



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας- Διατροφής

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας:

«ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ Α ΚΑΙ
Ε ΣΤΟ ΑΙΜΑ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ» (ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

Νίκα Φωτεινή

Α.Μ.: 21230

Επιβλέπων καθηγητής: Ιωάννης Μανιός

Αθήνα, 2016

Τριμελής Επιτροπή:

Μανιός Ιωάννης , Αναπληρωτής Καθηγητής Διατροφικής Αγωγής και Αξιολόγησης

Καλιώρα Ανδριάννα, Επίκουρη καθηγήτρια Διατροφής του Ανθρώπου και Τρόφιμα

Νομικός Τζώρτζης, Επίκουρος Καθηγητής Βιοχημείας

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ιωάννη Μανιό, για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας, καθώς και για την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Μοσχώνη, διότι χωρίς τη βοήθεια, την καθοδήγηση και τις εύστοχες παρατηρήσεις του, δε θα ήταν εφικτή η περάτωση της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

*Στην οικογένειά μου,
που με στηρίζει σε κάθε μου προσπάθεια*

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
SUMMARY	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Ορισμός παχυσαρκίας	8
1.2 Επιπολασμός παιδικής παχυσαρκίας	8
1.3 Ασυμφωνία μεταξύ θερμιδικού περιεχομένου και θρεπτικής αξίας της διατροφής	10
1.4 Επιπολασμός ανεπαρκειών των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε σε παιδιά-εφήβους στην Ευρώπη (αίμα και διαιτητική πρόσληψη)	10
1.5 Βιταμίνη Α: βιολογικές δράσεις, πηγές, μεταβολισμός, έλλειψη, τοξικότητα .	21
1.6 Βιταμίνη Ε: βιολογικές δράσεις, πηγές, μεταβολισμός, έλλειψη, τοξικότητα..	22
1.7 Παράγοντες που σχετίζονται με τα επίπεδα των βιταμινών Α και Ε σε παιδιά/εφήβους στην Ευρώπη	24
1.7.1 Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες	24
1.7.2 Κλινικοί παράγοντες που συνδέονται με ανεπάρκεια των βιταμινών Α και Ε	25
1.7.3 Συμπεριφοριστικοί παράγοντες.....	29
1.7.4. Αλληλεπιδράσεις βιταμινών Α και Ε με άλλα θρεπτικά συστατικά	31
1.7.5 Συσχέτιση χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων με τις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α και Ε.....	34
1.7.6 Κοινωνικοοικονομικό επίπεδο	34
2. ΣΚΟΠΟΣ	36
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	37
3.1 Πληθυσμός της μελέτης	37
3.2 Δειγματοληψία- Τυχαιοποίηση.....	37
3.3 Στάδια της μελέτης	39
3.3.1 Δείγμα παρούσας μελέτης.....	39
3.4 Διατροφική αξιολόγηση	39
3.4.1 Ανακλήσεις 24ώρου	39
3.5 Ερωτηματολόγιο γονέων.....	40
3.5.1 Ανθρωπομετρικά, δημογραφικά & κοινωνικό- οικονομικά στοιχεία της οικογένειας.....	40

3.6 Ανθρωπομετρήσεις	40
3.6.1 Ύψος- Βάρος.....	41
3.6.2 Περίμετρος μέσης.....	41
3.6.3 Δερματικές πτυχές	41
3.6.4 Σύσταση σώματος	42
3.7 Κλινική εξέταση παιδιών	42
3.7.1 Στάδιο βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner (ή στάδιο κατά Tanner)	42
3.8 Βιοχημικές εξετάσεις	43
3.8.1 Γλυκόζη και ινσουλίνη νηστείας.....	44
3.8.2 Ρετινόλη και α-τοκοφερόλη	44
3.8.3 Λιπιδαιμικό προφίλ	45
3.8.4 Επίπεδα σιδήρου.....	45
3.8.5 C-αντιδρώσα πρωτεΐνη , Ιντερλευκίνη 6 , Λεπτίνη , Αδιπονεκτίνη.....	45
3.9 Ορισμοί- Κατηγοριοποιήσεις	46
3.9.1 Κατηγοριοποίηση Σωματικού Βάρους	46
3.9.2 Ορισμός ανεπάρκειας βιταμίνης Α.....	46
3.9.3 Ορισμός ανεπάρκειας βιταμίνης Ε	46
3.10 Στατιστική ανάλυση	47
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	48
4.1 Περιγραφικά στοιχεία	48
4.2 Διερεύνηση ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης των βιταμινών Α και Ε και των επιπέδων πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών	51
4.3 Διερεύνηση ύπαρξης συσχέτισης ρετινόλης και α-τοκοφερόλης με βιοχημικούς δείκτες	60
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	66
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση των επιπέδων των ανεπαρκειών των βιταμινών Α και Ε σε παιδιά (9-13 ετών) και η μελέτη παραγόντων και συμπεριφορών που σχετίζονται με αυτές τις ανεπάρκειες.

Μεθοδολογία: Η παρούσα έρευνα αποτελεί μια συγχρονική επιδημιολογική μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 299 παιδιά 9-13 ετών. Περιελάμβανε διατροφική αξιολόγηση, ανθρωπομετρήσεις, κλινική εξέταση και βιοχημικές εξετάσεις. Μεταξύ άλλων, μετρήθηκαν η ρετινόλη και η α-τοκοφερόλη πλάσματος. Ανεπάρκεια βιταμίνης Α ορίστηκε ως συγκέντρωση ρετινόλης $< 0,2 \text{ mg/L}$ ενώ ανεπάρκεια βιταμίνης Ε συγκέντρωση α-τοκοφερόλης $< 5 \text{ mg/L}$. Χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό κριτήριο χ^2 του Pearson και το t – Test του Student για τη συσχέτιση μεταξύ μεταβλητών και πραγματοποιήθηκαν απλές λογιστικές παλινδρομήσεις για τη διερεύνηση συσχετίσεων μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των βιταμινών με τα επίπεδά τους στο αίμα καθώς και πολλαπλές, για διερεύνηση συσχετίσεων των βιταμινών με δείκτες υγείας.

Αποτελέσματα: Τα αγόρια παρουσίασαν υψηλότερη διαιτητική πρόσληψη ενέργειας και βιταμίνης Ε συγκριτικά με τα κορίτσια. Ανεπαρκής διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης Α είχε το 28,1% των παιδιών ενώ για τη βιταμίνη Ε το ποσοστό ήταν 77,3%. Ρετινόλη σε έλλειψη εμφάνισε το 8% των παιδιών ενώ για την α-τοκοφερόλη το ποσοστό ήταν 31,8%. Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης και επιπέδων στο αίμα για τις δύο βιταμίνες. Τέλος, προέκυψαν συσχετίσεις των βιταμινών με δείκτες υγείας.

Συμπεράσματα: Βρέθηκαν ανεπαρκείς διαιτητικές προσλήψεις για τις βιταμίνες Α και Ε και ποσοστά ανεπάρκειας ρετινόλης και α-τοκοφερόλης. Δεν προέκυψε συσχέτιση μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των βιταμινών και των επιπέδων τους στο αίμα. Προέκυψαν όμως συσχετίσεις αυτών με δείκτες υγείας που χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση.

Λέξεις κλειδιά: βιταμίνη Α, βιταμίνη Ε, διαιτητική πρόσληψη, ρετινόλη, α-τοκοφερόλη

SUMMARY

Objectives: The purpose of this study is to assess the levels of deficiencies of vitamins A and E in children (9-13 years) and the study of factors and behaviors associated with these deficiencies.

Methodology: This is a cross-sectional survey conducted in 299 children 9-13 years old. The research included nutritional assessment, anthropometry, clinical examination and biochemical tests. Among others, retinol and a-tocopherol were measured. Vitamin A insufficiency was defined as plasma retinol $<0,2$ mg / L. Vitamin E insufficiency was defined as plasma a-tocopherol <5 mg / L. Statistical criteria of χ^2 Pearson and Student's t-test were used in order to investigate correlations between variables. Furthermore, simple logistic regressions were conducted in order to examine the relationship between dietary intake of vitamins, with their blood levels. Finally, multiple logistic regressions were conducted in order to examine correlation of vitamins with health indicators.

Results: Total dietary energy intake and dietary intake of vitamin E was higher in boys. The prevalence of insufficient dietary intake of vitamin A was 28.1% and for vitamin E 77.3%. The prevalence of retinol insufficiency was 8% and for a-tocopherol 31.8%. No correlation was observed between dietary intake of vitamins and their blood levels. Finally, vitamins were associated with health indicators.

Conclusions: Inadequate dietary intakes of vitamins A and E and low blood levels of retinol and a-tocopherol were found .. No correlation was found between dietary intake of vitamins and their blood levels. However, retinol and a-tocopherol were associated with health indicators but further investigation in this field is needed.

Keywords: vitamin A, vitamin E, dietary intake, retinol, a-tocopherol

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός παχυσαρκίας

Η παχυσαρκία, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), ορίζεται ως η υπερβολική συσσώρευση λίπους στο σώμα, η οποία ενέχει κινδύνους για την υγεία[1]. Επιδημιολογικά, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα δημόσιας υγείας, δεδομένου ότι το υπερβάλλον σωματικό λίπος οδηγεί σε σοβαρά προβλήματα υγείας. Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, υπάρχουν περίπου δύο δισεκατομμύρια ενήλικες υπέρβαροι, εκ των οποίων 670 εκατομμύρια θεωρούνται παχύσαρκοι ($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$) και 98 εκατομμύρια σοβαρά παχύσαρκοι ($BMI \geq 35 \text{ kg/m}^2$). Βάσει αυτών των δεδομένων, θεωρείται ότι μέχρι το 2025 οι υπέρβαροι θα είναι 2,7 δισεκατομμύρια, οι παχύσαρκοι πάνω από 1 δισεκατομμύριο ενώ οι σοβαρά παχύσαρκοι υπολογίζονται περίπου στους 177.000 ενήλικες. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπολογίζεται ότι πάνω από 200 εκατομμύρια παιδιά σχολικής ηλικίας είναι υπέρβαροι, γεγονός που καθιστά την εν λόγω γενιά την πρώτη με εκτιμώμενη διάρκεια ζωής μικρότερη από τις προηγούμενες. [2]

1.2 Επιπολασμός παιδικής παχυσαρκίας

Δεδομένου ότι η εν λόγω εργασία αφορά παιδικό πληθυσμό, παρατίθεται στη συνέχεια ο επιπολασμός της **παιδικής παχυσαρκίας** σε ελληνικό επίπεδο. Έχει παρατηρηθεί, λοιπόν, ότι η συχνότητα εμφάνισης της παιδικής παχυσαρκίας έχει αυξηθεί δραματικά στην Ευρώπη εν γένει αλλά και πιο συγκεκριμένα στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο επιπολασμός της παχυσαρκίας στα ελληνόπουλα έχει αυξηθεί συγκριτικά με προηγούμενες δεκαετίες. Μάλιστα, το μέγεθος της παιδικής παχυσαρκίας στην Ελλάδα είναι παρόμοιο ή και ελαφρώς υψηλότερο συγκριτικά με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. [3] Στον παρακάτω πίνακα διαφαίνεται ο επιπολασμός της υπερβαρότητας-παχυσαρκίας στα ελληνόπουλα βάσει της Health Growth Study, έρευνας που ξεκίνησε από το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο το 2007 και εμπεριείχε δείγμα 2660 παιδιών ηλικίας 9-13 ετών.

Πίνακας 1.1: Επιπολασμός υπερβαρότητας-παχυσαρκίας στα ελληνόπουλα

	Αγόρια (%)	Κορίτσια (%)		Σύνολο (%)
	(n = 1345)	(n = 1315)	P*	(n = 2660)
Κάτω του φυσιολογικού βάρους	2.5	3.8	0.001	3.1
Φυσιολογικό βάρος	52.9	57.3		55.1
Υπέρβαρα	31.0	29.5		30.3
Παχύσαρκα*	13.6	9.4		11.5

*P < 0.05 προερχόμενο από ένα δείγμα αγοριών και ένα δείγμα κοριτσιών στο οποίο πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με Z-test ενώ για τις υπόλοιπες κατηγορίες χρησιμοποιήθηκε το χ^2 [4]

Μέσω των παραπάνω, λοιπόν, διαφαίνεται ότι η παχυσαρκία αποτελεί ένα μείζον πρόβλημα του παιδικού πληθυσμού στην Ευρώπη εν γένει αλλά και στην Ελλάδα πιο συγκεκριμένα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση της σχέσης του υπερβάλλοντος βάρους με τα επίπεδα διαφόρων θρεπτικών συστατικών και πιο συγκεκριμένα των βιταμινών Α και Ε που αποτελούν και αντικείμενο της εν λόγω πτυχιακής εργασίας.

1.3 Ασυμφωνία μεταξύ θερμιδικού περιεχομένου και θρεπτικής αξίας της διατροφής

Παρά το γεγονός ότι το αυξημένο σωματικό βάρος πιθανόν υποδεικνύει καλή κατάσταση θρέψης, εντούτοις το θετικό ενεργειακό ισοζύγιο που οδηγεί στην παχυσαρκία πολλές φορές σχετίζεται με αυξημένη διαιτητική πρόσληψη «κενών» θερμίδων, δηλαδή ενέργειας που δε συνοδεύεται από αντίστοιχη θρεπτική αξία. [5] Στο πλαίσιο αυτό, λοιπόν, έχει παρατηρηθεί βιβλιογραφικά ότι υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά εμφανίζουν υψηλά ποσοστά διατροφικών ανεπαρκειών όπως της βιταμίνης E, της βιταμίνης D, του σιδήρου, του μαγνησίου και του ασβεστίου σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους.[6] Η βέλτιστη πρόσληψη αυτών και άλλων μικροθρεπτικών είναι μείζονος σημασίας όχι μόνο για την πρόληψη ασθενειών που σχετίζονται με ανεπάρκεια αυτών αλλά και για μείωση κινδύνου εμφάνισης χρόνιων ασθενειών.[7-9]

Παρακάτω, παρατίθεται η συχνότητα εμφάνισης υποβιταμινώσεων(για τις βιταμίνες A και E) προκειμένου να προσδιοριστεί η έκταση του προβλήματος στον παιδικό πληθυσμό σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

1.4 Επιπολασμός ανεπαρκειών των λιποδιαλυτών βιταμινών A και E σε παιδιά-εφήβους στην Ευρώπη (αίμα και διαιτητική πρόσληψη)

Ο καθορισμός των επιπέδων των βιταμινών στο αίμα βάσει των οποίων θέτονται τα όρια της ανεπάρκειας ή της βέλτιστης πρόσληψης αυτών για τα παιδιά-εφήβους γίνεται συχνά βάσει των αντίστοιχων επιπέδων που έχουν τεθεί για τους ενήλικες. Η εφαρμογή μιας τέτοιας πρακτικής όμως πιθανόν να μην είναι η κατάλληλη δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια της εφηβείας ποικίλες αλλαγές συμβαίνουν. Έτσι, οι ανάγκες σε βιταμίνες εξαρτώνται από την αναπαραγωγική ωρίμανση, την ταχεία αύξηση του ύψους και του βάρους καθώς και άλλους παράγοντες. Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο για τη διερεύνηση των επιπέδων των λιποδιαλυτών βιταμινών στο αίμα σε παιδιά/εφήβους είναι λίγες, όχι πρόσφατες και

δύσκολα συγκρίσιμες δεδομένου ότι χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό ηλικιακό εύρος σε καθεμία από αυτές και υπήρξε ασυμφωνία στον καθορισμό των ορίων ανεπάρκειας και βέλτιστης πρόσληψης των εκάστοτε βιταμινών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται μελέτες αναφορικά με τα επίπεδα των λιποδιαλυτών βιταμινών στο αίμα σε παιδιά/εφήβους σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης(*Σουηδία, Πολωνία, Δανία, Γιουγκοσλαβία, Αυστρία, Ουγγαρία, Γαλλία, Μεγάλη Βρετανία, Ιταλία και Ελλάδα*).[7]

Στους παρακάτω πίνακες διαφαίνεται η συγκέντρωση της ρετινόλης, του β-καροτενίου και της α-τοκοφερόλης στο αίμα σε παιδιά/προεφήβους/εφήβους ηλικίας 9 έως 18 ετών σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες[8-18].

BITAMINH A

Κατωφλική τιμή για τη Βιταμίνη Α στο πλάσμα δεν έχει οριστεί για παιδιά/εφήβους με αποτέλεσμα η αξιολόγηση της επάρκειας ή μη της βιταμίνης να γίνεται βάσει των ορίων που έχουν τεθεί στους ενήλικες. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η ανεπάρκεια της βιταμίνης Α ορίζεται μέσω των επιπέδων ρετινόλης πλάσματος. Ως ανεπάρκεια ορίζεται ,λοιπόν, συγκέντρωση στο πλάσμα μικρότερη των 10 $\mu\text{g/dl}$ ή των 0,35 $\mu\text{mol/l}$ ενώ ως αρχόμενη ανεπάρκεια συγκέντρωση μεταξύ 10 και 20 $\mu\text{g/dl}$ ή 0,7 $\mu\text{mol/l}$. [7]

Πίνακας 1.2: Μέσες τιμές επιπέδων ρετινόλης στο αίμα σε παιδιά και εφήβους στην Ευρώπη

	Ηλικία(έτη)										
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Ερευνητές											
Drott κ.συν.(1993) Σουηδία				429 µg/l (211-599) ¹ 1,5 µmol/l (0,74-2,10) ⁴	924 µg/l (255-1463) ¹ 3,23 µmol/l (0,89-5,12) ⁴	670 µg/l (343-1112) ¹ 2,34 µmol/l (1,20-3,90) ⁴	576 µg/l (410-805) ¹ 2,01 µmol/l (1,43-2,81) ⁴				
Buzina κ.συν.(1982) Γιουγκοσλαβία				34,5 ± 8,8 µg/dl ² 1,21 ± 0,31µmol/l ⁴							
Krajcovicova κ.συν.(1997) Σλοβακία			Χορτοφάγοι: 1,91 ± 0,02µmol/l ² Γενικός πληθυσμός: 1,54 ± 0,07 µmol/l ²								
Molnar κ.συν.(2004) Ουγγαρία							Νορμοβαρείς: 1,87 ± 0,51 µmol/l ²				
		Παχύσαρκοι: 1,8 ± 0,51 µmol/l ²									
Hercberg κ.συν.(1994) Γαλλία		Αγόρια: 1,32 µmol/l(0,73/1,98) ³ Κορίτσια: 1,37 µmol/l(0,95/1,89) ³				Αγόρια: 1,56 µmol/l(1,16/2,30) ³ Κορίτσια: 1,6 µmol/l(1,27/2,59) ³					
Malvy κ.συν.(1989) Γαλλία	40,3± 9,4 µg/dl ² 1,41± 0,33µmol/l ⁴		43,7 ± 9,8 µg/dl ² 1,53± 0,34µmol/l ⁴			51,7 ± 12,2 µg/dl ² 1,81± 0,43µmol/l ⁴					
Malvy κ.συν.(1993) Γαλλία				Αγόρια: 44,30 µg/dl (28,4-66,4) ¹ 1,55 µmol/l(1,0-2,32) ⁴ Κορίτσια: 42,15 µg/dl(21,8-64,0) ¹ 1,47 µmol/l(0,76-2,24) ⁴		Αγόρια: 51,50 µg/dl(25,4-88,7) ¹ 1,80 µmol/l(0,9-3,10) ⁴ Κορίτσια: 45,90 µg/dl(33,1-83,2) ¹ 1,60 µmol/l(1,16-2,90) ⁴					
Elmadfa κ.συν.(1994)		31,6 ± 7,2 µg/dl ² 1,10 ± 0,25 µmol/l ⁴			33,5 ± 6,3 µg/dl ² 1,17 ± 0,22 µmol/l ⁴		38,6 ± 10,2 µg/dl ² 1,35 ± 0,36 µmol/l ⁴				

Αυστρία									
Markt κ.συν.(1982) Αυστρία			Αγόρια: $156 \pm 27,9$ UI/dl ² $1,62 \pm 0,30 \mu\text{mol/l}^{4+5}$ Κορίτσια: $158 \pm 26,3$ UI/dl ² $1,66 \pm 0,27 \mu\text{mol/l}^{4+5}$						
Gregory κ.συν.(2000) Μεγάλη Βρετανία			Αγόρια: $1,27 \pm 0,27 \mu\text{mol/l}^2$ Κορίτσια: $1,37 \pm 0,285 \mu\text{mol/l}^2$			Αγόρια: $1,53 \pm 0,392 \mu\text{mol/l}^2$ Κορίτσια: $1,51 \pm 0,389 \mu\text{mol/l}^2$			

Οι παραπάνω συγκεντρώσεις αφορούν συγκεντρώσεις ρετινόλης πλάσματος.

¹Διάμεσος (Εύρος). ²Διάμεσος $\pm$ Τυπική απόκλιση. ³Μέση τιμή (εκατοστημόριο 5/εκατοστημόριο 95).

⁴1 $\mu\text{mol/l}$ = 28.6 $\mu\text{g/dl}$. ⁵1 UI = 0.3 g.

B-KAROTENIO

Συγκέντρωση πλάσματος β-καροτενίου μικρότερη από 0.3 $\mu\text{mol/l}$ υποδηλώνει ανεπάρκεια[7].

Πίνακας 1.3: Μέσες τιμές επιπέδων β-καροτενίου στο αίμα σε παιδιά και εφήβους στην Ευρώπη

	Ηλικία(έτη)									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ερευνητές										
Krajcovicova κ.συν.(1997) Σλοβακία			Χορτοφάγοι: 0,46 ± 0,03μmol/l ² Γενικός πληθυσμός: 0,26 ± 0,02 μmol/l ²							
Molnar κ.συν.(2004) Ουγγαρία							Νορμοβαρείς: 0,4 ± 0,304 μmol/l ²			
				Παχύσαρκοι: 0,26 ± 0,112 μmol/l ²						
Hercberg κ.συν.(1994) Γαλλία		Αγόρια: 0,64 μmol/l(0,22/1,79) ³ Κορίτσια: 0,58 μmol/l(0,17/1,44) ³				Αγόρια: 0,60 μmol/l(0,25/1,85) ³ Κορίτσια: 0,60 μmol/l(0,18/2,65) ³				

Malvy κ.συν.(1989) Γαλλία	449± 276 μg/l ² 0,93± 0,46μmol/l ⁴	626 ± 388 μg/l ² 1,17± 0,72μmol/l ⁴	525 ± 304 μg/l ² 0,98± 0,57μmol/l ⁴		
Malvy κ.συν.(1993) Γαλλία		Αγόρια: 480 μg/l(135-1250) ¹ 0,89 μmol/l(0,25-2,33) ⁴ Κορίτσια: 527 μg/l(153-1405) ¹ 0,98 μmol/l(0,29-2,62) ⁴	Αγόρια: 487 μg/l(335-1465) ¹ 0,91 μmol/l(0,62-2,73) ⁴ Κορίτσια: 442 μg/l(210-1310) ¹ 0,82 μmol/l(0,39-2,44) ⁴		
Elmadfa κ.συν.(1994) Αυστρία		33,2 ± 18,6 μg/dl ² 0,62 ± 0,35 μmol/l ⁴	33,7 ± 20,8 μg/dl ² 0,63 ± 0,39 μmol/l ⁴	40,8 ± 29,6 μg/dl ² 0,76 ± 0,55 μmol/l ⁴	
Marktl κ.συν.(1982) Αυστρία		Αγόρια: 32,2 ± 21,9 μg/dl ² 0,60 ± 0,41 μmol/l ⁴ Κορίτσια: 25,3 ± 21,6 μg/dl ² 0,47 ± 0,40 μmol/l ⁴			
Gregory κ.συν.(2000) Μεγάλη Βρετανία		Αγόρια: 0,297 ± 0,2108 μmol/l ² Κορίτσια: 0,272 ± 0,2370 μmol/l ²	Αγόρια: 0,249 ± 0,1781μmol/l ² Κορίτσια: 0,257 ± 0,1580 μmol/l ²		

Οι παραπάνω συγκεντρώσεις αφορούν συγκεντρώσεις β-καροτενίου.

¹Διάμεσος (Εύρος). ²Διάμεσος ± Τυπική απόκλιση. ³Μέση τιμή (εκατοστημόριο 5/εκατοστημόριο 95).

⁴1 μmol/l = 536 μg/l.

