



Σχολή Επιστημών Υγείας

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»**

“Master of Science in Advanced Physiotherapy”

**«Μοντελοποίηση των συσχετισμών μεταξύ της
καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το
καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε
νεαρούς αθλητές καλαθοσφαίρισης σχολικής ηλικίας»**

ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΕΛΕΝΗ, ΓΚΕΡΓΚΙ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Επιστημών Υγείας

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»

«Master of Science in Advanced Physiotherapy»

«Μοντελοποίηση των συσχετισμών μεταξύ της
καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το
καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε
νεαρούς αθλητές καλαθοσφαίρισης σχολικής ηλικίας»

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μέρος
των απαιτήσεων για την απόκτηση Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην
Προηγμένη Φυσικοθεραπεία από τον ή την

Καραγιάννη Ελένη, Γκέργκι

Δήλωση Αυθεντικότητας, ζητήματα Copyright

«Η μεταπτυχιακή φοιτήτρια που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την
ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής
παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά
εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου,
πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που
χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης
αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2023

Σελίδα Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

«Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την Συνέλευση του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σύμφωνα με το νόμο και τον Σελίδα | 34 εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Προηγμένη Φυσικοθεραπεία». Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- ..Πέπερα Γαρυφαλλιά..... (Επιβλέπων)
- ..Κορτιάνου Ελένη..... (Μέλος)
- ..Μπανιά Θεοφανή..... (Μέλος)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η παγκόσμια επιδημία της παιδικής παχυσαρκίας έχει ενισχύσει το ενδιαφέρον για τη σχέση μεταξύ των καρδιομεταβολικών παραγόντων και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με την ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης στις νεαρές ηλικίες. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της παραπάνω σχέσης και η μοντελοποίηση των συσχετισμών για τη δημιουργία προγνωστικών εξισώσεων αξιολόγησης της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης χειρολαβής στην εφηβική ηλικία.

Μέθοδος: Συμμετείχαν συνολικά 104 έφηβοι, αθλητές καλαθοσφαίρισης (36,54% κορίτσια) ηλικίας από 12 έως 17 ετών, με μέσο όρο ηλικίας $13,95 \pm 1,49$ έτη. Έγινε η καταγραφή των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών (φύλο, ηλικία, ύψος, βάρος, δείκτης μάζας σώματος, περιφέρεια μέσης), των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (καρδιακή συχνότητα και αρτηριακή πίεση) και η μέτρηση των λιπιδίων του αίματος (γλυκόζη, ολική χοληστερόλη, τριγλυκερίδια). Επίσης αξιολογήθηκε η δύναμη χειρολαβής, η καρδιοαναπνευστική ικανότητα (μέσω του 20m shuttle run test) και η καθιστική συμπεριφορά μέσω του αυτοαναφερόμενου ερωτηματολογίου HELENA. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες Pearson, Spearman, και η πολλαπλή γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης ώστε να προσδιοριστούν οι προγνωστικοί παράγοντες απόδοσης. Η στατιστική ανάλυση έγινε μέσω του προγράμματος SPSS (29.0), το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας τέθηκε $p < 0,05$.

Αποτελέσματα: Παρατηρήθηκε ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας των νεαρών εφήβων με τον δείκτη μάζας σώματος ($p=0,002$), την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας ($p=0,037$) και την περίμετρο της περιφέρειας της μέσης ($p=0,031$). Αντίστοιχα η μυϊκή δύναμη έχει σημαντική στατιστική συσχέτιση με την ηλικία ($p=0,00$), τον ΔΜΣ ($p=0,001$), τη ΣΑΠ ($p=0,00$), τη ΔΑΠ ($p=0,034$), τη καρδιακή συχνότητα ($p=0,006$) και τη περίμετρο περιφέρειας της μέσης ($0,00$). Η ανάλυση παλινδρόμησης έδειξε πως ο βαθμός επιρροής της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας ανέρχεται στο 75,7% ενώ για τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής ο βαθμός επιρροής ανέρχεται στο 82,3%.

Συμπεράσματα: Τα ανθρωπομετρικά και καρδιομεταβολικά χαρακτηριστικά των εφήβων, όπως και η καθιστική συμπεριφορά μπορούν να προβλέψουν έμμεσα την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και τη μέγιστη μυϊκή δύναμη χειρολαβής.

Λέξεις κλειδιά: καρδιοαναπνευστική ικανότητα, δύναμη χειρολαβής, καρδιομεταβολικοί παράγοντες κινδύνου, έφηβοι

ABSTRACT

Introduction: The global epidemic of childhood obesity has heightened interest in the relationship between cardiometabolic factors and cardiorespiratory fitness and muscle strength development at young ages. The aim of the present thesis was to investigate the relationship and to generate predictive equations to assess cardiorespiratory fitness and handgrip muscle strength in adolescence.

Methods: A total of 104 adolescent basketball athletes (36.54% girls) aged 12 to 17 years, with a mean age of 13.95 ± 1.49 years, were included. Anthropometric characteristics (sex, age, height, weight, body mass index, waist circumference), hemodynamic characteristics (heart rate and blood pressure) and blood lipid measurements (glucose, total cholesterol, triglycerides) were recorded. Handgrip strength, cardiorespiratory fitness (via the 20m shuttle run test) and sedentary behavior were also assessed via the self-report HELENA questionnaire. Pearson, Spearman, and multiple linear regression analysis were used for statistical analysis to identify predictors of performance. Statistical analysis was performed using SPSS (29.0); the statistical significance level was set at $p < 0.05$.

Results: A strong negative correlation was observed between the maximum cardiorespiratory capacity of young adolescents with body mass index ($p=0.002$), resting heart rate ($p=0.037$) and waist circumference ($p=0.031$). Similarly, muscle strength has a significant statistical correlation with age ($p=0.00$), BMI ($p=0.001$), BMI ($p=0.001$), HR ($p=0.00$), HR ($p=0.034$), heart rate ($p=0.006$) and waist circumference (0.00). Regression analysis showed that the degree of influence of cardiorespiratory fitness was 75.7%, while for maximum handgrip strength the degree of influence was 82.3%.

Conclusions: The anthropometric and cardiometabolic characteristics of adolescents, as well as sedentary behavior, can indirectly predict cardiorespiratory capacity and maximal handgrip muscle strength.

Key words: cardiorespiratory capacity, handgrip strength, cardiometabolic risk factors, adolescents

Πρόλογος και ευχαριστίες

Τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες θέλω να εκφράσω στην καθηγήτρια και εισηγήτριά μου, κυρία Πέπερα Γαρυφαλλιά, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με γνωστικό αντικείμενο την “Κλινική Φυσικοθεραπεία Καρδιαγγειακών Παθήσεων” και αναπληρώτρια διευθύντρια του ερευνητικού εργαστηρίου “Κλινικής Φυσιολογίας της Άσκησης και Αποκατάστασης”. Η ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την κατανόηση, την καθοδήγηση και τη πολύτιμη υποστήριξή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω στα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής.....

για τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπεύθυνους των ακαδημιών του Εσπέρου Λαμίας και του Σύλλα Αιδηψού για την άψογη συνεργασία τους, αλλά και τους προπτυχιακούς φοιτητές του τμήματος που βοήθησαν στη πραγματοποίηση των μετρήσεων.

Πίνακας περιεχομένων

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	i
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	3
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	3
2.1 Καρδιοαναπνευστική ικανότητα.....	3
2.1.1 Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα και Συσχέτιση με Ανθρωπομετρικές Παραμέτρους.....	5
2.1.1.1 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Σωματικού Βάρους.....	5
2.1.1.2 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Ύψους.....	6
2.1.1.3 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Δείκτη Μάζας Σώματος.....	7
2.1.1.4 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Περιφέρειας Μέσης.....	9
2.1.2 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών.....	10
2.1.3 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Λιπιδίων αίματος.....	12
2.1.4 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Καθιστικής Συμπεριφοράς.....	13
2.2 Δυναμη χειρολαβής.....	14
2.2.1 Συσχέτιση Δύναμης χειρολαβής και Ανθρωπομετρικές Παραμέτρους.....	15
2.2.1.1 Συσχέτιση Δύναμης Χειρολαβής και Δείκτη Μάζας Σώματος.....	17
2.2.2 Συσχέτιση Δύναμης Χειρολαβής και Αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών.....	18
2.2.3 Συσχέτιση Δύναμης Χειρολαβής και καρδιομεταβολικών παραγόντων κινδύνου.....	20
2.2.4 Συσχέτιση Δύναμης χειρολαβής και Καθιστικής Συμπεριφοράς.....	21
2.3 Κλινική σημασία και Σκοπός Μελέτης.....	22
2.4 Ερευνητικές Υποθέσεις.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	23
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	23
3.1 Τύπος έρευνας και Ηθική.....	23
3.2 Πληθυσμός μελέτης.....	23
3.3 Πρωτόκολλο μετρήσεων.....	24
3.4 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	25

3.5 Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά	27
3.6 Μεταβολικοί αιμοδυναμικοί δείκτες.....	29
3.7 Μέτρηση Δύναμης Χειρολαβής.....	29
3.8 Shuttle Run Test.....	30
3.9 Χρόνος Καθιστικής Ζωής με βάση την Έκθεση σε Ηλεκτρονικές Συσκευές με Οθόνη.....	32
3.10 Εξοπλισμός.....	33
3.11 Στατιστική ανάλυση	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	36
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	36
4.1 Δημογραφικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.....	36
4.2 Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.....	37
4.3 Έλεγχος κανονικότητας δεδομένων.....	38
4.4 Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ των δύο φύλων (t-test).....	39
4.5 Σύγκριση εξαρτημένων μεταβλητών με την μέθοδο ανάλυσης Διασποράς (one-way Anova).....	41
4.6 Συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών	43
4.6.1 Παραμετρικά δεδομένα	43
4.6.2 Μη παραμετρικά δεδομένα.....	45
4.7 Πολλαπλή Γραμμική Ανάλυση παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression Analysis).....	46
4.7.1 Εύρεση βαθμού επιρροής μεταξύ μεταβλητών	46
4.8 Προγνωστικοί παράγοντες πρόβλεψης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μυϊκής δύναμης	47
4.8.1 Προγνωστικοί παράγοντες πρόβλεψης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας.....	47
4.8.2 Προγνωστικοί παράγοντες πρόβλεψης μυϊκής δύναμης.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	51
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	51
5.1 Εισαγωγή	51
5.2 Σύγκριση των αποτελεσμάτων με προηγούμενα δεδομένα	52
5.3 Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα και Δύναμη Χειρολαβής με την ηλικία των παιδιών	52
5.4 Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα και Δύναμη Χειρολαβής με Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά.....	53
5.4.1 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Δύναμης Χειρολαβής με το Ύψος και το Βάρος.....	53

5.4.2	Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τον Δείκτη Μάζας Σώματος	53
5.4.3	Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με την Περιφέρεια Μέσης	54
5.5	Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τα Αιμοδυναμικά Χαρακτηριστικά	55
5.6	Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τα Λιπίδια του Αίματος	56
5.7	Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τη Καθιστική Συμπεριφορά.....	56
5.8	Πρόβλεψη της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σε έφηβους μαθητές.....	57
5.9	Σύγκριση του μοντέλου εξίσωσης πρόβλεψης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με προηγούμενες δημοσιεύσεις εξισώσεων	57
5.10	Πρόβλεψη της απόδοσης μυϊκής δύναμης χειρολαβής σε παιδιά σχολικής ηλικίας	58
5.11	Σύγκριση του μοντέλου εξίσωσης πρόβλεψης μυϊκής δύναμης χειρολαβής με προηγούμενες δημοσιεύσεις εξισώσεων	58
5.12	Κλινική Σημασία Αποτελεσμάτων.....	59
5.13	Περιορισμοί και Συνεισφορά της έρευνας	63
5.14	Προτάσεις για μελλοντική/πραιτέρω έρευνα	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6		65
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		65
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....		66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ		80

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος

ΑΠ: Αρτηριακή Πίεσης

ΣΑΠ: Συστολική Αρτηριακή Πίεση

ΔΑΠ: Διαστολική Αρτηριακή Πίεση

ΚΣ: Καρδιακή Συχνότητα

VO₂max: Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου

CRF: Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα

HGmax: Μέγιστη Δύναμη Χειρολαβής

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σύνολο δείγματος).....	36
Πίνακας 4.2: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά φύλων.....	36
Πίνακας 4.3: Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.....	38
Πίνακας 4.4: Έλεγχος Κανονικότητας Δεδομένων.....	39
Πίνακας 4.5: Σύγκριση Μέσου Όρου Μεταβλητών Φύλων.....	39
Πίνακας 4.6: Ομοιογένεια Αποτελεσμάτων Μέσων Όρων Μεταβλητών.....	40
Πίνακας 4.7: Κατηγοριοποίηση με βάση τις εξαρτημένες μεταβλητές (VO ₂ max).....	41
Πίνακας 4.8: Πολλαπλή Σύγκριση.....	42
Πίνακας 4.9: Συσχετίσεις VO ₂ max με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.....	44
Πίνακας 4.10: Συσχετίσεις μεταβολικών παραμέτρων.....	44
Πίνακας 4.11: Συσχετίσεις HGmax με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.....	44
Πίνακας 4.12: Πρόβλεψη Μοντέλου για την εξαρτημένη μεταβλητή: VO ₂ max.....	46
Πίνακας 4.13: Πρόβλεψη Μοντέλου για την εξαρτημένη μεταβλητή: HGmax.....	47
Πίνακας 4.14: Συντελεστές εξαρτημένης μεταβλητής VO ₂ max.....	48
Πίνακας 4.15: Συντελεστές εξαρτημένης μεταβλητής HGmax.....	49

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1: Τιμές αναφοράς της δύναμης χειρολαβής ανάλογα με την ηλικία.....	16
Εικόνα 3.1: Διάγραμμα μελέτης.....	25
Εικόνα 3.2: Διάγραμμα για τις νόρμες του ΔΜΣ για κορίτσια (Τροποποιημένη από WHO, 2007).....	26
Εικόνα 3.3: Διάγραμμα για τις νόρμες του ΔΜΣ για κορίτσια (Τροποποιημένη από WHO, 2007).....	26
Εικόνα 3.4: Διαδικασία μέτρησης της περιφέρειας μέσης (ΑΡ).....	27
Εικόνα 3.5: Διαδικασία μέτρησης του ύψους (ΔΕ).....	27
Εικόνα 3.6: Μέτρηση Αρτηριακής Πίεσης.....	28
Εικόνα 3.7: Μέτρηση δύναμης χειρολαβής.....	30
Εικόνα 3.8: Πρόγραμμα Shuttle Run.....	32
Εικόνα 3.9: Διαδικασία μέτρησης Shuttle Run.....	32
Εικόνα 4.1:Κατανομή των συμμετεχόντων με βάση το φύλο τους (Γ:38, Α: 66).....	37
Εικόνα 4.2: Κατηγορία ΔΜΣ (1:Φυσιολογικο, 2: Υπέρβαρο, 3: Παχύσαρκο).....	42
Εικόνα 4.3: Διαστρωμάτωση αποτελεσμάτων ΔΜΣ σε σχέση με την VO ₂ max.....	43
Εικόνα 4.4: Διάγραμμα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την καρδιοαναπνευστική ικανότητα.....	46
Εικόνα 4.5: Διάγραμμα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής.....	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφηβεία έχει περιγραφεί ως μία από τις πιο βαθιές βιολογικές μεταβάσεις στη ζωή ενός ατόμου. Η νεανική περίοδος που χαρακτηρίζεται από βιολογική ανάπτυξη και ορμονικές αλλαγές αναφέρεται συνήθως ως εφηβεία (Sawyer et al., 2018). Το στάδιο ανάπτυξης συνήθως εκτείνεται από 10-24 ετών και ολοκληρώνεται όταν υπάρξει επιφυσιακή σύντηξη των μακρών οστών (Murray & Clayton, 2013). Η εφηβεία είναι μια περίοδος τεράστιων αλλαγών. Οι αλλαγές αυτές είναι σωματικές, κοινωνικές και συναισθηματικές, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να παρουσιάσουν προκλήσεις και εμπόδια στη ζωή ενός νέου ατόμου.

Η ανθρώπινη ανάπτυξη είναι μια σύνθετη διαδικασία που επηρεάζεται τόσο από γενετικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι παγκόσμιες εξελίξεις συμπεριλαμβανομένων των μακρύτερων/βαρύτερων νεογέννητων, της πρώιμης εφηβείας και του υψηλότερου ύψους των ενηλίκων, έχουν καταγραφεί και παρατηρηθεί τα τελευταία 150 χρόνια (Parent et al., 2003). Η εξέλιξη σχετίζεται με τις αλλαγές των συνθηκών του τρόπου ζωής και προτείνεται ότι συνδέονται με διατροφικούς παράγοντες, με αύξηση του βάρους και του Δείκτη Μάζας Σώματος κατά τη βρεφική και παιδική ηλικία με την πάροδο του χρόνου (Y. Wang & Lobstein, 2006). Η παγκόσμια επιδημία της παιδικής παχυσαρκίας έχει ενισχύσει το ενδιαφέρον για τη σχέση μεταξύ του ΔΜΣ, της παιδικής ηλικίας και της μετέπειτα ανάπτυξης. Η παιδική παχυσαρκία που επιμένει και στην ενήλικη ζωή συχνά εκδηλώνεται για πρώτη φορά μεταξύ 3 και 8 ετών, μια εποχή που η ταχύτητα του ύψους συνήθως επιβραδύνεται σταδιακά (Holmgren et al., 2017).

Η βιβλιογραφία υποστηρίζει τον ρόλο της τακτικής συμμετοχής σε σωματική δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένης της καρδιοαναπνευστικής και της άσκησης με αντίσταση, για την πρόληψη της παχυσαρκίας, τη διατήρηση της μεταβολικής υγείας και της μυοσκελετικής ακεραιότητας σε παιδιατρικούς πληθυσμούς (Janssen & LeBlanc, 2010; Peterson et al., 2018). Σε παγκόσμιο επίπεδο συστήνεται η καθημερινή άσκηση για παιδιά και ενήλικες, τουλάχιστον για εξήντα λεπτά μέτριας προς έντονης φυσικής δραστηριότητας, με την έντονη άσκηση να περιλαμβάνεται τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα (McAloon et al., 2016). Σύμφωνα όμως με δημοσιευθέντα στοιχεία για τη παιδική σωματική δραστηριότητα, λιγότερο από ένα τέταρτο των παιδιών στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ανταποκρίνονται στις παραπάνω κατευθυντήριες οδηγίες για τη φυσική δραστηριότητα

(Millstein et al., 2018). Παρά το γεγονός ότι η άσκηση με αντιστάσεις έχει κερδίσει κάποια προσοχή για την αποτελεσματικότητά της στη βελτίωση της καρδιαγγειακής και μεταβολικής υγείας των εφήβων (Heijden et al., 2010), οι γενικές κλινικές προτάσεις εξακολουθούν να περιλαμβάνουν τον θερμιδικό περιορισμό και την αερόβια προπόνηση για τη πρόληψη και τη θεραπεία της παχυσαρκίας. Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα (Cardiorespiratory fitness - CRF) είναι ένα καλό κριτήριο μέτρησης της ικανότητας του σώματος να παρέχει και να χρησιμοποιεί οξυγόνο για τη μεταφορά ενέργειας ώστε να υποστηρίξει τη μυϊκή λειτουργία κατά τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας και της άσκησης (Armstrong et al., 2011). Στα παιδιά και τους νεαρούς εφήβους η καρδιοαναπνευστική ικανότητα σχετίζεται ουσιαστικά με την υγεία, ανεξάρτητα από τα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας και αποτελεί σημαντικό παράγοντα του αθλητισμού και της απόδοσης (Tomkinson, Lang, Blanchard, et al., 2019a).

Η μυϊκή δύναμη έχει μελετηθεί σε διάφορους πληθυσμούς σε σχέση με μεμονωμένες μεταβλητές (φύλο, ηλικία, επικρατές άκρο) και με άλλους παράγοντες, που παρόμοια με τη δύναμη, είναι επίσης ευαίσθητοι στην ανάπτυξη και τη σωματική διάπλαση, όπως το βάρος, το ύψος και ο ΔΜΣ (Ervin et al., 2014). Ξεκινώντας από την εφηβεία, υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές στη μυϊκή δύναμη ανάμεσα στα δύο φύλα, γεγονός που αντανακλά τον γενετήσιο διμορφισμό που ξεκινά σε αυτή την αναπτυξιακή περίοδο. Η ποικιλομορφία αποδίδεται στη σύνθεση του σώματος, στο αναπτυξιακό στάδιο, σε περιβαλλοντικούς παράγοντες και σε παράγοντες τρόπου ζωής, όπως η σωματική δραστηριότητα (Amo-Setién et al., 2020; Dodds et al., 2014).

Υπάρχουν ολοένα και περισσότερα στοιχεία που συνδέουν τη μυϊκή αδυναμία, όπως αυτή προσδιορίζεται από τη δύναμη της λαβής (grip strength), με μία σειρά από αρνητικά αποτελέσματα για την υγεία, συμπεριλαμβανομένων των καρδιομεταβολικών νοσημάτων, της αναπηρίας και της πρόωμης θνησιμότητας (Leong et al., 2015; McLean et al., 2014). Η μυϊκή δύναμη αξιολογείται συχνά μέσω της δύναμης χειρολαβής. Οι μελέτες AVENA (Food and Assessment of the Nutritional Status of Spanish Adolescents) (Ortega et al., 2005), HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescents) (Ortega, Artero, et al., 2008) και ALPHA (Assessing Levels of Physical Activity and fitness) (Ruiz et al., 2011) έχουν δείξει ότι η δύναμη χειρολαβής και το οριζόντιο άλμα είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες σε επιδημιολογικές μελέτες για την αξιολόγηση της μυϊκής κατάστασης σε παιδιά και εφήβους, λόγω της υψηλού βαθμού αξιοπιστίας και εγκυρότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Καρδιοαναπνευστική ικανότητα

Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα (CRF) αναφέρεται στην ικανότητα του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού συστήματος να παρέχουν οξυγόνο στα μιτοχόνδρια των σκελετικών μυών για την παραγωγή ενέργειας που απαιτείται κατά τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας (Raghuveer et al., 2020). Η χαμηλή ή μη υγιής καρδιοαναπνευστική ικανότητα αποτελεί ισχυρό, ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα καρδιαγγειακής νόσου (cardiovascular disease) και της συνολικής θνησιμότητας σε ενήλικες (Raghuveer et al., 2020; Ross et al., 2016). Στις νεαρές ηλικίες η καρδιοαναπνευστική ικανότητα αποτελεί προγνωστικό παράγοντα ενός αριθμού δεικτών υγείας, συμπεριλαμβανομένης της καρδομεταβολικής υγείας, της πρόωρης καρδιαγγειακής νόσου, της ακαδημαϊκής επίδοσης και της ψυχικής υγείας. Στις ΗΠΑ και παγκόσμια, τις τελευταίες έξι δεκαετίες υπάρχει μία καθοδική πορεία της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, με τις αιτίες αυτής της μείωσης να μην είναι απόλυτα κατανοητές. Στο γεγονός γνωρίζουμε ότι συμβάλλει η αύξηση της παχυσαρκίας και της καθιστικής ζωής, ο μειωμένος χρόνος μέτριας έντασης σωματικής δραστηριότητας και ορισμένοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες (Santana et al., 2017; Tomkinson, Lang, & Tremblay, 2019).

Παρόλο που η καρδιοαναπνευστική ικανότητα εκτιμάτε συχνότερα σε ορισμένα νεαρά άτομα, όπως αυτά με συγγενή καρδιοπάθεια, άσθμα ή κυστική ίνωση, η αξιολόγησή της έχει ένα ευρύτερο φάσμα εφαρμογών. Είναι ένα μέτρο υγείας που μπορεί να παρακολουθείται με την πάροδο του χρόνου και να συγκρίνεται μεταξύ πληθυσμών (Lang et al., 2018). Τα αυτοαναφερόμενα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας πιθανόν να είναι μερικώς αναξιόπιστα, καθώς παρέχουν ένα στιγμιότυπο συμπεριφοράς, ενώ η αξιολόγηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας παρέχει ένα πιο ισχυρό μέτρο καρδιαγγειακής υγείας (Prince et al., 2008). Σύμφωνα με την Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρία, η καρδιοαναπνευστική ικανότητα έχει οριστεί ως ζωτικό σημείο, καθώς μπορεί να προβλεφθεί η θνησιμότητα σε ενήλικες, παρόμοια, όπως συμβαίνει με τους εκτιμώμενους παράγοντες κινδύνου χρήσης καπνού, σακχαρώδη διαβήτη, υπέρτασης και υπερχοληστερολαιμίας (Ross et al., 2016).

Ο χρυσός κανόνας για τον έλεγχο της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας είναι η άσκηση μέχρι εκούσια εξάντληση με άμεση μέτρηση του μέγιστου όγκου κατανάλωσης οξυγόνου (VO_{2max}) μέσω εξειδικευμένου εξοπλισμού. Πολλές φορές οι δοκιμασίες πεδίου, οι υπομέγιστες δοκιμασίες (shuttle run test-20m SRT) και οι εξισώσεις πρόβλεψης παρέχουν αξιόπιστες εκτιμήσεις της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σε ένα ευρύ φάσμα συμμετεχόντων (Ross et al., 2016). Σε παιδιά και εφήβους οι μελέτες δείχνουν ισχυρές συσχετίσεις της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου και έχει προταθεί ότι οι συσχετίσεις αυτές θα μπορούσαν να περιγράφονται ευκολότερα από τα ποσοστά εναπόθεσης λίπους σε εκείνες τις ηλικίες (Hurtig-Wennlöf et al., 2007). Παρόλο που η δραστηριότητα επηρεάζει άμεσα τη λιπώδη μάζα, οι συσχετίσεις που έχουν συνδέσει τα υψηλότερα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας με καλύτερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα, είναι μέτριες (Bailey et al., 2015).

Σε μεγάλο αριθμό δημοσιεύσεων έχουν αναφερθεί τα πιθανά οφέλη για την υγεία στη μετέπειτα ζωή, από τα υψηλά επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας στη νεαρή ηλικία (Marques et al., 2015). Υπάρχει δυσκολία παρακολούθησης και καταγραφής των δεδομένων παιδιών και εφήβων, για αυτό και όταν η καρδιαγγειακή νόσος γίνεται εμφανής, η παρακολούθηση επικεντρώνεται στους παράγοντες κινδύνου της νόσου. Σε αυτούς περιλαμβάνονται η παχυσαρκία, η υψηλή αρτηριακή πίεση, τα υψηλά επίπεδα χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων και η αντίσταση στην ινσουλίνη ως αντιπροσωπευτικοί δείκτες για καρδιαγγειακή νόσο (Berry et al., 2012). Το ότι οι ανασκοπήσεις συμπεριλαμβάνουν μόνο ενήλικο πληθυσμό, πιθανόν επηρεάζει την εγκυρότητα συσχέτισης μεταξύ της νεαρής ηλικίας και των μετέπειτα παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου. Στόχος στον παραπάνω τομέα είναι η συστηματική επανεξέταση των τρεχόντων στοιχείων για την προοπτική συσχέτιση μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, στην παιδική και εφηβική ηλικία, και των παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου (Mintjens et al., 2018). Στην παραπάνω συστηματική ανασκόπηση αναφέρεται ότι η υψηλότερη φυσική αντοχή, κατά τη διάρκεια της παιδικής και εφηβικής ηλικίας σχετίζεται με χαμηλότερο ΔΜΣ, χαμηλότερη περιφέρεια μέσης, χαμηλότερο σωματικό λίπος και έναν χαμηλότερο επιπολασμό του μεταβολικού συνδρόμου αργότερα στη ζωή.

2.1.1 Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα και Συσχέτιση με Ανθρωπομετρικές Παραμέτρους

2.1.1.1 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Σωματικού Βάρους

Ο επιπολασμός του αυξημένου σωματικού βάρους και της παχυσαρκίας στα παιδιά και τους εφήβους είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα υγείας (Roth & Jain, 2018). Το 2016, συνολικά 213 εκατομμύρια άνθρωποι αναφέρονται ως υπέρβαροι και τα παγκόσμια ποσοστά παχυσαρκίας σε παιδιά και εφήβους, 5 έως 19 ετών, έχουν πολλαπλασιαστεί επί 10 φορές (Abarca-Gómez et al., 2017).

Στη μελέτη των (Manzano-Carrasco et al., 2020) συμμετείχαν συνολικά 1676 άτομα ηλικίας 6 έως 17 ετών και συλλέχθηκαν ανθρωπομετρικά στοιχεία για τη συσχέτιση με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα νορμοβαρή παιδιά είχαν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις στη δοκιμασία 20m SRT σε σχέση με την υπέρβαρη ομάδα παιδιών ($p < 0,05$ - ES: 0,50 έως 0,67) και την παχύσαρκη ομάδα ($p < 0,001$ - ES: 1,42 έως 1,75). Επιπλέον, η υπέρβαρη ομάδα είχε καλύτερες επιδόσεις από την παχύσαρκη ομάδα σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από τα κορίτσια στην εφηβεία ($p < 0,001$, ES: 0,82 έως 1,03). Η λιπώδης μάζα σχετίζεται αρνητικά με τη φυσική κατάσταση και φάνηκε από τα αποτελέσματα της έρευνας πως η υψηλή συμμόρφωση σε ιδανικές διατροφικές συνήθειες επέφερε καλύτερες επιδόσεις στις διάφορες παραμέτρους της φυσικής κατάστασης, ιδίως στον πληθυσμό των αγοριών. Παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν αρνητικά το σωματικό βάρος μπορεί επίσης να είναι η αυξημένη καθιστική ζωή, η μειωμένη φυσική δραστηριότητα, το ασταθές διατροφικό πρόγραμμα και η έλλειψη ύπνου (Fatima et al., 2015; Moreno et al., 2010).

Από τις λίγες μελέτες που έχουν εξετάσει τις αλλαγές στη καρδιοαναπνευστική ικανότητα με βάση τη κατανομή του λίπους και τον συσχετισμό της παχυσαρκίας στην εφηβεία, είναι η μελέτη των (Kuk & Lee, 2021). Έγινε παρέμβαση μέσω άσκησης σε 104 άτομα εφηβικής ηλικίας όπου ανήκουν στην κατηγορία των υπέρβαρων ή παχύσαρκων. Φάνηκε πως οι μεταβολές στο σωματικό βάρος, τη VO_{2max} , στο σπλαχνικό και ηπατικό λίπος συσχετίστηκαν με αλλαγές στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και τα τριγλυκερίδια. Οι μεταβολές στο σωματικό βάρος συσχετίστηκαν με τις μεταβολές στην ανοχή στη γλυκόζη των εφήβων. Με τον συνυπολογισμό της μεταβολής του σωματικού βάρους οι μεταβολές στο σπλαχνικό, το ηπατικό λίπος και τη καρδιοαναπνευστική ικανότητα παρέμειναν μόνο ανεξάρτητα συσχετισμένες ($p < 0,05$) με τις μεταβολές στα τριγλυκερίδια. Δεν είναι σαφές

εάν οι διαφορές στη σύνθεση του σώματος και την καρδιοαναπνευστική ικανότητα αποτελούν χρήσιμους προγνωστικούς δείκτες των αλλαγών στην υγεία πέρα από τις απλές μετρήσεις της μεταβολής του σωματικού βάρους και μόνο. Η αξιολόγηση του σωματικού βάρους και μόνον συχνά αμφισβητείται, καθώς δεν λαμβάνονται υπόψη διαφορές στην κατανομή του λίπους ή στη σύνθεση του σώματος, που είναι σημαντικές για τη βελτίωση της ακρίβειας της πρόβλεψης του κινδύνου υγείας που σχετίζεται με την παχυσαρκία (Janssen et al., 2004).

Το σωματικό βάρος φαίνεται ότι επηρεάζει αρνητικά την επίδοση στις διάφορες δοκιμασίες καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, παρόλα αυτά δεν αρκεί για την συνολική εκτίμηση της υγείας των εφήβων.

2.1.1.2 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Ύψους

Στα παιδιά, η ανάπτυξη αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) εξαρτάται από την ηλικία και επηρεάζεται από την ανάπτυξη κατά την εφηβεία. Η σωματική δραστηριότητα σχετίζεται επίσης με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και στις μελέτες λαμβάνεται υπόψη η σχέση μεταξύ των διαφόρων αθλητικών δραστηριοτήτων και της VO_{2max} κατά την ανάπτυξη στην εφηβική ηλικία. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, όπως η χρονική στιγμή της εφηβείας, η σύσταση του σώματος και τα πρότυπα ανάπτυξης (Capel et al., 2014; Malina et al., 2015). Προηγούμενες μελέτες παρατήρησης σε παιδιά και εφήβους έχουν αναφέρει υψηλότερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα στα αγόρια απ' ό,τι στα κορίτσια και πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι το ύψος και το βάρος αποτελούν σημαντικούς προγνωστικούς παράγοντες της VO_{2max} (Mercé et al., 2021).

Στη μελέτη των (Carayanni et al., 2022) όπου συμμετείχαν 4908 παιδιά ηλικίας 6 έως 17 ετών, παρουσιάζεται ο διάγραμμα διασποράς για τη συσχέτιση του ύψους με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και φαίνεται η θετική γραμμική σχέση αυτών των μεταβλητών. Στα αγόρια για κάθε αύξηση του ύψους κατά μία τυπική απόκλιση, η VO_{2max} αυξήθηκε κατά 0,278 μονάδες ενώ αντίστοιχα για τα κορίτσια η αύξηση είναι 0,234. Ο ύψος και το βάρος είναι σημαντικοί παράγοντες πρόβλεψης και στα δύο φύλα και ο αυξημένος ΔΜΣ αποτελεί κρίσιμο παράγοντα κινδύνου για μειωμένα επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σε όλα τα στατιστικά μοντέλα που επιχειρήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Από τους (Mohammed & Abelatif, 2016) μελετήθηκε η σχέση των παραμέτρων του ύψους και του βάρους για την πρόβλεψη της αναπνευστικής λειτουργίας μεταξύ των ποδοσφαιριστών. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 163 αγόρια μέχρι την ηλικία των 17 ετών από το Αλγερινό πρωτάθλημα ποδοσφαίρου και έγινε ο υπολογισμός της αερόβιας ικανότητας με βάση το Cooper test ενώ η ζωτική χωρητικότητα υπολογίστηκε με βάση μαθηματική φόρμουλα. Από τα αποτελέσματα είναι ισχυρή η συσχέτιση της αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) με τη ζωτική χωρητικότητα ($p = 0,00$, $R^2 = 0,32$) και αντίστοιχα η αερόβια ικανότητα σχετίζεται στατιστικά ($p = 0,00$, $R^2 = 0,94$) με το ύψος των ποδοσφαιριστών. Το ύψος αποτελεί τον σημαντικότερο προγνωστικό δείκτη για την αερόβια ικανότητα (VO_{2max}) και τα αποτελέσματα συμφωνούν με την ένδειξη προσαρμογής της αερόβιας ικανότητας στην σωματική διάπλαση. Προσαρμόζεται δηλαδή η βαθμολογία της αερόβιας ικανότητας, σε λίτρα, με βάση το μέγεθος του σώματος καθώς οι ψηλότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν περισσότερο όγκο οξυγόνου (Chuck B & Masurier L, 2014).

