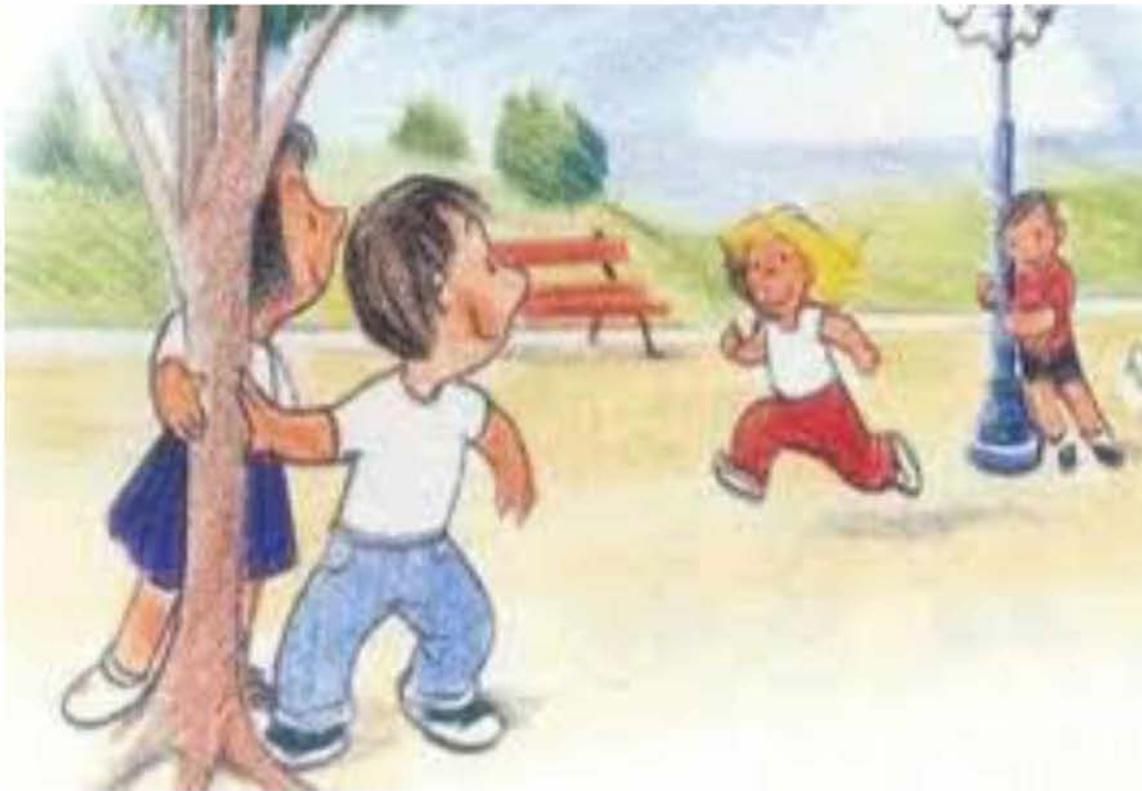




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

«Μελέτη καρδιαγγειακού κινδύνου, φυσικής δραστηριότητας και χρόνου έκθεσης σε οθόνες»



ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΗΜ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΤΡΙΚΑΛΑ 2016

**«Μελέτη καρδιαγγειακού κινδύνου, φυσικής δραστηριότητας και
χρόνου έκθεσης σε οθόνες»**

«Cardiovascular risk, physical activity and screen time »

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αθανάσιος Τζιαμούρτας (Επιβλέπων): Καθηγητής Βιοχημείας της Άσκησης, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Δημήτριος Κουρέτας: Καθηγητής Φυσιολογίας Ζωικών Οργανισμών – Τοξικολογίας, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Δημήτριος Στάγκος: Βιοχημείας Φυσιολογίας Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
1Α. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
1Β. ABSTRACT.....	8
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
2.1 Οι έννοιες της ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας & των επιπέδων της φυσικής δραστηριότητας και η κατάσταση σήμερα	9
2.2 Σκοπός.....	11
2.3 Η σημασία της έρευνας.....	12
2.4 Ερευνητικές Υποθέσεις.....	13
2.5 Στατιστικές Υποθέσεις.....	13
2.6 Περιορισμοί της έρευνας.....	14
2.7 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	15
Ανθρωπομετρικά κριτήρια.....	16
Αρτηριακή πίεση.....	16
Παχυσαρκία.....	17
Απόκριση λιποπρωτεϊνών και γλυκόζης νηστείας στη φυσική δραστηριότητα και την άσκηση.....	18
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	25
3.1 Προέλευση του δείγματος.....	25
3.2 Όργανα και δοκιμασίες.....	25
3.3 Διαδικασία.....	26
3.4 Βιοχημικοί Δείκτες.....	28
3.4.1 Περίληψη μεθόδου μέτρησης γλυκόζης ορού πλάσματος νηστείας.....	28
3.4.2 Υπολογισμός.....	29

3.4.3 Περιορισμοί – αλληλεπιδράσεις [Roche Diagnostics, Glick et al., 1986].....	29
3.4.4 Περίληψη μεθόδου μέτρησης τριγλυκεριδίων.....	29
3.4.5 Υπολογισμός.....	31
3.4.6 Περιορισμοί – αλληλεπιδράσεις [Roche Diagnostics, Glick et al., 1986].....	31
3.4.7 Περίληψη μεθόδου μέτρησης ολικής χοληστερόλης.....	31
3.4.8 Υπολογισμός.....	33
3.4.9 Περιορισμοί – αλληλεπιδράσεις [Roche Diagnostics, Glick et al., 1986].....	33
3.4.10 Περιγραφή μεθόδου μέτρησης HDL χοληστερόλης.....	34
3.5 Στατιστική ανάλυση.....	35
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	35
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	42
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τα χαρακτηριστικά για την ολοκλήρωση μιας έρευνας είναι η οργάνωση, η υπομονή και η διαρκής μελέτη τόσο κατά τη συλλογή των στοιχείων όσο και κατά τη διάρκεια της πειραματικής πορείας. Όλα αυτά όμως μπορεί να μην καρποφορήσουν εάν δεν υπάρχει η ψυχολογική συμπαράσταση, η στήριξη και η ενθάρρυνση από τα αγαπημένα μας πρόσωπα.

Η παρούσα μελέτη δεν θα ολοκληρωνόταν χωρίς την αμέριστη και καθοριστική παρουσία, βοήθεια και συμπαράσταση του Καθηγητή Βιοχημείας της Άσκησης του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ.ο Αθανάσιο Τζιαμούρτα, ο οποίος ήταν παρόν σε όλη τη διάρκεια της εργαστηριακής αλλά και της βιβλιογραφικής έρευνας δείχνοντας κατανόηση και υπομονή όσο απαιτητική και αν ήταν η εργασία θυσιάζοντας ακόμη και από τον προσωπικό του χρόνο, καθώς και για την προσωπική του εργασία στο ιδιαίτερα απαιτητικό κομμάτι της ανάγνωσης και της διόρθωσης της μελέτης. Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και στα άλλα δυο μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον κ. Δημήτριο Κουρέτα, Καθηγητή Φυσιολογίας Ζωικών Οργανισμών-Τοξικολογίας και Διευθυντή του Εργαστηρίου Φυσιολογίας Ζωικών Οργανισμών, ο οποίος κατά τη διάρκεια των διαλέξεων με βοήθησε να αποκτήσω νέες, πολύτιμες γνώσεις. Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Δημήτριο Στάγκο, Λέκτορα Βιοχημείας του τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του εργαστηρίου, οι οποίοι ήταν παρόντες στα μικρά αλλά και στα μεγαλύτερα καθημερινά προβλήματα και με βοήθησαν στην επίλυση τους. Περισσότερο όμως θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στις υποψήφιες διδάκτορες κα. Δελή Χαρίκλεια και κα Γεωργακούλη Καλλιόπη για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια τους, τις παρατηρήσεις αλλά κυρίως για την υπομονή που έδειξαν στο πρόσωπο μου κατά την διάρκεια της πειραματικής πορείας, αλλά και για τα ευχάριστα διαλείμματα που βοηθούσαν στη χαλάρωση και στην τόνωση του ηθικού.

1Α. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή είχε σαν σκοπό να εξετάσει εάν συσχετίζονται η ημερήσια φυσική δραστηριότητα και τα επίπεδα έντασης της με βιοχημικούς δείκτες, όπως η γλυκόζη νηστείας ορού αίματος, τα τριγλυκερίδια, η ολική χοληστερόλη και η υψηλής πυκνότητας χοληστερόλης. Η μέτρηση της ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας καθώς και τα επίπεδα έντασης της μετρήθηκαν με τη βοήθεια τριαζονικού επιταχυνσιομέτρου για επτά συνεχόμενες ημέρες. Τα προσωπικά δεδομένα κάθε παιδιού εισήχθησαν στη συσκευή, πριν την έναρξη της λειτουργίας της. Αξιολογήθηκαν η σωματοδομή [ύψος, βάρος, δείκτης μάζας σώματος (BMI), περιφέρεια μέσης περιφέρεια ισχίων] καθώς και η βιολογική ωρίμανση με τη μέθοδο TANNER. Τέλος, μετρήθηκαν η γλυκόζη νηστείας ορού αίματος, τα τριγλυκερίδια, η ολική χοληστερόλη και η υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL) με τη βοήθεια βιοχημικού αναλυτή. Η χαμηλή συγκέντρωσης λιποπρωτεΐνη υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση Friedewald. Η γλυκόζη φάνηκε να σχετίζεται θετικά με την ημερήσια φυσική δραστηριότητα ανεξάρτητα από τα επίπεδα αυτής, ενώ παρουσιάστηκε μία τάση για σημαντική αρνητική συσχέτιση ($p=0.076$) μεταξύ των τριγλυκεριδίων και της μέσης ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας. Επιπρόσθετα, όλοι οι δείκτες της σωματοδομής συσχετίστηκαν θετικά με τα τριγλυκερίδια ενώ υπήρξε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της HDL και του BMI, της περιφέρειας μέσης και περιφέρειας ισχίων. Τέλος, μεταβολές στα λιπίδια (τριγλυκερίδια και HDL) σχετίστηκαν σημαντικά με τη διαστολική αρτηριακή πίεση. Από τα συγκεκριμένα αποτελέσματα προκύπτει ότι η ημερήσια φυσική δραστηριότητα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το μεταβολισμό των υδατανθράκων, όπως αυτός εκφράζεται με τα επίπεδα της γλυκόζης, σε νεαρά παιδιά ενώ σημαντικές μεταβολές στη σωματοδομή σχετίζονται με μεταβολές στο λιπιδαιμικό προφίλ ακόμα και σε αυτή τη νεαρή ηλικία.

1B. ABSTRACT

The purpose of the present study was to examine a possible relationship between the daily physical activity and biochemical indices like glucose, triglycerides, total cholesterol and high density lipoprotein in a sample of healthy children aged 8-12. The measurement of daily physical activity and levels of intensity measured using triaxial accelerometer. Body composition measurements were performed (weight, height, BMI, waist and hip circumferences) and biological maturation was assessed through the TANNER method. Finally, blood serum fasting glucose, triglycerides, total cholesterol and high density lipoprotein were measured using a biochemical analyzer. Low lipoprotein concentration was calculated based on the Friedewald's equation. Glucose appeared to have a positive correlation with mean volume physical activity (MVPA) whereas a trend for significant negative correlation appeared for MVPA and triglycerides. Furthermore, all body composition indices had a positive correlation with triglycerides whereas HDL had a negative correlation with BMI and waist and hip circumferences. Finally, lipids (triglycerides and HDL) correlated significantly with diastolic blood pressure (positively) and HDL (negatively). These results indicate that daily physical activity can influence the carbohydrate metabolism, assessed through changes in glucose levels, in healthy children whereas significant changes in body composition correlate with significant changes in the lipid profile even at that young age.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 Οι έννοιες της ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας & των επιπέδων της φυσικής δραστηριότητας και η κατάσταση σήμερα

Κάθε σύστημα προς μελέτη χαρακτηρίζεται από εισροές και εκροές. Η παρούσα πτυχιακή διατριβή ασχολείται με την εκτίμηση των επιπέδων της ενεργειακής δαπάνης που προκύπτει από τη φυσική δραστηριότητα και τη πιθανή συσχέτιση τους με βιοχημικούς δείκτες.

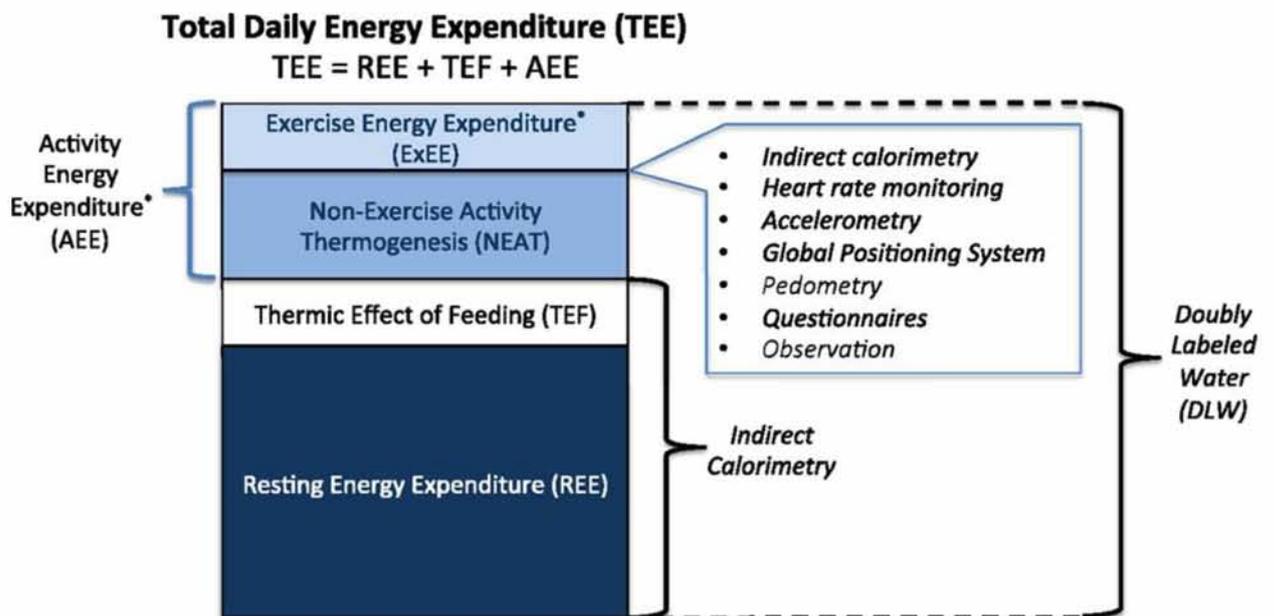
Το σύνολο της ενεργειακής δαπάνης ενός ατόμου περιγράφεται από τον τύπο: $TEE = REE + TEF + AEE$ ή $PAEE$

Όπου TEE = Η συνολική ημερήσια δαπάνη ενέργειας

REE = Η ενεργειακή δαπάνη ανάπαυσης

TEF = Το θερμικό αποτέλεσμα της σίτησης

AEE ή PAEE = Η δαπάνη ενέργειας από φυσική δραστηριότητα



* ExEE and thus AEE are the most variable components of TEE. Therefore, the proportions of TEE and of REE, TEF and AEE differ between individuals.