Α-ΤΟΚΟΦΕΡΟΛΗ

Για τον προσδιορισμό της διατροφικής κατάστασης της βιταμίνης Ε συνήθως χρησιμοποιούνται τα επίπεδα α-τοκοφερόλης στον ορό. Για τους ενήλικες φυσιολογικές τιμές α-τοκοφερόλης στον ορό είναι 12-46 μmol/l. Στα παιδιά/εφήβους δεν υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές. Κατώτατη οριακή τιμή θεωρούνται τα 10-16 μmol/l ενώ συγκέντρωση μεγαλύτερη των 30 μmol/l θεωρείται ικανοποιητική για πρόληψη καρδιαγγειακών νοσημάτων και καρκίνου.[7]

Πίνακας 1.4: Μέσες τιμές επιπέδων α-τοκοφερόλης στο αίμα σε παιδιά και εφήβους στην Ευρώπη

	Ηλικία(έτη)									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ερευνητές										
Drott κ.συν.(1993) Σουηδία				9,1 mg/l (3,2-13,1) ¹ 21,16 μmol/l (7,4-30,7) ⁴	6,1 mg/l (2,9-9,7) ¹ 14,9 μmol/l (6,7-22,5) ⁴	8,2 mg/l (3,0-13,2) ¹ 19,07 μmol/l (7,0-30,7) ⁴	8,2 mg/l (5,3-10,2) ¹ 17,44 μmol/l (12,3-23,7) ⁴			
Krajcovicova κ.συν.(1997) Σλοβακία			Χορτοφάγοι: 29,17 ± 0,96μmol/l ² Γενικός πληθυσμός: 22,94 ± 0,62 μmol/l ²							
Molnar κ.συν.(2004) Ουγγαρία							Νορμοβαρείς: 29,17 ± 0,96 μmol/l ²			
				Παχύσαρκοι: 17,1 ± 4,65 μmol/l ²						
Hercberg κ.συν.(1994) Γαλλία		Αγόρια: 18,3 μmol/l(13,4/24,1) ³ Κορίτσια: 20,5 μmol/l(14,7/25,9) ³				Αγόρια: 18,3 μmol/l(13,4/24,1) ³ Κορίτσια: 20,5 μmol/l(14,7/25,9) ³				
Malvy κ.συν.(1989) Γαλλία	10,0 ± 2,0 mg/ l ² 23,25± 4,65μmol/l ⁴		9,7 ± 2,5 mg/l ² 22,65 ± 5,81μmol/l ⁴		10,0 ± 2,1 mg/l ² 23,72 ± 4,88μmol/l ⁴					
Malvy κ.συν.(1993) Γαλλία				Αγόρια: 8,30 mg/l (6,8-13,1) ¹ 119,30 μmol/l(15,81-30,46) ⁴ Κορίτσια: 8,9 mg/l(1,1-12,1) ¹ 20,7 μmol/l(2,56-28,37) ⁴		Αγόρια: 9,10 mg/l(5,8-15,7) ¹ 21,16 μmol/l(13,49-36,51) ⁴ Κορίτσια: 9,40 mg/dl(3,7-13,7) ¹ 21,86 μmol/l(8,6-31,86) ⁴				
Elmadfa κ.συν.(1994) Αυστρία		0,88 ± 0,21 mg/dl ² 20,46 ± 4,88 μmol/l ⁴			0,85 ± 0,19 mg/dl ² 19,77 ± 18,37 μmol/l ⁴		0,89 ± 0,20 mg/dl ² 20,7 ± 4,65 μmol/l ⁴			

Marktl κ.συν.(1982) Αυστρία			Αγόρια: $1,17 \pm 0,23$ mg/dl ² 27,21 $\pm$ 5,35 $\mu\text{mol/l}^4$ Κορίτσια: $1,07 \pm 0,22$ mg/dl ² 24,88 $\pm$ 5,12 $\mu\text{mol/l}^4$						
Gregory κ.συν.(2000) Μεγάλη Βρετανία			Αγόρια: $19,7 \pm 4,02 \mu\text{mol/l}^2$ Κορίτσια: $20,5 \pm 3,48 \mu\text{mol/l}^2$				Αγόρια: $19,7 \pm 3,97 \mu\text{mol/l}^2$ Κορίτσια: $19,8 \pm 3,97 \mu\text{mol/l}^2$		
Hassapidou κ.συν.(1996) Ελλάδα					$0,79 \text{ mg/dl}(0,7-1,02)^1$ $18,37 \mu\text{mol/l}(16,28-23,27)^4$				

Οι παραπάνω συγκεντρώσεις αφορούν συγκεντρώσεις α-τοκοφερόλης.

¹Διάμεσος (Εύρος). ²Διάμεσος $\pm$ Τυπική απόκλιση. ³Μέση τιμή (εκατοστημόριο 5/εκατοστημόριο 95).

⁴1 $\mu\text{mol/l}$ = 0.43 mg/l.

Μέσω σύγκρισης των ευρημάτων των παραπάνω μελετών προέκυψαν τα ακόλουθα σχετικά με τον επιπολασμό των ανεπαρκειών στις λιποδιαλυτές βιταμίνες όπως αυτές αξιολογήθηκαν στο αίμα:

Για τη βιταμίνη Α το ποσοστό της ανεπάρκειας σε ευρωπαίους εφήβους/παιδιά είναι περίπου 3%, για το βιταμίνη Ε κυμαίνεται από 14 έως 19% ενώ για το β-καροτένιο περίπου 25%. [7]

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθούν τα ευρήματα της μελέτης HELENA[19] η οποία πραγματοποιήθηκε σε ευρωπαϊκό επίπεδο(Ελλάδα, Γερμανία, Βέλγιο, Γαλλία, Ουγγαρία, Ιταλία, Σουηδία, Αυστρία και Ισπανία) σε εφήβους ηλικίας 12,5-17,5 ετών και η οποία συν τοις άλλοις αξιολόγησε τα επίπεδα των βιταμινών Α και Ε στο αίμα. Προέκυψε, λοιπόν, ***ανεπάρκεια της τάξης του 5% για τη βιταμίνη Ε και 25% ανεπάρκεια για το β-καροτένιο.***

Γενικά, κρίνεται αναγκαίο να διαμορφωθούν όρια σχετικά με το αποδεκτό εύρος των λιποδιαλυτών βιταμινών κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας. Δεδομένου ότι αντιπροσωπευτικά δεδομένα εξακολουθούν να λείπουν, υπάρχει

επιτακτική ανάγκη για βαθύτερη έρευνα των λιποδιαλυτών βιταμινών σε αυτή την πληθυσμιακή ομάδα.[7]

Εκτός από τα επίπεδα των λιποδιαλυτών βιταμινών στο *αίμα*, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η εξέταση αυτών από άποψη *διαιτητικής πρόσληψης*. Έτσι, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα ποσοστά ανεπάρκειας αυτών υπό το πρίσμα της διαιτητικής πρόσληψης σε ευρωπαϊκό επίπεδο σε παιδιά/εφήβους, αρχικά για τη βιταμίνη Α και έπειτα για τη βιταμίνη Ε.

Πίνακας 1.5: Επιπολασμός ανεπάρκειας της βιταμίνης Α σε ευρωπαϊκό επίπεδο υπό το πρίσμα της διαιτητικής πρόσληψης

ΜΕΛΕΤΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΧΩΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ	EAR/LRNI - ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ
Μανιός Ι. κ.συν.(2014) [20]	Παιδιά και έφηβοι 9-13 ετών	Ελλάδα	<EAR Κορίτσια 9-10 ετών: 26,9% 11-13 ετών:22,7% Αγόρια 9-10 ετών: 24,2% 11-13 ετών:26,0%	Κορίτσια 9-13 ετών:420 µg /d Αγόρια 9-13 ετών:445 µg /d (Institute of Medicine, 2000)[21]
Τορναρίτης Μ. κ.συν.(2014) [22]	Παιδιά και έφηβοι 6-18 ετών	Κύπρος	<EAR Κορίτσια 9-14 ετών: 12,4% 14-19 ετών:25,3% Αγόρια 9-14 ετών: 15,2% 14-19 ετών:35,8%	Κορίτσια 9-13 ετών:420 µg/d Κορίτσια 14-18 ετών:485 µg/d Αγόρια 9-13 ετών:445 µg /d Αγόρια 14-18 ετών:630 µg /d (Institute of Medicine, 2006)[23]
Mensik G.B.M. κ.συν.(2013) [24]	Παιδιά και έφηβοι 4-17 ετών	Γαλλία Βέλγιο Γερμανία Ηνωμένο	<LRNI Κορίτσια <u>4-10 ετών</u>	<u>LRNI</u> <u>Κορίτσια</u> 4-6 ετών:200 µg RE ¹ /d 7-10 ετών:250 µg RE/d

¹Retinol Equivalent

		Βασίλειο Ισπανία Δανία Πολωνία	<1% για Ισπανία, Δανία και Γαλλία 11% για Βέλγιο <u>11-17 ετών</u> <1% για Γαλλία, Γερμανία 12% για Ηνωμένο Βασίλειο Αγόρια <u>4-10 ετών</u> <1% για Δανία, Ισπανία, Γαλλία και Γερμανία 5% για Βέλγιο <u>11-17 ετών</u> <1% για Γερμανία 11% για Ηνωμένο Βασίλειο <EAR Κορίτσια <u>4-10 ετών</u> 1% για Γαλλία, 30% για Βέλγιο <u>11-17 ετών</u> 1% για Γερμανία, 39% για Ισπανία Αγόρια <u>4-10 ετών:</u> 1-2% για Γαλλία, 20% για Βέλγιο <u>11-17 ετών</u> 2% για Γερμανία, 30% για Ηνωμένο Βασίλειο	11-14 ετών:250 μg RE/d 15-17 ετών:250 μg RE/d <u>Αγόρια</u> 4-6 ετών:200 μg RE/d 7-10 ετών:250 μg RE/d 11-14 ετών:250 μg RE/d 15-17 ετών:300 μg RE/d <u>EAR</u> <u>Κορίτσια</u> 4-6 ετών:300 μg RE/d 7-10 ετών:350 μg RE/d 11-14 ετών:400 μg RE/d 15-17 ετών:400 μg RE/d <u>Αγόρια</u> 4-6 ετών:300 μg RE/d 7-10 ετών:350 μg RE/d 11-14 ετών:400 μg RE/d 15-17 ετών:500 μg RE/d (Dietary reference values for Food Energy and Nutrients for the UK,1991[25] Nordic Nutrient Recommendations, 2004)[26]
Valente H. κ.συν.(2010) [27]	Παιδιά 7-9 ετών	Πορτογαλία	<EAR Κορίτσια:7-9 ετών: 3,9% Αγόρια:7-9 ετών: 5%	Παιδιά 4-8 ετών:275 μg /d Κορίτσια 9-13 ετών:420 μg /d Αγόρια 9-13 ετών:445 μg /d (Institute of Medicine, 2000)[21]
Aranceta Bartrina J κ.συν.(2006) [28]	Παιδιά, έφηβοι και νέοι 2-24 ετών	Ισπανία	<EAR Σύνολο: 43,1% Κορίτσια: 40,3% Αγόρια: 45,6%	Παιδιά 4-8 ετών:275 μg /d Κορίτσια 9-13 ετών:420 μg/d Κορίτσια 14-18 ετών:485 μg/d Κορίτσια 19-30 ετών:500 μg/d

				Αγόρια 9-13 ετών:445 µg /d Αγόρια 14-18 ετών:630 µg /d Αγόρια 19-30 ετών:625 µg /d (Institute of Medicine, 2000)[21]
--	--	--	--	---

Πίνακας 1.6: Επιπολασμός ανεπάρκειας της βιταμίνης Ε σε ευρωπαϊκό επίπεδο υπό το πρίσμα της διαιτητικής πρόσληψης

ΜΕΛΕΤΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΧΩΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ	EAR/LRNI - ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ
Μανιός Ι. κ.συν.(2014) [20]	Παιδιά και έφηβοι 9-13 ετών	Ελλάδα	<EAR Κορίτσια 9-10 ετών: 77,7% 11-13 ετών:76,3% Αγόρια 9-10 ετών: 69,3% 11-13 ετών:74,4%	Κορίτσια 9-13 ετών:9 mg /d Αγόρια 9-13 ετών:9 mg /d (Institute of Medicine, 2000)[21]
Mensik G.B.M. κ.συν.(2013) [24]	Παιδιά και έφηβοι 4-17 ετών	Γαλλία Βέλγιο Γερμανία Ηνωμένο Βασίλειο Ισπανία Δανία Πολωνία	<LRNI Κορίτσια <u>4-10 ετών:</u> 5% ή και λιγότερο για Ισπανία, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία και Πολωνία, 20% για Βέλγιο <u>11-17 ετών:</u> <2% για Γαλλία, Γερμανία, Βέλγιο, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία και Πολωνία, 9% για Δανία Αγόρια <u>4-10 ετών:</u> <3% για Ηνωμένο Βασίλειο, Δανία, Ισπανία, Γαλλία, Πολωνία και Γερμανία, 20% για Βέλγιο	<u>LRNI</u> <u>Κορίτσια</u> 4-6 ετών:2,8 mg a-TE ² /d 7-10 ετών:3 mg a-TE/d 11-14 ετών:3 mg a-TE/d 15-17 ετών:3 mg a-TE/d <u>Αγόρια</u> 4-6 ετών:2,8 mg a-TE/d 7-10 ετών:3,4 mg a-TE/d 11-14 ετών:4 mg a-TE/d 15-17 ετών:4 mg a-TE/d <u>EAR</u> <u>Κορίτσια</u> 4-6 ετών:3,8 mg a-TE/d 7-10 ετών:4,5 mg a-TE/d 11-14 ετών:5 mg a-TE/d 15-17 ετών:5 mg a-TE/d

² a-Tocopherol Equivalent

			<u>11-17 ετών:</u> <4% για Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Βέλγιο, Ισπανία και Πολωνία, 10% για Δανία <EAR Κορίτσια <u>4-10 ετών:</u> <5% για Γαλλία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, 13% για Δανία, 14% για Πολωνία, 21% για Ισπανία, 35% για Βέλγιο <u>11-17 ετών:</u> 25% για Ηνωμένο Βασίλειο, 37% για Δανία (χαμηλό ποσοστό για Γαλλία, Βέλγιο, Γερμανία, Ισπανία και Πολωνία) Αγόρια <u>4-10 ετών:</u> 41% για Βέλγιο, Χαμηλό ποσοστό ανεπάρκειας για τις υπόλοιπες χώρες <u>11-17 ετών:</u> <2% για Γερμανία, 38% για Δανία	<u>Αγόρια</u> 4-6 ετών:3,8 mg a-TE/d 7-10 ετών:4,5 mg a-TE/d 11-14 ετών:6,0 mg a-TE/d 15-17 ετών:6,0 mg a-TE/d (Dietary reference values for Food Energy and Nutrients for the UK,1991[25] Nordic Nutrient Recommendations, 2004)[26]
Valente H. κ.συν.(2010) [27]	Παιδιά 7-9 ετών	Πορτογαλία	<EAR Κορίτσια 7-9 ετών: 63,9% Αγόρια 7-9 ετών: 59,5%	Παιδιά 4-8 ετών:6 mg /d Κορίτσια 9-13 ετών:9 mg /d Αγόρια 9-13 ετών:9 mg /d (Institute of Medicine, 2000)[21]
Aranceta Bartrina J κ.συν.(2006) [28]	Παιδιά, έφηβοι και νέοι 2-24 ετών	Ισπανία	<EAR Σύνολο: 57,7%, Κορίτσια: 60,1%, Αγόρια: 55,8%	Παιδιά 4-8 ετών:6 mg /d Κορίτσια 9-13 ετών:9 mg/d Κορίτσια 14-18 ετών:12 mg/d Κορίτσια 19-30 ετών:12 mg/d Αγόρια 9-13 ετών:9 mg /d Αγόρια 14-18 ετών:12 mg /d Αγόρια 19-30 ετών:12 mg /d

Εν συνεχεία θα πραγματοποιηθεί αναφορά ξεχωριστά για τη βιταμίνη Α και τη βιταμίνη Ε. Θα παραταθούν ,λοιπόν, γενικά στοιχεία που τις αφορούν και στη συνέχεια θα γίνει μία εκτενέστερη ανάλυση των παραγόντων εκείνων που συνδέονται με χαμηλά ποσοστά των εν λόγω μικροθρεπτικών στο αίμα παιδιών και εφήβων σε ευρωπαϊκό αλλά και όπου η υπάρχουσα βιβλιογραφία το επιτρέπει και σε πιο εντοπισμένο(ελληνικό) επίπεδο.

1.5 Βιταμίνη Α: βιολογικές δράσεις, πηγές, μεταβολισμός, έλλειψη, τοξικότητα

Η βιταμίνη Α ή ρετινόλη αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι βιολογικών λειτουργιών συμπεριλαμβανομένης της *όρασης*, του *ανοσοποιητικού*, της *κυτταρικής λειτουργίας* και *ανάπτυξης*, της *ακεραιότητας των επιθηλιακών κυττάρων*, της *παραγωγής ερυθροκυττάρων*, της *αναπαραγωγής* και της *πνευμονικής λειτουργίας*.

Υπάρχουν δύο ομάδες ενώσεων που ασκούν τη δράση της βιταμίνης Α: ***η ρετινόλη, η ρετιναλδεΐδη και το ρετινοϊκό οξύ***, και μια ***ποικιλία καροτενοειδών*** και άλλων σχετικών ενώσεων (γνωστές ως καροτενοειδή) οι οποίες μπορούν να διασπαστούν οξειδωτικά απελευθερώνοντας ρετιναλδεΐδη και, κατά συνέπεια ρετινόλη και ρετινοϊκό οξύ. Τα καροτενοειδή που διασπώνται απελευθερώνοντας ρετιναλδεΐδη είναι γνωστά ως καροτενοειδή προβιταμίνης Α.

Η αυτούσια βιταμίνη Α (κυρίως εστέρες ρετινόλης) απαντάται μόνο σε τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης. Πλουσιότερη πηγή της βιταμίνης αυτής θεωρείται το συκώτι, το οποίο εμπεριέχει τέτοιες ποσότητες ώστε η κατανάλωσή του από έγκυες να ελλοχεύει κινδύνους, δεδομένου ότι υπερβολική πρόσληψη ρετινόλης μπορεί να προκαλέσει τερατογενέσεις. Τα καροτενοειδή απαντώνται στα πράσινα, κίτρινα και κόκκινα φρούτα και λαχανικά, καθώς και στο συκώτι, τη μαργαρίνη, το γάλα και τα προϊόντα γάλακτος .

Η πλειοψηφία των καροτενοειδών μεταβολίζεται στο σώμα σε ρετινόλη, ενώ ένα μικρό τμήμα τους δεν μεταβολίζεται και βρίσκεται στο σώμα με τη μορφή του β-καροτενίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 90% της ρετινόλης είναι απορροφήσιμο ενώ στα καροτενοειδή το αντίστοιχο ποσοστό είναι μόνο 3%. Τόσο η *ρετινόλη ορού* όσο και η *ρετινοδεσμευτική πρωτεΐνη ή RBP (πρωτεΐνη που δρα σαν μεταφορέας ρετινόλης στους ιστούς)* χρησιμοποιούνται στη μέτρηση της βιταμίνης Α. Λόγος για ανεπάρκεια της εν λόγω βιταμίνης γίνεται όταν η ρετινόλη ορού είναι μικρότερη από 20 mcg/dL ή όταν ο λόγος ρετινόλης/ RBP είναι μικρότερος από 0.8 mol/mol. Φυσιολογικά επίπεδα ρετινόλης για ηλικίες 0-6 μηνών θεωρούνται αυτά που είναι πάνω από 20 mcg/dL ενώ από 6 μηνών και πάνω αυτά που κυμαίνονται μεταξύ 30 και 80 mcg/dL. [29-31]

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας η ανεπάρκεια της εν λόγω βιταμίνης αποτελεί μία από τις τρεις διατροφικές ανεπάρκειες που μαζί με την ανεπάρκεια σιδήρου και ιωδίου απαντώνται σε μεγαλύτερο βαθμό. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης συνήθως εκδηλώνεται με νυχτερινή τύφλωση, σημεία του Bitot(μικρά, τριγωνικά, αφρώδη άσπρα μπαλώματα στον σκληρό χιτώνα) και ξηροφθαλμία (υπερβολική ξηρότητα).

Τέλος, κίνδυνος τοξικότητας υπάρχει για τη βιταμίνη Α και κλινικά αυτό μπορεί να εκδηλωθεί με ιδιοπαθή ενδοκράνια υπέρταση, φωτοφοβία, αλωπεκία, αταξία, πόνο στους μύς και τα κόκαλα, χειλίτιδα, επιπεφυκίτιδα, ηπατοτοξικότητα και υπερλιπιδαιμία. Συνήθως τοξικότητα προκαλείται από τους εστέρες ρετινόλης και όχι από το β - καροτένιο. [30]

1.6 Βιταμίνη Ε: βιολογικές δράσεις, πηγές, μεταβολισμός, έλλειψη, τοξικότητα

Η βιταμίνη Ε είναι μέρος μιας οικογένειας ενώσεων γνωστών ως τοκοφερόλες. Η οικογένεια αποτελείται από τέσσερις κύριες μορφές, τις *α, β, γ και δ* με την *α-τοκοφερόλη* να παρουσιάζει την υψηλότερη βιολογική δραστηριότητα. Μία από τις μοναδικές ιδιότητες της βιταμίνης Ε είναι η αντιοξειδωτική της λειτουργία μέσω της ικανότητάς της να προστατεύει τον οργανισμό από τις ελεύθερες ρίζες. Επιπλέον,

συμβάλλει στην καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και έχειδειχθεί ότι συμβάλλει στον πολλαπλασιασμό των κυτάρων και την έκφραση των γονιδίων.

Η κύρια διαιτητική πηγή της Βιταμίνης Ε για τους ανθρώπους είναι τα φυτικά έλαια, παρόλο που επιπλέον βρίσκεται στα δημητριακά, τα γαλακτοκομικά και τα αυγά. Ενώ η απορρόφησή της γίνεται μέσω παθητικής διάχυσης, η συγκέντρωσή της στο αίμα εξαρτάται από τις χαμηλής πυκνότητας β-λιποπρωτεΐνες.[29-31] Μετράται μέσω της συγκέντρωσης της α-τοκοφερόλης στον ορό. Φυσιολογική θεωρείται σε τιμές μεγαλύτερες των 0,7 mg/dL. Για μία πιο ακριβή μέτρηση των επιπέδων της, ειδικά σε άτομα με ασθένειες όπως η χολόσταση προτείνεται να ληφθούν υπόψη και τα λιπίδια του ορού. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται ο λόγος της βιταμίνης στον ορό προς τα συνολικά λιπίδια του ορού. Στα νεογνά λόγος μικρότερος του 0,6 mg:1g υποδεικνύει ανεπάρκεια της βιταμίνης Ε.

Οι περισσότερες περιπτώσεις που σχετίζονται με ανεπάρκεια της βιταμίνης Ε προκύπτουν ως επακόλουθο της δυσαπορρόφησης λίπους. Χαρακτηριστικά απότοκα της ανεπάρκειας είναι η μεταβολή των αντανεκλαστικών, η αταξία, ο στραβισμός, η μυϊκή αδυναμία, η περιορισμένη όραση που μπορεί να εξελιχθεί ακόμα και σε τύφλωση, η άνοια και οι καρδιακές αρρυθμίες. Επιπλέον, σε αυξημένο κίνδυνο για ανεπάρκεια βρίσκονται τα πρόωρα βρέφη λόγω ποικίλων παραγόντων (στρες της κύησης που οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή ελευθέρων ριζών σε συνδυασμό με τη μη ολοκληρωμένη ωρίμανση του ενζυματικού αντιοξειδωτικού συστήματος, ελαττωμένη μεταφορά της βιταμίνης στο έμβρυο δεδομένου ότι αυτό συμβαίνει κατά τη διάρκεια του τρίτου τριμήνου και άρα ανακόπτεται λόγω της προωρότητας). Όσον αφορά τα υγιή παιδιά, έλλειψη βιταμίνης Ε έχει αναφερθεί χωρίς όμως να είναι κλινικής σημασίας.

Αν και σπάνια, μπορεί να προκληθεί τοξικότητα από τη βιταμίνη η οποία εκδηλώνεται με συμπτώματα παρόμοια με αυτά της ανεπάρκειας και μπορεί να εμφανιστεί σε χρόνια καθημερινή πρόσληψη μεγαλύτερη των 1000 mg.[30]

1.7 Παράγοντες που σχετίζονται με τα επίπεδα των βιταμινών Α και Ε σε παιδιά/εφήβους στην Ευρώπη

1.7.1 Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες

ΦΥΛΟ: Η επίδραση του φύλου στα επίπεδα της α-τοκοφερόλης και της ρετινόλης δεν έχει πλήρως διευκρινιστεί. Σε ορισμένες μελέτες, το φύλο φαίνεται να μην επιδρά στα επίπεδα των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε στον ορό Ευρωπαίων παιδιών-εφήβων[7]. Σύμφωνα με τη μελέτη HELENA όμως, το φύλο πρέπει να ληφθεί υπόψη στην περίπτωση της α-τοκοφερόλης[19]. Η διχογνωμία γύρω από το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο κρίνει απαραίτητη τη διεξαγωγή περαιτέρω μελετών γύρω από αυτό στο μέλλον.

ΗΛΙΚΙΑ: Αναφορικά με την ηλικία, οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί φαίνεται να μην συγκλίνουν σε ένα κοινό αποτέλεσμα. Σε ορισμένες, τα επίπεδα τόσο της βιταμίνης Α όσο και της ρετινοδεσμευτικής πρωτεΐνης αυξάνονται με την ηλικία μέχρι και την εφηβεία όπου εκεί φτάνουν τα επίπεδα των ενηλίκων. Από την άλλη, σε μελέτη στη Γαλλία σε παιδιά και εφήβους, διαφαίνεται ότι τα επίπεδα του β-καροτενίου και της α-τοκοφερόλης στο πλάσμα παραμένουν πιο σταθερά με την πάροδο της ηλικίας.[8, 11, 14] Σε παιδιά στη Βρετανία βρέθηκε ότι τα επίπεδα του β-καροτενίου αυξάνονται με την πάροδο της ηλικίας και στα δύο φύλα και η συσχέτιση ηλικίας και επιπέδων του καροτενίου ήταν και στα δύο φύλα στατιστικά σημαντική ($p < 0.01$). Σουηδική μελέτη έδειξε ότι η ηλικία αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό προγνωστικό εργαλείο για τη συγκέντρωση της α-τοκοφερόλης στον ορό σε άτομα ηλικίας από 0.4 έως 38.7 ετών[32]. Ακόμη, σε άλλη μελέτηδείχθηκε ότι η α-τοκοφερόλη στον ορό αυξάνεται ελαφρά με την ηλικία[33]. Τέλος, στα πλαίσια μίας άλλης μελέτης από τον Herbeth και τους συνεργάτες στην οποία πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των επιπέδων των υπό εξέταση βιταμινών υπό το πρίσμα της εφηβικής ανάπτυξης, προέκυψε θετική συσχέτιση της βιταμίνης Α ($p < 0.01$) και αρνητική συσχέτιση του β-καροτενίου και της α-τοκοφερόλης ($p < 0.05$) με τα στάδια ανάπτυξης κατά Tanner [34]. Καθίσταται πρόδηλη, λοιπόν, η ανάγκη πραγματοποίησης περαιτέρω ερευνών προκειμένου να διασαφηνιστεί η σχέση ανάμεσα στην ηλικία και τις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α και Ε.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Αυξημένα επίπεδα α-τοκοφερόλης στον ορό παιδιών και εφήβων παρατηρήθηκαν στη νότια Ευρώπη[10].

ΕΠΟΧΗ: Βάσει της έρευνας του Winklhofer-Roob και των συνεργατών προέκυψε ότι η α-τοκοφερόλη, η ρετινόλη και η χοληστερόλη είναι αυξημένη το χειμώνα συγκριτικά με άλλες εποχές[32].

1.7.2 Κλινικοί παράγοντες που συνδέονται με ανεπάρκεια των βιταμινών Α και Ε

Βιβλιογραφικά, καταγράφονται κλινικοί παράγοντες που συνδέονται με ανεπάρκεια τόσο της βιταμίνης Α όσο και της βιταμίνης Ε.