Εν κατακλείδι, το ύψος επηρεάζει την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και στα δυο φύλα κατά την εφηβική ηλικία και την ανάπτυξη.

2.1.1.3 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Δείκτη Μάζας Σώματος

Τα δεδομένα δείχνουν πως παχύσαρκα παιδιά και έφηβοι παρουσιάζουν χαμηλότερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα και αντίστοιχα τα μέτρια έως υψηλά επίπεδα αερόβιας απόδοσης σχετίζονται με χαμηλότερη κοιλιακή εναπόθεση λίπους και υγιέστερο καρδιαγγειακό προφίλ (Ruiz et al., 2007). Ο ΔΜΣ είναι ένας από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που μελετώνται για την επίδραση που έχουν στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα.

Στη μελέτη των (Marques-Vidal et al., 2010) συμμετείχαν συνολικά 4689 αγόρια και κορίτσια ηλικίας 10 έως 18 ετών και διερευνήθηκε η σχέση του ΔΜΣ και της λιπώδους μάζας με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα μέσω του Cooper test. Και στα δύο φύλα τα επίπεδα του ΔΜΣ σχετίζονται αντιστρόφως ανάλογα με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα ($p < 0,001$, $r = -0,53$ για τα αγόρια & $r = -0,50$ για τα κορίτσια). Μέσω της λογαριθμικής παλινδρόμησης, επιβεβαιώθηκε πως οι συμμετέχοντες με υψηλότερο ΔΜΣ και ποσοστό % της λιπώδους μάζας εμφάνισαν υψηλότερο λόγο πιθανοτήτων για μειωμένη VO_{2max} . Οι συμμετέχοντες με χαμηλό % λιπώδους μάζας (ανεξάρτητα από τον ΔΜΣ τους) ή με χαμηλό ΔΜΣ (ανεξάρτητα από την εναπόθεση λιπώδους μάζας) είχαν σχετικά παρόμοια επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Αναφέρεται πολύ χαρακτηριστικά πως ενώ ο ΔΜΣ

παραμένει ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος ανθρωπομετρικός δείκτης για τον έλεγχο της παχυσαρκίας σε παιδιά και εφήβους, τείνει να ταξινομεί λανθασμένα τους συμμετέχοντες με υψηλή μυϊκή μάζα ως υπέρβαρους ή παχύσαρκους (Witt & Bush, 2005). Αντίθετα, το ποσοστό λίπους στο σώμα σχετίζεται περισσότερο με νοσογόνες καταστάσεις, απ' ότι ο ΔΜΣ στα παιδιά και τους εφήβους (Wells & Fewtrell, 2008). Τα ποσοστά λιπώδους μάζας εξηγούν ένα υψηλότερο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης στη δοκιμασία της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Υποδεικνύεται πως ένας υψηλός ΔΜΣ, από μόνος του, δεν μπορεί να αποτελεί πλήρως αξιόπιστο δείκτη αερόβιας ικανότητας καθώς θα σχετίζεται, είτε με αυξημένο % λίπους, είτε με αυξημένη άλιπη μάζα.

Σε υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά και εφήβους, των δύο φύλων, ο ΔΜΣ έχει άμεση συσχέτιση με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και τους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου. Το παραπάνω υποστηρίζεται από τους (Brand et al., 2021) καθώς η μελέτη τους αποσκοπούσε στην επαλήθευση του διαμεσολαβητικού ρόλου των διαφόρων παραμέτρων παχυσαρκίας στη συσχέτιση με την καρδιομεταβολική υγεία, σε φυσιολογικά, υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά και εφήβους. Το δείγμα αποτελούνταν από 999 παιδιά ηλικίας 9 έως 14 ετών και χρησιμοποιήθηκε το 6-minute run/walk test μέσω του πρωτοκόλλου 'Projeto Esporte Brasil' (PROESP-Br). Αντίστοιχα αξιολογήθηκαν οι παράμετροι παχυσαρκίας μέσω του ΔΜΣ και κατηγοριοποιήθηκαν στις ομάδες των φυσιολογικών και των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών. Από τα αποτελέσματα η καρδιοαναπνευστική ικανότητα σχετίζεται αρνητικά με τις παραμέτρους της παχυσαρκίας ($p < 0,001$), η καρδιοαναπνευστική ικανότητα σχετίζεται αρνητικά με τους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου ($p < 0,001$), και οι παράμετροι παχυσαρκίας σχετίζονται θετικά με τους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου ($p < 0,001$). Εκτιμάται ότι το ποσοστό επιρροής των παραμέτρων παχυσαρκίας και πιο συγκεκριμένα ο ΔΜΣ, ανέρχεται στο 20% της συνολικής επίδρασης στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα για τα υπέρβαρα/παχύσαρκα κορίτσια, και στο 25% της συνολικής επίδρασης ανέρχεται για τα αγόρια.

Συμπερασματικά, όπως και με τα υπόλοιπα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά έτσι και με τον ΔΜΣ υπάρχει η αντίστοιχη συσχέτιση με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, και πιο συγκεκριμένα είναι αρνητική. Η διατήρηση μιας κατάλληλης κατάστασης σωματικού βάρους μαζί με υψηλά επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, θα πρέπει να είναι ένας σημαντικός στόχος προαγωγής της υγείας, παιδιών και εφήβων.

2.1.1.4 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Περιφέρειας Μέσης

Η παχυσαρκία στους νέους συμβάλλει καθοριστικά στο φτωχό ιστορικό υγείας. Εμπλέκεται η κακή κατάσταση σωματικού βάρους ως ένας σημαντικός προγνωστικός παράγοντας καρδιομεταβολικού κινδύνου και της αντίστασης στην ινσουλίνη. Αντίστοιχα επηρεάζονται και τα επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Ο λιπώδης ιστός εκκρίνει τις κυτοκίνες οι οποίες έχουν προ- και αντι- φλεγμονώδη δράση και συνδέονται με διάφορες βιολογικές λειτουργίες, όπως η αγγειακή λειτουργία, ο μεταβολισμός των λιπιδίων, η φλεγμονή και η ευαισθησία στην ινσουλίνη (Tam et al., 2010).

Η μελέτη των (Buchan et al., 2014) συμπεριέλαβε 209 εφήβους ηλικίας $16,7 \pm 0,6$ ετών όπου αξιολογήθηκε ο ΔΜΣ, η περιφέρεια της μέσης, τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά των ατόμων και η καρδιοαναπνευστική συχνότητα μέσω της δρομικής δοκιμασίας 20m SRT. Από τα αποτελέσματα, τα αγόρια έχουν μεγαλύτερη περιφέρεια μέσης (cm) και υψηλότερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε σχέση με τα κορίτσια ($P < 0.001$). Είναι μέτρια έως μεγάλη η συσχέτιση της περιφέρειας της μέσης με τον καρδιομεταβολικό κίνδυνο ($r=0.317$, $P < 0.05$) ενώ ασθενής έως μέτρια είναι η αρνητική συσχέτιση του ΔΜΣ και της περιφέρειας μέσης με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα ($r=-0,295$ και $-0,292$ αντίστοιχα, $P < 0,05$). Η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης έδειξε θετική συσχέτιση του ΔΜΣ με τον καρδιομεταβολικό κίνδυνο ($b=0,243$, $P < 0,001$) και εξίσου θετική συσχέτιση για την περιφέρεια μέσης και την καρδιοαναπνευστική συχνότητα ($b=0.352$, $P < 0.001$). Η ανάλυση δεν έδειξε σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της περιφέρειας μέσης και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με τον ομαδοποιημένο καρδιομεταβολικό κίνδυνο ($b=0,050$ και -0.004 , $P > 0.05$).

Από τους (Liu et al., 2022) εξετάστηκε η σχέση του ΔΜΣ και της περιφέρειας της μέσης με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε παιδιά της Κίνας, καθώς τα δεδομένα είναι ελλιπή όσον αφορά παράγοντες πέραν του ΔΜΣ. Συμμετείχαν συνολικά 92,574 αγόρια και κορίτσια ηλικίας 7 έως 18 ετών. Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα αξιολογήθηκε με το 20 m shuttle run test. Η περιφέρεια της μέσης αυξάνεται με την ηλικία τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια ενώ η αερόβια ικανότητα VO_{2max} παρουσίασε μείωση, σχετιζόμενη με την ηλικία. Οι τιμές περιφέρειας μέσης και αερόβιας ικανότητας είναι σαφώς μεγαλύτερες στους άνδρες απ' ότι στις γυναίκες και η υψηλότερη VO_{2max} παρατηρείται στις ηλικίες 7 έως 9 ετών (47.3 mL/kg/min). Η VO_{2max} εκφραζόμενη ως z-score, ήταν υψηλότερη όταν αντίστοιχα η περιφέρεια της μέσης κυμαίνονταν σε φυσιολογικά όρια. Με άλλα λόγια η

ομάδα φυσιολογικής περιμέτρου της μέσης παρουσίασε καλύτερα επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σε σχέση με την ομάδα χαμηλής περιφέρειας μέσης και την ομάδα υψηλής περιφέρειας μέσης.

Συμπεραίνεται, η αρνητική συσχέτιση που έχει η περιφέρεια της μέσης με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και πλέον είναι ξεκάθαρη η πολυπαραγοντική σχέση της αερόβιας ικανότητας με τους ανθρωπομετρικούς δείκτες κατά την διάρκεια της ανάπτυξης, στην εφηβεία.

2.1.2 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών

Ο επιπολασμός της αυξημένης αρτηριακής πίεσης στα παιδιά και τους εφήβους αποτελεί σημαντικό ζήτημα δημόσιας υγείας. Η ΑΠ παρακολουθείται από την παιδική ηλικία μέχρι και την ενήλικη ζωή και η αύξησή της στα πρώτα έτη ζωής πιθανόν να προβλέπει την υπέρταση των ενηλίκων. Η υπέρταση φαίνεται να είναι ένας από τους σημαντικότερους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο με ρίζες στην παιδική ηλικία (Lurbe et al., 2016). Ευρήματα από μελέτες σε εφήβους έχουν δείξει ότι η χαμηλή καρδιοαναπνευστική ικανότητα σχετίζεται με αυξημένη ΑΠ και επιπλέον, διαχρονικές μελέτες στην ενήλικη ζωή έχουν δείξει πως το υψηλό επίπεδο φυσικής κατάστασης στην παιδική ηλικία σχετίζεται με χαμηλότερη ΑΠ στην ενήλικη ζωή (Klasson-Heggebo, 2006).

Οι (Agostinis-Sobrinho et al., 2018) διεξήγαγαν μια μελέτη κοορτής για την αξιολόγηση ανεξάρτητων και συνδυασμένων συσχετίσεων των διατροφικών παραμέτρων και των επιπέδων φυσικής κατάστασης με τους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου. Συλλέχθηκαν δεδομένα από 1229 άτομα ηλικίας 12 έως 18 ετών το 2011, ένα έτος μετά συλλέχθηκαν τα ίδια δεδομένα από 1011 άτομα και δύο έτη μετά επανέλαβαν τη διαδικασία σε στα 789 άτομα. Στη σύγκριση των αρχικών δεδομένων τα αγόρια έχουν χαμηλότερα επίπεδα διαστολικής ΑΠ, ενώ τα κορίτσια παρουσίασαν χαμηλότερα επίπεδα συστολικής ΑΠ ($P < 0,05$). Οι αρχικές αναλύσεις παλινδρόμησης έδειξαν σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της συστολικής ΑΠ ($B = -0,126, P < .047$). Στην επανεξέταση υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων της αερόβιας επίδοσης (fit vs unfit) και της συστολικής ΑΠ ($P < 0,05$). Παρατηρήθηκε ότι οι έφηβοι με υψηλότερα ποσοστά καρδιοαναπνευστικής ικανότητας κατά την έναρξη της μελέτης, είχαν και χαμηλότερες τιμές συστολικής ΑΠ κατά τις επανεξετάσεις, σε σχέση με τους εφήβους με φτωχή φυσική κατάσταση.

Παρά την πολύπλευρη προέλευση, η μη φαρμακευτική διαχείριση της υπέρτασης για τους παιδιατρικούς πληθυσμούς περιλαμβάνει την απώλεια βάρους, τη σωματική άσκηση, τη διαιτητική παρέμβαση και τον έλεγχο του στρες (Tran & Urbina, 2020). Η βιβλιογραφία έχει υποδείξει ότι ο επιπολασμός της υπέρτασης μπορεί να συνδέεται με τη παχυσαρκία και ότι η συμμετοχή στη σωματική δραστηριότητα παρέχει οφέλη για την αρτηριακή πίεση (Charput et al., 2020). Σύμφωνα με άλλη έρευνα (Brand et al., 2022) που πραγματοποιήθηκε στη Βραζιλία, οι αλλαγές στη VO₂max μετριάζουν τη συσχέτιση με την ΑΠ και επομένως η βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας επιδρά προστατευτικά έναντι της επιβλαβούς επίδρασης της υπέρτασης στους νέους. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 407 άτομα ηλικίας 8 έως 17 ετών και αξιολογήθηκαν δύο φορές, το 2011 και το 2014. Πράγματι, η αύξηση της VO₂max κατά 0,35 mL/kg/min και 1,78 mL/kg/min μείωσε την συσχέτιση του ποσοστού εναπόθεσης λίπους με την συστολική ΑΠ και τη διαστολική ΑΠ. Υπάρχει η αντιστρόφως ανάλογη σύνδεση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και του ποσοστού λίπους στο σώμα με ΣΑΠ και τη ΔΑΠ, υποδεικνύοντας ότι τα χαμηλά επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και τα υψηλά επίπεδα λιπώδους μάζας αυξάνουν τις πιθανότητες οι έφηβοι να αναπτύξουν υπέρταση. Τα ίδια αποτελέσματα εξηγούνται και από την συσχέτιση του υψηλού ΔΜΣ, της χαμηλής καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με την αυξημένη ΑΠ (Awotidebe et al., 2016).

Η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού ηρεμίας που λαμβάνεται από το ηλεκτροκαρδιογράφημα σε συνθήκες ηρεμίας, έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρή σχέση με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και με ενδιάμεσους μηχανισμούς που εμπλέκονται στην ανάπτυξη καρδιομεταβολικών ανωμαλιών σε παχύσαρκα άτομα. Η μελέτη των (Redón et al., 2020) πραγματοποιήθηκε σε ένα σύνολο 63 υπέρβαρων και παχύσαρκων ατόμων 9 έως 17 ετών και αξιολογήθηκαν ανθρωπομετρικές παράμετροι, ο καρδιακός ρυθμός ηρεμίας και η καρδιοαναπνευστική ικανότητα μέσω της καρδιοπνευμονικής δοκιμασίας άσκησης (CPET). Το κύριο συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι σημαντικές διαφορές στη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας, που υπολογίζονται σε συνθήκες ηρεμίας, παρατηρούνται μεταξύ των ατόμων με φτωχή και αυτά με φυσιολογική καρδιοαναπνευστική ικανότητα, ανεξάρτητα από το βαθμό παχυσαρκίας τους, το στάδιο της εφηβείας τους και την ηλικία. Τα άτομα αυτά έχουν υψηλότερη πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών ή/και καρδιομεταβολικών διαταραχών σε σχέση με τους πιο γυμνασμένους ή περισσότερο δραστήριους συνομηλίκους τους (Ruiz et al., 2016).

2.1.3 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Λιπιδίων αίματος

Η χαμηλού βαθμού φλεγμονή οδηγεί σε διάφορες μεταβολικές διαταραχές και η καρδιοαναπνευστική ικανότητα θεωρείται ισχυρός δείκτης μεταβολικής υγείας σε παιδιά και εφήβους (Ortega, Ruiz, et al., 2008). Η χρόνια φλεγμονή χαμηλού βαθμού και η ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος εμπλέκονται στην παθογένεια της αθηροσκλήρωσης της σχετιζόμενης με την παχυσαρκία αντίστασης στην ινσουλίνη και του διαβήτη τύπου 2. Παρόλο που έχουν προταθεί διαφορετικά κριτήρια για τον ορισμό του μεταβολικού συνδρόμου σε παιδιά και εφήβους, η υποκείμενη έννοια των διαφόρων ορισμών είναι η ίδια, η ομαδοποίηση των διαφόρων παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου (περιφέρεια μέσης, υπέρταση, υψηλά επίπεδα τριγλυκεριδίων, υπεργλυκαιμία και χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας) (Andersen et al., 2015).

Στη μελέτη των (Agostinis-Sobrinho et al., 2017) συμμετείχαν 529 έφηβοι ηλικίας 12 έως 18 ετών και χρησιμοποιήθηκε το 20 m shuttle run test για την αξιολόγηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας καθώς ελήφθησαν και δεδομένα των βιοδεικτών καρδιομεταβολικού κινδύνου, συμπεριλαμβανομένης της ολικής χοληστερόλης, της γλυκόζης στο αίμα και των τριγλυκεριδίων. Από την κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων, οι μη γυμνασμένοι έφηβοι, παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και υψηλότερες τιμές για τους προαναφερόμενους δείκτες, σε σχέση με τους γυμνασμένους έφηβους ($p < 0,05$ για όλους). Διατηρώντας χαμηλά τους παράγοντες καρδιομεταβολικού κινδύνου και υψηλά την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, η οποία πλέον είναι εύκολα ανιχνεύσιμη, ενισχύουμε την καθοδήγηση των προσπαθειών πρόληψης των καρδιαγγειακών νοσημάτων και, κατά συνέπεια, τη μείωση της χαμηλού βαθμού φλεγμονής και/ή την προστασία έναντι της διαδικασίας φλεγμονής.

Η κατανομή λίπους και πιο συγκεκριμένα το σπλαχνικό λίπος αναγνωρίζονται ως εξαιρετικά σημαντικοί παράγοντες κινδύνου για νόσο. Ο υψηλότερος ΔΜΣ και η αυξημένη περιφέρεια της μέσης σχετίζονται με πτώση της χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας και με αναμενόμενη αύξηση των τριγλυκεριδίων στο αίμα (Kaess et al., 2014; Page et al., 2009). Αξιολογήθηκαν 652 συμμετέχοντες, ηλικίας 18 έως 75 ετών μέσω της καρδιοπνευμονικής δοκιμασίας άσκησης (CPET) και καταγράφηκαν, εκτός των άλλων, οι τιμές της ολικής χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως μία μέση αύξηση της περιφέρειας της μέσης σχετίζεται με την αύξηση των τιμών των τριγλυκεριδίων και της ολικής χοληστερόλης και αντίστοιχα με μείωση των τιμών της χοληστερόλης

λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας. Μία αύξηση του ΔΜΣ επιφέρει παρόμοια αποτελέσματα τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες. Στους άνδρες, η περιφέρεια της μέσης, παρουσίασε περισσότερες και ισχυρότερες διαχρονικές συσχετίσεις με τα λιπίδια του αίματος σε σύγκριση με τον ΔΜΣ. Επίσης, όσον αφορά την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, φάνηκε ότι για κάθε μείωση της VO₂max κατά μία μονάδα τα τριγλυκερίδια αυξήθηκαν κατά 0,215 mg/dl και 0,153 mg/dl αντίστοιχα σε άνδρες και γυναίκες (Mertens et al., 2016). Η συσχέτιση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και των λιπιδίων στο αίμα είναι έμμεση, και η σπανιότητα των συσχετίσεων διαχρονικά υποδεικνύει ότι η μεταβολή της πρώτης αποδίδεται σε διαφορετικούς παράγοντες. Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα είναι ένας συνδυασμός γενετικών χαρακτηριστικών, συχνότητας φυσικής δραστηριότητας και λειτουργικής υγείας διάφορων οργανικών συστημάτων. Επιπλέον, άλλοι παράγοντες, όπως η διατροφή, η ύπαρξη φλεγμονής, το οξειδωτικό στρες, η δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού και γενετικές παράμετροι μπορεί να αποτελούν υποκείμενες αιτίες υπερλιπιδαιμίας (Blair et al., 2001; Galkina & Ley, 2009).

2.1.4 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Καθιστικής Συμπεριφοράς

Η αιτιολογία της παχυσαρκίας είναι πολύπλοκη και συνδέεται σε κάποιο βαθμό με περιβαλλοντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην υιοθέτηση καθιστικών συμπεριφορών. Η καθιστική συμπεριφορά και η φυσική δραστηριότητα είναι διακριτές έννοιες και υπάρχουν στοιχεία από αντικειμενικές μετρήσεις ότι σχετίζονται ανεξάρτητα με τη φυσική κατάσταση των παιδιών (Santos et al., 2014). Η καθιστική ζωή με βάση την αυτοαναφερόμενη καθιστική συμπεριφορά έχει αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου, με επιζήμια συσχέτιση με τις καρδιαγγειακές παθήσεις (Callender et al., 2021).

Στη μελέτη των (Sandercock et al., 2016) συμμετείχαν συνολικά 678 νεαροί ηλικίας 10 έως 15 ετών και σκοπός τους ήταν ο προσδιορισμός για το εάν η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών σχετίζεται με τον καθιστικό χρόνο αλλά και την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και αν οι συσχετίσεις αυτές είναι ανεξάρτητες από την φυσική δραστηριότητα. Με αυτοαναφερόμενα ερωτηματολόγια αξιολογήθηκαν η καθιστική συμπεριφορά, η έκθεση σε ηλεκτρονικές συσκευές και ο χρόνος της φυσικής δραστηριότητας. Αντίστοιχα η καρδιοαναπνευστική ικανότητα αξιολογήθηκε μέσω του 20 m shuttle run test. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι δεν υπήρχε διαφορά στον αναφερόμενο χρόνο καθιστικής συμπεριφοράς ανάμεσα στα δύο φύλα, αλλά τα αγόρια ανέφεραν περισσότερο δραστήριο χρόνο και ήταν πιο γυμνασμένα ($p < 0.001$). Η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών σχετίζονται με τον καθιστικό χρόνο και στα δύο

φύλα (χρήση κονσόλας παιχνιδιών, υπολογιστή γραφείου και χρήση μέσων κοινωνικής δικτύωσης). Η μικτή γραμμική παλινδρόμηση έδειξε ότι η υψηλότερη καθιστική καθημερινότητα σχετιζόταν με αυξημένη πιθανότητα χαμηλής φυσικής κατάστασης στα κορίτσια ($p=0,009$) και στα αγόρια ($p=0,006$). Επίσης, σε ξεχωριστή ανάλυση η καθιστική συμπεριφορά το σαββατοκύριακο σχετιζόταν αρνητικά με τη φυσική δραστηριότητα ($p<0,001$ και στα δύο φύλα).

Σε άλλη μελέτη (Pepera et al., 2022) προσδιορίστηκε η συσχέτιση μεταξύ παχυσαρκίας, αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών και χρόνου καθιστικής ζωής με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε 105 παιδιά ηλικίας 6 έως 12 ετών. Οι μετρήσεις της έρευνας πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα και περιλάμβαναν την αξιολόγηση μέσω του 20 m shuttle run test, την καταγραφή ανθρωπομετρικών και αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών και την αναφορά της καθιστικής ζωής μέσω του ερωτηματολογίου HELENA. Τα αποτελέσματα, μεταξύ των άλλων, έδειξαν μία στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση της καθιστικής συμπεριφοράς με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα ($r=-0,313$, $p<0.05$). Αντίστοιχα, η ανάλυση παλινδρόμησης έδειξε πως ο ΔΜΣ επηρεάζει αρνητικά το μοντέλο πρόβλεψης της VO_{2max} σε ποσοστό 31,6% με τυπικό σφάλμα $1,969 \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$.

Κλείνοντας τα δεδομένα δείχνουν πως η καρδιοαναπνευστική ικανότητα σχετίζεται σημαντικά τόσο με τη παχυσαρκία, τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά όσο και με την καθιστική συμπεριφορά. Έντονη επίδραση έχει ο όγκος της φυσικής δραστηριότητας που επιδρά θετικά στην αερόβια ικανότητα των πληθυσμών που μελετάμε.

2.2 Δυναμη χειρολαβής

Η δύναμη χειρολαβής χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση πολλών καταστάσεων υγείας, όπως τη σαρκοπενία (Cruz-Jentoft et al., 2010) και αποτελεί έγκυρο προγνωστικό δείκτη της αναπηρίας, της γνωστικής έκπτωσης, και της σωματικής λειτουργίας (Bohannon, 2015). Στους εφήβους, η σχέση μεταξύ της δύναμης και της υγείας είναι γνωστή. Διαπιστώνεται ότι η χαμηλή μυϊκή δύναμη στους άνδρες εφήβους αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου για πρόωρη θνησιμότητα από όλες τις αιτίες, παράγοντα κινδύνου για αυτοκτονία, για καρδιαγγειακή πάθηση στη νεαρή ζωή και διαπιστώνεται και μία αντιστρόφως ανάλογη σχέση με τον καρκίνο (Ortega et al., 2012; Ruiz, Sui, et al., 2009).

Η μυϊκή δύναμη έχει μελετηθεί σε διάφορους πληθυσμούς σε σχέση με τις ατομικές μεταβλητές (φύλο, ηλικία, επικρατές άκρο) και με άλλους παράγοντες παρόμοιους με τη

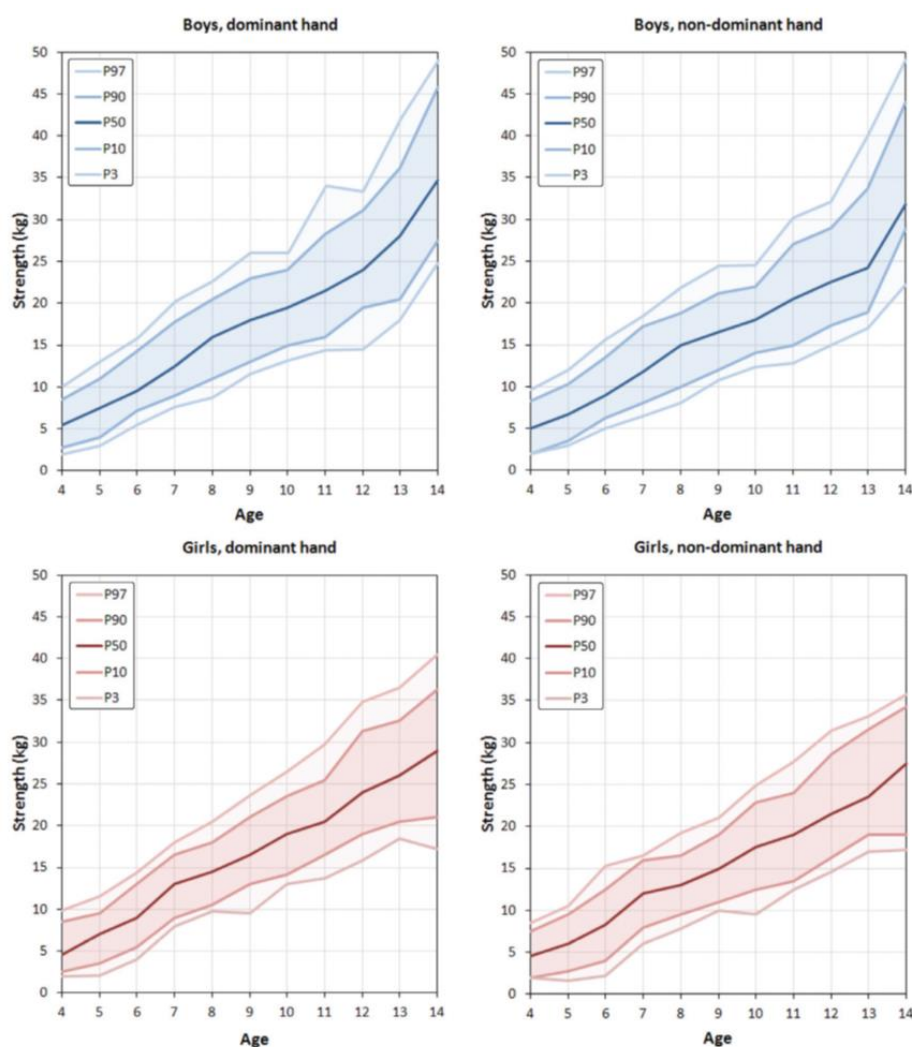
δύναμη, οι οποίοι είναι ευαίσθητοι στην ανάπτυξη (βάρους, ύψους, ΔΜΣ) (Herring et al., 2015). Οι μελέτες αποκαλύπτουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών, αντανακλώντας τον σημαντικό γενετήσιο διμορφισμό που υπάρχει κατά την εφηβεία. Οι μεταβολές της δύναμης κατά την διάρκεια της εφηβείας είναι μέρος των σημαντικών σωματικών αλλαγών που συμβαίνουν σε αυτό το στάδιο, οι οποίες επιτρέπουν την μεταβολή στο σχήμα του ενήλικου σώματος. Υπό, αυτήν την έννοια τόσο οι τιμές δύναμης όσο και οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων αλλάζουν στις ηλικιακές ομάδες που μελετώνται. Η μεταβλητότητα αυτή αποδίδεται στη σύσταση του σώματος και στο στάδιο ωρίμανσης που βρίσκεται το κάθε άτομο. Επίσης παράγοντες που συμβάλλουν στη μεταβολή είναι οι περιβαλλοντικές επιδράσεις ή ο τρόπος ζωής, όπως η σωματική δραστηριότητα (Cohen et al., 2010).

2.2.1 Συσχέτιση Δύναμης χειρολαβής και Ανθρωπομετρικές Παραμέτρους

Είναι σημαντικό να υπάρχει σύγκριση τιμών της δύναμης χειρολαβής με πρότυπα, τυποποιημένα δεδομένα για να υπάρχει ανάλογη παραπομπή όταν αναφερόμαστε σε ειδικές ομάδες πληθυσμού (π.χ. ασθενείς) ή όταν θέλουμε να κάνουμε παρέμβαση και θεραπεία. Όσον αφορά τα παιδιά είναι περιορισμένα τα διαθέσιμα δεδομένα που περιλαμβάνουν τις παραμέτρους της ηλικίας, του βάρους και του ύψους που επηρεάζουν τη δύναμη χειρολαβής.

Η μελέτη των (Ploegmakers et al., 2013) έθεσε τις τιμές αναφοράς ανάλογα με την ηλικία και το φύλο και συσχέτισε την επίδραση που έχει το φύλο, το σωματικό βάρος και το ύψος στη δύναμη χειρολαβής στα παιδιά. Συμμετείχαν συνολικά 2241 παιδιά και έφηβοι ηλικίας 4 έως 15 ετών. Αξιολογήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και έγιναν οι μετρήσεις με το δυναμόμετρο χειρός Jamar®. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως η δύναμη χειρολαβής και στα δύο χέρια αυξήθηκε με την ηλικία, παρουσιάζοντας μία σχεδόν γραμμική εξέλιξη για τα αγόρια μέχρι την ηλικία των 12 ετών. Πάνω από τα 12 έτη η αύξηση της δύναμης παρουσιάζει επιτάχυνση στο επικρατές άνω άκρο. Παρόμοια διαπίστωση γίνεται και για το μη επικρατές άκρο μετά την ηλικία των 13 ετών. Όσον αφορά τα κορίτσια, η επιτάχυνση είναι λιγότερο εμφανής αλλά αρχίζει νωρίτερα, στην ηλικία των 11 ετών και για τα δύο άκρα. Ανεξάρτητα από αυτή την επιτάχυνση, η διαφορά στη μέση δύναμη μεταξύ όλων των ηλικιακών ομάδων ήταν σημαντική και για τα δύο χέρια και για τα δύο φύλα υπέρ των παιδιών της μεγαλύτερης ηλικιακής ομάδας ($p < 0,01$). Εξαίρεση αποτελούν οι τιμές του μη κυρίαρχου άκρου στα κορίτσια ηλικίας 12 έως 13 ετών όπου $p = 0,02$.

Το ύψος και το βάρος σχετίζονται ισχυρά με τη δύναμη χειρολαβής στα παιδιά και πιθανόν να είναι αποτέλεσμα της περιόδου ανάπτυξης κατά την εφηβεία. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η επιτάχυνση που περιγράφεται στα κορίτσια εμφανίζεται νωρίτερα, αλλά είναι λιγότερο έντονη (Εικόνα. 2.1). Στην ηλικία των 12 ετών οι καμπύλες του ύψους και του βάρους, ανάλογα με το φύλο, παρουσιάζουν επίσης μια διαφοροποίηση υπέρ των αγοριών. Από την αρθρογραφία συμπεραίνεται ότι η δύναμη χειρολαβής των κοριτσιών τουλάχιστον (μέχρι την ηλικία των 15 ετών), δεν θα αυξηθεί πολύ περισσότερο δεδομένου ότι ο μέσος όρος ανάπτυξης σε ύψος είναι μόλις 5 εκατοστά μετά την ηλικία των 14 ετών. Και αντίστοιχα η εκτιμώμενη ανάπτυξη του βάρους είναι 5 κιλά επιπλέον μέχρι την ηλικία των 21 ετών (André Heck & André Holleman, 2001; Newman et al., 1984).



Εικόνα 2.10: Τιμές αναφοράς της δύναμης χειρολαβής ανάλογα με την ηλικία. Οι βαθμολογίες απεικονίζονται ως εκατοστημόρια 3, 10, 50, 90 και 97. Τα ανώτερα και κατώτερα όρια υποδεικνύουν τα όρια των τιμών αναφοράς για τη δύναμη στην αντίστοιχη ηλικία. Οι πιο σκούρες σκιασμένες περιοχές αντιπροσωπεύουν το συγκεντρωτικό 80% των βαθμολογιών (Ploegmakers et al., 2013).