Εικόνα 1: Συνολική ημερήσια δαπάνη ενέργειας και μέθοδοι εκτίμησης [Hills et al., 2014].

Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας αποτελούν έναν τρόπο ποσοτικοποίησης της ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας του ατόμου, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της συνολικής δαπάνης ενέργειας του ατόμου. Πιο συγκεκριμένα, η φυσική δραστηριότητα με βάση τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) προσδιορίζεται ως «κάθε σωματική κίνηση προερχόμενη από τον σκελετικό μύα που έχει ως αποτέλεσμα τη δαπάνη ενέργειας» [Caspersen et al., 1985]. Σε συνδυασμό με το βασικό μεταβολισμό ρυθμό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του ποσού χημικής ενέργειας με τη μορφή τροφής που χρειάζεται να καταναλώσει το άτομο για τη διατήρηση ενός τρόπου ζωής.

Για τους ενήλικες, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ορίζονται ως η συνολική δαπάνη ενέργειας (TEE) σε περίοδο εικοσιτετραώρου προς το βασικό μεταβολικό ρυθμό ενός μη θηλάζοντα ή κυοφορούντα ατόμου.

$$PAL = \frac{TEE / 24 \text{ h}}{BMR}$$

Αξίζει να σημειωθεί πως στην περίπτωση των παιδιών και των εφήβων στους υπολογισμούς πρέπει να συνεκτιμηθεί και η ενεργειακή δαπάνη ανάπτυξης του ατόμου.

Τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας μπορούν επίσης να εκτιμηθούν βασισμένα σε μια λίστα (ημερολόγια) φυσικών δραστηριοτήτων του υποκειμένου από μέρα σε μέρα, όπως και κάθε δραστηριότητα συνδέεται με έναν αριθμό, την αναλογία φυσικής δραστηριότητας.

Ο χρυσός κανόνας για τον προσδιορισμό της συνολικής ενεργειακής δαπάνης ανά ημέρα θεωρείται η μέθοδος του **διπλά σημασμένου νερού (DLW)**. Είναι όμως, ως μέθοδος αρκετά δύσχρηστη και με μεγάλο κόστος για την υλοποίησή της. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί πολλές φορές για να εκτιμήσει την

πιστότητα διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας. Ομοίως, έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας, μέθοδοι όπως η **SQUASS** ή η **PANIC** που ουσιαστικά αποτελούν μεθόδους ερωτηματολογίων και αυτοεκτίμησης των μεγεθών των επιπέδων άσκησης.

Η επιταχυνσιομετρία αποτελεί μια από τις πιο πρόσφατες μεθόδους εκτίμησης των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας. Συγκριτικά, με άλλες μεθόδους όπως η IMRO ή μέτρηση καρδιακών παλμών είναι πιο προσβάσιμη για μεγάλα δείγματα και πιο ακριβής σε σχέση με τις μεθόδους SQUASS ή PANIC που χρειάζονται για την ακρίβεια τους αρκετά δραστήρια υποκείμενα. Όσον αφορά, τα παιδιά προ εφηβικής ηλικίας, θεωρείται ως η πιο συγκρίσιμη μέθοδος σε πιστότητα με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού (DLW) [Leenders et al., 2006, Janssen et al., 2013, Hallal et al., 2013, Butte et al., 2014].

Βέβαια, τα αποτελέσματα της **επιταχυνσιομετρίας** στην πραγματικότητα αποτελούν αποτελέσματα σύνθετων πακέτων προσομοίωσης σε συνδυασμό με μαθηματικά πακέτα εκτιμητικής. Για τα ίδια δεδομένα, για το ίδιο υποκείμενο, για την ίδια χρονική στιγμή, διαφορετικά πακέτα επεξεργασίας των δεδομένων θα δώσουν διαφορετικά διαστήματα εμπιστοσύνης και διαφορετικά αποτελέσματα.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου έγκειται στο γεγονός ότι μπορούν να εξατομικευτούν οι μετρήσεις του υποκειμένου.

2.2 Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής ήταν να εξετάσει πως συσχετίζονται η ημερήσια φυσική δραστηριότητα και τα επίπεδα έντασης της, σε δείγμα υγιών παιδιών ηλικίας 8-12 ετών. Στη συνέχεια έγινε αιμοληψία για τη μέτρηση βιοχημικών δεικτών. Η γλυκόζη νηστείας ορού αίματος, τα τριγλυκερίδια, η ολική χοληστερόλη και η υψηλής πυκνότητας χοληστερόλης, όπου οι συγκεκριμένοι βιοχημικοί δείκτες μετρήθηκαν μέσω αιμοληψίας και με τη βοήθεια του βιοχημικού αναλυτή, ενώ η χαμηλή συγκέντρωση λιποπρωτεΐνης υπολογίστηκε με βάση την **εξίσωση Friedewald (ολική χοληστερόλη μείον HDL χοληστερόλη μείον τριγλυκερίδια δια πέντε)**. Αφού ελήφθησαν τα ανθρωπομετρικά κριτήρια του δείγματος έγινε συσχέτιση των βιοχημικών δεικτών με τη φυσική δραστηριότητα και τα επίπεδα αυτής. Στόχος ήταν να εξεταστεί αν οι βιοχημικοί δείκτες υπό μελέτη επηρεάζονται από τη διάρκεια και τα επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας, και κατά

πόσο αυτή η επιρροή είναι ανεξάρτητη από σωματομετρικά κριτήρια, αρτηριακή πίεση ηλικία ή φύλο.

2.3 Η σημασία της έρευνας

Η δυνατότητα προσδιορισμού της συνολικής ενεργειακής δαπάνης (TEE) και της ενεργειακής δαπάνης για φυσικές δραστηριότητες (AEE ή PAEE) είναι υψίστης σημασίας για το αντικείμενο των μη μεταδιδόμενων ασθενειών συμπεριλαμβανομένου του υποσιτισμού, του υπερσιτισμού (παχυσαρκίας), του διαβήτη και του μεταβολικού συνδρόμου (Hills et al., 2014).

Με τεκμήριο το γεγονός ότι θα χρησιμοποιηθεί η μέτρια προς έντονη φυσική δραστηριότητα (MVPA) όπως και η ολική MVPA και η μέση MVPA ανά ημέρα:

α) με την MVPA μπορεί να εκτιμηθεί η PAEE

β) με την ολική MVPA μπορεί ασφαλέστερα να εκτιμηθεί η TEE

γ) με τη μέση MVPA μπορούν να εκτιμηθούν τα επίπεδα έντασης της φυσικής δραστηριότητας (PAL).

Ο χρόνος μη εκτέλεσης κάποιας φυσικής δραστηριότητας εκτός από την MVPA, με βάση το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή διατριβή είναι επισφαλής.

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή, χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο η μέση MVPA (av. MVPA per day) για να εκτιμηθούν τα επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας (PAL) και όχι κατ' απόλυτη τιμή ενεργειακής δαπάνης (Janssen et al., 2013).

Επομένως, η συγκεκριμένη πτυχιακή διατριβή αποσκοπεί να διερευνήσει εάν τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας έχουν αντίκτυπο σε μια σειρά βιοχημικών δεικτών όπως η γλυκόζη νηστείας ορού αίματος, τα τριγλυκερίδια, η ολική χοληστερόλη και η υψηλής πυκνότητας χοληστερόλη. Επίσης, εάν προκύπτουν διαφοροποιήσεις στα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας σε σχέση με την ηλικία ή το φύλο των υποκειμένων του δείγματος.

2.4 Ερευνητικές Υποθέσεις

Το ερώτημα που αρχικά καλείται να δώσει απαντήσεις η παρούσα πτυχιακή διατριβή είναι εάν υπάρχει σύνδεση μεταξύ των επιπέδων αλλά και της ίδιας της φυσικής δραστηριότητας και των βιοχημικών δεικτών.

Αρχικά έχουμε την απάντηση στο ερώτημα σχετικά με το εύρος των αποτελεσμάτων της αντικειμενικά προσδιορισμένης φυσικής δραστηριότητας εντός του υπό μελέτη δείγματος. Ελέγχουμε το εύρος της διακύμανσης αυτής και ελέγχουμε αν οι τιμές που παίρνουμε είναι ανεξάρτητες για άλλες μεταβλητές του πληθυσμού, όπως το βάρος, το ύψος, το δείκτη μάζας σώματος, το φύλο, η ηλικία, η περιφέρεια μέσης και η περιφέρεια γλουτών. Γνωρίζουμε από προηγούμενες μελέτες κατά πόσο παίζουν ρόλο αυτές οι μετρήσεις στα αποτελέσματα που περιμένουμε να πάρουμε για την αντικειμενικά προσδιορισμένη δραστηριότητα και σε τι βαθμό επηρεάζουν τους υπό μελέτη βιοχημικούς δείκτες (Hashemipour et al., 2011). Αντίστοιχα η αρτηριακή πίεση συστολική και διαστολική επηρεάζει τους υπό μελέτη δείκτες. Αφού εξαλειφθεί εφόσον κριθεί απαραίτητο το πιθανό περιεχόμενο σφάλμα, θα ακολουθήσει η συσχέτιση της αντικειμενικά προσδιορισμένης φυσικής δραστηριότητας με τους υπό μελέτη βιοχημικούς δείκτες.

Σκοπός είναι να καθοριστεί αν υπάρχει μια ουσιαστική εξάρτηση ή όχι των υπό μελέτη δεικτών με τη φυσική δραστηριότητα.

2.5 Στατιστικές Υποθέσεις

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή καλείται να δώσει απαντήσεις στα κάτωθι ερωτήματα:

1) αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της φυσικής δραστηριότητας και των βιοχημικών δεικτών, και σε τι βαθμό επηρεάζουν τα ανθρωπομετρικά κριτήρια η αρτηριακή πίεση και η ηλικία Tanner τις μετρήσεις.

2) αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών (δηλαδή του φύλου) στα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και των βιοχημικών δεικτών,

3) αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ ηλικιακών ομάδων στα επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας και των βιοχημικών δεικτών

2.6 Περιορισμοί της έρευνας

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στον αντικειμενικό προσδιορισμό της φυσικής δραστηριότητας είναι περισσότερο ακριβής ως προς την ένταση και τα επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας παρά προς την ενέργεια που δαπανάται.

Ο δεύτερος περιορισμός έγκειται στο γεγονός ότι απουσιάζει η παράμετρος του χρόνου, με αποτέλεσμα οι μετρήσεις να είναι μια στατική εικόνα του δείγματος . Επιπλέον το δείγμα γνωρίζει ότι βρίσκεται υπό μελέτη οπότε μπορεί να μην είναι απόλυτα αντικειμενική η εικόνα που έχουμε.

Οι αποκλίσεις στις τιμές των αποτελεσμάτων που λαμβάνουμε όπως και των τιμών που λαμβάνουμε από τους υπό μελέτη δείκτες είναι σχετικά μικρές. Η μελέτη αφορά φυσιολογικά άτομα και όχι παθολογικές καταστάσεις. Το δείγμα των ατόμων είναι σχετικά μικρό .Δεν πρόκειται για μελέτη παρέμβασης οπότε δεν υπάρχει σαφή διασπορά στην αντικειμενικά προσδιορισμένη φυσική δραστηριότητα.

2.7 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Οι επιστήμονες που ασχολούνται με θέματα υγείας δίνουν όλο και περισσότερη έμφαση στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων. Ένα από τα θέματα που διερευνώνται επισταμένως στο πλαίσιο αυτό, είναι η συσχέτιση της ποιότητας ζωής και της φυσικής δραστηριότητας. Φαίνεται ότι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις διατροφικές τους συνήθειες, αλλά και με την καθημερινή τους φυσική άσκηση και δραστηριότητα.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, υπάρχει διάκριση ανάμεσα στην άσκηση και στη φυσική δραστηριότητα. Η συμπεριφορά, κατά την οποία, όλες οι μεγάλες μυϊκές ομάδες εμπλέκονται στην κίνηση, για διάφορους λόγους, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ονομάζεται φυσική δραστηριότητα, ενώ η στάση όπου εκτελούμε σκόπιμα και επαναλαμβανόμενα κινήσεις, με σκοπό τη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ή της μυϊκής μας υγείας, ονομάζεται άσκηση. Η άσκηση εκτελείται σε πιο αυστηρό ρυθμό και πολλές φορές με μεγαλύτερη ένταση (πιο δραστήρια) (WHO, 2008).

Σύμφωνα, πάντα, με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα ευεργετήματα της φυσικής δραστηριότητας για τη σωματική και ψυχική υγεία είναι αναμφισβήτητα και ξεχωριστά, σε κάθε ηλικιακή κατηγορία. Για τους νέους, η φυσική δραστηριότητα αποτελεί μέσο βελτίωσης του μυοσκελετικού και του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, ενισχύει την νευρομυϊκή αντίληψη και φροντίζει για τη διατήρηση ενός υγιούς σωματικού βάρους. Η φυσική δραστηριότητα βελτιώνει την κοινωνική θέση και την ποιότητα ζωής. Πολλές από τις ασθένειες που συναντάμε συχνά, μπορούν να έχουν σημαντική βελτίωση από τη συμμετοχή τους σε συστηματική φυσική δραστηριότητα, όπως είναι παθήσεις του καρδιοαναπνευστικού συστήματος (έμφραγμα, στεφανιαία νόσο), η οστεοαρθρίτιδα, η οστεοπόρωση, η υπέρταση. Η συμμετοχή σε φυσικές δραστηριότητες από νωρίς στη ζωή του ατόμου, βοηθάει στην πρόληψη των ασθενειών και στην ανακούφιση από κάποια αδυναμία ή πόνο. Ακόμα, όμως και αν η φυσική δραστηριότητα ξεκινήσει σε προχωρημένη ηλικία, υπάρχει σημαντική βελτίωση της ισορροπίας, της δύναμης, του συντονισμού κινήσεων, της ευκινησίας και της αντοχής, πράγματα πολύ σημαντικά για τη υγεία όλων των ηλικιακών κατηγοριών. Εκτιμάται ότι πάνω από το 3% των ασθενειών στις ανεπτυγμένες χώρες, προκαλούνται από φυσική αδράνεια-μειωμένη φυσική

δραστηριότητα και ότι πάνω από το 20% των καρδιαγγειακών παθήσεων και το 10% των εγκεφαλικών επεισοδίων, οφείλονται στην αδράνεια και την έλλειψη κίνησης (WHO, 2008).