Αρχικά, η *υπερβαρότητα* και η *παχυσαρκία* είναι μία πολύ διαδεδομένη κατάσταση στον παιδικό και εφηβικό πληθυσμό [3] με τον οποίο ασχολείται η εν λόγω πτυχιακή εργασία. Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λοιπόν, η διερεύνηση της ύπαρξης ή μη σχέσης μεταξύ των επιπέδων των βιταμινών Α και Ε στο αίμα με το υπερβάλλον σωματικό βάρος. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχουν παρατηρηθεί διαφορές μεταξύ των διαφόρων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί αναφορικά με τις υπό εξέταση βιταμίνες συναρτήσει του Δείκτη Μάζας Σώματος(ΔΜΣ)[7]. Στη μελέτη του Marktl και των συνεργατών[16], *παχύσαρκα παιδιά-έφηβοι* παρουσίασαν *υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης Α από τους νορμοβαρείς*. Από την άλλη, στη μελέτη του Molnar και των συνεργατών[15], *υπέρβαρα παιδιά-έφηβοι με μεταβολικό σύνδρομο* παρουσίασαν *χαμηλότερα επίπεδα α-τοκοφερόλης και β-καροτενίου* σε σχέση με αυτούς που είχαν φυσιολογικό βάρος και τα αποτελέσματα αυτά ήταν στατιστικά σημαντικά($p < 0.01$). Ωστόσο, σε *υπέρβαρα παιδιά-εφήβους χωρίς μεταβολικό σύνδρομο* μόνο η *συγκέντρωση του β-καροτενίου βρέθηκε σημαντικά χαμηλότερη συγκριτικά με αυτή των νορμοβαρών*. Μείζονος σημασίας κρίνεται επομένως, η πραγματοποίηση περαιτέρω ερευνών προκειμένου να αποσαφηνιστεί η σχέση του υπερβάλλοντος σωματικού βάρους με τα επίπεδα των βιταμινών Α και Ε στο αίμα σε παιδιατρικό/εφηβικό πληθυσμό. Εκτενέστερη αναφορά στους μηχανισμούς που συνδέονται με την παχυσαρκία και τις υπό εξέταση λιποδιαλυτές βιταμίνες παρουσιάζονται στην παράγραφο 1.6.2.1.

Η *αβηταλιποπρωτεϊναιμία* καθώς και η *ομόζυγη οικογενής υποβηταλιποπρωτεϊναιμία* είναι σπάνιες κληρονομικές διαταραχές που σχετίζονται με χαμηλά ή μη ανιχνεύσιμα επίπεδα της απολιποπρωτεΐνης Β (apoB) που περιέχει

λιποπρωτεΐνες. Τα άτομα που πάσχουν από τις εν λόγω διαταραχές εμφανίζουν τα συμπτώματα και τα επακόλουθα της δυσαπορρόφησης του λίπους και άρα *ελλείψεις και στις λιποδιαλυτές βιταμίνες στις οποίες ανήκουν οι Α και Ε* [35].

Άτομα με *κυστική ίνωση* και *παγκρεατική ανεπάρκεια* έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης *ανεπάρκειας λιποδιαλυτών βιταμινών και κυρίως βιταμίνης Α*. [36] Τόσο η κυστική ίνωση όσο και η παγκρεατική ανεπάρκεια προδιαθέτουν δυσαπορρόφηση λίπους και λιποδιαλυτών βιταμινών παρά τη χορήγηση παγκρεατικών ενζύμων και ιστορικά, τα άτομα με κυστική ίνωση έχουν την τάση να εμφανίζουν έλλειψη βιταμίνης Α[37]. Παρ'όλα αυτά, σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον Makbool A. και τους συνεργάτες, η ρετινόλη ορού σε άτομα με κυστική ίνωση και παγκρεατική ανεπάρκεια βρέθηκε αυξημένη γεγονός που ταυτίζεται με πρόσφατα δεδομένα στα οποία η ρετινόλη ορού εμφανίζεται υψηλή σε προεφήβους με κυστική ίνωση. Τα παραπάνω κρίνουν επιτακτική την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα όσον αφορά τις δόσεις και τη φροντίδα της παρακολούθησης της βιταμίνης Α στους προαναφερθέντες ασθενείς προκειμένου να εξασφαλιστεί η επάρκειά της(δεδομένου ότι ο κίνδυνος ανεπάρκειας είναι υπαρκτός) και να αποφευχθεί η τοξικότητα [36, 38].

Η *χρόνια ηπατική νόσος* συνδέεται με *ανεπάρκεια της βιταμίνης Α*. Σύμφωνα με μελέτη του Chaves και των συνεργατών, ο επιπολασμός της ανεπάρκειας της βιταμίνης Α σε άτομα με χρόνια ηπατική νόσο βρέθηκε ίσος με 62,4%. Επιπλέον, παρατηρήθηκε προοδευτική στατιστικά σημαντική πτώση τόσο της ρετινόλης ορού όσο και της ρετινοδεσμευτικής πρωτεΐνης σύμφωνα με τη σοβαρότητα της νόσου, ενώ υψηλότερο ποσοστό *σοβαρής ανεπάρκειας της βιταμίνης* παρουσιάστηκε στην *κίρρωση του ήπατος* [39].

Η *νόσος του Crohn* είναι μία ασθένεια στην οποία παρατηρείται *υψηλό ποσοστό εμφάνισης ανεπάρκειας βιταμίνης Α*, όπωςδείχθηκε και από μελέτη του Soares Mota M. και των συνεργατών[40].

Χαμηλά επίπεδα βιταμίνης Ε παρατηρούνται σε ασθένειες που συσχετίζονται με δυσαπορρόφηση λίπους όπως είναι η *κυστική ίνωση*[41, 42] και το *σύνδρομο βραχέος εντέρου* [41, 43].

1.7.2.1 Παχυσαρκία-Οξειδωτικό Στρες-Ινσουλινοαντίσταση και βιταμίνες Α και Ε

Μελέτες στο παρελθόν έχουν δείξει ότι παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα λιπιδίων[15, 44] και αυξημένο βαθμό υπεροξειδωσης αυτών[45] καθώς και μειωμένα επίπεδα β-καροτενίου και α-τοκοφερόλης συγκριτικά με νορμοβαρή[15]. Επιπλέον, έχει δειχθεί ότι οι αντιοξειδωτικές βιταμίνες και τα καροτενοειδή έχουν την ικανότητα να μειώνουν την υπεροξειδωση του λίπους και να αυξάνουν την αντίσταση της LDL χοληστερόλης στην οξείδωση[46, 47]. Η αρνητική συσχέτιση που βρέθηκε σε ισπανική μελέτη με 103 υπέρβαρους-παχύσαρκους συμμετέχοντες 12-17 ετών που ακολούθησαν πρόγραμμα απώλειας βάρους, μεταξύ αλλαγών στη συγκέντρωση του λίπους και στις συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης, του β-καροτενίου και της ρετινόλης δείχνει ότι η αύξηση των αντιοξειδωτικών βιταμινών και των καροτεοειδών στο πλάσμα πιθανόν να προστατεύει τα παχύσαρκα παιδιά από το οξειδωτικό στρες[48].

Πρόσφατα, η ινσουλινοαντίσταση και η υπερινσουλιναμία έχουν αναδυθεί ως προβλήματα μείζονος σημασίας για υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά[44] δεδομένου ότι και τα δύο μπορεί να οδηγήσουν σε διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη καθώς και σε διαβήτη τύπου 2[49]. Εκτός από την παχυσαρκία αυτή καθεαυτή, η υπερινσουλιναμία και η αντίσταση στην ινσουλίνη πιθανόν να παίζουν σημαντικό ρόλο σαν πηγές οξειδωτικού στρες[50] και να συσχετίζονται με μειωμένα ενδογενή και εξωγενή αντιοξειδωτικά[15] σε παιδιά και εφήβους. Στην Ισπανική μελέτη που προαναφέρθηκε, η μείωση που παρατηρήθηκε στην ινσουλίνη νηστείας στο πλάσμα μετά από εξαμηνιαίο πρόγραμμα απώλειας βάρους, πιθανόν να μπορεί να ερμηνευθεί από την αύξηση που παρατηρήθηκε για το β-καροτένιο στο χρονικό διάστημα των έξι μηνών[48], με το εύρημα αυτό να επιβεβαιώνεται και από άλλους ερευνητές[15].

Επιπλέον, αύξηση των επιπέδων της α-τοκοφερόλης συνδέθηκε με μείωση της παχυσαρκίας στην ισπανική μελέτη[48]. Αυτή η συσχέτιση πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στην ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα της βιταμίνης Ε[51, 52]. Η αυξημένη οξείδωση πρωτεϊνών και λίπους που έχει παρατηρηθεί σε παχύσαρκους εφήβους[44] πιθανόν να μειώνει την παραγωγή εικοσανοειδών και κυτοκινών[52] γεγονός το οποίο δείχνει ότι αύξηση της συγκέντρωσης της α-τοκοφερόλης πιθανόν

να είναι μία χρήσιμη αντιφλεγμονώδης απάντηση. Επιπρόσθετα, ο ρόλος της βιταμίνης Ε σαν ρυθμιστής ενζύμων και γονιδιακής δραστηριότητας[53] έχει πρόσφατα ανακαλυφθεί. Έτσι, η α-τοκοφερόλη πιθανόν να ρυθμίζει γονίδια με σημαντική λειτουργία στην ενδοκρινή σηματοδότηση, ειδικά στη γλυκόζη και το μεταβολισμό του λίπους[53].

Αναφορικά με τη βιταμίνη Α, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η εν λόγω βιταμίνη[54] και το β-καροτένιο[55] είναι σημαντικοί ρυθμιστές των αποθεμάτων σωματικού λίπους. Για παράδειγμα, το ρετινοϊκό οξύ που προέρχεται από τη βιταμίνη Α καθώς και το β-καροτένιο, εμπλέκονται στην έκφραση λιπογενετικών παραγόντων μεταγραφής[54, 55]. Όσον αφορά τη σχέση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης βιταμίνης Α και παχυσαρκίας, αξίζει να αναφερθεί ότι σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε γαλλοκαναδούς εφήβους δείχθηκε ότι η πρόσληψη της βιταμίνης μέσω της διατροφής μπορεί να μειώσει την κοιλιακή παχυσαρκία και να συμβάλει στην ανακατανομή του λίπους από σπλαχνικό σε υποδόριο κατά τη διάρκεια της εφηβείας μέσω του γονοτύπου της ρετινοδεσμευτικής πρωτεΐνης 4(RBP4) που συσχετίζεται με τα επίπεδα ρετινόλης στο αίμα[56]. Αναμφίβολα, η πραγματοποίηση περαιτέρω ερευνών σχετικά με το εν λόγω επιστημονικό πεδίο κρίνεται αναγκαία. Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι η βιταμίνη Α και τα καροτενοειδή παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες[46, 57, 58] και έχουν αντιοξειδωτική δράση[46, 47, 58].

Τέλος, έχει δειχθεί ότι η βιταμίνη Ε και τα καροτενοειδή πιθανόν να τροποποιούν ορισμένα γονίδια που εμπλέκονται στο μεταβολισμό της γλυκόζης και του λίπους[53, 59] καθώς και στην αποθήκευση του λίπους[55] και τη φλεγμονή στο λιπώδη ιστό[57].

Συνοψίζοντας, η αύξηση των επιπέδων των αντιοξειδωτικών λιποδιαλυτών βιταμινών καθώς και των καροτενοειδών στο πλάσμα πιθανόν να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία της παχυσαρκίας δεδομένου ότι σε μελέτη σε εφήβους δείχθηκε ότι κάτι τέτοιο συνδέθηκε με μεγαλύτερη απώλεια βάρους[48].

Αναμφίβολα, περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι σχέσεις μεταξύ των βιταμινών Α και Ε και των καροτενοειδών με την παχυσαρκία, το οξειδωτικό στρες και την ινσουλινοαντίσταση.

Ακολουθώς, παρατίθενται συμπεριφοριστικοί παράγοντες σχετιζόμενοι με τις υπό μελέτη βιταμίνες.

1.7.3 Συμπεριφοριστικοί παράγοντες

ΚΑΠΝΙΣΜΑ: Ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει στο *παθητικό κάπνισμα* δεδομένου ότι είναι αυτό που απαντάται συχνότερα στα παιδιά της ηλικιακής ομάδας της εν λόγω πτυχιακής(δεδομένου ότι πληθώρα γονέων καπνίζουν παρουσία των παιδιών). Σε αμερικάνικη μελέτη που πραγματοποιήθηκε βάσει στοιχείων προερχόμενων από τη μελέτη NHANES δείχθηκε ότι τα παιδιά (6-18 ετών) που δεν εκτίθενται καθόλου στον καπνό έχουν υψηλότερα επίπεδα βιταμινών Α και Ε καθώς και β-καροτενίου στον ορό σε σχέση με εκείνα που εκτίθενται[60].

ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ: Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε παιδιά ηλικίας 9-13 ετών στην *Ελλάδα* προέκυψε ότι *η διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης Α*, της οποίας κύρια πηγή ήταν τα λαχανικά, ήταν *ανεπαρκής*. Από την άλλη, στο ίδιο δείγμα σε πολύ υψηλά ποσοστά βρέθηκε η *ανεπαρκής διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης Ε*, της οποίας κύρια πηγή ήταν το λάδι[20, 61]. Αναφορικά με την εικόνα της διαιτητικής πρόσληψης των υπό εξέταση βιταμινών σε παιδιά σε *ευρωπαϊκό επίπεδο*, αξίζει να αναφερθεί μελέτη που συμπεριέλαβε πληθώρα μελετών διεξαγόμενων στο σύνολο της Ευρώπης {Βόρειας (Δανία, Φιλανδία, Νορβηγία, Σουηδία), Δυτικής (Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ολλανδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο), Κεντρικής και Ανατολικής (Βουλγαρία, Τσεχία, Εσθονία, Ουγγαρία, Πολωνία, Ρωσία, Γιουγκοσλαβία) και Νότιας (Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία και Ισπανία) και ερεύνησε μεταξύ άλλων και την πρόσληψη των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε. Αρχικά, για τη *βιταμίνη Ε* αυξημένη πρόσληψη παρατηρήθηκε στη Βουλγαρία, την Πολωνία και τη Γιουγκοσλαβία ενώ μειωμένη στην Τσεχία, τη Γαλλία, τη Σουηδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Δανία. Επιπλέον, παρατηρήθηκε *τάση των κοριτσιών να προσλαμβάνουν λιγότερη βιταμίνη Ε μέσω της διαίτας συγκριτικά με τα αγόρια*. Από την άλλη, για τη *βιταμίνη Α* παρατηρήθηκε μειωμένη πρόσληψη στο Βέλγιο, την Ολλανδία, την Αυστρία και τη Γερμανία (για παιδιά άνω των 12 ετών) και υψηλή σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης. Οι διαφορές πρόσληψης μεταξύ των ηλικιακών ομάδων ήταν μικρές ενώ παρατηρήθηκε *τάση για*

υψηλότερη πρόσληψη της βιταμίνης από τα αγόρια. Αξίζει να σημειωθεί ότι διαφορές στην πρόσληψη της βιταμίνης Α παρατηρήθηκαν μεταξύ διαφορετικών περιοχών της Ευρώπης ενώ η υψηλότερη πρόσληψη της βιταμίνης Ε στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη πιθανόν να αντανakλά την υψηλότερη κατανάλωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων από τους συγκεκριμένους πληθυσμούς[62]. Το ερώτημα που εγείρεται εδώ αφορά το κατά πόσο υφίσταται συσχετισμός μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των υπό εξέταση βιταμινών και των συγκεντρώσεων αυτών στο αίμα. Στα πλαίσια μελέτης που πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία, προέκυψε ότι η διαιτητική πρόσληψη αποτελεί έναν σημαντικό καθοριστικό παράγοντα για τις συγκεντρώσεις στο αίμα μόνο του β-καροτενίου και της α-τοκοφερόλης [34]. Από την άλλη, στα πλαίσια της πανευρωπαϊκής μελέτης [62] που προηγουμένως αναφέρθηκε, τονίζεται ότι οι συσχετίσεις μεταξύ αίματος και διαιτητικής πρόσληψης είναι γενικά ασθενείς και ακόμα και αν προκύψουν δεν έχουν απαραίτητα σχέση αιτίου-αιτιατού. Επιπλέον, παράγοντες όπως η υγεία του ατόμου κατά τη διάρκεια της έρευνας πιθανόν να επηρεάζουν το βαθμό της συσχέτισης[62]. Από τα παραπάνω, πρόδηλη κρίνεται η ανάγκη βαθύτερης έρευνας αναφορικά με τη συσχέτιση ή μη των επιπέδων των βιταμινών Α και Ε στο αίμα με τη διαιτητική πρόσληψη σε παιδικό (αλλά και σε ενήλικο) πληθυσμό.

Τι συμβαίνει όμως με τους προεφήβους που ακολουθούν χορτοφαγικές δίαιτες και πώς αυτό επηρεάζει το αντιοξειδωτικό τους προφίλ και κατ' επέκταση τις υπό εξέταση βιταμίνες;

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Πολωνία δείχθηκε ότι σε παιδιά που ακολουθούσαν χορτοφαγικές δίαιτες (συμπεριλαμβανομένου και του αυγού, *lacto-ovo-vegeterians*), η κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε βιταμίνη Α και Ε ήταν επαρκής αλλά τα επίπεδα αυτών στον ορό ήταν χαμηλότερα συγκριτικά με τα παιδιά που ακολουθούσαν πλήρη διατροφή. Επομένως, η λήψη συμπληρωμάτων βιταμινών Α και Ε πιθανόν να κρίνεται απαραίτητη για τα παιδιά που ακολουθούν χορτοφαγικού τύπου δίαιτα[63, 64].

Στη συνέχεια, θα γίνει αναφορά των αλληλεπιδράσεων των υπό εξέταση βιταμινών με άλλα θρεπτικά συστατικά.

1.7.4. Αλληλεπιδράσεις βιταμινών Α και Ε με άλλα θρεπτικά συστατικά

ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α: Η βιταμίνη Α ή τα καροτενοειδή αλληλεπιδρούν με τη **βιταμίνη Ε** και τη **βιταμίνη Κ**. Η πλεονάζουσα βιταμίνη Α φαίνεται να παρεμβαίνει στην απορρόφηση της βιταμίνης Κ. Με τη σειρά του, το β-καροτένιο, όταν προσλαμβάνεται σε υψηλές ποσότητες μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση της βιταμίνης Ε στο πλάσμα. Η διατροφική κατάσταση **των πρωτεϊνών** και **του ψευδαργύρου** στον οργανισμό επηρεάζει την κατάσταση και τη μεταφορά της βιταμίνης Α. Πρώτον, η ενεργότητα του ενζύμου διοξυγονάση των καροτενοειδών, το οποίο διασπά το β-καροτένιο, μειώνεται από μη επαρκή πρόσληψη πρωτεϊνών. Δεύτερον, ο συνολικός μεταβολισμός της βιταμίνης Α σχετίζεται στενά με την κατάσταση των πρωτεϊνών και του ψευδαργύρου, λόγω του ότι η μεταφορά και χρησιμοποίηση της βιταμίνης Α εξαρτάται από πολλές πρωτεΐνες δέσμευσης της βιταμίνης Α και επειδή απαιτείται ψευδάργυρος για την πρωτεϊνσύνθεση. Ανωμαλίες κατά τη διαδικασία της πρωτεϊνσύνθεσης, συμπεριλαμβανομένης και της σύνθεσης της πρωτεΐνης δέσμευσης της ρετινόλης, καθώς και της τρανσθυρετίνης, ελαττώνουν την κινητοποίηση της ρετινόλης από το ήπαρ. Επιπλέον, στους περιφερικούς ιστούς, η αλκοολική αφυδρογονάση, η οποία μετατρέπει τη ρετινόλη σε ρετινάλη, εξαρτάται άμεσα από τον ψευδάργυρο. Επίσης, και **τα αποθέματα του σιδήρου** αλληλεπιδρούν με τη βιταμίνη Α. Οι επιπτώσεις μπορεί να μεσολαβούνται από το ρόλο της βιταμίνης Α στην αιμοποίηση. Η έλλειψη της βιταμίνης Α ελαττώνει την κινητοποίηση του σιδήρου από τις αποθήκες του, κάτι που οδηγεί σε μικροκυτταρική αναιμία. Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης Α με τη σειρά της διορθώνει την αναιμία, με ταυτόχρονη βελτίωση των δεικτών της κατάστασης του σιδήρου. Η βιταμίνη Α μπορεί να δράσει απευθείας στο μεταβολισμό ή στην αποθήκευση του σιδήρου ή μπορεί να επιδράσει στη διαφοροποίηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων. [31]

Επιπρόσθετα, η αλληλεπίδραση των λειτουργιών της βιταμίνης Α και της βιταμίνης D έχει παρατηρηθεί τόσο σε ζώα όσο και σε ανθρώπους. Μελέτες σε αρουραίους έδειξαν ότι η υψηλή πρόσληψη της βιταμίνης Α εξασθένησε την τοξικότητα της υπερβιταμίνωσης D. Σε μια άλλη μελέτη που διεξήχθη σε ανθρώπους, το επίπεδο στο αίμα της 25-OHD3 συσχετίστηκε αντίστροφα με καρκίνο του παχέος εντέρου μεταξύ των ατόμων που είχαν χαμηλότερη πρόσληψη ρετινόλης. Τέλος, ανεπάρκεια βιταμίνης D (<50 nmol / L) σε συνδυασμό με υψηλό επίπεδο της ρετινόλης (> 2,8

mmol / L) έχουν επίσης συσχετιστεί με υψηλό κίνδυνο οστεοπορωτικών καταγμάτων. [65]

Παρακάτω, παρατίθεται πίνακας που εμπεριέχει το σύνολο των αλληλεπιδράσεων της βιταμίνης Α με άλλα θρεπτικά συστατικά.

Πίνακας 1.7: Αλληλεπιδράσεις βιταμίνης Α με άλλα θρεπτικά συστατικά

Θρεπτικό συστατικό με το οποίο αλληλεπιδρά η Βιταμίνη Α	Αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης
Βιταμίνη Κ	Η πλεονάζουσα βιταμίνη Α παρεμβαίνει στην απορρόφηση της βιταμίνης Κ δρώντας ανταγωνιστικά
Βιταμίνη D	Εξασθένηση τοξικότητας από υπερβιταμίνωση D με υψηλή πρόσληψη βιταμίνης Α
Β-καροτένιο	Αύξηση πρόσληψης β-καροτενίου μειώνει τα επίπεδα της βιταμίνης Ε στο πλάσμα
Πρωτεΐνες	Μειωμένη πρόσληψη πρωτεϊνών οδηγεί σε μείωση των επιπέδων της βιταμίνης Α
Ψευδάργυρος	Μειωμένη πρόσληψη ψευδαργύρου οδηγεί σε μείωση των επιπέδων της βιταμίνης Α
Σίδηρος	Έλλειψη βιταμίνης Α οδηγεί σε έλλειψη σιδήρου και τελικά σε μικροκυτταρική αναιμία

ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε: Επειδή η λειτουργία της βιταμίνης Ε στο σώμα είναι στενά συνδεδεμένη με τη λειτουργία της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης(πρόκειται για ένζυμο που μετατρέπει τα υπεροξειδία των λιποειδών σε λιποειδικές αλκοόλες), και εξαρτάται από το *σελήνιο*, υπάρχει μια *στενή αλληλεπίδραση ανάμεσα στη βιταμίνη Ε και το σελήνιο*. Οι δράσεις και των δύο θρεπτικών συστατικών είναι συμπληρωματικές και υψηλές συγκεντρώσεις του ενός συστατικού μπορούν να μειώσουν τις επιπτώσεις των χαμηλών συγκεντρώσεων του άλλου. Ομοίως μερικές από τις λειτουργίες της *βιταμίνης C* συμπληρώνουν τη βιταμίνη Ε και η βιταμίνη C μπορεί να αναγεννά τη βιταμίνη Ε που έχει υποστεί οξείδωση. Σε μικρότερη έκταση,

υπάρχουν επίσης *αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στη βιταμίνη E και τα θειούχα αμινοξέα*(αναγέννηση βιταμίνης E από κυστεΐνη, όταν έχει υποστεί οξείδωση). Επιπρόσθετα, *η σχέση μεταξύ της βιταμίνης E και των διαιτητικών πολυακόρεστων λιπαρών οξέων είναι ιδιαίτερα στενή*, διότι η απαίτηση της βιταμίνης αυξάνεται ή μειώνεται, ανάλογα με τη διαιτητική πρόσληψη των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Με τη σειρά τους, τα λιποειδή των ιστών του σώματος επηρεάζονται από την πρόσληψη λιποειδών μέσω της διατροφής. Ωστόσο, τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα τείνουν, επίσης, να είναι σχετικά καλές πηγές βιταμίνης E. Υψηλές προσλήψεις βιταμίνης E μπορούν να παρέμβουν στις λειτουργίες άλλων λιποδιαλυτών βιταμινών. Η *βιταμίνη E αναστέλλει την απορρόφηση του β-καροτενίου και/ή τη μετατροπή του σε ρετινόλη μέσα στο έντερο*. Η βιταμίνη E *μπορεί επίσης να επηρεάσει την απορρόφηση της βιταμίνης K* (εμποδίζοντας την αναγέννηση της ανηγμένης βιταμίνης) [31].

Παρακάτω, παρατίθεται πίνακας που εμπεριέχει το σύνολο των αλληλεπιδράσεων της βιταμίνης E με άλλα θρεπτικά συστατικά.