2.2.1.1 Συσχέτιση Δύναμης Χειρολαβής και Δείκτη Μάζας Σώματος

Η δύναμη χειρολαβής και η αντοχή της (μετρημένη σε sec) αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης και λειτουργούν ως δείκτης ποιότητας των μυών. Σε λιποβαρή άτομα, καθώς και σε υπέρβαρους, υπάρχει η πιθανότητα μεταβολής της ποιότητας των μυών. Σε μελέτες αναφέρετε ότι το μυϊκό σύστημα παχύσαρκων ατόμων έχουν λιπώδη διήθηση και αλλαγή στην κατανομή των μυϊκών ινών τύπου I και τύπου II, γεγονός που μεταβάλλει τη μυϊκή δύναμη και αντοχή (Mak et al., 2010; Prista et al., 2003).

Στόχος της μελέτης των (Lad, 2013) ήταν η συσχέτιση μεταξύ του ΔΜΣ, του ποσοστού σωματικού λίπους και της δύναμης χειρολαβής και της αντοχής. Συμμετείχαν συνολικά 180 άτομα ηλικίας 18 έως 21 ετών και αξιολογήθηκαν τα ανθρωπομετρικά τους χαρακτηριστικά καθώς και η μέτρηση της δύναμης χειρολαβής έγινε με το δυναμόμετρο INCO India Ltd. Ambala. Η δύναμη χειρολαβής των ανδρών με φυσιολογικό βάρος ήταν μεγαλύτερη από τις τιμές δύναμης των λιποβαρών και υπέρβαρων ανδρών, αλλά η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Στις γυναίκες, η ομάδα των λιποβαρών είχε μεγαλύτερη δύναμη χειρολαβής σε σχέση με τις νορμοβαρείς και τις υπέρβαρες γυναίκες. Τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες υπήρχε μία στατιστικά σημαντική διαφορά στην αντοχή της δύναμης χειρολαβής, με τα νορμοβαρή άτομα να εμφανίζουν τη μέγιστη αντοχή και την ομάδα των υπέρβαρων να εμφανίζουν την ελάχιστη σε χρόνο αντοχή. Συνεχίζοντας, οι λιποβαρείς άνδρες παρουσίασαν σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του σωματικού λίπους και της αντοχής της δύναμης χειρολαβής. Μια τέτοια σημαντική συσχέτιση απουσίαζε στους άνδρες φυσιολογικού βάρους και στους υπέρβαρους άνδρες. Οι γυναίκες με φυσιολογικό βάρος παρουσίασαν σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του ΔΜΣ και της δύναμης χειρολαβής, καθώς και με την αντοχή. Οι λιποβαρείς γυναίκες παρουσίασαν σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του ΔΜΣ και της δύναμης χειρολαβής μόνο. Ενώ οι υπέρβαρες γυναίκες παρουσίασαν σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του ΔΜΣ και της δύναμης χειρολαβής, καθώς και μεταξύ του ποσοστού σωματικού λίπους και της δύναμης χειρολαβής. Τα ευρήματα της μελέτης δεν είναι σαφή, υποδεικνύουν όμως ότι η αύξηση του ΔΜΣ θα επιφέρει και αύξηση της δύναμης χειρολαβής. Αντίστοιχα η περίσσεια λίπους στον οργανισμό αποτέλεσε περιοριστικό παράγοντα στην αντοχή της δύναμης των υπέρβαρων συμμετεχόντων.

Μελέτη διερεύνησε τη σχέση μεταξύ παχυσαρκίας και μυϊκής δύναμης σε 491 Χιλιανούς έφηβους ηλικίας 10 έως 17 ετών. Η δύναμη χειρολαβής αξιολογήθηκε μέσω του Jamar Digital Grip Strength Dynamometer, και συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με τη περιφέρεια της μέσης, τον ΔΜΣ και το επίπεδο δραστηριότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σχεδόν το ένα τρίτο του δείγματος (30,8%) έκανε καθιστική ζωή. Τα αγόρια και τα κορίτσια στην ηλικία των 10-11 ετών και 12-13 ετών είχαν παρόμοιες μέσες τιμές δύναμης χειρολαβής, και η τιμή της δύναμης άρχισε να αποκλίνει ανά φύλο από τα 14 έτη και έπειτα, με υψηλότερες τιμές για τα αγόρια σε σύγκριση με τα κορίτσια. Όσον αφορά τη δύναμη χειρολαβής σε σχέση το ποσοστό της κοιλιακής παχυσαρκίας, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εντός των ηλικιακών κατηγοριών. Συγκρίνοντας τη δύναμη χειρολαβής και τη διατροφική κατάσταση των αγοριών, με βάση τις ηλικιακές κατηγορίες για την κοιλιακή παχυσαρκία, τα άτομα με φυσιολογική περιφέρεια μέσης είχαν σημαντικά υψηλότερη δύναμη χειρολαβής σε σχέση με εκείνους που βρίσκονται σε κίνδυνο. Όσον αφορά τη κοιλιακή παχυσαρκία στα κορίτσια, εκείνα με φυσιολογική περιφέρεια μέσης είχαν υψηλότερη μέγιστη δύναμη χειρολαβής σε σύγκριση με τα κορίτσια που είτε βρίσκονταν σε κίνδυνο είτε εμφάνιζαν κοιλιακή παχυσαρκία. Τόσο τα αγόρια, όσο και τα κορίτσια που βρίσκονταν σε κίνδυνο για κοιλιακή παχυσαρκία είχαν αντίστοιχα 3,3 και 4,1 αυξημένες πιθανότητες χαμηλής δύναμης χειρολαβής, σε σύγκριση με τα αγόρια και τα κορίτσια που είχαν φυσιολογική περιφέρεια μέσης. Εκείνα που εμφάνιζαν κοιλιακή παχυσαρκία είχαν αντίστοιχα 8,5 και 6,5 αυξημένες πιθανότητες χαμηλής δύναμης χειρολαβής, σε σύγκριση πάλι με τα αγόρια και τα κορίτσια με φυσιολογική περιφέρεια μέσης.

2.2.2 Συσχέτιση Δύναμης Χειρολαβής και Αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών

Ένας αυξανόμενος αριθμός στοιχείων συσχετίζει τη δύναμη χειρολαβής με τη καρδιαγγειακή κατάσταση της ενήλικης ζωής. Η συσχέτιση μεταξύ της δύναμης χειρολαβής και της ΑΠ στους νέους είναι ασαφής. Ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει ότι οι έφηβοι με ισχυρή δύναμη χειρολαβής παρουσίαζαν και χαμηλότερη αρτηριακή πίεση. Άλλες προτείνουν ότι η προστατευτική αυτή επίδραση επηρεάζεται από τον ΔΜΣ (Díez-Fernández et al., 2015; Wind et al., 2010).

Σε μελέτη που διεξήγαγαν στη Κίνα, συμπεριέλαβαν στα χαρακτηριστικά συνολικά 88,865 ατόμων ηλικίας 13 έως 17 ετών (Dong et al., 2016). Υπήρχαν καταγεγραμμένα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (ηλικία, ύψος, βάρος, ΔΜΣ), η δύναμη χειρολαβής

εκφραζόμενη ως λόγος προς το βάρος του κάθε ατόμου, η καρδιοαναπνευστική ικανότητα ($VO_2\max$) και η ΑΠ. Από την στατιστική ανάλυση προέκυψε πως η δύναμη χειρολαβής (εκφρασμένη ως z-score) συσχετίστηκε με τη μειωμένη ΣΑΠ, ενώ τα επίπεδα της ΔΑΠ έμειναν σχετικά σταθερά. Ο ΔΜΣ σχετίστηκε τόσο με την ΑΠ όσο και με τη δύναμη χειρολαβής. Οι έφηβοι με αυξημένο ΔΜΣ συσχετίζονται με αυξημένα επίπεδα ΑΠ και μειωμένη δύναμη χειρολαβής, και στα δύο φύλα. Όταν γίνεται η κατηγοριοποίηση του ΔΜΣ, η αρχικά παρατηρούμενη αρνητική συσχέτιση αντιστρέφει και έτσι η ισχυρή δύναμη χειρολαβής σχετίζεται με αυξημένα επίπεδα ΑΠ. Παρόμοιο είναι το μοτίβο που παρατηρείται για τη ΣΑΠ και τη ΔΑΠ σε όλες τις κατηγορίες του ΔΜΣ, αν και η τάση στα κορίτσια έχει ασθενέστερο εύρος. Η αλλαγή σε αυτή τη σχέση πριν και μετά τη διαστρωμάτωση του ΔΜΣ μπορεί να αποδοθεί στην χαμηλότερη δύναμη χειρολαβής που έχουν οι έφηβοι με υψηλότερο ΔΜΣ.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως παρόλο που μελέτες έχουν δείξει ότι η δύναμη χειρολαβής σχετίζεται αντίστροφα με την ΑΠ, ορισμένοι ερευνητές έχουν προτείνει ότι η προστατευτική δράση της μυϊκής δύναμης στο προφίλ της ΑΠ διαμεσολαβείται από την εναπόθεση λίπους στο σώμα (Fitness Measures and Health Outcomes in Youth, 2012). Όταν δηλαδή εξαλείφεται η επίδραση του ΔΜΣ, η δύναμη χειρολαβής δεν σχετιζόταν με την ΑΠ (Díez-Fernández et al., 2015).

Όσον αφορά την ΚΣ, πραγματοποιήθηκε μελέτη (Silva et al., 2018) σε 695 εφήβους της Βραζιλίας ηλικίας 14 έως 19 ετών. Εξετάστηκε η σχέση μεταξύ αερόβιας ικανότητας, ευλυγισίας, δύναμης χειρολαβής, σωματικού βάρους και ΚΣ ηρεμίας. Η μέτρηση της ΚΣ ηρεμίας έγινε με την χρήση αυτοματοποιημένου σφυγμομέτρου και η καρδιοαναπνευστική ικανότητα αξιολογήθηκε με το Canadian Aerobic Fitness Test. Η δύναμη χειρολαβής αξιολογήθηκε μέσω του δυναμόμετρου Saehan (Seoul, South Korea). Σύμφωνα με την αδρή γραμμική παλινδρόμηση, η αερόβια ικανότητα και η δύναμη χειρολαβής είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ΚΣ ηρεμίας. Με βάση την ηλικία, τη σωματική δραστηριότητα, τη σεξουαλική ωρίμανση και τον ΔΜΣ, η αερόβια ικανότητα και η δύναμη χειρολαβής παρέμειναν αντιστρόφως ανάλογες σε σχέση με την ΚΣ ηρεμίας. Επίσης, υποδείχθηκε ότι η αύξηση κατά μία μονάδα στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) έχει ως αποτέλεσμα μείωση 0,11 παλμούς/λεπτό στη ΚΣ ηρεμίας. Αντίστοιχα η αύξηση 1 κιλού στη δύναμη χειρολαβής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 0,10 παλμούς/λεπτό της ΚΣ ηρεμίας.

2.2.3 Συσχέτιση Δύναμης Χειρολαβής και καρδιομεταβολικών παραγόντων κινδύνου

Η δύναμη χειρολαβής είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη συνολική καρδιαγγειακή θνησιμότητα σε όλες τις ηλικιακές ομάδες (Ortega et al., 2012). Ένα μεγάλο σύνολο στοιχείων καταδεικνύει τη συσχέτιση μεταξύ της δύναμης χειρολαβής και των καρδιαγγειακών κινδύνων στους ενήλικες (Sayer et al., 2007).

Σε μελέτη (Kim et al., 2020), χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την Κορέα και συγκεκριμένα από 4,018 έφηβους, ηλικίας 10 έως 18 ετών. Μετρήθηκαν οι καρδιοαγγειακοί παράγοντες κινδύνου (ΣΑΠ, ΔΑΠ, περιφέρεια μέσης, χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας, τριγλυκερίδια, γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη) και έγινε αξιολόγηση με δυναμόμετρο χειρός (TKK 5401; Takei Scientific Instruments Co., Ltd., Tokyo, Japan). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέση δύναμη χειρολαβής ήταν $26,5 \pm 9,4$ κιλά στη παραπάνω ηλικία. Για τα αγόρια φάνηκε πως είχαν υψηλότερο ΔΜΣ, ισχυρότερη δύναμη χειρολαβής, και ήταν πιθανότερο να έχουν υψηλή ΣΑΠ και διαταραγμένη γλυκόζη νηστείας από ό,τι τα κορίτσια (όλα $p < 0,001$). Μεταξύ των παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου η χαμηλή χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας ήταν πιο συχνή στα κορίτσια ($p < 0,001$). Στο τελικό προσαρμοσμένο μοντέλο οι καρδιαγγειακοί παράγοντες κινδύνου σχετίζονται ανεξάρτητα με τη δύναμη χειρολαβής μόνο στα αγόρια. Για κάθε 1 κιλό αύξησης της δύναμης χειρολαβής υπήρξε σημαντική συσχέτιση με την κοιλιακή παχυσαρκία (OR, 0,92; 95% CI, 0,88-0,95), την υψηλή ΣΑΠ (OR, 1,05; 95% CI, 1,03-1,07) και την υπερτριγλυκεριδαμία (OR, 0,96; 95% CI, 0,94-0,97). Στα κορίτσια, κανένας παράγοντας καρδιαγγειακού κινδύνου δεν συσχετίστηκε με τη δύναμη χειρολαβής.

Στη μελέτη των (Laitinen et al., 2020) εξετάστηκε το αν η δύναμη χειρολαβής διαφοροποιείται τους νέους με παχυσαρκία και αυξημένο καρδιομεταβολικό κίνδυνο. Συμμετείχαν συνολικά 43 νέοι ηλικίας 8 έως 19 ετών και συλλέχθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (ύψος, βάρος, περιφέρεια μέσης, σύνθεση σώματος, ΔΜΣ). Εξετάστηκαν ακόμα, η γλυκόζη νηστείας στο αίμα, τα λιπίδια αίματος (τριγλυκερίδια, γλυκοπρωτεΐνες), το πάχος του εσωτερικού-μέσου χιτώνα της καρωτιδικής αρτηρίας και η δύναμη χειρολαβής, η οποία εκφράστηκε ως λόγος προς το βάρος του σώματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι συμμετέχοντες με χαμηλή (έπειτα από ομαδοποίηση) δύναμη χειρολαβής είχαν και χειρότερους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου από εκείνους με μέτρια/υψηλή κανονικοποιημένη δύναμη χειρολαβής. Η διαφορά μεταξύ των παιδιών με μέτρια/υψηλή δύναμη χειρολαβής σε σχέση με εκείνους με χαμηλή ήταν τα $+0,26$ mmol/l

για τη λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (LDL)-χοληστερόλη. Παρατηρήθηκε ότι η χαμηλή δύναμη χειρολαβής μπορεί να αναγνωρίσει τους παχύσαρκους νέους που έχουν αυξημένο καρδιομεταβολικό κίνδυνο. Οι νέοι με χαμηλή δύναμη είχαν και υψηλότερη ΣΑΠ, υψηλότερη λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (LDL)-χοληστερόλη και υψηλότερο πάχος του εσωτερικού χιτώνα της καρωτιδικής αρτηρίας.

2.2.4 Συσχέτιση Δύναμης χειρολαβής και Καθιστικής Συμπεριφοράς

Η σωματική άσκηση σχετίζεται με βελτιωμένα επίπεδα υγείας μεταξύ των μικρών ηλικιών. Τα βαρύτερα παιδιά τείνουν να έχουν χαμηλότερη λειτουργική δύναμη και κινητικότητα. Η σωματική δραστηριότητα μπορεί να αυξήσει τη δύναμη των παιδιών, αλλά είναι άγνωστο πώς οι διάφοροι τύποι χρήσης ηλεκτρονικών μέσων ενημέρωσης επηρεάζουν τη σωματική δύναμη (Steene-Johannessen et al., 2009). Καθώς τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν συχνά μειωμένη κινητική λειτουργία σε σύγκριση με τα νορμοβαρή παιδιά είναι σημαντικό να εξεταστεί η δύναμή τους σε σχέση με το σωματικό τους βάρος. Για το λόγο αυτό οι αξιολογήσεις σε κλινικά πλαίσια γενικά προσαρμόζονται για την κατάσταση βάρους του ασθενούς όταν αξιολογείται η ικανότητά τους να εκτελούν καθημερινές εργασίες (Shultz et al., 2009).

Στη μελέτη των (Edelson et al., 2015a) 1224 παιδιά ηλικίας 6 έως 15 ετών και καταγράφηκαν τα δημογραφικά, κοινωνικοοικονομικά στοιχεία, η σωματική δραστηριότητα, και η χρήση ηλεκτρονικών μέσων. Τα αποτελέσματα από τα μοντέλα παλινδρόμησης έδειξαν την αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ του χρόνου έκθεσης στη τηλεόραση και των παραμέτρων της δύναμης (συμπεριλαμβανομένης της δύναμης χειρολαβής).

Στη μελέτη των (Górnicka et al., 2020) έγινε η υπόθεση ότι τα πρότυπα αδράνειας μπορούν να αυξήσουν την εμφάνιση παχυσαρκίας και χαμηλής μυϊκής δύναμης στους Πολωνούς εφήβους και αυτό μπορεί να συσχετιστεί με κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά. Συμμετείχαν συνολικά 1567 νέοι ηλικίας 11 έως 13 ετών. Οι έφηβοι με το πιο αδρανές πρότυπο (υψηλός χρόνος αδράνειας-χαμηλή φυσική δραστηριότητα) είχαν πάνω από τέσσερις φορές πιθανότητα να είναι υπέρβαροι ($p = 0,0003$). Οι έφηβοι με χρόνο αδράνειας >2 ώρες/ημέρα είχαν 1,8-2 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να είναι υπέρβαροι επίσης. Οι έφηβοι με υψηλή φυσική δραστηριότητα είχαν 2,2 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα υψηλότερης μυϊκής δύναμης. Ανεξαρτήτως του χρόνου αδράνειας των εφήβων, τα χαμηλά

επίπεδα φυσικής δραστηριότητας είναι που σχετίζονται με υψηλότερες πιθανότητες να είναι υπέρβαρα ή να εμφανίζουν κοιλιακή παχυσαρκία.

2.3 Κλινική σημασία και Σκοπός Μελέτης

Οι περισσότερες από τις έρευνες που μελετήθηκαν αναφέρονται σε παιδιά και εφήβους σχολικού περιβάλλοντος και το δείγμα δεν αντιπροσωπεύει παιδιά αθλητικών ακαδημιών. Οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών δεν φαίνεται να είναι σαφείς καθώς υπάρχει αλληλοεπικάλυψη στην επίδραση του κάθε παράγοντα τόσο στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα, όσο και στη δύναμη χειρολαβής.

Μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί παρόμοια μελέτη στην Ελλάδα, που να απευθύνεται σε ενεργούς αθλητές ακαδημίας καλαθοσφαίρισης, και να συμπεριλαμβάνει ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, καρδιομεταβολικούς δείκτες και επίπεδο σωματική δραστηριότητας. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της συσχέτισης και της μοντελοποίησης μεταξύ καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μυϊκής δύναμης με το καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε νεαρούς αθλητές σχολικής ηλικίας. Είναι σημαντική η ύπαρξη προγνωστικών εξισώσεων καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μυϊκής δύναμης με βάση τους παράγοντες του καρδιομεταβολικού προφίλ και της καθιστικής συμπεριφοράς.

2.4 Ερευνητικές Υποθέσεις

Μηδενική ερευνητική υπόθεση H₀: Τα ανθρωπομετρικά και καρδιομεταβολικά χαρακτηριστικά και η καθιστική συμπεριφορά δεν επηρεάζουν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα.

Εναλλακτική ερευνητική υπόθεση H₁: Τα ανθρωπομετρικά και καρδιομεταβολικά χαρακτηριστικά και η καθιστική συμπεριφορά επηρεάζουν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα.

Μηδενική ερευνητική υπόθεση H₀: Τα ανθρωπομετρικά και καρδιομεταβολικά χαρακτηριστικά και η καθιστική συμπεριφορά δεν επηρεάζουν τη δύναμη χειρολαβής.

Εναλλακτική ερευνητική υπόθεση H₁: Τα ανθρωπομετρικά και καρδιομεταβολικά χαρακτηριστικά και η καθιστική συμπεριφορά επηρεάζουν τη δύναμη χειρολαβής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Τύπος έρευνας και Ηθική

Για την ερευνητική μελέτη ζητήθηκε έγκριση από την Επιτροπή Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη δήλωση ότι η ερευνητική πρόταση είναι σύμφωνη με τις διεθνείς αρχές της ηθικής πρακτικής και δεοντολογίας οι οποίες συνάδουν με την αξία του σεβασμού προς τους εθελοντές που θα συμμετάσχουν. Έπειτα της θετικής απάντησης η εργασία με αριθμό πρωτοκόλλου 1147/7-11-2022 ακολούθησε όλες τις προβλεπόμενες διαδικασίες για την ενημέρωση των συμμετεχόντων και των κηδεμόνων τους. Οι μετρήσεις της μελέτης πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα και περιλαμβάνουν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, μέτρηση δύναμης άνω άκρων, καρδιομεταβολικούς δείκτες (ΚΣ, ΑΠ, ΔΜΣ, ολική χοληστερόλη, τριγλυκερίδια) και καθιστική συμπεριφορά μέσω του ερωτηματολογίου Διεθνούς Φυσικής Δραστηριότητας (IPAQ).

3.2 Πληθυσμός μελέτης

Το δείγμα της μελέτης αποτελεί δείγμα ευκολίας και προκύπτει έπειτα από τη διαθεσιμότητα στην ακαδημία καλαθοσφαίρισης Έσπερος Λαμίας. Η αναλογία αγοριών και κοριτσιών θεωρείται τυχαία. Η συμμετοχή αφορά νεαρούς αθλητές από την ηλικία των 12 ετών έως και τα 17 έτη (de Onis, 2007). Το μέγεθος του δείγματος υπολογίζεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού (sample size calculator) με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και διάστημα εμπιστοσύνης 0,05. Υπάρχουν συνολικά 177 παιδιά στην ακαδημία, οπότε ο αλγόριθμος υπολογίζει ότι 112 παιδιά χρειάζονται για το δείγμα της παρούσας μελέτης συμπεριλαμβανομένου του drop out που υπολογίζεται στα 10 άτομα.

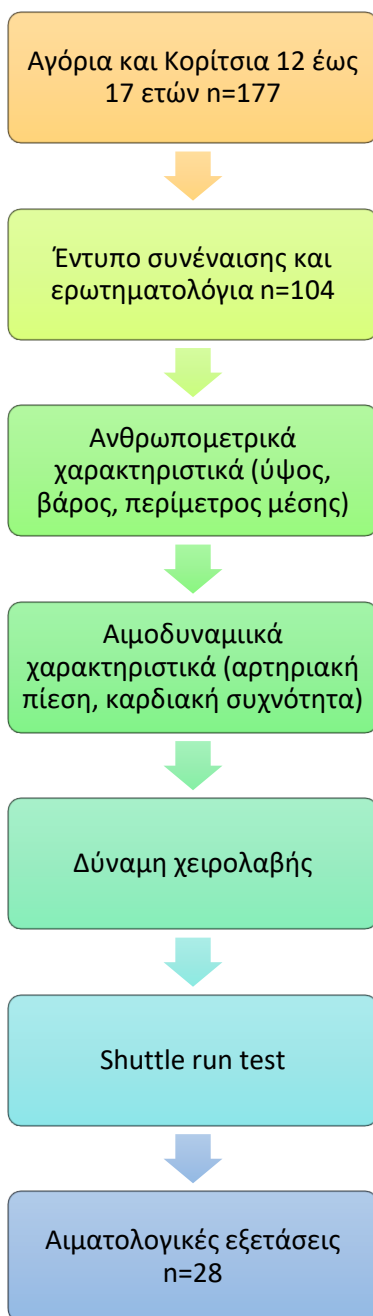
Συγκεκριμένα μετρήθηκαν 104 έφηβοι συνολικά ($n=104$) εκ των οποίων οι 66 είναι αγόρια και οι υπόλοιποι 38 είναι κορίτσια. Ο μέσος όρος ηλικίας του δείγματος είναι $13,95 \pm 1,49$ έτη, με τον μέσο όρο των αγοριών να υπολογίζεται $13,76 \pm 1,47$ έτη και των κοριτσιών $14,3 \pm 1,48$ έτη.

Απαραίτητη για τη συμμετοχή, ήταν η συγκατάθεση των γονέων και κηδεμόνων των νεαρών αθλητών, έπειτα από ενημέρωσή τους. Κριτήριο ένταξης στη μελέτη αποτέλεσε η ηλικία

που αναφέρθηκε νωρίτερα και η ακεραιότητα της υγείας. Επίσης, εφόσον ζητήθηκαν ιατρικές εξετάσεις, αυτές έπρεπε να πραγματοποιήθηκαν από νόμιμο εγκεκριμένο ιατρείο και μικροβιολόγο υπό την επίβλεψη του γονέα και να παραδοθούν εντός δύο μηνών στους υπεύθυνους της παρούσας διπλωματικής. Όλα τα παιδιά συμμετέχουν κανονικά στην ακαδημία και κριτήριο αποκλεισμού ήταν πιθανή εμφάνιση ασθένειας και η μη έγκριση από ιατρό για συμμετοχή σε άθλημα, η έλλειψη της συναίνεσης από τους κηδεμόνες και η διακοπή των μετρήσεων από τον ίδιο τον αθλητή.

3.3 Πρωτόκολλο μετρήσεων

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της προγραμματισμένης προπόνησης των νεαρών αθλητών κατά την περίοδο 15-09-2022 έως και 15-10-2022. Κάθε συμμετέχων ή ο φροντιστής του έλαβε ένα έντυπο πληροφοριών για τις επικείμενες μετρήσεις, τη γραπτή συγκατάθεση και το αυτοσυμπληρούμενο ερωτηματολόγιο HELENA, σχετικά με τον χρόνο που αφιερώνεται για παρακολούθηση σε οθόνη ηλεκτρονικής συσκευής. Στη μελέτη θα συμμετείχαν μόνο τα άτομα που επέστρεψαν υπογεγραμμένο το έντυπο συγκατάθεσης από τους γονείς ή τους κηδεμόνες και συμπληρωμένο το ερωτηματολόγιο. Όλες οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν απογευματινές ώρες και πριν τη προπόνηση. Οι μετρήσεις έγιναν καθημερινά, πέντε ημέρες την εβδομάδα και διήρκησαν 8 εβδομάδες για να τηρηθεί τόσο το χρονοδιάγραμμα της μελέτης αλλά και να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο προπονητικού φορτίου οι νεαροί συμμετέχοντες. Πριν την έναρξη οποιασδήποτε δοκιμασίας τοποθετήθηκαν στους αθλητές αυτοκόλλητα σε εμφανές σημείο, με την αναγραφή του αντίστοιχου αριθμού καταγραφής, για την πιο εύκολη αναγνώριση και καταχώρηση στο αρχείο των μετρήσεων. Αρχικά πραγματοποιήθηκαν η μέτρηση και καταχώρηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, έπειτα η καταγραφή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών και η μέτρηση της δύναμης της χειρολαβής. Στο τέλος των αξιολογήσεων πραγματοποιήθηκε και η υπομέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία (παλίνδρομος τροχασμός 20 μ.). Οι αιματολογικές εξετάσεις έγιναν σε προγραμματισμένο ραντεβού από τους ίδιους τους κηδεμόνες των αθλητών και παραδοθήκαν τα αποτελέσματα έπειτα από συνεννόηση. Σε περίπτωση που οι έφηβοι είχαν ήδη πραγματοποιήσει αιματολογική εξέταση, γίνονταν δεκτές όσες ήταν από τον Ιούλιο μήνα και μετά.

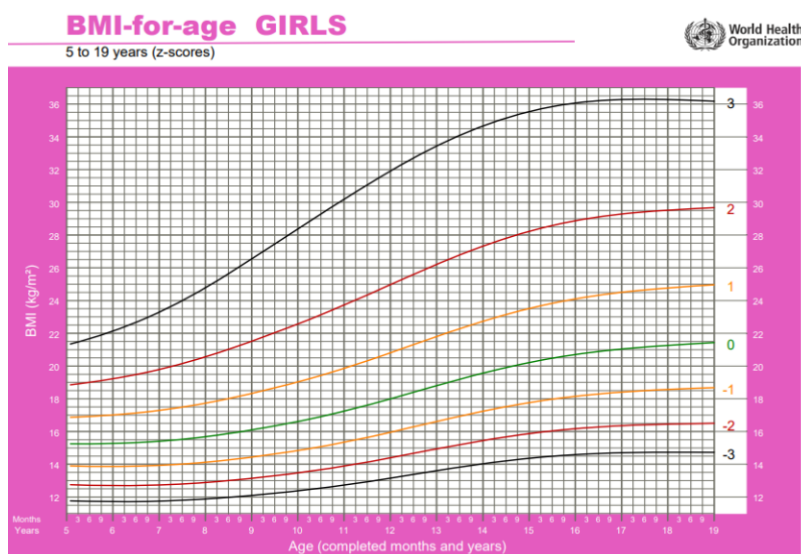


Εικόνα 3.1: Διάγραμμα μελέτης

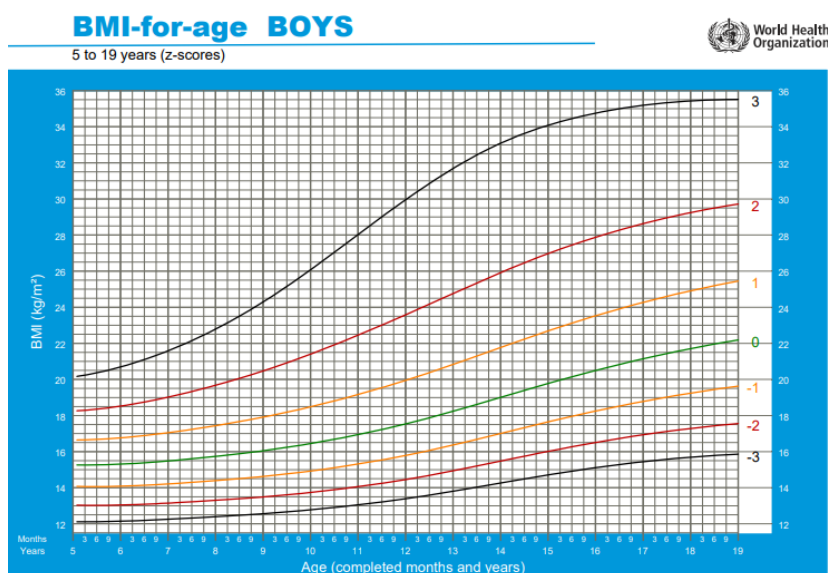
3.4 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις περιλάμβαναν το βάρος και το ανάστημα. Κατά τη διάρκεια αυτών των μετρήσεων οι συμμετέχοντες φορούν ελαφριά ενδυμασία και είναι ξυπόλυτοι. Το ανάστημα μετρήθηκε με ακρίβεια χιλιοστού με τη χρήση αναστημόμετρου και το βάρος μετρήθηκε με ακρίβεια 0,1 κιλών (Voss & Sandercock, 2010) με τη χρήση αξιόπιστης ζυγαριάς (TANITA BC418-MA) (Barlow, 2007; Boone et al., 2012).

Για το ύψος ζητήθηκε τα πέλματα να ακουμπούν μεταξύ τους και το σώμα να είναι έναντι του τοίχου, με την κορυφή της κεφαλής να ακουμπά έναντι αυτού. Η μέτρηση του βάρους πραγματοποιήθηκε με τη ζυγαριά ανοιχτή, ενώ εμφανίζεται ο αριθμός 00,00 kg, και με το παράγγελο του εξεταστή, οι νεαροί ανέβαιναν και παρέμεναν ακίνητοι. Έπειτα υπολογίστηκε ο ΔΜΣ με βάση το διεθνές σύστημα μονάδων $\Delta\text{Μ}\Sigma = \text{βάρους (kg)}/\text{ύψους}^2 (\text{m}^2)$ και εκφράζεται ως z-score στις κατηγορίες ΚΑΝΟΝΙΚΟΣ, ΠΑΧΥΣΑΡΚΟΣ και ΥΠΕΡΒΑΡΟΣ (de Onis, 2007).



Εικόνα 3.11: Διάγραμμα για τις νόρμες του ΔΜΣ για κορίτσια (Τροποποιημένη από WHO, 2007).



Εικόνα 3.12: Διάγραμμα για τις νόρμες του ΔΜΣ για κορίτσια (Τροποποιημένη από WHO, 2007).

Η περίμετρος της μέσης μετρήθηκε στο επίπεδο του ομφαλού μετά από μια ελαφριά εκπνοή. Οι συμμετέχοντες στέκονταν όρθιοι με τα χέρια να μην εμποδίζουν την μέτρηση και τα

πόδια ενωμένα. Η ταινία μέτρησης τοποθετούνταν σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από τη μέση. Η μέτρηση έγινε σε εκατοστά (ακρίβεια: ανά δεκαδικό ψηφίο). Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις και εάν τα αποτελέσματα διέφεραν περισσότερο από ένα εκατοστό, πραγματοποιήθηκε τρίτη μέτρηση και ο μέσος όρος των δύο πλησιέστερων μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε για τα αποτελέσματα (Liu et al., 2022).