Ανθρωπομετρικά κριτήρια

Το ύψος, το βάρος, ο δείκτης μάζας σώματος, η περιφέρεια μέσης και η περιφέρεια γοφών αποτελούν τους ανθρωπομετρικούς δείκτες που μετρηθήκαν στο δείγμα. Σύμφωνα με την μελέτη Hashemipour et al., 2011 υπάρχει συσχέτιση του λιπιδιακού προφίλ και της γλυκόζης νηστείας με τα ανθρωπομετρικά κριτήρια, η πιο ισχυρή είναι για το λόγο περιφέρειας μέσης προς περιφέρειας γοφών, ο οποίος στην παρούσα πτυχιακή διατριβή εξαιρέθηκε. Ομοίως, μελέτες ασχολούνται με τη συσχέτιση της αρτηριακής πίεσης σε σχέση με την περιφέρεια μέσης, γοφών και την παχυσαρκία. Σε αυτή την εργασία με τη βοήθεια της στατιστικής ελέγχθηκε κατά πόσο επηρεάζονται οι βιοχημικοί δείκτες από τους ανθρωπομετρικούς δείκτες και αν κριθεί απαραίτητο θα διορθωθούν για το ενδεχόμενο σφάλμα που προκύπτει από αυτούς.

Αρτηριακή πίεση

Η αρτηριακή πίεση είναι περισσότερο ένας δείκτης καλής υγείας. Σε αυτές τις ηλικίες σχετίζεται περισσότερο με το λιπιδιακό προφίλ του ατόμου το οποίο προέρχεται από το σχήμα του σώματος, και είναι ένας δείκτης για πιθανή εκδήλωση παχυσαρκίας όπως και καρδιαγγειακών νοσημάτων στην ύστερη ζωή του ατόμου (Zhang et al., 2013).

Ακόμη, σε μια μελέτη περίπου 270.000 υπέρβαρων παιδιών στην Ευρώπη, παρατηρήθηκε πως η αρτηριακή πίεση υπήρξε αυξημένη στο 35,4 % των υποκειμένων, με αποτέλεσμα να αποτελεί το πιο συχνό παράγοντα για την εμφάνιση καρδιαγγειακού κινδύνου, που συνδέεται κυρίως με το υπερβολικό βάρος και είναι ανεξάρτητη από το φύλο, την ηλικία ή το στάδιο εφηβείας των υποκειμένων. Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες που αφορούν την ελαστικότητα των αγγείων και η συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση παρουσιάζουν μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση και συνδέονται με τον δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), καθώς και με το λίπος

της μάζας (Norton et al., 2009, Friberg et al., 2004, Simsek et al., 2010, Raitakari et al., 2005).

Βέβαια, η φυσική δραστηριότητα και για την ακρίβεια η απουσία αυτής φέρεται να συγκαταλέγεται στους παράγοντες για την αυξημένη αρτηριακή πίεση στις προεφηβικές ηλικίες (Zhang et al., 2013).

Παχυσαρκία

Το ίδιο το λιπιδιακό προφίλ των δειγμάτων, όπως και το σύνολο των υπό μελέτη βιοχημικών δεικτών αποτελούν δείκτες για την πιθανή ανάπτυξη παχυσαρκίας, πιο συγκεκριμένα, χαρακτηριστικό αρνητικό δείκτη αποτελεί η HDL-C (Stepień et al., 2014).

Η παιδική παχυσαρκία εξελίσσεται σε παγκόσμια επιδημία, με μακροπρόθεσμες συνέπειες που σχετίζονται αφενός με την εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη στην ενήλικη ζωή του ατόμου με τα αντίστοιχα νοσήματα που τον συνοδεύουν, εξαιτίας της μειωμένης και εν συνεχεία της παντελώς έλλειψης σωματικής δραστηριότητας και αφετέρου μπορεί να οδηγήσει αργότερα στη θνησιμότητα (Flynn et al., 2006, Doak et al., 2006, Low et al., 2009).

Μελέτες έχουν δείξει πως η σωματική άσκηση βοηθά στην κανονική ανάπτυξη των παιδιών και κατ' επέκταση των εφήβων, με αποτέλεσμα να προλαμβάνονται τα νοσήματα που μπορεί να επιβαρύνουν την κατάσταση της υγείας τους λόγω υπερβολικής αύξησης τους βάρους τους. Από τη μια η συνεχώς αυξανόμενη παιδική παχυσαρκία εγείρει ανησυχία στις αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες κοινωνίες, από την άλλη πλευρά ο δυτικοποιημένος τρόπος ζωής των σύγχρονων οικογενειών αποτρέπει με κάθε τρόπο και μέσο τα μικρά παιδιά να δαπανήσουν χρόνο πραγματοποιώντας κάποια σωματική δραστηριότητα που θα τους βοηθήσει να καταναλώσουν σημαντικά ποσά ενέργειας. Πλέον, μελέτες έχουν αποδείξει ότι η παιδική παχυσαρκία σχετίζεται με την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων που μπορεί να ακολουθούν τα υπέρβαρα ή παχύσαρκα παιδιά τόσο στην έφηβη αλλά και στην ενήλικη ζωή τους και ο αθλητισμός μπορεί να αποτελέσει μια ουσιαστική λύση για την πρόληψη της (Maffeis and Tatò, 2001, Kaur et al., 2003, Rivilis et al., 2011).

Όπως καταδεικνύεται από τις μελέτες των Hallal et al., 2013, Hamasaki et al., 2015, Butte et al., 2014 υπάρχει μεγάλη πιστότητα στην πρόβλεψη της ενεργειακής δαπάνης από φυσική δραστηριότητα και της MPVA ανά ημέρα σε αντιστοιχία με την αντικειμενικά προσδιοριζόμενη φυσική δραστηριότητα που προκύπτει από δεδομένα επιταχυνσιομετρίας. Επομένως, χρησιμοποιώντας ως εργαλείο την αντικειμενικά προσδιοριζόμενη φυσική δραστηριότητα μπορεί να διερευνηθεί ένα πλήθος μελετών που αναφέρονται στη σχέση της φυσικής δραστηριότητας με τους βιοχημικούς δείκτες.

Οι βιοχημικοί δείκτες που μελετάμε εξαρτώνται σε ένα βαθμό από ανθρωπομετρικά κριτήρια αλλά δεδομένου του ότι έχουμε ένα φυσιολογικό δείγμα με σχετικά μικρές αποκλείσεις ,μας δίνει μια πιο καθαρή εικόνα σε σχέση με την μεταβολή των δεικτών σε σχέση με την φυσική δραστηριότητα (Zhang et al., 2013).

Απόκριση λιποπρωτεϊνών και γλυκόζης νηστείας στη φυσική δραστηριότητα και την άσκηση

Η φυσική δραστηριότητα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επίδραση των λιποπρωτεϊνών του πλάσματος. Χαρακτηριστική αναφορά αποτελεί η μελέτη των Kraus et al., 2002, που καταδεικνύει ότι τα δεδομένα είναι «αντιφατικά», αν και περισσότερο μπορεί να ειπωθεί ότι αλληλοσυμπληρώνονται , καθώς με μια πιο προσεκτική ματιά οι μελέτες αναφοράς κάνουν λόγο για ένα πλήθος ενεργειακών καταστάσεων που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ασυμπτωτικές (Katzmarzyk et al., 1999, Chaput et al., 2013) για το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων.

Μια επιλεκτική ανάγνωση των προαναφερθέντων μελετών δίνει μια ευρεία μπάνα φυσικής δραστηριότητας όπου παρατηρείται ότι τόσο η γλυκόζη νηστείας αλλά και το λιπιδιακό προφίλ ανταποκρίνονται με τη δαπάνη ενέργειας από φυσική δραστηριότητα ή με τη δαπάνη ενέργειας από άσκηση. Ανάλογα με τα επίπεδα αυτής της ενέργειας προκύπτουν μεταβολές στη γλυκόζη νηστείας ή στο λιπιδιακό προφίλ.

Οι Ainslie et al., 2005 μελετούν ενήλικα υποκείμενα με καθημερινή πορεία πάνω από 21 χλμ και κατά μέσο όρο καθημερινή ανάβαση/κατάβαση 1.160 μέτρων, παρατηρούν όντως αλληλεπίδραση της δαπανώμενης ενέργειας από φυσική δραστηριότητα (PAEE) με το λιποπρωτεϊνικό προφίλ των υποκειμένων. Μάλιστα, είναι τόσο εμφανής η συσχέτιση που δίνεται η δυνατότητα να διακρίνουν τα

κατώφλια και ανάλογα με τις ηλικίες των υποκειμένων. Καλό θα ήταν, να αναλογιστούμε ποιες μπορούν να είναι οι ενεργειακές απαιτήσεις για ένα καθημερινό περίπατο 21 χλμ με ανάβαση/ κατάβαση 1.160 μέτρων!

Οι Koozehchian et al., 2014, εφαρμόζοντας μια πιο απλοϊκή μέθοδο και φυσική για τα παιδιά, χώρισαν τα υποκείμενα σε τρεις ομάδες, όπου η πρώτη ομάδα άρχισε προπόνηση σε ομάδες ποδοσφαίρου, η δεύτερη ομάδα άρχισε προπόνηση σαν κολυμβητές και η τρίτη ομάδα αποτελούσε την ομάδα ελέγχου. Και στις δυο ομάδες που υπήρξε δραστηριοποίηση μετά από προπόνηση διάρκειας 12 εβδομάδων εμφανίστηκαν ευνοϊκές μεταβολές της LDL, HDL, της αποπρωτεΐνης A1 και της αποπρωτεΐνης B. Παρά το γεγονός της μη καταμέτρησης της ενεργειακής δαπάνης από φυσική δραστηριότητα που προέκυψε από την άσκηση, τα επίπεδα και η ένταση αυτής, δεδομένης της ηλικίας των υποκειμένων και της φύσης της ενασχόλησης είναι δεδομένα.

Οι Roberts CK et al., 2013, προχώρησαν σε ένα πρόγραμμα ελέγχου της πρόσληψης τροφής για τα υποκείμενα με ταυτόχρονα μεγάλης διάρκειας φυσική δραστηριότητα (2 έως 2 ½ ωρών ανά ημέρα) που διήρκησε 2 εβδομάδες, όπου μετείχαν 14 αγόρια και κορίτσια φυσιολογικού βάρους και 19 αγόρια και κορίτσια παχύσαρκα. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν πως τόσο για τα μεν παχύσαρκα υποκείμενα αλλά όσο και για τα φυσιολογικά σαφή βελτίωση του λιποπρωτεϊνικού τους προφίλ, αποτελέσματα πολύ πιο φιλόδοξα σε σχέση με τα αποτελέσματα άλλων μελετών (Bouchard et al., 1994,1997, των Brandley et al., 2009, των Ross et al., 2008) όσον αφορά τις μεταβολές του λιποπρωτεϊνικού προφίλ εξαιτίας της απώλειας βάρους και της δίαιτας στην οποία είχαν υποβληθεί τα υποκείμενα. Προκαλεί ενδιαφέρον ίσως, ότι για τα φυσιολογικού βάρους άτομα η απόκριση στο συγκεκριμένο πρόγραμμα παρέμβασης ήταν πιο έντονη για το λιπιδιακό προφίλ τους, αλλά είχε και αρνητικά αποτελέσματα στην ομοιοστάση της γλυκόζης νηστείας όπως και στην ινσουλίνη. Για τα παχύσαρκα άτομα βρέθηκε πως το αντίκτυπο στο λιπιδιακό προφίλ ήταν έντονο, αλλά δεν υπήρχε αντίστοιχη αρνητική επίδραση στα επίπεδα της ινσουλίνης, τα επίπεδα της ινσουλίνης (HOMA-IR, QUICKI) μετά την παρέμβαση όπως και η ομοιοστάση της γλυκόζης νηστείας πλησίαζε περισσότερο στα επίπεδα των ατόμων με φυσιολογικό βάρος πριν την παρέμβαση. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι το στρες της εν λόγω παρέμβασης προκάλεσε διαφορετικό αντίκτυπο στα φυσιολογικού βάρους άτομα όπως και στα παχύσαρκα άτομα.

Οι Miller et al., 2014, μελετώντας ενήλικες σε νεαρή ηλικία (21.3 ± 2.7 ετών) δείγματος 1.150 ατόμων, εφάρμοσαν ένα πρωτόκολλο 15 εβδομάδων με 30 λεπτά άσκησης ανά ημέρα, τρεις φορές την εβδομάδα, μετρώντας καρδιακούς ρυθμούς 65-80 % του μέγιστου καρδιακού ρυθμού. Κατόπιν, εφάρμοσαν ένα πρωτόκολλο βαθμονόμησης της φυσικής δραστηριότητας σε συνδυασμό με τον καρδιακό ρυθμό (HRPAS). Επαρκή δεδομένα υπήρχαν για 868 συμμετέχοντες. Μετά από εξέταση των επιπέδων του HRPAS των υποκειμένων προέκυψαν αλλαγές ανάλογα με το επίπεδο του HRPAS στη μάζα σώματος, στο δείκτη μάζας σώματος, στην περιφέρεια μέσης και γοφών, στο ποσοστό λίπους, στη γλυκόζη νηστείας ($p < 0.001$), στη συστολική αρτηριακή πίεση αίματος ($p < 0.011$), στην ολική χοληστερόλη ($p < 0.002$). Ακόμη, η ηλικία των υποκειμένων βρίσκεται ακριβώς στο τέλος της σωματικής τους ανάπτυξης. Η συσχέτιση των αποτελεσμάτων έδειξε ένα παραγοντίσιμο μέτρο δόσης φυσικής δραστηριότητας σε σχέση με βελτίωση των δεικτών υγείας. Οι Butte et al., 2014, αναφέρονται σε ακριβείς, μη παρεμβατικές και πραγματοποιήσιμες μεθόδους για την πρόβλεψη της ολικής ενεργειακής δαπάνης σε άτομα προσχολικής ηλικίας και συγκρίνουν σε ένα δείγμα 50 υποκειμένων τη χρήση του Actiheart, και του ActiGraph GT3X+. Η πιστότητα των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας μοντέλα CSTS και MARS συγκρίθηκε με τα αποτελέσματα του διπλά σημασμένου νερού (DLW) για την πρόβλεψη της ολικής ενεργειακής δαπάνης. Για την πρόβλεψη της ενεργειακής δαπάνης από φυσική δραστηριότητα στα μοντέλα που δεν χρησιμοποιούν καρδιακούς παλμούς παρατηρείται μια καλύτερη πιστότητα αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Το ερώτημα παραμένει ως προς τα αποτελέσματα που θα προέκυπταν για τη δαπάνη ενέργειας από φυσική δραστηριότητα μη οργανωμένη (όχι άσκηση) σε όλες τις παραπάνω μελέτες. Έγινε αναφορά σε μελέτες παρέμβασης, σε μελέτες αιτίου και αποτελέσματος που ορίζεται η μεταβολή στη δαπάνη ενέργειας από φυσική δραστηριότητα είτε ως οργανωμένη φυσική δραστηριότητα είτε ως συμμετοχή σε ομάδες. Σε όλες τις προηγούμενες μελέτες απουσιάζει η έννοια της ολικής δαπάνης ενέργειας όπως και η έννοια της ολικής δαπάνης ενέργειας από φυσική δραστηριότητα. Ακόμη, στις παραπάνω μελέτες γίνεται συζήτηση και αντικείμενο έρευνας για το και πως η επιπλέον δαπάνη ενέργειας από φυσική δραστηριότητα επιφέρει ποια αποτελέσματα στους υπό μελέτη βιοχημικούς δείκτες. Αντικείμενο

μελέτης είναι να ανιχνευτούν ανάλογες μεταβολές σε σχέση με την ελεύθερη διαβίωση.