Πίνακας 1.8: Αλληλεπιδράσεις βιταμίνης E με άλλα θρεπτικά συστατικά

Θρεπτικό συστατικό με το οποίο αλληλεπιδρά η Βιταμίνη E	Αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης
Σελήνιο	Συμπληρωματική δράση
Βιταμίνη C	Συμπληρωματική δράση
Θειούχα αμινοξέα	Σύνθεση γλουταθειόνης(αναγωγικός παράγοντας της βιταμίνης)/αναγέννηση οξειδωμένης βιταμίνης E
Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα	Τα επίπεδα της βιταμίνης αυξάνονται ή μειώνονται ανάλογα με την πρόσληψή τους
B-καροτένιο	Μειώνεται η απορρόφηση του σε αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης E
Βιταμίνη K	Η βιταμίνη E μπορεί να εμποδίσει την αναγέννηση της ανηγμένης Βιταμίνης K
Βιταμίνη D	Η βιταμίνη E εμποδίζει τη διαδικασία επιμετάλλωσης σε ζώα

1.7.5 Συσχέτιση χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων με τις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α και Ε

Αξίζει να σημειωθεί ότι η *χοληστερόλη πλάσματος* και τα *τριγλυκερίδια* αποτελούν ισχυρούς καθοριστικούς παράγοντες των συγκεντρώσεων της *ρετινόλης πλάσματος, του β-καροτενίου και της α-τοκοφερόλης*[14, 34, 66-71].

Η συσχέτιση των βιταμινών Α και Ε με τη χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στο ρόλο των προαναφερθέντων βιταμινών στο μεταβολισμό του λίπους[72]. Συγκεκριμένα, η βιταμίνη Α συμμετέχει στο μεταβολισμό του λίπους μέσω του ενζύμου της αφυδρογονάσης 1 της ρετιναλδεΰδης[73] ενώ η βιταμίνη Ε κυρίως προστατεύει τα λίπη από την οξείδωση και εμποδίζει το σχηματισμό οξειδωτικού στρες[74]. Κατ'επέκταση, αυξημένες συγκεντρώσεις λίπους θα απαιτούν αυξημένες συγκεντρώσεις των δύο βιταμινών με αποτέλεσμα ανεπάρκειες σε αυτές τις βιταμίνες να αυξάνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών από νεαρή ηλικία. Δεδομένης, λοιπόν, της σημαντικότητας των υπό εξέταση βιταμινών στο μεταβολισμό του λίπους, κρίνεται απαραίτητος ο σχεδιασμός και η πραγματοποίηση δράσεων δημόσιας υγείας με στόχο την πρόληψη ελλείψεων των βιταμινών Α και Ε.[72]

Εν συνεχεία, εξετάζεται το επίπεδο των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε στο αίμα υπό το πρίσμα του κοινωνικοοικονομικού επιπέδου.

1.7.6 Κοινωνικοοικονομικό επίπεδο

Η επίδραση του κοινωνικοοικονομικού επιπέδου στα επίπεδα των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε στον ορό έχει μελετηθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο από τον Marktl και τους συνεργάτες του. Υψηλότερες συγκεντρώσεις β-καροτενίου και βιταμίνης Ε στον ορό, λοιπόν, παρατηρήθηκαν σε παιδιά της κεντρικής Ευρώπης των οποίων οι γονείς παρουσίαζαν ένα υψηλότερο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο[16].

Λοιπές μελέτες που έχουν γίνει σχετίζονται με το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο και τη διαιτητική πρόσληψη των βιταμινών, και όχι τα επίπεδα αυτών στο αίμα. Επομένως, διαπιστώνεται βιβλιογραφικό κενό αναφορικά με το κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο και τα επίπεδα των λιποδιαλυτών βιταμινών στο αίμα.

Μετά την παράθεση των αιτιολογικών παραγόντων που συνδέονται με τα επίπεδα των *λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε στο αίμα σε παιδιά/εφήβους*, καθίσταται πρόδηλη η ανάγκη περάτωσης περαιτέρω ερευνών στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο.

2. ΣΚΟΠΟΣ

Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων για την εν λόγω πτυχιακή εργασία, διαπιστώθηκε ένα αρκετά μεγάλο βιβλιογραφικό κενό. Κατά κύριο λόγο, το κενό αυτό έγκειται στη διαφορά της παρούσας πτυχιακής στον τρόπο αξιολόγησης των λιποδιαλυτών βιταμινών ο οποίος αφορά και τη συγκέντρωση αυτών στο αίμα πέρα από τις διάφορες μεθόδους αξιολόγησης της διατροφικής πρόσληψης αυτών(ανακλήσεις εικοσιτετραώρου επί το πλείστον) αλλά και στο ηλικιακό εύρος στο οποίο εστιάζει. Αξίζει να σημειωθεί ότι μία μόνο μελέτη έχει πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα αναφορικά με τη διαιτητική πρόσληψη και τα επίπεδα της βιταμίνης Ε στον ορό σε εφήβους στην περιοχή της Κρήτης το 1996. Επιπλέον, σε ευρωπαϊκό επίπεδο υπάρχουν πολύ περιορισμένες έρευνες σε παιδιά τόσο για τα επίπεδα των υπό εξέταση βιταμινών στον ορό όσο και γύρω από τους πραγματικούς αιτιολογικούς παράγοντες που σχετίζονται με χαμηλά επίπεδα αυτών.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το βιβλιογραφικό κενό, σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η εκτίμηση των επιπέδων των ανεπαρκειών των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε σε παιδιά/προεφήβους (9-13 ετών) καθώς και τους κοινωνικοδημογραφικούς παράγοντες και τις συμπεριφορές που σχετίζονται με αυτές τις ανεπάρκειες, λαμβάνοντας υπόψη ανθρωπομετρικούς και άλλους κλινικούς δείκτες.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Πληθυσμός της μελέτης

Η μελέτη Healthy Growth είναι μια συγχρονική επιδημιολογική μελέτη που συνδυάζει, παράλληλα, την αναδρομική συλλογή πληροφοριών από παιδιά σχολικής-προεφηβικής ηλικίας (9-13 ετών) και τους γονείς τους. Η μελέτη ξεκίνησε το Μάιο του 2007 με την εφαρμογή ενός πρώτου πιλοτικού σταδίου, το οποίο ολοκληρώθηκε στα μέσα Ιουνίου του 2007 και είχε ως στόχο τον ποιοτικό έλεγχο των παρατηρήσεων και του τρόπου συλλογής τους. Από τα μέσα Σεπτεμβρίου του 2007, με την έναρξη της νέας σχολικής χρονιάς (2007-2008), ξεκίνησε το δεύτερο κυρίως στάδιο της μελέτης, το οποίο ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2009. Η επιλογή των υπό μελέτη σχολείων έγινε μετά από τη λήψη σχετικής έγκρισης από το Τμήμα Αγωγής Υγείας και Περιβαλλοντικής Αγωγής του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, μετά τη γνωμοδότηση του Τμήματος Ερευνών Τεκμηρίωσης και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Επιπλέον, έγκριση για τη διεξαγωγή της μελέτης ελήφθη από την Επιτροπή Βιοηθικής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

Στη μελέτη κλήθηκε να συμμετάσχει ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός τυχαία επιλεγμένων δημόσιων και ιδιωτικών δημοτικών σχολείων από τέσσερις νομούς της ελληνικής επικράτειας (Αττικής, Αιτωλοακαρνανίας, Ηρακλείου Κρήτης και Θεσσαλονίκης). Μετά τη θετική ανταπόκριση των σχολείων που επιλέχθηκαν για να συμμετάσχουν στη μελέτη, όλοι οι γονείς ή κηδεμόνες των παιδιών που φοιτούσαν στις Ε' και ΣΤ' τάξεις των σχολείων αυτών έλαβαν ένα εκτενές ενημερωτικό γράμμα που περιέγραφε αναλυτικά τους σκοπούς, τα στάδια και τις μετρήσεις που θα λάμβαναν χώρα στα πλαίσια της μελέτης. Όσοι γονείς ή κηδεμόνες συναίνεσαν για την συμμετοχή του παιδιού τους στη μελέτη υπέγραψαν και επέστρεψαν στην ερευνητική ομάδα του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου το σχετικό συμφωνητικό εθελοντικής συμμετοχής, που υπήρχε στο τέλος του ενημερωτικού γράμματος. Υπογεγραμμένες δηλώσεις συμμετοχής συλλέχθηκαν από 2.660 παιδιά, από το σύνολο των 4.145 παιδιών (ποσοστό ανταπόκρισης: 64,2%).

3.2 Δειγματοληψία- Τυχαιοποίηση

Η δειγματοληψία των σχολείων ήταν τυχαία, πολυσταδιακή και διαστρωματοποιημένη, με βάση το μέσο επίπεδο εκπαίδευσης του ενήλικου

πληθυσμού, ηλικίας 25-65 ετών, καθώς και το μέγεθος του μαθητικού πληθυσμού ηλικίας 9-13 ετών των αντίστοιχων δήμων των υπό μελέτη νομών. Συγκεκριμένα, η δειγματοληψία περιελάμβανε τα ακόλουθα βήματα [3]:

- Εύρεση και καταγραφή από τα πιο πρόσφατα αρχεία απογραφής του ελληνικού πληθυσμού της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ, Απογραφή 2001) πληροφοριών σχετικά με το εκπαιδευτικό επίπεδο ατόμων ηλικίας 25 έως 65 ετών, καθώς και με το μέγεθος του προεφηβικού πληθυσμού ηλικίας 9-13 ετών ανά αστική/ ημι- αστική/ αγροτική περιοχή σε κάθε έναν από τους τέσσερις υπό-μελέτη νομούς.
- Υπολογισμός για κάθε δήμο των τεσσάρων νομών του μέσου επιπέδου εκπαίδευσης του ενήλικου πληθυσμού ηλικίας 25-55 ετών. Στο ηλικιακό αυτό εύρος εντάσσονται οι γονείς των παιδιών 9-13 ετών που απαρτίζουν το μαθητικό πληθυσμό του δείγματος της παρούσας μελέτης.
- Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν για το μέσο επίπεδο εκπαίδευσης του πληθυσμού των ενηλίκων δημοτών ηλικίας 25-65 ετών κάθε δήμου, οι δήμοι κάθε νομού κατανεμήθηκαν σε 3 κατηγορίες- στρώματα διαφορετικού επιπέδου εκπαίδευσης, και συγκεκριμένα, σε δήμους χαμηλότερου, μέσου και υψηλότερου εκπαιδευτικού επιπέδου γονέων.
- Στη συνέχεια, ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός δήμων επιλέχθηκε τυχαία από την κάθε κατηγορία- στρώμα των δήμων με διαφορετικό εκπαιδευτικό επίπεδο γονέων, αναλογικά με την ποσοστιαία κατανομή του προεφηβικού μαθητικού πληθυσμού ηλικίας 9-13 ετών που κατοικούν στους εν λόγω δήμους, σύμφωνα πάντα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ.
- Εν συνεχεία, ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός σχολείων επιλέχθηκε τυχαία από τον κάθε δήμο, αναλογικά με την ποσόστωση του μαθητικού πληθυσμού (9-13 ετών/ Ε' και ΣΤ' τάξεων) που είναι εγγεγραμμένος στα σχολεία των επιλεγμένων δήμων με διαφορετικό εκπαιδευτικό επίπεδο γονέων, σύμφωνα με τα στοιχεία από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, καθώς και από τα κατά τόπους γραφεία Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.
- Στην περίπτωση που ένα τυχαία επιλεγμένο σχολείο αρνήθηκε τη συμμετοχή του στη μελέτη ή απορρίφθηκε λόγω χαμηλής συμμετοχής (<70%), υπήρχαν εναλλακτικές επιλογές σχολείων, τέτοιες, ώστε να διατηρηθεί η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος.

3.3 Στάδια της μελέτης

Κατόπιν της τυχαίας επιλογής των σχολείων από τις διάφορες περιοχές της μελέτης και μετά τη λήψη τουλάχιστον 100 υπογεγραμμένων δελτίων έγγραφης γονικής συγκατάθεσης, πραγματοποιήθηκε ένα πιλοτικό στάδιο μετρήσεων διάρκειας ενός μηνός, με στόχο την αξιολόγηση και την εκτίμηση της εγκυρότητας των εργαλείων και των μεθόδων που θα χρησιμοποιούνταν στο πλαίσιο της μελέτης.

3.3.1 Δείγμα παρούσας μελέτης

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε 299 δείγματα πλάσματος που επιλέχθηκαν τυχαία από το σύνολο των παιδιών της μελέτης και που αντιστοιχούν σε παιδιά-συμμετέχοντες με πλήρη δεδομένα για διάφορους κοινωνικοδημογραφικούς, συμπεριφοριστικούς, κλινικούς και αιματολογικούς δείκτες.

3.4 Διατροφική αξιολόγηση

3.4.1 Ανακλήσεις 24ώρου

Η αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών των εξεταζόμενων μαθητών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της τεχνικής της ανάκλησης 24ώρου. Σε κάθε εξεταζόμενο παιδί πραγματοποιήθηκαν τρεις ανακλήσεις 24ώρου και συγκεκριμένα, δύο ανακλήσεις καθημερινής και μια Σαββατοκύριακου και ειδικότερα Κυριακής. Όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας που διεξήγαγαν τις συνεντεύξεις- ανακλήσεις ήταν κατάλληλα εκπαιδευμένα για να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα καταγραφής της διαιτητικής πρόσληψης. Κατά τη διάρκεια των ανακλήσεων 24ώρου ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους μαθητές να ανακαλέσουν τον τύπο και την ποσότητα των τροφίμων και των ροφημάτων που κατανάλωσαν την προηγούμενη ημέρα με χρονική διαδοχή, δηλαδή από τη στιγμή που ξύπνησαν το πρωί έως την ίδια χρονική στιγμή την επόμενη ημέρα. Για να βελτιωθεί η ακρίβεια της περιγραφής των καταναλισκόμενων τροφίμων, αλλά και της εκτίμησης της προσλαμβανόμενης ποσότητας χρησιμοποιήθηκαν προπλάσματα τροφίμων (Dairy Food Council, ΗΠΑ), καθώς και μεζούρες οικιακής χρήσης (κούπες, κουταλάκια του γλυκού, κουτάλια της σούπας, κτλ).

Η ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τις ανακλήσεις 24ώρου έγινε με τη χρήση του λογισμικού διατροφικής ανάλυσης Nutritionist V (First Databank, San

Bruno, CA), η βάση του οποίου εμπλουτίστηκε εκτενώς, ώστε να περιλαμβάνει την ακριβή συγκέντρωση σε μακρο- και μικρο- θρεπτικά συστατικά για μια ευρεία γκάμα σύνθετων επεξεργασμένων τροφίμων που είναι διαθέσιμα στην ελληνική αγορά, καθώς και ελληνικών συνταγών [75, 76], πληροφορίες οι οποίες στην πλειοψηφία τους έχουν προκύψει από χημικές αναλύσεις των εν λόγω τροφίμων και συνταγών.

3.5 Ερωτηματολόγιο γονέων

Σημαντικές πληροφορίες δόθηκαν και από τους γονείς- κηδεμόνες των παιδιών, που κατά προτεραιότητα έπρεπε να είναι η μητέρα του παιδιού, κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης συνέντευξης στο σχολείο με τη χρήση κατάλληλα διαμορφωμένου ερωτηματολογίου. Σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν η συλλογή πολλών δεδομένων, στα οποία συμπεριλαμβάνονταν:

3.5.1 Ανθρωπομετρικά, δημογραφικά & κοινωνικό- οικονομικά στοιχεία της οικογένειας

Μεταξύ των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τους γονείς ήταν: α) το βάρος, το ύψος και η ηλικία του πατέρα, της μητέρας και των αδελφών του παιδιού, η καταγωγή, τα χρόνια εκπαίδευσης και το επάγγελμα του πατέρα και της μητέρας, β) ο αριθμός των τσιγάρων που καπνίζει ο πατέρας ή/ και η μητέρα συνολικά και εντός σπιτιού, καθώς και το χρονικό διάστημα των καπνιστικών συνηθειών των δύο γονέων, γ) το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα τα τελευταία τρία χρόνια, δ) το είδος της κατοικίας (ιδιόκτητη ή μη), καθώς και το μέγεθος (σε τετραγωνικά μέτρα: m^2) της κύριας κατοικίας της οικογένειας, ε) ο αριθμός των αυτοκινήτων που υπάρχουν στην οικογένεια, στ) η οικογενειακή κατάσταση του γονέα που παραχώρησε τη συνέντευξη (Άγαμη/ ος, Παντρεμένη/ ος, Διαζευγμένη/ ος, Χήρα/ ος) και ζ) ο συνολικός αριθμός και η ταυτότητα καθενός από τα μέλη της οικογένειας που κατοικούν εντός της κύριας κατοικίας.

3.6 Ανθρωπομετρήσεις

Σε όλες τις περιοχές που διεξήχθη η μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια ακριβή εξεταστικά όργανα και η ίδια μεθοδολογία μετρήσεων. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν φορητά, για να μπορούν να μεταφερθούν εύκολα στα σχολεία, όπου διεξήχθησαν οι μετρήσεις. Η πραγματοποίηση των μετρήσεων και η καταγραφή των τιμών λάμβανε χώρα από δύο καλά εκπαιδευμένα μέλη της

ερευνητικής ομάδας, που ήταν ο κύριος και ο βοηθός ερευνητής. Ο ρόλος του βοηθού ερευνητή ήταν να βοηθά στη σωστή τοποθέτηση των παιδιών στα όργανα μέτρησης, ενώ ο κύριος ερευνητής κατέγραφε τις μετρήσεις. Μεταξύ των ανθρωπομετρήσεων που έγιναν ανήκουν και οι ακόλουθες:

3.6.1 Ύψος- Βάρος

Το σωματικό βάρος των παιδιών μετρήθηκε με ψηφιακή ζυγαριά (Seca, Hamburg, Germany), με ακρίβεια $\pm 100\text{g}$. Τα άτομα της μελέτης ζυγίστηκαν χωρίς να φορούν υποδήματα και με την ελαχίστη δυνατή ένδυση. Το ύψος τους μετρήθηκε σε όρθια στάση, χωρίς να φορούν υποδήματα, κρατώντας τους ώμους σε χαλαρή θέση, με τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα από αυτούς και με το κεφάλι προσανατολισμένο σε οριζόντιο επίπεδο (Frankfurt plane). Η μέτρηση του ύψους έγινε με τη χρήση αναστημόμετρου (Leicester Height Measure), με ακρίβεια $\pm 0,5\text{cm}$. Από τις παραπάνω ανθρωπομετρήσεις υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (Body Mass Index, BMI) των παιδιών, διαιρώντας το βάρος τους (kg) με το τετράγωνο του ύψους τους (m^2).

3.6.2 Περίμετρος μέσης

Η περίμετρος της μέσης μετρήθηκε με μια μη- εκτατή ταινία (Höchstmass, Germany), με ακρίβεια $\pm 0,1\text{cm}$. Το άτομο βρισκόταν σε όρθια θέση, με τα χέρια του να κρέμονται ελεύθερα από τους ώμους στο πλάι του σώματος και με τα πόδια ενωμένα. Στο τέλος μιας ελαφριάς εκπνοής και όντας η κοιλιά χαλαρή, τοποθετούνταν η ταινία σε οριζόντιο επίπεδο και παράλληλα με το δάπεδο γύρω από την πιο στενή περιοχή της μέσης, στο επίπεδο του ομφαλού, καθώς και στο μέσο της απόστασης μεταξύ της τελευταίας νόθας πλευράς και της υπερλαγόνιας ακρολοφίας.

3.6.3 Δερματικές πτυχές

Στο πλαίσιο των ανθρωπομετρήσεων πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του πάχους τεσσάρων δερματικών πτυχών και συγκεκριμένα, των δερματικών πτυχών του τρικεφάλου, του δικεφάλου, της υποωμοπλατιαίας και της υπερλαγόνιας. Οι μετρήσεις των δερματικών πτυχών έγιναν με τη χρήση του δερματοπτυχόμετρου Lange (Cambridge, Maryland) στη δεξιά πλευρά του σώματος, με ακρίβεια $\pm 0,1\text{ mm}$. Η μέτρηση των δερματικών πτυχών πραγματοποιήθηκε με τρόπο τέτοιο, ώστε να μην προκαλείται οποιαδήποτε δυσφορία ή πόνος στα άτομα της μελέτης. Το πάχος των δερματικών πτυχών τρικέφαλου και δικεφάλου μετρήθηκε στο μέσο σημείο του

δεξιού βραχίονα, με το χέρι του παιδιού να κρέμεται ελεύθερα στο πλάι του σώματος. Η υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή μετρήθηκε περίπου 1 cm κάτω από την κατώτερη γωνία της ωμοπλάτης με κλίση περίπου 45° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, ενώ το παιδί στεκόταν όρθιο με χαλαρούς τους ώμους. Τέλος, η υπερλαγόνια δερματική πτυχή μετρήθηκε περίπου 1 cm πάνω από την υπερλαγόνια ακρολοφία της λεκάνης με κλίση περίπου 45° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

3.6.4 Σύσταση σώματος

Η αξιολόγηση της σύστασης του σώματος των μαθητών που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης με τη χρήση της συσκευής Akern BIA 101 (Akern Srl, Florence, Italy). Για την ορθή διεξαγωγή της μέτρησης τα παιδιά έπρεπε να είναι νηστικά και συγκεκριμένα, να μην έχουν καταναλώσει φαγητό και υγρά για τουλάχιστον 2 ώρες πριν από τη μέτρηση. Αφού απομακρυνόντουσαν όλα τα μεταλλικά αντικείμενα που ερχόντουσαν σε επαφή με το σώμα του, το παιδί έπρεπε να ξαπλώσει σε μια μη-αγώγιμη επιφάνεια με τέτοιο τρόπο, ώστε τα χέρια του να μην έρχονται σε επαφή με τον κορμό και οι μηροί του να μην ακουμπούν μεταξύ τους. Εν συνεχεία, οι περιοχές επικόλλησης των ηλεκτροδίων στις επιφάνειες του χεριού και του ποδιού της δεξιάς πλευράς του σώματος καθαριζόταν με οινόπνευμα για την απομάκρυνση της λιπαρότητας και τέσσερα αυτοκόλλητα ηλεκτρόδια τοποθετούνταν στις κατάλληλες περιοχές στο δεξί χέρι και πόδι. Έπειτα, δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια προσαρτούνταν μεταξύ των αυτοκόλλητων και της συσκευής. Με τη χρήση της αρχής της βιοηλεκτρικής εμπέδησης συλλέχθηκαν δεδομένα για την ωμική (R) και τη μη-ωμική αντίστασης (Xc). Οι τιμές των παραπάνω μετρήσεων που προέκυψαν για το κάθε παιδί χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της λιπώδους και της άλιπης μάζας σώματος, καθώς και των συνολικών επιπέδων νερού του σώματος με τη χρήση κατάλληλων εξισώσεων και αλγορίθμων που υπάρχουν διαθέσιμες στη βιβλιογραφία [77].

3.7 Κλινική εξέταση παιδιών

3.7.1 Στάδιο βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner (ή στάδιο κατά Tanner)

Το στάδιο της βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner είναι πολύ πιο ενδεικτικό της ωρίμανσης του παιδιού, σε σύγκριση με την ημερολογιακή του ηλικία. Καθώς το στάδιο της βιολογικής ωρίμανσης ενός παιδιού καθορίζει τις απαιτήσεις του σε θρεπτικά συστατικά και επηρεάζει σημαντικά ορμονικές και μεταβολικές πορείες, η

αξιολόγησή του κρίνεται πολύ σημαντική, ιδιαίτερα σε μια μεταβατική ηλικία, όπως η προεφηβική. Η αξιολόγηση του σταδίου κατά Tanner έγινε σε πέντε στάδια (Tanner Stage: 1 έως 5), σύμφωνα με τη σχετική μεθοδολογία [78]. Πιο συγκεκριμένα, στα κορίτσια το στάδιο κατά Tanner εκτιμήθηκε ανάλογα με το βαθμό της ανάπτυξης του μαστού και την τριχοφυΐα του εφηβαίου, ενώ στα αγόρια ανάλογα με το βαθμό της ανάπτυξης του πέους και όρχεων και της σχετικής τριχοφυΐας. Η εκτίμηση πραγματοποιήθηκε οπτικά από εξειδικευμένη και καλά εκπαιδευμένη παιδίατρο.

3.8 Βιοχημικές εξετάσεις

Μια ημέρα πριν τη διεξαγωγή των αιματολογικών εξετάσεων πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στο κάθε σχολείο που συμμετείχε στη μελέτη, κατά την οποία οι συμμετέχοντες στη μελέτη μαθητές έλαβαν σαφείς οδηγίες, ώστε να τηρήσουν 12ωρη νηστεία από το βράδυ της προηγούμενης ημέρας έως το επόμενο πρωινό. Μετά από τη 12ωρη ολονύχτια νηστεία, ελήφθησαν δείγματα φλεβικού αίματος από τους συμμετέχοντες μαθητές νωρίς το πρωί της επόμενης ημέρας (από 8:15 έως 10:00 π.μ.). Εκπαιδευμένο προσωπικό, πραγματοποίησε φλεβοκεντήσεις για τη συλλογή συνολικά 23 mL αίματος. Το αίμα τοποθετήθηκε σε τέσσερα σωληνάρια διαφορετικού όγκου, δύο των 2,6 mL και δύο των 9 mL. Τα δύο σωληνάρια των 2,6 mL, καθώς και το ένα των 9 mL περιείχαν αντιπηκτικό και συγκεκριμένα, αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ (EDTA), ενώ το δεύτερο σωληνάριο των 9 mL δεν περιείχε αντιπηκτικό. Τα δύο σωληνάρια EDTA των 2,6 mL χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή ολικού αίματος. Το δείγμα αίματος που συγκεντρώθηκε στο σωληνάριο των 9 mL με EDTA χρησιμοποιήθηκε για την απομόνωση του πλάσματος. Το εναπομένον αίμα που συγκεντρώθηκε στο σωληνάριο των 9 mL χωρίς αντιπηκτικό, διατηρήθηκε σε θερμοκρασία δωματίου για δύο ώρες, όπου αφέθηκε να πήξει, για να πραγματοποιηθεί διαχωρισμός και παραλαβή του ορού.