Εικόνα 3.13: Διαδικασία μέτρησης της περιφέρειας μέσης (ΑΡ)

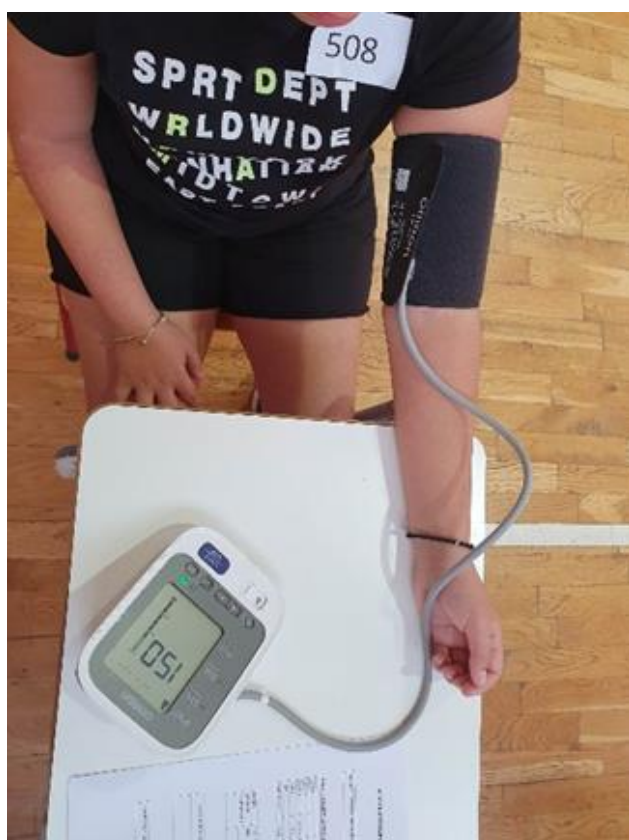
Εικόνα 3.14: Διαδικασία μέτρησης του ύψους (ΔΕ)

3.5 Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά

Η συστολική αρτηριακή πίεση (ΣΑΠ), διαστολική αρτηριακή πίεση (ΔΑΠ) και η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) μετρήθηκαν πριν από την παλίνδρομη δοκιμασία τροχασμού 20 μ. (20-mSRT). Η αρτηριακή πίεση (ΑΠ) και η ΚΣ μετρήθηκαν με το Microlife BP A2 Basic, το οποίο είναι αυτοματοποιημένο σφυγμομανόμετρο του βραχίονα (Bing et al., 2016) με χρήση περιχειρίδας. Πριν από την μέτρηση, τα παιδιά έβγαλαν τυχόν ζακέτες και μπουφάν για να αποσυμπιέσουν την περιοχή του βραχίονα όσο το δυνατόν περισσότερο, ώστε να μην επηρεαστεί η μέτρηση. Επίσης παρέμεναν σε ηρεμία για τουλάχιστον 10 λεπτά πριν τη μέτρηση κα χωρίς έντονη δραστηριότητας τις προηγούμενες ώρες. Η μανσέτα τοποθετήθηκε στον αριστερό βραχίονα κάθε συμμετέχοντα και συγκεκριμένα στη βραχιόνιο αρτηρία στο ύψος της καρδιάς. Η θέση λήψης της αρτηριακής πίεσης ήταν η καθιστή, με τη πλάτη να ακουμπάει πίσω, τα πόδια να στηρίζονται κάθετα στο έδαφος και ο αγκώνας να ακουμπάει στην επιφάνεια όπου γινόταν η μέτρηση.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά δύο μετρήσεις για τον καθένα λαμβάνοντας υπόψη τη χαμηλότερη τιμή που λαμβάνεται για τη ΣΑΠ και τη ΔΑΠ (Cohen et al., 2017), ενώ ο μέσος όρος της ΚΣ θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση (Silva et al., 2018). Κατά τη διάρκεια καταγραφής της ΑΠ και της ΚΣ, ο συμμετέχων κλήθηκε να καθίσει σε ευθυτενή καθιστή στάση με τα πόδια να ακουμπούν στο έδαφος χωρίς να είναι σταυρωμένα και οι δύο αγκώνες να ακουμπούν στην επιφάνεια του τραπεζιού όπου θα γίνει η μέτρηση.

Η κατηγοριοποίηση της ΣΑΠ και της ΔΑΠ του δείγματος θα γίνει σύμφωνα με τα πρότυπα της Αμερικανικής Ακαδημίας Παιδιατρικής, επειδή η ΑΠ διαφέρει ανάλογα με την ηλικία και το φύλο (Flynn et al., 2017). Κάθε συμμετέχων θα κατηγοριοποιηθεί σύμφωνα με την ηλικία και το ύψος, στις ακόλουθες κατηγορίες: "Χαμηλή", "Φυσιολογική", "Υψηλή" τόσο για τα αγόρια όσο και για τα κορίτσια. Τέλος, θα χρησιμοποιηθούν νόρμες (Fleming et al., 2011) για την ταξινόμηση κάθε συμμετέχοντα σύμφωνα με την ηλικία και τη μέση τιμή της ΚΣ στις ακόλουθες κατηγορίες: "ΚΣ" (ανθρώπινο δυναμικό): «Κάτω από το φυσιολογικό» & «Πάνω από το φυσιολογικό».



Εικόνα 3.15: Μέτρηση Αρτηριακής Πίεσης

3.6 Μεταβολικοί αιμοδυναμικοί δείκτες

Οι βιοχημικές εξετάσεις πραγματοποιήθηκαν έπειτα από παραπομπή από ιατρό και σε εγκεκριμένο μικροβιολογικό εργαστήριο. Οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγία να απέχουν από έντονη ή ασυνήθιστη σωματική δραστηριότητα 72 ώρες πριν την εξέταση και διατήρησαν νηστεία 12 ώρες πριν την αιμοληψία. Οι βιοχημικές εξετάσεις αφορούν την ολική χοληστερόλη (TC), τα τριγλυκερίδια (TG) και το σάκχαρο του αίματος (GLU) (Monteiro et al., 2015).

Υπεύθυνοι για την πραγματοποίηση των αιματολογικών εξετάσεων ήταν οι κηδεμόνες των νέων, έπειτα από τη σχετική ενημέρωση που έγινε σε όλους. Το κόστος καλύφθηκε από τους ίδιους και έγινε η πρόταση να αξιοποιηθεί η ασφαλιστική ικανότητα της κάθε οικογένειας για την ενδεχόμενη μείωση στο χρηματικό ποσό της εξέτασης. Έγιναν δεκτές εξετάσεις αίματος οι οποίες διενεργήθηκαν σε εγκεκριμένο μικροβιολογικό εργαστήριο και έπρεπε να είναι υπογεγραμμένες από τον εκάστοτε υπεύθυνο ιατρό. Στη περίπτωση μη πραγματοποίησης των εξετάσεων από ορισμένους συμμετέχοντες, αυτό λήφθηκε υπόψιν και προσαρμόστηκαν ανάλογα τα δεδομένα.

3.7 Μέτρηση Δύναμης Χειρολαβής

Η μυϊκή δύναμη αξιολογήθηκε με τη χρήση δυναμομέτρου χειρός (ισομετρική δύναμη του άνω μέρους του σώματος). Το δυναμόμετρο χειρός που χρησιμοποιήθηκε αποτελεί έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης και είναι το Jamar Hydraulic Hand Dynamometer (Model 5030J1) (Cohen et al., 2010; Gómez-Campos et al., 2018). Ζητήθηκε από τους νεαρούς συμμετέχοντες να σταθούν με τα χέρια τους στο πλάι, σε ουδέτερη θέση εφαπτόμενοι στον θώρακα, σε 90° (Bellace et al., 2000) κάμψη αγκώνα και να συμπιέσουν τη λαβή για τουλάχιστον δύο δευτερόλεπτα εκτελώντας τη δοκιμή με το δεξί και έπειτα με το αριστερό άνω άκρο. Μεταξύ των προσπαθειών θα δοθεί χρόνος ανάπαυσης ενενήντα δευτερολέπτων και θα επαναληφθεί σύνολο δύο φορές (Evaristo et al., 2019). Το εύρος της λαβής του δυναμομέτρου ρυθμίζεται ανάλογα με το μέγεθος της άκρας χείρας και το φύλο για να προσδιοριστεί η μέγιστη δύναμη χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις που έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένα για εφήβους (Ruiz et al., 2006). Η βαθμολογία της δύναμης της λαβής (kg) υπολογίζεται ως μέσος όρος της προσπάθειας για το δεξί και το αριστερό άνω άκρο και θα εκφραστεί ως χιλιόγραμμα της σωματικής μάζας (Steene-Johannessen et al.,

2013). Για την στατιστική ανάλυση θα χρησιμοποιηθεί η μέγιστη τιμή που προέκυψε, είτε αφορά το δεξί, είτε το αριστερό άνω άκρο (Laitinen et al., 2020). Οι τιμές των μετρήσεων μετατράπηκαν σε δύο κατηγορίες και εκφράζονται ως “ Πάνω από τον μέσο όρο” και “Κάτω από τον μέσο όρο” (García-Hermoso et al., 2019).



Εικόνα 3.16: Μέτρηση δύναμης χειρολαβής

3.8 Shuttle Run Test

Η CRF αξιολογήθηκε μέσω του έγκυρου, αξιόπιστου και ευέλικτου εργαλείου (Tomkinson, Lang, & Tremblay, 2019) καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας του παλίνδρομου τροχασμού 20 μ., βασισμένη στη πρωτότυπη εφαρμογή (Léger et al., 1984). Κατά τη διάρκεια του 20-mSRT, ακολουθηθηκε η τυπική διαδικασία, και πραγματοποιήθηκε μια προκαταρκτική δοκιμή. Το 20-mSRT εφαρμόστηκε με τη χρήση του προγράμματος BeepShuttle Advanced VER0320. Η δοκιμή εκτελέστηκε με συνεχή μετακίνηση μεταξύ δύο σημείων σε απόσταση 20 μ. και ο χρόνος αλλαγής από το ένα σημείο στο άλλο προσδιορίζονται από ηχητική ανατροφοδότηση με τον χαρακτηριστικό ήχο "μπιπ" (Kolimechkon et al., 2018). Τα παιδιά τρέχουν στο αρχικό ηχητικό σήμα με ρυθμό 8,5 χλμ/ω και η ταχύτητα αυξάνεται κατά 0,25 χλμ/ω κάθε λεπτό. Μετά το κάθε λεπτό, ένας δονούμενος ήχος υποδεικνύει την αύξηση του επιπέδου ταχύτητας (αλλαγή επιπέδου). Κριτήρια τερματισμού της δοκιμής ήταν: α. όταν ο συμμετέχων δεν είναι σε θέση να συνεχίσει τη δοκιμασία λόγω κόπωσης ή άλλων συμπτωμάτων (εκούσια) β. όταν ο συμμετέχων αποτύχει να φτάσει στο χρονικό δείκτη εγκαίρως, γ. η ολοκλήρωση όλων των επιπέδων (Smith et al., 2014).

Στο τέλος της δοκιμασίας 20-mSRT, καταγράφηκε η επίδοση ως ο αριθμός των διαδρομών που ολοκλήρωσε κάθε συμμετέχων, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται στην τελική ταχύτητα τρεξίματος (χλμ/ω) στο τελικό στάδιο που έφτασε να ολοκληρώσει ο καθένας. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂max) υπολογίζεται έμμεσα με την εξίσωση: VO₂max (ml / kg / 1min) = 31,025 + (3,238 × ταχύτητα) - (3,248 × ηλικία) + (0,1536 × ταχύτητα × ηλικία). Οι βαθμολογίες κατηγοριοποιούνται ως εξής: Πολύ κακή (< 10%), Κακή (10-25%), Μέτρια (25-75%), Καλή (75- 90%) και άριστα (≥ 90%) (Kolimechkon et al., 2018).

Το τεστ πραγματοποιείται με συνεχές τρέξιμο μεταξύ δύο σημείων απόσταση 20 μέτρων, σε γήπεδο 24 μέτρων συνόλου. Ο χρόνος αλλαγής από το ένα σημείο στο άλλο καθορίστηκε από την ηχητική εντολή του προγράμματος και τον χαρακτηριστικό ήχο ‘μπιπ’. Οι συμμετέχοντες κάθονταν πίσω από τους κώνους σύμφωνα με τον αριθμό καταγραφής τους και απέναντί τους βρίσκονταν ο δεύτερος κώνος του κάθε εξεταζόμενου. Με την έναρξη της δοκιμασίας, οι συμμετέχοντες πρέπει να διατηρήσουν ένα χαλαρό τρέξιμο μεταξύ των δύο σημείων, του οποίου ο ρυθμός καθορίζεται από το χαρακτηριστικό ‘μπιπ’. Με το πέρασμα ενός λεπτού, ένας ήχος δόνησης υποδείκνυε αύξηση της ταχύτητας και την αλλαγή του επιπέδου και τα ‘μπιπ’ ηχούσαν ταχύτερα χρονικά. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να αυξήσουν αντίστοιχα τη δική τους ταχύτητα και αυτό επαναλαμβανόταν κάθε λεπτό. Αν ο εξεταζόμενος έφτανε στον κώνο του πριν ακουστεί το ‘μπιπ’ έπρεπε να περιμένει το άκουσμά του για να συνεχίσει το τρέξιμο.

Πριν την έναρξη της δοκιμασίας υπήρξε ένα ζέσταμα 5 λεπτών, με ανώτατο όριο συμμετοχής ταυτόχρονα στη δοκιμασία να είναι τα 8 παιδιά. Για τον έλεγχο της δοκιμασίας υπήρχε ένας επιτηρητής για τους νεαρούς που έτρεχαν και ένας χειριστής του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η δοκιμασία μπορούσε να διακοπεί για κάποιον είτε μετά από κόπωση και δική του επιλογή για τερματισμό, είτε στη δεύτερη προειδοποίηση, έπειτα από αδυναμία να φτάσει στον απέναντι κώνο στον απαιτούμενο χρόνο.

BeepShuttleAdvanced Rev3.2

Track	Finish	ID	Name	Age	Gender	Duration [hh:mm:ss]	Stage [#]	Shuttle [#]	Distance [m]	Speed [km/h]	VO2max [ml/kg/min]	HR [bpm]
1	<input type="checkbox"/>	413		16,4	M							
2	<input type="checkbox"/>	415		14,4	M							
3	<input checked="" type="checkbox"/>	416		15,3	M	00:02:47	3	6	420	9,5	36,2	
4	<input type="checkbox"/>	494		17,3	M							
5	<input checked="" type="checkbox"/>	419		15,3	M	00:02:55	3	7	440	9,5	36,5	
6	<input type="checkbox"/>	421		15,5	M							

ACCEPT Duration: 00:02:59 Stage: 3 Shuttle: 8 Shl/Stg: 8 Distance, m: 460 km/h: 9.5 STOP

20m Shuttle Run Test (Leger et al.'s protocol 1)

Εικόνα 3.17: Πρόγραμμα Shuttle Run



Εικόνα 3.18: Διαδικασία μέτρησης Shuttle Run

3.9 Χρόνος Καθιστικής Ζωής με βάση την Έκθεση σε Ηλεκτρονικές Συσκευές με Οθόνη

Ο χρόνος καθιστικής συμπεριφοράς εκτιμάται με το αυτοαναφερόμενο ερωτηματολόγιο έκθεσης σε ηλεκτρονικές συσκευές HELENA. Οι συμμετέχοντες χρειάστηκε να αναφέρουν τον συνήθη χρόνο που αφιερώνουν σε διάφορες καθιστικές συμπεριφορές κατά τη διάρκεια όλης της εβδομάδας. Οι κατηγορίες περιλαμβάνουν: τηλεοπτικές εκπομπές, παιχνίδια στον υπολογιστή, κονσόλες (βιντεοπαιχνίδια), χρήση διαδικτύου για μη σχολικές υποχρεώσεις ή άλλους λόγους (χόμπι), χρήση διαδικτύου για εκπαιδευτικούς σκοπούς και χρόνος μελέτης

(εκτός προγράμματος σπουδών). Οι συμμετέχοντες επέλεξαν ανάμεσα σε ένα από τα ακόλουθα: 0 λεπτά, > 0-30 λεπτά, > 30-60 λεπτά, > 60-120 λεπτά, > 120-180 λεπτά, > 180-240 λεπτά και > 240 λεπτά για κάθε μία από τις 12 ερωτήσεις.

Υπολογίζεται ο συνολικός χρόνος καθιστικής συμπεριφοράς στις καθημερινές και το Σαββατοκύριακο αθροίζοντας τον χρόνο που δαπανήθηκε σε κάθε δραστηριότητα. Ο εβδομαδιαίος χρόνος υπολογίζεται με τη λήψη του μέσου όρου χρόνου στην επιλεγμένη κατηγορία και εφαρμόζοντας αυτόν τον τύπο: $[(\text{καθημερινά} \times 5) + (\text{Σαββατοκύριακο} \times 2)]/7$. Τα λεπτά ακινησίας ανά ημέρα υπολογίστηκαν ως εξής: κατηγορία 1 = 0 λεπτά, 2 = 15 λεπτά, 3 = 45 λεπτά, 4 = 90 λεπτά, 5 = 150 λεπτά, 6 = 210 λεπτά και 7 = 241 λεπτά, αντίστοιχα (Rey-López et al., 2012).

3.10 Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρειάστηκε για την αξιολόγηση των παραπάνω δοκιμασιών είναι:

1. Αναστημόμετρο για μέτρηση ύψους
2. Ψηφιακή ζυγαριά για μέτρηση του βάρους
3. Μεζούρα μέτρησης περιφέρειας μέσης
4. Φορητός ηλεκτρονικός υπολογιστής
7. Ερωτηματολόγιο
8. Δυναμόμετρο χειρός
9. Ψηφιακό πιεσόμετρο

Η προετοιμασία των δοκιμαζομένων περιλάμβανε ένδυση με άνετα ρούχα προπόνησης και κατάλληλα για προπόνηση υποδήματα, ενώ για κάποιες από τις δοκιμασίες προηγήθηκε η ανάλογη εξοικείωση με τη δοκιμασία.

3.11 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας έγινε με τη χρήση του προγράμματος IBM SPSS Statistics, έκδοση 29.0 ενώ οι υπολογισμοί έγιναν με το Microsoft Office Excel 2016. Το κατώφλι που επιλέχθηκε για την στατιστική σημαντικότητα ήταν το 0,05.

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ανθρωπομετρικοί παράγοντες όπως η ηλικία των νεαρών συμμετεχόντων, το βάρος, το ύψος και ο Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), η περίμετρος της μέσης (κοιλιακή περιοχή), οι αιμοδυναμικοί παράμετροι όπως συστολική αρτηριακή Πίεση (ΣΑΠ) και διαστολική αρτηριακή Πίεση (ΔΑΠ), η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) καθώς επίσης και ο χρόνος καθιστικής ζωής βασισμένος στην έκθεση ηλεκτρονικών συσκευών με οθόνη. Τέλος ελέγχθηκαν και οι καρδιομεταβολικοί παράγοντες, δηλαδή τα επίπεδα σακχάρου, χοληστερίνης και τριγλυκεριδίων στο αίμα των εφήβων. Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίστηκαν η μυϊκή δύναμη η οποία προσδιορίστηκε μέσω της δυναμομέτρησης και η μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα που εκφράζεται μέσω του VO₂max.

Για την επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε αρχικά διαχωρισμός δείγματος (split-file) έτσι ώστε να αποτυπωθούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά με βάση το φύλο των συμμετεχόντων. Ολοκληρώνοντας για αρχή τον διαχωρισμό, έγινε έπειτα ανάλυση των δεδομένων σε σύνολο μέσω περιγραφικής στατιστικής (descriptive statistics) για εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με τον μέσο όρο των μεταβλητών (mean) αλλά και την τυπική απόκλιση (standard deviation). Ελέγχθηκε η κανονικότητα κατανομής του δείγματος μέσω του Kolmogorov-Smirnov στο SPSS καθώς το δείγμα μας σε σύνολο ξεπερνά τα 50 άτομα. Ακολούθως, χρησιμοποιήθηκε το independent t-test και έγινε ομαδοποίηση των μεταβλητών ανάλογα με το φύλο. Η ανάλυση χρησιμοποιήθηκε για να εντοπισθούν πιθανές διαφορές στις εξαρτημένες (VO₂max, μέγιστη δύναμης χειρολαβής) και ανεξάρτητες μεταβλητές (ΔΜΣ, ΣΑΠ, ΔΑΠ, ΚΣ και τον χρόνο καθιστικής ζωής βασισμένο στην έκθεση ηλεκτρονικών συσκευών με οθόνη) μεταξύ των δύο φύλων (αγοριών και κοριτσιών) ($p < 0,05$) με επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Έγινε Ανάλυση της Διασποράς (ANOVA Post-Hoc Test) μεταξύ των τριών κατηγοριών ΔΜΣ (Φυσιολογικό, Υπέρβαρο, Παχύσαρκο) βάσει του z- score για τον ΔΜΣ και της εξαρτημένης μεταβλητής της μέγιστης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, VO₂max. Έπειτα έγινε η συνολική συσχέτιση των εξαρτημένων παραμέτρων της μέγιστης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μέγιστης δύναμης χειρολαβής, με τα υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές. Η Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Multiple Linear

Regression) χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της τιμής της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας (VO₂max) με βάση τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στη συνέχεια έγινε ο έλεγχος μέσω του πίνακα Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) και ελέγχθηκε η στατιστική σημαντικότητα του Συνολικού Μοντέλου Παλινδρόμησης (Regression Model). Υπολογίστηκε η σχέση των συντελεστών με την εξαρτημένη μεταβλητή (VO₂max) από τις οποίες δημιουργήθηκε η εξίσωση πρόβλεψης για το VO₂max. Με παρόμοιο τρόπο χρησιμοποιήθηκε η Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Multiple Linear Regression) για τον υπολογισμό της συσχέτισης της μέγιστης τιμής δύναμης χειρολαβής (HGmax) μέσω των ανεξάρτητων μεταβλητών. Υπολογίστηκε η σχέση των συντελεστών με την εξαρτημένη μεταβλητή και δημιουργήθηκε η εξίσωση πρόβλεψης της μέγιστης μυϊκής δύναμης χειρολαβής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Δημογραφικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Συμμετείχαν συνολικά 104 νεαροί έφηβοι εκ των οποίων οι γυναίκες ανέρχονται σε ποσοστό 36,54% (N=38) και οι άνδρες ανέρχονται σε ποσοστό 63,46% (N=66) (Πίνακας 4.1) (Εικόνα 4.1). Ο μέσος όρος της ηλικίας είναι τα $13,95 \pm 1,49$ έτη, του ύψους τα $165,25 \pm 9,95$ cm και του βάρους τα $62,62 \pm 14,85$ kg. Για τον ΔΜΣ ο μέσος όρος είναι $22,71 \pm 3,98$ kg/m². Πιο συγκεκριμένα ο μέσος όρος ηλικίας των ανδρών είναι τα $13,76 \pm 1,47$ έτη, του ύψους είναι τα $166,68 \pm 11,56$ cm, του βάρους τους είναι τα $64 \pm 16,83$ kg και του ΔΜΣ είναι $22,94 \pm 4,36$ kg/m². Αντίστοιχα για τις νεαρές γυναίκες ο μέσος όρος της ηλικίας ανέρχεται στα $14,3 \pm 1,48$ έτη, του ύψους είναι $162,76 \pm 5,55$ cm, του βάρους είναι τα $59,25 \pm 9,89$ kg και του ΔΜΣ ανέρχεται στο $22,32 \pm 3,23$ kg/m². Ο μέσος όρος της περιμέτρου της περιφέρειας της μέσης είναι $78,33 \pm 11,37$ cm και πιο συγκεκριμένα για τις γυναίκες ο μέσος όρος είναι $73,28 \pm 8,51$ cm και για τους νεαρούς άνδρες είναι $81,23 \pm 11,84$ cm (Πίνακας. 4.2).

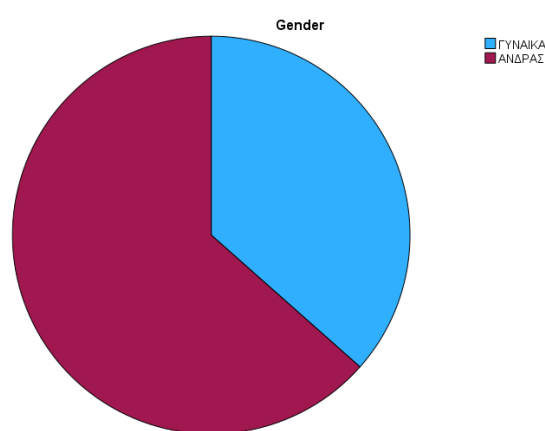
Πίνακας 4.2: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά φύλων

Φύλο		Ηλικία (έτη)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	ΔΜΣ (kg/m ²)	Περίμετρος μέσης (cm)
Κορίτσια	N	38	38	38	38	38
	Μέσος όρος	14,302	162,76	59,252	22,321	73,28
	Τυπ. Απόκλιση	1,481	5,558	9,893	3,238	8,514
	Ελάχιστο	12	152	43	16,38	58
	Μέγιστο	17	179	81	29,68	93
Αγόρια	N	66	66	66	66	66
	Μέσος όρος	13,76	166,68	64,562	22,943	81,23
	Τυπ. απόκλιση	1,479	11,568	16,838	4,369	11,843
	Ελάχιστο	12	142	33,6	15,28	62
	Μέγιστο	17	195	103,2	39,04	112

Πίνακας 4.1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σύνολο δείγματος)

Ηλικία (έτη)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	ΔΜΣ (kg/m ²)	Περίμετρος Μέσης (cm)
-----------------	--------------	---------------	-----------------------------	--------------------------

N	104	104	104	104	104
Μέσος όρος	13,958	165,25	62,622	22,716	78,33
Τυπ. απόκλιση	1,496	9,957	14,855	3,988	11,375
Ελάχιστο	12	142	33,6	15,28	58
Μέγιστο	17	195	103,2	34,09	112



Εικόνα 4.1: Κατανομή των συμμετεχόντων με βάση το φύλο τους (Γ:38, Α: 66)

4.2 Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Όσον αφορά τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά η ΣΑΠ, ΔΑΠ και ΚΣ υπολογίστηκε στο σύνολο του δείγματος, ενώ το σάκχαρο, η χοληστερίνη και τα τριγλυκερίδια καταγράφηκαν σε 28 συμμετέχοντες. Ο μέσος όρος της ΣΑΠ είναι 125 ± 17 mmHg, της ΔΑΠ είναι 73 ± 8 mmHg, της ΚΣ είναι 86 ± 15 HR, του σακχάρου στο αίμα είναι $86,78 \pm 6,9$ mg/Dl, της χοληστερίνης είναι $143,96 \pm 20,05$ mg/Dl και των τριγλυκεριδίων είναι $74,1 \pm 29,79$ mg/Dl.

Πιο συγκεκριμένα στα νεαρά κορίτσια ο μέσος όρος της ΣΑΠ είναι 118 ± 13 mmHg, της ΔΑΠ είναι 73 ± 8 mmHg, της ΚΣ είναι 88 ± 15 HR, του σακχάρου στο αίμα είναι $83 \pm 7,44$ mg/Dl, της χοληστερόλης είναι $150,5 \pm 26,88$ mg/Dl και των τριγλυκεριδίων είναι $85,75 \pm 35,05$ mg/Dl. Αντίστοιχα για τους νεαρούς άνδρες οι τιμές των μέσων όρων ανέρχονται σε

133 ± 46 mmHg για τη ΣΑΠ, 73 ± 8 mmHg για τη ΔΑΠ, 87±15 HR για τη ΚΣ, 88,3 ± 6,24 mg/Dl για το σάκχαρο, 141,35 ± 16,73 mg/Dl για τη χοληστερίνη και 69,45 ± 26,99 mg/Dl για τα τριγλυκερίδια (Πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.3: Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά

Φύλο		ΣΑΠ (mmHg)	ΔΑΠ (mmHg)	ΚΣ (HR)	Σάκχαρο (mg/Dl)	Χοληστερίνη (mg/Dl)	Τριγλυκερίδια (mg/Dl)	
Κορίτσια	N	38	38	38	8	8	8	
	Μέσος όρος	118	73	88	83	150,5	85,75	
	Τυπ. Απόκλιση	13	8	15	7,445	26,88	35,058	
	Ελάχιστο	94	59	58	73	102	50	
	Μέγιστο	150	93	123	95	191	144	
	Αγόρια	N	66	66	66	20	20	20
Αγόρια	Μέσος όρος	133	7	87	88,3	141,35	69,45	
	Τυπ. Απόκλιση	46	8	15	6,241	16,73	26,996	
	Ελάχιστο	94	55	56	78	115	40	
	Μέγιστο	173	91	131	100	176	145	
	Σύνολο	N	104	104	104	28	28	28
	Σύνολο	Μέσος όρος	125	73	87	86,785	143,964	74,107
Τυπ. Απόκλιση		17	8	15	6,908	20,05	29,794	
Ελάχιστο		94	55	56	73	102	40	
Μέγιστο		173	93	131	100	191	145	

4.3 Έλεγχος κανονικότητας δεδομένων

Για να εξετασθεί το επίπεδο κανονικότητας των δεδομένων λήφθηκε υπόψιν η μέθοδος Kolmogorov-Smirnov για την μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα και τη τελική μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Η VO₂max πλησιάζει αρκετά το επίπεδο σημαντικότητας

($p > 0,05$) άρα θεωρήθηκε ότι τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή. Αντίθετα για τη μέγιστη τιμή μυϊκής δύναμης τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή καθώς $p < 0,05$ (Πίνακας 4.4).

Πίνακας 4.4: Έλεγχος Κανονικότητας Δεδομένων

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	dF	Sig.	Statistic	dF	Sig.
VO₂max (ml/kg/min)	0,088	104	0,047	0,977	104	0,067
HGmax (kg)	0,110	104	0,003	0,944	104	<,001

4.4 Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ των δύο φύλων (t-test)

Χρησιμοποιήθηκε το independent t-test για τη σύγκριση των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών για τα αγόρια και τα κορίτσια. Υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά στον ΔΜΣ, στη μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα και στη μέγιστη τιμή για τη μυϊκή δύναμη. Πιο συγκεκριμένα για τον ΔΜΣ στους νεαρούς άνδρες ο μέσος όρος (Πίνακας 4.5) ανευρίσκεται στο $22,94 \pm 4,36 \text{ kg/m}^2$ και στα κορίτσια στο $22,32 \pm 3,23 \text{ kg/m}^2$ με $t = -0,765$ και $p = 0,048$. Ο μέσος όρος της VO₂max για τα αγόρια είναι στα $40,91 \pm 3,91 \text{ ml/kg/min}$ και για τα κορίτσια είναι $37,47 \pm 2,61 \text{ ml/kg/min}$, με $t = -4,83$ και $p = 0,013$. Το μέγεθος της διαφοράς του μέσου όρου της μέγιστης μυϊκής δύναμης χειρολαβής ανάμεσα στα δύο φύλα, ανέρχεται στο 6,69 με -95% CI Difference=6,65, με $p < 0,001$ και $t = -3,99$. Όσον αφορά τη περίμετρο της μέσης η διαφορά των μέσων όρων ανέρχεται στα 7,95 cm και χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,058$) ενώ για τον χρόνο καθιστικής συμπεριφοράς που εκφράζεται μέσω του Helena score, η διαφορά των μέσων όρων είναι 7,29 min/week και χωρίς στατιστική σημαντικότητα ($p = 0,86$) (Πίνακας 4.6).

Πίνακας 4.5: Σύγκριση Μέσου Όρου Μεταβλητών Φύλων

Φύλο	N	Μέσος όρος	Τυπ. απόκλιση
ΔΜΣ (kg/m²)	Κορίτσια	38	22,3212
	Αγόρια	66	22,9436
ΣΑΠ (mmHg)	Κορίτσια	38	118
	Αγόρια	66	128
ΔΑΠ (mmHg)	Κορίτσια	38	73
	Αγόρια	66	73
ΚΣ	Κορίτσια	38	88

(HR)	Αγόρια	66	87	15
ΠΕΡ.	Κορίτσια	38	73,28	8,514
ΜΕΣΗΣ	Αγόρια	66	81,23	11,843
(cm)				
Vo2max	Κορίτσια	38	37,4763	2,61487
(ml/kg/min)	Αγόρια	66	40,9182	3,91061
HGmax	Κορίτσια	38	28,5987	5,23164
(kg)	Αγόρια	66	35,2917	9,52745
SCORE	Κορίτσια	38	349,5703	109,96878
HELENA	Αγόρια	66	342,2711	103,18689
(min/week)				
Σάκχαρο	Κορίτσια	8	83,0000	7,44504
(mg/Dl)	Αγόρια	20	88,3000	6,24163
Χοληστερόλη	Κορίτσια	8	150,5000	26,88069
(mg/Dl)	Αγόρια	20	141,3500	16,73092
Τριγλυκερίδια	Κορίτσια	8	85,7500	35,05812
(mg/Dl)	Αγόρια	20	69,4500	26,99605

Πίνακας 4.6: Ομοιογένεια Αποτελεσμάτων Μέσων Όρων Μεταβλητών

	t-test for Equality of Means				
	p-value	t	dF	Mean Difference	Std. Error Difference
ΔΜΣ (kg/m²)	0,048	-0,765	102	-0,62235	0,8138
ΣΑΠ (mmHg)	0,286	-3,111	102	-10,549	3,391
ΔΑΠ (mmHg)	0,990	0,3	102	0,542	1,807
ΚΣ (HR)	0,954	0,298	102	0,944	3,172
ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ	0,058	-3,634	102	-7,959	2,190
(cm)					
Vo2max	0,013	-4,834	102	-3,44187	0,71202
(ml/kg/min)					
HGmax (kg)	0,001	-3,992	102	-6,69298	1,67642
SCORE	0,864	0,339	102	7,29920	21,52369
HELENA					
(min/week)					
Σάκχαρο	0,466	-1,923	26	-5,3	2,75566
(mg/Dl)					

Χοληστερόλη (mg/Dl)	0,223	1,095	26	9,15	8,35716
Τριγλυκερίδια (mg/Dl)	0,416	1,326	26	16,3	12,29263

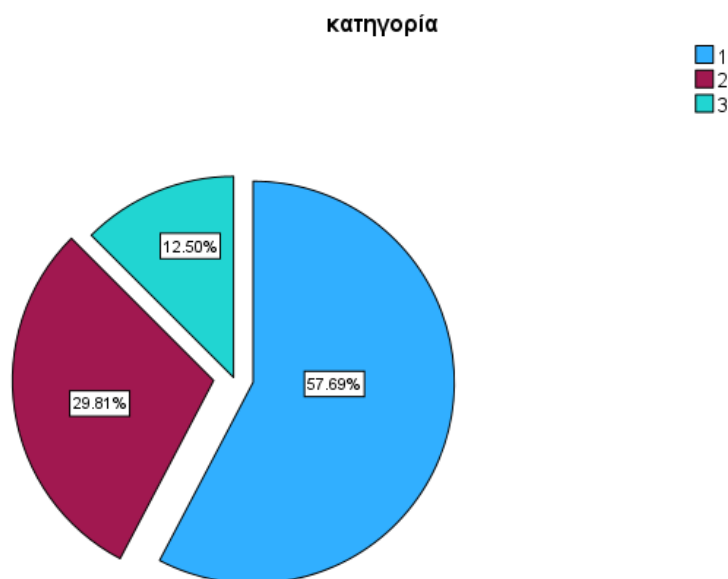
4.5 Σύγκριση εξαρτημένων μεταβλητών με την μέθοδο ανάλυσης Διασποράς (one-way Anova)

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης διασποράς (one-way Anova – Post Hoc Test), για την ανάλυση της διακύμανσης μεταξύ των κατηγοριών του ΔΜΣ και την επιρροή τους στη μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα (VO₂max). Τα παιδιά διαχωρίστηκαν σε κατηγορίες (κατηγορία 1: Φυσιολογικό, κατηγορία 2: Υπέρβαρο, κατηγορία 3: Παχύσαρκο) με βάση το ΔΜΣ (z-score) (Εικόνα 4.2) και όπως αναφέρεται νωρίτερα στη μεθοδολογία. Έγινε κατανομή των ομάδων με βάση την εξαρτημένη μεταβλητή δηλαδή τη VO₂max.