Ακόμη, πολλές μελέτες παρέμβασης εμφανίζουν αποτελέσματα, άλλοτε μεγάλης και άλλοτε μικρής σημαντικότητας όσον αφορά τη μεταβολή των φυσικοχημικών δεικτών με τη φυσική δραστηριότητα (Militão et al., 2015, Wennberg et al., 2013, Quirk et al., 2014). Είναι αξιοσημείωτο ότι εξ ορισμού μεγάλο μέρος αυτών των μελετών σε δεδομένα αντικειμενικά προσδιορισμένης φυσικής δραστηριότητας υστερούν σε πιστότητα ή εκφράζουν μη φυσική δραστηριότητα, και ουσιαστικά αναφέρονται στην άσκηση ως κύρια μορφή έκφρασης της μέσης προς έντονης φυσικής δραστηριότητας.

Κατά συνέπεια, το πρώτο μέλημα είναι αν τελικά μπορεί και σε τι βαθμό να είναι αντικειμενικός ο προσδιορισμός της φυσικής δραστηριότητας ως ένα κοινό μέσο προσδιορισμού της φυσικής δραστηριότητας, δεδομένου ότι, η φυσική δραστηριότητα επηρεάζει το μεταβολισμό και είναι ένας από τους καθοριστικούς συντελεστές του ισοζυγίου ενέργειας, καθώς αυτό δεν φαίνεται δυνατό να περιγραφεί πρακτικά, αφού δεν καταδεικνύεται απόλυτα η άμεση σχέση της με τους προς μέτρηση δείκτες. Έχοντας πάντα την άσκηση ως κύριο εκφραστή της μέσης προς έντονης φυσικής δραστηριότητας, παλαιότερες μελέτες έχουν δείξει είτε σημαντική είτε αμελητέα επίδραση της άσκησης στο λιποπρωτεϊνικό προφίλ.

Χρονολογικά, οι Gilliam and Bruke, 1978 και Gilliam et al., 1981 έδειξαν με μελέτες παρέμβασης χρησιμοποιώντας αεροβική δραστηριότητα για τη μεν πρώτη μελέτη ότι σε 14 κορίτσια ηλικίας 8 -10 ετών, τα υποκείμενα αφού συμμετείχαν σε μια μελέτη παρέμβασης 6 εβδομάδων, με καθημερινή αεροβική δραστηριότητα για 35 λεπτά, παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση στη HDL-C και καμία αλλαγή στην ολική χοληστερόλη (δεδομένου ότι αυτοί ήταν και οι υπό μελέτη δείκτες). Στη δεύτερη μελέτη αντίστοιχα έλαβαν μέρος κορίτσια ηλικίας 7-9 ετών και με τροποποιημένο ελαφρώς πρόγραμμα παρέμβασης, όπου δεν βρέθηκε σημαντική ή κάποια διαφοροποίηση στη ολική χοληστερόλη και τη γλυκόζη νηστείας. Βέβαια αν και μεγαλύτερης διάρκειας (12 έναντι 6 εβδομάδων), η παρέμβαση ήταν μέρα παρά μέρα με μέτρια ένταση προς υψηλή. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο εν λόγω διάστημα δεν υπάρχει μια κοινή αποδεκτή κατηγοριοποίηση της έντασης της άσκησης (Gilliam and Bruke, 1978, Gilliam et al., 1981). Οι Welsman et al., 1997 σε μια αναβίωση του πρωτοκόλλου του πρώτου πειράματος (Gilliam and Bruke, 1978) διερεύνησαν

πιθανές διαφοροποιήσεις σε σχέση με δυο διαφορετικούς τύπους αεροβικών προγραμμάτων συγκριτικά με τα αποτελέσματα του αρχικού τεστ, όπου τα αποτελέσματα δεν έδωσαν κάποια διαφοροποίηση.

Ο Linder et al., 1983 προσπαθώντας να βαθμονομήσει την ένταση της φυσικής δραστηριότητας την εξέφρασε ως ποσοστό των μέγιστων καρδιακών παλμών και κατόπιν προχώρησε στην εξέταση ενός προγράμματος διάρκειας 8 εβδομάδων με φυσική δραστηριότητα/ ελαφρύ τρέξιμο με καρδιακούς παλμούς στο 80 % των μέγιστων καρδιακών παλμών σε δείγμα 29 αγοριών ηλικίας 11-17 ετών. Καμία επίδραση δεν παρατηρήθηκε στην ολική χοληστερόλη, τα τριγλυκερίδια, στην HDL-C και LDL-C. Αξίζει να αναφερθεί, πως στη συγκεκριμένη μελέτη δεν υπήρχε κατηγοριοποίηση της ηλικιακής ωρίμανσης των αγοριών που συμμετείχαν.

Οι Savage et al., 1986 ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία αλλά σε πρόγραμμα διάρκειας 11 εβδομάδων και δείγματος αγοριών ηλικίας 8-10 ετών δεν παρατήρησαν καμία επίδραση στην ολική χοληστερόλη, στην HDL-C και LDL-C. Όμως, παρατήρησαν μια γενική βελτίωση στο λόγο ολικής χοληστερόλης προς HDL.

Οι Ignino and Mahon, 1995 ανεβάζοντας την ένταση της άσκησης στο 80-90 % του καρδιακού ρυθμού και πραγματοποιώντας 60 λεπτά άσκησης εντόπισαν απλά μια θετική μεταβολή στα επίπεδα των τριγλυκεριδίων. Σε συγκριτική μελέτη αναφοράς (Stoedefalke, 2007) παρατίθενται ανάλογες μελέτες των Blessing et al., 1995, Rowland et al., 1996, Stergioulas et al., 1998, 2006, Welsman et al., 1997, Tolfrey et al., 1998, 2004, Williford et al., 1996. Το γενικό πρότυπο αυτών των μελετών στηρίζεται στον ορισμό της έντασης της άσκησης βάσει του καρδιακού ρυθμού. Η διαφοροποίηση τους έγκειται στα διαστήματα των παρεμβάσεων, στη διάρκεια κάθε συνεδρίας και στην ένταση. Όσο μεγαλώνει η ένταση και η διάρκεια της άσκησης, όπως και το διάστημα της παρέμβασης, τόσο τείνουν να εμφανίζουν συσχέτιση ή όχι της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης με τη γλυκόζη νηστείας και το λιποπρωτεϊνικό προφίλ του αίματος. Πιο συγκεκριμένα, οι Stergioulas et al., 1998 αναφέρουν συσχέτιση της HDL-C με την άσκηση, οι Blessing et al., 1995 με πρόγραμμα 16 εβδομάδων και με μεγαλύτερης έντασης και διάρκειας φυσική δραστηριότητας συγκριτικά με την προηγούμενη μελέτη εμφανίζουν θετική συσχέτιση για την ολική χοληστερόλη, την HDL-C, την LDL-C, τα τριγλυκερίδια και για τον λόγο ολική χοληστερόλη προς HDL-C, σε αντίθεση με τους Stoedefalke,

2007, Welsman et al., 1997, Tolfrey et al., 1998, όπου με μειωμένο χρόνο και ένταση άσκησης δεν εμφανίζουν τα ανάλογα αποτελέσματα.

Είναι εμφανές ότι για τη φυσική δραστηριότητα υπάρχει ένα κατώφλι πέρα από το οποίο αρχίζει να επιδρά αρχικά στην ομοιοστάση της γλυκόζης νηστείας και έπειτα στα τριγλυκερίδια και τέλος, στις λιποπρωτεΐνες του αίματος.

Ομοίως, ο Superko, 1991 κάνοντας μια ανασκόπηση μελετών που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της οργανωμένης φυσικής δραστηριότητας και του λιπιδιακού προφίλ προτείνει την ύπαρξη του εν λόγω κατωφλιού. Η συνιστώμενη MVPA σύμφωνα με την τελευταία αναφορά του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας είναι στα 90 λεπτά αναφορικά με το λιπιδιακό προφίλ των νέων. Μία σύσταση που δεν πρέπει να απέχει πολύ από την πραγματικότητα, καθώς μελέτες που εμφανίζουν μεταβολές στις λιποπρωτεΐνες σε σχέση με τη φυσική δραστηριότητα και τα επίπεδα αυτής, όπως έχει προαναφερθεί κυμαίνονται σε τέτοια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και ενεργειακής δαπάνης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Neto et al., 2014 που χρησιμοποιούν ως δείκτες την περιφέρεια μέσης, την αρτηριακή και συστολική πίεση του αίματος, τη γλυκόζη νηστείας, την HDL-C και τα τριγλυκερίδια για τον υπολογισμό της καμπύλης ROC (Z score continuous risk score for MetSynd), με 88 λεπτά MPVA ανά ημέρα ως βέλτιστη ελάχιστη φυσική δραστηριότητα σε σχέση με την πρόληψη του μεταβολικού συνδρόμου.

Οι Bouziotas et al., 2004, σε δείγμα 210 ατόμων ηλικίας περίπου 12 ετών από την περιοχή της Κατερίνης στην Ελλάδα (1999), με τη χρήση ερωτηματολογίων των Aaron et al. τιτλοφορούμενο ως "Ερωτηματολόγιο Υπενθύμισης Φυσικής Δραστηριότητας της Προηγούμενης Χρονιάς" συσχέτισαν τη φυσική δραστηριότητα με δείκτες επικινδυνότητας για καρδιαγγειακές παθήσεις. Πιο συγκεκριμένα, προέκυψε θετική συσχέτιση μόνο της φυσικής δραστηριότητας με την HDL-C και του λόγου HDL-C/ TC με $p < 0.001$ και αρνητική συσχέτιση αυτής με την συστολική αρτηριακή πίεση με $p < 0.001$. Με μέσο βάρος τα 48 ± 9 κιλά και μέση ενεργειακή δαπάνη από φυσική δραστηριότητα τα 45.0 ± 5.2 Kcal/Kg/ημέρα, το οποίο μεταβάλλεται σε ένα εύρος 32 έως 59 Kcal/Kg/ημέρα είναι εύκολα αντιληπτό πως πρόκειται για ενεργειακή δαπάνη από φυσική δραστηριότητα από 1600 έως 2100 Kcal/ημέρα για το κάθε παιδί. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να υπολογιστεί σε περίπου 60 έως 90 λεπτά μέτριας έως έντονης φυσικής δραστηριότητας ανά ημέρα.

Μελέτες υποστηρίζουν τη διαφοροποίηση ανάμεσα σε αγόρια και κορίτσια σε σχέση με τους υπό εξέταση βιοχημικούς δείκτες και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας (Rauner et al., 2013), διαφοροποίηση όμως που δε συνεχίζεται όταν εξετάζεται η φυσική δραστηριότητα ως προς αντίστοιχο ενεργειακό περιεχόμενο με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού. Ο χρυσός κανόνας του DLW σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στο Δυτικό Σύδνεϋ σε παιδιά ηλικίας μεταξύ 6 και 9 ετών, έδειξε ότι ενώ παρατηρήθηκαν και εκεί ανάλογες αποκλίσεις αγοριών και κοριτσιών ως προς το χρόνο και την ένταση της φυσικής δραστηριότητας, το ενεργειακό περιεχόμενο αυτής προσδιορισμένο με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού (DLW) έδειξε ότι σε επίπεδα ενεργειακής δαπάνης αγόρια και κορίτσια ήταν στις ίδιες τιμές (Ball et al., 2001).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Προέλευση του δείγματος

Το δείγμα αποτέλεσαν συνολικά 33 υγιή αγόρια και κορίτσια ηλικίας 8-12 ετών από την περιφέρεια της ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Απαραίτητη προϋπόθεση για την συμμετοχή των παιδιών στην έρευνα ήταν η έγγραφη και ενυπόγραφη συναίνεση των γονέων τους.

3.2 Όργανα και δοκιμασίες

Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά: Το ύψος και το βάρος μετρήθηκαν με ελαφρύ ρουχισμό και χωρίς παπούτσια και καταγράφηκαν στο πλησιέστερο 0.1cm και 0.1kg αντίστοιχα, με ζυγαριά και αναστημόμετρο ακριβείας τύπου SECA. Ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) υπολογίστηκε από το πηλίκο του βάρους σε κιλά προς το τετράγωνο του ύψους σε μέτρα ($BMI=Kg/m^2$).

Βιολογική ωρίμανση: Για τη εκτίμηση της βιολογικής ωρίμανσης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος TANNER.

Επιταχυνσιομετρία: Η ημερήσια φυσική δραστηριότητα και τα επίπεδα έντασής της μετρήθηκαν με τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο Actigraph GT3X+ το οποίο τοποθετήθηκε στην μέση των παιδιών, πάνω από την λαγόνια ακρολοφία του κυρίαρχου άκρου και φορέθηκε για 7 συνεχόμενες μέρες. Το χρονικό διάστημα δειγματοληψίας (epoch) είναι 1 λεπτό. Τα προσωπικά στοιχεία κάθε παιδιού εισάχθηκαν στην συσκευή πριν από την έναρξη της λειτουργίας της. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μεταφορτώθηκαν μέσω του λογισμικού ActiLife 6 σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για την περαιτέρω επεξεργασία τους.



Εικόνα 2: Απεικονίζει τον τρόπο χρήσης του φορητού επιταχυνσιόμετρου Actigraph GT3X+, που μετρά τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας στα παιδιά.

3.3 Διαδικασία

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Φυσικής Απόδοσης του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστήμιου Θράκης. Για την μέτρηση της φυσικής δραστηριότητας υπήρξε ενημέρωση των συμμετεχόντων (γονέων και κηδεμόνων) πως θα πρέπει να φορούν το επιταχυνσιόμετρο καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου εκτός από δραστηριότητες νερού και τον ύπνο. Η εκτίμηση της βιολογικής ηλικίας με τη μέθοδο TANNER πραγματοποιήθηκε από ειδικό ιατρό.