Η φυγοκέντρηση για το διαχωρισμό των δειγμάτων ορού και πλάσματος πραγματοποιήθηκε στο χώρο του σχολείου στις 4000 στροφές/ λεπτό για 10 λεπτά της ώρας με τη χρήση μιας φορητής φυγοκέντρου (Hermle Z200A, Wehingen, Germany). Ειδικά για τα δείγματα του πλάσματος, η φυγοκέντρηση των δειγμάτων του αίματος πραγματοποιήθηκε μέσα στα επόμενα 10 λεπτά από τη χρονική στιγμή της φλεβοκέντησης, με στόχο τη μείωση του χρόνου δράσης των πρωτεολυτικών και γλυκολυτικών ενζύμων. Ένα μέρος του ορού (1,5 mL) και του πλάσματος (0,5 mL)

χρησιμοποιήθηκαν απευθείας για βιοχημικές αναλύσεις, ενώ τα εναπομένοντα δείγματα ορού και πλάσματος διαμοιράστηκαν σε πλαστικά σωληνάρια (Eppendorfs), σε ποσότητα 0,5 mL στο καθένα και αποθηκεύτηκαν στη βαθιά κατάψυξη σε θερμοκρασία -80°C. Η αποθήκευση των δειγμάτων ορού έγινε στο «Εργαστήριο Διατροφής και Μεταβολισμού» του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

3.8.1 Γλυκόζη και ινσουλίνη νηστείας

Στα παραπάνω δείγματα πραγματοποιήθηκαν διάφοροι βιοχημικοί προσδιορισμοί μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται η Γλυκόζη πλάσματος νηστείας (G_F) και η Ινσουλίνη ορού νηστείας (I_F) με τη χρήση φωτομετρικών (Roche Diagnostics SA, Vasilia, Swiss) και ραδιοανοσοενζυμικών (Kyowa Medex Ltd, Minami- Ishiki, Japan) μεθόδων, αντίστοιχα. Για την εκτίμηση της ινσουλिनoαντίστασης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης:

- Ομοιοστατικό μοντέλο εκτίμησης της ινσουλινoαντίστασης (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance): $HOMA-IR = [I_F (mU/L) \times G_F (mmol/L)] / 22,5$, όπου I_F : ινσουλίνη νηστείας και G_F : γλυκόζη νηστείας

Ο δείκτης αυτός είναι αξιόπιστος για την εκτίμηση της ινσουλινoαντίστασης τόσο στα παιδιά, όσο και στους εφήβους [79].

3.8.2 Ρετινόλη και α-τοκοφερόλη

Η αιθανόλη, η μεθανόλη, το ακετονιτρίλιο και το n-εξάνιο(κλίμακα βαθμού υγρής χρωματογραφίας) ελήφθησαν από την Merck Millipore. Η α-τοκοφερόλη και η ρετινόλη αγοράστηκαν από την εταιρεία Sigma Aldrich. Η ρετινόλη, το οξικό άλας της ρετινόλης, η α-τοκοφερόλη και το οξικό άλας της α-τοκοφερόλης προσδιορίστηκαν με μία μέθοδο που προηγουμένως είχε υιοθετηθεί από τον Λεοτσινίδη κ.ά(2000)[80], με μικρές τροποποιήσεις βασισμένες στον Khan κ.ά(2010)[81]. Εν συντομία, δείγματα πλάσματος, τα οποία αποθηκεύτηκαν στους -70 °C, αποψύχθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Ένα κλάσμα πλάσματος 100 μ L μεταφέρθηκε σε ένα μικροσωληνάριο με εύκολο σφράγισμα των 1,5 ml και σε αυτό προστέθηκαν 100 μ L αιθανολικού διαλύματος εσωτερικών προτύπων που περιείχε 0,5 μ g/mL οξικού άλατος ρετινόλης και 30 μ g/mL οξικού άλατος α-τοκοφερόλης. Πραγματοποιήθηκε vortex στο μίγμα και έπειτα προστέθηκαν 240 μ L n-εξανίου. Μετά από φυγοκέντρηση στις 1000 rpm για 5 λεπτά, 150 μ L του υπερκείμενου μεταφέρθηκαν σε μικροσωλήνα και εξατμίστηκαν μέχρι ξηρού κάτω από ήπιο ρεύμα

αζώτου. Το υπόλειμμα ανασυστάθηκε με 100 μL αιθανόλης. Η Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης (HPLC) πραγματοποιήθηκε σε ένα σύστημα εξοπλισμένο με ένα ανιχνευτή σειράς διόδων, Shimadzu SPD-M20A, και ένα σύστημα παροχής διαλύτη Varian αστεριών 9010. Ένα κλάσμα δείγματος της τάξης των 50 μL εγχύθηκε στη στήλη Varian Pursuit 5 μ C18 (250 * 4,6 χιλιοστά). Η κινητή φάση ήταν μεθανόλη-ακετονιτρίλιο (95:5 v/v) με ρυθμό ροής 1,2 mL/min. Καμπύλες βαθμονόμησης πέντε σημείων κατασκευάστηκαν με εύρος 0,25-1 $\mu\text{g/mL}$ για τη ρετινόλη και 5-30 $\mu\text{g/mL}$ για την α -τοκοφερόλη. Οι ανακτήσεις εμβολιασμένων ομαδοποιημένων δειγμάτων κυμάνθηκαν μεταξύ 80 και 105%, ενώ οι συντελεστές διακύμανσης των μετρήσεων εντός και μεταξύ ημερών ήταν λιγότερο από 10%.

3.8.3 Λιπιδαιμικό προφίλ

Η ολική χοληστερόλη, η HDL χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια προσδιορίστηκαν εις διπλούν με τη χρήση εμπορικά διαθέσιμων ενζυματικών χρωματογραφικών μεθόδων (Roche Diagnostics SA, Vasilia, Switzerland) σε έναν αυτόματο αναλυτή (Roche/Hitachi Modular). Η LDL χοληστερόλη προσδιορίστηκε από την εξίσωση του Friedewald[82].

3.8.4 Επίπεδα σιδήρου

Ο σίδηρος ορού και η ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα (TIBC) προσδιορίστηκαν μέσω χρωματογραφικών αναλύσεων (Roche Diagnostics SA, Basel, Switzerland). Ο κορεσμός της τρανσφερίνης (TS) υπολογίστηκε με διαίρεση του σιδήρου ορού με την ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα και στη συνέχεια με πολλαπλασιασμό της τιμής που προέκυψε με το 100. Τέλος, η φερριτίνη ορού μετρήθηκε με τη χρήση της ανοσοχημειοφωταύγειας (Siemens Healthcare Diagnostics, Tarrytown, New York, USA).

3.8.5 C-αντιδρώσα πρωτεΐνη , Ιντερλευκίνη 6 , Λεπτίνη , Αδιπονεκτίνη

Τα επίπεδα της C – αντιδρώσας πρωτεΐνης στον ορό μετρήθηκαν με τη μέθοδο ELISA, δηλαδή με ενζυμική δοκιμή ανοσοπροσρόφησης με CRP, εξοπλισμού τύπου “sandwich” (R&B Systems, Minneapolis, Minneapolis, USA). Η ιντερλευκίνη 6 στον ορό μετρήθηκε με τη μέθοδο ELISA, που είναι αρκετά υψηλής ευαισθησίας. Οι εσωτερικοί συντελεστές της δοκιμής ήταν μικρότεροι του 10%. Τα επίπεδα λεπτίνης στον ορό μετρήθηκαν με τη μέθοδο ELISA, δηλαδή με ενζυμική δοκιμή

ανοσοπροσρόφησης με ανθρώπινη λεπτίνη, με εξοπλισμό κλινικού τύπου (BioVendor Research and Diagnostic products, Karasek, Czech Republic), σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών. Η αδιπονεκτίνη μετρήθηκε μέσω του εξοπλισμού Ανθρώπινης Αδιπονεκτίνης / Acrp30 τύπου “sandwich” (R&B Systems, Minneapolis, Minneapolis, USA). Οι συντελεστές ενδο-δοκιμασίας μεταξύ ιντερλευκίνης 6 και αδιπονεκτίνης ήταν μικρότερες από 10%. Όλοι οι προσδιορισμοί έγιναν βάσει των οδηγιών των κατασκευαστών. Όλα τα δείγματα μετρήθηκαν εις διπλούν. [83]

3.9 Ορισμοί- Κατηγοριοποιήσεις

3.9.1 Κατηγοριοποίηση Σωματικού Βάρους

Τα παιδιά που συμμετείχαν στη παρούσα μελέτη ταξινομήθηκαν ως λιποβαρή, φυσιολογικού σωματικού βάρους, υπέρβαρα ή παχύσαρκα, σύμφωνα με τις κατωφλικές τιμές του Δείκτη Μάζας Σώματος (Body Mass Index, BMI), τις σχετικές με την ηλικία και το φύλο τους, όπως ορίζονται από την Παγκόσμια Ομάδα Δράσης για την Παχυσαρκία (International Obesity Task Force, IOTF) [84, 85].

3.9.2 Ορισμός ανεπάρκειας βιταμίνης Α

Η «κατωφλική» τιμή που χρησιμοποιήθηκε για τον ορισμό της ανεπάρκειας της βιταμίνης Α στην παρούσα μελέτη ήταν η τιμή συγκέντρωσης στο πλάσμα της ρετινόλης $<0.2\text{mg/L}$ ($0.70\text{ }\mu\text{mol/L}$). Στα βιβλιογραφικά δεδομένα δεν υπάρχει σαφής ορισμός της ανεπάρκειας βιταμίνης Α για το ηλικιακό εύρος που αφορά την εν λόγω πτυχιακή, αλλά οι ερευνητές στην πλειοψηφία τους χρησιμοποιούν για τον ορισμό της ανεπάρκειας της ρετινόλης την κατωφλική τιμή $<0.2\text{mg/L}$ [86].

3.9.3 Ορισμός ανεπάρκειας βιταμίνης Ε

Η «κατωφλική» τιμή που χρησιμοποιήθηκε για τον ορισμό της ανεπάρκειας της βιταμίνης Ε στην παρούσα μελέτη ήταν η τιμή συγκέντρωσης στο πλάσμα της α-τοκοφερόλης $<5\text{mg/L}$ ($12\text{ }\mu\text{mol/L}$). Στα βιβλιογραφικά δεδομένα δεν υπάρχει σαφής ορισμός της ανεπάρκειας βιταμίνης Ε για παιδιά ηλικίας 9-13 ετών που αφορούν την εν λόγω πτυχιακή, αλλά οι ερευνητές στην πλειοψηφία τους χρησιμοποιούν για τον ορισμό της ανεπάρκειας της α-τοκοφερόλης την κατωφλική τιμή $<5\text{mg/L}$ [87].

3.10 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS 21.0. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατηγορικές ή συνεχείς. Οι κατηγορικές μεταβλητές εκφράστηκαν ως ποσοστά (%), ενώ οι συνεχείς μεταβλητές εκφράστηκαν ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση. Η κανονικότητα της κατανομής των υπό εξέταση συνεχών μεταβλητών καθορίστηκε με τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov. Για τη συσχέτιση μεταξύ δύο κατηγορικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 . Χρησιμοποιήθηκε, επίσης, το 2-sample z-test for proportions, για να διαπιστώσουμε τις διαφορές μεταξύ των ποσοστών δύο διαφορετικών υποομάδων του δείγματος, για παράδειγμα, μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Για τη συσχέτιση μιας ποσοτικής μεταβλητής, που ακολουθεί την κανονική κατανομή, με μια κατηγορική μεταβλητή με δύο κατηγορίες χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο T-Test. Στην περίπτωση που η ποσοτική μεταβλητή δεν ακολουθούσε την κανονική κατανομή, το στατιστικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Mann-Whitney.

Για τη διερεύνηση των συσχετίσεων μεταξύ συνεχών μεταβλητών πραγματοποιήθηκαν απλές συσχετίσεις με τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson(r) ή Spearman(ρ) όπου αυτό ήταν αναγκαίο. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν πολυπαραγοντικές γραμμικές παλινδρομήσεις για τη διερεύνηση της ύπαρξης συσχετίσεων μεταξύ συνεχών μεταβλητών μετά από διόρθωση για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Στο πλαίσιο των γραμμικών αυτών παλινδρομήσεων, οι συσχετίσεις ανεφέρονται με τη χρήση του συντελεστή β . Σε όλες τις παραπάνω αναλύσεις το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε $p < 0,05$.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Περιγραφικά στοιχεία

Πίνακας 4.1: Περιγραφικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πληθυσμού για το συνολικό δείγμα και ανά φύλο

	Σύνολο N=299	Αγόρια N=141	Κορίτσια N=158	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Ηλικία	11,23 ± 0,61	11,20 ± 0,57	11,26 ± 0,64	0,418
Ανθρωπομετρικά δεδομένα				
Βάρος(kg)	46,31±11,66	46,13±11,32	46,47±11,98	0,807
Ύψος(cm)	149,97±7,59	149,47±7,45	150,42±7,71	0,283
ΔΜΣ(kg/m ²)	20,41±4,05	20,49±4,11	20,33±4,01	0,735
Διαιτητική πρόσληψη(kcal/ημέρα)				
Συνολική Ενέργεια(kcal/ημέρα)	1871,72±550,73	1982,47±547,62	1772,88±536,13	0,001
Διαιτητική πρόσληψη Βιταμίνης Α(μg/ημέρα)	681,99±530,11	712,23±471,54	655,01±577,56	0,352
Διαιτητική πρόσληψη Βιταμίνης Ε(mg/ημέρα)	7,85±4,04	8,61±4,48	7,18±3,48	0,002
Βιοχημικοί δείκτες				
Ρετινόλη(mg/l)	0,39±0,11	0,39±0,10	0,38±0,11	0,472
α-Τοκοφερόλη(mg/l)	5,98±2,11	6,06±2,09	5,89±2,13	0,494

†Τα p-values έχουν εξαχθεί από τον έλεγχο Student's T-test, εκτός αν υποδεικνύεται διαφορετικός έλεγχος.

Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε p<0,05.

ΤΑ: Τυπική απόκλιση.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει τα *κυριότερα περιγραφικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πληθυσμού για το συνολικό δείγμα και ανά φύλο*. Η μέση ηλικία των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη ήταν 11,23 ± 0,61kg, το μέσο ύψος 149,97±7,59cm και ο μέσος Δείκτης Μάζας Σώματος 20,41±4,05 kg/m². Όσον αφορά τους βιοχημικούς

δείκτες, η μέση τιμή για τη ρετινόλη βρέθηκε ίση με $0,39 \pm 0,11 \text{ mg/l}$ ενώ για την α-τοκοφερόλη $5,98 \pm 2,11 \text{ mg/l}$. Αναφορικά με τις διαφορές μεταξύ των δύο φύλων παρατηρήθηκε **στατιστικά σημαντική υψηλότερη διαιτητική πρόσληψη ενέργειας και βιταμίνης Ε στα αγόρια σε σύγκριση με τα κορίτσια**. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων.

Πίνακας 4.2: Επιπολασμός παιδιών σε διαφορετικές κατηγορίες σωματικού βάρους και σταδίων βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner στο συνολικό δείγμα και ανά φύλο

	Σύνολο N=299	Αγόρια N=141	Κορίτσια N=158	p-value†
	n(%)	n(%)	n(%)	
Κατηγορίες βάρους				0,321
<i>Ελλιποβαρή/Φυσιολογικού Σωματικού Βάρους</i>	184(61,5)	82(58,2)	102(64,6)	
<i>Υπέρβαρα</i>	77(25,8)	42(29,8)	35(22,2)	
<i>Παχύσαρκα</i>	38(12,7)	17(12,1)	21(13,3)	
Στάδια κατά Tanner				<0,001
<i>Στάδιο 1</i>	81(27,1)	65(46,1)	16(10,1)*	
<i>Στάδιο 2</i>	113(37,8)	42(44,0)	51(32,3)*	
<i>Στάδιο 3</i>	73(24,4)	14(9,9)	59(37,3)*	
<i>Στάδιο 4</i>	26(8,7)	0(0,0)	26(16,5)	
<i>Στάδιο 5</i>	6(2,0)	0(0,0)	6(3,8)	

†Τα p-values έχουν εξαχθεί από τον έλεγχο Pearson χ^2 . Για τις επιμέρους ανά ζεύγη συγκρίσεις χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος 2-sample z-test για ποσοστά. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται ο **επιπολασμός παιδιών σε διαφορετικές κατηγορίες σωματικού βάρους και σταδίων βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner στο συνολικό δείγμα και ανά φύλο**. Τα ποσοστά υπερβαρότητας και παχυσαρκίας που

παρατηρήθηκαν ήταν 25,8% και 12,7% αντίστοιχα ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Εντούτοις μεγάλο ποσοστό κοριτσιών σε σύγκριση με τα αγόρια βρέθηκαν να είναι σε υψηλότερα στάδια βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner.

Πίνακας 4.3: Ποσοστά παιδιών με επαρκή ή μη επαρκή πρόσληψη Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε από τη διατροφή και με επαρκή ή μη επαρκή επίπεδα Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε στο πλάσμα του αίματος στο σύνολο του δείγματος και ανά φύλο

	Σύνολο N=299	Αγόρια N=141	Κορίτσια N=158	p-value†
	n(%)	n(%)	n(%)	
Διαιτητική πρόσληψη Βιταμίνης Α				0,875
$\geq EAR$	215(71,9)	102(72,3)	113(71,5)	
$< EAR$	84(28,1)	39(27,7)	45(28,5)	
Διαιτητική πρόσληψη Βιταμίνης Ε				0,173
$\geq EAR$	68(22,7)	37(26,2)	31(19,6)	
$< EAR$	231(77,3)	104(73,8)	127(80,4)	
Επίπεδα ρετινόλης στο πλάσμα (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα ρετινόλης $< 0,20 \text{ mg/l}$)				0,323
Φυσιολογικά	275(92,0)	132(93,6)	143(90,5)	
Έλλειψη	24(8,0)	9(6,4)	15(9,5)	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης στο πλάσμα (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα τοκοφερόλης $< 5 \text{ mg/l}$)				0,654
Φυσιολογικά	204(68,2)	98(69,5)	106(67,1)	
Έλλειψη	95(31,8)	43(30,5)	52(32,9)	

†Τα p-values έχουν εξαχθεί από τον έλεγχο Pearson χ^2 . Για τις επιμέρους ανά ζεύγη συγκρίσεις χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος 2-sample z-test για ποσοστά. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Ο Πίνακας 4.3 παρουσιάζει τα ποσοστά παιδιών με επαρκή ή μη επαρκή πρόσληψη Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε από τη διατροφή και με επαρκή ή μη επαρκή επίπεδα Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε στο πλάσμα του αίματος στο σύνολο του δείγματος και ανά φύλο. Στο σύνολο, το ποσοστό της διαιτητικής πρόσληψης κάτω του EAR βρέθηκε ίσο με 28,1% για τη Βιταμίνη Α και 77,3% για την Ε. Όσον αφορά τα επίπεδα των υπό εξέταση βιταμινών στο πλάσμα, τα επίπεδα της ρετινόλης βρέθηκαν φυσιολογικά για το 92% του συνολικού δείγματος και σε έλλειψη για το 8%. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τη Βιταμίνη Ε ήταν 68,2% και 31,8%.

4.2 Διερεύνηση ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης των βιταμινών Α και Ε και των επιπέδων πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών

Πίνακας 4.4: Συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε με τα επίπεδα πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών στο σύνολο του δείγματος

Σύνολο δείγματος	Διαιτητική πρόσληψη		
	Βιταμίνη Α < EAR (n=84)	Βιταμίνη Α ≥ EAR (n= 215)	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Επίπεδα ρετινόλης πλάσματος(mg/l)	0,39 ± 0,10	0,38 ± 0,11	0,500
	n(%)	n(%)	
Επίπεδα ρετινόλης πλάσματος (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα ρετινόλης<0,20mg/l)			0,409
Φυσιολογικά επίπεδα	79(94,0)	196(91,2)	
Ανεπαρκή επίπεδα	5(6,0)	19(8,8)	

	Βιταμίνη E < EAR (n= 231)	Βιταμίνη E ≥ EAR (n= 68)	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος (mg/l)	5,95±2,11	6,06±2,13	0,707
	n(%)	n(%)	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα τοκοφερόλης < 5mg/l)			0,440
Φυσιολογικά επίπεδα	155(67,1)	49(72,1)	
Ανεπαρκή επίπεδα	76(32,9)	19(27,9)	

†Τα p-values που αφορούν τη σύγκριση μέσων τιμών προέκυψαν από τον έλεγχο Student's T-test ενώ εκείνα που αφορούν τη σύγκριση ποσοστών προέκυψαν από τον έλεγχο Pearson χ^2 . Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Στον Πίνακα 4.4 διαφαίνεται η *συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε με τα επίπεδα πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών στο σύνολο του δείγματος*. Για το συνολικό δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η *διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Α είναι κάτω του EAR, η μέση τιμή της ρετινόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $0,39 \pm 0,10$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 94% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 6%*. Για το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η *διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Α είναι μεγαλύτερη ή ίση του EAR, η μέση τιμή της ρετινόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $0,38 \pm 0,11$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 91,2% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 8,8%*. Αντίστοιχα, για τη *Βιταμίνη Ε, στο συνολικό δείγμα που η διαιτητική πρόσληψη βρέθηκε κάτω του EAR, η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $5,95 \pm 2,11$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 67,1% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 32,9%*. Όσον αφορά το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η *διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Ε είναι μεγαλύτερη ή ίση του EAR, η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $6,06 \pm 2,13$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 72,1% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 27,9%*. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά

σημαντικά ευρήματα μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των υπό εξέταση βιταμινών και των επιπέδων αυτών στο αίμα στο σύνολο του δείγματος.

Πίνακας 4.4.1: Συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε με τα επίπεδα πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών στα αγόρια του δείγματος

Αγόρια	Διαιτητική πρόσληψη		
	Βιταμίνη Α < EAR (n= 39)	Βιταμίνη Α ≥ EAR (n= 102)	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Επίπεδα ρετινόλης πλάσματος(mg/l)	0,40±0,08	0,39±0,11	0,719
	n(%)	n(%)	
Επίπεδα ρετινόλης πλάσματος (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα ρετινόλης<0,20mg/l)			0,251
<i>Φυσιολογικά επίπεδα</i>	38(97,4)	94(92,2)	
<i>Ανεπαρκή επίπεδα</i>	1(2,6)	8(7,8)	
	Βιταμίνη Ε < EAR (n= 104)	Βιταμίνη Ε ≥ EAR (n= 37)	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος(mg/l)	6,04±2,02	6,11±2,29	0,869
	n(%)	n(%)	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα τοκοφερόλης<5mg/l)			0,342
<i>Φυσιολογικά επίπεδα</i>	70(67,3)	28(75,7)	
<i>Ανεπαρκή επίπεδα</i>	34(32,7)	9(24,3)	

†Τα p-values που αφορούν τη σύγκριση μέσω των τιμών προέκυψαν από τον έλεγχο Student's T-test ενώ εκείνα που αφορούν τη σύγκριση ποσοστών προέκυψαν από τον έλεγχο Pearson χ^2 . Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p<0,05$.

Στον Πίνακα 4.4.1 διαφαίνεται η *συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε με τα επίπεδα πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών στο αγόρια του δείγματος*. Για το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η *διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Α είναι κάτω του EAR, η μέση τιμή της ρετινόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $0,40 \pm 0,08$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 97,4% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 2,6%*. Για το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η *διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Α είναι μεγαλύτερη ή ίση του EAR, η μέση τιμή της ρετινόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $0,39 \pm 0,11$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 92,2% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 7,8%*. Αντίστοιχα, για τη *Βιταμίνη Ε, στο δείγμα των αγοριών που η διαιτητική πρόσληψη βρέθηκε κάτω του EAR, η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $6,04 \pm 2,02$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 67,3% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 32,7%*. Όσον αφορά το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η *διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Ε είναι μεγαλύτερη ή ίση του EAR, η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $6,11 \pm 2,29$ mg/l, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 75,7% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 24,3%*. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά ευρήματα μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των υπό εξέταση βιταμινών και των επιπέδων αυτών στο αίμα στα αγόρια του δείγματος.

Πίνακας 4.4.2: Συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε με τα επίπεδα πλάσματος των δύο θρεπτικών συστατικών στα κορίτσια του δείγματος

Κορίτσια	Διαιτητική πρόσληψη		
	Βιταμίνη Α < EAR (n=45)	Βιταμίνη Α ≥ EAR (n= 113)	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Επίπεδα ρετινόλης πλάσματος(mg/l)	0,39 ± 0,11	0,38 ± 0,11	0,560
	n(%)	n(%)	
Επίπεδα ρετινόλης πλάσματος (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα ρετινόλης<0,20mg/l)			0,870
<i>Φυσιολογικά επίπεδα</i>	41 (91,1)	102(90,3)	
<i>Ανεπαρκή επίπεδα</i>	4(8,9)	11(9,7)	
	Βιταμίνη Ε < EAR (n= 127)	Βιταμίνη Ε ≥ EAR (n= 31)	p-value†
	Μέσος όρος ± ΤΑ	Μέσος όρος ± ΤΑ	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος(mg/l)	5,87±2,18	6,00±1,95	0,770
	n(%)	n(%)	
Επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος (ανεπαρκή θεωρήθηκαν επίπεδα τοκοφερόλης<5mg/l)			0,931
<i>Φυσιολογικά επίπεδα</i>	85(66,9)	21(67,7)	
<i>Ανεπαρκή επίπεδα</i>	42(33,1)	10(32,3)	

†Τα p-values που αφορούν τη σύγκριση μέσων τιμών προέκυψαν από τον έλεγχο Student's T-test ενώ εκείνα που αφορούν τη σύγκριση ποσοστών προέκυψαν από τον έλεγχο Pearson χ^2 . Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p<0,05$.

Στον Πίνακα 4.4.2 διαφαίνεται η *συσχέτιση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α και Βιταμίνης Ε με τα επίπεδα πλάσματος των δύο θρεπτικών*

συστατικών στο κορίτσια του δείγματος. Για το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Α είναι κάτω του EAR, η μέση τιμή της ρετινόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $0,39 \pm 0,11 \text{ mg/l}$, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 91,1% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 8,9%. Για το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Α είναι μεγαλύτερη ή ίση του EAR, η μέση τιμή της ρετινόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $0,38 \pm 0,11 \text{ mg/l}$, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα 90,3% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 9,7%. Αντίστοιχα, για τη Βιταμίνη Ε, στο δείγμα των κοριτσιών που η διαιτητική πρόσληψη βρέθηκε κάτω του EAR, η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $5,87 \pm 2,18 \text{ mg/l}$, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα 66,9% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 33,1%. Όσον αφορά το δείγμα στο οποίο βρέθηκε ότι η διαιτητική πρόσληψη της Βιταμίνης Ε είναι μεγαλύτερη ή ίση του EAR, η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης πλάσματος βρέθηκε ίση με $6,00 \pm 1,95 \text{ mg/l}$, το ποσοστό αυτών που είχαν φυσιολογικά επίπεδα στο πλάσμα ίσο με 67,7% και το ποσοστό αυτών που εμφάνισαν ανεπάρκεια 32,3%. Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά ευρήματα μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των υπό εξέταση βιταμινών και των επιπέδων αυτών στο αίμα στα κορίτσια του δείγματος.