Ακολουθώντας η σύγκριση της μέγιστης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας μεταξύ των κατηγοριών του ΔΜΣ, έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των εφήβων που ανήκαν στα Φυσιολογικά και Παχύσαρκα επίπεδα ΔΜΣ, $p=0,002$. Το μέσο σκορ δηλαδή της κατηγορίας του Φυσιολογικού ΔΜΣ ($40,51 \pm 4,17$ min/kg/min) έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με το μέσο σκορ της κατηγορίας του Παχύσαρκου ΔΜΣ ($36,59 \pm 1,56$ min/kg/min). Σε αντίθεση, το μέσο σκορ VO₂max της κατηγορίας των Υπέρβαρων νεαρών ($39,29 \pm 3,19$ min/kg/min) δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με καμία από τις υπόλοιπες κατηγορίες (Πίνακας 4.7).

Πίνακας 4.7: Κατηγοριοποίηση με βάση τις εξαρτημένες μεταβλητές (VO₂max)

Κατηγορία ΔΜΣ	Μέσος όρος	N	Τυπ. απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο
Φυσιολογικό	40,516	60	4,171	31,7	50,5
Υπέρβαρο	39,29	31	3,193	32,5	44,5
Παχύσαρκο	36,592	13	1,567	33,6	38,8
Σύνολο	39,66	104	3,857	31,7	50,5

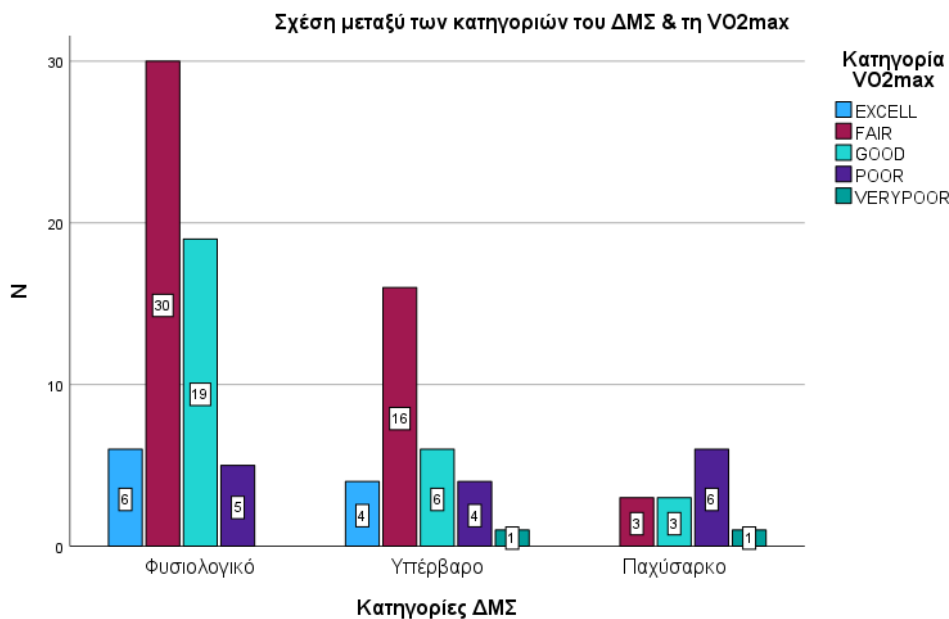


Εικόνα 4.2: Κατηγορία ΔΜΣ (1: Φυσιολογικό, 2: Υπέρβαρο, 3: Παχύσαρκο)

Πίνακας 4.8: Πολλαπλή Σύγκριση

Εξαρτημένη μεταβλητή: VO2max						
Turkey HSD						
(i)	(j)	Διαφορά	Std.	p-value	95%	Confidence
Κατ. ΔΜΣ	Κατ. ΔΜΣ	Μέσου όρου (i-j)	Error		Interval	
					Lower	Upper
					Bound	Bound
1: Φυσιολογικό	2	1,226	0,812	0,291	-0,705	3,158
	3	3,924	1,123	0,002	1,251	6,596
2: Υπέρβαρο	1	-1,226	0,812	0,291	-3,158	0,705
	3	2,698	1,213	0,072	-0,188	5,584
3: Παχύσαρκο	1	-3,924	1,123	0,002	-6,596	-1,251
	2	-2,698	1,213	0,072	-5,584	0,188

Πραγματοποιήθηκε η κατανομή μέσω crosstabs για την προβολή της αναλογίας των κατηγοριών της μέγιστης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με βάση τις κατηγορίες του ΔΜΣ (Πίνακας 4.8) (Εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.3: Διαστρωμάτωση αποτελεσμάτων ΔΜΣ σε σχέση με την VO2max.

4.6 Συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών

4.6.1 Παραμετρικά δεδομένα

Έγινε συσχέτιση των παραμετρικών δεδομένων και παρατηρήθηκε ισχυρή αρνητική στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας των νεαρών εφήβων με τον ΔΜΣ, την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας και την περίμετρο της περιφέρειας της μέσης ($p < 0,05$). Φάνηκε από τα δεδομένα ότι η μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα δεν επηρεάζεται από τον χρόνο της καθιστικής συμπεριφοράς ($p = 0,6$). Από τις υπόλοιπες συσχετίσεις προκύπτει στατιστική σημαντικότητα για την ηλικία με τη ΣΑΠ ($p < 0,001$), τη ΔΑΠ ($p < 0,001$), τη χοληστερόλη ($p = 0,014$) και τα τριγλυκερίδια ($p = 0,001$), για τον ΔΜΣ εξίσου με τη ΣΑΠ ($p < 0,001$), τη ΔΑΠ ($p = 0,048$) και τη περίμετρο της περιφέρειας της μέσης ($p = 0,000$) και για τη ΔΑΠ ότι σχετίζεται με τη καρδιακή συχνότητα ($p = 0,000$) και τα τριγλυκερίδια ($p = 0,016$) (Πίνακας 4.9 & Πίνακας 4.10).

Πίνακας 4.9: Συσχετίσεις VO2max με τις ανεξάρτητες μεταβλητές

	Pearson Correlation	p-value	N
Ηλικία (έτη)	-0,112	0,259	104
ΔΜΣ (kg/m ²)	-0,307	0,002	104
ΣΑΠ (mmHg)	0,167	0,090	104
ΔΑΠ (mmHg)	-0,009	0,924	104
ΚΣ (HR)	-0,205	0,037	104
ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ (cm)	-0,211	0,031	104
HELENA SCORE (min/week)	0,052	0,603	104
Σάκχαρο (mg/Dl)	-0,091	0,646	28
Χοληστερόλη (mg/Dl)	-0,224	0,252	28
Τριγλυκερίδια (mg/Dl)	-0,288	0,137	28

Πίνακας 4.10: Συσχετίσεις μεταβολικών παραμέτρων

	ΣΑΠ	ΔΑΠ	ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ	ΗΛΙΚΙΑ	ΚΣ	Τριγλυκερίδια
ΔΜΣ (kg/m ²)	0,343/ 0,000	0,194/ 0,048	0,853/ 0,000			
ΣΑΠ (mmHg)		0,536/ 0,000	0,357/ 0,000	0,409/ 0,000		

ΔΑΠ	0,536/	0,312/	0,341/	0,451/
(mmHg)	0,000	0,001	0,000	0,016

Χοληστερόλη		0,459/		0,455/
(mg/Dl)		0,014		0,015
Τριγλυκερίδι	0,451/	.587/		
α (mg/Dl)	0,016	0,001		

*Pearson's correlation**/ p-value*

4.6.2 Μη παραμετρικά δεδομένα

Για τη μέγιστη προσπάθεια δύναμης χειρολαβής χρησιμοποιήθηκε το Spearman's test για την εύρεση συσχέτιση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Προέκυψε πως η μυϊκή δύναμη έχει σημαντική στατιστική συσχέτιση με την ηλικία ($p=0,00$), τον ΔΜΣ ($p=0,001$), τη ΣΑΠ ($p=0,00$), τη ΔΑΠ ($p=0,034$), τη καρδιακή συχνότητα ($p=0,006$) και τη περίμετρο περιφέρειας της μέσης ($0,00$). Οι μεταβλητές σάκχαρο, χοληστερόλη, τριγλυκερίδια και σκορ καθιστικής συμπεριφοράς δεν φαίνεται να επηρεάζουν την μέγιστη μυϊκή δύναμη (Πίνακας 4.11).

Πίνακας 4.11: Συσχετίσεις *HGmax* με τις ανεξάρτητες μεταβλητές

<i>Spearman's rho</i>	N	Correlation Coefficient	p-value
Ηλικία (έτη)	104	0,560	0,000
ΔΜΣ (kg/m²)	104	0,327	0,001
ΣΑΠ (mmHg)	104	0,555	0,000
ΔΑΠ (mmHg)	104	0,208	0,034
ΚΣ (HR)	104	-0,267	0,006
ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ (cm)	104	0,387	0,000
HELENA SCORE (min/week)	104	0,036	0,719
Σάκχαρο (mg/Dl)	28	0,070	0,723

Χοληστερόλη (mg/Dl)	28	0,264	0,175
Τριγλυκερίδια (mg/Dl)	28	0,090	0,648

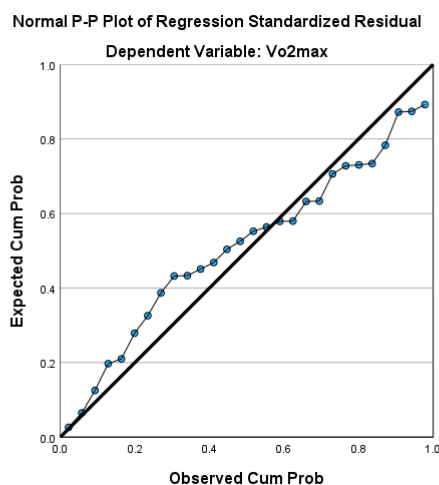
4.7 Πολλαπλή Γραμμική Ανάλυση παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression Analysis)

4.7.1 Εύρεση βαθμού επιρροής μεταξύ μεταβλητών

Χρησιμοποιήθηκε η πολλαπλή γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης για την εκτίμηση της ικανότητας των μεταβλητών που επιλέχθηκαν, στο να προβλέψουν την μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα και τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Οι περισσότερες από τις μεταβλητές που επιλέχθηκαν για την ανάλυση, βρέθηκαν σχετίζονται στατιστικά σημαντικά και να έχουν συσχέτιση $r > 0,3$ με τη VO_{2max} και τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Ο βαθμός επιρροής της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας ανέρχεται στο 75,7% (Πίνακας 4.12) ενώ για τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής ο βαθμός επιρροής ανέρχεται στο 82,3% (Πίνακας 4.13). Οι μεταβλητές επιρροής και η συσχέτιση προκύπτει από τη ΣΑΠ, τη ΔΑΠ, τον ΔΜΣ, τη ΚΣ, τη περίμετρο μέσης, την ηλικία, το φύλο, το σάκχαρο, τη χοληστερίνη, τα τριγλυκερίδια και το Helena score.

Πίνακας 4.12: Πρόβλεψη Μοντέλου για την εξαρτημένη μεταβλητή: VO_{2max}

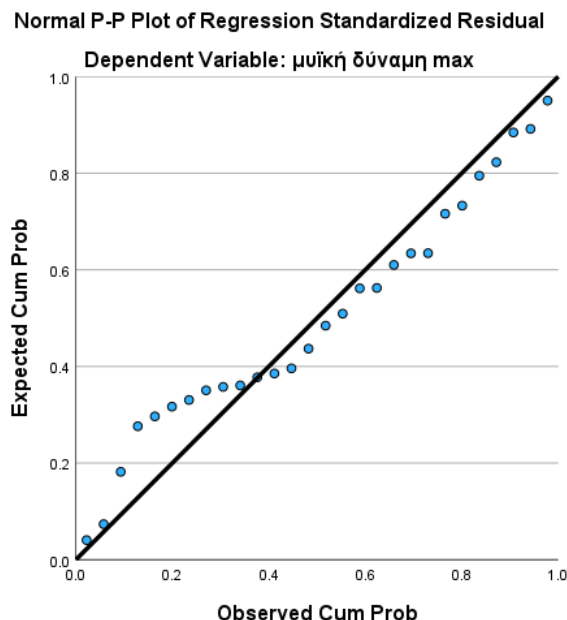
R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimates
0,870	0,757	0,590	2,425



Εικόνα 4.4: Διάγραμμα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την καρδιοαναπνευστική ικανότητα.

Πίνακας 4.13: Πρόβλεψη Μοντέλου για την εξαρτημένη μεταβλητή: HGmax

R	R Square	Adj. R Square	Std. Error of the Estimates
0,907	0,823	0,702	5,50419

*Εικόνα 4.5: Διάγραμμα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής.*

Από τη χρήση του τύπου $Y = B + (B_1 \times X_1) + (B_2 \times X_2) + \dots$ όπου $Y =$ εξαρτημένη μεταβλητή, $X_1, X_2 =$ ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες έχουν συσχέτιση με την εξαρτημένη που επιλέξαμε παραπάνω, $B =$ τιμή του Y όταν X_1, X_2 είναι 0, $B_1, B_2 =$ συντελεστές σε κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που προκύπτουν από την παλίνδρομη ανάλυση (regression analysis)- προκύπτουν οι παρακάτω εξισώσεις (Εικόνα 4.4 & Εικόνα 4.5).

4.8 Προγνωστικοί παράγοντες πρόβλεψης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μυϊκής δύναμης

4.8.1 Προγνωστικοί παράγοντες πρόβλεψης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας

Στο μοντέλο που επιλέξαμε η VO_{2max} , μπορεί να υπολογισθεί σε ποσοστό ύψους 75,7 %, συμπεριλαμβάνοντας τις ανεξάρτητες και μετρήσιμες μεταβλητές του ΔΜΣ, της ηλικίας, της ΣΑΠ, ΔΑΠ και της καρδιακής συχνότητας, της περιφέρειας της μέσης, της χοληστερίνης, του σακχάρου στο αίμα, των τριγλυκεριδίων και του σκορ από το

ερωτηματολόγιο HELENA. Η προγνωστική εξίσωση για την απόδοση στο SRT (σε VO₂max) με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης (Πίνακας 4.14.) είναι:

Εξίσωσή 1:

$$\text{VO}_{2\text{max}} = -54,512 + (0,219 * \Delta\text{ΜΣ } \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}) + (0,68 * \Sigma\text{ΑΠ}) + (0,65 * \Delta\text{ΑΠ}) - (0,148 * \text{ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ } \text{cm}) - (0,109 * \text{ΚΣ}) - (0,116 * \text{σάκχαρο } \text{mg}/\text{dL}) + (0,004 * \text{χοληστερόλη } \text{mg}/\text{dL}) - (0,017 * \text{τριγλυκερίδια } \text{mg}/\text{dL}) + (0,002 * \text{Helena score } \text{min}) - (0,715 * \text{ηλικία } \text{έτη}) + (4,864 * \text{φύλο}).$$

Όπου φύλο: 1=Γυναίκα, 2=Ανδρας

Όπου VO₂max = η μέγιστη καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε ml/kg/min.

Πίνακας 4.14: Συντελεστές εξαρτημένης μεταβλητής VO₂max

	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	p- value
(Constant)	-54,512	9,96		5,473	0,000
Ηλικία (Έτη)	-0,715	0,569	-0,303	-1,256	0,227
ΔΜΣ (kg/m ²)	0,219	0,331	0,255	0,663	0,517
ΣΑΠ (mmHg)	0,68	0,045	0,320	1,489	0,156
ΔΑΠ (mmHg)	0,65	0,099	0,163	0,655	0,522
ΚΣ (HR)	-0,109	0,049	-0,412	-2,215	0,042
Περ. μέσης (cm)	-0,148	0,121	-0,466	-1,224	0,239
Helena score (min/week)	0,002	0,006	0,047	0,300	0,768
Σάκχαρο (mg/Dl)	-0,116	0,095	-0,212	-1,221	0,240
Χοληστερόλη	0,004	0,03	0,024	0,146	0,886

(mg/Dl)					
Τριγλυκερίδια	-0,017	0,024	-0,138	-0,731	0,475
(mg/Dl)					
Φύλο	4,864	1,402	0,591	3,469	0,003

Όπου παράμετρος Φύλο (1=Γυναίκες, 2=Άνδρες)

4.8.2 Προγνωστικοί παράγοντες πρόβλεψης μυϊκής δύναμης

Σε ποσοστό ύψους 82,3% είναι δυνατόν να υπολογισθεί η μέγιστη μυϊκή δύναμη χειρολαβής συμπεριλαμβάνοντας της ανεξάρτητες και μετρήσιμες μεταβλητές του ΔΜΣ, της ηλικίας, της ΣΑΠ, ΔΑΠ και της καρδιακής συχνότητας, της περιφέρειας της μέσης, της χοληστερίνης, του σακχάρου στο αίμα, των τριγλυκεριδίων, του φύλου και του σκορ από το ερωτηματολόγιο HELENA (Πίνακας 4.15). Η προγνωστική εξίσωση είναι η εξής:

Εξίσωση:

$$\text{Δύναμη χειρολαβής max (kg)} = -39,967 + (1,804 * \text{ηλικία έτη}) + (1,211 * \text{ΔΜΣ kg}\cdot\text{m}^{-2}) + (0,375 * \text{ΣΑΠ mmHg}) - (0,234 * \text{ΔΑΠ mmHg}) - (0,257 * \text{ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ cm}) - (0,079 * \text{ΚΣ}) - (0,062 * \text{σάκχαρο mg/Dl}) + (0,137 * \text{χοληστερόλη mg/Dl}) - (0,051 * \text{τριγλυκερίδια mg/Dl}) - (0,006 * \text{Helena score min}) + (6,134 * \text{φύλο}).$$

Όπου φύλο : 1=Γυναίκα, 2=Άνδρας

Πίνακας 4.15: Συντελεστές εξαρτημένης μεταβλητής Hgmax

	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	p- value
(Constant)	-39,967	22,606		-1,768	0,096
Ηλικία (Έτη)	1,804	1,292	0,287	1,396	0,182
ΔΜΣ (kg/m ²)	1,211	0,751	0,529	1,614	0,126
ΣΑΠ (mmHg)	0,375	0,103	0,666	3,633	0,002

ΔΑΠ (mmHg)	-0,234	0,225	-0,221	-1,039	0,314
ΚΣ (HR)	-0,079	0,112	-0,111	-0,701	0,493
Περ. μέσης (cm)	-0,257	0,274	-0,305	-0,938	0,362
Helena score (min/week)	-0,006	0,012	-0,067	-0,504	0,621
Σάκχαρο (mg/Dl)	-0,062	0,216	-0,043	-0,289	0,776
Χοληστερόλη (mg/Dl)	0,137	0,069	0,273	1,991	0,064
Τριγλυκερίδια (mg/Dl)	-0,051	0,054	-0,152	-0,945	0,359
Φύλο	6,134	3,182	0,280	1,928	0,072

Όπου παράμετρος Φύλο (1=Γυναίκες, 2=Άνδρες)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη διεξήχθη με στόχο την διερεύνηση διάφορων ανθρωπομετρικών, αιμοδυναμικών και καρδιαγγειακών παραμέτρων, όπως και την καθιστική συμπεριφορά με βάση την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και μυϊκή δύναμη χειρολαβής των εφήβων που είναι μέλος σε ακαδημία καλαθοσφαίρισης στην πόλη της Λαμίας. Η έρευνα αφορούσε εφήβους που διαμένουν στον Ελλαδικό χώρο, γεγονός το οποίο την καθιστά ίσως από τις πρώτες μελέτες Πανελλαδικά που απευθύνεται στην πρόληψη διάφορων καρδιαγγειακών νόσων στον έφηβο πληθυσμό της χώρας.

Οι μετρήσεις της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας είναι απαραίτητες σε εφήβους, ειδικά αν συμμετέχουν σε αθλητική ομάδα, προκειμένου να μετρηθεί το VO₂max και να αξιολογηθεί η ικανότητα τους για άσκηση. Η αξιολόγηση και η φυσική κατάσταση των νέων έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία από κλινική άποψη και από άποψη δημόσιας υγείας επίσης. Η εργοσπιρομέτρηση είναι η συνηθισμένη μέθοδος ακριβής της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO₂max), ωστόσο είναι πολύπλοκη, δαπανηρή και απαιτεί εξοπλισμό και εξειδικευμένη γνώση. Ο συγκεκριμένος τύπος αξιολόγησης δεν είναι δημοφιλής και δεν είναι εφικτός να πραγματοποιηθεί σε σχολεία, ακαδημίες ή δημόσιες υπηρεσίες υγείας (Ross et al., 2016). Ανά τους καιρούς οι δοκιμασίες πεδίου ήταν οι πιο συνήθεις, και περιλάμβαναν κυρίως δρομικές δοκιμασίες. Η δοκιμασία των 20 μέτρων (20mSRT), η οποία ονομάζεται επίσης και beer test ή προοδευτική αερόβια καρδιαγγειακή δοκιμασία αντοχής, έχει αναγνωριστεί ως η πιθανώς πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη επιτόπια δοκιμασία καρδιοαναπνευστικής ικανότητας μεταξύ των παιδιών και των νέων. Το 20mSRT είναι ένας καλός δείκτης της λειτουργικής ικανότητας και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και σχετίζεται με την υγεία των παιδιών και των νέων (Tomkinson, Lang, Blanchard, et al., 2019b).

Αντίστοιχα η δύναμη χειρολαβής έχει συνήθη χρήση ως ζωτικό σημείο και ως εργαλείο εξέτασης στην πρωτοβάθμια περίθαλψη και τη νοσοκομειακή πρακτική. Η δύναμη χειρολαβής είναι αποδεκτός δείκτης της συνολικής μυϊκής δύναμης τόσο σε υγιή πληθυσμό, όσο και σε καταστάσεις μυοσκελετικής εξασθένησης, νευρομυϊκών, πνευμονικών καταστάσεων και για τη πρόγνωση θνησιμότητας ή μελλοντικής αναπηρίας. Υποστηρίζεται μία αντίστροφη σχέση μεταξύ της μυϊκής δύναμης και των παραγόντων κινδύνου

καρδιαγγειακής νόσου σε νεαρούς πληθυσμούς και φαίνεται ότι η μυϊκή αδυναμία έχει συσχετιστεί με μεγαλύτερη συχνότητα δυσμενών συνεπειών για την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της παχυσαρκίας, της συστηματικής φλεγμονής χαμηλού βαθμού και της αντίστασης στην ινσουλίνη (Ramírez-Vélez et al., 2016).

5.2 Σύγκριση των αποτελεσμάτων με προηγούμενα δεδομένα

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση προηγούμενης αρθρογραφίας και από τα αποτελέσματα φάνηκε πως υπάρχουν μελέτες που σε κάποιο βαθμό σχετίζονται με την παρούσα διπλωματική εργασία. Ωστόσο, λόγω του μεγάλου αριθμού των μεταβλητών που υπάρχουν, θεωρήθηκε προτιμότερο η συζήτηση να διαιρεθεί σε πολλά υποκεφάλαια με σκοπό την πλήρη κάλυψη όλων των θεμάτων.

5.3 Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα και Δύναμη Χειρολαβής με την ηλικία των παιδιών

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της μελέτης, όσον αφορά την ηλικία των εφήβων υπάρχει θετική στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Δηλαδή, όσο αυξάνεται η ηλικία τόσο αυξάνεται η δύναμη χειρολαβής στους εφήβους. Στη μελέτη των (Pate et al., 2006) συμμετείχαν έφηβοι ηλικίας 12 έως 19 ετών και έδειξε πως η VO₂max είναι υψηλότερη στα αγόρια μεγαλύτερης ηλικίας, ενώ στα κορίτσια οι νεότερες σε ηλικία είχαν και υψηλότερες τιμές. Ο συγγραφέας εξηγεί πως αυτό ίσως να οφείλεται στους φυσικούς αναπτυξιακούς παράγοντες και τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των δύο φύλων. Αντίστοιχα σε μελέτη όπου συμμετείχαν ηλικίες 9 έως 17 ετών το 78% των αγοριών και το 83% των κοριτσιών είχαν φυσιολογικά όρια καρδιοαναπνευστικής ικανότητας μειώνονταν κατά περίπου 3% στα αγόρια και 7% στα κορίτσια ανά έτος, από την ηλικία των 9 και μετά (Tomkinson et al., 2018).

Σχετικά με την δύναμη χειρολαβής και την ηλικία, παρουσιάζεται φυσιολογικά η αύξηση της δύναμης με το πέρασμα των χρόνων και όσο αυξάνεται η σωματική διάπλαση. Οι διαφορές και η μείωση της δύναμης είναι στατιστικά σημαντική όταν η ηλικία ξεπερνάει το 60^ο έτος ζωής (Wang et al., 2018). Προκύπτει πως με την αύξηση της ηλικίας η καρδιοαναπνευστική ικανότητα επηρεάζεται σαφώς από άλλους παράγοντες που επιδρούν και είναι ανεξάρτητη από αυτή τη μεταβλητή, καθώς φαινομενικά τα παιδιά έχουν πιο υγιές αερόβιο προφίλ σε σχέση με τους εφήβους. Η δύναμη χειρολαβής εξαρτάται από την ηλικία και εμφανίζει μία γραμμική εξέλιξη από την εφηβεία και μετά.

5.4 Καρδιοαναπνευστική Ικανότητα και Δύναμη Χειρολαβής με Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά είναι ο όρος που αντιπροσωπεύει την εκάστοτε σωματοδομή του εξεταζόμενου και εκφράζεται από το ύψος, το βάρος και τον Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και τη περιφέρεια της μέσης.

5.4.1 Συσχέτιση Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και Δύναμης Χειρολαβής με το Ύψος και το Βάρος

Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα δεν σχετίστηκε σημαντικά με το ύψος και το βάρος των εφήβων που συμμετείχαν στη μελέτη σε αντίθεση με τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής που είχε ισχυρή συσχέτιση και τις δύο μεταβλητές. Σε αντίθεση έρχονται τα ευρήματα των (Mohammed & Abelatif, 2016) όπου αναφέρουν πως το ύψος είναι ο καλύτερος προγνωστικός δείκτης ζωτικής χωρητικότητας, ενώ επιβεβαιώνουν πως το βάρος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται στις προγνωστικές εξισώσεις πνευμονικής λειτουργίας καθώς θα υπερεκτιμάται η λειτουργία των παχύσαρκων ατόμων. Η δύναμη χειρολαβής αυξάνεται και μεγιστοποιείται κατά την ανάπτυξη στην εφηβεία. Σε αθλήτριες καλαθοσφαίρισης τα ευρήματα δείχνουν πως το σωματικό βάρος προβλέπει τη δύναμη περισσότερο από άλλους παράγοντες (π.χ. ΔΜΣ), χάρη στη σύνθεση της μυϊκής μάζας. Η προπόνηση στο άθλημα καλαθοσφαίρισης (συχνότητα, ένταση, όγκος και τρόπος προπόνησης δύναμης) αλλά και τα χρόνια ενασχόλησης είναι η αιτία μυϊκής ανάπτυξης παράλληλα με τη φυσιολογική ανάπτυξη στις ηλικίες της εφηβείας (Pizzigalli et al., 2017).

5.4.2 Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τον Δείκτη Μάζας Σώματος

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υπήρξε ισχυρή αρνητική συσχέτιση του ΔΜΣ με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα των εφήβων και ισχυρή θετική συσχέτιση με την δύναμη χειρολαβής αντίστοιχα. Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα είχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εφήβων που ανήκαν στο φυσιολογικό όριο του ΔΜΣ σε σχέση με εκείνα που ανήκαν στα παχύσαρκα όρια. Παρόμοια αποτελέσματα είχαν σε μελέτη (Carayanni et al., 2022) όπου η VO₂max παρουσίασε χαμηλότερα επίπεδα στα παχύσαρκα παιδιά σε όλες τις ηλικίες (6 έως 17 ετών). Ο αυξημένος ΔΜΣ αποτελεί κρίσιμο παράγοντα κινδύνου για μειωμένα επίπεδα καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και τα ευρήματα

υποστηρίζονται από προηγούμενες μελέτες (Borfe et al., 2017; He et al., 2011). Επίσης από τα αποτελέσματα υποδεικνύεται ότι οι βάσεις για τον καρδιομεταβολικό κίνδυνο στην ενήλικη ζωή τίθενται ήδη από τη παιδική ηλικία.

Η δύναμη χειρολαβής αντίστοιχα σχετίζεται σημαντικά με τον ΔΜΣ και τα ερευνητικά δεδομένα συμφωνούν με τη παραδοχή (Pieterse et al., 2002; Ravisankar et al., 2005). Από μελέτη (Lad et al., 2013) φάνηκε πως η δύναμη χειρολαβής στους άνδρες φυσιολογικού βάρους ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των υπέρβαρων και λιποβαρών ανδρών, αλλά η διαφορά στη μελέτη δεν προέκυψε να είναι στατιστικά σημαντική. Στις γυναίκες η ομάδα των λιποβαρών φάνηκε να έχει μεγαλύτερη δύναμη χειρολαβής σε σχέση με τις ομάδες των φυσιολογικών και υπέρβαρων. Έχει, επίσης βρεθεί η θετική συσχέτιση του ΔΜΣ και της δύναμης χειρολαβής, σε μεγαλύτερο ηλικιακό πληθυσμό, ενώ η παρούσα μελέτη αφορά υγιής εφήβους αθλητές.

5.4.3 Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με την Περιφέρεια Μέσης

Όσον αφορά τη συσχέτιση των μεταβλητών με τη περιφέρεια της μέσης, τα αποτελέσματα είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τα δεδομένα συμφωνούν με αυτά των (Álvarez et al., 2022) τα επίπεδα σωματικού λίπους σχετίζονται αρνητικά με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα. Όσο δηλαδή αυξάνεται η τιμή του ΔΜΣ και της περιφέρειας της μέσης τόσο μειώνεται η VO₂max. Παρά το ότι αυξάνεται η δύναμη χειρολαβής όσο αυξάνεται η περιφέρεια της μέσης, αναφέρετε σε πρόσφατη μελέτη (Reiter et al., 2023), ότι η μεγαλύτερη σωματική μάζα (ΔΜΣ, εναπόθεση κοιλιακού λίπους) συνοδευόμενη από παχυσαρκία σχετίζεται με τη μειωμένη ικανότητα των μυών στο να ανταποκριθούν στο ενεργειακό κόστος. Το ενεργειακό αυτό κόστος έπειτα καλύπτεται από αυξημένες ανάγκες γλυκόλυσης στο σώμα, ανεξάρτητα από την ύπαρξη σωματικού λίπους.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, βρέθηκε ότι τα μεγαλύτερα ηλικιακά, παιδιά στην εφηβεία θα εμφανίζουν και μεγαλύτερη δύναμη χειρολαβής και θα έχουν καλύτερο καρδιοαναπνευστικό προφίλ αν συμμετέχουν σε άσκηση και αν ο ΔΜΣ και η περιφέρεια μέσης είναι χαμηλότερη.

5.5 Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τα Αιμοδυναμικά Χαρακτηριστικά

Η μέγιστη δύναμη χειρολαβής, στα αποτελέσματα της μελέτης έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τη ΣΑΠ και τη ΔΑΠ και αρνητική στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τη ΚΣ ηρεμίας. Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα έχει σημαντική συσχέτιση μόνο με τη ΚΣ ηρεμίας, όσον αφορά τους συμμετέχοντες της έρευνας. Δεδομένα από προηγούμενες μελέτες (Agostinis-Sobrinho et al., 2018) αναφέρει ότι η καρδιοαναπνευστική ικανότητα μπορεί να τροποποιηθεί με προπόνηση και μπορεί να αποτρέψει την αύξηση της ΑΠ μέσω αλλαγών της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, στην ενδοθηλιακή λειτουργία και λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Οι (Silva et al., 2018) εξηγούν πως η αρνητική συσχέτιση της ΚΣ και της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, αποδίδεται στο γεγονός ότι, η βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σχετίζεται στενά με αυξημένη διάμετρο αριστερής κοιλίας και εν τέλει υπάρχει αυξημένος συστολικός όγκος. Τα ίδια αποτελέσματα εξήγαγε και η έρευνα του (Kang et al., 2017) με τη διαφορά ότι το δείγμα αφορούσε μεγαλύτερες ηλικίες.

Από μελέτη (Dong et al., 2016) στην οποία συμμετείχαν έφηβοι 13 έως 17 ετών, η συσχέτιση της δύναμης χειρολαβής και της ΑΠ είχε στατιστική σημαντικότητα μόνο όταν έγινε η διαστρωμάτωση των αποτελεσμάτων με βάση τον ΔΜΣ. Αυτό υποδεικνύει την άμεση επίδραση που έχει ο ΔΜΣ στην ΑΠ. Αν και μελέτες έχουν δείξει πως η δύναμη χειρολαβής σχετίζεται αντίστροφα από την ΑΠ, προτείνεται ότι η προστατευτική επίδραση της μυϊκής δύναμης στην ΑΠ διαμεσολαβείται από τον λιπώδη ιστό. Όταν εξαλείφεται η επίδραση του ΔΜΣ η δύναμη χειρολαβής δεν σχετίζεται με την ΑΠ (Díez-Fernández et al., 2015; Peterson et al., 2014). Όσον αφορά τη ΚΣ ηρεμίας για τα αγόρια έχει βρεθεί αντιστρόφως ανάλογη η σχέση με τη δύναμη χειρολαβής. Για τα κορίτσια δεν έχει βρεθεί άμεση συσχέτιση όταν προσαρμόζονται τα δεδομένα ανάλογα με τον ΔΜΣ. Μία πιθανή εξήγηση είναι πως στα κορίτσια η απόλυτη τιμή της δύναμης είναι χαμηλότερη σε σχέση με αυτή των αγοριών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλότερη συμπίεση των αιμοφόρων αγγείων από τον μυ κατά τη διάρκεια της συστολής, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες προσαρμογές που σχετίζονται με την καρδιακή υπερτροφία και τη μείωση της ΚΣ ηρεμίας (Magnussen et al., 2012; Rioux et al., 2017; Thivel et al., 2016).