Αρτηριακή πίεση (ΑΠ)

Θα μετρηθούν η συστολική (ΣΑΠ) και η διαστολική πίεση (ΔΑΠ) με το πιεσόμετρο Gamma G7[®] (HEINE, Germany) σε καθιστή θέση, στο δεξί χέρι 5 φορές μετά από περίοδο ξεκούρασης. Θα καταγραφεί ο μέσος όρος τριών τιμών με τη μικρότερη διακύμανση.

Αιμοληψία: Μετά από νηστεία 12 ωρών πραγματοποιήθηκαν αιμοληψίες φλεβικού αίματος από τη βασιλική ή μεσοβασιλική ή κεφαλική φλέβα των άνω άκρων με τη χρήση βελόνας ενώ οι συμμετέχοντες βρίσκονταν σε ύπτια θέση. Τηρήθηκαν όλοι οι προβλεπόμενοι κανόνες ασηψίας και αντισηψίας και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μιας χρήσης.

Ανάλυση αίματος: Μια ποσότητα αίματος συλλέχθηκε σε ειδικό φιαλίδιο, το οποίο περιείχε το αντιπηκτικό ethylene-diamine-tetra-acetic acid (EDTA) για τον προσδιορισμό των αιματολογικών παραμέτρων.

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση στην ειδική ψυχόμενη φυγόκεντρο (Heraeus Biofigure Primo) για τον διαχωρισμό του πλάσματος. Η φυγοκέντριση πραγματοποιήθηκε στα 1370 x g για 10 λεπτά σε θερμοκρασία 4° C. Ακολούθησε η συλλογή του υπερκευμένου (πλάσμα), το οποίο τοποθετήθηκε σε φιαλίδια τύπου Eppendorf™. Κατόπιν, τα δείγματα καταψύχθηκαν στους -20° C για τη συντήρηση τους μέχρι τη βιοχημική ανάλυση τους.

Τα δείγματα εξεταστήκαν στο εργαστήριο Βιοχημείας του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην πόλη των Τρικάλων, όπου για τη βιοχημική ανάλυση των δειγμάτων πλάσματος αίματος χρησιμοποιήθηκε ο Clinical Chemistry Analyser Z1145 της εταιρίας Π. Ζαφειρόπουλος Α.Ε., βιοχημικός αναλυτής.

Για τον υπολογισμό των HDL χοληστερίνη, τριγλυκερίδια, γλυκόζη νηστείας αίματος και ολική χοληστερίνη χρησιμοποιήθηκαν τα αντίστοιχα αντιδραστήρια CHOLESTEROL chod_PAP, HDL Χοληστερίνη Ενζυματικό αντιδραστήριο καταβύθισης, Τριγλυκερίδια Liquid form, Glucose Liquid- Fast της εταιρείας Flowcytogen Laboratories Ltd και το HumaTrol N (001 και 003 για τα πρώτα 10 δείγματα και τα υπόλοιπα) ως δείγμα ελέγχου. Η LDL χοληστερίνη προκύπτει από τη εξίσωση του **Friedewald**.

$$\text{LDL - cholesterol} = \frac{\text{total serum cholesterol} - \text{total serum triglycerides} - \text{HDL-C}}{5}$$

Εικόνα 2: Ολική χοληστερόλη μείον HDL χοληστερόλη μείον τριγλυκερίδια δια πέντε (εξίσωση Friedewald) [Balamurugan and Shantha, 2010].

3.4 Βιοχημικοί Δείκτες

Τα δοχεία Eppendorfs™ με τα δείγματα του ορού πλάσματος αίματος μεταφέρθηκαν χωρίς να αποψυχθούν για να αποθηκευτούν και να μετρηθούν στο εργαστήριο Βιοχημείας του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην πόλη των Τρικάλων.

Η ακριβής σειρά των ενεργειών που έλαβαν χώρα ήταν η ακόλουθη:

Αρχικά πραγματοποιούνταν η απόψυξη των δειγμάτων ανά πεντάδα μαζί με ένα troll (human control serum). Όταν τα δείγματα έφταναν σε θερμοκρασία δωματίου (25° C), τοποθετούνταν κάποια ποσότητα δείγματος στα cups του βιοχημικού αναλυτή. Πρώτα πραγματοποιούνταν η μέτρηση της γλυκόζης ορού πλάσματος νηστείας.

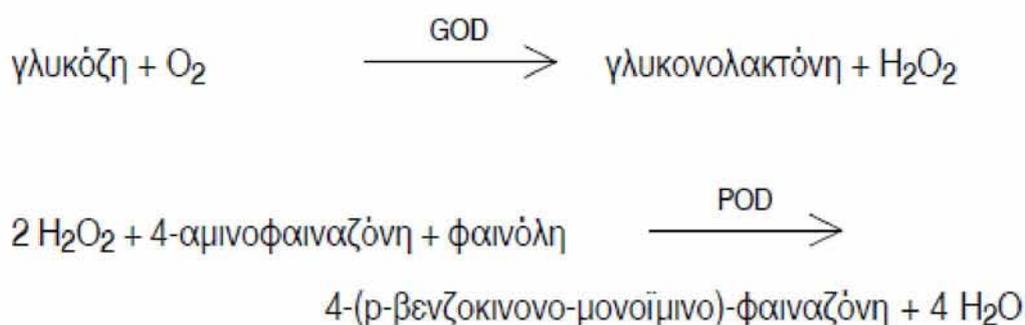
3.4.1 Περίληψη μεθόδου μέτρησης γλυκόζης ορού πλάσματος νηστείας

Οι υδατάνθρακες τροφοδοτούν τον οργανισμό με γλυκόζη. Η γλυκόζη είναι ο σημαντικότερος μονοσακχαρίτης στο αίμα: η συγκέντρωσή της μετά το γεύμα είναι 5 mmol ανά λίτρο. Το υπόστρωμα γλυκόζης αποτελεί μια απαραίτητη πηγή ενέργειας, η οποία υποστηρίζει την κυτταρική λειτουργία. Η γλυκόζη διασπάται κατά τη γλυκόλυση. Οι μετρήσεις γλυκόζης χρησιμοποιούνται στη διάγνωση και την παρακολούθηση των δυσλειτουργιών του μεταβολισμού των υδατανθράκων, στις οποίες συγκαταλέγεται ο σακχαρώδης διαβήτης, η νεογνική υπογλυκαιμία, η ιδιοπαθής υπογλυκαιμία και το καρκίνωμα των κυττάρων των παγκρεατικών νησίδων. Αυτή η τροποποιημένη μέθοδος GOD-PAP βασίζεται στην εργασία του Trinder, που δημοσιεύθηκε το 1969.

Η αρχή της μεθόδου για τη μέτρηση της γλυκόζης ορού πλάσματος νηστείας (Trinder, 1969):

Ενζυμική χρωματομετρική ανάλυση

• Δείγμα και προσθήκη R1 (ρυθμιστικό διάλυμα/ένζυμα/4-αμινοφαιναζόνη/φαινόλη) και έναρξη της αντίδρασης:



Η γλυκόζη οξειδώνεται από την οξειδάση της γλυκόζης (GOD) προς γλυκονολακτόνη, παρουσία του ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Το σχηματιζόμενο υπεροξείδιο του υδρογόνου οξειδώνει την 4-αμινοφαιναζόνη και τη φαινόλη προς 4-(p-βενζοκινονο-μονοϊμινο)-φαιναζόνη, παρουσία υπεροξειδάσης (POD). Η ένταση του χρώματος της σχηματιζόμενης κόκκινης χρωστικής είναι ευθέως ανάλογη της συγκέντρωσης της γλυκόζης και μπορεί να μετρηθεί φωτομετρικά.

3.4.2 Υπολογισμός

Ο αναλυτής υπολογίζει αυτόματα τη συγκέντρωση της αναλυόμενης ουσίας κάθε δείγματος.

$$\text{Συντελεστής μετατροπής: mg/dL} \times 0,0555 = \text{mmol/L}$$

3.4.3 Περιορισμοί – αλληλεπιδράσεις [Roche Diagnostics, Glick et al., 1986]

Κριτήριο: Ανάκτηση εντός του $\pm 10\%$ της αρχικής τιμής.

Κατόπιν, πραγματοποιούνταν η μέτρηση των τριγλυκεριδίων με τη βοήθεια της μεθόδου ενζυματική χρωματομετρική μέθοδος GPO – PAP χωρίς να μετακινηθούν τα δείγματα στα cups.

3.4.4 Περίληψη μεθόδου μέτρησης τριγλυκεριδίων [Greiling et al., 1995, Siedel J et al., 1993, Eggstein and Kreutz, 1966, Bucolo and David, 1973, Wahlefeld and Bergmeyer, 1974, Trinder, 1969]

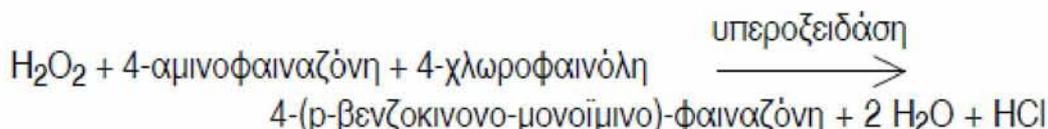
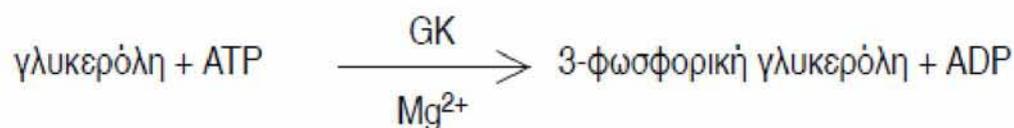
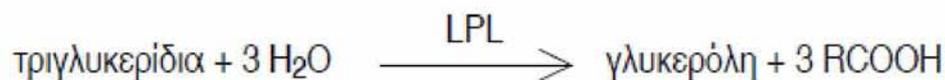
Τα τριγλυκερίδια είναι εστέρες της τριωδρικής αλκοόλης γλυκερόλη με 3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας. Η ποσότητα που υπάρχει στον οργανισμό προέρχεται εν μέρει από σύνθεση στο ήπαρ και εν μέρει από πρόσληψη με την τροφή. Ο προσδιορισμός των τριγλυκεριδίων χρησιμοποιείται στη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη, νέφρωση, ηπατική απόφραξη, διαταραχές του μεταβολισμού των λιπιδίων και πολλές άλλες ενδοκρινικές νόσους. Η ενζυμική μέθοδος προσδιορισμού τριγλυκεριδίων, που περιγράφηκε από τους Eggstein και Kreutz, απαιτούσε σαπωνοποίηση με υδροξείδιο του καλίου, όπως και οι παλαιότερες μέθοδοι. Αργότερα έγιναν πολλές προσπάθειες να αντικατασταθεί η αλκαλική σαπωνοποίηση από την ενζυμική υδρόλυση με λιπάση. Οι Bucolo και David δοκίμασαν ένα μίγμα λιπάσης/πρωτεάσης, ενώ ο Wahlefeld χρησιμοποίησε μια ηπατική εστεράση σε συνδυασμό με μια ιδιαίτερα αποτελεσματική λιπάση του *Rhizopus arrhizus* για να επιτύχει υδρόλυση.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην εργασία του **Wahlefeld**, με χρήση λιποπρωτεϊνικής λιπάσης από μικροοργανισμούς για την ταχεία και πλήρη υδρόλυση των τριγλυκεριδίων προς γλυκερόλη, μετά από την οποία ακολουθεί οξείδωση προς φωσφορική διυδροξυακετόνη και υπεροξείδιο του υδρογόνου. Το υπεροξείδιο που παράγεται αντιδρά στη συνέχεια με 4-αμινοφαιναζόνη και 4-χλωροφαινόλη, υπό την καταλυτική δράση της υπεροξειδάσης, και παράγει μια ερυθρή χρωστική (αντίδραση τελικού σημείου Trinder). Η ένταση του χρώματος της κόκκινης χρωστικής που σχηματίζεται είναι ευθέως ανάλογη με τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων και μπορεί να μετρηθεί φωτομετρικά.

Η αρχή της μεθόδου για τη μέτρηση των τριγλυκεριδίων (Siedel J et al., 1993):

Ενζυμική χρωματομετρική ανάλυση.

• Δείγμα και προσθήκη R1 (ρυθμιστικό διάλυμα / 4-χλωροφαινόλη / ένζυμα) και έναρξη της αντίδρασης:



3.4.5 Υπολογισμός

Ο αναλυτής υπολογίζει αυτόματα τη συγκέντρωση της αναλυόμενης ουσίας κάθε δείγματος.

Συντελεστής μετατροπής: $\text{mg/dL} \times 0,0555 = \text{mmol/L}$

3.4.6 Περιορισμοί – αλληλεπιδράσεις [Roche Diagnostics, Glick et al., 1986]

Κριτήριο: Ανάκτηση εντός του $\pm 10\%$ της αρχικής τιμής.

Κατόπιν, πραγματοποιούνταν η μέτρηση της ολικής χοληστερόλης με τη βοήθεια της μεθόδου ενζυματική μέθοδος CHOD-PAP χωρίς να μετακινηθούν τα δείγματα στα cups.

3.4.7 Περίληψη μεθόδου μέτρησης ολικής χοληστερόλης

Η χοληστερόλη είναι ένα στεροειδές με δευτεροταγή υδροξυλική ομάδα στη θέση C₃. Συντίθεται σε πολλά είδη ιστού, αλλά ιδιαίτερα στο ήπαρ και τα εντερικά τοιχώματα. Περίπου τα τρία τέταρτα της ποσότητας της χοληστερόλης συντίθενται εκ νέου και το ένα τέταρτο προσλαμβάνεται με την τροφή. Οι αναλύσεις χοληστερόλης

χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του κινδύνου αθηροσκλήρωσης και για τη διάγνωση και τη θεραπεία διαταραχών που αφορούν στην αύξηση των επιπέδων χοληστερόλης, καθώς και στις διαταραχές μεταβολισμού λιπιδίων και λιποπρωτεϊνών.

Η ανάλυση χοληστερόλης περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Liebermann το 1885 και αργότερα από τον Burchard το 1889. Στην αντίδραση Liebermann-Burchard, η χοληστερόλη σχηματίζει μια κυανοπράσινη χρωστική από πολυμερισμένους ακόρεστους υδατάνθρακες, σε μέσο οξικού οξέος/οξικού ανυδρίτη/πυκνού θεικού οξέος. Η μέθοδος Abell και Kendall είναι ειδική για τη χοληστερόλη, αλλά είναι τεχνικώς περίπλοκη και απαιτεί τη χρήση διαβρωτικών αντιδραστηρίων. Το 1974, οι Roeschlau και Allain περιέγραψαν την πρώτη πλήρως ενζυμική μέθοδο.

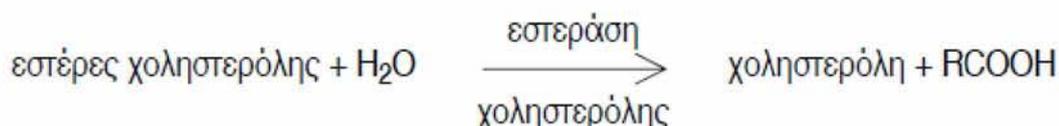
Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον προσδιορισμό της Δ^4 -χοληστενόνης μετά από την ενζυμική διάσπαση του χοληστερολεστέρα από την εστεράση της χοληστερόλης, μετατροπή της χοληστερόλης από την οξειδάση της χοληστερόλης και μετέπειτα μέτρηση του υπεροξειδίου του υδρογόνου που σχηματίζεται με την αντίδραση Trinder. Η βελτιστοποίηση της διάσπασης του εστέρα (> 99,5%) επιτρέπει την τυποποίηση με τη χρήση πρωτογενών και δευτερογενών προτύπων και άμεση σύγκριση με τις μεθόδους αναφοράς CDC και NIST [Greiling and Gressner, 1995, Liebermann, 1885, Burchard, 1889, Abell et al., 1958, Allain et al., 1974, Roeschlau et al., 1974, Trinder, 1969, Siedel et al., 1983, Wiebe and Bernert, 1984].

Οι τιμές των αποτελεσμάτων από δείγματα που έχουν ληφθεί χωρίς νηστεία ενδέχεται να είναι κάπως χαμηλότερες από τις τιμές των αποτελεσμάτων των δειγμάτων νηστείας.^{10,11} Η ανάλυση χοληστερόλης της Roche πληροί το στόχο που έθεσαν τα Εθνικά Ινστιτούτα Υγείας (National Institutes of Health – NIH) το 1992, για τιμές χαμηλότερες ή ίσες με το 3%, τόσο για την επαναληψιμότητα όσο και για την απόκλιση [National Cholesterol Education Program, 1990].

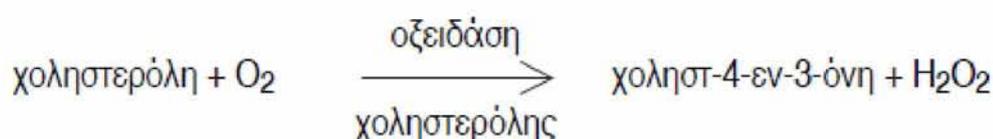
Η αρχή της μεθόδου για τη μέτρηση της ολικής χοληστερόλης:

Ενζυμική χρωματομετρική ανάλυση

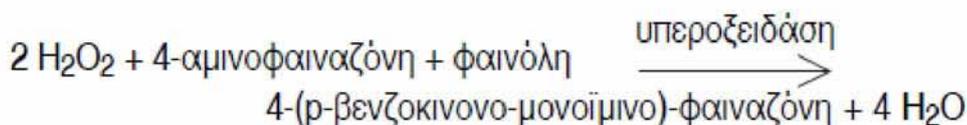
- Δείγμα, προσθήκη του R1 (αντιδραστήριο χοληστερόλης) και έναρξη της αντίδρασης: Η χοληστερόλη προσδιορίζεται ενζυματικά με τη χρήση εστεράσης της χοληστερόλης και οξειδάσης της χοληστερόλης.



Οι εστέρες της χοληστερόλης διασπώνται από την εστεράση της χοληστερόλης και αποδίδουν ελεύθερη χοληστερόλη και λιπαρά οξέα.



Η χοληστερόλη μετατρέπεται από το οξυγόνο με τη βοήθεια της οξειδάσης της χοληστερόλης σε χοληστ-4-εν-3-όνη και υπεροξείδιο του υδρογόνου.



Το υπεροξείδιο του υδρογόνου που παράγεται σχηματίζει μια ερυθρή χρωστική αντιδρώντας με την 4-αμινοφαιναζόνη και τη φαινόλη, υπό την καταλυτική δράση της υπεροξειδάσης. Η ένταση του χρώματος είναι ευθέως ανάλογη με τη συγκέντρωση της χοληστερόλης και μπορεί να μετρηθεί φωτομετρικά.

3.4.8 Υπολογισμός

Ο αναλυτής υπολογίζει αυτόματα τη συγκέντρωση της αναλυόμενης ουσίας κάθε δείγματος.

$$\text{Συντελεστής μετατροπής: mg/dL} \times 0,0555 = \text{mmol/L}$$

3.4.9 Περιορισμοί – αλληλεπιδράσεις [Roche Diagnostics, Glick et al., 1986]

Κριτήριο: Ανάκτηση εντός του $\pm 10\%$ της αρχικής τιμής.

Ακολούθησε, η μέτρηση της υψηλής συγκέντρωσης λιποπρωτεΐνης με τη

Αντιδραστήριο	0.40 ml
----------------------	----------------

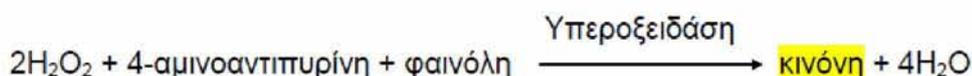
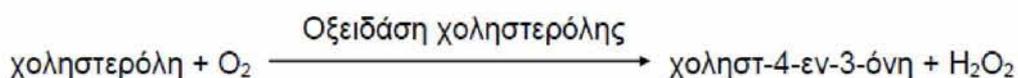
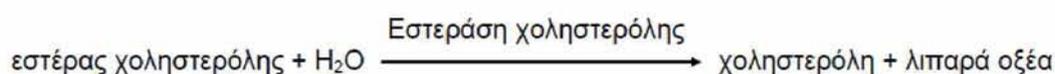
βοήθεια της μεθόδου άμεση HDL-Cholesterol (DHDL) με καταβύθιση.

Η αρχή της μεθόδου περιγράφεται παρακάτω:

Αρχικά απομακρύνονται τα υπόλοιπα λιπίδια LDL, VLDL και χυλομικρά. Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει είτε με αντισώματα που δεσμεύουν τα υπόλοιπα λιπίδια, είτε με την προσθήκη αντιδραστηρίου του φωσφοβόλφραμικού ιόντος που καταβυθίζει τα υπόλοιπα λιπίδια. Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή χρησιμοποιήθηκε η προσθήκη αντιδραστηρίου του φωσφοβόλφραμικού ιόντος.



Το σύμπλοκο καταβυθίζεται και παίρνουμε το υπερκείμενο όπου επιπλέον τα μικρού μοριακού βάρους HDL. Μετά την καταβύθιση προσδιορίζεται η χοληστερόλη που υπάρχει μέσα στη HDL με την γνωστή από την ολική χοληστερόλη μέθοδο (CE/CO).



Μέθοδος τελικού σημείου $\lambda = 510 \text{ nm}$.

3.4.10 Περιγραφή μεθόδου μέτρησης HDL χοληστερόλης

(φωσφοβολφραμικού ιόν)	
Ορός	0.20 ml

- 1) Παραμονή 10 min σε σκιερό μέρος
- 2) Έντονη ανάδευση σε Vortex
- 3) Φυγοκέντρηση 10 min στις 4000 στροφές
- 4) Μεταφορά του διαυγούς υπερκείμενου στα cups του αναλυτή για την εκτέλεση του προσδιορισμού με τη χρησιμοποίηση του βιοχημικού αναλυτή στο πρόγραμμα για την HDL.

3.5 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε ANOVA για να εξεταστεί η επίδραση μόνο του φύλου. Επίσης πραγματοποιήθηκε MANOVA για να εξεταστεί η επίδραση του φύλου και της ηλικίας. Τέλος πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις με τη μέθοδο κατά Pearson. Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS ενώ ως σημείο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι παρουσιάστηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της γλυκόζης και της ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας ανεξάρτητα από τα επίπεδα αυτής, ενώ παρουσιάστηκε μία τάση για σημαντική αρνητική συσχέτιση ($p=0.076$) μεταξύ των τριγλυκεριδίων και της μέσης ημερήσιας φυσικής δραστηριότητας (Πίνακας 1). Επιπρόσθετα, στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ των βιοχημικών μεταβλητών και της αρτηριακής πίεσης. Τα τριγλυκερίδια σχετίστηκαν θετικά με τη διαστολική αρτηριακή πίεση ενώ μια τάση για αρνητική συσχέτιση ($p=0.069$) παρουσιάστηκε για την HDL και τη διαστολική αρτηριακή πίεση.

Πίνακας 1: Συσχέτιση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, αρτηριακής πίεσης και βιοχημικών παραγόντων

		total	aver	mvpa	per	diastol
		mvpa	day	systol	bp	bp
glucose	Pearson Correlation	,373	,371	,146	,074	
	Sig. (2-tailed)	,042	,044	,425	,688	
	N	30	30	32	32	
triglyc	Pearson Correlation	-,269	-,329	,282	,589	
	Sig. (2-tailed)	,151	,076	,118	,000	
	N	30	30	32	32	
cholester	Pearson Correlation	-,066	-,253	,317	,071	
	Sig. (2-tailed)	,730	,177	,077	,698	
	N	30	30	32	32	
hdl	Pearson Correlation	,003	-,082	-,283	-,325	
	Sig. (2-tailed)	,986	,667	,117	,069	
	N	30	30	32	32	
ldl	Pearson Correlation	-,036	-,194	,483	,178	
	Sig. (2-tailed)	,849	,305	,005	,331	
	N	30	30	32	32	

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) παρακάτω φαίνεται ότι μεγαλύτερη συσχέτιση με τη γλυκόζη την έχει η μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα.

Πίνακας 2: Συσχέτιση βιοχημικών παραγόντων ανάλογα με την ένταση της φυσικής δραστηριότητας

		whr	sedent	Light	Moder	vigor
glucose	Pearson Correlation	,092	,051	,225	,417	,246
	Sig. (2-tailed)	,611	,789	,233	,022	,190
	N	33	30	30	30	30
triglyc	Pearson Correlation	,066	,022	,022	-,231	-,254
	Sig. (2-tailed)	,716	,909	,909	,219	,175

N			33	30	30	30	30
cholester	Pearson	Correlation	-,079	,158	,244	,122	-,263
	Sig. (2-tailed)		,661	,403	,193	,520	,161
N			33	30	30	30	30
hdl	Pearson	Correlation	-,111	-,004	,151	,071	-,074
	Sig. (2-tailed)		,537	,982	,427	,708	,699
N			33	30	30	30	30
ldl	Pearson	Correlation	-,038	,180	,191	,135	-,220
	Sig. (2-tailed)		,832	,340	,311	,478	,242
N			33	30	30	30	30

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3) παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών που αξιολόγησαν τη σωματοδομή και αυτές των βιοχημικών εξετάσεων. Όπως φαίνεται οι δείκτες της σωματοδομής συσχετίστηκαν θετικά με τα τριγλυκερίδια ενώ υπήρξε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της HDL και του BMI, της περιφέρειας μέσης και περιφέρειας ισχίων.

Πίνακας 3: Συσχέτιση μεταξύ βιοχημικών παραμέτρων και σωματοδομής

		height	weight	Bmi	Wc	hc
glucose	Pearson	,148	,167	,177	,258	,215
	Sig. (2-tailed)	,410	,353	,324	,147	,229
	N	33	33	33	33	33
triglyc	Pearson	,253	,523	,570	,468	,515
	Sig. (2-tailed)	,155	,002	,001	,006	,002
	N	33	33	33	33	33
cholester	Pearson	,032	-,042	-,153	-,157	-,131
	Sig. (2-tailed)	,859	,815	,394	,384	,468
	N	33	33	33	33	33

hdl Pearson Correlation	-,097	-,288	-,433	-,373	-,353
Sig. (2-tailed)	,591	,105	,012	,033	,044
N	33	33	33	33	33
ldl Pearson Correlation	,054	,036	-,017	-,040	-,028
Sig. (2-tailed)	,765	,844	,924	,826	,876
N	33	33	33	33	33

Τέλος, ελέγχθηκε η υπόθεση αν υπάρχει διαφορά στα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με το φύλλο των παιδιών (Butte, 2014). Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα σωματομετρικά και βιοχημικά δεδομένα καθώς επίσης και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με το φύλο. Όπως φαίνεται τα κορίτσια παρουσιάζουν μεγαλύτερη καθιστική συμπεριφορά σε σχέση με τα αγόρια καθώς επίσης η μέση MVPA είναι μεγαλύτερη στα αγόρια.

Πίνακα 4: Σωματομετρικά και βιοχημικά δεδομένα και επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με το φύλο

Μεταβλητή	Αγόρια	Κορίτσια	Sig	Partial eta
Ύψος	125,6786	129,1563	0,353	0,033
Βάρος	26,8143	29,1688	0,326	0,037
Bmi	16,9314	17,1250	0,639	0,009
Wc	56,5643	56,2875	0,962	0,000
Hc	65,6500	68,7375	0,198	0,063
Whr	0,8614	0,8212	0,202	0,062
Sedent	3139,3889	4029,6187	0,005	0,261
Light	1078,5917	1181,2865	0,397	0,028
Moder	162,6488	156,4438	0,559	0,013
Vigor	93,8786	95,9375	0,834	0,002
totalmvpa	256,5274	252,3813	0,652	0,008
Aver mvpa perday	45,0732	38,1277	0,021	0,189

diastolbp	62,8571	61,5625	0,578	0,012
systolbp	96,7857	96,5625	0,788	0,003
Glucose	92,2786	91,0000	0,953	0,000
Triglyc	55,8179	58,5594	0,766	0,003
cholester	199,5000	185,9688	0,546	0,014
Hdl	66,5286	65,5000	0,913	0,000
Ldl	121,8079	108,7569	0,496	0,018

Η διαφορά στον καθιστικό τρόπο ζωής στην πραγματικότητα είναι αρκετά σημαντική. Η διαφορά στην Average MVPA ανά μέρα σχετίζεται με τη διαφορά που έχουν αγόρια και κορίτσια στην επιλογή φυσικής δραστηριότητας. Όμως η συνολική μέτρια έως έντονη φυσική δραστηριότητα είναι στα ίδια επίπεδα. Σε πρόσφατη μελέτη βρέθηκε ότι παρά το γεγονός ότι ενώ με τη μέθοδο της αντικειμενικά προσδιορισμένης φυσικής δραστηριότητας (επιταχυνσιομετρία) τα αγόρια φαινόταν πιο δραστήρια με 15 λεπτά περισσότερη MVPA ανά ημέρα από τα κορίτσια. Η συνολική δαπάνη ενέργειας (TEE) και η συνολική δαπάνη ενέργειας από φυσική δραστηριότητα δεν εμφάνισαν κάποια μετρήσιμη διαφορά (P 0,38 και 0,75 αντίστοιχα, να σημειωθεί πως προσδιοριστήκαν με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού). Αυτή η διακύμανση στη συνολική δαπάνη ενέργειας ανάμεσα στην επιταχυνσιομετρία και το διπλά σημασμένο νερό μπορεί να εξηγηθεί από την σύνθεση του σώματος.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο σύνολο των βιοχημικών δεικτών που εξετάστηκαν βρέθηκε ότι τα επίπεδα γλυκόζης σχετίζονται θετικά με τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας ($p = 0.044$ με συντελεστή 0.371). Ενδεικτικά, παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στη μελέτη των Charut et al., 2013, όπου η διακύμανση της συγκέντρωσης γλυκόζης ορού πλάσματος νηστείας (x) ήταν $0.007 \text{ mmol} \cdot \text{liter}^{-1}$ ($-0,005 < x < 0,020$). Αξίζει να αναφερθεί ότι στη συγκεκριμένη μελέτη ο μέσος όρος της MVPA κυμαίνεται στα 47 λεπτά ανά μέρα ± 23 λεπτά και ανιχνεύονται σημαντικά ποσά συσχέτισης με τη διαστολική πίεση και την HDL, ενώ στη παρούσα πτυχιακή διατριβή είναι στα 41 λεπτά ανά μέρα ± 18 λεπτά.

Σε μελέτες παρέμβασης αλλά και σε μελέτες που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της άσκησης με τους υπό μελέτη βιοχημικούς δείκτες, το όριο στο οποίο σταματά η θετική επίδραση της άσκησης στην ομοιόσταση της γλυκόζης όπως και της ινσουλίνης είναι κοντά στο όριο όπου παρατηρείται έντονη επίδραση στο λιπιδιακό προφίλ.

Ακόμη, σε μια άλλη μελέτη (Neto et al., 2014) παρατηρείται η συσχέτιση της διαστολικής πίεσης με την MVPA, με τη διαφορά όμως τα τεταρτημόρια που χρησιμοποιούνται να έχουν κατά μέσο χρόνο τα 93 λεπτά ανά μέρα ± 40 λεπτά. Τέλος, σε μια πληθυσμιακή μελέτη (Katzmarzyk et al., 1999) που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά με τη χρήση ερωτηματολογίου σε ένα πληθυσμό 200 παιδιών ηλικίας 8-12 ετών και με τον μέσο όρο της MVPA ανά ημέρα να κυμαίνεται στα 142 λεπτά ανά μέρα ± 105 λεπτά, ίσως αυτή να είναι η αιτία που δεν εντοπίστηκε κάποια συσχέτιση ανάμεσα στη MVPA και τις λιποπρωτεΐνες ή την αρτηριακή πίεση. Τα επίπεδα που θα μπορούσαν να ανιχνευτούν μεταβολές σε λιποπρωτεΐνες είναι πολύ πιο πάνω και μάλιστα μελέτες που μιλούν για το ενεργειακό κατώφλι επισημαίνουν ότι είναι εξαρτώμενα κυρίως από το βασικό μεταβολικό ρυθμό του ατόμου, την ηλικία (Ainslie, 2005). Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν σαφή στοιχεία για το ποια είναι η βέλτιστη ενεργειακή δαπάνη από φυσική δραστηριότητα ανά ημέρα όπως και ποια είναι η βέλτιστη MPVA ανά ημέρα που να συνάδει με την ανάπτυξη του παιδιού, γνωρίζοντας μόνο **α)** τις επιθυμητές τιμές των βιοχημικών δεικτών οι οποίες μετρήθηκαν, και είναι κοινά αποδεκτές ως δείκτες καλής υγείας στην ανάπτυξη ενός παιδιού, είτε αυτές προέρχονται ως οδηγίες της παιδιατρικής κοινότητας είτε ως

οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και **β)** αυτό που έδειξε η παρούσα πτυχιακή διατριβή όπως και οι προαναφερθείσες μελέτες είναι πως μέχρι ένα επίπεδο ενεργειακής δαπάνης όπως και ένα επίπεδο MPVA ανά ημέρα, η φυσική δραστηριότητα πετυχαίνει μια μεταβολή – ρύθμιση στα επίπεδα γλυκόζης νηστείας που είναι ένας από τους επιθυμητούς δείκτες και από αυτά τα όρια κι έπειτα επηρεάζονται τα επίπεδα των λιποπρωτεϊνών του ατόμου (τριγλυκερίδια, LDL, HDL, ολική χοληστερόλη).

Ένα εύλογο ερώτημα που γεννάται είναι γιατί να υπάρχουν πληθυσμοί που δεν εμφανίζουν να επηρεάζονται τα επίπεδα γλυκόζης τους (Assah et al., 2009), ενώ πληθυσμοί με ανεβασμένα επίπεδα γλυκόζης πλάσματος νηστείας εμφανίζουν μείωση της γλυκόζης με την MVPA! Οι συσχετίσεις που βρέθηκαν στην παρούσα πτυχιακή διατριβή μεταξύ των βιοχημικών δεικτών και των σωματομετρικών κριτηρίων δείχνουν παρόμοια αποτελέσματα με μελέτες όπως των Assah et al., 2009, Evans et al., 2004, Roberts et al., 2013.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής διατριβής, όπως και των μελετών που αναφέρονται παραπάνω, καταδεικνύουν ότι η απόκριση στη φυσική δραστηριότητα των βιοχημικών δεικτών κατά κύριο λόγο ακολουθεί ένα πρότυπο τάξης μεγέθους (*vector – magnituded*). Ουσιαστικά, η απόκριση στην ενεργειακή δαπάνη από φυσική δραστηριότητα, όπως και στα επίπεδα φυσικής άσκησης οφείλεται στα επίπεδα της κατανάλωσης ενέργειας καθώς και της έντασης αυτής. Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, έχοντας ως δεδομένο πως το ισοζύγιο ενέργειας στα παιδιά είναι κατά κύριο λόγο θετικό, συνεπάγεται ότι ο μεταβολισμός λειτουργεί σε ένα καλύτερο φάσμα λόγω λιγότερου «φόρτου».

Απομένει να χαρτογραφηθεί πιο λεπτομερώς η μέση απόκριση των πληθυσμών συγκριτικά με τη ενεργειακή δαπάνη από φυσική δραστηριότητα και την MPVA ανά ημέρα για να χρησιμοποιηθεί ως μέσο παρέμβασης στους φυσικοχημικούς δείκτες των πληθυσμών αυτών. Επίσης, η πιο λεπτομερής χαρτογράφηση και η απόκριση του ατόμου στη φυσική δραστηριότητα και την MPVA ανά ημέρα θα μπορούσε να αποτελέσει προγνωστικό δείκτη, για πιθανή απόκλιση του ατόμου αναφορικά με τις δυσλειτουργίες του μεταβολισμού του ή λανθάνουσες καταστάσεις. Ο υπολογισμός της ενεργειακής δαπάνης από φυσική δραστηριότητα, όπως και της MPVA ανά ημέρα στη παρούσα πτυχιακή διατριβή προέκυψε από επιταχυνσιομετρία. Αντίστοιχα, μελέτες που προσδιορίζουν την ενεργειακή δαπάνη, μέσω της επιταχυνσιομετρίας έχουν επιδείξει αρκετά καλή πιστότητα αποτελεσμάτων. Σήμερα, συσκευές επιταχυνσιομετρίας αποτελούν μεμονωμένες συσκευές, όπου κάλλιστα στο μέλλον μπορεί να αποτελούν μέρος άλλων συσκευών. Επιπλέον, είναι αρκετά διαδεδομένη η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών ή έξυπνων συσκευών ακόμη και σε αυτές τις ηλικίες.

Με την εξέλιξη της επιταχυνσιομετρίας λόγω των πιο πολύπλοκων αλγορίθμων που περιγράφουν καλύτερα την ανάλυση των δεδομένων, παρέχοντας μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς τη μετρούμενη φυσική δραστηριότητα, δίνεται η δυνατότητα μιας καλύτερης αντίληψης της απόκρισης του μεταβολισμού στη φυσική δραστηριότητα. Κατά συνέπεια, θα υπάρχει η δυνατότητα να μετράται και να αναλύεται σε πραγματικό χρόνο η φυσική δραστηριότητα του ατόμου, προσφέροντας έτσι μια πραγματική εικόνα και όχι μέρος της καθημερινότητας του.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aaron DJ, Kriska AM, Dearwater SR, Cauley JA, Metz KF, LaPorte RE. (1995): Reproducibility and validity of an epidemiologic questionnaire to assess past year physical activity in adolescents., *Am J Epidemiol.*, 142(2):191-201.

Abbott RD, White LR, Ross GW, Masaki KH, Curb JD, Petrovitch H (2004): Walking and dementia in physically capable elderly men., *JAMA.*, 292(12):1447-1453.

Abell L et al. (1958): *Standard Methods in Clinical Chemistry*, 26:2.

Ainslie PN (2005): Changes in plasma lipids and lipoproteins following 10-days of prolonged walking: influence of age and relationship to physical activity level. *Pediatrics.* 98: 389-395.

Ainslie RC, Shafer A, Reynolds J. (1996): Mediators of adolescents stress in a college preparatory environment., *Adolescence.*, 31(124):913-924.

Allain CC et al. (1974): *Clin Chem*, 20:470.

Assah FK, Ekelund U, Brage S, Corder K, Wright A, Mbanya JC, Wareham NJ (2009): Predicting physical activity energy expenditure using accelerometry in adults from sub-Saharan Africa., *Obesity (Silver Spring).*, 17(8):1588-1595.

Bäckmand HM, Kaprio J, Kujala UM, Sarna S (2009): Physical activity, mood and the functioning of daily living A longitudinal study among former elite athletes and referents in middle and old age., *Arch Gerontol Geriatr.*, 48(1):1-9.

Balamurugan G, Shantha A. (2010): Effect of Erythrina variegata seed extract on hyperlipidemia elicited by high-fat diet in wistar rats., *J Pharm Bioallied Sci.*, 2(4):350-355.

Ball EJ, O'Connor J, Abbott R, Steinbeck KS, Davies PS, Wishart C, Gaskin KJ, Baur LA (2001): Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9 y., *Am J Clin Nutr.*, 74(4):524-528.

Bouziotas C, Koutedakis Y, Nevill A, Ageli E, Tsigilis N, Nikolaou A, Nakou A. (2004): Greek adolescents, fitness, fatness, fat intake, activity, and coronary heart disease risk., *Arch Dis Child.*, 89(1):41-44.

Bucolo G, David H. (1973): *Clin Chem*, 19:476.

Burchard H. (1889): Beiträge zur Kenntnis der Cholesterine., Dissertation, Rostock.

Butte NF, Wong WW, Lee JS, Adolph AL, Puyau MR, Zakeri IF. (2014): Prediction of energy expenditure and physical activity in preschoolers., *Med Sci Sports Exerc.* 46(6):1216-1226.

Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. (1985): Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research., *Public Health Rep.* 100(2):126-131.

Cerhan JR, Chiu BC, Wallace RB, Lemke JH, Lynch CF, Torner JC, Rubenstein LM (1998): Physical activity, physical function, and the risk of breast cancer in a prospective study among elderly women., *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 53(4):M251-256.

Chaput JP, Saunders TJ, Mathieu MÈ, Henderson M, Tremblay MS, O'Loughlin J, Tremblay A. (2010): Combined associations between moderate to vigorous physical activity and sedentary behaviour with cardiometabolic risk factors in children., *Appl Physiol Nutr Metab.*, 38(5):477-483.

Córdova C, Silva VC, Moraes CF, Simões HG, Nóbrega OT (2009): Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in elderly females., *Braz J Med Biol Res.*, 42(5):458-464.

Craig SB, Bandini LG, Lichtenstein AH, Schaefer EJ, Dietz WH. (1996): The impact of physical activity on lipids, lipoproteins, and blood pressure in preadolescent girls., *Pediatrics.* 389-395.

De Leo D, Diekstra RF, Lonnqvist J, Trabucchi M, Cleiren MH, Frisoni GB, Dello Buono M, Haltunen A, Zucchetto M, Rozzini R, Grigoletto F, Sampaio-Faria J (1998): LEIPAD, an internationally applicable instrument to assess quality of life in the elderly., *Behav Med.*, 24(1):17-27.

Doak CM, Visscher TL, Renders CM, Seidell JC. (2006): The prevention of overweight and obesity in children and adolescents: a review of interventions and programmes., *Obes Rev.*, 7(1):111-136. Review.

Doak CM, Visscher TL, Renders CM, Seidell JC. (2006): The prevention of overweight and obesity in children and adolescents: a review of interventions and programmes., *Obes Rev.*, 7(1):111-136. Review.

Eggstein M, Kreutz F (1966): *Klin Wschr*, 44: 262–267.

Ellen M. Evans, Susan B. Racette, Linda R. Peterson, Dennis T. Villareal, Jeffrey S. Greiwe, and John O. Holloszy (2005): Aerobic power and insulin action improve in response to endurance exercise training in healthy 77–87 yr olds, *J Appl Physiol*, 98: 40–45.

Ellen M. Evans, Susan B. Racette, Linda R. Peterson, Dennis T. Villareal, Jeffrey S. Greiwe, and John O. Holloszy (2005): Aerobic power and insulin action improve in response to endurance exercise training in healthy 77–87 yr olds, *J Appl Physiol*, 98: 40–45.

Evans WJ (1999): Exercise training guidelines for the elderly., *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(1):12-17.

Fam B, Amouzegar A, Arzhan S, Ghanbariyan A, Delshad M, Hosseinpanah F, Azizi F. (2013): Association between Physical Activity and Metabolic Risk Factors in Adolescents: Tehran Lipid and Glucose Study. *Int J Prev Med.*, 4(9):1011-1017.

Flynn MA, McNeil DA, Maloff B, Mutasingwa D, Wu M, Ford C, Tough SC. (2006): Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a

synthesis of evidence with 'best practice' recommendations., *Obes Rev.*, 1:7-66.
Review.

Flynn MA, McNeil DA, Maloff B, Mutasingwa D, Wu M, Ford C, Tough SC. (2006): Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with 'best practice' recommendations., *Obes Rev.*, 1:7-66.
Review.

Friberg P, Allansdotter-Johnsson A, Ambring A, Ahl R, Arheden H, Framme J, Johansson A, Holmgren D, Wåhlander H, Mårild S. (2004): Increased left ventricular mass in obese adolescents., *Eur Heart J.* 25(11):987-992.

Friberg P, Allansdotter-Johnsson A, Ambring A, Ahl R, Arheden H, Framme J, Johansson A, Holmgren D, Wåhlander H, Mårild S. (2004): Increased left ventricular mass in obese adolescents., *Eur Heart J.* 25(11):987-992.