Πίνακας 4.5: Επί τοις εκατό συνεισφορά επιλεγμένων ομάδων τροφίμων στη συνολική διαιτητική πρόσληψη των Βιταμινών Α και Ε σε παιδιά ηλικίας 9-13 ετών

Ομάδες Τροφίμων	Βιταμίνη Α(%)	Βιταμίνη Ε(%)
Γαλακτοκομικά	28,01	6,94
Κρέας	12,06	8,18
Φρούτα	6,85	5,74
Λαχανικά	27,08	7,14
Λίπος, ελαιόλαδο, ξηροί καρποί	8,94	49,07
Δημητριακά	9,90	12,12

Τα ποσοστά με έντονο χρώμα αντιστοιχούν σε ομάδες τροφίμων που συνεισφέρουν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 5% στη διαιτητική πρόσληψη της εκάστοτε βιταμίνης. Τα τρόφιμα κατηγοριοποιήθηκαν σε έξι ομάδες τροφίμων βάσει της αντίστοιχης κατηγοριοποίησης από το USDA(ChooseMyPlate.gov.)

Ο Πίνακας 4.5 παρουσιάζει την *επί τοις εκατό συνεισφορά επιλεγμένων ομάδων τροφίμων στη συνολική διαιτητική πρόσληψη των Βιταμινών Α και Ε σε παιδιά ηλικίας 9-13 ετών*. Διαφαίνεται ότι *όλες οι ομάδες τροφίμων συνεισφέρουν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 5% στη διαιτητική πρόσληψη της εκάστοτε βιταμίνης*. Συγκεκριμένα, η *βιταμίνη Α διαιτητικά προέρχεται από γαλακτοκομικά σε ποσοστό 28,01%, από λαχανικά σε ποσοστό 27,08%, από κρέας 12,06%, από δημητριακά 9,90%, από λίπος/ελαιόλαδο/ξηρούς καρπούς σε ποσοστό 8,94% και τέλος από φρούτα 6,85%*. Από την άλλη, η *βιταμίνη Ε σε υψηλότερο ποσοστό προέρχεται από λίπος / ελαιόλαδο / ξηρούς καρπούς (49,07%) και σε μικρότερο ποσοστό από δημητριακά (12,12%), κρέας (8,18%), λαχανικά (7,14%), φρούτα (5,74%) και τέλος από γαλακτοκομικά (6,94%)*.

Πίνακας 4.6: Σχέση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α από διάφορες ομάδες τροφίμων με τα επίπεδα ρετινόλης πλάσματος

	Σύνολο(N=297)		Αγόρια(N=139)		Κορίτσια(N=158)	
	r	p-value†	r	p-value	r	p-value†
Διαιτητική πρόσληψη Βιταμίνης Α από:						
Γαλακτοκομικά	0,079	0,181	0,129	0,136	0,034	0,678
Φρούτα	0,006	0,920	0,015	0,866	0,005	0,953
Λαχανικά	-0,050	0,397	-0,018	0,838	-0,071	0,392
Δημητριακά	0,022	0,707	0,036	0,677	0,006	0,944
Λιπαρά	-0,049	0,401	-0,163	0,059	0,061	0,468
Κρέας	0,034	0,568	0,044	0,607	-0,052	0,533

†Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Πίνακας 4.7: Σχέση μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Ε από διάφορες ομάδες τροφίμων με τα επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος

	Σύνολο(N=297)		Αγόρια(N=139)		Κορίτσια(N=158)	
	r	p-value†	r	p-value	r	p-value†
Διαιτητική πρόσληψη Βιταμίνης Ε από:						
Γαλακτοκομικά	-0,008	0,896	-0,034	0,696	0,022	0,788
Φρούτα	-0,040	0,499	0,011	0,903	-0,078	0,354
Λαχανικά	0,017	0,778	0,068	0,461	-0,022	0,790
Δημητριακά	0,049	0,407	0,095	0,282	0,005	0,950
Λιπαρά	0,018	0,767	-0,027	0,758	0,056	0,500
Κρέας	0,012	0,840	0,018	0,843	0,010	0,901

†Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Οι πίνακες 4.6 και 4.7 παρουσιάζουν τις *συσχετίσεις μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Α από διάφορες ομάδες τροφίμων με τα επίπεδα ρετινόλης πλάσματος (πίνακας 4.6) και τις συσχετίσεις μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης Βιταμίνης Ε από διάφορες ομάδες τροφίμων με τα επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος (πίνακας 4.7) τόσο στο σύνολο του δείγματος όσο και σε αγόρια και κορίτσια*. Μέσω των πινάκων διαφαίνεται ότι *δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης και επιπέδων στο αίμα τόσο για τη βιταμίνη Α όσο και για τη βιταμίνη Ε*.

Αναλυτικότερα, για τον πίνακα 4.6 διαφαίνεται ότι *η διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης Α από γαλακτοκομικά, φρούτα και δημητριακά συσχετίζεται θετικά ενώ η πρόσληψη της βιταμίνης από λαχανικά συσχετίζεται αρνητικά με τα επίπεδα ρετινόλης τόσο για το σύνολο του δείγματος όσο και για τα αγόρια και τα κορίτσια*.

Ωστόσο, αναφορικά με τα λιπαρά, βρέθηκαν να *συσχετίζονται αρνητικά με τη ρετινόλη στο σύνολο του δείγματος και τα αγόρια και θετικά για τα κορίτσια*. Επιπλέον, για το κρέας προέκυψε *θετική συσχέτιση για το σύνολο του δείγματος και τα αγόρια και αρνητική συσχέτιση για τα κορίτσια*.

Για τον πίνακα 4.7 διαφαίνεται ότι *η διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης E από δημητριακά και κρέας συσχετίζεται θετικά με τα επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος τόσο για το σύνολο του δείγματος όσο και για τα αγόρια και τα κορίτσια*. Όσον αφορά τα γαλακτοκομικά, προέκυψε *αρνητική συσχέτιση αυτών με τα επίπεδα α-τοκοφερόλης πλάσματος για το σύνολο του δείγματος και τα αγόρια και θετική για τα κορίτσια*. Στα φρούτα βρέθηκε *αρνητική συσχέτιση διαιτητικής πρόσληψης βιταμίνης E και α-τοκοφερόλης στο σύνολο και τα κορίτσια του δείγματος και αρνητική στα αγόρια του δείγματος*. Στα λαχανικά από την άλλη, προέκυψε *θετική συσχέτιση για το σύνολο και τα αγόρια του δείγματος και αρνητική για τα κορίτσια ενώ στα λιπαρά βρέθηκε θετική συσχέτιση για το σύνολο και τα κορίτσια και αρνητική για τα αγόρια*.

4.3 Διερεύνηση ύπαρξης συσχέτισης ρετινόλης και α-τοκοφερόλης με βιοχημικούς δείκτες

Πίνακας 4.8: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ επιπέδων ρετινόλης και α-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος με τα επίπεδα βιοχημικών δεικτών στο σύνολο του δείγματος

	Σύνολο δείγματος			
	Ρετινόλη (mg/l)		Τοκοφερόλη (mg/l)	
	β	p-value†	β	p-value†
Ολική χοληστερόλη(mg/dl)	-0,063	0,282	0,205	<0,001
Τριγλυκερίδια(mg/dl)	-0,046	0,427	0,092	0,117
HDL Χοληστερόλη(mg/dl)	-0,037	0,524	0,102	0,082
LDL Χοληστερόλη(mg/dl)	-0,049	0,401	0,184	0,002
Γλυκόζη πλάσματος νηστείας(mg/dl)	0,015	0,796	0,072	0,221
Ινσουλίνη ορού(microunits/ml)	-0,068	0,246	-0,116	0,046
HOMA_IR	-0,064	0,272	-0,093	0,112
Σίδηρος(μg/dl)	0,087	0,136	-0,093	0,111
Ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα	0,132	0,024	0,101	0,085
Κορεσμός τρανσφερίνης(%)	0,048	0,413	-0,124	0,033
Φερριτίνη ορού(ng/ml)	0,001	0,991	-0,049	0,399

CRP	-0,135	0,021	0,120	0,040
Ιντερλευκίνη 6(pg/ml)	-0,061	0,297	0,046	0,435
Λεπτίνη(ng/ml)	0,007	0,905	0,050	0,391
Αδιπονεκτίνη	-0,064	0,276	0,093	0,112

Πραγματοποιήθηκε διόρθωση για τον Δείκτη Μάζας Σώματος, την Ενεργειακή Πρόσληψη και τη Διαιτητική Πρόσληψη Κορεσμένου Λίπους.

†Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$ και με έντονο χρώμα υποδεικνύονται τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Ο πίνακας 4.8 παρουσιάζει τους *συντελεστές συσχέτισης μεταξύ επιπέδων ρετινόλης και α-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος με τα επίπεδα βιοχημικών δεικτών και ΔΜΣ στο σύνολο του δείγματος* μετά από διόρθωση για τον Δείκτη Μάζας Σώματος, την Ενεργειακή Πρόσληψη και τη Διαιτητική Πρόσληψη Κορεσμένου Λίπους. Στον εν λόγω πίνακα διαφαίνονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα *επίπεδα ρετινόλης στο αίμα συσχετίζονται θετικά με την ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα και αρνητικά με τη CRP*. Επιπλέον, η *α-τοκοφερόλη συσχετίζεται θετικά με την ολική χοληστερόλη, την LDL χοληστερόλη και τη CRP και αρνητικά με την ινσουλίνη ορού και τον κορεσμό τρανσφερίνης*. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις.

Πίνακας 4.8.1: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ επιπέδων ρετινόλης και α-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος με τα επίπεδα βιοχημικών δεικτών στα αγόρια του δείγματος

	Αγόρια			
	Ρετινόλη (mg/l)		Τοκοφερόλη (mg/l)	
	β	p-value†	β	p-value†
Ολική χοληστερόλη(mg/dl)	-0,002	0,981	0,236	0,006
Τριγλυκερίδια(mg/dl)	-0,009	0,920	0,109	0,203
HDL Χοληστερόλη(mg/dl)	0,045	0,605	0,185	0,030
LDL Χοληστερόλη(mg/dl)	-0,026	0,763	0,177	0,039
Γλυκόζη πλάσματος νηστείας(mg/dl)	0,085	0,326	0,108	0,207
Ινσουλίνη ορού(microunits/ml)	-0,018	0,834	-0,027	0,753
HOMA_IR	-0,015	0,859	-0,006	0,947
Σίδηρος(μg/dl)	0,103	0,230	-0,113	0,188
Ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα	0,230	0,007	0,078	0,364
Κορεσμός τρανσφερίνης(%)	0,023	0,787	-0,137	0,109
Φερριτίνη ορού(ng/ml)	-0,023	0,789	-0,082	0,341
CRP	-0,189	0,027	0,057	0,505

Ιντερλευκίνη 6(pg/ml)	0,023	0,786	0,064	0,455
Λεπτίνη(ng/ml)	0,003	0,971	0,011	0,900
Αδιπονεκτίνη	-0,126	0,141	0,062	0,469

Πραγματοποιήθηκε διόρθωση για τον Δείκτη Μάζας Σώματος, την Ενεργειακή Πρόσληψη και τη Διαιτητική Πρόσληψη Κορεσμένου Λίπους.

†Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$ και με έντονο χρώμα υποδεικνύονται τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Ο πίνακας 4.8.1 παρουσιάζει τους *συντελεστές συσχέτισης μεταξύ επιπέδων ρετινόλης και α-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος με τα επίπεδα βιοχημικών δεικτών στα αγόρια του δείγματος* μετά από διόρθωση για τον Δείκτη Μάζας Σώματος, την Ενεργειακή Πρόσληψη και τη Διαιτητική Πρόσληψη Κορεσμένου Λίπους. Στον εν λόγω πίνακα διαφαίνονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα *επίπεδα ρετινόλης στο αίμα συσχετίζονται θετικά με την ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα και αρνητικά με τη CRP*. Επιπλέον, η *α-τοκοφερόλη συσχετίζεται θετικά με την ολική, την HDL και την LDL χοληστερόλη*. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις.

Πίνακας 4.8.2: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ επιπέδων ρετινόλης και α-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος με τα επίπεδα βιοχημικών δεικτών στα κορίτσια του δείγματος

	Κορίτσια			
	Ρετινόλη (mg/l)		Τοκοφερόλη (mg/l)	
	β	p-value†	β	p-value†
Ολική χοληστερόλη(mg/dl)	-0,143	0,079	0,165	0,042
Τριγλυκερίδια(mg/dl)	-0,046	0,573	0,100	0,220
HDL Χοληστερόλη(mg/dl)	-0,108	0,184	0,021	0,800
LDL Χοληστερόλη(mg/dl)	-0,107	0,188	0,179	0,028
Γλυκόζη πλάσματος νηστείας(mg/dl)	-0,044	0,589	0,039	0,636
Ινσουλίνη ορού(microunits/ml)	-0,113	0,165	-0,255	0,002
HOMA_IR	-0,121	0,138	-0,253	0,002
Σίδηρος(μg/dl)	0,057	0,483	-0,099	0,224
Ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα	0,035	0,667	0,113	0,165
Κορεσμός τρανσφερίνης(%)	0,058	0,479	-0,134	0,100
Φερριτίνη ορού(ng/ml)	0,037	0,654	-0,028	0,734
CRP	-0,094	0,251	0,248	0,002
Ιντερλευκίνη 6(pg/ml)	-0,160	0,049	0,012	0,885

Λεπτίνη(ng/ml)	0,039	0,632	0,120	0,141
Αδιπονεκτίνη	-0,013	0,870	0,115	0,158

Πραγματοποιήθηκε διόρθωση για τον Δείκτη Μάζας Σώματος, την Ενεργειακή Πρόσληψη και τη Διαιτητική Πρόσληψη Κορεσμένου Λίπους.

†Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$ και με έντονο χρώμα υποδεικνύονται τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Ο πίνακας 4.8.2 παρουσιάζει τους *συντελεστές συσχέτισης μεταξύ επιπέδων ρετινόλης και α-τοκοφερόλης στο πλάσμα του αίματος με τα επίπεδα βιοχημικών δεικτών στα κορίτσια του δείγματος* μετά από διόρθωση για τον Δείκτη Μάζας Σώματος, την Ενεργειακή Πρόσληψη και τη Διαιτητική Πρόσληψη Κορεσμένου Λίπους. Στον εν λόγω πίνακα διαφαίνονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα *επίπεδα ρετινόλης στο αίμα συσχετίζονται αρνητικά με την Ιντερλευκίνη 6*. Επιπλέον, η *α-τοκοφερόλη συσχετίζεται θετικά με την ολική χοληστερόλη, την LDL χοληστερόλη και τη CRP και αρνητικά με την ινσουλίνη ορού και την HOMA_IR*. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 299 παιδιά ηλικίας 9-13 ετών, τα οποία επιλέχθηκαν τυχαία από το συνολικό δείγμα των 2.660 παιδιών της μελέτης Healthy Growth, λαμβάνοντας υπόψη τη διακύμανση της εποχής, του φύλου και των περιοχών. Σκοπός της πτυχιακής ήταν η εκτίμηση των επιπέδων των ανεπαρκειών των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε σε παιδιά σε παιδιά/προεφήβους (9-13 ετών) καθώς και οι κοινωνικοδημογραφικοί παράγοντες και οι συμπεριφορές που σχετίζονται με αυτές τις ανεπάρκειες, λαμβάνοντας υπόψη ανθρωπομετρικούς και άλλους κλινικούς δείκτες. Αξίζει να σημειωθεί εδώ η πρωτοτυπία της εν λόγω πτυχιακής δεδομένου ότι θέτει υπό εξέταση τόσο τη διαιτητική πρόσληψη όσο και τα επίπεδα στο αίμα των βιταμινών Α και Ε καθώς και την πιθανή συσχέτιση αυτών. Επιπλέον, το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο είναι ελάχιστα μελετημένο σε ευρωπαϊκό επίπεδο εν γένει αλλά και σε ελληνικό, παιδικό πληθυσμό πιο ειδικά γεγονός που καθιστά ενδιαφέροντα τα ευρήματα που προέκυψαν αλλά και που δείχνει την ανάγκη για πραγματοποίηση περαιτέρω ερευνών γύρω από το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο στο μέλλον.

Μέσω της πραγματοποίησης της μελέτης ,λοιπόν, προέκυψαν ευρήματα σχετικά με τις μέσες τιμές και τα ποσοστά επάρκειας και ανεπάρκειας τόσο της διαιτητικής πρόσληψης όσο και των επιπέδων στο αίμα των βιταμινών Α και Ε. Ξεκινώντας από το κομμάτι της διαιτητικής πρόσληψης, ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον εύρημα που προέκυψε ήταν η **στατιστικά σημαντική υψηλότερη διαιτητική πρόσληψη τόσο της συνολικής ενέργειας όσο και της βιταμίνης Ε για τα αγόρια του δείγματος** συγκριτικά με τα κορίτσια. Το συγκεκριμένο εύρημα είναι σύμφωνο με ποικίλες μελέτες τόσο σε ελληνικό επίπεδο[20] όσο και σε ευρωπαϊκό(μελέτη στην Ισπανία[28], την Πορτογαλία[27] και την Ιταλία[88]). Επιπλέον, σε κυπριακή μελέτη παρατηρήθηκε όπως και στην εν λόγω πτυχιακή στατιστικά σημαντική υψηλότερη πρόσληψη ενέργειας στα αγόρια συγκριτικά με τα κορίτσια [22]. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη μελέτη μας διαπιστώθηκε ένα **υψηλό ποσοστό ανεπαρκούς διαιτητικής πρόσληψης για τη βιταμίνη Ε-μεγαλύτερο για τα κορίτσια** ($7,85 \pm 4,04 \text{mg/ημέρα}$ -77,3% για το σύνολο, $8,61 \pm 4,48 \text{mg/ημέρα}$ -73,8% για τα αγόρια, $7,18 \pm 3,48 \text{mg/ημέρα}$ -80,4% για τα κορίτσια), εύρημα που επιβεβαιώνεται από ελληνική μελέτη με συμμετέχοντες ίδιου ηλικιακού εύρους και χρήση της ίδιας μεθόδου αξιολόγησης με τη δική μας

μελέτη {Μανιός και συν. (2014)- όπου τα επίπεδα της ανεπάρκειας βρέθηκαν μεταξύ 69,3%-76,7%[20]}. Όσον αφορά μελέτες που διεξήχθησαν σε χώρες της Ευρώπης, παρατηρείται μία ελαφρά διαφορετική εικόνα σε μελέτη διεξαγόμενη στην Ισπανία[28] όπου το ποσοστό ανεπάρκειας είναι στο σύνολο 57,7%, στα αγόρια 55,8% και στα κορίτσια 60,1%. Προκύπτει δηλαδή ένα χαμηλότερο ποσοστό ανεπαρκούς διαιτητικής πρόσληψης για τη βιταμίνη Ε συγκριτικά με αυτά που παρατηρήθηκαν σε ελληνικό επίπεδο. Η διαφορά αυτή πιθανόν να οφείλεται στο δείγμα της ισπανικής μελέτης τόσο σε ηλικιακό εύρος όσο και σε αριθμό συμμετεχόντων(παιδιά και νέοι ηλικίας 2-24 ετών-718 άτομα σε αντιπαραβολή με την παρούσα μελέτη:παιδιά ηλικίας 9-13 ετών-299 άτομα). Παρόμοια εικόνα με την ισπανική μελέτη για τη βιταμίνη Ε προκύπτει και σε πορτογαλική μελέτη[27] όπου τα ποσοστά ανεπαρκούς διαιτητικής πρόσληψης κυμαίνονται από 59,5% έως 63,9%. Και σε αυτή τη μελέτη διέφερε τόσο το ηλικιακό εύρος των συμμετεχόντων(παιδιά 7-9 ετών) όσο και ο αριθμός τους (4.845 παιδιά) συγκριτικά με την παρούσα μελέτη. Επιπλέον, στα πλαίσια ευρωπαϊκής μελέτης[24] όπου συμμετείχαν η Γαλλία, το Βέλγιο, η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ισπανία, η Δανία και η Πολωνία, τα επίπεδα ανεπαρκούς διαιτητικής πρόσληψης της βιταμίνης Ε είναι αρκετά χαμηλότερα συγκριτικά με τα δικά μας ευρήματα με το ποσοστό ανεπάρκειας να κυμαίνεται από κάτω από 2% για τη Γερμανία για αγόρια 11-14 ετών, έως 41% στο Βέλγιο για την ίδια ηλικιακή και πληθυσμιακή ομάδα. Η διαφορά αυτή πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στον διαφορετικό τρόπο αξιολόγησης της διαιτητικής πρόσληψης(δεδομένου ότι στα πλαίσια της δικής μας μελέτης χρησιμοποιήθηκε η ανάκληση εικοσιτετραώρου, ενώ στην ευρωπαϊκή μελέτη ποικίλες μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν συμπεριλαμβανομένων των τριήμερων αλλά και των επταήμερων ημερολογίων καταγραφής τροφίμων).

Αναφορικά με τη **βιταμίνη Α**, δείχθηκε ότι σε επίπεδο διαιτητικής πρόσληψης το 28,1% του συνολικού δείγματος ήταν κάτω του EAR (διαιτητική πρόσληψη: $681,99 \pm 530,11 \mu\text{g}/\text{ημέρα}$) με τα κορίτσια να παρουσιάζουν ένα ελαφρά αυξημένο ποσοστό ανεπάρκειας ($28,5\%-655,01 \pm 577,56 \mu\text{g}/\text{ημέρα}$) συγκριτικά με τα αγόρια ($27,7\%-712,23 \pm 471,54 \mu\text{g}/\text{ημέρα}$). Τα συγκεκριμένα ποσοστά συμφωνούν κατά πολύ με αυτά μιας ελληνικής μελέτης (Μανιός και συν.(2014)[20]) στην οποία το ηλικιακό εύρος και η μέθοδος αξιολόγησης της διαιτητικής πρόσληψης ήταν τα ίδια με της παρούσας. Συγκρίνοντας τα ευρήματα της δικής μας μελέτης με μία

μελέτη πραγματοποιούμενη σε ευρωπαϊκό επίπεδο[24] (Γαλλία, Βέλγιο, Πολωνία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Δανία) διαπιστώνονται αντικρουόμενα αποτελέσματα αναφορικά με τη Γαλλία και τη Γερμανία όπου εκεί η ανεπαρκής διαιτητική πρόσληψη της βιταμίνης Α είναι ιδιαίτερα χαμηλή ($1-2\% < EAR$) γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί από τη χρήση τριήμερων και επταήμερων ημερολογίων καταγραφής της διαιτητικής πρόσληψης σε σχέση με την ανάκληση εικοσιτετραώρου που ήταν η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη μας. Παραπλήσια εικόνα με την ευρωπαϊκή μελέτη παρατηρήθηκε και σε μελέτη της Πορτογαλίας [27] όπου η ανεπαρκής πρόσληψη της βιταμίνης Α ήταν χαμηλή τόσο για τα κορίτσια ($3,9\% < EAR$) όσο και για τα αγόρια ($5\% < EAR$) γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στο διαφορετικό ηλικιακό εύρος που χρησιμοποιήθηκε (7-9 ετών) αλλά και στον αριθμό των παιδιών (4.845) συγκριτικά με την παρούσα μελέτη. Σε μελέτη που διεξήχθη στην Κύπρο [22] σε ηλικιακό φάσμα 9-14 ετών τα ποσοστά ανεπάρκειας για τη βιταμίνη Α είναι 15,2% για τα αγόρια και 12,4% για τα κορίτσια, δηλαδή ποσοστό χαμηλότερο από αυτό της παρούσας μελέτης. Η διαφορά αυτή πιθανόν να μπορεί να ερμηνευθεί από το ευρύτερο ηλικιακό και πληθυσμιακό φάσμα που χρησιμοποιήθηκε στην κυπριακή μελέτη (525 παιδιά, 9-14 ετών) καθώς και από τον διαφορετικό τρόπο αξιολόγησης της διαιτητικής πρόσληψης σε αυτή(τριήμερο ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων).

Επιπρόσθετα, τόσο από την παρούσα μελέτη όσο και από άλλες ασχολούμενες με το πεδίο της διαιτητικής πρόσληψης των υπό εξέταση βιταμινών σε παιδιά σε ευρωπαϊκό επίπεδο [62, 89] προκύπτει ότι η πρόσληψή τους είναι χαμηλότερη στα κορίτσια συγκριτικά με τα αγόρια γεγονός αναμενόμενο δεδομένου ότι η συνολική ενέργεια που προσλαμβάνουν τα αγόρια είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη των κοριτσιών.

Κλείνοντας το κομμάτι της διαιτητικής πρόσληψης, αξίζει να σημειωθεί ότι στις εκάστοτε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την αξιολόγηση αυτής, χρησιμοποιήθηκαν πίνακες σύνθεσης τροφίμων. Για την αποκωδικοποίηση των διατροφικών δεδομένων σε εκτίμηση της πρόσληψης σε θρεπτικά συστατικά κάθε χώρα χρησιμοποίησε δικούς της πίνακες που διαφέρουν μεταξύ τους και άρα καθιστούν δύσκολη την αξιολόγηση της διαιτητικής πρόσληψης μεταξύ χωρών και εξηγούν σε ένα μεγάλο βαθμό τις διαφορές που εντοπίζονται σε διακρατικό επίπεδο[62].

Στη συνέχεια, θα εξεταστεί το κομμάτι των επιπέδων των βιοχημικών δεικτών των βιταμινών στο αίμα και κατά πόσο τα ευρήματα της εν λόγω πτυχιακής μπορούν να συγκριθούν, να συμφωνήσουν ή να έρθουν σε αντιδιαστολή με άλλες έρευνες σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ξεκινώντας με τη ρετινόλη, στα πλαίσια της εν λόγω μελέτης, η συγκέντρωσή της στο πλάσμα προέκυψε $0,39 \pm 0,11 \text{mg/l}$ για το σύνολο του δείγματος (που αντιστοιχεί σε ποσοστό ανεπάρκειας 8%), $0,39 \pm 0,10 \text{mg/l}$ για τα αγόρια (ποσοστό ανεπάρκειας 6,4%) και $0,38 \pm 0,11 \text{mg/l}$ για τα κορίτσια του δείγματος (ποσοστό ανεπάρκειας 9,5%) χωρίς οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των δύο φύλων (μεγαλύτερη έλλειψη ρετινόλης κοριτσιών συγκριτικά με τα αγόρια) να είναι στατιστικά σημαντικές. Ευρωπαϊκές μελέτες αναφέρουν ότι το ποσοστό ανεπάρκειας ρετινόλης σε παιδιά/εφήβους κυμαίνεται στο 3% χωρίς επίσης να παρατηρούν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων[7]. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, λοιπόν, παρατηρείται ότι η ανεπάρκεια της ρετινόλης είναι σε πιο χαμηλά επίπεδα συγκριτικά με την εικόνα που παρατηρείται στην Ελλάδα. Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στη διαφορά του πληθυσμού που χρησιμοποιήθηκε στις επιμέρους ευρωπαϊκές μελέτες τόσο σε μέγεθος όσο και σε ηλικία, γεγονός που επηρεάζει τα επίπεδα της ρετινόλης στο αίμα. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι πραγματοποιήθηκε σύγκριση μελετών που παρουσιάζουν τα επίπεδα της βιταμίνης Α στο αίμα με τα ευρήματα της δικής μας μελέτης (όπου η σύγκριση αυτή ήταν εφικτή/χρήση στατιστικού προγράμματος STATA 8 για έλεγχο δυνατότητας σύγκρισης μεταξύ μελετών τόσο για ρετινόλη όσο και για α-τοκοφερόλη). Σε μελέτη στη Γιουγκοσλαβία[17], λοιπόν, σε 201 παιδιά ηλικίας 12-15 ετών η ρετινόλη βρέθηκε ίση με $0,35 \pm 0,088 \text{mg/l}$, δηλαδή σε μεγάλη συμφωνία με τα δικά μας ευρήματα. Επιπλέον, σε γαλλική μελέτη[11] στην οποία έλαβαν μέρος αγόρια και κορίτσια 10-13 ετών προέκυψαν ευρήματα πανομοιότυπα με τα δικά μας (συγκέντρωση ρετινόλης: $0,38 \pm 0,094 \text{mg/l}$ για τα αγόρια και $0,39 \pm 0,098 \text{mg/l}$ για τα κορίτσια) καθώς και σε αγγλική μελέτη (παιδιά ηλικίας 11-14 ετών, $0,36 \pm 0,077 \text{mg/l}$ για τα αγόρια και $0,39 \pm 0,081 \text{mg/l}$ για τα κορίτσια). Από την άλλη, σε μελέτη που έλαβε χώρα στη Σλοβακία[12], τα επίπεδα της ρετινόλης βρέθηκαν σε σύγκριση με τα δικά μας ελαφρά αυξημένα ($0,44 \pm 0,02 \text{mg/l}$), γεγονός που πιθανόν να δικαιολογείται από το διαφορετικό ηλικιακό εύρος της μελέτης σε σχέση με αυτό της δικής μας (συμμετείχαν παιδιά ηλικίας 11-14 ετών). Παρόμοια εικόνα ρετινόλης στο αίμα παρατηρήθηκε και σε Αυστριακή μελέτη[16] όπου συμμετείχαν 797 παιδιά 11-12 ετών και στην οποία τα επίπεδα της ρετινόλης στο αίμα προέκυψαν $0,46 \pm 0,086 \text{mg/l}$ για τα αγόρια και $0,47 \pm 0,077 \text{mg/l}$ για τα κορίτσια. Από την άλλη, σε

βρετανική μελέτη που προσδιόρισε τα επίπεδα ρετινόλης σε παιδιά ηλικίας 4-18 ετών, το ποσοστό ανεπάρκειας για τη ρετινόλη (χρησιμοποιώντας τα ίδια κατώφλια της δικής μας μελέτης) προέκυψε 0% τόσο για κορίτσια όσο και αγόρια 7-14 ετών γεγονός που πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στο ευρύτερο ηλικιακό και πληθυσμιακό φάσμα αυτής (856 παιδιά, 7-14 ετών) [90]. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ευρήματα της ευρωπαϊκής μελέτης HELENA [19] η οποία συν τοις άλλοις αξιολόγησε τα επίπεδα της ρετινόλης πλάσματος σε εφήβους ηλικίας 12,5-17,5 ετών. Η μέση τιμή της ρετινόλης προέκυψε στο σύνολο ίση με $0,356 \pm 0,109 \text{ mg/L}$, στα αγόρια $0,363 \pm 0,104 \text{ mg/L}$ και στα κορίτσια $0,351 \pm 0,111 \text{ mg/L}$, δηλαδή σε μεγάλο βαθμό κοντά στις συγκεντρώσεις που βρέθηκαν στα πλαίσια της δικής μας μελέτης. Δεδομένου όμως ότι η ηλικία έχειδειχθεί ότι επιδρά στα επίπεδα της ρετινόλης [7, 91], λόγω του διαφορετικού ηλικιακού εύρους της HELENA δεν μπορούμε να προβούμε σε σύγκριση αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά την α-τοκοφερόλη, στην παρούσα μελέτη, η συγκέντρωσή της στον ορό προέκυψε $5,98 \pm 2,11 \text{ mg/l}$ για το σύνολο του δείγματος (που αντιστοιχεί σε ποσοστό ανεπάρκειας 31,8%), $6,06 \pm 2,09 \text{ mg/l}$ για τα αγόρια (ποσοστό ανεπάρκειας 30,5%) και $5,89 \pm 2,13 \text{ mg/l}$ για τα κορίτσια του δείγματος (ποσοστό ανεπάρκειας 32,9%) χωρίς οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των δύο φύλων (μεγαλύτερη έλλειψη α-τοκοφερόλης κοριτσιών συγκριτικά με τα αγόρια) να είναι στατιστικά σημαντικές. Ευρωπαϊκές μελέτες αναφέρουν ότι το ποσοστό ανεπάρκειας α-τοκοφερόλης σε παιδιά/εφήβους κυμαίνεται από 14 έως 19% χωρίς να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων [7]. Αναλυτικότερα, σε μελέτη που έλαβε χώρα στη Σλοβακία [12] η συγκέντρωση της α-τοκοφερόλης στο γενικό πληθυσμό βρέθηκε ίση με $9,86 \pm 0,26 \text{ mg/l}$ και σε γαλλική μελέτη [14] σε παιδιά ηλικίας 9-11 ετών η συγκέντρωση του υπό εξέταση βιοχημικού δείκτη βρέθηκε ίση με $10 \pm 2 \text{ mg/l}$, και για παιδιά 12-13 ετών $9,7 \pm 2,5 \text{ mg/l}$. Κατ'αντιστοιχία με τις παραπάνω τιμές, αυστριακή [16] και αγγλική [18] μελέτη παρουσιάζουν μέσες τιμές α-τοκοφερόλης υψηλότερες από τις ευρεθείσες στην εν λόγω πτυχιακή (αυστριακή μελέτη: $11,7 \pm 2,3 \text{ mg/l}$ για αγόρια και $10,7 \pm 2,2 \text{ mg/l}$ για κορίτσια 11-12 ετών, αγγλική μελέτη: $8,47 \pm 1,73 \text{ mg/l}$ για αγόρια και $8,81 \pm 1,50 \text{ mg/l}$ για κορίτσια 11-14 ετών). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε μελέτη πραγματοποιούμενη στην Ελλάδα [10] σε παιδιά ηλικίας 13-14 ετών η μέση τιμή της α-τοκοφερόλης στο αίμα βρέθηκε ίση με $7,90 \text{ mg/l}$ δηλαδή τιμή που βρίσκεται εντός του εύρους που προέκυψε από τα δικά μας

αποτελέσματα. Τέλος, από τη μελέτη HELENA προέκυψε για ακόμα μία φορά αυξημένη συγκέντρωση α-τοκοφερόλης συγκριτικά με τα δικά μας ευρήματα ($9,9 \pm 2,1 \text{ mg/l}$ για το σύνολο, $9,5 \pm 2,0 \text{ mg/l}$ για τα αγόρια και $10,3 \pm 2,1 \text{ mg/l}$ για τα κορίτσια). Δεδομένου όμως ότι ο πληθυσμός της μελέτης αφορά παιδιά ηλικίας 12,5-17,5 ετών (δηλαδή ευρύτερο φάσμα από της δικής μας) και δεδομένου ότι η ηλικία επηρεάζει τα επίπεδα της α-τοκοφερόλης στο αίμα, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγκριση με τα δικά μας ευρήματα. Εν γένει, παρατηρείται ότι η ευρωπαϊκή εικόνα δείχνει ένα χαμηλότερο ποσοστό ανεπάρκειας της εν λόγω λιποδιαλυτής βιταμίνης συγκριτικά με την εικόνα που παρουσιάζεται σε ελληνικό επίπεδο, γεγονός που πιθανόν να μπορεί να αποδοθεί στο υψηλότερο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο που παρατηρείται σε οικογένειες ιδιαίτερα σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, που έχει δείχθει να συσχετίζεται θετικά με τα επίπεδα της α-τοκοφερόλης στον ορό των παιδιών [7, 16].

Ο βασικός άξονας γύρω από τον οποίο κινήθηκε η συγκεκριμένη πτυχιακή ήταν η *διερεύνηση της ύπαρξης ή μη συσχέτισης ανάμεσα στη διαιτητική πρόσληψη και τα επίπεδα στο αίμα των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε*. Μετά την ολοκλήρωση των στατιστικών αναλύσεων, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δύο τόσο σε συνολικό δείγμα όσο και ανά φύλο, εύρημα σύμφωνο με αντίστοιχα άλλων ευρωπαϊκών μελετών όπου και εκεί προέκυψαν ασθενείς συσχετίσεις μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης και επιπέδων στο αίμα. Ακόμα όμως και στην περίπτωση που συσχετίσεις προέκυψαν, δεν μπορούσαν πάντα να χαρακτηριστούν ως αιτιολογικές, δεδομένου ότι ορισμένοι παράγοντες, όπως η υγεία του ατόμου, δύνανται να επηρεάσουν το βαθμό συσχέτισης [62]. Υπάρχουν όμως και μελέτες διεξαγόμενες σε ευρωπαϊκό επίπεδο, τα ευρήματα των οποίων δείχνουν ότι υφίσταται συσχέτιση μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης και του αίματος. Πρόκειται για τη μελέτη HELENA, στην οποία βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης φρούτων και των επιπέδων του β-καροτενίου στο αίμα [92] καθώς και για μελέτη διεξαγόμενη στη Μεγάλη Βρετανία στην οποία προέκυψε στατιστικά σημαντική συσχέτιση της ρετινόλης πλάσματος με τη διαιτητική πρόσληψη και την πυκνότητα (διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης Α/ MJ ενεργειακής πρόσληψης) της εν λόγω βιταμίνης τόσο σε αγόρια όσο και σε κορίτσια [90]. Ακόμη, στα πλαίσια γαλλικής μελέτης, προέκυψε ότι η διαιτητική πρόσληψη αποτελεί έναν σημαντικό καθοριστικό παράγοντα για τις συγκεντρώσεις στο αίμα του β-καροτενίου και της α-τοκοφερόλης

[34]. Καθίσταται πρόδηλο, λοιπόν, ότι η διαξαγωγή μελετών στο μέλλον γύρω από το θέμα αυτό, πιθανόν να οδηγήσει σε περαιτέρω ευρήματα.

Στο τέλος της μελέτης των συσχετίσεων των βιοχημικών δεικτών, διερευνήθηκαν ορισμένοι δείκτες υγείας και προέκυψαν στατιστικά σημαντικά ευρήματα. Συγκεκριμένα, για τη *ρετινόλη προέκυψε ότι συσχετίζεται θετικά με την ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα και αρνητικά με τη CRP τόσο για το σύνολο του δείγματος όσο και για τα αγόρια*. Ακόμη, *στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ αυτής και της Ιντερλευκίνης 6 για τα κορίτσια του δείγματος*.

Αρχικά, για την ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα, η ίδια θετική συσχέτιση βρέθηκε και σε άλλη μελέτη στην οποία συμμετείχαν παιδιά προσχολικής ηλικίας[93]. Ωστόσο, μελέτη σε παιδιά προσχολικής ηλικίας στην Κίνα δεν έδειξε κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση[94]. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να τονιστεί ότι διατροφικές έρευνες που έχουν κατά καιρούς πραγματοποιηθεί, έχουν δείξει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης Α και μεταβολικών δεικτών που σχετίζονται με το σίδηρο. Συγκεκριμένα, η βιταμίνη Α θεωρείται ότι επηρεάζει την αναιμία μεταβάλλοντας την ερυθροποίηση και το μεταβολισμό του σιδήρου και ενισχύοντας την ανοσία σε μολυσματικές ασθένειες[95-100]. Όσον αφορά τη θετική συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ ολικής σιδηροδεσμευτικής ικανότητας και ρετινόλης, ένας πιθανός μηχανισμός που μπορεί να την εξηγήσει είναι ο εξής: Η βιταμίνη Α, δεδομένου ότι αποτελεί αντιοξειδωτική βιταμίνη, φαίνεται να έχει προστατευτικό ρόλο έναντι φλεγμονωδών καταστάσεων (ειδικά σε άτομα που ακολουθούν το μεσογειακό πρότυπο διατροφής και στα οποία τα επίπεδα ρετινόλης στο αίμα παρατηρούνται αυξημένα συγκριτικά με άλλων που δεν ακολουθούν τη μεσογειακή δίαιτα)[101]. Από την άλλη, η ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα μπορεί να είναι μειωμένη παρουσία φλεγμονής[102]. Άρα, η *φλεγμονή* μπορεί να είναι ο συνδετικός κρίκος μεταξύ ρετινόλης και ολικής σιδηροδεσμευτικής ικανότητας. Πιθανόν, λοιπόν, αυξημένα επίπεδα ρετινόλης στο πλάσμα να οδηγούν σε μείωση φλεγμονής και άρα αύξηση ολικής σιδηροδεσμευτικής ικανότητας. Αδιαμφισβήτητα, περαιτέρω διερεύνηση γύρω από το εν λόγω γνωστικό πεδίο κρίνεται απαραίτητη.

Έπειτα, αναφορικά με τη CRP, προέκυψε το ίδιο εύρημα με αυτό της παρούσας μελέτης και σε άλλες που έθεσαν υπό διερεύνηση τη C-αντιδρώσα πρωτεΐνη [72, 103]. Δεδομένου ότι η βιταμίνη Α είναι μία αντιοξειδωτική βιταμίνη, έχει δειχθεί ότι

μπορεί να δράσει προστατευτικά έναντι της φλεγμονής [72, 101] και άρα δικαιολογείται η αρνητική συσχέτιση αυτής με τη CRP.

Τέλος, αναφορικά με την Ιντερλευκίνη 6, λίγα είναι τα δεδομένα σε ευρωπαϊκό επίπεδο και σε παιδικό πληθυσμό που να εξετάζουν τα επίπεδα αυτής με τη ρετινόλη πλάσματος, γεγονός που καθιστά το εύρημά μας ενδιαφέρον. Η ευρεθείσα αυτή συσχέτιση μπορεί να ερμηνευθεί στα πλαίσια του ρόλου της βιταμίνης Α στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. Συγκεκριμένα, η ανεπάρκεια βιταμίνης Α προκαλεί ξηρότητα και κερατινοποίηση στα επιθηλιακά κύτταρα του δέρματος, του αναπνευστικού, του γαστρεντερικού και ουροποιητικού συστήματος που ανήκουν στα αρχικά συστήματα άμυνας ενάντια στη μόλυνση. Επιπλέον, αυτή η ανεπάρκεια διαταράσσει την ανάπτυξη των ουδετερόφιλων, αυξάνει την αποδέσμευση των φλεγμονωδών κυτοκινών (στις οποίες ανήκει η IL6) από τα μακροφάγα, και μειώνει τον αριθμό των φυσικών φονικών κυττάρων καθώς και τη λυτική δραστηριότητά τους. [65, 104] Αυτές οι διαταραχές και οι αλλαγές οδηγούν σε μείωση της ικανότητας του σώματος να αποβάλει μολυσματικούς παράγοντες[105]. Επομένως, μέσω της ενεργούς δράσης της βιταμίνης στο ανοσοποιητικό σύστημα μπορεί να ερμηνευθεί η αρνητική συσχέτιση αυτής με την IL6. Επιπρόσθετη διερεύνηση γύρω από το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο κρίνεται απαραίτητη.

Η α-τοκοφερόλη από την άλλη, βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με την ολική και την LDL χοληστερόλη και τη CRP για το σύνολο του δείγματος και αρνητικά με την ινσουλίνη ορού και τον κορεσμό τρανσφερίνης. Επιπλέον, θετική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ αυτής με την ολική, την LDL και την HDL χοληστερόλη για τα αγόρια του δείγματος. Αναφορικά με τα κορίτσια, θετική συσχέτιση προέκυψε για την ολική, την LDL χοληστερόλη και τη CRP και αρνητική για την ινσουλίνη ορού και το δείκτη ινσουλινοαντίστασης HOMA_IR.

Όσον αφορά την ολική χοληστερόλη, η θετική της συσχέτιση με την α-τοκοφερόλη σε πληθυσμό που αφορά παιδιά επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες[34, 72]. Δεδομένου ότι η βιταμίνη Ε μεταφέρεται στο αίμα σε κλάσματα λιποπρωτεΐνης, οι συγκεντρώσεις της σχετίζονται με τις συγκεντρώσεις λιπιδίων[106]. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση του λιποδιαλυτού μορίου της βιταμίνης Ε έχει βρεθεί να συσχετίζεται θετικά με την ολική χοληστερόλη[107-109]. Η LDL και η HDL χοληστερόλη επιπλέον έχουν βρεθεί και αυτές να συσχετίζονται θετικά με τα επίπεδα της α-τοκοφερόλης στον ορό με τα ευρήματα αυτά να αφορούν τόσο παιδικό[72] όσο και

γενικό πληθυσμό(στατιστικά σημαντικό εύρημα: για τις γυναίκες στην LDL χοληστερόλη- και στα δύο φύλα για την HDL)[107]. Η συσχέτιση της βιταμίνης E με τη χοληστερόλη, μπορεί να αποδοθεί στο ρόλο που έχει η εν λόγω βιταμίνη στο μεταβολισμό του λίπους. Συγκεκριμένα, προστατεύει τα λίπη από την οξείδωση και εμποδίζει το σχηματισμό οξειδωτικού στρες. [72, 74]

Σχετικά με την ινσουλίνη και τον δείκτη ινσουλινοαντίστασης HOMA_IR, σε μελέτη που αφορά παιδιά[72] προέκυψαν αρνητικές συσχετίσεις αυτών με τα επίπεδα της α-τοκοφερόλης, όπως στη μελέτη μας. Επιπλέον, μελέτη σε ενήλικες άνδρες κατέδειξε αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων α-τοκοφερόλης ορού και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης HOMA_IR[110]. Ακόμη, μελέτη σε ζώα[111] έδειξε ότι η βιταμίνη E συμμετέχει στο μεταβολισμό της γλυκόζης και μπορεί να είναι ένας προστατευτικός παράγοντας για την πρόληψη του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Επειδή τα κύτταρα των νησιδίων Langerhans του παγκρέατος (που εκκρίνουν ινσουλίνη) εκφράζουν σε χαμηλότερο βαθμό αντιοξειδωτικό γονίδια, είναι περισσότερο ευαίσθητα σε μεγάλες ποσότητες τοξικών παραγώγων οξυγόνου (ROS). Επιπλέον, έχειδειχθεί ότι τα τοξικά παράγωγα οξυγόνου εμπλέκονται στην ινσουλινοαντίσταση [112] και την υπερινσουλιναίμια[50]. Επομένως, υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικών βιταμινών στο αίμα πιθανόν να προστατεύουν τα κύτταρα των νησιδίων Langerhans του παγκρέατος από μεγάλες ποσότητες τοξικών παραγώγων οξυγόνου, πιθανόν μέσω της συνεισφοράς τους στη μείωση της ινσουλινοαντίστασης[110].

Προκειμένου να ερμηνευθεί η θετική συσχέτιση που προέκυψε μεταξύ της α-τοκοφερόλης και της CRP, πρέπει να σημειωθεί ότι παρ'όλο που η α-τοκοφερόλη είναι ένα αντιοξειδωτικό μόριο, έχειδειχθεί ότι όταν βρίσκεται σε υψηλή συγκέντρωση στο αίμα μπορεί να δρα και ως προοξειδωτικό μόριο[113]. Επιπλέον, η οξείδωση και η φλεγμονή είναι συνυφασμένες διαδικασίες. Οι ελεύθερες ρίζες εκτός από την οξειδωτική βλάβη που προκαλούν είναι ικανές να ενεργοποιούν προφλεγμονώδεις κυτταροκίνες (π.χ. CRP)[114]. Μία πιθανή ερμηνεία της θετικής συσχέτισης της α-τοκοφερόλης ,λοιπόν, με τη CRP είναι η προοξειδωτική δράση της πρώτης αλλά αναμφισβήτητα απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση της ευρεθείσας συσχέτισης.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η θετική συσχέτιση που προέκυψε μεταξύ της CRP και της α-τοκοφερόλης, δεν επιβεβαιώνεται από μεξικανική μελέτη σε

παιδιά[75]. Επιπλέον, σε μετα-ανάλυση που ασχολήθηκε με τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης Ε, δείχθηκε ότι η συγκεκριμένη λιποδιαλυτή βιταμίνη θα μπορούσε να μειώσει τα επίπεδα της CRP στο αίμα[115].

Μία προσπάθεια ερμηνείας της αρνητικής συσχέτισης της α-τοκοφερόλης με τον κορεσμό τρανσφερίνης μπορεί να γίνει υπό το πρίσμα της συσχέτισης υψηλών επιπέδων σιδήρου του αίματος με την υπεροξειδωση λίπους. Σε γενικές γραμμές, η αύξηση του σιδήρου του σώματος (που μπορεί να μετρηθεί και ως κορεσμός τρανσφερίνης) μπορεί να συμβάλει στην αύξηση του οξειδωτικού στρες, δεδομένου ότι ο σίδηρος αποτελεί ένα μέταλλο που συμμετέχει στην παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου. Έτσι, λοιπόν, μπορεί να οδηγήσει στην υπεροξειδωση του λίπους με δύο τρόπους: α. με την κατάλυση του σχηματισμού ελεύθερων ριζών οξυγόνου που έχουν την ικανότητα να ξεκινούν την υπεροξειδωση των λιπιδίων και β. με την κατάλυση της διαδικασίας αποσύνθεσης προσχηματισμένων υπεροξειδίων των λιπιδίων που συντελούν στη διάδοση της υπεροξειδωσης του λίπους. [116] Ακόμα, υπάρχουν στοιχεία ότι η α-τοκοφερόλη έχει την ικανότητα να σταματά την υπεροξειδωση του λίπους, εμποδίζοντας την LDL χοληστερόλη από την οξείδωση[117, 118]. Επιπρόσθετα, έχειδειχθεί ότι υψηλότερα επίπεδα σιδήρου στον οργανισμό πιθανόν να εξαντλούν τα επίπεδα των αντιοξειδωτικών βιταμινών (συμπεριλαμβανομένης και της βιταμίνης Ε) μέσω της παραγωγής ελευθέρων ριζών[110, 119]. Πιθανόν, λοιπόν, η αρνητική συσχέτιση που προέκυψε μεταξύ κορεσμού τρανσφερίνης και α-τοκοφερόλης να μπορεί να αποσαφηνιστεί μέσω του παραπάνω μηχανισμού (αυξημένα επίπεδα σιδήρου προάγουν την υπεροξειδωση λίπους και μειώνουν τα επίπεδα των λιποδιαλυτών βιταμινών ενώ η α-τοκοφερόλη σταματά την υπεροξειδωση). Αναντίρρητα, περαιτέρω διερεύνηση του συγκεκριμένου γνωστικού πεδίου κρίνεται απαραίτητη.

Σε αυτό το σημείο απαραίτητη κρίνεται η αξιολόγηση της παρούσας μελέτης μέσω της περιγραφής των δυνατών και αδυνάτων σημείων της. Στα δυνατά σημεία της, λοιπόν, συγκαταλέγεται το ότι είναι από τις λίγες μελέτες που εξετάζουν τόσο τη διαιτητική πρόσληψη βιταμινών Α και Ε όσο και τα επίπεδα αυτών στο αίμα σε παιδιά, καθώς και την πιθανότητα ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ των δύο αλλά και συσχέτισης με δείκτες υγείας. Αξίζει να σημειωθεί ότι το δείγμα αν και μικρό είναι αξιόλογο και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη διερεύνηση περαιτέρω συσχετίσεων. Επιπλέον, όσον αφορά τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των

παιδιών, πραγματοποιήθηκε μέτρηση αυτών και δε χρησιμοποιήθηκαν αυτοδηλούμενα δεδομένα.

Ωστόσο, στα αδύναμα σημεία αυτής θα μπορούσε να συμπεριληφθεί ο συγχρονικός της χαρακτήρας που δεν μπορεί να δώσει πληροφορίες υπό τη μορφή αιτίου-αιτιατού. Επιπλέον, οι υπό εξέταση βιταμίνες είναι σε ίχνη τόσο στη διαιτητική πρόσληψη όσο και στο αίμα και διαθέτουν πολύπλοκο μεταβολισμό γεγονός που εντείνει τη δυσκολία μελέτης τους. Ακόμη, οι αλληλεπιδράσεις που μπορεί να έχουν με άλλα θρεπτικά συστατικά σίγουρα επηρεάζουν τα ευρήματα της μελέτης μας. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι πιθανόν το αίμα να μην είναι ο πιο αξιολόγος δείκτης για τη μέτρηση των επιπέδων των δύο βιταμινών. Επιπρόσθετα, το μικρό δείγμα της μελέτης μας αποτελεί σίγουρα ένα αδύναμο σημείο αυτής και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων καθώς προκύπτουν από ένα υποσύνολο του συνολικού δείγματος της μελέτης Healthy Growth. Επιπλέον, σχετικά με τη διατροφική αξιολόγηση των παιδιών, χρησιμοποιήθηκαν τα αυτοδηλούμενα από τα παιδιά δεδομένα που προέκυπταν στις συνεντεύξεις τους με τους ερευνητές. Τέλος, από τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι γονείς εκτιμήθηκαν τα αυτοδηλούμενα ανθρωπομετρικά, δημογραφικά και κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά της οικογένειας.

Επιλογικά, στην παρούσα μελέτη αναδείχθηκαν ανεπαρκείς προσλήψεις και χαμηλά επίπεδα στο αίμα σε παιδιά για τις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α και Ε, γεγονός που καταδεικνύει την ανάγκη δημιουργίας δράσεων δημόσιας υγείας που θα οδηγήσουν σε εξάλειψη των ανεπαρειών από την παιδική ηλικία. Επιπρόσθετα, δεν προέκυψε συσχέτιση μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης των βιταμινών Α και Ε και του αίματος. Οι συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν αφορούσαν δείκτες υγείας. Αναντίρρητα, τα παραπάνω χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, η παραπάνω ερευνητική εργασία, που αποτελεί μέρος της μελέτης Healthy Growth, διερεύνησε τη διαιτητική πρόσληψη και τα επίπεδα βιταμινών Α και Ε στο αίμα σε παιδιά σχολικής- προεφηβικής ηλικίας. Λαμβάνοντας υπόψη το βιβλιογραφικό κενό που υπήρχε, σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η εκτίμηση των επιπέδων των ανεπαρκειών των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε σε παιδιά/προεφήβους (9-13 ετών) καθώς και η μελέτη κοινωνικοδημογραφικών παραγόντων και συμπεριφορών που σχετίζονται με αυτές τις ανεπάρκειες, λαμβάνοντας υπόψη ανθρωπομετρικούς και άλλους κλινικούς δείκτες.

Τα αποτελέσματα της υπάρχουσας βιβλιογραφίας αναφορικά με το εν λόγω ερευνητικό πεδίο συγκλίνουν αλλά και αποκλίνουν σε αρκετά σημεία. Το υψηλό ποσοστό ανεπάρκειας της βιταμίνης Ε, παράγοντες που επιδρούν στους υπό εξέταση βιοχημικούς δείκτες όπως η ηλικία, η γεωγραφική περιοχή και η εποχή καθώς και συσχετίσεις των βιταμινών με δείκτες υγείας όπως η χοληστερόλη και η ινσουλίνη, αποτελούν κοινά σημεία των ευρωπαϊκών ερευνών. Από την άλλη, τα αντικρουόμενα ευρήματα αναφορικά με την ύπαρξη ή μη συσχέτισης μεταξύ διαιτητικής πρόσληψης και αίματος καθώς και με τον τρόπο επίδρασης διάφορων παραγόντων στα επίπεδα των βιταμινών Α και Ε (ηλικία, Δείκτης Μάζας Σώματος) καταδεικνύουν την ανάγκη περάτωσης περαιτέρω ερευνών γύρω από το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο στο μέλλον.

Εν κατακλείδι, τα ενδιαφέροντα ευρήματα που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη πτυχιακή είναι οι ανεπαρκείς προσλήψεις και τα χαμηλά επίπεδα στο αίμα που δείχθηκαν για τις βιταμίνες Α και Ε και που κρίνουν απαραίτητο τον σχεδιασμό δράσεων που θα οδηγήσουν σε μείωση και εν τέλει σε εξάλειψη των ανεπαρκειών των λιποδιαλυτών βιταμινών Α και Ε από την παιδική ηλικία. Επιπρόσθετα, ενδιαφέρουσες συσχετίσεις με δείκτες υγείας προέκυψαν που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. World Health Organization. *Obesity and Overweight. Fact Sheet No 311.* <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>. January 2015 [cited 2015 27 November].
2. WORLD OBESITY. *About Obesity.* <http://www.worldobesity.org/resources/aboutobesity/>. 10th October 2015.
3. Moschonis, G., et al., *Social, economic and demographic correlates of overweight and obesity in primary-school children: preliminary data from the Healthy Growth Study.* Public Health Nutr, 2010. **13**(10A): p. 1693-700.
4. Manios, Y., et al., *Revised Healthy Lifestyle-Diet Index and associations with obesity and iron deficiency in schoolchildren: The Healthy Growth Study.* J Hum Nutr Diet, 2015. **28 Suppl 2**: p. 50-8.
5. Zukiewicz-Sobczak, W., et al., *Obesity and poverty paradox in developed countries.* Ann Agric Environ Med, 2014. **21**(3): p. 590-4.
6. Gillis, L. and A. Gillis, *Nutrient inadequacy in obese and non-obese youth.* Can J Diet Pract Res, 2005. **66**(4): p. 237-42.
7. Valtuena, J., et al., *Retinol, beta-carotene, alpha-tocopherol and vitamin D status in European adolescents; regional differences and variability: a review.* Nutr Hosp, 2011. **26**(2): p. 280-8.
8. Drott, P., S. Meurling, and M. Gebre-Medhin, *Interactions of vitamins A and E and retinol-binding protein in healthy Swedish children--evidence of thresholds of essentiality and toxicity.* Scand J Clin Lab Invest, 1993. **53**(3): p. 275-80.
9. Elmadfa, I., et al., *Nutritional status and the immune system: fat-soluble vitamins and other nutrients.* Bibl Nutr Dieta, 1994(51): p. 136-41.
10. Hassapidou, M., A. Kafatos, and G. Manoukas, *Dietary vitamin E intake and plasma tocopherol levels of a group of adolescents from Spili, Crete.* Int J Food Sci Nutr, 1996. **47**(5): p. 365-8.
11. Hercberg, S., et al., *Vitamin status of a healthy French population: dietary intakes and biochemical markers.* Int J Vitam Nutr Res, 1994. **64**(3): p. 220-32.
12. Krajcovicova-Kudlackova, M., et al., *Influence of vegetarian and mixed nutrition on selected haematological and biochemical parameters in children.* Nahrung, 1997. **41**(5): p. 311-4.

13. Malvy, D.J., et al., *Serum retinol, beta-carotene, alpha-tocopherol and cholesterol in healthy French children*. Int J Epidemiol, 1993. **22**(2): p. 237-46.
14. Malvy, J.M., et al., *Retinol, beta-carotene and alpha-tocopherol status in a French population of healthy children*. Int J Vitam Nutr Res, 1989. **59**(1): p. 29-34.
15. Molnar, D., T. Decsi, and B. Koletzko, *Reduced antioxidant status in obese children with multimetabolic syndrome*. Int J Obes Relat Metab Disord, 2004. **28**(10): p. 1197-202.
16. Marktl, W., B. Rudas, and G. Brubacher, *The vitamin status of Viennese school children aged 11-12 years*. Int J Vitam Nutr Res, 1982. **52**(2): p. 198-206.
17. Buzina, R., et al., *Nutritional status and physical working capacity*. Hum Nutr Clin Nutr, 1982. **36**(6): p. 429-38.
18. Gregory JR, L.S., Bates CJ, Prentice A, Jackson L V, Smithers G et al., *National Diet and Nutrition Survey: young people aged 4 to 18 years. Report of the diet and nutrition survey*. London: HMSO, 2000.
19. Moreno, L.A., et al., *Nutrition and lifestyle in european adolescents: the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) study*. Adv Nutr, 2014. **5**(5): p. 615S-623S.
20. Manios, Y., et al., *Micronutrient intakes among children and adults in Greece: the role of age, sex and socio-economic status*. Nutrients, 2014. **6**(10): p. 4073-92.
21. *DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. 2000, Institute of Medicine: Washington (DC).
22. Tornaritis, M.J., et al., *A study of the dietary intake of Cypriot children and adolescents aged 6-18 years and the association of mother's educational status and children's weight status on adherence to nutritional recommendations*. BMC Public Health, 2014. **14**: p. 13.
23. *Dietary Reference Intakes. The Essential Guide to Nutrient Requirements*. 2006, Institute of Medicine: Washington(DC).
24. Mensink, G.B., et al., *Mapping low intake of micronutrients across Europe*. Br J Nutr, 2013. **110**(4): p. 755-73.
25. *Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Report of the Panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy*. Rep Health Soc Subj (Lond), 1991. **41**: p. 1-210.
26. Alexander J, A.S., Aro A, et al., *Integrating Nutrition and Physical Activity. Nordic Nutrition Recommendations 2004*, Copenhagen: Nordic Council of Ministers.

27. Valente, H., et al., *[Prevalence of nutritional inadequacy among Portuguese children]*. Acta Med Port, 2010. **23**(3): p. 365-70.
28. Aranceta Bartrina, J., et al., *Nutrition risk in the child and adolescent population of the Basque country: the enKid Study*. Br J Nutr, 2006. **96 Suppl 1**: p. S58-66.
29. Gibney Michael J, V.H.H., Kok Frans J, *Introduction to Human Nutrition*. First ed. 2002. 1.
30. Sathe, M.N. and A.S. Patel, *Update in pediatrics: focus on fat-soluble vitamins*. Nutr Clin Pract, 2010. **25**(4): p. 340-6.
31. Gropper S. Sareen, S.L.J., Groff L. James, *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Fourth edition ed. 2005. 8.
32. Winklhofer-Roob, B.M., M.A. van't Hof, and D.H. Shmerling, *Reference values for plasma concentrations of vitamin E and A and carotenoids in a Swiss population from infancy to adulthood, adjusted for seasonal influences*. Clin Chem, 1997. **43**(1): p. 146-53.
33. Schrijver, J., *Biochemical markers for micronutrient status and their interpretation, in modern lifestyles, lower energy intake and micronutrient status*. Springer-Verlag, 1991.
34. Herbeth, B., Y. Spyckerelle, and J.P. Deschamps, *Determinants of plasma retinol, beta-carotene, and alpha-tocopherol during adolescence*. Am J Clin Nutr, 1991. **54**(5): p. 884-9.
35. Vongsuvan, R., et al., *Novel mutations in abetalipoproteinaemia and homozygous familial hypobetalipoproteinaemia*. J Inherit Metab Dis, 2007. **30**(6): p. 990.
36. Maqbool, A., et al., *Vitamin A intake and elevated serum retinol levels in children and young adults with cystic fibrosis*. J Cyst Fibros, 2008. **7**(2): p. 137-41.
37. Solomons, N.W., et al., *Some biochemical indices of nutrition in treated cystic fibrosis patients*. Am J Clin Nutr, 1981. **34**(4): p. 462-74.
38. Safi, K.H., A.G. Filbrun, and S.Z. Nasr, *Hypervitaminosis A causing hypercalcemia in cystic fibrosis. Case report and focused review*. Ann Am Thorac Soc, 2014. **11**(8): p. 1244-7.
39. Chaves, G.V., et al., *Vitamin A and retinol-binding protein deficiency among chronic liver disease patients*. Nutrition, 2015. **31**(5): p. 664-8.
40. Soares-Mota, M., et al., *High prevalence of vitamin A deficiency in Crohn's disease patients according to serum retinol levels and the relative dose-response test*. World J Gastroenterol, 2015. **21**(5): p. 1614-20.

41. Rizvi, S., et al., *The role of vitamin e in human health and some diseases*. Sultan Qaboos Univ Med J, 2014. **14**(2): p. e157-65.
42. Woestenenk, J.W., et al., *Vitamin E intake, alpha-tocopherol levels and pulmonary function in children and adolescents with cystic fibrosis*. Br J Nutr, 2015. **113**(7): p. 1096-101.
43. Braga, C.B., et al., *Bone mineral density in short bowel syndrome: correlation with BMI and serum vitamins C, E and K*. Arch Endocrinol Metab, 2015. **59**(3): p. 252-8.
44. l'Allemand-Jander, D., *Clinical diagnosis of metabolic and cardiovascular risks in overweight children: early development of chronic diseases in the obese child*. Int J Obes (Lond), 2010. **34 Suppl 2**: p. S32-6.
45. Codoner-Franch, P., et al., *Is obesity associated with oxidative stress in children?* Int J Pediatr Obes, 2010. **5**(1): p. 56-63.
46. Palozza, P., et al., *Tomato lycopene and inflammatory cascade: basic interactions and clinical implications*. Curr Med Chem, 2010. **17**(23): p. 2547-63.
47. Mordente, A., et al., *Lycopene and cardiovascular diseases: an update*. Curr Med Chem, 2011. **18**(8): p. 1146-63.
48. Guerendiain, M., et al., *Relation between plasma antioxidant vitamin levels, adiposity and cardio-metabolic profile in adolescents: Effects of a multidisciplinary obesity programme*. Clin Nutr, 2015.
49. Bonora, E., et al., *Population-based incidence rates and risk factors for type 2 diabetes in white individuals: the Bruneck study*. Diabetes, 2004. **53**(7): p. 1782-9.
50. Othman, E.M., et al., *Insulin-mediated oxidative stress and DNA damage in LLC-PK1 pig kidney cell line, female rat primary kidney cells, and male ZDF rat kidneys in vivo*. Endocrinology, 2013. **154**(4): p. 1434-43.
51. Stahl, W., et al., *Carotenoid mixtures protect multilamellar liposomes against oxidative damage: synergistic effects of lycopene and lutein*. FEBS Lett, 1998. **427**(2): p. 305-8.
52. Calder, P.C., et al., *Inflammatory disease processes and interactions with nutrition*. Br J Nutr, 2009. **101 Suppl 1**: p. S1-45.
53. Brigelius-Flohe, R., *Vitamin E: the shrew waiting to be tamed*. Free Radic Biol Med, 2009. **46**(5): p. 543-54.
54. Yasmeen, R., et al., *The contribution of vitamin A to autocrine regulation of fat depots*. Biochim Biophys Acta, 2012. **1821**(1): p. 190-7.

55. Lobo, G.P., et al., *Beta,beta-carotene decreases peroxisome proliferator receptor gamma activity and reduces lipid storage capacity of adipocytes in a beta,beta-carotene oxygenase 1-dependent manner*. J Biol Chem, 2010. **285**(36): p. 27891-9.
56. Goodwin, K., et al., *Dietary Vitamin A and Visceral Adiposity: A Modulating Role of the Retinol-Binding Protein 4 Gene*. J Nutrigenet Nutrigenomics, 2015. **8**(4-6): p. 164-73.
57. Gouranton, E., et al., *Lycopene inhibits proinflammatory cytokine and chemokine expression in adipose tissue*. J Nutr Biochem, 2011. **22**(7): p. 642-8.
58. Pipaliya, H. and J. Vaghasiya, *Cardio protective effect of vitamin A against isoproterenol-induced myocardial infarction*. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo), 2012. **58**(6): p. 402-7.
59. Zillikens, M.C., et al., *Interactions between dietary vitamin E intake and SIRT1 genetic variation influence body mass index*. Am J Clin Nutr, 2010. **91**(5): p. 1387-93.
60. Wilson, K.M., et al., *Micronutrient levels in children exposed to secondhand tobacco smoke*. Nicotine Tob Res, 2011. **13**(9): p. 800-8.
61. Manios, Y., et al., *Food group and micronutrient intake adequacy among children, adults and elderly women in Greece*. Nutrients, 2015. **7**(3): p. 1841-58.
62. Lambert, J., et al., *Dietary intake and nutritional status of children and adolescents in Europe*. Br J Nutr, 2004. **92 Suppl 2**: p. S147-211.
63. Chelchowska, M., et al., *[Influence of vegetarian diet on serum values of homocysteine and total antioxidant status in children]*. Pol Merkur Lekarski, 2010. **29**(171): p. 177-80.
64. Laskowska-Klita, T., et al., *The effect of vegetarian diet on selected essential nutrients in children*. Med Wieku Rozwoj, 2011. **15**(3): p. 318-25.
65. Albahrani, A.A. and R.F. Greaves, *Fat-Soluble Vitamins: Clinical Indications and Current Challenges for Chromatographic Measurement*. Clin Biochem Rev, 2016. **37**(1): p. 27-47.
66. Herbeth, B., et al., *[Plasma retinol, carotenoids and tocopherols: biological variations between 18 and 45 years of age]*. Ann Nutr Metab, 1988. **32**(5-6): p. 297-304.
67. Herbeth, B., et al., *Plasma fat-soluble vitamins and alcohol consumption*. Am J Clin Nutr, 1988. **47**(2): p. 343-4.
68. Herbeth, B., et al., *Dietary intake and other determinants of blood vitamins in an elderly population*. Eur J Clin Nutr, 1989. **43**(3): p. 175-86.

69. Stryker, W.S., et al., *The relation of diet, cigarette smoking, and alcohol consumption to plasma beta-carotene and alpha-tocopherol levels*. Am J Epidemiol, 1988. **127**(2): p. 283-96.
70. Russell-Briefel, R., M.W. Bates, and L.H. Kuller, *The relationship of plasma carotenoids to health and biochemical factors in middle-aged men*. Am J Epidemiol, 1985. **122**(5): p. 741-9.
71. Widhalm, K., M. Holzl, and G. Brubacher, *Lipids, lipoproteins and alpha-tocopherol: relationship and changes during adolescence. A longitudinal study*. Ann Nutr Metab, 1985. **29**(1): p. 12-8.
72. Garcia, O.P., et al., *Zinc, iron and vitamins A, C and e are associated with obesity, inflammation, lipid profile and insulin resistance in Mexican school-aged children*. Nutrients, 2013. **5**(12): p. 5012-30.
73. Kiefer, F.W., et al., *Retinaldehyde dehydrogenase 1 coordinates hepatic gluconeogenesis and lipid metabolism*. Endocrinology, 2012. **153**(7): p. 3089-99.
74. Ozkanlar, S. and F. Akcay, *Antioxidant vitamins in atherosclerosis--animal experiments and clinical studies*. Adv Clin Exp Med, 2012. **21**(1): p. 115-23.
75. Crete, U.o., *Food Composition Tables nutrition.med.uoc.gr/GreekTables* 1991.
76. Trichopoulou, A., *Composition tables of foods and Greek dishes. School of Medicine: Department of Hygiene and Epidemiology*. 2004, Athens, Greece
77. Nielsen, B.M., et al., *Prediction of fat-free body mass from bioelectrical impedance among 9- to 11-year-old Swedish children*. Diabetes Obes Metab, 2007. **9**(4): p. 521-39.
78. Tanner, J.M., *Growth at Adolescence*. . 1955, Pp. xii. 212. pl. 11. Blackwell Scientific Publications: Oxford.
79. Conwell, L.S., et al., *Indexes of insulin resistance and secretion in obese children and adolescents: a validation study*. Diabetes Care, 2004. **27**(2): p. 314-9.
80. Leotsinidis, M., et al., *Plasma retinol and tocopherol levels in greek elderly population from an urban and a rural area: associations with the dietary habits*. Eur J Epidemiol, 2000. **16**(11): p. 1009-16.
81. Khan, A., et al., *An optimized and validated RP-HPLC/UV detection method for simultaneous determination of all-trans-retinol (vitamin A) and alpha-tocopherol (vitamin E) in human serum: comparison of different particulate reversed-phase HPLC columns*. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci, 2010. **878**(25): p. 2339-47.

82. Friedewald, W.T., R.I. Levy, and D.S. Fredrickson, *Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge*. Clin Chem, 1972. **18**(6): p. 499-502.
83. Karatzi, K., et al., *Cutoff points of waist circumference and trunk and visceral fat for identifying children with elevated inflammation markers and adipokines: The Healthy Growth Study*. Nutrition, 2016.
84. Cole, T.J., et al., *Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey*. Bmj, 2007. **335**(7612): p. 194.
85. Cole, T.J., et al., *Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey*. Bmj, 2000. **320**(7244): p. 1240-3.
86. Stephensen, C.B. and G. Gildengorin, *Serum retinol, the acute phase response, and the apparent misclassification of vitamin A status in the third National Health and Nutrition Examination Survey*. Am J Clin Nutr, 2000. **72**(5): p. 1170-8.
87. Dror, D.K. and L.H. Allen, *Vitamin E deficiency in developing countries*. Food Nutr Bull, 2011. **32**(2): p. 124-43.
88. Sette, S., et al., *The third Italian National Food Consumption Survey, INRAN-SCAI 2005-06--part 1: nutrient intakes in Italy*. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2011. **21**(12): p. 922-32.
89. Alexy, U., M. Kersting, and W. Sichert-Hellert, *Trends in dietary intake of vitamins A, C, and E in German children and adolescents--results of the DONALD Study*. Int J Vitam Nutr Res, 2003. **73**(5): p. 335-42.
90. Thane, C.W., C.J. Bates, and A. Prentice, *Zinc and vitamin A intake and status in a national sample of British young people aged 4-18 y*. Eur J Clin Nutr, 2004. **58**(2): p. 363-75.
91. Breidenassel, C., et al., *Antioxidant vitamin status (A, E, C, and beta-carotene) in European adolescents - the HELENA Study*. Int J Vitam Nutr Res, 2011. **81**(4): p. 245-55.
92. Vandevijvere, S., et al., *Evaluation of food and nutrient intake assessment using concentration biomarkers in European adolescents from the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study*. Br J Nutr, 2013. **109**(4): p. 736-47.
93. Mejia, L.A. and G. Arroyave, *Lack of direct association between serum transferrin and serum biochemical indicators of vitamin A nutriture*. Acta Vitaminol Enzymol, 1983. **5**(3): p. 179-84.

94. Li, J.H., et al., *[Study on the correlation of vitamin A and iron status in children]*. Wei Sheng Yan Jiu, 2006. **35**(2): p. 182-3.
95. Chen, K., et al., *Co-assessment of iron, vitamin A and growth status to investigate anemia in preschool children in suburb Chongqing, China*. World J Pediatr, 2009. **5**(4): p. 275-81.
96. Semba, R.D. and M.W. Bloem, *The anemia of vitamin A deficiency: epidemiology and pathogenesis*. Eur J Clin Nutr, 2002. **56**(4): p. 271-81.
97. Zimmermann, M.B., et al., *Vitamin A supplementation in children with poor vitamin A and iron status increases erythropoietin and hemoglobin concentrations without changing total body iron*. Am J Clin Nutr, 2006. **84**(3): p. 580-6.
98. Hashizume, M., et al., *Anemia and iron deficiency among schoolchildren in the Aral Sea region, Kazakhstan*. J Trop Pediatr, 2003. **49**(3): p. 172-7.
99. Al-Mekhlafi, M.H., et al., *Anaemia and iron deficiency anaemia among aboriginal schoolchildren in rural Peninsular Malaysia: an update on a continuing problem*. Trans R Soc Trop Med Hyg, 2008. **102**(10): p. 1046-52.
100. Kurniawan, Y.A., et al., *Anaemia and iron deficiency anaemia among young adolescent girls from the peri urban coastal area of Indonesia*. Asia Pac J Clin Nutr, 2006. **15**(3): p. 350-6.
101. Azzini, E., et al., *Mediterranean Diet Effect: an Italian picture*. Nutr J, 2011. **10**: p. 125.
102. Marks Vincent, C.T., Mesko Dusan, Pullmann Rudolf, Nosalova Gabriela, *Differential Diagnosis by Laboratory Medicine. A Quick reference for Physicians*. 2002. 1.
103. Beydoun, M.A., et al., *Serum antioxidant status is associated with metabolic syndrome among U.S. adults in recent national surveys*. J Nutr, 2011. **141**(5): p. 903-13.
104. Stephensen, C.B., *Vitamin A, infection, and immune function*. Annu Rev Nutr, 2001. **21**: p. 167-92.
105. de Pee, S. and O. Dary, *Biochemical indicators of vitamin A deficiency: serum retinol and serum retinol binding protein*. J Nutr, 2002. **132**(9 Suppl): p. 2895S-2901S.
106. Ford, E.S., et al., *Distribution of serum concentrations of alpha-tocopherol and gamma-tocopherol in the US population*. Am J Clin Nutr, 2006. **84**(2): p. 375-83.
107. Viroonudomphol, D., et al., *The relationships between anthropometric measurements, serum vitamin A and E concentrations and lipid profiles in overweight and obese subjects*. Asia Pac J Clin Nutr, 2003. **12**(1): p. 73-9.

108. Bjornson, L.K., et al., *The transport of alpha-tocopherol and beta-carotene in human blood*. J Lipid Res, 1976. **17**(4): p. 343-52.
109. Riemersma, R.A., et al., *Risk of angina pectoris and plasma concentrations of vitamins A, C, and E and carotene*. Lancet, 1991. **337**(8732): p. 1-5.
110. Zou, Y., et al., *Associations of serum retinol, alpha-tocopherol, and gamma-tocopherol with biomarkers among healthy Japanese men*. Int J Environ Res Public Health, 2014. **11**(2): p. 1647-60.
111. Williams, D.B., et al., *Dietary supplementation with vitamin E and C attenuates dexamethasone-induced glucose intolerance in rats*. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2012. **302**(1): p. R49-58.
112. Houstis, N., E.D. Rosen, and E.S. Lander, *Reactive oxygen species have a causal role in multiple forms of insulin resistance*. Nature, 2006. **440**(7086): p. 944-8.
113. Pearson, P., et al., *The pro-oxidant activity of high-dose vitamin E supplements in vivo*. BioDrugs, 2006. **20**(5): p. 271-3.
114. Al-Shudiefat, A.A., et al., *Oleic acid mitigates TNF-alpha-induced oxidative stress in rat cardiomyocytes*. Mol Cell Biochem, 2013. **372**(1-2): p. 75-82.
115. Saboori, S., et al., *Effect of vitamin E supplementation on serum C-reactive protein level: a meta-analysis of randomized controlled trials*. Eur J Clin Nutr, 2015. **69**(8): p. 867-73.
116. Romeu, M., et al., *Diet, iron biomarkers and oxidative stress in a representative sample of Mediterranean population*. Nutr J, 2013. **12**: p. 102.
117. Aranda, N., et al., *Increased iron levels and lipid peroxidation in a Mediterranean population of Spain*. Eur J Clin Invest, 2016. **46**(6): p. 520-6.
118. Gudjoncik, A., et al., *Iron, oxidative stress, and redox signaling in the cardiovascular system*. Mol Nutr Food Res, 2014. **58**(8): p. 1721-38.
119. Halliwell, B., *Biochemistry of oxidative stress*. Biochem Soc Trans, 2007. **35**(Pt 5): p. 1147-50.