5.6 Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τα Λιπίδια του Αίματος

Τόσο για τη δύναμη χειρολαβής όσο και για την καρδιοαναπνευστική ικανότητα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τις μετρήσεις του σακχάρου στο αίμα, της ολικής χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων. Σε μελέτη (Morikawa et al., 2018) που συμμετείχαν έφηβοι ηλικίας 13 με 14 ετών, όταν η σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και των παραγόντων καρδιομεταβολικού κινδύνου εξετάστηκε ξεχωριστά, βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ χαμηλού λιπιδαιμικού προφίλ και χαμηλής καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μεταξύ υψηλής ΑΠ και χαμηλής καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με χαμηλή δύναμη των άνω άκρων. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οι καρδιομεταβολικοί παράγοντες κινδύνου μπορεί να αντικατοπτρίζονται όχι μόνο από την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, αλλά και από τη μυϊκή δύναμη, ιδιαίτερα τη δύναμη των άνω άκρων, δηλαδή τη δύναμη χειρολαβής. Προηγούμενες μελέτες παρείχαν υποστήριξη ότι τα προγράμματα σωματικής άσκησης θα μπορούσαν να βελτιώσουν την φυσική δραστηριότητα και τους καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου σε παχύσαρκους ενήλικες με μεταβολικό σύνδρομο και σε παχύσαρκους εφήβους (Coquart et al., 2014).

5.7 Συσχέτιση της Καρδιοαναπνευστικής Ικανότητας και της Δύναμης Χειρολαβής με τη Καθιστική Συμπεριφορά

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης η καρδιοαναπνευστική ικανότητα και η δύναμη χειρολαβής δεν συσχετίστηκαν με το σκορ στο αυτοαναφερόμενο ερωτηματολόγιο HELENA, που αφορά τη καθιστική συμπεριφορά. Στη μελέτη των (Healy et al., 2011) αναφέρετε πως οι γυναίκες συμμετέχοντες έκαναν περισσότερο καθιστική ζωή αλλά είχαν πιο καλό καρδιομεταβολικό προφίλ σε σχέση με τους άνδρες της έρευνας. Στο δείγμα η άσκηση είχε μέτρια αντίστροφη σχέση με τον χρόνο καθιστικής συμπεριφοράς. Αντίστοιχα σε άλλη μελέτη (Sandercocock et al., 2016) αναφέρετε ότι ο υψηλότερος χρόνος καθιστικής συμπεριφοράς εβδομαδιαία που προέκυψε συσχετίστηκε με αυξημένη πιθανότητα μειωμένων τιμών καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Σύμφωνα επίσης είναι και άλλοι συγγραφείς (Pepera et al., 2022) όσον αφορά τον καθιστικό χρόνο, καθώς υπήρξε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα σε αθλητές καλαθοσφαίρισης 6 έως 12 ετών. Όπως η καρδιοαναπνευστική ικανότητα έτσι και η

σωματική άσκηση σχετίζεται αρνητικά με το χρόνο έκθεσης σε ηλεκτρονικές συσκευές (χρόνος οθόνης).

Ο χρόνος που δαπανάτε για καθιστική συμπεριφορά σχετίζεται αρνητικά με τη δύναμη χειρολαβής στα αγόρια, όπως αναφέρει μελέτη στην οποία συμμετείχαν έφηβοι 15 έως 18 ετών (Bim et al., 2021). Επαληθεύτηκε και από άλλες έρευνες η αντίστροφη σχέση της δύναμης χειρολαβής με τον χρόνο που δαπανάται μπροστά στις οθόνες. Κατηγορίες εφήβων με παρόμοιες συνήθειες πιθανόν να μην επιλέγουν αντίστοιχες δραστηριότητες που να απαιτούν σωματική προσπάθεια για να υπάρχει εδραίωση και βελτίωση της μυϊκής δύναμης. Οι έφηβοι οι οποίοι έχουν χαμηλά ποσοστά δύναμης χειρολαβής έχουν και μειωμένη αναφερόμενη σωματική δραστηριότητα (Edelson et al., 2015b).

5.8 Πρόβλεψη της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σε έφηβους μαθητές

Για την αξιολόγηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, βασικό κριτήριο είναι η μέτρηση του VO₂max. Ωστόσο, τα πρωτόκολλα για άμεση μέτρηση είναι δύσκολα προσβάσιμα στα σχολεία και τις δημόσιες δομές υγείας. Μέσω της Πολλαπλής Γραμμικής Ανάλυσης παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression Analysis) που χρησιμοποιήθηκε στη παρούσα μελέτη, η προγνωστική εξίσωση που μπορεί να προβλέψει έμμεσα την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και είναι βασισμένη από το Shuttle Run Test (SRT) για παιδιά ηλικίας 12 μέχρι 17 ετών. Η προγνωστική εξίσωση έμμεσου υπολογισμού του VO₂max που δημιουργήθηκε περιλαμβάνει τις μεταβλητές του φύλου, της ηλικίας, του ΔΜΣ, της ΣΑΠ, ΔΑΠ και της ΚΣ, της περιφέρειας της μέσης, του σκορ του ερωτηματολογίου Helena και των τιμών του σακχάρου, της χοληστερίνης και των τριγλυκερίδιων στο αίμα.

5.9 Σύγκριση του μοντέλου εξίσωσης πρόβλεψης καρδιοαναπνευστικής ικανότητας με προηγούμενες δημοσιεύσεις εξισώσεων

Η μέτρηση της VO₂max συμπεριλαμβάνεται σε πολλούς τομείς της επιστήμης της άσκησης. Η αύξηση της VO₂max είναι η σημαντικότερη απόδειξη για το αποτέλεσμα της προπόνησης. Σε κλινικές συνθήκες, η VO₂max έχει επίσης γίνει το gold standard μέτρησης της καρδιαγγειακής ικανότητας και της ικανότητας άσκησης. Από την παρούσα μελέτη η VO₂max μπορεί να προβλεφθεί σε ποσοστό έως 75,7%. Από προηγούμενη μελέτη (Foster et al., 1984) είχε προταθεί ότι τα ατομικά χαρακτηριστικά μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην εκτίμηση της VO₂max. Παρόλο που η εξίσωση του Αμερικανικού Κολεγίου

Αθλητιατρικής (American College of Sports Medicine, ACSM) αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας άνδρες με υψηλή φυσική κατάσταση, τα δεδομένα μας υποδηλώνουν ότι η χρήση της για την πρόβλεψη της VO₂max σε μια ομάδα αθλητών ηλικίας 18-37 ετών που συμμετέχουν σε διάφορα αθλήματα οδηγεί σε ανακριβή αποτελέσματα (Cunha et al., 2012). Ειδικότερα, η εξίσωση του ACSM για το τρέξιμο υπερεκτιμά τις τιμές της VO₂max κατά 14,6% όταν αξιολογούνται αθλητές.

Σε μετέπειτα μελέτη (Koutlianos et al., 2013) χρησιμοποιήθηκε επίσης ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και προέκυψε η εξίσωση: $VO_{2max} (mlkg^{-1}min^{-1}) = 58,443 - (0,215 * ηλικία) - (0,632 * ΔΜΣ) - (68,639 * βαθμός) + (1,579 * χρόνος)$. Ο βαθμός και ο χρόνος που αναφέρεται αφορά τον βαθμό κλίσης στον διάδρομο άσκησης και τον χρόνο της άσκησης.

5.10 Πρόβλεψη της απόδοσης μυϊκής δύναμης χειρολαβής σε παιδιά σχολικής ηλικίας

Η μυϊκή δύναμη στους εφήβους και συγκεκριμένα η δύναμη χειρολαβής, αποδεικνύεται ότι εκφράζει την γενική μυϊκή δύναμη ενός ατόμου η οποία μπορεί να αντιπροσωπεύσει την λειτουργική του κατάσταση. Η μέτρηση της δύναμης χειρολαβής μέσω της χρήσης δυναμόμετρου χειρός είναι ένας άμεσος, εύκολος και σχετικά φθηνός τρόπος υπολογισμού της δύναμης χωρίς να χρειάζεται εξειδικευμένη γνώση ή εμπειρία για την χρήση του δυναμόμετρου. Αφενός μεν, το δυναμόμετρο χειρός είναι μία σχετικά φθηνή επιλογή για τον υπολογισμό της δύναμης χειρολαβής αφετέρου δε, υπάρχουν πολλά άτομα, φορείς ή ακαδημίες άσκησης που δεν μπορούν να διαθέσουν το ανάλογο ποσό για την αγορά του.

5.11 Σύγκριση του μοντέλου εξίσωσης πρόβλεψης μυϊκής δύναμης χειρολαβής με προηγούμενες δημοσιεύσεις εξισώσεων

Για την εξίσωση πρόβλεψης της μέγιστης μυϊκής δύναμης χειρολαβής έγινε χρήση της Πολλαπλής Γραμμικής Ανάλυσης παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression Analysis). Η προγνωστική εξίσωση έμμεσου υπολογισμού της HGmax που δημιουργήθηκε περιλαμβάνει τις μεταβλητές του φύλου, της ηλικίας, του ΔΜΣ, της ΣΑΠ, ΔΑΠ και της ΚΣ, της περιφέρειας της μέσης, του σκορ του ερωτηματολογίου Helena και των τιμών του σακχάρου, της χοληστερίνης και των τριγλυκερίδιων στο αίμα και μπορεί να γίνει η πρόβλεψη σε ποσοστό 82,3%. Από άλλη μελέτη (Li et al., 2010) αναλύθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ των ανθρωπομετρικών δεδομένων και της μέγιστης δύναμης χειρολαβής

προκειμένου να δημιουργηθεί ένα μοντέλο πρόβλεψης φυσιολογικής μέγιστης δύναμης χειρολαβής. Η πολλαπλή γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης δημιούργησε το εξής μοντέλο πρόβλεψης: $\text{MaxGripStrength} = -65,477 + 0,524 * \text{περιφέρεια παλάμης (mm)}$. Ο πληθυσμός που χρησιμοποιήθηκε στην παραπάνω μελέτη επιλέχθηκε με σκοπό να είναι όσο το δυνατόν πιο ομοιογενής για να εξαλειφθούν οι πιθανές επιδράσεις της ηλικίας, των επιπέδων σωματικής δραστηριότητας, των τραυματισμών και των ζητημάτων που σχετίζονται με το ελλειπές ή το υπερβολικό βάρος. Στο πληθυσμό, όπως αναφέρει η μελέτη, οι περιφέρειες των χεριών και των αντιβραχίων είναι έντονα σχετιζόμενες και μπορούν να θεωρηθούν ως περιττή πληροφορία εάν χρησιμοποιούνται και οι δύο. Ωστόσο, όταν τα υποκείμενα εμπλέκονται σε μια κατάσταση στην οποία ο όγκος του αντιβραχίου είναι επιρρεπής σε αλλαγές (μυϊκή ατροφία ή παχυσαρκία για παράδειγμα), η σχέση μεταξύ των περιμέτρων χεριού και αντιβραχίου μπορεί να τροποποιηθεί.

5.12 Κλινική Σημασία Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αποτελούν στοιχεία υψηλής κλινικής σημασίας και έχουν να προσθέσουν καινούργια ευρήματα στην αρθρογραφία με ιδιαίτερη σημασία στην κλινική πρακτική. Η έννοια της φυσικής δραστηριότητας κατά τη παιδική και εφηβική ηλικία είναι ύψιστης σημασίας καθώς πλάθετε το πλαίσιο της υγείας των μετέπειτα ενηλίκων. Το μεταβολικό σύνδρομο περιλαμβάνει τις παραμέτρους της αντίστασης στην ινσουλίνη, της υπέρτασης, της δυσλιπιδαιμίας και της κοιλιακής παχυσαρκίας. Τόσο η αερόβια ικανότητα, όσο και η μυϊκή δύναμη έχουν συσχετιστεί αντιστρόφως ανάλογα με τον κίνδυνο εμφάνισης μεταβολικού συνδρόμου. Τα οφέλη της έντονης σωματικής δραστηριότητας στην καρδιομεταβολική υγεία στους ενήλικες φαίνεται να είναι μεγαλύτερα από εκείνα της μέτριας σωματικής δραστηριότητας. Έχει καταστεί σαφές ότι οι αντιδράσεις ολόκληρου του σώματος, των ιστών και των κυττάρων στη σωματική αδράνεια και την καθιστική συμπεριφορά δεν είναι απλώς αντίθετες από εκείνες της άσκησης. Έτσι πλέον με τα νέα δεδομένα, όσοι είναι "γυμνασμένοι", αντιπροσωπεύουν τη φυσιολογική βιολογικά υγιή κατάσταση, ενώ η έλλειψη άσκησης ή η αδράνεια επιφέρει τελικά μια νοσηρή κατάσταση (López-Martínez et al., 2013). Τόσο η δύναμη χειρολαβής όσο και η καρδιοαναπνευστική ικανότητα, χαρακτηρίζονται εξίσου ως προγνωστικοί δείκτης καλής υγείας. Οι προγνωστικές εξισώσεις που προέκυψαν στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία μπορούν να υπολογίσουν τις πιο πάνω μεταβλητές. Για παράδειγμα:

Έφηβη ηλικίας 14 ετών με $\Delta\text{ΜΣ}=20,83$, $\Sigma\text{ΑΠ}=126$, $\Delta\text{ΑΠ}=77$, $\text{ΚΣ}=92$, Περιφέρεια μέσης=69, Helena score=351 λεπτά εβδομαδιαίως, Σάκχαρο=78, Τριγλυκερίδια=60 και Χοληστερόλη=140:

* $\text{VO}_2\text{max} = -54,512 + (0,219 * \Delta\text{ΜΣ } \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}) + (0,68 * \Sigma\text{ΑΠ}) + (0,65 * \Delta\text{ΑΠ}) - (0,148 * \text{ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ } \text{cm}) - (0,109 * \text{ΚΣ}) - (0,116 * \text{σάκχαρο } \text{mg/dL}) + (0,004 * \text{χοληστερόλη } \text{mg/dL}) - (0,017 * \text{τριγλυκερίδια } \text{mg/dL}) + (0,002 * \text{Helena score } \text{min}) - (0,715 * \text{ηλικία } \text{έτη}) + (4,864 * \text{φύλο})$.

* $\text{VO}_2\text{max} = -54,512 + (0,219 * 20,83 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}) + (0,68 * 126) + (0,65 * 77) - (0,148 * 69 \text{ cm}) - (0,109 * 92) - (0,116 * 78 \text{ mg/dL}) + (0,004 * 140 \text{ mg/dL}) - (0,017 * 60 \text{ mg/dL}) + (0,002 * 351 \text{ min}) - (0,715 * 14 \text{ έτη}) + (4,864 * 1)$.

* $\text{VO}_2\text{max}=51,58 \text{ ml/kg/min}$

* $\text{Δύναμη χειρολαβής max (kg)} = -39,967 + (1,804 * \text{ηλικία } \text{έτη}) + (1,211 * \Delta\text{ΜΣ } \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}) + (0,375 * \Sigma\text{ΑΠ}) - (0,234 * \Delta\text{ΑΠ}) - (0,257 * \text{ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ } \text{cm}) - (0,079 * \text{ΚΣ}) - (0,062 * \text{σάκχαρο } \text{mg/Dl}) + (0,137 * \text{χοληστερόλη } \text{mg/dL}) - (0,051 * \text{τριγλυκερίδια } \text{mg/dL}) - (0,006 * \text{Helena score } \text{min}) + (6,134 * \text{φύλο})$.

* $\text{Δύναμη χειρολαβής max (kg)} = -39,967 + (1,804 * 14 \text{ έτη}) + (1,211 * 20,83 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}) + (0,375 * 126) - (0,234 * 77) - (0,257 * 69 \text{ cm}) - (0,079 * 92) - (0,062 * 78 \text{ mg/Dl}) + (0,137 * 140 \text{ mg/dL}) - (0,051 * 60 \text{ mg/dL}) - (0,006 * 351 \text{ min}) + (6,134 * 1)$.

* $\text{Δύναμη χειρολαβής max (kg)} = 30,057$

Η έφηβη στην δοκιμασία του SRT βρέθηκε ότι έχει $\text{VO}_2\text{max} = 39,5 \text{ ml/kg/min}$ και στην προγνωστική εξίσωση που προηγήθηκε βρέθηκε ότι έχει $\text{VO}_2\text{max} = 51,58 \text{ ml/kg/min}$. Αυτό σημαίνει ότι, το ποσοστό προβλεπόμενης απόδοσης της εξίσωσης φτάνει στο 77,4% ($39,5/51,58$) πράγμα που σηματοδοτεί πως το παιδί χρειάζεται περισσότερη άσκηση για αύξηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Η μέγιστη δύναμη χειρολαβής της κοπέλας βρέθηκε ότι ήταν 24,5 kg. Αυτό σημαίνει ότι, το ποσοστό προβλεπόμενης απόδοσης της εξίσωσης φτάνει στο 122% ($30,057/24,5$) πράγμα που σηματοδοτεί πως το παιδί έχει εξαιρετική δύναμη χειρολαβής και το μόνο που χρειάζεται είναι συγκεκριμένη άσκηση για να την διατηρήσει.

Συνεχίζοντας, αγόρι ηλικίας 15 ετών, με $\Delta\text{ΜΣ}=21$, $\Sigma\text{ΑΠ}=117$, $\Delta\text{ΑΠ}=73$, $\text{ΚΣ}=75$, Περιφέρεια μέσης=72, Helena score=321 λεπτά εβδομαδιαίως, Σάκχαρο=80, Τριγλυκερίδια=77 και Χοληστερόλη=129:

*VO₂max= -54,512 + (0,219 * ΔΜΣ kg·m-2) + (0,68 * ΣΑΠ) + (0,65 * ΔΑΠ) - (0,148 * ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ cm) - (0,109 x ΚΣ) - (0,116 * σάκχαρο mg/dL) + (0,004 * χοληστερόλη mg/dL) - (0,017 * τριγλυκερίδια mg/dL) + (0,002 * Helena score min) - (0,715 * ηλικία έτη) + (4,864 * φύλο).

*VO₂max= -54,512 + (0,219 * 21 kg·m-2) + (0,68 * 117) + (0,65 * 73) - (0,148 * 72 cm) - (0,109 x 75) - (0,116 * 80 mg/dL) + (0,004 * 129 mg/dL) - (0,017 * 77 mg/dL) + (0,002 * 321 min) - (0,715 * 15 έτη) + (4,864 * 2).

VO₂max=47,838 ml/kg/min

*Δύναμη χειρολαβής max (kg) = -39,967 + (1,804 * ηλικία έτη) + (1,211 * ΔΜΣ kg·m-2) + (0,375 * ΣΑΠ) - (0,234 * ΔΑΠ) - (0,257 * ΠΕΡ. ΜΕΣΗΣ cm) - (0,079 * ΚΣ) - (0,062 * σάκχαρο mg/Dl) + (0,137 * χοληστερίνη mg/dL) - (0,051 * τριγλυκερίδια mg/dL) - (0,006 * Helena score min) + (6,134 * φύλο).

*Δύναμη χειρολαβής max (kg) = -39,967 + (1,804 * 15 έτη) + (1,211 * 21 kg·m-2) + (0,375 * 117) - (0,234 * 73) - (0,257 * 72 cm) - (0,079 * 75) - (0,062 * 80 mg/Dl) + (0,137 * 129 mg/dL) - (0,051 * 77 mg/dL) - (0,006 * 321 min) + (6,134 * 2).

*Δύναμη χειρολαβής max (kg) = 34,016

Ο έφηβος στην δοκιμασία του SRT βρέθηκε ότι έχει VO₂max = 42,9 ml/kg/min και στην προγνωστική εξίσωση που προηγήθηκε βρέθηκε ότι έχει VO₂max= 47,83 ml/kg/min. Αυτό σημαίνει ότι, το ποσοστό προβλεπόμενης απόδοσης της εξίσωσης φτάνει στο 89,7% (42,9/47,83) πράγμα που σηματοδοτεί πως το παιδί χρειάζεται περισσότερη άσκηση για αύξηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Η μέγιστη δύναμη χειρολαβής του εφήβου βρέθηκε ότι ήταν 39 kg. Αυτό σημαίνει ότι, το ποσοστό προβλεπόμενης απόδοσης της εξίσωσης φτάνει στο 87,2% (34,016/39) πράγμα που σηματοδοτεί πως το παιδί χρειάζεται περισσότερη άσκηση για αύξηση της μυϊκής δύναμης.

Η αερόβια ικανότητα και η μυϊκή δύναμη σχετίζονται με την καρδιομεταβολική υγεία και το μεταβολικό σύνδρομο. Από την αρθρογραφική ανασκόπηση (Hu et al., 2010; Lakka et al., 2003; Lakka & Laaksonen, 2007) δεν υπάρχει ομόφωνη συναίνεση για το ποια είναι η βέλτιστη συχνότητα, η ένταση και η διάρκεια σωματικής δραστηριότητας που απαιτείται για τη μείωση των καρδιαγγειακών ή μεταβολικών παραγόντων κινδύνου. Φαίνεται πως η έντονη σωματική δραστηριότητα παρέχει μεγαλύτερα οφέλη για την υγεία από τη μέτρια σωματική δραστηριότητα. Έτσι οι τρέχουσες συστάσεις υποδεικνύουν ότι οι ενήλικες θα

πρέπει να κάνουν τουλάχιστον 150 λεπτά/εβδομάδα μέτριας σωματικής άσκησης ή 75 λεπτά/εβδομάδα έντονης σωματικής δραστηριότητας, να εκτελούνται σε τμήματα διάρκειας τουλάχιστον 10 λεπτών, πέντε ή περισσότερες ημέρες την εβδομάδα. Σε αντίθεση έρχονται τα αποτελέσματα άλλη μελέτης όπου αναφέρει πως ακόμη και τα 250 λεπτά/εβδομάδα μέτριας σωματικής δραστηριότητας δεν συσχετίστηκαν με σημαντική μείωση του κινδύνου εμφάνισης μεταβολικού συνδρόμου, ενώ μόνο τα 20 λεπτά/εβδομάδα έντονης σωματικής δραστηριότητας συσχετίστηκαν με σημαντική μείωση της αντίστασης στην ινσουλίνη και του γλυκαιμικού ελέγχου (López-Martínez et al., 2013).

Έφηβοι με χαμηλή μυϊκή δύναμη παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο παχυσαρκίας και, γενικά, αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών και μεταβολικών νοσημάτων (Ortega, Ruiz, et al., 2008; Ruiz, Castro-Pinero, et al., 2009). Τόσο στους ενήλικες όσο και στους εφήβους, η μυϊκή δύναμη συσχετίστηκε με μειωμένο κίνδυνο μεταβολικού συνδρόμου, του θανάτου από καρδιαγγειακά νοσήματα και άλλων αιτιών θανάτου. Οι εξηγήσεις για το ρόλο που διαδραματίζει η μυϊκή δύναμη στη συνολική υγεία μπορούν να βρεθούν σε μελέτες που έχουν αναφέρει ότι η αύξηση της μυϊκής δύναμης παράγει μεταβολικές και δομικές αλλαγές που βελτιώνουν την μυϊκή ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον γλυκαιμικό έλεγχο (DiPietro et al., 2006; Klimcakova et al., 2006).

Πιο συγκεκριμένα, και υπό άλλο πρίσμα, η παραγωγή ενέργειας στους σκελετικούς μύες είναι συνδεδεμένη με το κυκλοφορικό σύστημα το οποίο επηρεάζεται από τις τοπικές και απομακρυσμένες αποθήκες λίπους (αυξημένος ΔΜΣ και περιφέρεια μέσης). Οι αυξήσεις της μάζας του σπλαχνικού λίπους σχετίζονται με μειωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη και συνδέονται με μειωμένο μικροαγγειακό έλεγχο (Sorop et al., 2017). Οι τοπικές αποθήκες έκτοπου λιπώδους ιστού γύρω από τα αγγεία εμπλέκονται στην άμεση εξασθένιση της ενδοθηλιακής λειτουργίας τους (Turaihi et al., 2020). Αυτές οι αποθήκες μπορεί να λειτουργήσουν ως φυσικοί φραγμοί στη μεταφορά οξυγόνου και καυσίμων από το κυκλοφορικό σύστημα στα κύτταρα για τη διατήρηση των μυϊκών συσπάσεων και έτσι οδηγούν σε μειωμένη μυϊκή λειτουργία. Οι βλάβες ή το στρες στο κυκλοφορικό σύστημα μπορεί να οδηγούν σε μειωμένη παραγωγή ενέργειας στους μύες. Οι τοπικές αποθήκες έκτοπου λιπώδους ιστού εντός του μυός έχουν επιπλέον συνέπειες όπως τη μειωμένη δύναμη και τη δυσλειτουργία της κίνησης και επίσης το ενδομυϊκό λίπος (λιπώδης διήθηση) παρεμβαίνουν στην εμβιομηχανική των μυϊκών ινών και αναμένεται να μειώσουν την ενεργειακή απόδοση των μυών ανά μονάδα όγκου (Addison et al., 2012; Hilton et al., 2008; Tuttle et al., 2012).

Για την επίτευξη αυξημένων ποσοστών καλής ποιότητας ζωής με μειωμένη τη πιθανότητα θνησιμότητας έχει σημασία η προώθηση, η βελτίωση αλλά και διατήρηση των υψηλών τιμών της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της δύναμης χειρολαβής από μικρές ηλικίες. Μέσω της εξίσωσης και των εύκολα μετρήσιμων παραμέτρων, μπορεί να υπολογισθεί έμμεσα η VO_{2max} και η μυϊκή δύναμη που είναι χρήσιμα κλινικά εργαλεία πρόβλεψης καρδιαγγειακής λειτουργίας και πιθανών μελλοντικών καρδιαγγειακών και όχι μόνο παθήσεων.

5.13 Περιορισμοί και Συνεισφορά της έρευνας

Η παρουσία ερευνητικών ελλειμμάτων ή παραλήψεων ήταν αναπόφευκτη. Ο αρχικός περιορισμός της μελέτης σχετίζεται με το δείγμα, όπου υπήρξε διαφορά μεταξύ των δύο φύλων (66 αγόρια και 38 κορίτσια) γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την γενίκευση των αποτελεσμάτων στον πληθυσμό. Όσον αφορά τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, αυτά ήταν αυτοαναφερόμενα από τους ίδιους τους συμμετέχοντες, και πιθανώς να υπήρχαν και απαντήσεις που να μην ανταποκρίνονταν στην πραγματικότητα. Επίσης, στη διαδικασία συλλογής των τιμών των λιπιδίων του αίματος δεν ανταποκρίθηκε στο μέγιστο το δείγμα και η ανάλυση των αποτελεσμάτων, όσον αφορά τις συγκεκριμένες μεταβλητές, έγινε από μόνο από τα 28 φύλλα μικροβιολογικών εξετάσεων. Επίσης είναι πιθανό κάποια παιδιά να είχαν ήδη ‘ξεσταθεί’ πριν ακόμα έρθουν στην προπόνηση λόγω της μετακίνησής τους από την οικία τους ή από άλλες δραστηριότητες, για το οποίο έγινε η προσπάθεια εξισορρόπησης με την ξεκούραση πριν την έναρξη των μετρήσεων. Και τέλος, λόγω του γεγονότος ότι η έρευνα μας είχε πολλές μεταβλητές, πράγμα που την κάνει να ξεχωρίζει, υπήρξε δυσκολία συσχέτισης με άλλες έρευνες.

5.14 Προτάσεις για μελλοντική/περαιτέρω έρευνα

Η μελέτη αυτή μπορεί να αποτελέσει πηγή έμπνευσης για την περαιτέρω διερεύνηση πολλών θεμάτων. Αρχικά, θα μπορούσε να γίνει έρευνα για την εξακρίβωση της εγκυρότητας των παρόντων εξισώσεων πρόβλεψης της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και δύναμης χειρολαβής αλλά και των διάφορων συσχετίσεων που υπήρξαν. Επίσης, θα μπορούσε να διεξαχθεί έρευνα για την ανανέωση των κανονιστικών τιμών σε ανθρωπομετρικά και αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά, καρδιοαναπνευστική ικανότητα και δύναμη χειρολαβής και να υπάρχει διαχωρισμός περισσότερων ηλικιακών ομάδων, άρα και μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων. Επίσης, σχετικά με την αλληλεπίδραση της

καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της παχυσαρκίας, προτείνεται να γίνουν περισσότερες διαχρονικές μελέτες, μεγαλύτερου αριθμού δειγματος, προκειμένου να μελετηθεί η συσχέτιση αυτή σε μακροχρόνια περίοδο αναφερόμενη σε Ελληνικό πληθυσμό αφού, τέτοιου είδους μελέτες δεν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εν κατακλείδι, η μελέτη έχει προβεί σε διάφορες συμπερασματικές συσχετίσεις. Πρωτεύων σκοπός ήταν, η συσχέτιση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μυϊκής δύναμης με ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, καρδιαγγειακές και μεταβολικές παραμέτρους και καθιστικό χρόνο ενώ, δευτερεύων σκοπός ήταν η δημιουργία προγνωστικών εξισώσεων εύρεσης της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και μέγιστης δύναμης χειρολαβής. Ο λόγος της δημιουργίας αυτών των εξισώσεων είναι για τον γρηγορότερο αλλά και ευκολότερο υπολογισμό των εν λόγω μεταβλητών οι οποίες σχετίζονται στενά με διάφορα καρδιαγγειακά και μεταβολικά νοσήματα. Επιπλέον όφελος που θα μπορούσε να εξαχθεί από την παρούσα μελέτη είναι η ενημέρωση του σχολικού πληθυσμού με απώτερο στόχο την βελτίωση του επιπέδου ζωής τους προωθώντας την ανάδειξη της σημαντικότητας για βελτίωση του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας από τις νεαρές ηλικίες.