Gilliam TB, Freedson PS, MacConnie SE, Geenen DL, Pels AE 3rd (1981): Comparison of blood lipids, lipoproteins, anthropometric measures, and resting and exercise cardiovascular responses in children, 6--7 years old., *Prev Med.*, 10(6):754-764.

Glick MR, Ryder KW, Jackson SA (1986): Graphical Comparisons of Interferences in Clinical Chemistry Instrumentation *Clin Chem*, 32:470–474.

Greiling H, Gressner AM (1995): eds. *Lehrbuch der Klinischen Chemie und Pathobiochemie*, 3rd ed. Stuttgart/New York: Schattauer.

Greiling H, Gressner AM (1995): eds. *Lehrbuch der Klinischen Chemie und Pathobiochemie*, 3rd ed. Stuttgart/New York: Schattauer.

Hallal PC, Reichert FF, Clark VL, Cordeira KL, Menezes AM, Eaton S, Ekelund U, Wells JC. (2013): Energy expenditure compared to physical activity measured by accelerometry and self-report in adolescents: a validation study., *PLoS One.* 8(11):e77036.

Hallal PC, Reichert FF, Clark VL, Cordeira KL, Menezes AM, Eaton S, Ekelund U, Wells JC (2013): Energy expenditure compared to physical activity measured by accelerometry and self-report in adolescents: a validation study., *PLoS One.*, eCollection.

Hamasaki H, Noda M, Moriyama S, Yoshikawa R, Katsuyama H, Sako A, Mishima S, Kakei M, Ezaki O, Yanai H (2015): Daily Physical Activity Assessed by a Triaxial Accelerometer Is Beneficially Associated with Waist Circumference, Serum Triglycerides, and Insulin Resistance in Japanese Patients with Prediabetes or Untreated Early Type 2 Diabetes., *J Diabetes Res.*

Hashemipour M, Soghrati M, Malek Ahmadi M, Soghrati M (2011): Anthropometric indices associated with dyslipidemia in obese children and adolescents: a retrospective study in isfahan., *ARYA Atheroscler.*, 7(1):31-9.

Heydarnejad S, Dehkordi AH (2010): The effect of an exercise program on the health-quality of life in older adults. A randomized controlled trial., *Dan Med Bull.*, 57(1):A4113.

Hills AP, Mokhtar N, Byrne NM. (2014): Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures., *Front Nutr.*, 1:5., Review.

Hills AP, Mokhtar N, Byrne NM. (2014): Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures., *Front Nutr.*, eCollection. Review.

Hillsdon MM, Brunner EJ, Guralnik JM, Marmot MG (2005): Prospective study of physical activity and physical function in early old age., *Am J Prev Med.*, 28(3):245-250.

Ignico AA, Mahon AD (1995): The effects of a physical fitness program on low-fit children., *Res Q Exerc Sport.*, 66(1):85-90.

Janssen X, Cliff DP, Reilly JJ, Hinkley T, Jones RA, Batterham M, Ekelund U, Brage S, Okely AD. (2013):

Predictive validity and classification accuracy of ActiGraph energy expenditure equations and cut-points in young children., *PLoS One*. 8(11):e79124.

John EM, Koo J, Horn-Ross PL (2010): Lifetime physical activity and risk of endometrial cancer., *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 19(5):1276-1283.

Katzmarzyk PT, Malina RM, Bouchard C. (1999): Physical activity, physical fitness, and coronary heart disease risk factors in youth: the Québec Family Study., *Prev Med.*, 29(6 Pt 1):555-562.

Kaur H, Hyder ML, Poston WS. (2003): Childhood overweight: an expanding problem., *Treat Endocrinol.*, 2(6):375-388. Review.

Kaur H, Hyder ML, Poston WS. (2003): Childhood overweight: an expanding problem., *Treat Endocrinol.*, 2(6):375-388. Review.

Knoops KT, de Groot LC, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras-Varela O, Menotti A, van Staveren WA (2004): Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project., *JAMA.*, 292(12):1433-1439.

Koenigsberg J, Boyd GS, Gidding SS, Hassink SG, Falkner B. (2006): Association of age and sex with cardiovascular risk factors and insulin sensitivity in overweight children and adolescents., *J Cardiometab Syndr.*, 1(4):253-258.

Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, Kulkarni KR, Slentz CA. (2002): Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins., *N Engl J Med.*, 347(19):1483-1492.

Landi F, Russo A, Cesari M, Pahor M, Liperoti R, Danese P, Bernabei R, Onder G (2008): Walking one hour or more per day prevented mortality among older persons: results from the SIRENTE study., *Prev Med.*, 47(4):422-426.

Leenders NY, Sherman WM, Nagaraja HN. (2006): Energy expenditure estimated by accelerometry and doubly labeled water: do they agree?, *Med Sci Sports Exerc.*, 38(12): 2165-2172.

Lemos A, Simão R, Polito M, Salles B, Rhea MR, Alexander J (2009): The acute influence of two intensities of aerobic exercise on strength training performance in elderly women., *J Strength Cond Res.*, 23(4):1252-1257.

Leon AS, Sanchez OA (2001): Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention., *Med Sci Sports Exerc.* S502-15; discussion S528-9.

Liebermann C (1885): *Ber Dtsch chem Ges*, 18:1803.

Linder CW, DuRant RH, Mahoney OM (1983): The effect of physical conditioning on serum lipids and lipoproteins in white male adolescents., *Med Sci Sports Exerc.*, 15(3):232-236.

Low S, Chin MC, Deurenberg-Yap M. (2009): Review on epidemic of obesity., *Ann Acad Med Singapore.*, 38(1):57-59. Review.

Low S, Chin MC, Deurenberg-Yap M. (2009): Review on epidemic of obesity., *Ann Acad Med Singapore.*, 38(1):57-59. Review.

Maffeis C, Tatò L. (2001): Long-term effects of childhood obesity on morbidity and mortality., *Horm Res.*, 1:42-45. Review.

Maffeis C and Tatò L. (2001): Long-term effects of childhood obesity on morbidity and mortality., *Horm Res.*, 1:42-45. Review.

Koozehchian MS, Farzad Nazem, Richard B Kreider, Roberts WJ, Best TM, Rong Y, Zuo L (2014): The role of exercise training on lipoprotein profiles in adolescent males, *Lipids Health Dis.*, 13: 95.

Militão AG, de Oliveira Karnikowski MG, da Silva FR, Garcez Militão ES, Dos Santos Pereira RM, Grubert Campbell CS (2015): Effects of a recreational

physical activity and healthy habits orientation program, using an illustrated diary, on the cardiovascular risk profile of overweight and obese schoolchildren: a pilot study in a public school in Brasilia, Federal District, Brazil., *Diabetes Metab Syndr Obes. ECollection.*

Miller FL, O'Connor DP, Herring MP, Sailors MH, Jackson AS, Dishman RK, Bray MS. (2014): Exercise dose, exercise adherence, and associated health outcomes in the TIGER study., *Med Sci Sports Exerc.*, 46(1):69-75.

Moreh E, Jacobs JM, Stessman J (2010): Fatigue, function, and mortality in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 65(8):887-895.

Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda-Sceppa C (2007): Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association., *Med Sci Sports Exerc.*, 39(8):1435-1445. Review.

Neto CF, Neto GR, Araújo AT, Sousa MS, Sousa JB, Batista GR, Reis VM. (2014): Can programmed or self-selected physical activity affect physical fitness of adolescents?, *J Hum Kinet.*, 12;43:125-130.

Norton GR, Majane OH, Libhaber E, Maseko MJ, Makaula S, Libhaber C, Woodiwiss AJ. (2009): The relationship between blood pressure and left ventricular mass index depends on an excess adiposity., *J Hypertens.*, 27(9):1873-1883.

Norton GR, Majane OH, Libhaber E, Maseko MJ, Makaula S, Libhaber C, Woodiwiss AJ. (2009): The relationship between blood pressure and left ventricular mass index depends on an excess adiposity., *J Hypertens.*, 27(9):1873-1883.

Orsini N, Bellocco R, Bottai M, Hagströmer M, Sjöström M, Pagano M, Wolk A (2008): Profile of physical activity behaviors among Swedish women aged 56-75 years., *Scand J Med Sci Sports.*, 18(1):95-101.

Paterson DH, Warburton DE (2010): Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines., *Int J Behav Nutr Phys Act.*, 7:38.

Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM (2010): Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis., *Ageing Res Rev.*, 9(3):226-237. , Review.

Psaltopoulou T, Kyrozi A, Stathopoulos P, Trichopoulos D, Vassilopoulos D, Trichopoulou A (2008): Diet, physical activity and cognitive impairment among elders: the EPIC-Greece cohort (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition)., *Public Health Nutr.*, 11(10):1054-1062.

Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C (2014): Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis., *Diabet Med.*, 31(10):1163-1173. Review.

Raitakari OT, Juonala M, Viikari JS. (2005) : Obesity in childhood and vascular changes in adulthood: insights into the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Int J Obes (Lond)*. 29:101-104.

Rauner A, Mess F and Woll A (2013): The relationship between physical activity, physical fitness and overweight in adolescents: a systematic review of studies published in or after 2000, *Pediatrics*, 131:19.

Recommendations for Improving Cholesterol Measurement: A Report from the Laboratory Standardization Panel of the National Cholesterol Education Program, NIH Publication, No. 90-2964, February 1990.

Reinehr T, de Sousa G, Andler W. (2005): Longitudinal analyses among overweight, insulin resistance, and cardiovascular risk factors in children. *Obes Res*. 13(10):1824-1833.

Rivlis I, Hay J, Cairney J, Klentrou P, Liu J, Faight BE. (2011): Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review., *Res Dev Disabil.*, 32(3):894-910. Review.

Roberts CK, Izadpanah A, Angadi SS, Barnard RJ (2013): Effects of an intensive short-term diet and exercise intervention: comparison between normal-weight and obese children., *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.*, 305(5):R552-557.

- Roeschlau P et al. (1974):** Z Klin Chem Klin Biochem, 12:226.
- Ruuskanen JM, Ruoppila I (1995):** Physical activity and psychological well-being among people aged 65 to 84 years., Age Ageing., (4):292-296.
- Savage MP, Petratis MM, Thomson WH, Berg K, Smith JL, Sady SP (1986):** Exercise training effects on serum lipids of prepubescent boys and adult men., Med Sci Sports Exerc., 18(2):197-204.
- Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Tanaka K, Sakai T, Kitazumi S, Rantanen T (2008):** Square-stepping exercise and fall risk factors in older adults: a single-blind, randomized controlled trial., J Gerontol A Biol Sci Med Sci., 63(1):76-82.
- Siedel J et al. (1993):** AACC Meeting Abstract 34. Clin Chem, 39: 1127.
- Siedel J, Hägele EO, Ziegenhorn J et al. (1983):** Clin Chem, 29:1075.
- Simşek E, Balta H, Balta Z, Dallar Y. (2010):** Childhood obesity-related cardiovascular risk factors and carotid intima-media thickness. Turk J Pediatr. 52(6):602-611.
- Simşek E, Balta H, Balta Z, Dallar Y. (2010):** Childhood obesity-related cardiovascular risk factors and carotid intima-media thickness. Turk J Pediatr. 52(6):602-611.
- Sorock GS, Bush TL, Golden AL, Fried LP, Breuer B, Hale WE (1988):** Physical activity and fracture risk in a free-living elderly cohort., J Gerontol., 43(5):M134-139.
- Stępień A, Stępień M, Wlazeł RN, Paradowski M, Banach M, Rysz J (2014):** Assessment of the relationship between lipid parameters and obesity indices in non-diabetic obese patients: a preliminary report., Med Sci Monit., 20:2683-2688.
- Stoedefalke K (2007):** Effects of Exercise Training on Blood Lipids and Lipoproteins in Children and Adolescents, J Sports Sci Med., 6(3): 313–318

Superko HR. (1991): Exercise training, serum lipids, and lipoprotein particles: is there a change threshold?, *Med Sci Sports Exerc.*, 23(6):677-685. Review.

. Taguchi N, Higaki Y, Inoue S, Kimura H, Tanaka K (2010): Effects of a 12-month multicomponent exercise program on physical performance, daily physical activity, and quality of life in very elderly people with minor disabilities: an intervention study., *J Epidemiol*, 20(1):21-29.

Trinder P (1969): *Ann Clin Biochem*, 6:24.

Trinder P. (1969): Determination of Glucose in Blood using Glucose Oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann Clin Biochem*, 6:24-27.

Ueshima K, Ishikawa-Takata K, Yorifuji T, Suzuki E, Kashima S, Takao S, Sugiyama M, Ohta T, Doi H (2010): Physical activity and mortality risk in the Japanese elderly: a cohort study., *Am J Prev Med.*, 38(4):410-418.

Wahlefeld AW, Bergmeyer HU (1974): eds. *Methods of Enzymatic Analysis*. 2nd English ed. New York, NY: Academic Press Inc, 1831.

Walsh JM, Pressman AR, Cauley JA, Browner WS (2001): Predictors of physical activity in community-dwelling elderly white women., *J Gen Intern Med.*, 16(11):721-727.

Welsman JR, Armstrong N, Withers S (1997): Responses of young girls to two modes of aerobic training., *Br J Sports Med.*, 31(2):139-42.

Wen CP, Wai JP, Tsai MK, Yang YC, Cheng TY, Lee MC, Chan HT, Tsao CK, Tsai SP, Wu X (2011): Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study., *Lancet.*, 378(9798):1244-1253.

Wennberg P, Gustafsson PE, Dunstan DW, Wennberg M, Hammarström A (2013): Television viewing and low leisure-time physical activity in adolescence independently predict the metabolic syndrome in mid-adulthood., *Diabetes Care.*, 36(7):2090-2097.

Wennlöf AH, Yngve A, Nilsson TK, Sjöström M. (2005): Serum lipids, glucose and insulin levels in healthy schoolchildren aged 9 and 15 years from Central Sweden: reference values in relation to biological, social and lifestyle factors., *Scand J Clin Lab Invest.*, 65(1):65-76.

Wiebe DA, Bernert JT. (1984): *Clin Chem*, 30:352.

Williams MA, Esterbrooks DJ, Sketch MH (1984): Guidelines for exercise therapy of the elderly after myocardial infarction., *Eur Heart J.*, E:121-123.

Williford HN, Blessing DL, Duey WJ, Barksdale JM, Wang N, Olson MS, Teel S (1996): Exercise training in black adolescents: changes in blood lipids and VO₂max., *Ethn Dis.*, 6(3-4):279-285.

Zhang YX, Chen M, Xue LH, Zhao JS, Chu ZH (2013): Comparison of body shape and physical activity among adolescents with normotensive and elevated blood pressure in Shandong, China., *Ann Hum Biol.*, 40(1):88-93.