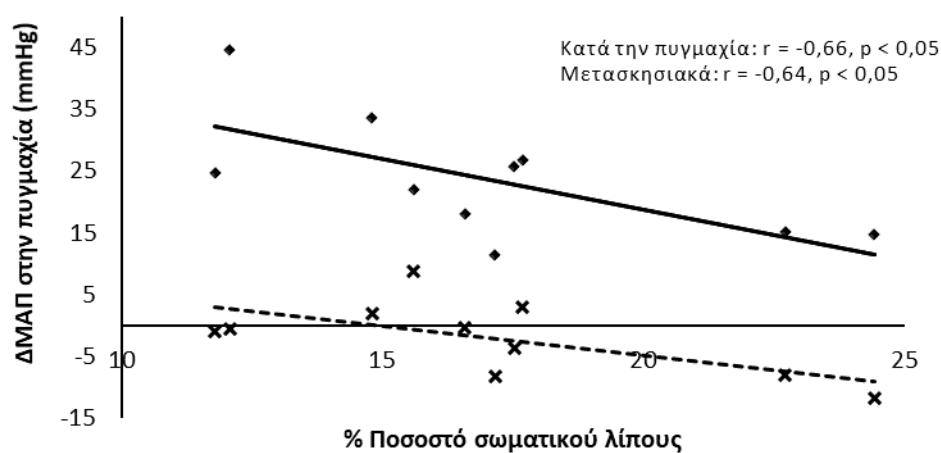
4.7.3. Συσχετίσεις

Βρέθηκε θετική συσχέτιση της $\dot{V}O_{2max}$ με την αύξηση της ΔΜΑΠ κατά τους πυγμαχικούς γύρους ($r = 0,71$, $p < 0,02$). Επιπροσθέτως, το

ποσοστό σωματικού λίπους εμφάνισε σημαντική συσχέτιση με την ΔΜΑΠ κατά τους πυγμαχικούς γύρους ($r = -0,66$, $p < 0,05$) και με την ΔΜΑΠ μετασκησιακά ($r = -0,64$, $p < 0,05$).



Σχήμα 4.11. Συσχέτιση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου των δοκιμαζόμενων ($N = 10$) με τη διαφορά της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας ($\Delta\text{ΜΑΠ}$, $r = 0,71$, $p < 0,02$).



Σχήμα 4.12. Συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων ($N = 10$), που βρέθηκε με μέτρηση δερματοπτυχών και υπολογισμό μέσω της εξίσωσης των Durnin & Womersley (1974) με τη διαφορά της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας ($\Delta\text{ΜΑΠ}_{\text{άσκηση-ηρεμία}}$, $r = -0,66$, $p < 0,05$, σημεία ♦/ γραμμή τάσης —) και τη διαφορά της μέσης αρτηριακής μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο από τη μέση αρτηριακή πίεση ηρεμίας ($\Delta\text{ΜΑΠ}_{\text{αποκατάσταση-ηρεμία}}$, $r = -0,64$, $p < 0,05$, σημεία ✕/ γραμμή τάσης).

4.8. Συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα

Δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα μεταξύ των δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων που εφαρμόστηκαν. Μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο η συγκέντρωση ήταν $6,40 \pm 1,71 \text{ mmol L}^{-1}$ και μετά το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο $6,27 \pm 2,78 \text{ mmol L}^{-1}$ ($p = 0,849$).

4.9. Κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης

Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων για την κόπωση στην αναπνοή και τα κάτω

άκρα αμέσως μετά το πέρας της άσκησης. Η κόπωση για την αναπνοή ήταν στο $9,4 \pm 2,2$ μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο και στο $10,8 \pm 3,5$, μετά το πρωτόκολλο του δαπεδοεργόμετρου της 20-βάθμιας κλίμακας αντιλαμβανόμενης κόπωσης (Κ.Α.Κ.) του Borg (6 - 20). Η κόπωση των κάτω άκρων, μετά το πέρας της άσκησης, ήταν στο $8,4 \pm 2,8$ μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο και στο $10,2 \pm 3,0$ μετά το πρωτόκολλο του δαπεδοεργόμετρου. Επιπλέον, δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των επιμέρους γύρων των δύο πρωτοκόλλων και δεν υπήρχαν διαφορές στην Κ.Α.Κ. των δύο πρωτοκόλλων 10 min και 30 min μετά το πέρας της άσκησης.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής διερευνήθηκε το φυσιολογικό και αθλητικό προφίλ αθλούμενων στην πυγμαχία, καθώς και οι φυσιολογικές αποκρίσεις τους κατά την άσκηση, με έμφαση στη διακύμανση της αρτηριακής πίεσης, η οποία μελετήθηκε για πρώτη φορά σε πυγμαχικό πρωτόκολλο. Πρόσθετος σκοπός της μελέτης της αρτηριακής πίεσης κατά και μετά την πυγμαχική προπόνηση ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η συμμετοχή στο άθλημα της πυγμαχίας κρίνεται ασφαλής από καρδιαγγειακής άποψης και κατά πόσο είναι δυνατό να συσταθεί ως μορφή ευεργετικής άσκησης, όπως το τρέξιμο.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πειραματικό πρωτόκολλο προσομοίωσης με ερασιτεχνικό πυγμαχικό αγώνα διάρκειας 3 γύρων των 3 min, κατά το οποίο οι δοκιμαζόμενοι πυγμαχούσαν έναντι στόχων με συγκεκριμένες επιθετικές και αμυντικές κινήσεις που υποδεικνύονται από το έγκυρο και αξιόπιστο πυγμαχικό πρωτόκολλο BOXFIT των Thomson & Lamb (2017). Επιπλέον, η αρτηριακή πίεση, η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και η αντιλαμβανόμενη κόπωση στην πυγμαχία συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες αποκρίσεις των ίδιων δοκιμαζόμενων σε άλλη πειραματική συνεδρία, κατά την οποία εκτέλεσαν σε δαπεδοεργόμετρο δρομικό πρωτόκολλο ίδιας έντασης και διάρκειας με αυτή του πυγμαχικού πρωτοκόλλου. Κύριο εύρημα της παρούσας διατριβής ήταν η χαμηλότερη αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης σε σχέση με την ηρεμία (ΔΣΑΠ) που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του πυγμαχικού πρωτοκόλλου, καθώς και η εμφανέστερη μετασκησιακή υπόταση

στο πρωτόκολλο αυτό συγκριτικά με το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο.

5.1. Φυσιολογικές αποκρίσεις πυγμαχίας

Οι συμμετέχοντες στο πειραματικό πρωτόκολλο ήταν αθλούμενοι στην πυγμαχία με μέσο επίπεδο και είχαν περιορισμένο αριθμό αγωνιστικών συμμετοχών. Ως εκ τούτου, για ορισμένα αθλητικά χαρακτηριστικά τους βρέθηκαν υποδεέστερες τιμές σε σχέση με εκείνες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για ελίτ πυγμάχους. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου των δοκιμαζόμενων ήταν χαμηλότερη από εκείνη που έχει αναφερθεί παλαιότερα για Έλληνες και ξένους πυγμάχους εθνικών ομάδων (Bruzas et al., 2014; El-Ashker et al., 2018; El-Ashker & Nasr, 2012; Finlay et al., 2018, 2020; Ghosh, 2010; Guidetti et al., 2002; Nassib et al., 2017; Smith, 2006). Οι τιμές $\dot{V}O_2$ και η πρόσληψη οξυγόνου ως % ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$ που βρέθηκαν για τους δοκιμαζόμενους στο αναερόβιο κατώφλι παρουσιάζουν ταύτιση με την τιμή $\dot{V}O_2$ στο πρώτο αερόβιο κατώφλι (VT_1) και με το % ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$ στο VT_1 μίας μεικτής ομάδας δοκιμαζόμενων που μελέτησαν οι De Lira et al. και αποτελούνταν από 6 άντρες και 4 γυναίκες ολυμπιακού επιπέδου (de Lira et al., 2013). Επιπλέον, προκύπτει συμφωνία με το αναερόβιο κατώφλι ως % ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$ που έχει αναφερθεί για ελίτ Ιταλούς πυγμάχους (Guidetti et al., 2002), αλλά και με την ταχύτητα στο VT_1 Λιθουανών πυγμάχων (Bruzas et al., 2014). Παρόλα αυτά εμφανίζονται και μελέτες που τοποθετούν το αναερόβιο κατώφλι σε μικρότερο % ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$ (El-Ashker et al., 2018).

Η μέγιστη ισχύς των δοκιμαζόμενων ήταν μικρότερη συγκριτικά με εκείνη

πυγμάχων για τους οποίους η ισχύς υπολογίσθηκε σε κυκλοεργόμετρο χρησιμοποιώντας 5 υπερμέγιστες προσπάθειες των 7 s (Giovanì & Nikolaidis, 2012), είχε, εντούτοις, παραπλήσια τιμή με την ισχύ που μετρήθηκε σε μελέτες που χρησιμοποίησαν τη διάρκεια 30 s δοκιμασία Wingate (Gacesa et al., 2009; Hübner-Woźniak et al., 2011).

Η δύναμη των κάτω άκρων μετρήθηκε μαζί με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, καθώς αποτελεί σημαντικό αθλητικό χαρακτηριστικό για την πυγμαχία, μαζί με τη δύναμη του κορμού, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στην τελική δύναμη των χτυπημάτων κατά μεγάλο ποσοστό (Matthews & Comfort, 2008; Tong-Iam et al., 2017). Η δύναμη των άνω άκρων που μετρήθηκε στους δοκιμαζόμενους της παρούσας μελέτης βρίσκεται σε συμφωνία με τη μελέτη των Khanna & Manna (2006) σε Ινδούς πυγμάχους ίδιας κατηγορίας κιλών και των Cepulenas και συνεργατών (2011) σε Λιθουανούς πυγμάχους πριν από την εφαρμογή ενός εξειδικευμένου μεσόκυκλου προπόνησης. Είναι υψηλότερη από εκείνη Μεξικανών πυγμάχων κατηγορίας μεσαίων βαρών, αλλά χαμηλότερη από εκείνη που μετρείται μετά την ειδική προπόνηση Λιθουανών πυγμάχων ή συγκριτικά με Ιταλούς ελίτ πυγμάχους της ίδιας κατηγορίας κιλών (Cepulenas et al., 2011; Guidetti et al., 2002; Khanna & Manna, 2006; Ramírez García et al., 2010). Το ποσοστό σωματικού λίπους των συμμετεχόντων ήταν υψηλότερο σε σχέση με πυγμάχους υψηλού επιπέδου άλλων εθνοτήτων (de Lira et al., 2013; El-Ashker & Nasr, 2012; Guidetti et al., 2002; Halperin et al., 2016; Hübner-Woźniak et al., 2011; Khanna & Manna, 2006; Reale et al., 2020; Slimani et al., 2016; Smith, 2006),

όμως ήταν χαμηλότερο σε σχέση με το ποσοστό λίπους που μετρήθηκε σε Έλληνες πυγμάχους (Giovanì & Nikolaidis, 2012). Η παράμετρος αυτή φάνηκε να σχετίζεται υψηλά με τη σχετική δύναμη των άνω άκρων. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι στην προκαταρκτική συνεδρία κατά τη διάρκεια της οποίας μετρήθηκαν τα σωματοδομικά χαρακτηριστικά τους δήλωσαν ως κυρίαρχο το δεξί χέρι. Η αρνητική συσχέτιση του ποσοστού σωματικού λίπους με τη σχετική δύναμη που μπορούσαν να εφαρμόσουν οι δοκιμαζόμενοι με τα άνω άκρα, ανεξαρτήτως πλευράς, οφείλεται προφανώς στην ύπαρξη αναλογικά μεγαλύτερης μυϊκής μάζας σε σχέση με το σωματικό λίπος των χεριών, μεταξύ αθλητών που αγωνίζονται σε κατηγορία ιδίων κιλών, γεγονός που αναμένεται να οδηγήσει στην ικανότητα εφαρμογής υψηλότερων τιμών δύναμης για τους αθλούμενους με μικρότερο ποσοστό σωματικού λίπους. Η υψηλή σχετική δύναμη των άνω άκρων θεωρείται σημαντικό αθλητικό χαρακτηριστικό ιδιαιτέρως για την πυγμαχία που αποτελεί άθλημα που παίζεται κυρίως με τα χέρια. Εξάλλου, σε ελίτ Ιταλούς αθλητές κατηγορίας μεσαίων βαρών (75 - 81 kg) έχει δειχθεί ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ της δύναμης των άνω άκρων μετρημένης με τη δοκιμασία χειρολαβής και της κατάταξής τους στη Διεθνή Ομοσπονδία Ερασιτεχνικής Πυγμαχίας (Amateur International Boxing Association, AIBA) (Guidetti et al., 2002). Συνεπώς, η μείωση του ποσοστού σωματικού λίπους θα μπορούσε ενδεχομένως να βελτιώσει την αθλητική απόδοση των πυγμάχων.

Κατά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου παρατηρήθηκε αυξημένη μέση καρδιακή συχνότητα από γύρο σε γύρο σε συμφωνία με παλαιότερες μελέτες για το συγκεκριμένο άθλημα

(Chatterjee et al., 2006; Coswig et al., 2018; Davis et al., 2014; de Lira et al., 2013; Finlay et al., 2018, 2020; Nikolaidis et al., 2017; Siegler & Hirscher, 2010; Smith, 2006), αλλά και με το πρωτόκολλο BOXFIT που υιοθετήθηκε στην παρούσα διατριβή. Επιπλέον, η μέση καρδιακή συχνότητα για κάθε γύρο εκπεφρασμένη σε ποσοστό % της $K\Sigma_{peak}$ και η προοδευτική αύξησή της με την πάροδο των γύρων ήταν σε απόλυτη ταύτιση με τις τιμές που βρέθηκαν στο πρωτόκολλο BOXFIT (Thomson & Lamb, 2017a, 2017b). Συνεπώς, η προσαρμογή του πυγμαχικού πρωτοκόλλου BOXFIT στις ανάγκες της παρούσας διατριβής μπορεί να θεωρηθεί επιτυχής. Παρόμοια ταύτιση υπήρχε και για τις $K\Sigma_{peak}$ και $K\Sigma_{ave}$ ως % ποσοστό της $K\Sigma_{max}$ και με ακόμη ένα πρωτόκολλο προσομοίωσης με πυγμαχικό αγώνα, που αναπτύχθηκε από τον Davis και τους συνεργάτες του (2015), το οποίο βασίστηκε σε οπτικοακουστικό υλικό από 29 αγώνες από τους Ολυμπιακούς Αγώνες του Λονδίνου το 2012. Το πρωτόκολλο αυτό εφαρμόστηκε από τους Finlay et al. (2020) και αφορούσε σε 3×3 min πυγμαχικό πρωτόκολλο έναντι στόχων ή σάκου με συγκεκριμένες κινήσεις, όπως και στην παρούσα διατριβή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρότι οι επιθετικές και αμυντικές κινήσεις που περιελάμβανε το πυγμαχικό πρωτόκολλο ήταν συγκεκριμένες ποιοτικά και ποσοτικά, εντούτοις η ένταση των χτυπημάτων δεν ήταν προκαθορισμένη και αφέθηκε στην διακριτική ευχέρεια των δοκιμαζόμενων, με αποτέλεσμα έξι από αυτούς να εκτελέσουν το πυγμαχικό πρωτόκολλο κάτω από το ατομικό τους αναερόβιο κατώφλι και τέσσερεις εξ αυτών να ασκηθούν πάνω από το αναερόβιο κατώφλι τους.

Μετά το πέρας του πρωτοκόλλου παρατηρήθηκε ομαλή προοδευτική πτώση της καρδιακής συχνότητας όπως αναμενόταν. Κατ' επέκταση, και η εκτιμώμενη βάσει της καρδιακής συχνότητας $\dot{V}O_2$ για κάθε γύρο φάνηκε να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, όπως έχει διατυπωθεί και από άλλες έρευνες (Chatterjee et al., 2006; Ghosh, 2010), χωρίς ωστόσο η αύξηση της $\dot{V}O_2$ για κάθε γύρο να αποτελεί επαναλαμβανόμενο εύρημα στη βιβλιογραφία (El-Ashker et al., 2018; Finlay et al., 2018).

Η μελέτη της αρτηριακής πίεσης στην πυγμαχία πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Βρέθηκε ότι με την πάροδο του χρόνου κατά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου υπήρχε σημαντική επίδραση στη συστολική, τη διαστολική και τη μέση αρτηριακή πίεση, καθώς και στη διαφορά τους από την αρτηριακή πίεση ηρεμίας (ΔΣΑΠ, ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ). Όλες οι παράμετροι πίεσης εμφάνισαν φυσιολογική απόκριση, καθώς αυξάνονταν κατά τη διάρκεια της άσκησης σε σχέση με την ηρεμία και παρουσίαζαν προοδευτική πτώση κατά την αποκατάσταση, σε συμφωνία με ό,τι ισχύει γενικά για τη διακύμανση της αρτηριακής πίεσης πριν από, κατά τη διάρκεια, στο διάλειμμα και μετά την άσκηση (Black et al., 2015; Carpio-Rivera et al., 2016; Palatini, 1994). Η συστολική, διαστολική και μέση αρτηριακή πίεση αυξάνονταν κατά τη διάρκεια των πυγμαχικών γύρων σε σχέση με την ηρεμία ακολουθώντας την αύξηση της καρδιακής συχνότητας που έχει μελετηθεί κατά το παρελθόν για το άθλημα (Chatterjee et al., 2006; Davis et al., 2014; de Lira et al., 2013; Siegler & Hirscher, 2010; Smith, 2006; Thomson & Lamb, 2017b). Επίσης, παρότι δεν υπάρχουν μελέτες που να σχετίζονται με τη μεταβολή του όγκου

παλμού κατά την πυγμαχία, μπορεί να θεωρηθεί ότι για υπομέγιστη άσκηση, όπως αυτή που εκτελέστηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, ο όγκος παλμού αυξάνεται σε σχέση με την ηρεμία ανάλογα με την ένταση της άσκησης, όπως έχει δειχθεί για συνδυασμένη άσκηση που εκτελείται από υγιείς δοκιμαζόμενους (Horn et al., 2015). Συνεπώς, η μη εύρεση σημαντικών διαφορών για την αρτηριακή πίεση μεταξύ των γύρων, σε αντίθεση με την παράμετρο της καρδιακής συχνότητας στην πυγμαχία, ενδεχομένως να οφείλεται σε μείωση της συνολικής περιφερικής αντίστασης από γύρο σε γύρο, υπόθεση που έχει προταθεί από προηγούμενες μελέτες (Higginbotham et al., 1986; Palatini, 1994), δεδομένου ότι η μέση αρτηριακή πίεση ισούται με το γινόμενο της καρδιακής παροχής επί την συνολική περιφερική αντίσταση ($ΜΑΠ = ΚΠ \times ΣΠΑ$) και ότι η καρδιακή παροχή εξαρτάται από τον όγκο παλμού και την καρδιακή συχνότητα. Ειδικότερα, κατά τη διάρκεια της άσκησης προέκυψε αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης σε σχέση με την ηρεμία (ΔΜΑΠ) κατά 22 έως 25 mmHg, ανάλογα με το γύρο, ενώ μετά την άσκηση παρατηρήθηκε πτώση της ΔΜΑΠ που ήταν φυσικά περισσότερο έκδηλη στις τελευταίες μετρήσεις της αποκατάστασης. Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονταν κυρίως στις μεταβολές της συστολικής αρτηριακής πίεσης, της οποίας η αύξηση κατά τη διάρκεια των αγωνιστικών γύρων ξεπέρασε τα 50 mmHg σε σχέση με την ηρεμία, συγκλίνοντας με ορισμένες έρευνες που αφορούν σε μέγιστη δυναμική άσκηση σε διάδρομο ή ποδήλατο (Palatini, 1994) και ούσα υψηλότερη συγκριτικά με υπομέγιστη δυναμική άσκηση που πραγματοποιούνταν ταυτόχρονα με χέρια και πόδια (+44

mmHg) ή μόνο με τα χέρια (+36 mmHg) (di Blasio et al., 2009). Η μετασκησιακή υπόταση μετά το πέρας του πυγμαχικού πρωτοκόλλου ήταν ιδιαίτερα έκδηλη, γεγονός που αποτυπώνεται από τις μετρήσεις των ΔΜΑΠ, ΔΣΑΠ και ΔΔΑΠ στο τέλος της αποκατάστασης. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την ερευνητική υπόθεση που τέθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής για έκδηλη μετασκησιακή υπόταση στο πυγμαχικό πρωτόκολλο.

Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα που βρέθηκε μετά το πέρας της πυγμαχικής συνεδρίας είναι κοντά στην τιμή που αναφέρουν οι Smith et al. ($5,8 \pm 1,8 \text{ mmol L}^{-1}$) για πυγμάχους που ακολουθούσαν φυσιολογική δίαιτα και εκτέλεσαν πρωτόκολλο σε ειδικό πυγμαχικό εργόμετρο διάρκειας 3 γύρων των 3 min με 1-min ενδιάμεσο διάλειμμα μεταξύ των γύρων (Smith et al., 2001), ωστόσο είναι υψηλότερη από αυτή που αναφέρουν οι δημιουργοί του πρωτοκόλλου BOXFIT ($6,4 \pm 1,7 \text{ mmol L}^{-1}$ έναντι $4,6 \pm 1,3 \text{ mmol L}^{-1}$) (Thomson & Lamb, 2017a). Διαφορές εμφανίζονται και με ένα σύνολο άλλων μελετών που έχουν βρει υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού. Οι διαφορές μπορούν να αποδοθούν στη διαφορετική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, καθώς όλα τα άλλα πρωτόκολλα είχαν είτε διαφορετικό αριθμό γύρων ή/και διαφορετική διάρκεια γύρων σε σχέση με το πειραματικό πρωτόκολλο της παρούσας διατριβής (Arseneau et al., 2011; Davis et al., 2014; Ghosh, 2010; Smith, 2006), εξήγηση που έχει υποστηριχθεί θερμά στο παρελθόν για πολλά είδη άσκησης και ειδικότερα για το άθλημα της πυγμαχίας (Davis et al., 2014; Ghosh, 2010; Smith, 2006). Επίσης, πολύ υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης γαλακτικού ($13,6 \pm 2,4 \text{ mmol L}^{-1}$) καταγράφεται σε έρευνα του 2015 με

παρόμοια διάρκεια πρωτοκόλλου (3×3 min). Η διαφορά αυτή προφανώς οφείλεται σε δύο κυρίως λόγους: αφενός στο επίπεδο των αθλητών, οι οποίοι ήταν πολύ υψηλού επιπέδου διεθνείς που εκπροσωπούσαν τις εθνικές τους ομάδες και αφετέρου στη στιγμή που ελήφθη το δείγμα, δηλαδή αμέσως μετά από επίσημο διεθνή αγώνα, οπότε η καταβαλλόμενη προσπάθεια και η σωματική εξάντληση είναι λογικό να είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με την προσομοίωση πυγμαχικού αγώνα στο εργαστήριο (Hanon et al., 2015). Εκτός αυτού, διαφορές στην προαγωνιστική διατροφή ή στο πρόγραμμα προπόνησης που ακολουθούν οι αθλητές (π.χ. περισσότερο αερόβια ή αναερόβια προπόνηση) μπορεί να επηρέασαν τις μετρηθείσες τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού (Smith, 2006; Smith et al., 2001).

Η αντιλαμβανόμενη κόπωση των δοκιμαζόμενων καταγράφηκε γενικά ως μικρότερη σε σχέση με άλλες μελέτες που ακολούθησαν είτε διαφορετικά πρωτόκολλα (Arseneau et al., 2011; Coswig et al., 2018; Kravitz et al., 2003; Nikolaidis et al., 2017; Siegler & Hirscher, 2010; Uchida et al., 2014) είτε το πρωτόκολλο BOXFIT (Thomson & Lamb, 2017b, 2017a). Οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται στην υποτίμηση της κόπωσης εκ μέρους των συμμετεχόντων που οδήγησε σε καταγραφή χαμηλότερων τιμών στην K.A.K., παρόλο που η σωστή χρήση της 20-βάθμιας κλίμακας του Borg εξηγήθηκε σε όλους με τρόπο διεξοδικό. Μόνο δύο από τους δοκιμαζόμενους φάνηκε να έδειξαν τιμές που αντανάκλαζαν την πραγματική τους αντιλαμβανόμενη κόπωση και συνεπώς τα αποτελέσματα κρίνονται αναξιόπιστα ως προς την συγκεκριμένη παράμετρο. Παρόλα αυτά, η εκτίμηση μετά 10 min ήταν ίδια με εκείνη που

δόθηκε μετά 30 min από το τέλος των πρωτοκόλλων άσκησης, γεγονός που συμφωνεί με τα αντίστοιχα ευρήματα της βιβλιογραφίας για το άθλημα της πυγμαχίας (Uchida et al., 2014).

5.2. Σύγκριση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου με το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου

Στη συνέχεια συγκρίθηκαν οι φυσιολογικές αποκρίσεις του αθλήματος της πυγμαχίας με τις φυσιολογικές αποκρίσεις που είχαν οι ίδιοι δοκιμαζόμενοι σε επόμενη συνεδρία όπου εκτέλεσαν πρωτόκολλο ίδιας έντασης και διάρκειας σε δαπεδοεργόμετρο. Μέσα από τη σύγκριση των καρδιακών συχνοτήτων των επιμέρους γύρων των δύο πρωτοκόλλων, επαληθεύτηκε ότι η επιδιωκόμενη πειραματική παρέμβαση ήταν επιτυχής και ότι τα δύο είδη άσκησης κατάφεραν να εξισωθούν ως προς την ένταση, αφού δεν εμφανίστηκαν διαφορές στις τιμές της καρδιακής συχνότητας. Μετασχηματικά, η καρδιακή συχνότητα αποκαταστάθηκε σε συντομότερο χρόνο και αριθμητικά ήταν μικρότερη στο τέλος της αποκατάστασης για το πυγμαχικό πρωτόκολλο συγκριτικά με το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου. Αυτή ακριβώς η σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ πρωτοκόλλου και χρόνου αποκατάστασης που παρατηρήθηκε είναι δυνατό να επηρέασε και την καρδιαγγειακή παράμετρο της αρτηριακής πίεσης που συγκρίθηκε για τα δύο πρωτόκολλα στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Για το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου, σε όλες τις συνιστώσες της αρτηριακής πίεσης που μελετήθηκαν υπήρξε αύξηση των τιμών κατά τη μετάβαση από την ηρεμία στην άσκηση και μείωσή τους στην αποκατάσταση, όπως εξάλλου αναμενόταν από την καλά εδραιωμένη μελέτη της αρτηριακής πίεσης που

αναφέρεται στη βιβλιογραφία για το τρέξιμο (Palatini, 1994). Τα δύο πρωτόκολλα άσκησης που μελετήθηκαν φάνηκε να διαφέρουν σημαντικά στην αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης σε σχέση με την τιμή ηρεμίας (ΔΣΑΠ). Η αύξηση αυτή ήταν μεγαλύτερη κατά ~13 mmHg όταν η άσκηση έγινε στο δαπεδοεργόμετρο, σε αντίθεση με τις ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ, οι οποίες δεν διέφεραν μεταξύ των πρωτοκόλλων κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η άσκηση στο δαπεδοεργόμετρο λόγω της πιο ρυθμικής και ομοιόμορφης κίνησης μπορεί να υποβοηθούσε την κυκλοφορία και να συνέβαλε στην μεγαλύτερη αύξηση της συστολικής πίεσης, η οποία οφείλεται κυρίως στην ταχύτερη εξώθηση μεγαλύτερου όγκου αίματος από την καρδιά (Κλεισούρας, 2011). Η άσκηση με χέρια και πόδια μαζί αυξάνει την αιματική ροή, αλλά όχι και την ΜΑΠ η οποία είναι πολύ καλά ρυθμιζόμενη ακόμη και σε άσκηση με ολόκληρο το σώμα (Calbet et al., 2004; Volianitis & Secher, 2016). Εκτός αυτού, ούτε η πρόσληψη οξυγόνου του μυοκαρδίου, όπως υποδεικνύεται από τον υπολογισμό του διπλού γινομένου, διέφερε μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων.

Μετασκησιακά, παρότι δεν ανιχνεύθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων στις τιμές των ΔΣΑΠ, ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ, εμφανίστηκε τάση για σημαντική διαφορά της ΔΣΑΠ συνολικά και πολύ ισχυρή τάση για το 20° και 25° λεπτό της αποκατάστασης των δύο πρωτοκόλλων. Επιπλέον, οι μετασκησιακές ΔΣΑΠ, ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ του πυγμαχικού πρωτοκόλλου έφθασαν τις τιμές -11,2 mmHg, -5,2 mmHg και -5,3 mmHg, ενώ οι αντίστοιχες μέγιστες διαφορές από την ηρεμία του δρομικού πρωτοκόλλου στο δαπεδοεργόμετρο ήταν -4,9 mmHg, -1,6 mmHg και -2,4

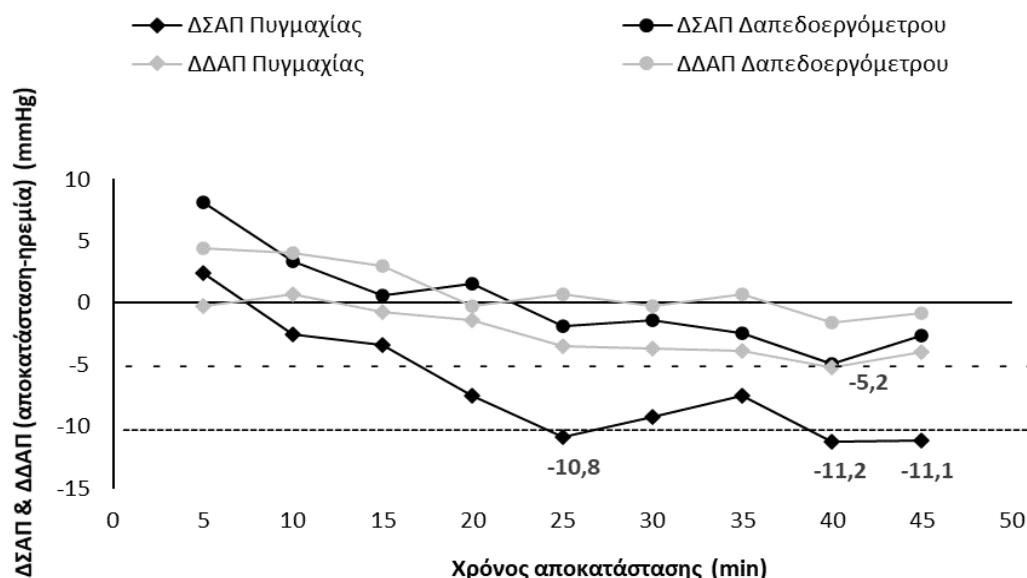
mmHg, επιβεβαιώνοντας την ερευνητική υπόθεση που τέθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής για πιο έκδηλη μετασκησιακή υπόταση μετά την εκτέλεση του πυγμαχικού πρωτοκόλλου. Μάλιστα, οι μειώσεις που παρατηρήθηκαν στην πίεση μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο θεωρούνται αξιοσημείωτες μιας και υπερβαίνουν τις τιμές που έχουν αναφερθεί στο παρελθόν για πολλά είδη δυναμικής άσκησης (Brito et al., 2018; Kenney & Seals, 1993). Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, η έντονη μετασκησιακή υπόταση που παρατηρήθηκε μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο δεν μπορεί να αποδοθεί σε υψηλότερες τιμές αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια της άσκησης, όπως έχει παρατηρηθεί -τουλάχιστον για την ΔΑΠ- από παλαιότερη έρευνα (de Almeida et al., 2010). Η χαμηλότερη ΔΣΑΠ που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του πυγμαχικού πρωτοκόλλου, καθώς και η εντονότερη μετασκησιακή υπόταση όπως φαίνεται από τις τιμές των ΔΣΑΠ, ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο είναι δυνατό να αποδοθούν στη συμμετοχή των χεριών στο πρωτόκολλο αυτό. Είναι πιθανόν, κατά τη διάρκεια της πυγμαχικής συνεδρίας οι δοκιμαζόμενοι να παρουσίασαν έντονες αγγειοδιαστολές στα άνω άκρα, προκειμένου να αντισταθμίσουν τη χαμηλή ικανότητα απόσπασης του οξυγόνου. Όπως έχει προταθεί από τους Calbet et al. (2004, 2005), αλλά και από άλλες μελέτες (Kounalakis et al., 2009), σε δεδομένη υπομέγιστη άσκηση (όπως αυτή που εκτελέστηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής), το επίπεδο αγγειοδιαστολής των άνω άκρων σε σύγκριση με εκείνο των κάτω άκρων είναι υψηλότερο, εξαιτίας της μικρότερης ικανότητας απόσπασης του οξυγόνου στα χέρια. Ρυθμιζόμενη παράμετρο δηλαδή φαίνεται να

αποτελεί η παροχή του O_2 (oxygen delivery) και η αρτηριακή πίεση προσαρμόζεται προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το O_2 τοπικά από τους ιστούς που εκτελούν άσκηση (Calbet et al., 2004, 2005). Η υπόθεση για μικρότερη ικανότητα χρησιμοποίησης του O_2 από τα άνω άκρα στηρίζεται επίσης στο ότι η μέγιστη ροή αίματος ανά κιλό μυϊκής μάζας φαίνεται να είναι παρόμοια σε χέρια και πόδια σε γυμνασμένους συμμετέχοντες ή ελάχιστα μεγαλύτερη για τα χέρια σε άσκηση σε όρθια θέση, ενώ σε εξισωμένα πρωτόκολλα ως προς την ειδική $\dot{V}O_2$ η αιματική ροή των άνω άκρων είναι περίπου 27 % υψηλότερη από των κάτω άκρων, παρότι η μάζα χεριών είναι περίπου 4 - 5 kg σε αντίθεση με των ποδιών που αντιστοιχεί σε 10 - 11 kg (Calbet et al., 2004). Την παραπάνω υπόθεση ενισχύει αυτός καθ' εαυτόν ο σχεδιασμός της πειραματικής παρέμβασης σύμφωνα με τον οποίο οι αγωνιστικοί γύροι ήταν εξισωμένοι ως προς την καρδιακή τους συχνότητα. Ως εκ τούτου, το γεγονός ότι η ΔΜΑΠ, που εξαρτάται από την ΚΣ, τον ΟΠ και την ΣΠΑ, δεν αυξάνεται από τον 1^ο στον 3^ο γύρο στο πρωτόκολλο της πυγμαχίας όπως συμβαίνει στο πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου, μπορεί να αποδοθεί σε χαμηλότερη ΣΠΑ ή με άλλα λόγια σε εντονότερη αγγειοδιαστολή κατά τη διάρκεια του πυγμαχικού πρωτοκόλλου, εξαιτίας της συμμετοχής των χεριών. Η τάση για εντονότερη μετασκησιακή υπόταση, όπως φαίνεται από την πιο έκδηλη μείωση της συστολικής πίεσης μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο, μπορεί να συνδέεται και με τη μικρότερη αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης που παρατηρήθηκε στο τέλος της άσκησης του πυγμαχικού πρωτοκόλλου. Σε συμφωνία με την μετασκησιακή πορεία των ΔΣΑΠ, ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ

βρίσκεται και η μετασκησιακή μείωση της καρδιακής συχνότητας, η οποία είναι ταχύτερη στο πυγμαχικό πρωτόκολλο. Η αυξημένη τιμή της ΔΣΑΠ για τους αγωνιστικούς γύρους του δρομικού πρωτοκόλλου σε σύγκριση με το πυγμαχικό πρωτόκολλο και η μη εύρεση σημαντικών διαφορών για τις ΔΔΑΠ και ΔΜΑΠ δεν επιβεβαιώνει την ερευνητική υπόθεση που τέθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Αυτό είναι πιθανόν να οφείλεται στα αποτελέσματα κάποιων παλαιότερων ερευνών που συνέκριναν άσκηση που εκτελούνταν αμιγώς με τα άνω άκρα με άσκηση που εκτελούνταν αποκλειστικά με τα κάτω άκρα (Bevegard et al., 1966), τα οποία λήφθηκαν υπόψη στη διατύπωση της συγκεκριμένης υπόθεσης.

Η καλύτερη μετασκησιακή υπόταση που επετεύχθη με το πυγμαχικό πρωτόκολλο (Σχήμα 5.1.) αξίζει να διερευνηθεί προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της υγείας του γενικού πληθυσμού, καθώς σύμφωνα με την Αμερικανική Ιατρική Ένωση χρόνια μείωση της ΣΑΠ κατά μόλις 2 mmHg μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εμφράγματος κατά 6 %, τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου κατά 4 % και την συνολική θνητότητα κατά 3 %, ενώ αν η μείωση είναι 5 mmHg ο κίνδυνος μειώνεται κατά 14 %, 7 % και 9 %, αντιστοίχως για κάθε περίπτωση (Kenney and Seals, 1993; Whelton et al., 2002). Παράλληλα, μείωση της αρτηριακής πίεσης κατά 5 mmHg έχει τεθεί ως ουδός κλινικής σημαντικότητας σε διάφορες έρευνες για νορμοτασικούς (Jones et al., 2009). Επίσης, πρόσφατες μετα-αναλύσεις δείχνουν πολλά υποσχόμενα οφέλη με μείωση της ΣΑΠ κατά 10 mmHg και της ΔΑΠ κατά 5 mmHg που ενδεικτικά ερμηνεύονται σε μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιακής συγκοπής κατά 28 %, εμφράγματος κατά 27 % και

γενικής θνητότητας κατά 13 % (Ettehad et al., 2016; Thomopoulos et al., 2016).



Σχήμα 5.1. Πτώσεις της ΣΑΠ κατά 10 mmHg (----) και της ΔΑΠ κατά 5 mmHg (- - -) φαίνεται να παρουσιάζουν κλινική σημασία (Ettehad et al., 2016; Thomopoulos et al., 2016). Τέτοιον είδους πτώσεις παρατηρούνται για ορισμένα χρονικά σημεία της αποκατάστασης μόνο μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο και όχι μετά την άσκηση στο δαπεδοεργόμετρο. Με μαύρη γραμμή τάσης απεικονίζεται η μετασκησιακή ΔΣΑΠ και με γκρι γραμμή τάσης απεικονίζεται η μετασκησιακή ΔΔΑΠ για την πυγμαχία (σύμβολα ♦, ◆) και το πρωτόκολλο στο δαπεδοεργόμετρο (σύμβολα ●, ◆).

Ερμηνευόμενα με όρους υγείας και ποιότητας ζωής τα εν λόγω ευρήματα υποδεικνύουν ότι η πυγμαχική προπόνηση, εάν εκτελείται συστηματικά, ώστε να προκαλέσει χρόνιες προσαρμογές, είναι δυνατό να προάγει την υγεία των αθλούμενων. Ο ισχυρισμός ότι η οξεία μείωση της αρτηριακής πίεσης που παρατηρείται μετά από μία προπονητική συνεδρία σχετίζεται -εφόσον επαναλαμβάνεται- με χρόνιες μειώσεις βρίσκεται στο επίκεντρο διαρκούς συζήτησης της επιστημονικής κοινότητας. Σε πρόσφατες μελέτες πάντως έχει δειχθεί ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων τουλάχιστον αναφορικά με προ-υπερτασικά άτομα

(Hecksteden et al., 2013; Liu et al., 2012). Το ίδιο υποστηρίζει και μία πρόσφατη ανασκόπηση, η οποία χαρακτηρίζει τη μετασκησιακή υπόταση ως «δομικό λίθο» του γενικότερου οικοδομήματος μίας μακροχρόνιας κλινικά σημαντικής πτώσης της αρτηριακής πίεσης (Brito et al., 2018). Ενθαρρυντικά αποτελέσματα επιπλέον προέκυψαν από μία πρόσφατη μελέτη, η οποία έδειξε ότι προπόνηση υψηλής έντασης 12 εβδομάδων με τέσσερις 50-λεπτες συνεδρίες ανά εβδομάδα που περιελάμβαναν ασκησιολόγιο που χρησιμοποιείται στην πυγμαχία είναι δυνατό να μειώσει την αρτηριακή πίεση ηρεμίας σε παχύσαρκους

ενήλικες σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που έκανε ζωηρό περπάτημα (Cheema et al., 2015). Πρόσθετα, μία μελέτη των Leduc-Gaudet et al. έδειξε μετασκησιακή υπόταση σε νεαρούς οριακά υπερτασικούς μη πυγμάχους μετά από 15-λεπτη πυγμαχική άσκηση σε σάκο, με εθελοντικά διαλείμματα 30 s (Leduc-Gaudet et al., 2016). Όταν μάλιστα αναλογιστεί κανείς ότι συνήθως το τρέξιμο γίνεται συνεχόμενα (σε αντίθεση με την παρούσα διατριβή όπου το πρωτόκολλο ήταν διαλειμματικό για λόγους σύγκρισης με την πυγμαχία), τότε προστίθεται στον παραπάνω ισχυρισμό και η διαπίστωση της βιβλιογραφίας ότι σε διαλειμματικά πρωτόκολλα η μετασκησιακή υπόταση εμφανίζεται πιο εμφαντικά σε σχέση με τη συνεχόμενη άσκηση (Jones et al., 2009). Βέβαια, όπως ισχύει και για άλλα είδη άσκησης, έτσι και για την πυγμαχία, εμφανέστερη μετασκησιακή υπόταση ενδεχομένως να παρουσιάζεται σε οριακά υπερτασικά απ' ό,τι σε νορμοτασικά άτομα (Pescatello et al., 1991).

Σε ότι αφορά τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των δύο εξεταζόμενων πρωτοκόλλων. Οι διαφορές που εντοπίζονται σε σχέση με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών για τη συγκεκριμένη παράμετρο οφείλονται προφανώς σε διαφορετικές μεθοδολογίες, καθώς αφορούν συγκρίσεις πρωτοκόλλων που εκτελούνται αποκλειστικά με τα άνω ή με τα κάτω άκρα (Borg et al., 1987; Jensen-Urstad & Ahlborg, 1992). Παρότι η ερευνητική υπόθεση δεν επιβεβαιώθηκε, η παραπλήσια συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα υποδεικνύει ότι υπήρξε ορθή εξισορρόπηση των δύο πρωτοκόλλων από πλευράς έντασης της άσκησης.

Στην υιοθέτηση διαφορετικών μεθοδολογιών σε σχέση με ορισμένες

παλαιότερες αναφορές οφείλεται προφανώς και η μη εύρεση διαφοράς στις τιμές της κλίμακας Borg για τα δύο πρωτόκολλα (Borg et al., 1987). Παρόλα αυτά το αποτέλεσμα κρίνεται λογικό, εφόσον δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ούτε και για τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα μετά το πέρας της άσκησης.

Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής ανέκυψε σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της $\dot{V}O_{2max}$ με την αύξηση των ΔΣΑΠ και ΔΜΑΠ κατά την πυγμαχία, αλλά και θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού σωματικού λίπους με την αύξηση των ΔΣΑΠ και ΔΜΑΠ μετασκησιακά. Ακόμη, βρέθηκε ότι το ποσοστό σωματικού λίπους σχετίζεται αρνητικά με την αύξηση της ΔΜΑΠ κατά τη διάρκεια της πυγμαχίας. Συνεπώς, όσοι ήταν περισσότερο προπονημένοι (υψηλότερη $\dot{V}O_{2max}$) κατάφεραν να αυξήσουν και περισσότερο την αρτηριακή τους πίεση κατά τη διάρκεια του πυγμαχικού πρωτοκόλλου. Το ίδιο κατάφεραν και εκείνοι που διέθεταν υψηλότερο ποσοστό άλιπης σωματικής μάζας τουλάχιστον ως προς τη ΜΑΠ, εφόσον βρέθηκε η προαναφερόμενη αρνητική συσχέτιση μεταξύ ποσοστού σωματικού λίπους και ΔΜΑΠ άσκησης - ηρεμίας. Έτσι, ενδεχομένως οι καλά προπονημένοι, που λογικά διαθέτουν και χαμηλότερα ποσοστά σωματικού λίπους (Shephard et al., 1988), να είναι σε θέση να ενεργοποιήσουν περισσότερη μυϊκή μάζα και άρα να επιτύχουν υψηλότερη ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος που εκδηλώνεται με αύξηση της συστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης κατά την άσκηση (Lewis et al., 1985; MacDougall et al., 1985). Παράλληλα, οι μετασκησιακές συσχετίσεις του ποσοστού σωματικού λίπους με τις ΔΣΑΠ και ΔΜΑΠ

υποδεικνύουν λιγότερο έκδηλη μετασκησιακή υπόταση για όσους διαθέτουν υψηλότερα ποσοστά άλιπης σωματικής μάζας. Τα ευρήματα αυτά πιθανόν να οφείλονται σε καλύτερη συσταλτικότητα των αγγείων σε εκείνους που διαθέτουν περισσότερη άλιπη μυϊκή μάζα, όπως άλλωστε έχει προταθεί για προπονημένους άντρες μετά υπομέγιστη αερόβια άσκηση (Senitko et al., 2002), και ως εκ τούτου να επιτυγχάνεται ταχύτερη επαναφορά της διαμέτρου ηρεμίας στα αγγεία, ώστε να μην επιτρέπεται στο αίμα να λιμνάζει, γεγονός που αντανακλάται σε λιγότερο έντονη μετασκησιακή υπόταση στα άτομα αυτά. Η εύρεση σημαντικών συσχετίσεων μόνο για το πυγμαχικό πρωτόκολλο και όχι για το πρωτόκολλο του δαπεδοεργομέτρου, ίσως εδράζεται σε προσαρμογές που έχουν αναπτύξει για το συγκεκριμένο άθλημα οι δοκιμαζόμενοι.

5.3. Συμπεράσματα - Επίλογος

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής έδειξαν ότι από φυσιολογικής άποψης, η πυγμαχική προπόνηση έχει ασκησιογενείς αποκρίσεις τέτοιες

ώστε σε καμία περίπτωση να μην απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία ή σωματικές ικανότητες για τη συμμετοχή στο άθλημα. Αναφορικά με την αύξηση της αρτηριακής πίεσης, μία πυγμαχική συνεδρία κρίνεται απόλυτα ασφαλής για το γενικό πληθυσμό, αφού η αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την πυγμαχία ήταν μικρότερη από αυτήν που παρατηρήθηκε κατά την πλέον λαοφιλή άσκηση του τρεξίματος. Επιπροσθέτως, η μετασκησιακή υπόταση ήταν περισσότερο έκδηλη μετά το πυγμαχικό πρωτόκολλο, σε βαθμό μεγαλύτερο από αυτόν που έχει αναφερθεί κατά το παρελθόν για άλλου είδους ασκήσεις και μπορεί να χαρακτηριστεί κλινικά σημαντική. Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, η φυσιολογική παράμετρος της αρτηριακής πίεσης αξίζει να μελετηθεί περαιτέρω στην πυγμαχία, προκειμένου να διαπιστωθεί αν θα μπορούσε η μακροχρόνια ενασχόληση με το εν λόγω άθλημα να αποδειχθεί μακροπρόθεσμα κλινικά επωφελής για την υγεία του γενικού πληθυσμού μέσω ρύθμισης της αρτηριακής πίεσης.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Adams, J., Cline, M. J., Hubbard, M., McCullough, T., & Hartman, J. (2006). A new paradigm for post-cardiac event resistance exercise guidelines. *American Journal of Cardiology*, 97(2), 281–286. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.08.035>
- Anunciação, P. G., & Polito, M. D. (2011). A review on post-exercise hypotension in hypertensive individuals. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 96(5), 100–109.
- Armstrong, L. E., Soto, J. A. H., Hacker, F. T., Casa, D. J., Kavouras, S. A., & Maresh, C. M. (1998). Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 8(4), 345–355.
- Arseneau, E., Mekary, S., & Leger, L. (2011). VO₂ requirements of boxing exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 348–359.
- Astrand, I., Guharay, A., & Wahren, J. (1968). Circulatory responses to arm exercise with different arm positions. *Journal of Applied Physiology*, 25(5), 528–532. <https://doi.org/10.1152/jappl.1968.25.5.528>
- Åstrand, P., Ekblom, B., Messin, R., Saltin, B., & Stenberg, J. (1965). Intra-arterial blood pressure during exercise with different muscle groups. *Journal of Applied Physiology*, 20, 253–256.
- Bellinger, B., Gibson, A. S. C., Oelofse, A., Oelofse, R., & Lambert, M. (1997). Energy expenditure of a noncontact boxing training session compared with submaximal treadmill running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(12), 1653–1656. <https://doi.org/10.1097/00005768-199712000-00016>
- Bevegard, S., Freyschuss, U., & Strandell, T. (1966). Circulatory adaptation to arm and leg exercise in supine and sitting position. *Journal of Applied Physiology*, 21, 37–46.
- Bianco, M., Loosemore, M., Daniele, G., Palmieri, V., Faina, M., & Zeppilli, P. (2013). Amateur boxing in the last 59 years . Impact of rules changes on the type of verdicts recorded and implications on boxers ' health. *British Journal of Sports Medicine*, 47(7), 452–457. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091771>
- Black, H. R., Sica, D., Ferdinand, K., & White, W. B. (2015). Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes with Cardiovascular Abnormalities: Task Force 6: Hypertension: A Scientific Statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation*, 132(22), e298–e302. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000242>
- Bledsoe, G. H., Li, G., & Levy, F. (2005). Injury risk in professional boxing. *Southern Medical Journal*, 98(10), 994–998. <https://doi.org/10.1097/01.smj.0000182498.19288.e2>
- Borg, G. (1973). Perceived exertion: a note on “history” and methods. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 5(2), 90–93.

- Borg, G., Hassmén, P., & Lagerström, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 679–685.
<https://doi.org/10.1007/BF00424810>
- Brito, L. C., Fecchio, R. Y., Peçanha, T., Andrade-Lima, A., Halliwill, J. R., & Forjaz, C. L. M. (2018). Postexercise hypotension as a clinical tool: a “single brick” in the wall. *Journal of the American Society of Hypertension*, 12(12), e59–e64.
<https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.10.006>
- Bruzas, V., Stasiulis, A., Cepulenas, A., Mockus, P., Statkeviciene, B., & Subacius, V. (2014). Aerobic capacity is correlated with the ranking of boxers. *Perceptual and Motor Skills*, 119(1), 50–58.
<https://doi.org/10.2466/30.29.PM.S.119c12z9>
- Buško, K., Staniak, Z., Szark-Eckardt, M., Nikolaidis, P. T., Mazur-Rózycka, J., Łach, P., Michalski, R., Gajewski, J., & Górski, M. (2016). Measuring the force of punches and kicks among combat sport athletes using a modified punching bag with an embedded accelerometer. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(1), 47–54.
<https://doi.org/10.5277/ABB-00304-2015-02>
- Calbet, J. A. L., Holmberg, H. C., Rosdahl, H., Van Hall, G., Jensen-Urstad, M., & Saltin, B. (2005). Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 289(558-5), 1448–1458.
<https://doi.org/10.1152/ajpregu.00824.2004>
- Calbet, J. A. L., Jensen-Urstad, M., van Hall, G., Holmberg, H. C., Rosdahl, H., & Saltin, B. (2004). Maximal muscular vascular conductances during whole body upright exercise in humans. *Journal of Physiology*, 558(1), 319–331.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.059287>
- Carpio-Rivera, E., Moncada-Jiménez, J., Salazar-Rojas, W., & Solera-Herrera, A. (2016). Acute effects of exercise on blood pressure: A meta-analytic investigation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 106(5), 422–433.
<https://doi.org/10.5935/abc.20160064>
- Cepulenas, A., Bruzas, V., Mockus, P., & Subacius, V. (2011). Impact of physical training mesocycle on athletic and specific fitness of elite boxers. *Science of Martial Arts*, 7(1), 33–39.
- Chaabène, H., Tabben, M., Mkaouer, B., Franchini, E., Negra, Y., Hammami, M., Amara, S., Bouguezzi Chaabène, R., & Hachana, Y. (2015). Amateur Boxing: Physical and Physiological Attributes. *Sports Medicine*, 45(3), 337–352.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0274-7>
- Chatterjee, P., Banerjee, A., Majumdar, P., & Chatterjee, P. (2006). Energy expenditure in women boxing. *Kathmandu University Medical Journal*, 4(3), 319–323.
- Cheema, B. S., Davies, T. B., Stewart, M., Papalia, S., & Atlantis, E. (2015). The feasibility and effectiveness of high-intensity boxing training versus moderate-

- intensity brisk walking in adults with abdominal obesity: A pilot study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/2052-1847-7-3>
- Coldwells, A., Atkinson, G., & Reilly, T. (1994). Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics*, 37(1), 79–86. <https://doi.org/10.1080/00140139408963625>
- Coplan, N. L., Gleim, G. W., Scandura, M., & Nicholas, J. A. (1987). Comparison of arm and treadmill exercise at 85% predicted maximum heart rate. *Clinical Cardiology*, 10(11), 655–657. <https://doi.org/10.1002/clc.4960101111>
- Cornelissen, V. A., Fagard, R. H., Coeckelberghs, E., & Vanhees, L. (2011). Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*, 58(5), 950–958. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.177071>
- Coswig, V. S., Gentil, P., Irigon, F., & Del Vecchio, F. B. (2018). Caffeine ingestion changes time-motion and technical-tactical aspects in simulated boxing matches: A randomized double-blind PLA-controlled crossover study. *European Journal of Sport Science*, 18(7), 975–983 . <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1465599>
- Davis, P., Benson, P. R., Pitty, J. D., Connorton, A. J., & Waddock, R. (2015). The activity profile of elite male amateur boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 53–57. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0474>
- Davis, P., Leithäuser, R. M., & Beneke, R. (2014). The Energetics of Semicontact 3 x 2-min Amateur Boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 233–239. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2013-0006>
- de Almeida, W. S., de Jesus Lima, L. C., da Cunha, R. R., Simões, H. G., Nakamura, F. Y., & Campbell, G. S. G. (2010). Évolution De La Pression Artérielle Après Un Exercice De Pédalage Réalisé Avec Les Membres Inférieurs Ou Supérieurs. *Science and Sports*, 25(2), 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2009.09.001>
- de Lira, C. A. B., Peixinho-Pena, Vancini, R. L., Fachina, de Almeida, A. A., Andrade, M. dos S., & da Silva. (2013). Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 175–182. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s44807>
- di Blasio, A., Sablone, A., Civino, P., D’Angelo, E., Gallina, S., & Ripari, P. (2009). Arm vs. combined leg and arm exercise: Blood pressure responses and ratings of perceived exertion at the same indirectly determined heart rate. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3), 401–409.
- Durnin, B. Y. J. V. G. a, & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of*

- Nutrition*, 32(1), 77–97.
<https://doi.org/10.1079/BJN19740060>
- Eklund, B., Kaijser, L., & Knijtsson, E. (1974). Blood flow in resting (contralateral) arm and leg during isometric contraction. *Journal of Physiology*, 240, 111–124.
- El-Ashker, S., Chaabène, H., Negra, Y., Prieske, O., & Granacher, U. (2018). Cardio-Respiratory Endurance Responses Following a Simulated 3 × 3 Minutes Amateur Boxing Contest in Elite Level Boxers. *Sports*, 6(4), 119.
<https://doi.org/10.3390/sports6040119>
- El-Ashker, S., & Nasr, M. (2012). Effect of boxing exercises on physiological and biochemical responses of Egyptian elite boxers. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(1), 111–116.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2012.01018>
- Ettehad, D., Emdin, C. A., Kiran, A., Anderson, S. G., Callender, T., Emberson, J., Chalmers, J., Rodgers, A., & Rahimi, K. (2016). Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 387(10022), 957–967.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01225-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01225-8)
- Finlay, M. J., Greig, M., McCarthy, J., & Page, R. M. (2020). Physical response to pad- and bag-based boxing-specific training modalities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(4), 1052–1061.
- Finlay, M. J., Greig, M., & Page, R. M. (2018). Quantifying the physical response to a contemporary amateur boxing simulation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 1005–1012.
- Fleck, S. (1983). Body composition of elite American athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(6), 398–403.
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
- Gacesa, J. Z. P., Barak, O. F., & Grujic, N. G. (2009). Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 751–755.
- Gambrell, R. C. (2007). Boxing: Medical care in and out of the ring. *Current Sports Medicine Reports*, 6(5), 317–321.
<https://doi.org/10.1007/s11932-007-0069-9>
- Ghosh, A. K. (2010). Heart rate, oxygen consumption and blood lactate responses during specific training in amateur boxing. *International Journal of Applied Sport Science*, 22, 1–12.
- Giovani, D., & Nikolaidis, P. T. (2012). Differences in Force-velocity Characteristics of Upper and Lower Limbs of Non-competitive Male Boxers. *International Journal of Exercise Science*, 5(2), 106–113.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27182379>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4738970>
- Graham, M. J., Lucas, S. J. E., Francois, M. E., Stavrianeas, S., Parr, E. B., Thomas, K. N., & Cotter, J. D. (2016). Low-volume intense

- exercise elicits post-exercise hypotension and subsequent hypervolemia, irrespective of which limbs are exercised. *Frontiers in Physiology*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00199>
- Guerra, R. S., & Amaral, T. F. (2009). Comparison of hand dynamometers in elderly people. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(10), 907–912.
- Guidetti, L., Musulin, A., & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 309–314.
- Halperin, I., Hughes, S., Chapman, D. W., Halperin, I., Hughes, S., & Chapman, D. W. (2016). Physiological profile of a professional boxer preparing for Title Bout: A case study. *Journal of Sports Sciences*, 34(20), 1949–1956. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1143110>
- Hanon, C., Savarino, J., & Thomas, C. (2015). Blood lactate and acid-base balance of world-class amateur boxers after three 3-minute rounds in international competition. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 942–946.
- Hecksteden, A., Grütters, T., & Meyer, T. (2013). Association between postexercise hypotension and long-term training-induced blood pressure reduction: A pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 23(1), 58–63. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31825b6974>
- Henriksen, A., Mikalsen, M. H., Woldaregay, A. Z., Muzny, M., Hartvigsen, G., Hopstock, L. A., & Grimsgaard, S. (2018). Using Fitness Trackers and Smartwatches to Measure Physical Activity in Research: Analysis of Consumer Wrist-Worn Wearables. *Journal of Medical Internet Research*, 20(3).
- Higginbotham, M. B., Morris, K. G., Williams, S., McHale, P. A., Coleman, R. E., & Cobb, F. R. (1986). Regulation of stroke volume during submaximal and maximal upright exercise in normal man. *Circulation Research*, 58(2), 281–291. <https://doi.org/10.1161/01.RES.58.2.281>
- Horn, P., Ostadal, P., & Ostadal, B. (2015). Rowing increases stroke volume and cardiac output to a greater extent than cycling. *Physiological Research*, 64(2), 203–207. <https://doi.org/10.33549/physiolres.932853>
- Howard, R., & Balady, G. (2000). Symptomatic Hypotension During Arm Cycle Ergometry Exercise. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 20(2), 122–125. <http://www.kesslermed.com/>. (n.d.).
- Hübner-Woźniak, E., Kosmol, A., & Błachnio, D. (2011). Anaerobic capacity of upper and lower limbs muscles in combat sports contestants. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2(2), 91–94. <https://doi.org/10.5604/20815735.1047140>
- Jensen-Urstad, M., & Ahlborg, G. (1992). Is the high lactate release during arm exercise due to a low training status? *Clinical Physiology*, 12(4), 487–496.

- <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.1992.tb00352.x>
- Jones, H., Taylor, C. E., Lewis, N. C. S., George, K., & Atkinson, G. (2009). Post-Exercise Blood Pressure Reduction Is Greater Following Intermittent Than Continuous Exercise and Is Influenced Less by Diurnal Variation. *Chronobiology International*, 26(2), 293–306. <https://doi.org/10.1080/07420520902739717>
- Kenney, M. J., & Seals, D. R. (1993). Brief Review Postexercise Hypotension. *Hypertension*, 22(5), 653–664.
- Khanna, G., & Manna, I. (2006). Study of physiological profile of Indian boxers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 90–98.
- Kilic, Y., Cetin, H. N., Sumlu, E., Pektas, M. B., Koca, H. B., & Akar, F. (2019). Effects of boxing matches on metabolic, hormonal, and inflammatory parameters in male elite boxers. *Medicina (Lithuania)*, 55(6), 288–298.
- Kounalakis, S. N., Koskolou, M. D., & Geladas, N. D. (2009). Oxygen saturation in the triceps brachii muscle during an arm wingate test: The role of training and power output. *Research in Sports Medicine*, 17(3), 171–181. <https://doi.org/10.1080/15438620903120421>
- Kravitz, L., Greene, L., Burkett, Z., & Wongsathikun, J. (2003). Cardiovascular Response to Punching Tempo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 104–108.
- Leduc-Gaudet, J.-P., Aubertin-Leheudre, M., & Karelis, A. (2016). Effect of punching a punching bag on blood pressure in young adults with elevated blood pressure: a pilot study. *Gazzetta Medica Italiana*, 175.
- Lenetsky, S., Harris, N., & Brughelli, M. (2013). Assessment and Contributors of Punching Forces in Combat Sports Athletes: Implications for Strength and Conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 35(2), 1–7.
- Lewis, S., Taylor, F., Graham, R., Pettinger, W., Schutte, J., & Blomqvist, G. (1983). Cardiovascular responses to exercise as functions of absolute and relative work load. *Journal of Applied Physiology*, 54(5), 1314–1323.
- Lewis, Steven, Snell, P., Taylor, F., Hamra, M., Graham, R., Pettinger, W., & Blomqvist, G. (1985). Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 58(1), 146–151.
- Liu, S., Goodman, J., Nolan, R., Lacombe, S., & Thomas, S. G. (2012). Blood pressure responses to acute and chronic exercise are related in prehypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(9), 1644–1652. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31825408fb>
- Lynn, B. M., Minson, C. T., & Halliwill, J. R. (2009). Fluid replacement and heat stress during exercise alter post-exercise cardiac haemodynamics in endurance exercise-trained men. *The Journal of Physiology*, 587(14), 3605–3617. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.171199>
- Ma, B. (2015). Study on the dietary plan of boxing athletes during the period of weight loss. *Advance Journal of Food Science and*

- Technology*, 8(1), 82–84.
<https://doi.org/10.19026/ajfst.8.1467>
- Macdonald, J. R., Macdougall, J. D., & Hogben, C. D. (2000). The effects of exercising muscle mass on post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension*, 14, 317–320.
- Martínez-Rodríguez, A., Cumbicus-Jiménez, Y., Cuestas-Calero, B. J., & Leyva-Vela, B. (2017). Nutrition and Boxing Performance: Systematic Review. *Nutrition Today*, 52(6), 295–307.
<https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000245>
- Mathiowetz, V. (2002). Comparison of Rolyan and Jamar dynamometers for measuring grip strength. *Occupational Therapy International*, 9(3), 201–209.
- Matthews, M., & Comfort, P. (2008). Applying complex training principles to boxing: A practical approach. *Strength and Conditioning Journal*, 30(5), 12–15.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318187d31b>
- Mitchell, J. H., Payne, F. C., Saltin, B., & Schibye, B. (1980). The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions. *The Journal of Physiology*, 309(1), 45–54.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1980.sp013492>
- Nassib, S., Hammoudi-Nassib, S., Chtara, M., Mkaouer, B., Maaouia, G., Bezrati-Benayed, I., & Chamari, K. (2017). Energetics demands and physiological responses to boxing match and subsequent recovery. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(1–2), 8–17.
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05958-2>
- Nikolaidis, P. T., Clemente, F. M., Busko, K., & Knechtle, B. (2017). Physiological responses to simulated boxing: The effect of sitting versus standing body position during breaks: A pilot study. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(3).
<https://doi.org/10.5812/asjasm.55434>
- Palatini, P. (1994). Blood Pressure Behaviour During Physical Activity. *Clinical Science*, 87, 275–287.
<https://doi.org/10.2165/00007256-198805060-00002>
- Pardono, E., Fernandes, M. de O., Azevêdo, L. M., Almeida, J. A. de, Mota, M. R., & Simões, H. G. (2015). Post-exercise hypotension of normotensive young men through track running sessions. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 21(3), 192–195.
<https://doi.org/10.1590/1517-869220152103137534>
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25, 1–72.
<https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Potter, M. R., Snyder, A. J., & Smith, G. A. (2011). Boxing injuries presenting to U.S. emergency departments, 1990–2008. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(4), 462–467.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.12.018>
- Ramírez García, C., Harasymowicz, J., Viramontes, J. A., Órdenes, I. A., & Vázquez, F. B. (2010). Assessment of hand grip strength in Mexican boxers by training phase. *Science of Martial Arts*,

- 6(1), 33–38.
- Ranadive, S. M., Fahs, C. A., Yan, H., Rossow, L. M., Agiovlasitis, S., & Fernhall, B. (2012). Comparison of the acute impact of maximal arm and leg aerobic exercise on arterial stiffness. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2631–2635.
<https://doi.org/10.1007/s00421-011-2238-z>
- Reale, R., Burke, L. M., Cox, G. R., & Slater, G. (2020). Body composition of elite Olympic combat sport athletes. *European Journal of Sport Science*, 20(2), 147–156.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1616826>
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017). Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 727–740.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1297489>
- Ruddock, A. D., Wilson, D. C., Thompson, S. W., Hembrough, D., & Winter, E. M. (2016). Strength and Conditioning for Professional Boxing: Recommendations for Physical Preparation. *Strength and Conditioning Journal*, 81–90.
- Sawka, M., Burke, L., Eichner, R., Maughan, R., Montain, S., & Stachenfeld, N. (2007). American College of Sports Medicine. Exercise and Fluid Replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 377–390.
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Sawyer, D. C., Guikema, A. H., & Siegel, E. M. (2004). Evaluation of a new oscillometric blood pressure monitor in isoflurane-anesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 31(1), 27–39.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2004.00141.x>
- Secher, N. H., Clausen, J. P., Klausen, K., Noer, I., & Trap-Jensen, J. (1977). Central and Regional Circulation Effects of Adding Arm Exercise to Leg Exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 100, 288–297.
- Secher, N. H., & Volianitis, S. (2006). Are the arms and legs in competition for cardiac output? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(10), 1797–1803.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000230343.64000.ac>
- Senitko, A. N., Charkoudian, N., & Halliwill, J. R. (2002). Influence of endurance exercise training status and gender on postexercise hypotension. 92(6), 2368–2374.
- Shen, Y., Wang, H., Ho, E. S. L., Yang, L., & Shum, H. P. H. (2017). Posture-based and action-based graphs for boxing skill visualization. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 69, 104–115.
<https://doi.org/10.1016/j.cag.2017.09.007>
- Shephard, R. J., Bouhrel, E., Vandewalle, H., & Monod, H. (1988). Muscle mass as a factor limiting physical work. *Journal of Applied Physiology*, 64(4), 1472–1479.
- Siegler, J., & Hirscher, K. (2010). Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 103–108.
- Siri, W. (1956). The Gross Composition of the Body. *Advances in Biological and*

- Medical Physics*, 4, 239–280.
- Slimani, M., Chaabène, H., Davis, P., Franchini, E., Cheour, F., & Chamari, K. (2016). Performance aspects and physiological responses in male amateur boxing competitions: A brief review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1132–1141.
- Smith, M. (1998). *Sport specific ergometry and the physiological demands of amateur boxing*. University College Chichester, England.
- Smith, M. (2006). Physiological profile of senior and junior england international amateur boxers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 74–89.
- Smith, M., Dyson, R., Hale, T., Hamilton, M., Kelly, J., & Wellington, P. (2001). The Effects of Restricted Energy and Fluid Intake on Simulated Amateur Boxing Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11, 238–247.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.11.2.238>
- Stamford, B. A., Cuddihee, R. W., Moffatt, R. J., & Rowland, R. (2007). Task Specific Changes in Maximal Oxygen Uptake Resulting from Arm versus Leg Training. 0139(May).
<https://doi.org/10.1080/00140137808931688>
- Strange, S. (1999). Cardiovascular control during concomitant dynamic leg exercise and static arm exercise in humans. *Journal of Physiology*, 514(1), 283–291.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.283af.x>
- Thomopoulos, C., Parati, G., & Zanchetti, A. (2016). Effects of blood pressure lowering on outcome incidence in hypertension: 7. Effects of more vs. less intensive blood pressure lowering and different achieved blood pressure levels - Updated overview and meta-analyses of randomized trials. *Journal of Hypertension*, 34(4), 613–622.
<https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000881>
- Thomson, E., & Lamb, K. (2017a). Quantification of the physical and physiological load of a boxing-specific simulation protocol. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8668, 1–13.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1304048>
- Thomson, E., & Lamb, K. (2017b). Reproducibility of the internal load and performance-based responses to simulated amateur boxing. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3396–3402.
- Tong-Iam, R., Rachanavy, P., & Lawsirirat, C. (2017). Kinematic and kinetic analysis of throwing a straight punch: The role of trunk rotation in delivering a powerful straight punch. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(4), 2538–2543.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2017.04287>
- Tribst, J. P. M., Dal Piva, A. M. de O., Borges, A. L. S., & Bottino, M. A. (2019). Simulation of mouthguard use in preventing dental injuries caused by different impacts in sports activities. *Sport Sciences for Health*, 15(1), 85–90.
<https://doi.org/10.1007/s11332-018-0488-4>
- Trutschnigg, B., Chong, C., Habermayerova, L., Karelis, A.

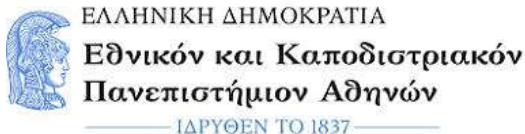
- D., & Komorowski, J. (2008). Female boxers have high bone mineral density despite low body fat mass, high energy expenditure, and a high incidence of oligomenorrhea. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33(5), 863–869.
<https://doi.org/10.1139/H08-071>
- Turner, R., Burch, G., & Sodeman, W. (1937). Studies in the physiology of blood vessels in man. III. Some effects of raising and lowering the arm upon the pulse volume and blood volume of the human finger tip in health and in certain diseases of the blood vessels. *The Journal of Clinical Investigation*, 16(5), 789–798.
- Uchida, M. C., Teixeira, L. F. M., Godoi, V. J., Marchetti, P. H., Conte, M., Coutts, A. J., & Bacurau, R. F. P. (2014). Does the timing of measurement alter session-RPE in boxers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(1), 59–65.
- Volianitis, S., Krstrup, P., Dawson, E., & Secher, N. H. (2003). Arm blood flow and oxygenation on the transition from arm to combined arm and leg exercise in humans. *Journal of Physiology*, 547(2), 641–648.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.034496>
- Volianitis, S., & Secher, N. H. (2002). Arm blood flow and metabolism during arm and combined arm and leg exercise in humans. *Journal of Physiology*, 544(3), 977–984.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.023556>
- Volianitis, S., Yoshiga, C., Vogelsang, T., & Secher, N. (2004). Arterial blood pressure and carotid baroreflex function during arm and combined arm and leg exercise in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 181(3), 289–295.
- Volianitis, S., Yoshiga, C. C., Nissen, P., & Secher, N. H. (2004). Effect of fitness on arm vascular and metabolic responses to upper body exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 286(5), 1736–1741.
- Volianitis, Stefanos, & Secher, N. (2016). Cardiovascular control during whole body exercise. *Journal of Applied Physiology*, 121(2), 376–390.
<https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00674.2015>
- Whelton, P. K., He, J., Appel, L. J., Cutler, J. A., Havas, S., Kotchen, T. A., Roccella, E. J., Stout, R., Vallbona, C., Winston, M. C., Karimbakas, J., & Committee, for the N. H. B. P. E. P. C. (2002). Primary Prevention of Hypertension Clinical and Public Health Advisory From the National High Blood Pressure Education Program. *JAMA*, 288(15), 1882–1888.
<https://doi.org/10.1001/jama.288.15.1882>
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). Physiology of Sport and Exercise. In *Human Kinetics* (3rd ed.).
<https://doi.org/10.1249/00005768-199505000-00024>
- Zazryn, T. R., McCrory, P. R., & Cameron, P. A. (2009). Neurologic Injuries in Boxing and Other Combat Sports. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 20(1), 227–239.
<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2008.10.004>
- Κλεισούρας, Β. (2011). *Εργοφυσιολογία* (11η). Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

- Παναγιωτόπουλος, Δ. (2004). *Αθλητισμός και αθλητικοί αγώνες στην αρχαία Κρήτη* (pp. 77–101).
- Παυλίνης, Ε. (1953). *Ιστορία της γυμναστικής*. Οργανισμός εκδόσεως σχολικών βιβλίων.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.1 Έντυπα

7.1.1. Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου για συμμετοχή σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: «Φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την πυγμαχία»

Επιστημονική Υπεύθυνη: Μαρία Κοσκολού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α.

email: mkoskolu@phed.uoa.gr, τηλ.: 210-7276114.

Ερευνήτριες: Κατερίνα Χατζησταματίου (email: echajist@chem.uoa.gr, τηλ. 6972184...), Μαρία Κοσκολού.

1. Ανοικτή πρόσκληση

Η έρευνα στην οποία καλείστε να συμμετέχετε διεξάγεται στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής διατριβής της φοιτήτριας ΧΑΖΗΣΤΑΜΑΤΙΟΥ Αικατερίνης στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η έρευνα γίνεται υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας ΚΟΣΚΟΛΟΥ Μαρίας και έχει εγκριθεί με την υπ' αριθ. 1108 από 13-03-2019 απόφαση της Επιτροπής Επιστημονικής Δεοντολογίας του Τμήματος.

2. Προϋποθέσεις συμμετοχής

Για τη συμμετοχή σας απαιτείται να είστε άνδρας, ηλικίας 18 – 35 ετών, αθλητής πυγμαχίας, ώστε να μπορείτε να συμμετάσχετε σε πυγμαχική προπόνηση, με προπονητική ηλικία

περίπου 2 ετών και άνω, μεσαίου επιπέδου. Επιπροσθέτως, θα πρέπει κατά τη λήψη των μετρήσεων να είστε υγιής και να μη λαμβάνετε φαρμακευτική αγωγή.

3. Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.

4. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Σκοπός της έρευνας είναι η μελέτη των φυσιολογικών καρδιαγγειακών αποκρίσεων κατά την προπόνηση πυγμαχίας και μετά από αυτήν, με έμφαση στην αρτηριακή πίεση, και σύγκρισή τους με την προπόνηση τρεξίματος ίδιας έντασης.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της σε επιστημονικά περιοδικά ή με τη χρήση τους για διδακτικούς σκοπούς. Στην περίπτωση αυτή θα τηρηθεί απόλυτη ανωνυμία / εχεμύθεια και εμπιστευτικότητα και οι πληροφορίες δε θα περιλαμβάνουν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν, ώστε το όνομα σας δε θα φαίνεται πουθενά.

6. Χρόνος απασχόλησης

Για την έρευνα θα χρειαστεί να προσέλθετε στο εργαστήριο συνολικά τρεις (3) φορές και να παραμείνετε περίπου επί δώρο.

7. Λεπτομέρειες Διαδικασίας – πιθανοί κίνδυνοι / ενοχλήσεις

✚ Στην 1^η επίσκεψη (προπαρασκευαστικές μετρήσεις) θα μετρηθούν το ύψος και το βάρος σας με τη χρήση αναστημόμετρου και ζυγού, αντιστοίχως, και θα γίνει αξιολόγηση του σωματικού σας λίπους με δερματοπυχόμετρο και της μέγιστης δύναμης των χεριών και των κάτω άκρων σας με τη χρήση δυναμόμετρων. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνται σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, δεν ενέχουν κανένα κίνδυνο για την υγεία και δεν προκαλούν αίσθημα δυσφορίας. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθεί αξιολόγηση της μέγιστης ισχύος σας με ποδηλάτηση στη μέγιστη ένταση σε ποδήλατο για περίπου 10 δευτερόλεπτα. Τέλος, θα μετρηθεί η μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητά σας (VO_{2max}). Αυτή η αξιολόγηση πραγματοποιείται σε ηλεκτρονικό διάδρομο με προοδευτικά αυξανόμενη ταχύτητα μέχρι εξάντλησης του συμμετέχοντα και διαρκεί καθαρό χρόνο περίπου 15 min. Σε αυτή τη μέτρηση θα χρειαστεί να τοποθετηθεί κάτω από το ύψος του στήθους σας μία ζώνη μέτρησης καρδιακών παλμών και στο πρόσωπό σας μάσκα για την αξιολόγηση των εκπνεόμενων αερίων με εργοσπιρόμετρο. Η εν λόγω αξιολόγηση εξ ορισμού θα προκαλέσει αίσθημα κόπωσης και ενδεχομένως κάποιας δυσφορίας. Μετά το πέρας της δοκιμασίας θα

ληφθεί από το δείκτη ή τον μέσο του χεριού σας τριχοειδικό αίμα (~100μL) για την αξιολόγηση του γαλακτικού στο αίμα, οπότε θα νιώσετε ένα μικρό τσίμπημα.

✚ Στη 2^η επίσκεψη θα πραγματοποιηθεί ένα πρωτόκολλο πυγμαχικής προπόνησης αποτελούμενο από συγκεκριμένες κινήσεις που θα διαρκέσει 3 γύρους × 3 min έκαστος με διάλειμμα 1 min ανάμεσα στους γύρους. Το πρωτόκολλο θα περιλαμβάνει 15 χτυπήματα σε στοχάκια και 12 άμυνες ανά λεπτό. Αυτή η διαδικασία θα σας προκαλέσει τη φυσιολογική κόπωση που προκύπτει από την υπομέγιστη άσκηση και δεν ενέχει γενικά κινδύνους. Κατά τη διάρκειά της θα φοράτε ζώνη μέτρησης καρδιακών παλμών κάτω από το ύψος του στήθους σας. Μετά το τέλος της διαδικασίας, στο 1^ο min και 3^ο min θα ληφθεί τριχοειδικό αίμα από το δάκτυλό σας με τον ίδιο τρόπο που θα γίνει και στην πρώτη επίσκεψη. Πρόσθετα, πριν από την έναρξη της διαδικασίας, σε κάθε διάλειμμα και για 45 min μετά την άσκηση, ανά 5 min, θα λαμβάνεται μέτρηση της αρτηριακής σας πίεσης με ψηφιακό πιεσόμετρο, η περιχειρίδα του οποίου θα σας προκαλέσει μικρό σφίξιμο στο ύψος του δικέφαλου βραχιόνιου κατά τη μέτρηση. Τέλος, θα σας ζητηθεί να βαθμολογήσετε σε μία κλίμακα που θα σας δείχνουμε την κόπωση που θα αισθάνεστε.

✚ Στην 3^η επίσκεψη θα πραγματοποιηθούν οι ίδιες μετρήσεις και στα ίδια χρονικά διαστήματα με τη δεύτερη επίσκεψη, αλλά αντί για πυγμαχική προπόνηση θα πραγματοποιηθεί τρέξιμο σε διάδρομο, στην ίδια ένταση με την πυγμαχική προπόνηση, που θα διαρκέσει παρομοίως 3 γύρους × 3 min. Αυτή η διαδικασία θα σας προκαλέσει τη φυσιολογική κόπωση που προκύπτει από την υπομέγιστη άσκηση και δεν ενέχει γενικά κινδύνους.

8. Προετοιμασία για τη συμμετοχή

Πριν προσέλθετε στο εργαστήριο θα σας ζητηθεί να μην καταναλώσετε τροφές που θα επηρεάσουν την αρτηριακή σας πίεση (π.χ. σκόρδο, αλάτι) ή την απόδοσή σας (ροφήματα με καφεΐνη) και να είσαστε καλά ενυδατωμένοι. Ακόμη θα σας ζητηθεί να συμμετάσχετε σε μία συνεδρία εξοικείωσης με το πυγμαχικό πρωτόκολλο που θα πραγματοποιηθεί στο γυμναστήριό σας, ώστε να κατανοήσετε τη σειρά των κινήσεων που περιλαμβάνει.

9. Προσδοκώμενες ωφέλειες

Με την συμμετοχή σας θα λάβετε χρήσιμες πληροφορίες για το λειτουργικό σας προφίλ και δωρεάν αποτελέσματα από εργομετρικές αξιολογήσεις που στο εμπόριο είναι αρκετά κοστοβόρες. Επίσης, μπορείτε να λάβετε πληροφορίες γενικότερα για τα αποτελέσματα της έρευνας, αν επιθυμείτε. Τονίζεται ότι η έρευνα γίνεται για καθαρά επιστημονικούς λόγους και ότι δεν θα υπάρξει κανενός άλλου είδους εκμετάλλευση. Επιπλέον, δεν θα υπάρξει κανένα άλλο όφελος για τους συμμετέχοντες πέραν της ικανοποίησης από τη συμμετοχή

τους στη συγκεκριμένη επιστημονική εργασία και της ενημέρωσής τους για ορισμένα αθλητικά χαρακτηριστικά τους.

10. Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της έρευνας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις.

11. Δήλωση συναίνεσης

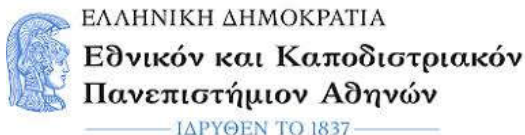
Συναινώ να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία και δηλώνω ότι: α) διάβασα το έντυπο αυτό και κατανόησα τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω στο πλαίσιο της έρευνας με τίτλο «Φυσιολογικές αποκρίσεις κατά την πυγμαχία», που διεξάγεται από επιστημονικό προσωπικό του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, β) μου δόθηκε το δικαίωμα να αποφασίσω αν θα συμμετάσχω ή όχι, γ) μου δόθηκε το δικαίωμα να κάνω διευκρινιστικές ερωτήσεις, δ) η συμμετοχή μου είναι εντελώς εθελοντική, ε) έχω δικαίωμα να διακόψω όποτε θελήσω και στ) συναινώ ☐ / δεν συναινώ ☐ να γίνει εικονοληψία κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων, εφόσον κριθεί απαραίτητο, με την προϋπόθεση ότι θα εισαχθεί φίλτρο αν χρειαστεί να δημοσιοποιηθεί κάποια φωτογραφία και θα διατηρηθεί η ανωνυμία μου.

Σας ευχαριστούμε πολύ για την απόφασή σας να συμμετέχετε στην έρευνα.

Ημερομηνία: ____/____/____

Ονοματεπώνυμο	και	Υπογραφή ερευνητή	Ονοματεπώνυμο	και
υπογραφή δοκιμαζόμενου			υπογραφή μάρτυρα	

7.1.2. Ερωτηματολόγιο ετοιμότητας δοκιμαζόμενου για φυσική δραστηριότητα



ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Ημερομηνία...../...../20

Ονοματεπώνυμο.....

Πριν από τη συμμετοχή σας σε οποιαδήποτε ερευνητική δραστηριότητα πρέπει να γνωρίζουμε την κατάσταση της υγείας σας. Για το λόγο αυτό παρακαλούμε να διαβάσετε προσεκτικά τις παρακάτω ερωτήσεις και να απαντήσετε με ειλικρίνεια, σημειώνοντας «x» στο κατάλληλο κουτί ΝΑΙ ή ΟΧΙ.

Ερώτηση:

ΝΑΙ / ΟΧΙ

1) Σας είπε ποτέ ο γιατρός σας ότι έχετε κάποια καρδιακή πάθηση και ότι θα πρέπει να κάνετε μόνο τη σωματική δραστηριότητα κατόπιν εντολής γιατρού;

--	--

2) Αισθάνεστε πόνο στο στήθος σας όταν κάνετε σωματική δραστηριότητα;

--	--

3) Τον περασμένο μήνα είχατε πόνο στο στήθος, χωρίς να συμμετέχετε σε σωματική δραστηριότητα;

--	--

4) Χάνετε την ισορροπία σας λόγω ζάλης; Έχετε χάσει ποτέ τη συνείδησή σας;

--	--

5) Έχετε κάποιο πρόβλημα οστών ή αρθρώσεων που θα μπορούσε να επιδεινωθεί αλλάζοντας τη φυσική σας δραστηριότητα;

--	--

6) Έχει ο γιατρός σας συνταγογραφήσει επί του παρόντος φάρμακα για την αρτηριακή σας πίεση ή κάποια καρδιακή νόσο;

--	--

7) Γνωρίζετε οποιοδήποτε άλλο λόγο που δεν θα πρέπει να κάνετε σωματική δραστηριότητα;

--	--

7.1.3. Οδηγίες διαιτολογίου και ορθής ενυδάτωσης



ΦΥΛΛΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια: Χατζησταματίου Αικατερίνη
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού - Ε.Κ.Π.Α.



Προκειμένου να συμμετάσχετε στο πείραμα επιτυχώς θα θέλαμε να ακολουθήσετε τις παρακάτω οδηγίες:

1. Να είσαστε υγιής και να μην βρίσκεστε υπό φαρμακευτική αγωγή το τελευταίο 24ωρο πριν από τη διεξαγωγή του πειράματος.
2. Μην καταναλώσετε αλκοόλ πριν από τη διεξαγωγή του πειράματος.
3. Φάτε ελαφρά και να είσαστε νηστικοί για περίπου 2 ώρες πριν από τις δοκιμασίες.

Καταγράψτε τι φάγατε την ημέρα που θα έρθετε για να κάνουμε το πυγμαχικό πρωτόκολλο και προσπαθήστε να επαναλάβετε τα ίδια φαγητά και ποτά την τελευταία ημέρα που θα έρθετε στο εργαστήριο για το πρωτόκολλο με το διάδρομο.

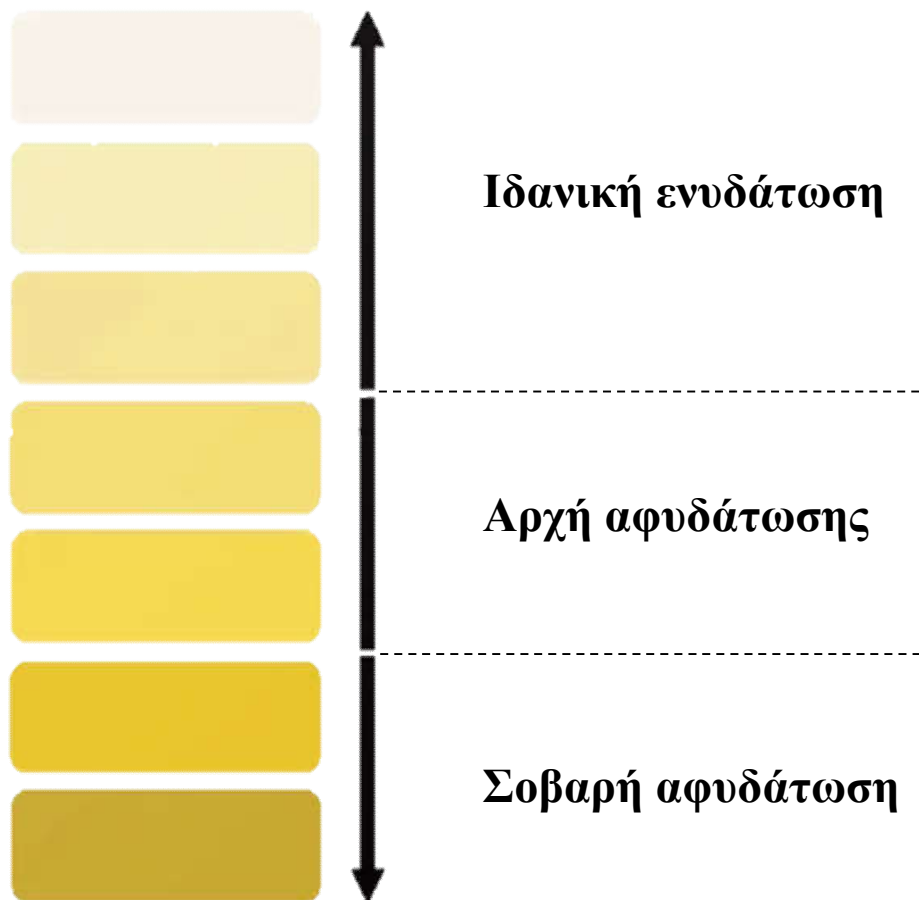
4. Αποφύγετε φαγητά που μπορεί να επηρεάσουν την αρτηριακή πίεση όπως σκόρδο, αλάτι, παντζάρι, μαρούλι, σπανάκι, ρόκα, σέλερι και κάρδαμο.
5. Μην πιείτε καφέ, τσάι, coca-cola ή άλλα καφεϊνούχα ροφήματα για 12 ώρες πριν από τις δοκιμασίες.
6. Να είσαστε καλά ενυδατωμένος. Να έχετε πιεί την προηγούμενη ημέρα περίπου 2,5 λίτρα νερό.
7. Την ημέρα που θα έρθετε στο εργαστήριο και μέσα στις τελευταίες 4 έως 6 ώρες πιο πριν να έχετε καταναλώσει 7mL/kg σωματικού βάρους νερό.

Δηλαδή για το βάρος σας να έχετε καταναλώσει: $7\text{mL} \times \dots\dots\dots\text{mL/kg} = \dots\dots\dots\text{mL}$ νερού.

8. Ελέγξτε το χρώμα των ούρων σας σύμφωνα με το χρωματικό κώδικα της επόμενης σελίδας για να διαπιστώσετε ότι είσαστε σωστά ενυδατωμένος. Αν διαπιστώσετε ότι είσαστε ελλιπώς ενυδατωμένος αυξήστε την κατανάλωση του

νερού σε 10mL/kg σωματικού βάρους για τις τελευταίες 2 ώρες πριν να προσέλθετε στο εργαστήριο για τη δοκιμασία.

Δηλαδή για το βάρος σας να καταναλώσετε $10\text{mL} \times \dots\dots\dots\text{mL/kg} = \dots\dots\dots\text{mL}$ νερού.



7.1.4. Έντυπο καταγραφής αρχικών μετρήσεων



ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια: Χατζησταματίου Αικατερίνη
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού - Ε.Κ.Π.Α.



ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΟΣ: ck-box.....		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:	/...../2019
ΟΝΟΜΑ:		ΕΠΙΘΕΤΟ:	
ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ	έτη	ΑΓΩΝΕΣ	αγώνες
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ:		ΤΗΛ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:	
ΥΨΟΣ:	cm	ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ:	kg
ΔΙΚΕΦΑΛΟΣ 1).....mm 2).....mm μ.ο.....mm	ΤΡΙΚΕΦΑΛΟΣ 1).....mm 2).....mm μ.ο.....mm	ΥΠΟΠΛΑΤΙΟΣ 1).....mm 2).....mm μ.ο.....mm	ΥΠΕΡΛΑΓΟΝΙΟΣ 1).....mm 2).....mm μ.ο.....mm
ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ:	1).....2).....3).....kg	ΚΥΡΙΑΡΧΟ ΧΕΡΙ:	ΔΕΞΙ ☐ / ΑΡΙΣΤΕΡΟ ☐
ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ ΚΥΡΙΑΡΧΟΥ ΧΕΡΙΟΥ:	1).....2).....3).....kg	ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗ ΚΥΡΙΑΡΧΟΥ ΧΕΡΙΟΥ:	1).....2).....3).....kg
ΥΠΕΓΡΑΨΕ ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ:	ΝΑΙ ☐ / ΟΧΙ ☐	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ:	ΝΑΙ ☐ / ΟΧΙ ☐
ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ VO _{2max}	ΝΑΙ ☐ / ΟΧΙ ☐	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:	
ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ WINGATE	ΝΑΙ ☐ / ΟΧΙ ☐	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:	
ΧΟΡΗΓΗΘΗΚΑΝ:	☐ ΕΝΤΥΠΟ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΟΥ ☐ ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ ☐ CD ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ BOXFIT ☐ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ BOXFIT ΣΕ USB STICK ☐ ΕΓΙΝΕ ΕΞΗΓΗΣΗ ΟΡΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ BOXFIT		
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:			

Σημείωση: Σε περίπτωση που βρείτε αυτό το φύλλο συμπληρωμένο παρακαλείσθε να επικοινωνήσετε με το τηλ. 210-7276114 προκειμένου να επιστραφεί στην επιστημονική υπεύθυνη του πειράματος Καθηγήτρια κα Κοσκολού.

7.1.5. Έντυπο καταγραφής αποτελεσμάτων δοκιμασίας VO_{2max}



ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ VO_{2max}

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια: Χατζησταματίου Αικατερίνη
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού - Ε.Κ.Π.Α.



ΕΠΙΘΕΤΟ:

HRmax:

ΟΝΟΜΑ:

220- =

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (bpm)			RPE	[Lactate]-	
0 min		6km/h		1min	
0,5 min		6km/h		2 ^η μέτρηση	
1 min		6km/h			
1,5 min		6km/h		3min	
2 min		8km/h		2 ^η μέτρηση	
2,5 min		8km/h			
3 min		8km/h			
3,5 min		8km/h			
4 min		10km/h			
4,5 min		10km/h			
5 min		10km/h			
5,5 min		10km/h			
6 min		12km/h			
6,5 min		12km/h			
7 min		12km/h			
7,5 min		12km/h			
8 min		14km/h			
8,5 min		14km/h			
9 min		14km/h			
9,5 min		14km/h			
10 min		16km/h			
10,5 min		16km/h			
11 min		16km/h			
11,5 min		16km/h			
12 min		18km/h			
12,5 min		18km/h			
13 min		18km/h			
13,5 min		18km/h			
14 min		20km/h			
14,5 min		20km/h			
15 min		20km/h			
15,5 min		20km/h			
16 min		22km/h			
16,5 min		22km/h			
17 min		22km/h			
17,5 min		22km/h			
18 min		24km/h			
18,5 min		24km/h			
19 min		24km/h			
19,5 min		24km/h			

Σημείωση: Σε περίπτωση που βρείτε αυτό το φύλλο συμπληρωμένο παρακαλείσθε να επικοινωνήσετε με το τηλ. 210-7276114 προκειμένου να επιστραφεί στην επιστημονική υπεύθυνη του πειράματος καθηγήτρια κα Κοσκολού.

7.1.6. Έντυπο καταγραφής αποτελεσμάτων κύριων πρωτοκόλλων



ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ
 ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ ΧΑΤΖΗΣΤΑΜΑΤΙΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ / Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού - Ε.Κ.Π.Α.



ΕΠΙΘΕΤΟ:		ΟΝΟΜΑ:							ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:		ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ:									
		HR	MAP	SYSTOL	DIASTOL	PULSE	ΣΠ	ΔΠ			HR	MAP	SYSTOL	DIASTOL	PULSE	ΣΠ	ΔΠ	BL	RPE	
ΓΥΡΟΣ 1ος HR (ανά 10s)	ΗΡΕΜΙΑ								Α Π Ο Κ Α Τ Α Σ Τ Η	0 (REST_3)										
	ΠΡΟΘΕΡ.									30 s										
	0									1 min										
	έως 30 s									1 min 30 s										
	έως 1 min									2 min										
	έως 1:30 min									2 min 30 s										
	έως 2 min									3 min										
	έως 2:30 min									3 min 30 s										
	έως 3 min									4 min										
	REST_1									4 min 30 s										
RPE (ΠΟΔΙΑ/ΑΝΑΣΙΑ):									5 min											
ΓΥΡΟΣ 2ος HR (ανά 10s)	0								Α Π Ο Κ Α Τ Α Σ Τ Η	10 min										
	έως 30 s									15 min										
	έως 1 min									20 min										
	έως 1:30 min									25 min										
	έως 2 min									30 min										
	έως 2:30 min									35 min										
	έως 3 min									40 min										
	REST_2									45 min										
	RPE (ΠΟΔΙΑ/ΑΝΑΣΙΑ):																			
	ΓΥΡΟΣ 3ος HR (ανά 10s)	0									Α Π Ο Κ Α Τ Α Σ Τ Η	ΣΧΟΛΙΑ:								
έως 30 s																				
έως 1 min																				
έως 1:30 min																				
έως 2 min																				
έως 2:30 min																				
έως 3 min																				

Σημείωση: Σε περίπτωση που βρείτε αυτό το φύλλο συμπληρωμένο παρακαλείσθε να επικοινωνήσετε με το τηλ. 210-7276114 προκειμένου να επιστραφεί στην επιστημονική υπεύθυνη του πειράματος κα Κοσκολού.