Ως φυσικοθεραπευτές και επαγγελματίες υγείας, πρέπει να παρέχουμε τις κατάλληλες υπηρεσίες ενημέρωσης, παρέμβασης και εκπαίδευσης για την προώθηση ενός ισορροπημένου τρόπου ζωής, για την βελτιστοποίηση της σωματικής απόδοσης είτε σε ερασιτεχνικό, είτε σε επαγγελματικό αθλητικό επίπεδο και για την πρόληψη των διάφορων παραγόντων κινδύνου που μπορεί να επηρεάσουν μετέπειτα την ενήλικη ζωή. Καταλήγοντας, η προώθηση ενός ισορροπημένου τρόπου ζωής που να προάγει την σωστή άσκηση από παιδική ηλικία είναι ζωτικής σημασίας αφού αποτελεί τροποποιήσιμος παράγοντας κινδύνου για ανάπτυξη καρδιαγγειακών νόσων στα προχωρημένα στάδια ζωής. Τα μεγαλύτερα κέρδη για τη δημόσια υγεία είναι δυνητικά από την ενθάρρυνση των πολύ ανενεργών ατόμων (στην κοινωνία ή σε κλινικό περιβάλλον) να είναι πιο σωματικά δραστήριοι, μαζί με την εκπαίδευση σχετικά με τους κινδύνους για την υγεία από τις καθιστικές συμπεριφορές. Πρέπει να αναπτυχθούν αποτελεσματικά και πρακτικά μέτρα για την αντιμετώπιση των επιβλαβών μεταβολικών και μυοσκελετικών επιπτώσεων των επαναλαμβανόμενων ή χρόνιων περιόδων σωματικής αδράνειας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Millstein, R., M. Oreskovic, N., M. Quintiliani, L., James, P., & Intille, S. (2018). The Need for Local, Multidisciplinary Collaborations to Promote Advances in Physical Activity Research and Policy Change: The Creation of the Boston Physical Activity Resource Collaborative (BPARC). *Journal of Physical Activity Research*, 3(2), 74–77. <https://doi.org/10.12691/jpar-3-2-2>
2. Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., Adams, R. J., Aekplakorn, W., Afsana, K., Aguilar-Salinas, C. A., Agyemang, C., Ahmadvand, A., Ahrens, W., Ajlouni, K., Akhtaeva, N., Al-Hazzaa, H. M., Al-Othman, A. R., Al-Raddadi, R., al Buhairan, F., ... Ezzati, M. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
3. Addison, O., LaStayo, P. C., Dibble, L. E., & Marcus, R. L. (2012). Inflammation, Aging, and Adiposity. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 35(2), 86–94. <https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e3182312b14>
4. Agostinis-Sobrinho, C. A., Ruiz, J. R., Moreira, C., Abreu, S., Luís, L., Oliveira-Santos, J., Mota, J., & Santos, R. (2017). Cardiorespiratory fitness and inflammatory profile on cardiometabolic risk in adolescents from the LabMed Physical Activity Study. *European Journal of Applied Physiology*, 117(11), 2271–2279. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3714-x>
5. Agostinis-Sobrinho, C., Ruiz, J. R., Moreira, C., Abreu, S., Lopes, L., Oliveira-Santos, J., Mota, J., & Santos, R. (2018). Cardiorespiratory Fitness and Blood Pressure: A Longitudinal Analysis. *The Journal of Pediatrics*, 192, 130–135. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.09.055>
6. Álvarez, C., Cadore, E., Gaya, A. R., Mello, J. B., Reuter, C. P., Delgado-Floody, P., Ramos-Sepúlveda, J. A., Carrillo, H. A., Devia, D. G., & Ramírez-Vélez, R. (2022). Associations of cardiorespiratory fitness and obesity parameters with blood pressure: fitness and fatness in youth Latin-American ethnic minority. *Ethnicity & Health*, 27(5), 1058–1074. <https://doi.org/10.1080/13557858.2020.1840525>
7. Amo-Setién, F. J., Leal-Costa, C., Abajas-Bustillo, R., González-Lamuño, D., Redondo-Figuero, C., & EXERNET Research Group. (2020). Factors associated with grip strength among adolescents: An observational study. *Journal of Hand Therapy : Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(1), 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.10.005>
8. Andersen, L. B., Lauersen, J. B., Brønd, J. C., Anderssen, S. A., Sardinha, L. B., Steene-Johannessen, J., McMurray, R. G., Barros, M. V. G., Kriemler, S., Møller, N. C., Bugge, A., Kristensen, P. L., Ried-Larsen, M., Grøntved, A., & Ekelund, U. (2015). A New Approach to Define and Diagnose Cardiometabolic Disorder in Children. *Journal of Diabetes Research*, 2015, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/539835>
9. André Heck, & André Holleman. (2001). *Growth of Dutch Children*, TNO/LUMC, 9000025389.
10. Armstrong, N., Tomkinson, G., & Ekelund, U. (2011). Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise training and habitual physical activity during youth. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 849–858. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090200>

11. Awotidebe, A., Monyeki, M. A., Moss, S. J., Strydom, G. L., Amstrong, M., & Kemper, H. C. G. (2016). Relationship of adiposity and cardiorespiratory fitness with resting blood pressure of South African adolescents: the PAHL Study. *Journal of Human Hypertension*, *30*(4), 245–251. <https://doi.org/10.1038/jhh.2015.81>
12. Bailey, D. P., Savory, L. A., Denton, S. J., & Kerr, C. J. (2015). The Association Between Cardiorespiratory Fitness and Cardiometabolic Risk in Children is Mediated by Abdominal Adiposity: The HAPPY Study. *Journal of Physical Activity and Health*, *12*(8), 1148–1152. <https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0311>
13. Barlow, S. E. (2007). Expert Committee Recommendations Regarding the Prevention, Assessment, and Treatment of Child and Adolescent Overweight and Obesity: Summary Report. *Pediatrics*, *120*(Supplement_4), S164–S192. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2329C>
14. Bellace, J. v., Healy, D., Besser, M. P., Byron, T., & Hohman, L. (2000). Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar Dynamometer Attachment for Assessment of Hand Grip Strength in a Normal Population. *Journal of Hand Therapy*, *13*(1), 46–51. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(00\)80052-6](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(00)80052-6)
15. Berry, J. D., Dyer, A., Cai, X., Garside, D. B., Ning, H., Thomas, A., Greenland, P., van Horn, L., Tracy, R. P., & Lloyd-Jones, D. M. (2012). Lifetime Risks of Cardiovascular Disease. *New England Journal of Medicine*, *366*(4), 321–329. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1012848>
16. Bim, M. A., Pinto, A. de A., Scarabelot, K. S., Claumann, G. S., & Pelegrini, A. (2021). Handgrip strength and associated factors among Brazilian adolescents: A cross-sectional study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *28*, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.06.010>
17. Bing, S., Chen, K., Hou, H., Zhang, W., Li, L., Wei, J., Shu, C., & Wan, Y. (2016). Validation of the Microlife BP A200 Comfort and W2 Slim automated blood pressure monitors in a general adult population according to the European Society of Hypertension and the ANSI/AAMI/ISO 81060-2. *Blood Pressure Monitoring*, *21*(2), 118–123. <https://doi.org/10.1097/MBP.0000000000000169>
18. BLAIR, S. N., CHENG, Y., & SCOTT HOLDER, J. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(Supplement), S379–S399. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00007>
19. Bohannon, R. W. (2015). Muscle strength. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *18*(5), 465–470. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000202>
20. Boone, T., Board, R., Astorino, T., Baker, J., Brock, S., Dalleck, L., Goulet, E., Gotshall, R., Hutchison, A., Knight-Maloney, M., Kravitz, L., Laskin, J., Lim, Y. A., Lowery, L., Marks, D., Mermier, C., Robergs, R., Vella, C., Wagner, D., ... Metcalfe, J. (2012). *Volume 15 Number 6 Editor-in-Chief Validity and Reliability of Body Composition Analysis Using the Tanita BC418-MA*.
21. Borfe, L., Cristina Rech, D., Ermelinda Schulz Benelli, T., Nunes Paiva, D., Hedwig Pohl, H., & Suzana Burgos, M. (2017). Associação entre a obesidade infantil e a capacidade cardiorrespiratória: revisão sistemática. *Revista Brasileira Em Promoção Da Saúde*, 118–124. <https://doi.org/10.5020/18061230.2017.p118>
22. Brand, C., Reuter, C. P., Gaya, A. R., Mota, J., Duncan, M., Borfe, L., & Pollo Renner, J. D. (2021). Association between cardiorespiratory fitness and cardiometabolic risk factors in Brazilian children and adolescents: the mediating role of obesity parameters. *Paediatrics and International Child Health*, *41*(2), 93–102. <https://doi.org/10.1080/20469047.2020.1838758>

23. Brand, C., Sehn, A. P., Fochesatto, C. F., de Castro Silveira, J. F., Mota, J., Gomez, D. M., Gaya, A. R., Reuter, C. P., & Renner, J. D. P. (2022). Body fat percentage, cardiorespiratory fitness and arterial blood pressure in children and adolescents: a longitudinal analysis. *BMC Cardiovascular Disorders*, 22(1), 267. <https://doi.org/10.1186/s12872-022-02704-8>
24. Buchan, D. S., Young, J. D., Boddy, L. M., & Baker, J. S. (2014). Independent associations between cardiorespiratory fitness, waist circumference, BMI, and clustered cardiometabolic risk in adolescents. *American Journal of Human Biology*, 26(1), 29–35. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22466>
25. Callender, L. K., Borghese, M. M., & Janssen, I. (2021). Which intensities, types, and patterns of movement behaviors are most strongly associated with cardiometabolic risk factors among children? *Journal of Sport and Health Science*, 10(3), 368–378. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.06.006>
26. Capel, T. L., Vaisberg, M., Araujo, M. P. de, Paiva, R. F. L. de, Santos, J. de M. B. dos, & Bella, Z. I. K. de J.-D. (2014). Influência do índice de massa corpórea, porcentagem de gordura corporal e idade da menarca sobre a capacidade aeróbia (VO2 máx) de alunas do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 36(2), 84–89. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032014000100007>
27. Carayanni, V., Bogdanis, G. C., Vlachopapadopoulou, E., Koutsouki, D., Manios, Y., Karachaliou, F., Psaltopoulou, T., & Michalacos, S. (2022). Predicting VO2max in Children and Adolescents Aged between 6 and 17 Using Physiological Characteristics and Participation in Sport Activities: A Cross-Sectional Study Comparing Different Regression Models Stratified by Gender. *Children*, 9(12), 1935. <https://doi.org/10.3390/children9121935>
28. Chaput, J.-P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., Jago, R., Ortega, F. B., & Katzmarzyk, P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 141. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>
29. Chuck B, & Masurier L. (2014). *Fitness for Life*. (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
30. Cohen, D., López-Jaramillo, P., Fernández-Santos, J., Castro-Piñero, J., & Sandercock, G. (2017). Muscle strength is associated with lower diastolic blood pressure in schoolchildren. *Preventive Medicine*, 95, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.006>
31. Cohen, D., Voss, C., Taylor, M., Stasinopoulos, D., Delextrat, A., & Sandercock, G. (2010). Handgrip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatrica*, 99(7), 1065–1072. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.01723.x>
32. Coquart, J. B., Boitel, G., Borel, B., Matran, R., Mounier-Vehier, C., & Garcin, M. (2014). Effects of a training program at the crossover point on the cluster of metabolic abnormalities and cardiovascular risk factors. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 12(2), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2014.09.002>
33. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J.-P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., & Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
34. Cunha, F. A., Catalão, R. P. G., Midgley, A. W., Gurgel, J., Porto, F., & Farinatti, P. T. v. (2012). Do the speeds defined by the American College of Sports Medicine

- metabolic equation for running produce target energy expenditures during isocaloric exercise bouts? *European Journal of Applied Physiology*, *112*(8), 3019–3026.
<https://doi.org/10.1007/s00421-011-2275-7>
35. de Onis, M. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, *85*(09), 660–667. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497>
 36. Díez-Fernández, A., Sánchez-López, M., Gulías-González, R., Notario-Pacheco, B., Cañete García-Prieto, J., Arias-Palencia, N., & Martínez-Vizcaíno, V. (2015). BMI as a Mediator of the Relationship between Muscular Fitness and Cardiometabolic Risk in Children: A Mediation Analysis. *PLOS ONE*, *10*(1), e0116506.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116506>
 37. DiPietro, L., Dziura, J., Yeckel, C. W., & Neuffer, P. D. (2006). Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *Journal of Applied Physiology*, *100*(1), 142–149.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00474.2005>
 38. Dodds, R. M., Syddall, H. E., Cooper, R., Benzeval, M., Deary, I. J., Dennison, E. M., Der, G., Gale, C. R., Inskip, H. M., Jagger, C., Kirkwood, T. B., Lawlor, D. A., Robinson, S. M., Starr, J. M., Steptoe, A., Tilling, K., Kuh, D., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2014). Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PloS One*, *9*(12), e113637. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113637>
 39. Dong, B., Wang, Z., Arnold, L., Song, Y., Wang, H.-J., & Ma, J. (2016). The association between blood pressure and grip strength in adolescents: does body mass index matter? *Hypertension Research*, *39*(12), 919–925.
<https://doi.org/10.1038/hr.2016.84>
 40. Edelson, L. R., Mathias, K. C., Fulgoni, V. L., & Karagounis, L. G. (2015a). Screen-based sedentary behavior and associations with functional strength in 6–15 year-old children in the United States. *BMC Public Health*, *16*(1), 116.
<https://doi.org/10.1186/s12889-016-2791-9>
 41. Edelson, L. R., Mathias, K. C., Fulgoni, V. L., & Karagounis, L. G. (2015b). Screen-based sedentary behavior and associations with functional strength in 6–15 year-old children in the United States. *BMC Public Health*, *16*(1), 116.
<https://doi.org/10.1186/s12889-016-2791-9>
 42. Ervin, R. B., Fryar, C. D., Wang, C.-Y., Miller, I. M., & Ogden, C. L. (2014). Strength and body weight in US children and adolescents. *Pediatrics*, *134*(3), e782-9.
<https://doi.org/10.1542/peds.2014-0794>
 43. Evaristo, S., Moreira, C., Lopes, L., Oliveira, A., Abreu, S., Agostinis-Sobrinho, C., Oliveira-Santos, J., Póvoas, S., Santos, R., & Mota, J. (2019). Muscular fitness and cardiorespiratory fitness are associated with health-related quality of life: Results from labmed physical activity study. *Journal of Exercise Science & Fitness*, *17*(2), 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2019.01.002>
 44. Fatima, Y., Doi, S. A. R., & Mamun, A. A. (2015). Longitudinal impact of sleep on overweight and obesity in children and adolescents: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis. *Obesity Reviews*, *16*(2), 137–149.
<https://doi.org/10.1111/obr.12245>
 45. *Fitness Measures and Health Outcomes in Youth*. (2012). National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/13483>
 46. Fleming, S., Thompson, M., Stevens, R., Heneghan, C., Plüddemann, A., Maconochie, I., Tarassenko, L., & Mant, D. (2011). Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of

- observational studies. *The Lancet*, 377(9770), 1011–1018.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62226-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62226-X)
47. Flynn, J. T., Kaelber, D. C., Baker-Smith, C. M., Blowey, D., Carroll, A. E., Daniels, S. R., de Ferranti, S. D., Dionne, J. M., Falkner, B., Flinn, S. K., Gidding, S. S., Goodwin, C., Leu, M. G., Powers, M. E., Rea, C., Samuels, J., Simasek, M., Thaker, V. v., & Urbina, E. M. (2017). Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 140(3).
<https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904>
 48. Foster, C., Jackson, A. S., Pollock, M. L., Taylor, M. M., Hare, J., Sennett, S. M., Rod, J. L., Sarwar, M., & Schmidt, D. H. (1984). Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *American Heart Journal*, 107(6), 1229–1234. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(84\)90282-5](https://doi.org/10.1016/0002-8703(84)90282-5)
 49. Galkina, E., & Ley, K. (2009). Immune and Inflammatory Mechanisms of Atherosclerosis. *Annual Review of Immunology*, 27(1), 165–197.
<https://doi.org/10.1146/annurev.immunol.021908.132620>
 50. García-Hermoso, A., Ramírez-Campillo, R., & Izquierdo, M. (2019). Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Medicine*, 49(7), 1079–1094. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01098-6>
 51. Gómez-Campos, R., Andruske, C. L., Arruda, M. de, Sulla-Torres, J., Pacheco-Carrillo, J., Urra-Albornoz, C., & Cossio-Bolaños, M. (2018). Normative data for handgrip strength in children and adolescents in the Maule Region, Chile: Evaluation based on chronological and biological age. *PLOS ONE*, 13(8), e0201033.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201033>
 52. Górnicka, M., Hamulka, J., Wadolowska, L., Kowalkowska, J., Kostyra, E., Tomaszewska, M., Czezelewski, J., & Bronkowska, M. (2020). Activity–Inactivity Patterns, Screen Time, and Physical Activity: The Association with Overweight, Central Obesity and Muscle Strength in Polish Teenagers. Report from the ABC of Healthy Eating Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7842. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217842>
 53. He, Q., Wong, T., Du, L., Jiang, Z., Yu, T. I., Qiu, H., Gao, Y., Liu, W., & Wu, J. (2011). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity among Chinese children. *Preventive Medicine*, 52(2), 109–113.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.11.005>
 54. Healy, G. N., Matthews, C. E., Dunstan, D. W., Winkler, E. A. H., & Owen, N. (2011). Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003–06. *European Heart Journal*, 32(5), 590–597.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq451>
 55. Hepping, A. M., Ploegmakers, J. J. W., Geertzen, J. H. B., Bulstra, S. K., & Stevens, M. (2015). The Influence of Hand Preference on Grip Strength in Children and Adolescents; A Cross-Sectional Study of 2284 Children and Adolescents. *PLOS ONE*, 10(11), e0143476. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143476>
 56. Hilton, T. N., Tuttle, L. J., Bohnert, K. L., Mueller, M. J., & Sinacore, D. R. (2008). Excessive Adipose Tissue Infiltration in Skeletal Muscle in Individuals With Obesity, Diabetes Mellitus, and Peripheral Neuropathy: Association With Performance and Function. *Physical Therapy*, 88(11), 1336–1344. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080079>
 57. Holmgren, A., Niklasson, A., Nierop, A. F. M., Gelerander, L., Aronson, A. S., Sjöberg, A., Lissner, L., & Albertsson-Wikland, K. (2017). Pubertal height gain is inversely related to peak BMI in childhood. *Pediatric Research*, 81(3), 448–454.
<https://doi.org/10.1038/pr.2016.253>

58. Hu, G., Jousilahti, P., Antikainen, R., Katzmarzyk, P. T., & Tuomilehto, J. (2010). Joint Effects of Physical Activity, Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist-to-Hip Ratio on the Risk of Heart Failure. *Circulation*, *121*(2), 237–244. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.887893>
59. Hurtig-Wennlöf, A., Ruiz, J. R., Harro, M., & Sjöström, M. (2007). Cardiorespiratory fitness relates more strongly than physical activity to cardiovascular disease risk factors in healthy children and adolescents: the European Youth Heart Study. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, *14*(4), 575–581. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32808c67e3>
60. Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *79*(3), 379–384. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.3.379>
61. Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *7*(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40>
62. Kaess, B. M., Józwiak, J., Nelson, C. P., Lukas, W., Mastej, M., Windak, A., Tomasik, T., Grzeszczak, W., Tykarski, A., Gąsowski, J., Ślęzak-Prochazka, I., Ślęzak, A., Charchar, F. J., Sattar, N., Thompson, J. R., Samani, N. J., & Tomaszewski, M. (2014). The Relation of Rapid Changes in Obesity Measures to Lipid Profile - Insights from a Nationwide Metabolic Health Survey in 444 Polish Cities. *PLoS ONE*, *9*(1), e86837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086837>
63. Kang, S.-J., Ha, G.-C., & Ko, K.-J. (2017). Association between resting heart rate, metabolic syndrome and cardiorespiratory fitness in Korean male adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, *15*(1), 27–31. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.06.001>
64. Kim, K. K., Lee, K. R., & Hwang, I. C. (2020). Association between handgrip strength and cardiovascular risk factors among Korean adolescents. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, *33*(9), 1213–1217. <https://doi.org/10.1515/jpem-2020-0167>
65. Klasson-Heggebo, L. (2006). Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents * Commentary. *British Journal of Sports Medicine*, *40*(1), 25–29. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.016113>
66. Klimcakova, E., Polak, J., Moro, C., Hejnova, J., Majercik, M., Viguerie, N., Berlan, M., Langin, D., & Stich, V. (2006). Dynamic Strength Training Improves Insulin Sensitivity without Altering Plasma Levels and Gene Expression of Adipokines in Subcutaneous Adipose Tissue in Obese Men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *91*(12), 5107–5112. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-0382>
67. Kolimechkov, S., Petrov, L., Alexandrova, A., & Cholakov, K. (2018). *BeepShuttle Junior: Software for the Administration of the 20m Shuttle Run Test in Children and Adolescents. 1*, 35–40.
68. Koutlianos, N., Dimitros, E., Metaxas, T., Cansiz, M., Deligiannis, A., & Kouidi, E. (2013). Indirect estimation of VO₂max in athletes by ACSM's equation: valid or not? *Hippokratia*, *17*(2), 136–140.
69. Kuk, J. L., & Lee, S. (2021). Assessing the utility of cardiorespiratory fitness, visceral fat, and liver fat in predicting changes in insulin sensitivity beyond simple changes in body weight after exercise training in adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *46*(1), 55–62. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0284>
70. Lad, U. P. (2013). A Study on the Correlation Between the Body Mass Index (BMI), the Body Fat Percentage, the Handgrip Strength and the Handgrip Endurance in Underweight, Normal Weight and Overweight Adolescents. *JOURNAL OF*

CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH.

<https://doi.org/10.7860/JCDR/2012/5026.2668>

71. Laitinen, T. T., Saner, C., Nuotio, J., Sabin, M. A., Fraser, B. J., Harcourt, B., Juonala, M., Burgner, D. P., & Magnussen, C. G. (2020). Lower grip strength in youth with obesity identifies those with increased cardiometabolic risk. *Obesity Research & Clinical Practice*, *14*(3), 286–289. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2020.04.004>
72. Lakka, T. A., & Laaksonen, D. E. (2007). Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *32*(1), 76–88. <https://doi.org/10.1139/h06-113>
73. LAKKA, T. A., LAAKSONEN, D. E., LAKKA, H.-M., M??NNIKK??, N., NISKANEN, L. K., RAURAMAA, R., & SALONEN, J. T. (2003). Sedentary Lifestyle, Poor Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(8), 1279–1286. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000079076.74931.9A>
74. Lang, J. J., Belanger, K., Poitras, V., Janssen, I., Tomkinson, G. R., & Tremblay, M. S. (2018). Systematic review of the relationship between 20m shuttle run performance and health indicators among children and youth. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *21*(4), 383–397. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.08.002>
75. Léger, L., Lambert, J., Goulet, A., Rowan, C., & Dinelle, Y. (1984). [Aerobic capacity of 6 to 17-year-old Quebecois--20 meter shuttle run test with 1 minute stages]. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences. Journal Canadien Des Sciences Appliquees Au Sport*, *9*(2), 64–69.
76. Leong, D. P., Teo, K. K., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Avezum, A., Orlandini, A., Seron, P., Ahmed, S. H., Rosengren, A., Kelishadi, R., Rahman, O., Swaminathan, S., Iqbal, R., Gupta, R., Lear, S. A., Oguz, A., Yusuf, K., Zatonska, K., Chifamba, J., ... Yusuf, S. (2015). Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *The Lancet*, *386*(9990), 266–273. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62000-6)
77. Li, K., Hewson, D. J., Duchêne, J., & Hogrel, J.-Y. (2010). Predicting maximal grip strength using hand circumference. *Manual Therapy*, *15*(6), 579–585. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.06.010>
78. Liu, Y., Yin, X., Zhang, F., Li, Y., Bi, C., Sun, Y., Li, M., & Zhang, T. (2022). Relationship between waist circumference and cardiorespiratory fitness in Chinese children and adolescents: Results from a cross-sectional survey. *Journal of Exercise Science & Fitness*, *20*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2021.10.004>
79. López-Martínez, S., Sánchez-López, M., Solera-Martínez, M., Arias-Palencia, N., Fuentes-Chacón, R. M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2013). Physical Activity, Fitness, and Metabolic Syndrome in Young Adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *23*(4), 312–321. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.4.312>
80. Lurbe, E., Agabiti-Rosei, E., Cruickshank, J. K., Dominiczak, A., Erdine, S., Hirth, A., Invitti, C., Litwin, M., Mancia, G., Pall, D., Rascher, W., Redon, J., Schaefer, F., Seeman, T., Sinha, M., Stabouli, S., Webb, N. J., Wühl, E., & Zanchetti, A. (2016). 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *Journal of Hypertension*, *34*(10), 1887–1920. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001039>
81. Magnussen, C. G., Schmidt, M. D., Dwyer, T., & Venn, A. (2012). Muscular fitness and clustered cardiovascular disease risk in Australian youth. *European Journal of Applied Physiology*, *112*(8), 3167–3171. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2286-4>

82. Mak, K.-K., Ho, S.-Y., Lo, W.-S., Thomas, G. N., McManus, A. M., Day, J. R., & Lam, T.-H. (2010). Health-related physical fitness and weight status in Hong Kong adolescents. *BMC Public Health*, *10*(1), 88. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-88>
83. Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho e Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(13), 852–859. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
84. Manzano-Carrasco, S., Felipe, J. L., Sanchez-Sanchez, J., Hernandez-Martin, A., Gallardo, L., & Garcia-Unanue, J. (2020). Weight Status, Adherence to the Mediterranean Diet, and Physical Fitness in Spanish Children and Adolescents: The Active Health Study. *Nutrients*, *12*(6), 1680. <https://doi.org/10.3390/nu12061680>
85. MARQUES, A., SANTOS, R., EKELUND, U., & SARDINHA, L. B. (2015). Association between Physical Activity, Sedentary Time, and Healthy Fitness in Youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *47*(3), 575–580. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000426>
86. Marques-Vidal, P., Marcelino, G., Ravasco, P., Oliveira, J. M., & Paccaud, F. (2010). Increased body fat is independently and negatively related with cardiorespiratory fitness levels in children and adolescents with normal weight. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, *17*(6), 649–654. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e328336975e>
87. McAloon, C. J., Boylan, L. M., Hamborg, T., Stallard, N., Osman, F., Lim, P. B., & Hayat, S. A. (2016). The changing face of cardiovascular disease 2000–2012: An analysis of the world health organisation global health estimates data. *International Journal of Cardiology*, *224*, 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.09.026>
88. McLean, R. R., Shardell, M. D., Alley, D. E., Cawthon, P. M., Fragala, M. S., Harris, T. B., Kenny, A. M., Peters, K. W., Ferrucci, L., Guralnik, J. M., Kritchevsky, S. B., Kiel, D. P., Vassileva, M. T., Xue, Q.-L., Perera, S., Studenski, S. A., & Dam, T.-T. L. (2014). Criteria for Clinically Relevant Weakness and Low Lean Mass and Their Longitudinal Association With Incident Mobility Impairment and Mortality: The Foundation for the National Institutes of Health (FNIH) Sarcopenia Project. *The Journals of Gerontology: Series A*, *69*(5), 576–583. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu012>
89. Mercê, C., Branco, M., Rodrigues-Ferreira, M., Vences Brito, A., Catela, D., Seabra, A. P., Milheiro, V., & Cynarski, W. (2021). The Influence of Sport Practices on Body Composition, Maturation and Maximum Oxygen uptake in children and youth (La influencia de las prácticas deportivas en la composición corporal, la maduración y la absorción máxima de oxígeno en niños y jóvenes). *Retos*, *44*, 649–658. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90968>
90. Mertens, E., Clarys, P., Lefevre, J., Charlier, R., Knaeps, S., & Deforche, B. (2016). Longitudinal Study on the Association Between Cardiorespiratory Fitness, Anthropometric Parameters and Blood Lipids. *Journal of Physical Activity and Health*, *13*(5), 467–473. <https://doi.org/10.1123/jpah.2015-0378>
91. Mintjens, S., Menting, M. D., Daams, J. G., van Poppel, M. N. M., Roseboom, T. J., & Gemke, R. J. B. J. (2018). Cardiorespiratory Fitness in Childhood and Adolescence Affects Future Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Medicine*, *48*(11), 2577–2605. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0974-5>
92. Mohammed, Z., & Abelatif, H. (2016). Height versus Weight which Cassel Parameter Determine Pulmonary Functions Fitness among the Algerians Soccer Players. *Journal*

- of Pulmonary & Respiratory Medicine*, 6(3). <https://doi.org/10.4172/2161-105X.1000353>
93. Monteiro, P. A., Chen, K. Y., Lira, F. S., Saraiva, B. T. C., Antunes, B. M. M., Campos, E. Z., & Freitas, I. F. (2015). Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. *Lipids in Health and Disease*, 14(1), 153. <https://doi.org/10.1186/s12944-015-0152-9>
 94. Moreno, L. A., Rodríguez, G., Fleta, J., Bueno-Lozano, M., Lázaro, A., & Bueno, G. (2010). Trends of Dietary Habits in Adolescents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(2), 106–112. <https://doi.org/10.1080/10408390903467480>
 95. Morikawa, S. Y., Fujihara, K., Hatta, M., Osawa, T., Ishizawa, M., Yamamoto, M., Furukawa, K., Ishiguro, H., Matsunaga, S., Ogawa, Y., Shimano, H., & Sone, H. (2018). Relationships among cardiorespiratory fitness, muscular fitness, and cardiometabolic risk factors in Japanese adolescents: Niigata screening for and preventing the development of non-communicable disease study-Agano (NICE EVIDENCE Study-Agano) 2. *Pediatric Diabetes*, 19(4), 593–602. <https://doi.org/10.1111/pedi.12623>
 96. MURRAY, P. G., & CLAYTON, P. E. (2013). Endocrine Control of Growth. *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics*, 163(2), 76–85. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31357>
 97. Newman, D. G., Pearn, J., Barnes, A., Young, C. M., Kehoe, M., & Newman, J. (1984). Norms for hand grip strength. *Archives of Disease in Childhood*, 59(5), 453–459. <https://doi.org/10.1136/adc.59.5.453>
 98. Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagströmer, M., Ottevaere, C., Nagy, E., Konsta, O., Rey-López, J. P., Polito, A., Dietrich, S., Plada, M., Béghin, L., Manios, Y., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2008). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *International Journal of Obesity*, 32(S5), S49–S57. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.183>
 99. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Moreno, L. A., González-Gross, M., Wärnberg, J., Gutiérrez, A., & Grupo AVENA. (2005). [Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study)]. *Revista Espanola de Cardiologia*, 58(8), 898–909.
 100. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
 101. Ortega, F. B., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ*, 345(nov20 3), e7279–e7279. <https://doi.org/10.1136/bmj.e7279>
 102. Page, J. H., Rexrode, K. M., Hu, F., Albert, C. M., Chae, C. U., & Manson, J. E. (2009). Waist-Height Ratio as a Predictor of Coronary Heart Disease Among Women. *Epidemiology*, 20(3), 361–366. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31819f38f1>
 103. Parent, A.-S., Teilmann, G., Juul, A., Skakkebaek, N. E., Toppari, J., & Bourguignon, J.-P. (2003). The Timing of Normal Puberty and the Age Limits of Sexual Precocity: Variations around the World, Secular Trends, and Changes after Migration. *Endocrine Reviews*, 24(5), 668–693. <https://doi.org/10.1210/er.2002-0019>
 104. Pate, R. R., Wang, C.-Y., Dowda, M., Farrell, S. W., & O'Neill, J. R. (2006). Cardiorespiratory Fitness Levels Among US Youth 12 to 19 Years of Age. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 160(10), 1005. <https://doi.org/10.1001/archpedi.160.10.1005>

105. Pepera, G., Hadjiandrea, S., Iliadis, I., Sandercock, G. R. H., & Batalik, L. (2022). Associations between cardiorespiratory fitness, fatness, hemodynamic characteristics, and sedentary behaviour in primary school-aged children. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *14*(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00411-7>
106. Peterson, M. D., Gordon, P. M., Smeding, S., & Visich, P. (2018). Grip Strength Is Associated with Longitudinal Health Maintenance and Improvement in Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, *202*, 226–230. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.07.020>
107. Peterson, M. D., Saltarelli, W. A., Visich, P. S., & Gordon, P. M. (2014). Strength Capacity and Cardiometabolic Risk Clustering in Adolescents. *Pediatrics*, *133*(4), e896–e903. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3169>
108. Pieterse, S., Manandhar, M., & Ismail, S. (2002). The association between nutritional status and handgrip strength in older Rwandan refugees. *European Journal of Clinical Nutrition*, *56*(10), 933–939. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601443>
109. Pizzigalli, L., Micheletti Cremasco, M., la Torre, A., Rainoldi, A., & Benis, R. (2017). Hand grip strength and anthropometric characteristics in Italian female national basketball teams. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *57*(5). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06272-1>
110. Ploegmakers, J. J. W., Hepping, A. M., Geertzen, J. H. B., Bulstra, S. K., & Stevens, M. (2013). Grip strength is strongly associated with height, weight and gender in childhood: a cross sectional study of 2241 children and adolescents providing reference values. *Journal of Physiotherapy*, *59*(4), 255–261. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70202-9](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70202-9)
111. Prince, S. A., Adamo, K. B., Hamel, M., Hardt, J., Connor Gorber, S., & Tremblay, M. (2008). A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *5*(1), 56. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-56>
112. Prista, A., Maia, J. A. R., Damasceno, A., & Beunen, G. (2003). Anthropometric indicators of nutritional status: implications for fitness, activity, and health in school-age children and adolescents from Maputo, Mozambique. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *77*(4), 952–959. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.4.952>
113. Raghuvveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., Perak, A. M., Baker-Smith, C., Pietris, N., & Edwards, N. M. (2020). Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, *142*(7). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866>
114. Ramírez-Vélez, R., Tordecilla-Sanders, A., Correa-Bautista, J. E., Peterson, M. D., & Garcia-Hermoso, A. (2016). Handgrip Strength and Ideal Cardiovascular Health among Colombian Children and Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, *179*, 82–89.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.08.099>
115. Ravisankar, P., Madanmohan, Udupa, K., & Prakash, E. S. (2005). Correlation between body mass index and blood pressure indices, handgrip strength and handgrip endurance in underweight, normal weight and overweight adolescents. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, *49*(4), 455–461.
116. Redón, P., Grassi, G., Redon, J., Álvarez-Pitti, J., & Lurbe, E. (2020). Identifying poor cardiorespiratory fitness in overweight and obese children and adolescents by using heart rate variability analysis under resting conditions. *Blood Pressure*, *29*(1), 13–20. <https://doi.org/10.1080/08037051.2019.1700777>
117. Reiter, D. A., Bellissimo, M. P., Zhou, L., Boebinger, S., Wells, G. D., Jones, D. P., Ziegler, T. R., Alvarez, J. A., & Fleischer, C. C. (2023). Increased Adiposity is

- Associated with Altered Skeletal Muscle Energetics. *Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00387.2022>
118. Rey-López, J. P., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Verloigne, M., Vicente-Rodriguez, G., Gracia-Marco, L., Gottrand, F., Molnar, D., Widhalm, K., Zaccaria, M., Cuenca-García, M., Sjöström, M., de Bourdeaudhuij, I., & Moreno, L. A. (2012). Reliability and validity of a screen time-based sedentary behaviour questionnaire for adolescents: The HELENA study. *European Journal of Public Health*, *22*(3), 373–377. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr040>
 119. Rioux, B. v., Kuwornu, P., Sharma, A., Tremblay, M. S., McGavock, J. M., & Sénéchal, M. (2017). Association Between Handgrip Muscle Strength and Cardiometabolic z-Score in Children 6 to 19 Years of Age: Results from the Canadian Health Measures Survey. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, *15*(7), 379–384. <https://doi.org/10.1089/met.2016.0147>
 120. Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., Wisløff, U., American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Clinical Cardiology, Council on Epidemiology and Prevention, ... Stroke Council. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, *134*(24), e653–e699. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>
 121. Roth, C. L., & Jain, V. (2018). Rising Obesity in Children: A Serious Public Health Concern. *The Indian Journal of Pediatrics*, *85*(6), 461–462. <https://doi.org/10.1007/s12098-018-2639-7>
 122. Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(12), 909–923. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.056499>
 123. Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, *45*(6), 518–524. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.075341>
 124. Ruiz, J. R., Caverro-Redondo, I., Ortega, F. B., Welk, G. J., Andersen, L. B., & Martinez-Vizcaino, V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a red flag? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(23), 1451–1458. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095903>
 125. Ruiz, J. R., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Castillo, M. J., & Gutierrez, A. (2006). Hand Span Influences Optimal Grip Span in Male and Female Teenagers. *The Journal of Hand Surgery*, *31*(8), 1367–1372. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.06.014>
 126. Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Rizzo, N. S., Villa, I., Hurtig-Wennlöf, A., Oja, L., & Sjöström, M. (2007). High Cardiovascular Fitness Is Associated with Low Metabolic Risk Score in Children: The European Youth Heart Study. *Pediatric Research*, *61*(3), 350–355. <https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e318030d1bd>
 127. Ruiz, J. R., Sui, X., Lobelo, F., Lee, D., Morrow, J. R., Jackson, A. W., Hébert, J. R., Matthews, C. E., Sjöström, M., & Blair, S. N. (2009). Muscular Strength and

- Adiposity as Predictors of Adulthood Cancer Mortality in Men. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 18(5), 1468–1476.
<https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-08-1075>
128. Sandercock, G. R. H., Alibrahim, M., & Bellamy, M. (2016). Media device ownership and media use: Associations with sedentary time, physical activity and fitness in English youth. *Preventive Medicine Reports*, 4, 162–168.
<https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.05.013>
 129. Santana, C. C. A., Azevedo, L. B., Cattuzzo, M. T., Hill, J. O., Andrade, L. P., & Prado, W. L. (2017). Physical fitness and academic performance in youth: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(6), 579–603. <https://doi.org/10.1111/sms.12773>
 130. Santos, R., Mota, J., Okely, A. D., Pratt, M., Moreira, C., Coelho-e-Silva, M. J., Vale, S., & Sardinha, L. B. (2014). The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. *British Journal of Sports Medicine*, 48(20), 1508–1512. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091610>
 131. Sawyer, S. M., Azzopardi, P. S., Wickremarathne, D., & Patton, G. C. (2018). The age of adolescence. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 2(3), 223–228.
[https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30022-1](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30022-1)
 132. Sayer, A. A., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Martin, H. J., Phillips, D. I. W., Cooper, C., & Byrne, C. D. (2007). Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *QJM*, 100(11), 707–713.
<https://doi.org/10.1093/qjmed/hcm095>
 133. Shultz, S. P., Anner, J., & Hills, A. P. (2009). Paediatric obesity, physical activity and the musculoskeletal system. *Obesity Reviews*, 10(5), 576–582.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2009.00587.x>
 134. Silva, D. A. S., Lima, T. R. de, & Tremblay, M. S. (2018). Association between Resting Heart Rate and Health-Related Physical Fitness in Brazilian Adolescents. *BioMed Research International*, 2018, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2018/3812197>
 135. Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D., & Lubans, D. R. (2014). The Health Benefits of Muscular Fitness for Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 44(9), 1209–1223. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>
 136. Sorop, O., Olver, T. D., van de Wouw, J., Heinonen, I., van Duin, R. W., Duncker, D. J., & Merkus, D. (2017). The microcirculation: a key player in obesity-associated cardiovascular disease. *Cardiovascular Research*, 113(9), 1035–1045.
<https://doi.org/10.1093/cvr/cvx093>
 137. STEENE-JOHANNESSEN, J., ANDERSSSEN, S. A., KOLLE, E., & ANDERSEN, L. B. (2009). Low Muscle Fitness Is Associated with Metabolic Risk in Youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1361–1367.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31819aaae5>
 138. STEENE-JOHANNESSEN, J., KOLLE, E., ANDERSEN, L. B., & ANDERSSSEN, S. A. (2013). Adiposity, Aerobic Fitness, Muscle Fitness, and Markers of Inflammation in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(4), 714–721.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279707a>
 139. Tam, C. S., Clément, K., Baur, L. A., & Tordjman, J. (2010). Obesity and low-grade inflammation: a paediatric perspective. *Obesity Reviews*, 11(2), 118–126.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2009.00674.x>
 140. Thivel, D., Ring-Dimitriou, S., Weghuber, D., Frelut, M.-L., & O'Malley, G. (2016). Muscle Strength and Fitness in Pediatric Obesity: a Systematic Review from

- the European Childhood Obesity Group. *Obesity Facts*, 9(1), 52–63.
<https://doi.org/10.1159/000443687>
141. Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., Lang, J. J., & Ortega, F. B. (2018). European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9–17 years: results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1445–1456. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098253>
 142. Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Blanchard, J., Léger, L. A., & Tremblay, M. S. (2019a). The 20-m Shuttle Run: Assessment and Interpretation of Data in Relation to Youth Aerobic Fitness and Health. *Pediatric Exercise Science*, 31(2), 152–163. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0179>
 143. Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Blanchard, J., Léger, L. A., & Tremblay, M. S. (2019b). The 20-m Shuttle Run: Assessment and Interpretation of Data in Relation to Youth Aerobic Fitness and Health. *Pediatric Exercise Science*, 31(2), 152–163. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0179>
 144. Tomkinson, G. R., Lang, J. J., & Tremblay, M. S. (2019). Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of children and adolescents representing 19 high-income and upper middle-income countries between 1981 and 2014. *British Journal of Sports Medicine*, 53(8), 478–486. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097982>
 145. Tran, A. H., & Urbina, E. M. (2020). Hypertension in children. *Current Opinion in Cardiology*, 35(4), 376–380. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000744>
 146. Turaihi, A. H., Serné, E. H., Molthoff, C. F. M., Koning, J. J., Knol, J., Niessen, H. W., Goumans, M. J. T. H., van Poelgeest, E. M., Yudkin, J. S., Smulders, Y. M., Jimenez, C. R., van Hinsbergh, V. W. M., & Eringa, E. C. (2020). Perivascular Adipose Tissue Controls Insulin-Stimulated Perfusion, Mitochondrial Protein Expression, and Glucose Uptake in Muscle Through Adipomuscular Arterioles. *Diabetes*, 69(4), 603–613. <https://doi.org/10.2337/db18-1066>
 147. Tuttle, L. J., Sinacore, D. R., & Mueller, M. J. (2012). Intermuscular Adipose Tissue Is Muscle Specific and Associated with Poor Functional Performance. *Journal of Aging Research*, 2012, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2012/172957>
 148. van der HEIJDEN, G.-J., WANG, Z. J., CHU, Z., TOFFOLO, G., MANESSO, E., SAUER, P. J. J., & SUNEHAG, A. L. (2010). Strength Exercise Improves Muscle Mass and Hepatic Insulin Sensitivity in Obese Youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(11), 1973–1980. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181df16d9>
 149. VOSS, C., & SANDERCOCK, G. (2010). Aerobic Fitness and Mode of Travel to School in English Schoolchildren. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(2), 281–287. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b11bdc>
 150. Wang, Y., & Lobstein, T. (2006). Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1(1), 11–25. <https://doi.org/10.1080/17477160600586747>
 151. Wang, Y.-C., Bohannon, R. W., Li, X., Sindhu, B., & Kapellusch, J. (2018). Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 48(9), 685–693. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7851>
 152. Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2008). Is body composition important for paediatricians?: Figure 1. *Archives of Disease in Childhood*, 93(2), 168–172. <https://doi.org/10.1136/adc.2007.115741>
 153. Wind, A. E., Takken, T., Helders, P. J. M., & Engelbert, R. H. H. (2010). Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and

- young adults? *European Journal of Pediatrics*, 169(3), 281–287.
<https://doi.org/10.1007/s00431-009-1010-4>
154. Witt, K. A., & Bush, E. A. (2005). College athletes with an elevated body mass index often have a high upper arm muscle area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(4), 599–602. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.01.008>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α – Έγκριση μελέτης από την Επιτροπή Ηθικής



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
3^ο χλμ ΠΕΟ Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132
Τηλ.: 2231060176-177, email: g-physio@uth.gr

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Λαμία 7-11-2022
Αριθμ. Πρωτ.:1147

Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο:
Μοντελοποίηση των συσχετισμών μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε νεαρούς αθλητές σχολικής ηλικίας.

Επιστημονικώς υπεύθυνος/η – επιβλέπων/πουσα: Πέπερα Γαρυφαλλιά

Ιδιότητα: Επίκουρος Καθηγήτριας

Τμήμα: Φυσικοθεραπείας

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κύριος/α ερευνητής/τρια - φοιτητής/τρια: Καραγιάννη Ελένη

Πρόγραμμα Σπουδών: ΠΜΣ Προηγμένη Φυσικοθεραπεία

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Φυσικοθεραπείας

Η προτεινόμενη έρευνα αποτελεί: (βάλτε το γράμμα X δίπλα από το είδος της έρευνας)

Ερευνητικό πρόγραμμα Διπλωματική εργασία Μεταπτυχιακή έρευνα X
Διδακτορική Έρευνα Ανεξάρτητη έρευνα

Τηλ. επικοινωνίας:

E-mail επικοινωνίας:

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την συνεδρίασή της, στις 4-11-2022 **εγκρίνει** τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της Εσωτερικής
Επιτροπής Δεοντολογίας του
Τμήματος Φυσικοθεραπείας

Ιωάννης Πουλής
Αναπλ. Καθηγητής

Παράρτημα Β – Έντυπα ενημέρωσης και συναίνεσης



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

3^ο χλμ ΠΕΟ Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132

Τηλ.: 2231060176-177, email: g-physio@uth.gr

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή

Τίτλος της ερευνητικής εργασίας:

«Μοντελοποίηση των συσχετισμών μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε νεαρούς αθλητές καλαθοσφαίρισης σχολικής ηλικίας»

Παράγραφος πρόσκλησης του ατόμου στην έρευνα:

Σας καλούμε να λάβετε μέρος στην έρευνα που διεξάγει το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το τμήμα Φυσικοθεραπείας. Πριν αποφασίσετε αν θέλετε να λάβετε μέρος είναι σημαντικό να διαβάσετε τις παρακάτω πληροφορίες για να καταλάβετε γιατί πραγματοποιούμε την μελέτη και τι προσπαθούμε να βρούμε. Δεν είναι ανάγκη να μας απαντήσετε αμέσως, αν επιθυμείτε μπορείτε να συζητήσετε και με άλλους και κατόπιν απαντήστε μας αν θέλετε να συμμετάσχετε ή όχι. Αν οτιδήποτε δεν είναι ξεκάθαρο μπορείτε να ρωτήσετε για να σας δώσουμε περισσότερες πληροφορίες.

Ποιος είναι ο σκοπός της μελέτης;

Η μελέτη διεξάγεται στο πλαίσιο υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Μοντελοποίηση των συσχετισμών μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε νεαρούς αθλητές καλαθοσφαίρισης σχολικής ηλικίας».

Ο γενικός στόχος της έρευνας είναι να μελετήσει και να διερευνήσει τη συσχέτιση μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε νεαρούς αθλητές σχολικής ηλικίας. Η φυσική κατάσταση αναγνωρίζεται ευρέως ως ένας ισχυρός δείκτης που σχετίζεται με την υγεία, τόσο στην παιδική όσο και στην ενήλικη ζωή και είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της τρέχουσας και μελλοντικής κατάστασης της υγείας.

Οι μελέτες σε παιδιά και εφήβους είναι σημαντικές διότι γίνεται η έγκαιρη ανίχνευση και διάγνωση και αυξάνει η σημασία της πρόληψης όσων αφορά τις μεταβολικές ανισορροπίες και την κλινική εικόνα. Η όσο το δυνατόν πιο πρόωρη αξιολόγηση θα επιφέρει

προληπτικά μέτρα αντιστάθμισης των διαφόρων προβλημάτων που μπορεί να επέλθουν. Οι προληπτικές δράσεις της δημόσιας πολιτικής θα πρέπει πάντα να επανελέγχονται και να σχεδιάζονται ώστε να περιορίζονται οι επιπλοκές όσο οι νέοι αναπτύσσονται και μεγαλώνουν.

Γιατί επιλέχθηκα;

Ο λόγος που επιλεχθήκατε είναι εξαιτίας της συμμετοχής σας στην ομάδα καλαθοσφαίρισης, στην πόλη της Λαμίας. Η ομάδα Έσπερος δύναται να συμμετέχει στην αρχή της προπονητικής περιόδου σε αξιολογήσεις που θα αντικατοπτρίζουν τη φυσική κατάσταση των αθλητών και θα είναι προς όφελός τους για τη δόμηση του προγράμματος άσκησης.

Είναι υποχρεωτικό να λάβω μέρος;

Είναι δική σας απόφαση αν θα λάβετε μέρος ή όχι. Αν αποφασίσετε τελικά να λάβετε μέρος θα σας δοθεί ένα έντυπο που ονομάζεται *Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση* για να το υπογράψετε. Έχετε πάντα το δικαίωμα να αποσυρθείτε από την μελέτη ακόμα και μετά την υπογραφή σας χωρίς να υποχρεούστε να δώσετε καμία εξήγηση. Η απόφασή σας να μην συμμετέχετε δεν θα επηρεάσει την παροχή υπηρεσιών από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το τμήμα Φυσικοθεραπείας .

Τι θα γίνει από τη στιγμή που θα αποφασίσω να λάβω μέρος στην μελέτη;

Οι μετρήσεις θα πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της προγραμματισμένης προπόνησης των νεαρών αθλητών. Κάθε συμμετέχων ή ο φροντιστής του θα λάβει ένα έντυπο πληροφοριών για τις επικείμενες μετρήσεις, τη γραπτή συγκατάθεση και το ερωτηματολόγιο Διεθνούς Φυσικής Δραστηριότητας εφήβων (IPAQ-A), σχετικά με τον χρόνο που αφιερώνεται για παρακολούθηση σε οθόνη ηλεκτρονικής συσκευής. Στη μελέτη θα συμμετέχουν μόνο τα άτομα που επέστρεψαν υπογεγραμμένο το έντυπο συγκατάθεσης από τους γονείς ή τους φροντιστές και συμπληρωμένο το ερωτηματολόγιο. Όλες οι αξιολογήσεις θα πραγματοποιούνται απογευματινές ώρες, με τις περισσότερες (ανθρωπομετρικά, μετρήσεις δύναμης, αιμοδυναμική κατάσταση) να γίνονται πριν τη προπόνηση. Στο τέλος των αξιολογήσεων θα πραγματοποιείται και η υπομέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία (παλίνδρομος τροχασμός 20 μ.). Οι αιματολογικές εξετάσεις θα πραγματοποιηθούν σε προγραμματισμένο ραντεβού από τους ίδιους τους φροντιστές των αθλητών και θα παραδοθούν τα αποτελέσματα έπειτα από συνεννόηση. Όλες οι διαδικασίες αξιολόγησης θα είναι καθοδηγούμενες από τους υπευθύνους για την πραγματοποίηση της μελέτης.

Τι περιορισμοί υπάρχουν;

Δεν υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά τη γενική συμπεριφορά των νεαρών αθλητών. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων οι συμμετέχοντες θα πρέπει να φοράνε ελαφριά

ενδυμασία και να ακολουθούν τα καθορισμένα πρωτόκολλα, για τα οποία θα τους δίνονται οδηγίες. Μόνο σε περίπτωση αδιαθεσίας ή επιθυμίας για διακοπή των αξιολογήσεων, οι συμμετέχοντες έχουν το δικαίωμα να αποσυρθούν. Οι ερευνητές μπορούν να πάρουν επίσης τη πρωτοβουλία να απορρίψουν τη συμμετοχή κάποιου και το γεγονός μαζί με τους λόγους θα αναφερθούν λεπτομερώς.

Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις;

Η μελέτη δεν θα χρησιμοποιεί ασθενείς και δεν θα πραγματοποιηθούν ενέργειες παρέμβασης, παρά μόνο αξιολόγηση και ανθρωπομετρικές μετρήσεις.

Υπάρχουν παρενέργειες;

Για τις μετρήσεις και τις αξιολογήσεις που θα εφαρμοσθούν, δεν έχουν αναφερθεί παρενέργειες, ή ανεπιθύμητα συμβάντα. Θα τηρηθούν όλα τα μέτρα ασφαλείας και θα υπάρχει πάντα επίβλεψη από δύο τουλάχιστον συμμετέχοντες στη μελέτη. Οι συμμετέχοντες μπορούν πάντα ελεύθερα να επικοινωνήσουν οποιαδήποτε ενόχληση, σχετική ή μη με τις διαδικασίες. Επίσης μπορούν να συζητηθούν οποιεσδήποτε απορίες ή ανησυχίες πριν από τις αξιολογήσεις να ζητηθούν ανά πάσα στιγμή επεξηγήσεις.

Πιθανοί κίνδυνοι ή μειονεκτήματα:

Δεν υπάρχουν ή δεν είναι γνωστοί κίνδυνοι και μειονεκτήματα για καμία από τις επιλεγμένες αξιολογήσεις. Καθώς αναφερόμαστε σε αθλητικό πληθυσμό εφηβικής ηλικίας είναι δεδομένη η προηγούμενη συμμετοχή των ατόμων σε αθλητική δραστηριότητα. Ακόμα και αν υπάρξουν άτομα, νέα στον αθλητικό χώρο, οι διαδικασίες μετρήσεων είναι πλήρως ελεγχόμενες. Σε περίπτωση που αποκαλυφθεί στην πορεία κάποια νέα κατάσταση σωματικής ή πνευματικής υγείας ή κάποια ασθένεια, αυτό θα καταγραφεί λεπτομερώς και θα αξιολογηθεί η ικανότητα συμμετοχής και αν θα επηρεαστούν τα αποτελέσματα.

Ποιο είναι το όφελος του εθελοντή;

Η συμμετοχή στην έρευνα είναι απολύτως εθελοντική και δεν υπάρχουν κάποια άμεσα οφέλη για τον συμμετέχοντα από τη συμμετοχή σε αυτή. Τα αποτελέσματα της μελέτης δύναται να έχουν θετικό αντίκτυπο στην αθλητική συμπεριφορά του γενικού πληθυσμού και πιο συγκεκριμένα σε παιδιά και εφήβους σχολικής ηλικίας. Ελπίζουμε να έχει ευεργετική συνέπεια η μελέτη σε εσάς αν και δεν μπορούμε να σας το εγγυηθούμε. Οι πληροφορίες που θα συλλέξουμε θα χρησιμοποιηθούν για μελλοντικούς ασθενείς.

Νέες πληροφορίες έρχονται στο φως από την έρευνα:

Καθώς η μελέτη αφορά την αξιολόγηση και όχι την παρέμβαση, δεν είναι δυνατόν να αποκαλυφθούν πρόσθετες πληροφορίες από αυτές που είναι ήδη γνωστές και στις οποίες βασίζονται τα πρωτόκολλα των μετρήσεων. Αν αποφασίσουν οι ερευνητές να αλλάξουν οποιαδήποτε παράμετρο θα κατατεθεί εκ νέου ένα νέο *Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή* που περιλαμβάνει τα νέα δεδομένα θα σας δοθεί για να το υπογράψετε. Υπάρχει περίπτωση ο ερευνητής σε συνεννόηση με το γιατρό σας να θεωρήσουν ότι βάση των νέων δεδομένων δεν είναι προς το συμφέρον σας να συνεχίσετε να συμμετέχετε. Και σε αυτή την περίπτωση θα σας δοθούν πλήρεις πληροφορίες.

Τι γίνεται όταν τελειώσει η έρευνα;

Οι μετρήσεις μας δεν θα επηρεάσουν σε κανένα βαθμό τους συμμετέχοντες. Επίσης θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα προς όφελος όλων μόνο μετά το πέρας και την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας. Οι συμμετέχοντες, με την ολοκλήρωση των μετρήσεων είναι δυνατόν να συνεχίσουν τη συμμετοχή τους στις καθημερινές και αθλητικές τους δραστηριότητες.

Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα δεν είναι τα αναμενόμενα ή που κάτι θα πάει λάθος:

Δεν υπάρχει κάποιο επιθυμητό αποτέλεσμα ή συμπέρασμα στο οποίο να σκοπεύει να καταλήξει η διπλωματική. Για το λόγο αυτό και δεν δικαιούνται οποιαδήποτε αποζημίωση ή ενίσχυση οι συμμετέχοντες. Ως εκ τούτου δεν θα υπάρχει και μεροληψία απέναντι στην επίδοση των συμμετεχόντων ούτε στις αναμεταξύ τους επιδόσεις. Οι συμμετέχοντες ή οι κηδεμόνες τους μπορούν οποιαδήποτε στιγμή να επικοινωνήσουν, να εκφράσουν απορίες ή παράπονα και αυτά να συζητηθούν ή να καταγραφούν αν κριθεί αναγκαίο.

Θα γίνει γνωστή η συμμετοχή μου στην έρευνα ή θα παραμείνει απόρρητη;

Οι ερευνητές που συμμετέχουν στο παραπάνω έργο δεσμεύονται, για την τήρηση της εχεμύθειας, της εμπιστευτικότητας και του απορρήτου χαρακτήρα δεδομένων και πληροφοριών που πρόκειται να περιέλθουν σε γνώση τους στο πλαίσιο του παραπάνω έργου, βάσει ειδικού όρου της σύμβασης που έχουν υπογράψει με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας αλλά και βάσει της κείμενης νομοθεσίας.

Το ερωτηματολόγιο που θα χρησιμοποιηθεί είναι ανώνυμο, εμπιστευτικό και τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο για τους ερευνητικούς σκοπούς της παρούσας έρευνας. Η ιδιωτικότητά σας από την συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα δεν θίγεται αλλά διαφυλάσσεται, καθώς το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και οι πληροφορίες που αντλούνται μέσω των ερωτήσεων δεν μπορούν να οδηγήσουν στην αποκάλυψη της ταυτότητάς σας

Τι θα γίνει με τα αποτελέσματα της μελέτης/έρευνας;

Αποτελέσματα αυτής της έρευνας πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε επιστημονικές δημοσιεύσεις, ανακοινώσεις σε συνέδρια, καθώς και στον ιστότοπο του ερευνητικού

έργου. Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σε συνοπτική μορφή και το όνομα ή η ταυτότητά σας **δεν θα μπορούν** να προσδιοριστούν σε καμία δημοσίευση, συνεδριακή ανακοίνωση ή δημόσια ανάρτηση.

Για οποιοδήποτε ζήτημα Ηθικής και Δεοντολογίας κατά την διεξαγωγή της έρευνας μπορείτε να απευθύνεστε στην Επιτροπή ehde@uth.gr. Για περισσότερες πληροφορίες που αφορούν το σκοπό της έρευνας καθώς και την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου μπορείτε να επικοινωνήσετε με την κ. Καραγιάννη Ελένη (elkaragiann@uth.gr). Επιστημονικά Υπεύθυνος του έργου είναι η Καθηγήτρια xxx (email: xxx@gmail.com).

Περισσότερες πληροφορίες;

Πολιτική Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων στην Έρευνα

Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, (εφεξής το Πανεπιστήμιο), αποδίδει μεγάλη σημασία στην σύννομη και ασφαλή επεξεργασία των προσωπικών σας δεδομένων, η οποία διενεργείται με σεβασμό προς τις βασικές αρχές προστασίας προσωπικών δεδομένων, σύμφωνα με τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Προσωπικών Δεδομένων (ΕΕ) 2016/679 και τον Ν. 4624/2019, ήτοι της νομιμότητας, αντικειμενικότητας και διαφάνειας της επεξεργασίας, του περιορισμού του σκοπού της επεξεργασίας, της ελαχιστοποίησης των δεδομένων, της ακρίβειας αυτών, του περιορισμού της περιόδου αποθήκευσης, της ακεραιότητας και εμπιστευτικότητας και, τέλος, της λογοδοσίας.

Υπεύθυνος επεξεργασίας

Το Πανεπιστήμιο είναι Υπεύθυνος Επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που υπόκεινται σε επεξεργασία κατά τη συμμετοχή σας στην έρευνα και παραμένει στη διάθεσή σας για οποιαδήποτε διευκρίνιση. Η διεύθυνση του Πανεπιστημίου είναι Αργοναυτών & Φιλελλήνων, Βόλος, Τ.Κ. 382 21, τηλ. επικ: 30 2421074000, ενώ μπορείτε να επικοινωνείτε και με τον Υπεύθυνο Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων του Πανεπιστημίου στην ηλεκτρονική διεύθυνση: dpo@uth.gr

Τι είδους προσωπικά δεδομένα επεξεργαζόμαστε και για ποιους σκοπούς

Φροντίζουμε να συλλέγουμε και να επεξεργαζόμαστε μόνο δεδομένα που είναι απολύτως απαραίτητα για την εξυπηρέτηση του σκοπού για τον οποίον παρασχέθηκαν και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο για τους σκοπούς για τους οποίους έχουν συλλεχθεί, δηλαδή για τους σκοπούς της έρευνας.

Νομική βάση της επεξεργασίας

Ως προς τα προσωπικά δεδομένα που επεξεργάζεται το Πανεπιστήμιο στα πλαίσια του σκοπού της έρευνας, η νομική βάση της επεξεργασίας τους είναι πως η επεξεργασία είναι απαραίτητη για την εκπλήρωση καθήκοντος που εκτελείται προς το δημόσιο συμφέρον ή

την άσκηση δημόσιας εξουσίας που έχει ανατεθεί στο Πανεπιστήμιο. Ως προς τα δεδομένα ειδικών κατηγοριών η νομική βάση της επεξεργασίας των εν λόγω δεδομένων είναι πως η επεξεργασία τους είναι απαραίτητη για την εκπλήρωση του σκοπού της επιστημονικής/ ιστορικής έρευνας ή για στατιστικούς σκοπούς αλλά και του σκοπού της αρχειοθέτησης προς το δημόσιο συμφέρον που επιδιώκει το Πανεπιστήμιο.

Η Ασφάλεια των δεδομένων σας

Δεσμευόμαστε ότι έχουμε λάβει κατάλληλα οργανωτικά και τεχνικά μέτρα για την ασφάλεια και την προστασία των δεδομένων σας από κάθε μορφής τυχαία ή αθέμιτη επεξεργασία. Σημειώνεται ότι το ειδικά εξουσιοδοτημένο προσωπικό μας, το οποίο επεξεργάζεται τα προσωπικά σας δεδομένα, έχει λάβει την κατάλληλη εκπαίδευση, καθοδήγηση και ενημέρωση.

Ποιοι έχουν πρόσβαση στα προσωπικά σας δεδομένα

Πρόσβαση στα προσωπικά σας δεδομένα έχει το απολύτως απαραίτητο ερευνητικό προσωπικό του Πανεπιστημίου, το οποίο έχει δεσμευτεί με τήρηση της εχεμύθειας, της εμπιστευτικότητας και του απορρήτου. Πρόσβαση στα προσωπικά σας δεδομένα έχουν και τα συνεργαζόμενα με το Πανεπιστήμιο φυσικά ή νομικά πρόσωπα, τα οποία επεξεργάζονται τα δεδομένα σας ως Εκτελούντες την Επεξεργασία υπό τις ρητές εντολές του Πανεπιστημίου και υπό την εγγύηση λήψης όλων των κατάλληλων τεχνικών και οργανωτικών μέτρων για την προστασία των δεδομένων σας.

Η περίοδος αποθήκευσης των προσωπικών σας δεδομένων

Τα προσωπικά σας δεδομένα διατηρούνται μόνο για το εύλογο χρονικό διάστημα που απαιτείται από τη φύση της επεξεργασίας των δεδομένων και μόνο για όσο απαιτείται προς επίτευξη του σκοπού αυτής, εκτός αν υφίσταται αντίθετη έννομη υποχρέωση προς περαιτέρω τήρησή τους.

Διαβιβάσεις εκτός ΕΟΧ

Ενδέχεται να πραγματοποιείται διαβίβαση των προσωπικών σας δεδομένων που συλλέγονται στα πλαίσια της έρευνας, εκτός Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου και συγκεκριμένα σε Πανεπιστήμια στην Αμερική και στη βάση αποθήκευσης δεδομένων της Microsoft ομοίως στην Αμερική. Η διαβίβαση σε Πανεπιστήμια της Αμερικής διενεργείται βάσει τυποποιημένων εγκεκριμένων ρητρών προστασίας, ενώ στη βάση αποθήκευσης δεδομένων στην Αμερική βάσει απόφασης επάρκειας δεδομένου ότι ο φορέας προς τον οποίο διαβιβάζονται είναι μέρος του πλαισίου ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων «EU-US Privacy Shield».

Ως υποκείμενο των δεδομένων έχετε τα ακόλουθα δικαιώματα:

- Δικαίωμα πρόσβασης στα προσωπικά σας δεδομένα
- Δικαίωμα διόρθωσης ανακριβών δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα
- Δικαίωμα διαγραφής/ δικαίωμα στη λήθη
- Δικαίωμα φορητότητας των Δεδομένων σας
- Δικαίωμα περιορισμού της επεξεργασίας
- Δικαίωμα εναντίωσης στην επεξεργασία των δεδομένων σας

Πώς μπορείτε να ασκήσετε τα δικαιώματά σας

Εάν επιθυμείτε να λάβετε περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με την επεξεργασία των προσωπικών σας δεδομένων ή να ασκήσετε οποιοδήποτε εκ των ανωτέρω δικαιωμάτων, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον Υπεύθυνο Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων του Πανεπιστημίου στην ηλεκτρονική διεύθυνση: dpo@uth.gr Στην περίπτωση που: α) θεωρείτε πως δεν ικανοποιήθηκε επαρκώς και νομίμως κάποιο αίτημά σας ή β) θεωρείτε πως το δικαίωμα στην προστασία των προσωπικών σας δεδομένων προσβάλλεται από κάποια επεξεργασία που πραγματοποιούμε, έχετε δικαίωμα να υποβάλλετε καταγγελία στην Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα (ταχυδρομική δ/ση Κηφισίας 1-3, Τ.Κ. 115 23, Αθήνα, τηλ. 210 6475600, <https://www.dpa.gr/>, δ/ση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου contact@dpa.gr).

Έντυπο “Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση”

Ημερομηνία: __/__/__

Επώνυμο εθελοντή (ασθενή): _____

Όνομα: _____

Αριθμός αναγνώρισης ασθενούς στην παρούσα έρευνα:

Ημερομηνία γέννησης: __/__/__

Προϊστάμενος ερευνητής- εισηγητής: _____

Φοιτητής/ερευνητής: _____

Υπεύθυνος γιατρός: _____

Άρρεν Θήλυ

Ιδιαιτερότητες εθελοντή-(ασθενή):

Άλλες πληροφορίες:

Το παρόν περιέχει εμπιστευτικές πληροφορίες και φυλάσσεται στο αρχείο του φοιτητή.

Δήλωση και υπογεώσεις του υπεύθυνου φοιτητή-ερευνητή:

Έχω εξηγήσει τη διαδικασία της έρευνας στον συμμετέχοντα. Έχει πληροφορηθεί για τα πλεονεκτήματα από την έρευνα έχοντας καταστήσει σαφές αν είναι πλεονεκτήματα προς την ανθρωπότητα ή προς το ίδιο τον συμμετέχοντα. Έχω καταστήσει σαφές ποιοι μπορεί να είναι οι κίνδυνοι συμμετέχοντας σε αυτή την έρευνα. Έχω καταστήσει σαφές τι περιλαμβάνει η μελέτη πείραμα, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα εναλλακτικών λύσεων που μπορεί να έχει ο συμμετέχων, και έχω απαντήσει σε απορίες του.

Σε περίπτωση που ο συμμετέχων θέλει περαιτέρω πληροφορίες πριν ή και μετά τη διεξαγωγή του πειράματος μπορεί να με βρει στο τηλ. 698 3902 698.

Εξήγησα στον συμμετέχοντα όσο καλύτερα μπορούσα τις λεπτομέρειες και τις συνέπειες του πειράματος με τρόπο απλό ώστε να μπορεί να κατανοήσει τα λεγόμενά μου.

Υπογραφή φοιτητή/ερευνητή

Ημερομηνία __ / __ / __

Το παρόν δόθηκε στον κηδεμόνα ναι όχι

Βάλτε ✓ στην απάντηση που θέλετε.

Δήλωση του κηδεμόνα:

Παρακαλώ να διαβάσετε το παρόν προσεκτικά. Κανονικά πρέπει να έχετε ήδη στα χέρια σας ένα αντίγραφο του *Εντύπου Ενημέρωσης Εθελοντή* που περιγράφει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του πειράματος στο οποίο συμμετέχετε. Αν όχι, ο ερευνητής θα σας δώσει ένα αντίγραφο τώρα.

Τίτλος της ερευνητικής εργασίας: Μοντελοποίηση των συσχετισμών μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης με το καρδιομεταβολικό προφίλ και την καθιστική συμπεριφορά σε νεαρούς αθλητές καλαθοσφαίρισης σχολικής ηλικίας

Μικρή επεξήγηση της ερευνητικής εργασίας:

Επιβεβαιώνω ότι διάβασα και κατάλαβα το *Έντυπο Ενημέρωσης Εθελοντή* σήμερα την ___/___/___ και ότι είχα την δυνατότητα να κάνω ερωτήσεις.

Καταλαβαίνω ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και ότι είμαι ελεύθερη(-ος) να αποσυρθώ από το πείραμα οποιαδήποτε ώρα, ακόμα και μετά από την υπογραφή της παρούσας δήλωσης, χωρίς να δώσω εξηγήσεις ή το λόγο της απόσυρσής μου, χωρίς να επηρεαστεί το επίπεδο παροχής υπηρεσιών από το φυσικοθεραπευτή μου, το γιατρό μου ή το νοσοκομείο.

Καταλαβαίνω ότι μέρος ή ολόκληρος ο ιατρικός μου φάκελος θα διαβαστεί από τους ερευνητές.

Δίνω την άδεια να έχουν πρόσβαση στον ιατρικό φάκελό μου.

Συμφωνώ να συμμετάσχω εθελοντικά στην παρούσα ερευνητική εργασία.

Βάλτε σε κάθε
τετράγωνο ✓ αν
συμφωνείτε ή ✗ αν
διαφωνείτε.

Παρακάτω παραθέτω, χωρίς περαιτέρω εξηγήσεις, πρακτικές οι οποίες δεν θα επιθυμούσα να ακολουθηθούν σε περίπτωση ανάγκης: _____

Υπογραφή κηδεμόνα

Ημερομηνία ___/___/___

Παράρτημα Γ – Ερωτηματολόγιο

SCREEN-TIME BASED SEDENTARY BEHAVIOUR QUESTIONNAIRE

ΠΑΡΑΚΑΛΩ ΔΙΑΒΑΣΕ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΑ ΤΙΣ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕ ΜΕ Χ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ.

	Καθόλου ο	ΤΟ ΠΟΛΥ 30 ΛΕΠΤ Α	30 ΛΕΠΤ Α ΜΕ 1 ΩΡΑ	1 ΩΣ 2 ΩΡΕ Σ	2 ΩΣ 3 ΩΡΕ Σ	3 ΩΣ 4 ΩΡΕ Σ	ΠΕΡΙΣΣΟΤΕ ΡΟ ΑΠΟ 4 ΩΡΕΣ
ΤΙΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΕΡΕΣ, ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΒΛΕΠΕΙΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ;							
ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑ ΚΟ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΒΛΕΠΕΙΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ;							
ΤΙΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΕΡΕΣ, ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΠΑΙΖΕΙΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΤΟΝ Η/Υ;							
ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑ ΚΟ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΠΑΙΖΕΙΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΤΟΝ Η/Υ;							

ΤΙΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΕΡΕΣ, ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΠΑΙΖΕΙΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΕ ΠΑΙΧΝΙΔΟ- ΚΟΝΣΟΛΑ;							
ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑ ΚΟ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΠΑΙΖΕΙΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΕ ΠΑΙΧΝΙΔΟ- ΚΟΝΣΟΛΑ;							
ΤΙΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΕΡΕΣ, ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΣΕΡΦΑΡΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΑΛΛΑ ΔΕΝ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΟΥ;							
ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑ ΚΟ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΣΕΡΦΑΡΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΑΛΛΑ ΔΕΝ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΟΥ;							
ΤΙΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΕΡΕΣ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΣΕΡΦΑΡΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΟΥ;							
ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑ ΚΟ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΣΕΡΦΑΡΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ							

ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΟΥ;							
ΤΙΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΕΡΕΣ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΑΒΑΖΕΙΣ;							
ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟΚΥΡΙΑ ΚΟ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΑΒΑΖΕΙΣ;							