



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΡΗΤΗΣ - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΗΤΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ



*Θέμα πτυχιακής: Διατροφή και γήρανση του δέρματος: Μελέτη περίπτωσης 30χρονης γυναίκας μέσω της ποσοτικής προσέγγισης τριών διαφορετικών διατροφικών σχημάτων*

Εισήγηση: Ζήκα Αικατερίνη  
Επιβλέπουσα καθηγήτρια : Χατζή Βασιλική

*Σητεία, Μάρτιος 2012*



**TECHNOLOGICAL EDUCATION INSTITUTE OF CRETE**  
**DEPARTMENT OF HUMAN NUTRITION AND DIETETICS**



***Title: Nutrition and skin aging: Case study of a 30-year-old woman based on the quantitative approach of three different dietary patterns***

Author: **Zika Aikaterini**

Supervisor: **Chatzi Vasiliki**

*Sitia, March 2012*

## Περίληψη

Η επιστήμη της διατροφής μέσω πολυετών μελετών διαμορφώνει συνεχώς νέες απόψεις για το ρόλο της διατροφής στην εξέλιξη της γήρανσης του δέρματος στις γυναίκες. Υπάρχουν ενδείξεις ότι συγκεκριμένα συστατικά τροφίμων συμβάλλουν θετικά στην ποιότητα και την όψη του δέρματος.

Το δέρμα αποτελείται από λιπίδια και πρωτεΐνες, με αποτέλεσμα να είναι πολύ ευαίσθητο στην οξειδωτική φθορά. Η κατανάλωση λαχανικών, οσπρίων και ελαιολάδου εμποδίζει σε μεγάλο βαθμό την οξειδωσή του. Επιπλέον, η λήψη τροφών που είναι πλούσιες σε σίδηρο, ψευδάργυρο, ασβέστιο, μαγνήσιο, ρετινόλη και βιταμίνη C φαίνεται ότι μπορεί να αυξήσει σε κάποιο βαθμό την ενδογενή αντιοξειδωτική ικανότητα του δέρματος.

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η προσπάθεια διερεύνησης της επίδρασης τριών διαφορετικών διατροφικών σχημάτων, αναφορικά με τη σύστασή τους σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά, στη γήρανση του δέρματος γυναικών ηλικίας μεγαλύτερης των 25 ετών. Τα διαιτητικά σχήματα που θα μελετηθούν είναι το μεσογειακό πρότυπο διατροφής, η διαίτα που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών και τέλος, το διατροφικό σχήμα που βασίζεται στην αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων (κυρίως με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη).

Στο ειδικό μέρος της πτυχιακής, με τη βοήθεια του διαιτητικού λογισμικού DietSpeak αναλύονται ως προς τα αντιοξειδωτικά συστατικά τους τριάντα ημερήσια διαιτολόγια από κάθε διατροφικό σχήμα. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης συμμετείχαν δέκα διαιτολόγοι, σχεδιάζοντας ο καθένας από ένα τριήμερο διαιτολόγιο για κάθε ένα από τα μελετώμενα σχήματα. Τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν σε πίνακες και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μεσογειακή διατροφή είναι αυτή που φαίνεται να εξασφαλίζει μεγαλύτερη επάρκεια αντιοξειδωτικών ουσιών, καθώς και μεγαλύτερη συμμόρφωση από τον εξεταζόμενο. Αντίθετα οι μεγαλύτερες αποκλίσεις από τις συνιστώμενες τιμές φαίνεται να εμφανίζονται στην πρωτεϊνική διαίτα.

## Summary

Nutrition Science through multidimensional studies is constantly working on new evidence regarding the role of diet in skin aging progress in women. There is evidence that certain food ingredients can improve the quality and appearance of the skin.

The skin consists of lipids and proteins, substances that are very susceptible to oxidative damage. The consumption of vegetables, legumes and olive oil to a large extent help to prevent this oxidation. In addition, eating foods rich in iron, zinc, calcium, magnesium, retinol and vitamin C may increase the endogenous antioxidant capacity of skin.

The aim of this thesis is to explore the impact of three different dietary patterns, regarding their composition in macronutrients and micronutrients and their role on skin aging in women older than 25 years of age. Dietary patterns to be studied are Mediterranean Diet, diet characterized by increased protein intake and finally, dietary regimen based on an increased intake of carbohydrates (low glycemic index).

As a research of this project, an analysis of thirty daily diets of each dietary pattern into their antioxidant composition was done, by using the dietitian's software Diet Speak. Ten dietitians designed a three- day dietary regimen for each of the possible nutritional forms for a specific case study. Mean values of the provided nutrients were calculated and the results were compiled in tables and showed that the Mediterranean diet is the one that seems to provide more adequately all sources of antioxidants, while in the same time achieves greater compliance by the patient. On the contrary, larger deviations from the recommended values (RDAs and RNIs) were observed regarding the high protein diet.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου εργασίας κα. Χατζή Βασιλική, για την καθοδήγηση και τη βοήθεια σε κάθε φάση της δημιουργίας της. Αξιόλογη υπήρξε και η βοήθεια του κ. Δημητροπουλάκη Πέτρο για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της πτυχιακής στο διαιτολογικό λογισμικό Diet Speak.

Τέλος θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου για την διαρκή τους υποστήριξη.

Ζήκα Αικατερίνη  
Σητεία, Μάρτιος 2012

## Εισαγωγή

Το ανθρώπινο δέρμα εκτίθεται συνεχώς σε εξωτερικές και εσωτερικές επιδράσεις, οι οποίες μπορούν να μεταβάλλουν την κατάσταση και τη λειτουργία του. Το 80 % της γήρανσης του δέρματος προέρχεται από την επίδραση της UV ηλιακής ακτινοβολίας και ονομάζεται φωτογήρανση. Η υπεριώδης ακτινοβολία αφυδατώνει, μειώνει την ελαστικότητα, αλλάζει το χρώμα και την όψη του δέρματος. Άλλοι εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία του δέρματος είναι οι τοξικές και αλλεργιογόνες ουσίες οι οποίες έρχονται σε επαφή με το δέρμα και διάφορες μηχανικές αλλοιώσεις. Ενδογενείς παράγοντες είναι η γενετική προδιάθεση, η κατάσταση του ορμονικού και ανοσοποιητικού συστήματος και το οξειδωτικό στρες.

Η διατροφή επηρεάζει δραστικά τη λειτουργία και την εμφάνιση του δέρματος. Αυτό είναι προφανές αφού, όταν υπάρχουν διατροφικές ανεπάρκειες, αναπτύσσονται βλάβες στο δέρμα, οι οποίες βελτιώνονται με τη συμπληρωματική χορήγηση των ελλειμματικών θρεπτικών συστατικών. Στην ερώτηση λοιπόν, αναφορικά με το τι θα μπορούσε να κάνει κάποιος ώστε το δέρμα του να έχει καλύτερη όψη, μια καλή απάντηση θα ήταν να προσέχει τι τρώει. Το δέρμα είναι ο καθρέφτης της εσωτερικής υγείας. Από τη στιγμή της γέννησης ως το τέλος της ζωής, οι ελεύθερες ρίζες δυσχεραίνουν την όψη του δέρματος. Το κάπνισμα, η έλλειψη άσκησης, η κατανάλωση τροφών με υψηλά λιπαρά φαίνεται να ευνοούν την εμφάνιση της γήρανσης. Από την άλλη, αντιοξειδωτικά τρόφιμα όπως είναι τα φρούτα και τα λαχανικά παρουσιάζονται από τους ερευνητές ως το μόνο όπλο για την καταπολέμησή τους.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## Θεωρητικό Μέρος

### Κεφάλαιο 1: Δέρμα και μηχανισμός γήρανσης δέρματος

1.1	Δομή δέρματος	11
1.2	Μηχανισμός γήρανσης δέρματος	13
1.3	Οξειδωτικό στρες	14
1.3.1	Ελεύθερες ρίζες οξυγόνου	15
1.3.2	Ανιόν υπεροξειδίου	15
1.3.3	Ρίζα υδροξυλίου ( $\cdot\text{OH}$ )	16
1.3.4	Άλλες δραστικές ρίζες οξυγόνου	17
1.3.5	Δραστικές ρίζες αζώτου	17
1.4	Οξειδωτική βλάβη στα βιομόρια	18

### Κεφάλαιο 2: Τα αντιοξειδωτικά και η δράση τους

2.1	Ορισμός των αντιοξειδωτικών και η δράση τους στην αντιμετώπιση της γήρανσης του δέρματος	21
2.2	Αντιοξειδωτικά ένζυμα	21
2.2.1	Δισμουτάση του υπεροξειδίου (SOD)	21
2.2.2	Καταλάση	22
2.2.3	Ένζυμα της οδού της φωσφορικής πεντόζης	22
2.2.4	Αναγωγή της γλουταθειόνης (GR)	22
2.2.5	Υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης (GPxs)	23
2.2.6	Υπεροξειδάση της θειορεδοξίνης και αναγωγή της Θειορεδοξίνης	24
2.2.7	Συνένζυμο Q10	24
2.3	Μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά που διακόπτουν την αλυσιδωτή αντίδραση	25
2.3.1	Γλουταθειόνη	25
2.3.2	Θειοαναγωγάσες	27
2.3.3	Βιταμίνη C	27
2.3.4	Βιταμίνη E	29
2.3.5	Βιταμίνη A (Ρετινόλη)	30
2.3.5.1	Καροτενοειδή	31

2.3.5.2 Λυκοπένιο	33
2.3.6 Μέταλλα	33
2.3.6.1 Σελήνιο	34
2.3.6.2 Ψευδάργυρος	34
2.3.6.3 Χαλκός	36
2.4 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης	36
2.5 Φυσιολογική λειτουργία και θεραπευτικές δράσεις των ελεύθερων ριζών	37
2.6 Αντιοξειδωτικά και διατροφή	38

### **Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση των τριών υπό μελέτη διατροφικών σχημάτων**

3.1 Μεσογειακή διατροφή	39
3.1.1 Διατροφικές οδηγίες για τον Ελληνικό πληθυσμό	41
3.1.2 Ομάδες Τροφίμων στη Μεσογειακή διατροφή	43
3.1.2.1 Δημητριακά	43
3.1.2.2 Λαχανικά και φρούτα	44
3.1.2.3 Έλαια	45
3.1.2.4 Γαλακτοκομικά προϊόντα	46
3.1.2.5 Ψάρια και Θαλασσινά	46
3.1.2.6 Κρέας και Αυγά	47
3.1.2.7 Όσπρια	47
3.1.2.8 Ξηροί καρποί	48
3.1.2.9 Πατάτες	48
3.1.2.10 Κρέας	49
3.1.2.11 Ζάχαρη και σχετικά προϊόντα	49
3.1.2.12 Μυρωδικά	50
3.1.2.13 Αιθυλική αλκοόλη	50
3.1.2.14 Κάπνισμα	51
3.1.3 Διατροφικές Οδηγίες σε Επίπεδο Τροφίμων και Συνιστώμενες Προσλήψεις Θρεπτικών Συστατικών	51
3.1.4 Διαγραμματική Απεικόνιση των Διατροφικών Συστάσεων σε Επίπεδο Τροφίμων	52
3.2 Δίαιτα υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης (Highproteindiet)	52



3.3 Διατροφικό σχήμα που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων (κυρίως με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη και μέτρια έως χαμηλή πρόσληψη λίπους)	54
<b>Βιβλιογραφία Θεωρητικού Μέρους</b>	<b>56</b>
<b>Ειδικό Μέρος</b>	
<b>Εισαγωγή</b>	<b>67</b>
4.1 Μεσογειακή διατροφή και γήρανση δέρματος	67
4.2 Διατροφικό σχήμα βασισμένο στην υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών και γήρανση δέρματος	69
4.3 Διατροφικό σχήμα βασισμένο στην υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων και γήρανση δέρματος	71
4.4 Σκοπός	73
4.5 Μεθοδολογία	73
4.5.1 Εργαλεία	74
4.6 Αποτελέσματα	77
4.7 Συζήτηση	93
4.7.1 Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων	94
4.7.2 Κατανάλωση αλκοόλ	97
4.7.3 Κατανάλωση νερού	98
4.7.4 Βιταμίνη Α	98
4.7.5 Βιταμίνη Ε	99
4.7.6 Βιταμίνη C	100
4.7.7 Φολικό οξύ	101
4.7.8 Διακυμάνσεις προσλαμβανόμενης ενέργειας	101
4.7.9 Περιορισμοί	103
<b>Επίλογος</b>	<b>104</b>
<b>Βιβλιογραφία Ειδικού Μέρους</b>	<b>105</b>

# Θεωρητικό Μέρος

## Κεφάλαιο 1: Δέρμα και μηχανισμός γήρανσης δέρματος

### 1.1. Δομή δέρματος

Το δέρμα του ανθρώπου αποτελεί μια πολύπλοκη ενότητα, η οποία έχει έκταση 1,5 -2,1 m<sup>2</sup> και με τα εξαρτήματά του να φθάνουν το 16% του συνολικού βάρους του σώματος. Το δέρμα είναι ένα πολύτιμο όργανο, του οποίου η κύρια λειτουργία είναι η προστασία του σώματος από μηχανικές, θερμικές και χημικές κακώσεις, καθώς και από την εισβολή μικροοργανισμών. Παράλληλα, η ανταλλαγή αερίων, η θερμορύθμιση, η αισθητικότητα, καθώς και η παραγωγή σμήγματος και ιδρώτα, αποτελούν βασικές λειτουργίες του δέρματος (Trussler & Byrd, 2009).

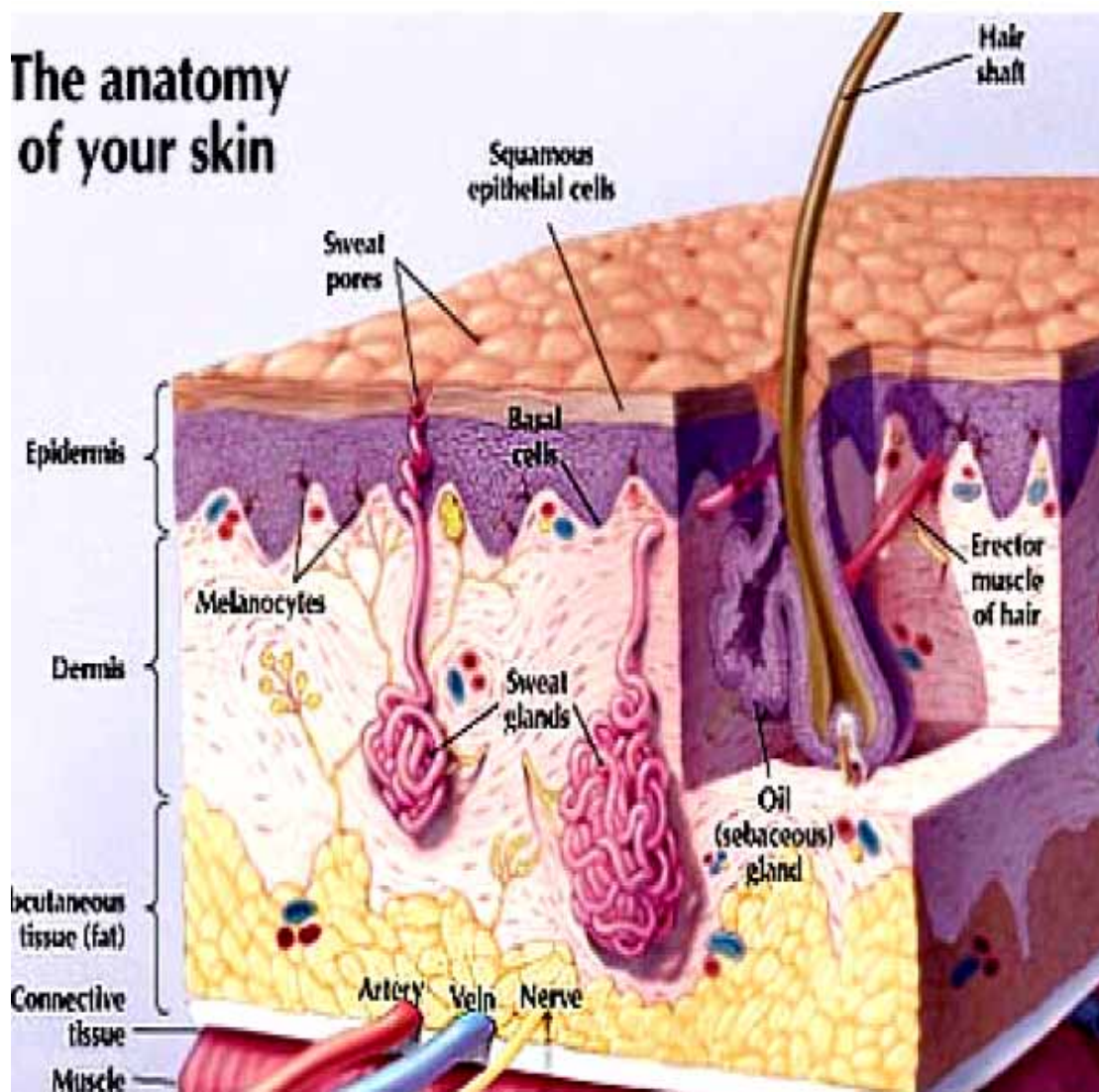
Ιστολογικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.1, το ανθρώπινο δέρμα αποτελείται από την επιδερμίδα, το χόριο και τον υποδόριο ιστό, καθώς και τα εξαρτήματά του (τρίχες, σμηγματογόνοι αδένες, νύχια). Η επιδερμίδα αποτελείται από πέντε στοιβάδες κυττάρων, ξεκινώντας από τη μητρική ή βασική, η οποία περιέχει ένα στοιχείο κυττάρων από όπου παράγονται όλες οι στοιβάδες της επιδερμίδας. Η βασική στιβάδα χαρακτηρίζεται από έντονη μιτωτική δραστηριότητα και είναι υπεύθυνη σε συνδυασμό με το αρχικό τμήμα της επόμενης στιβάδας, για τη συνεχή ανανέωση των επιδερμικών κυττάρων.

Η ανθρώπινη επιδερμίδα ανανεώνεται κάθε 15-30 μέρες περίπου, ανάλογα με την περιοχή του σώματος, την ηλικία και άλλους παράγοντες. Ανάμεσα στα κύτταρα της βασικής στιβάδας βρίσκονται τα μελανοκύτταρα, από τα οποία παράγεται η μελανίνη (μια από τις σπουδαιότερες χρωστικές, στην οποία οφείλεται το χρώμα της επιδερμίδας), τα κερατινοκύτταρα και τα κύτταρα του Lagerhans. Οι άλλες στοιβάδες της επιδερμίδας είναι η μαλπιγιανή, η κοκκώδης, η διαυγής (μόνο στα πέλματα και τις παλάμες) και τέλος η κερατίνη.

Το χόριο προεκβάλλει στην επιδερμίδα με την μορφή θηλών και αποτελείται από συνδετικό ιστό, ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης, αγγεία αίματος και απολήξεις νεύρων. Είναι υπεύθυνο για το σχηματισμό ρυτίδων αφού εκεί βρίσκεται το κολλαγόνο και η ελαστίνη, που αποτελούν απαραίτητες για την υγεία του δέρματος πρωτεΐνες ενώ

ταυτόχρονα του προσφέρουν ελαστικότητα. Τα σημαντικότερα κύτταρα του χορίου είναι οι ινοβλάστες τα οποία είναι επιμήκη και ωειδή κύτταρα με ωχρό πρωτόπλασμα και με διαυγή ατρακτοειδή πυρήνα. Άλλα κύτταρα που περιέχονται στο χόριο είναι τα ιστοκύτταρα, τα σιτευτικά κύτταρα, τα λεμφοκύτταρα και τα πλασματοκύτταρα.

Ο υποδόριος ιστός αποτελείται από δεσμίδες συνδετικού ιστού, ανάμεσα στις οποίες βρίσκονται πολλά λιποκύτταρα, ιδρωτοποιόι αδένες και αιμοφόρα αγγεία. Η μείωση του πάχους του υποδόριου ιστού έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση χαλάρωσης του δέρματος (Valladean & Saeland , 2005).



Connective tissue= συνδετικός ιστός, muscle=μυς, sweat pores=πόροι του ιδρωτοποιού αδένα, squamous epithelial cells =λεπιδοτά επιθηλιακά κύτταρα, hair shaft =στέλεχος τρίχας, basal cells =βασικά κύτταρα, melanocytes=μελανοκύτταρα, erector muscle of hair = ορθωτήρας μυς  
Εικόνα 1.1 : Δομή του ανθρώπινου δέρματος (Valladean & Saeland , 2005)

## 1.2. Μηχανισμός γήρανσης δέρματος

Το φαινόμενο της γήρανσης χαρακτηρίζει μόνο τους ανώτερους οργανισμούς. Οι κατώτεροι οργανισμοί, όπως τα πρωτόζωα, δε γηράσκουν, πολλαπλασιάζονται σε κατάλληλες συνθήκες χωρίς διακοπή και μόνο βλαπτικές εξωτερικές συνθήκες (ακτινοβολία) μπορούν να τους οδηγήσουν στο «θάνατο» (Πρωτόπαπα, 2001).

Η γήρανση είναι η προοδευτική φθορά των κυττάρων των διαφόρων ιστών του οργανισμού, η οποία οδηγεί σε ελάττωση της αντίστασής του. Η γήρανση της επιδερμίδας του προσώπου είναι μία γενετικά προγραμματισμένη, μη αντιστρεπτή διαδικασία, τόσο όσο αφορά στο χρόνο εμφάνισής της (25ο ηλικιακό έτος), αλλά και ως προς την ένταση και τους ρυθμούς που θα ακολουθήσει (Bergfeld, 1999).

Η γήρανση του δέρματος διακρίνεται σε ενδογενή και εξωγενή. Η ενδογενής γήρανση είναι γενετικά προκαθορισμένη και μη αντιστρεπτή. Χαρακτηρίζεται κυρίως από:

1. Λέπτυνση όλων των στοιβάδων του δέρματος
2. Απώλεια της ελαστικότητας της επιδερμίδας
3. Μείωση του αριθμού των ινών του κολλαγόνου και της ελαστίνης
4. Ελάττωση της κυκλοφορίας του αίματος στα αιμοφόρα αγγεία του υποδόριου ιστού
5. Οστική απορρόφηση
6. Μείωση της ικανότητας σύσπασης των μυών

Οι παραπάνω αλλαγές έχουν σαν αποτέλεσμα να εμφανίζονται ρυτίδες στο δέρμα, οι οποίες κάνουν πιο έντονη την παρουσία τους στο πρόσωπο, ενώ οι ιστοί που στηρίζουν το δέρμα χαλαρώνουν, κάνοντας περισσότερο εμφανή τα παραπάνω φαινόμενα (Glogau, 1997).

Η εξωτερική εμφάνιση του δέρματος, εκτός από τα γονίδια, επηρεάζεται και από διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένων και των καθημερινών συνηθειών που έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση εκφυλιστικών μεταβολών του δέρματος, οι οποίες προστίθενται σε αυτές που προκαλεί η ενδογενής γήρανση.

Ο πιο επιβαρυντικός από τους παράγοντες του περιβάλλοντος είναι η υπεριώδης ακτινοβολία, η οποία προκαλεί τη φωτογήρανση. Το δέρμα υπό την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας χάνει την ελαστικότητα του, γίνεται τραχύ, με έντονες ρυτίδες και υπερμελάγχρωση. Άλλοι επιβαρυντικοί παράγοντες είναι το κάπνισμα, οι ρύποι της ατμόσφαιρας, η διατροφή και η έλλειψη ξεκούρασης. Η εξωγενής γήρανση επιταχύνει τόσο την εμφάνιση της ενδογενούς γήρανσης, όσο και την ένταση των συμπτωμάτων της. Κοινός παρανομαστής της ενδογενούς και της εξωγενούς γήρανσης είναι οι ελεύθερες ρίζες (Farage et al., 2007).

### **1.3 Οξειδωτικό στρες**

Οι ελεύθερες ρίζες αποτελούν προϊόντα του φυσιολογικού κυτταρικού μεταβολισμού και παίζουν διττό ρόλο: άλλοτε είναι ευεργετικές για τα κύτταρα και τους οργανισμούς και άλλοτε βλαπτικές (Valko et al., 2006).

Υπό φυσιολογικές συνθήκες, οι κύριες πηγές παραγωγής ελευθέρων ριζών οξυγόνου είναι η διαρροή ηλεκτρονίων από τις μιτοχονδριακές και τις μικροσωμικές αλυσίδες μεταφοράς ηλεκτρονίων, η φαγοκυττάρωση και τα ενδογενή ενζυμικά συστήματα (Lachance, Nakat & Jeong, 2001).

Οι ευεργετικές δράσεις των ελευθέρων ριζών οξυγόνου παρατηρούνται σε χαμηλές έως και μέτριες συγκεντρώσεις και αφορούν σε φυσιολογικούς ρόλους, στην κυτταρική απόκριση στο stress, στη μεταγωγή σήματος, στην κυτταρική διαφοροποίηση, στη μεταγραφή γονιδίων, στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, στη φλεγμονή και στην απόπτωση (Kirlin et al., 1999). Οι βλαβερές δράσεις των ελευθέρων ριζών οξυγόνου και αζώτου, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν βιολογική βλάβη, είναι γνωστές ως οξειδωτικό stress και stress αζώτου αντίστοιχα (Konovic & Jacintho, 2001).

Το οξειδωτικό stress συμβαίνει στα βιολογικά συστήματα, όταν από τη μία πλευρά υπάρχει υπερπαραγωγή δραστικών ριζών, ενώ από την άλλη παρατηρείται ανεπάρκεια των ενζυμικών και των μη ενζυμικών αντιοξειδωτικών μηχανισμών. Με άλλα λόγια, ως οξειδωτικό stress ορίζεται η διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ των προοξειδωτικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών του κυττάρου και οφείλεται είτε σε αυξημένη παραγωγή ελευθέρων ριζών οξυγόνου είτε σε ανεπάρκεια των κυτταρικών

αντιοξειδωτικών μηχανισμών (Klatt&Lamas, 2000). Η περίσσεια των ελευθέρων ριζών προκαλεί βλάβες στα κυτταρικά λιπίδια, τις πρωτεΐνες ή το DNA, αναστέλλοντας έτσι τη λειτουργία τους. Κατά συνέπεια, το οξειδωτικό stress ενοχοποιείται για την εμπλοκή του στην παθοφυσιολογία πολλών νοσημάτων, καθώς και στη διεργασία της γήρανσης. Η λεπτή ισορροπία ανάμεσα στις ευεργετικές και τις βλαβερές δράσεις των ελευθέρων ριζών έχει ιδιαίτερη σημασία για τους ζώντες οργανισμούς και διαφυλάσσεται με μηχανισμούς γνωστούς ως «οξειδοαναγωγική ρύθμιση». Η οξειδοαναγωγική ρύθμιση διατηρεί την οξειδοαναγωγική ομοιόσταση και προστατεύει τους ζώντες οργανισμούς από το οξειδωτικό stress (Droge, 2002).

### **1.3.1 Ελεύθερες ρίζες οξυγόνου**

Η ελεύθερη ρίζα ορίζεται ως ένα άτομο ή μόριο με δυνατότητα αυτοδύναμης υπαρξής, το οποίο περιέχει ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Η έννοια του ασύζευκτου ηλεκτρονίου υποδηλώνει ότι ένα ηλεκτρόνιο κινείται μόνο του σε μία τροχιά, γύρω από τον πυρήνα του ατόμου, σε αντίθεση με το σύνηθες φαινόμενο της υπαρξής δύο ηλεκτρονίων, σε κάθε τροχιά, τα οποία παρουσιάζουν αντίθετη στροφορμή. Η παρουσία ασύζευκτου ηλεκτρονίου προσδίδει στις ρίζες οξυγόνου ιδιαίτερη δραστηριότητα και μπορούν είτε να δώσουν ένα ηλεκτρόνιο είτε να λάβουν ηλεκτρόνιο από άλλα μόρια, συμπεριφερόμενες έτσι ως οξειδωτικές ή αναγωγικές ουσίες. Οι ελεύθερες ρίζες που παράγονται από το οξυγόνο αποτελούν τη σπουδαιότερη ομάδα ελευθέρων ριζών στους ζώντες οργανισμούς. Υπάρχουν όμως και κάποιες ενώσεις του οξυγόνου, όπως το υπεροξειδίο του υδρογόνου και το μοριακό οξυγόνο, οι οποίες αν και δεν είναι ελεύθερες ρίζες συμπεριφέρονται όπως αυτές, επειδή χημικά είναι πολύ δραστικές και μπορούν να οδηγήσουν στο σχηματισμό ελευθέρων ριζών (Miller, Buettner & Aust, 1990).

### **1.3.2 Ανιόν του υπεροξειδίου**

Η προσθήκη ενός ηλεκτρονίου στο μοριακό οξυγόνο δημιουργεί την ελεύθερη ρίζα του ανιόντος του υπεροξειδίου ( $O_2^-$ ) (Miller, Buettner & Aust, 1990). *In vivo*, το  $O_2^-$  παράγεται τόσο ενζυμικά όσο και μη ενζυμικά. Τα μιτοχόνδρια φαίνεται να αποτελούν

την κύρια κυτταρική πηγή  $O_2^-$ . Στις ενζυμικές πηγές συμπεριλαμβάνονται οι NADPH οξειδάσες που εντοπίζονται στην κυτταρική μεμβράνη των πολυμορφοκυττάρων, των μακροφάγων και των ενδοθηλιακών κυττάρων, καθώς και οι εξαρτώμενες από τοκυτόχρωμα P450 οξυγενάσες. Μια άλλη ενζυμική πηγή  $O_2^-$  και  $H_2O_2$  αποτελεί η πρωτεολυτική μετατροπή της αναγωγάσης της ξανθίνης σε οξειδάση της ξανθίνης. Η μη ενζυμική παραγωγή του  $O_2^-$  γίνεται όταν μονήρες ηλεκτρόνιο μεταφέρεται άμεσα στο οξυγόνο είτε από αναχθέντα συνένζυμα είτε από προσθετικές ομάδες (π.χ. ομάδες σιδήρου, θείου) ή από ξενοβιοτικά, τα οποία προηγουμένως έχουν αναχθεί από ορισμένα ένζυμα. Η αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων των μιτοχονδρίων διαθέτει πολλά οξειδοαναγωγικά κέντρα, από τα οποία μπορούν να διαφύγουν ηλεκτρόνια προς το οξυγόνο, συνιστώντας έτσι την κύρια πηγή  $O_2^-$  για τους περισσότερους ιστούς.

Το ανιόν του υπεροξειδίου παράγεται στην εξωτερική μεμβράνη των μιτοχονδρίων, στη θεμέλια ουσία, αλλά και στις δύο πλευρές της εσωτερικής μεμβράνης των μιτοχονδρίων. Προέρχεται είτε από τις μεταβολικές διεργασίες είτε από την ενεργοποίηση του οξυγόνου μέσω της φυσικής ακτινοβολίας και θεωρείται η κύρια ελεύθερη ρίζα οξυγόνου, που μπορεί στη συνέχεια να αντιδράσει με άλλα μόρια και να οδηγήσει στη γένεση δευτερογενών δραστικών ριζών οξυγόνου είτε άμεσα, είτε κυρίως μέσω διεργασιών που καταλύονται από μέταλλα και ένζυμα (Valko, Morris & Cronin, 2005).

### 1.3.3 Ρίζα υδροξυλίου ( $\cdot OH$ )

Η ρίζα υδροξυλίου ( $\cdot OH$ ) είναι ιδιαίτερα δραστική, με χρόνο ημιζωής *in vivo* περίπου  $10^{-7}$  s (Pastor, Weinstein, Jamison & Brenowitz, 2000). Η οξειδοαναγωγική κατάσταση του κυττάρου συνδέεται στενά με τα οξειδοαναγωγικά ζεύγη σιδήρου και χαλκού. Η ρύθμιση του σιδήρου έχει ως στόχο την απουσία ελεύθερου σιδήρου στον ενδοκυττάριο χώρο. Παρόλα αυτά, υπό συνθήκες stress, η περίσσεια  $O_2^-$  ελευθερώνει σίδηρο από τις πρωτεΐνες που τον περιέχουν (Liochev & Fridovich, 1994). Συνεπώς, υπό συνθήκες stress το  $O_2^-$  δρα ως οξειδωτική ουσία για τα μεταλλοένζυμα και διευκολύνει την παραγωγή  $\cdot OH$  από το  $H_2O_2$ , παρέχοντας ιόντα σιδήρου για την αντίδραση Fenton (Leonard, Harris & Shi, 2004). Το  $O_2^-$  συμμετέχει στην αντίδραση Haber-Weiss ( $O_2^- + H_2O_2 \rightarrow O_2 + \cdot OH + OH^-$ ), η οποία συνδυάζει την αντίδραση Fenton με την αναγωγή του



τριθενούς σιδήρου από το  $O_2^{\cdot-}$  προς δισθενή σίδηρο και μοριακό οξυγόνο ( $Fe^{3+} + O_2^{\cdot-} \rightarrow Fe^{2+} + O_2$ ). Ο σχηματιζόμενος σίδηρος μπορεί να συμμετέχει στην αντίδραση Fenton ( $Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + \cdot OH + OH^-$ , αντίδραση μεταξύ του  $H_2O_2$  και των αλάτων σιδήρου), η οποία οδηγεί στην παραγωγή ιδιαίτερα δραστικών ριζών υδροξυλίου, ικανών να οξειδώσουν μεγάλο αριθμό οργανικών υποστρωμάτων. Πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι η αντίδραση Fenton συμβαίνει *in vitro*. Η σπουδαιότητά της υπό φυσιολογικές συνθήκες στον οργανισμό δεν είναι σαφής, ιδιαίτερα εάν ληφθεί υπόψη η αμελητέα ποσότητα ελευθέρων ιόντων μετάλλων, τα οποία μπορούν να δράσουν καταλυτικά λόγω της επιτυχούς δέσμευσής τους από τις μεταλλοπρωτεΐνες (Kakhlon & Cabantchik, 2002).

#### 1.3.4 Άλλες δραστικές ρίζες οξυγόνου

Άλλες δραστικές ρίζες οξυγόνου που μπορούν να παραχθούν στους ζώντες οργανισμούς είναι οι ρίζες υπεροξειδίου  $ROO\cdot$ . Η απλούστερη ρίζα υπεροξειδίου είναι η  $HOO\cdot$  η οποία είναι γνωστή ως ρίζα υδροϋπεροξειδίου (DeGrey, 2002). Αυτή είναι υπεύθυνη για την έναρξη της υπεροξειδωσης των λιπιδίων (Aikens&Dix, 1991). Τα υπεροξεισώματα υπό φυσιολογικές συνθήκες παράγουν  $H_2O_2$  αλλά όχι  $O_2^{\cdot-}$ . Τα υπεροξεισώματα είναι κύρια οργανίδια, τα οποία καταναλώνουν οξυγόνο στο κύτταρο και συμμετέχουν σε πολλές βιολογικές διεργασίες που χρησιμοποιούν οξυγόνο. Η κατανάλωση οξυγόνου στα υπεροξεισώματα, έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή  $H_2O_2$ , το οποίο, στη συνέχεια, χρησιμοποιείται για την οξείδωση μεγάλου αριθμού μορίων (Valko, 2004).

#### 1.3.5 Δραστικές ρίζες αζώτου

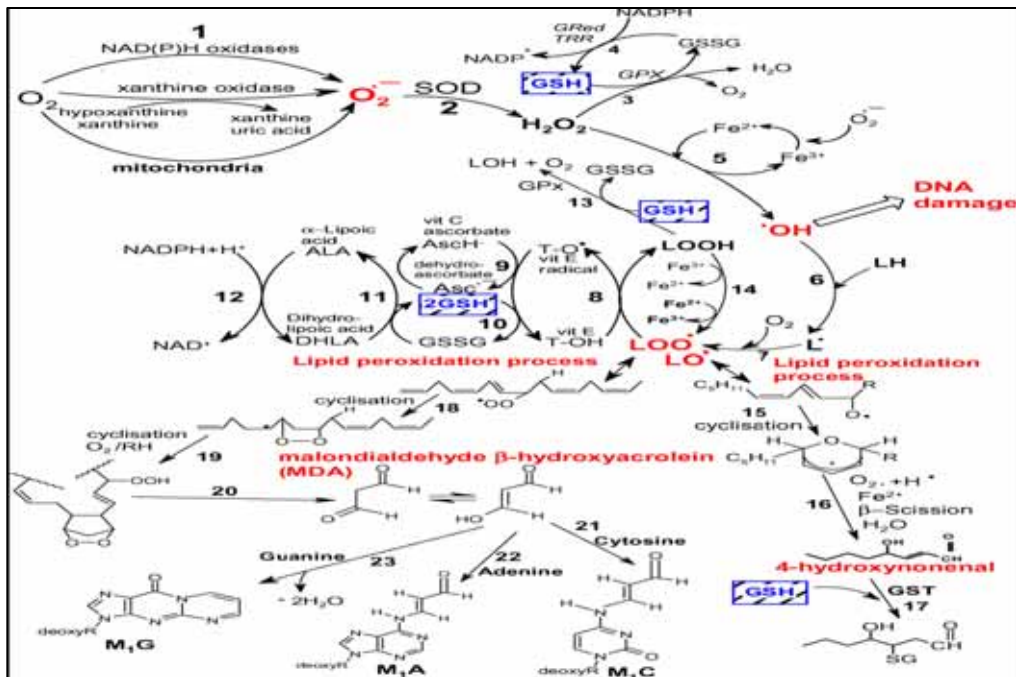
Η ρίζα του μονοξειδίου του αζώτου ( $NO\cdot$ ) αποτελεί ένα μικρό μόριο, το οποίο περιέχει ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο και συνεπώς αποτελεί ελεύθερη ρίζα. Συντίθεται κατά την οξείδωση της L-αργινίνης προς κιτρουλίνη, με μια διεργασία που καταλύεται από τις συνθετάσες του NO (Ghafourifar & Cadenas, 2005). Το NO αποτελεί σημαντικό μόριο μεταγωγής σήματος σε μεγάλο αριθμό φυσιολογικών διεργασιών, όπως η

νευρομεταβίβαση, η ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, η χάλαση των λείων μυϊκών ινών, η ανοσία (Bergendi *et al.*, 1999).

#### **1.4 Οξειδωτική βλάβη στα βιομόρια**

Οι δραστικές ρίζες οξυγόνου σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι δυνητικά βλαπτικές για τα συστατικά του κυττάρου. Ενοχοποιούνται για εκτεταμένη οξειδωτική βλάβη των λιπιδίων των μεμβρανών, του DNA, των πρωτεϊνών, καθώς και για υπεροξείδωση των λιποπρωτεϊνών (Klatt&Lamas, 2000). Η ρίζα υδροξυλίου αντιδρά με όλα τα συστατικά του μορίου του DNA, προκαλεί βλάβες στις βάσεις πουρίνης και πυριμιδίνης, αλλά και στο σκελετό δεοξυριβόζης. Η μόνιμη τροποποίηση του γενετικού υλικού από αυτή την οξειδωτική βλάβη αποτελείτο πρώτο βήμα στην καρκινογένεση, τη μεταλλαξιογένεση και τη γήρανση (Mao*et al.*, 1999).

Εικόνα 1.2: Διαδικασία οξειδωτικής βλάβης στα βιομόρια (Valkoetal, 2007)



**Αντίδραση 1:** Η ρίζα  $O_2^-$  σχηματίζεται από το  $O_2$  με τη βοήθεια της οξειδάσης του NAD (P) H ή της οξειδάσης της ξανθίνης ή μη ενζυματικά από οξειδοαναγωγικά ενεργές ενώσεις (όπως η ουβικινόνη) στη μιτοχονδριακή αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων.

**Αντίδραση 2:** Η ελεύθερη ρίζα μετατρέπεται σε υπεροξείδιο του υδρογόνου με τη βοήθεια του SOD

**Αντίδραση 3:** Το υπεροξείδιο του υδρογόνου μετατρέπεται σε μοριακό οξυγόνο και νερό με τη δράση του ενζύμου υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (GPX)

**Αντίδραση 4:** Η οξειδωμένη γλουταθειόνη (GSSG) μετατρέπεται σε GSH από το ένζυμο αναγωγάση της γλουταθειόνης (GRed), η οποία χρησιμοποιεί το NADPH ως δότη ηλεκτρονίων.

**Αντίδραση 5:** αντίδραση Fenton

**Αντίδραση 6:** Η ρίζα υδροξυλίου μπορεί να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο από τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (LH) με αποτέλεσμα το σχηματισμό  $L\cdot$

**Αντίδραση 7:** Το  $L\bullet$  αντιδρά με το μοριακό οξυγόνο με αποτέλεσμα το σχηματισμό  $LOO\bullet$ . Σε περίπτωση που δεν μειωθεί η συγκέντρωση των  $LOO\bullet$  δεν μειώνεται από τα αντιοξειδωτικά τότε λαμβάνουν οι αντιδράσεις υπεροξειδωσής των λιπιδίων (αντιδράσεις 18-23 και 15-17).

**Αντίδραση 8:** Η  $LOO\bullet$  αντιδρά με τη βιταμίνη E με αποτέλεσμα το σχηματισμό T-OH  
**Αντίδραση 9:** Αναγέννηση της βιταμίνης E από τη βιταμίνη C: Η βιταμίνη E μετατρέπεται σε βιταμίνη E (T-OH) με τη βοήθεια του ασκορβικού οξέος με αποτέλεσμα τη μετατροπή του ασκρβικού σε Asc•-

**Αντίδραση 10:** Η αναγέννηση της βιταμίνης E από τη γλουταθειόνη γίνεται με τη βοήθεια του GSH.

**Αντίδραση 11:** Η οξειδωμένη γλουταθειόνη (GSSG) καθώς και το Asc•- μετατρέπονται σε γλουταθειόνη και ανιόν ασκορβικού Asc<sup>-</sup> αντίστοιχα, με τη βοήθεια DHLA.

**Αντίδραση 12:** Η αναγέννηση του DHLA από την ALA γίνεται μέσω του NADPH.

**Αντίδραση 13:** Τα υπεροξειδία των λιπιδίων μετατρέπονται σε αλκοόλες και οξυγόνο με τη βοήθεια του GPX.

Διαδικασία υπεροξειδωσής λιπιδίων:

**Αντίδραση 14:** Τα υπεροξειδία των λιπιδίων αντιδρούν γρήγορα με το  $Fe^{2+}$  με τη μορφή  $LO\bullet$ , ή πολύ πιο αργά με  $Fe^{3+}$  σε μορφή  $LOO\bullet$ .

**Αντίδραση 15:** Το  $LO\bullet$ , που προέρχεται για παράδειγμα από το αραχιδονικό οξύ, υποβάλλεται σε αντίδραση κυκλοποίησης, με αποτέλεσμα το σχηματισμό εξαμελούς δακτύλιου.

**Αντίδραση 16:** Ο εξαμελής δακτύλιος μετατρέπεται σε 4-hydroxyonenal.

**Αντίδραση 17:** Το 4-hydroxyonenal αποδίδεται σε ένα αβλαβές σύμπλοκο γλουταθειόνης

**Αντίδραση 18,19,20:** Μέσω διαδικασίας κυκλοποίησης σχηματίζεται από το  $LOO\bullet$  ενδιάμεσο προϊόν για την παραγωγή μαλονδϋαλδεύδης.

**Αντιδράσεις 21,22,23:** Η μαλονδϋαλδεύδη μπορεί να αντιδράσει με τις βάσεις κυτοσίνη, αδερίνη, γουανίνης του DNA, με αποτέλεσμα το σχηματισμό συμπλεγμάτων MIC, M1A και M1G αντίστοιχα.

Ιδιαίτερα ευάλωτα στην επίδραση των δραστικών ριζών οξυγόνου είναι τα υπολείμματα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων των φωσφολιπιδίων, τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλη ευαισθησία στην οξείδωση. Μόλις σχηματιστούν, οι ρίζες υπεροξειδίου μπορούν να μετατραπούν μέσω διεργασίας κυκλοποίησης σε ενδοϋπεροξειδία (πρόδρομες μορφές της μαλονδιαλδεύδης), ενώ τελικό προϊόν της υπεροξειδωσής αποτελεί η μαλονδιαλδεύδη (Marnett, 1999). Εκτός από τη μαλονδιαλδεύδη, το άλλο κύριο προϊόν της υπεροξειδωσής των λιπιδίων είναι η αλδεύδη 4-υδροξυ-2-νονενάλη. Η MDA έχει μεταλλαξιογόνο δράση στα κύτταρα των βακτηρίων και των θηλαστικών. Η 4-υδροξυ-2-νονενάλη έχει ήπια μεταλλαξιογόνο δράση, αλλά φαίνεται να είναι το κύριο τοξικό προϊόν της υπεροξειδωσής των λιπιδίων. Οι μηχανισμοί που συμμετέχουν στην οξείδωση των πρωτεϊνών από τις δραστικές ρίζες οξυγόνου έχουν γίνει γνωστοί από μελέτες στις οποίες αμινοξέα, απλά πεπτίδια και πρωτεΐνες εκτέθηκαν σε ιονίζουσα ακτινοβολία υπό συνθήκες που οδήγησαν στο σχηματισμό ριζών υδροξυλίου ή μείγματος ριζών υδροξυλίου/ανιόντος υπεροξειδίου (Stadtman, 2004). Οι πλάγιες άλυστοι των αμινοξέων κυστεΐνης και μεθειονίνης είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην οξείδωση από τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου/αζώτου. Η οξείδωση των υπολειμμάτων κυστεΐνης μπορεί να οδηγήσει σε αναστρέψιμο σχηματισμό μεικτών δισουλφιδίων ανάμεσα στις ομάδες θειόλης των πρωτεϊνών (-SH) και τις μικρού μοριακού βάρους θειόλες, ιδιαίτερα τη γλουταθειόνη (Dalle-Donne *et al.*, 2003). Η συγκέντρωση των ομάδων καρβονυλίων, που παράγονται με πολλούς

διαφορετικούς μηχανισμούς, αποτελούν καλό μέτρο της προκαλούμενης από τις ελεύθερες ρίζες οξείδωσης των πρωτεϊνών (Dalle – Donne, 2005).

## **Κεφάλαιο 2: Τα αντιοξειδωτικά και η δράση τους**

### **2.1. Ορισμός των αντιοξειδωτικών και η δράση τους στην αντιμετώπιση της γήρανσης του δέρματος**

Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που δρουν με τέτοιο τρόπο ώστε να δεσμεύουν και να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες, μετατρέποντάς τες σε μη τοξικές και άρα ακίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ως αντιοξειδωτικό μπορεί να χαρακτηριστεί οποιαδήποτε ουσία, η οποία, όταν είναι παρούσα σε χαμηλές συγκεντρώσεις, συγκριτικά με εκείνες των υποστρωμάτων που πρόκειται να οξειδωθούν, καθυστερεί ή αναστέλλει την οξείδωση αυτών. Ο φυσιολογικός ρόλος των αντιοξειδωτικών, όπως προκύπτει από τον ορισμό, είναι η αποφυγή της βλάβης των κυτταρικών συστατικών, ως συνέπεια των χημικών αντιδράσεων, από τις οποίες προκύπτουν ελεύθερες ρίζες και η διατήρηση της οξειδοαναγωγικής ομοιόστασης. Τα αντιοξειδωτικά διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: τα αντιοξειδωτικά ένζυμα, τα αντιοξειδωτικά που διασπούν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις και τις πρωτεΐνες που δεσμεύουν τα μεταβατικά μέταλλα (Hamanaka, Miyachi&Imamura, 1990).

### **2.2. Αντιοξειδωτικά ένζυμα**

Τα αντιοξειδωτικά ένζυμα έχουν την ικανότητα να καταλύουν τη διάσπαση των ROS στο ενδοκυττάριο περιβάλλον. Σε αυτή την κατηγορία αντιοξειδωτικών ανήκουν η δισμουτάση του υπεροξειδίου, η καταλάση, τα ένζυμα της οδού των φωσφορικών πεντοζών, η αναγωγή της γλουταθειόνης, οι υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης, η υπεροξειδάση της θειορεδοξίνης, η αναγωγή της θειορεδοξίνης και το συνένζυμο Q (Kwonetal., 1994).

#### **2.2.1 Δισμουτάση του υπεροξειδίου (SOD)**

Η δισμουτάση του υπεροξειδίου καταλύει τη μετατροπή ανιόντων υπεροξειδίου σε υπεροξείδιο του υδρογόνου ( $2\text{O}_2^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$ ) και αποτελεί ένα από τα πιο αποτελεσματικά ενδοκυττάρια ενζυμικά συστήματα. Αν και το ένζυμο αυτό απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1939, μόλις το 1969 οι McCord και Fridovich

απέδειξαν την αντιοξειδωτική δράση του. Η δισμουτάση του υπεροξειδίου απαντά σε αρκετές ισομορφές, οι οποίες διαφέρουν ως προς τη φύση του μετάλλου του ενεργού κέντρου, τη σύνθεση των αμινοξέων, τον αριθμό των υπομονάδων, τους συμπαράγοντες και άλλα χαρακτηριστικά. Στον ανθρώπινο οργανισμό απαντάται σε τρεις μορφές, την κυτταροπλασματική CuZnSOD, τη μιτοχονδριακή MnSOD και την εξωκυττάρια SOD. Η SOD καταστρέφει τις  $O_2^-$  με απίστευτα υψηλές ταχύτητες αντίδρασης με τη διαδοχική οξείδωση και την αναγωγή του μετάλλου του ενεργού κέντρου (Chae *et al.*, 1994).

### **2.2.2 Καταλάση**

Η καταλάση συναντάται στα αερόβια βακτήρια, στους μύκητες, στα κύτταρα των φυτών και των ζώων. Εντοπίζεται στα υπεροξεισώματα αλλά και στα μιτοχόνδρια της καρδιάς. Δεν εντοπίζεται στα μιτοχόνδρια των κυττάρων άλλων ιστών και αποτελείται από τέσσερις υποομάδες. Καταλύει τη μετατροπή του υπεροξειδίου του υδρογόνου σε νερό και οξυγόνο σε δύο στάδια ( $2H_2O_2 = \dots = O_2 + 2H_2O$ ). Ένα μόριο καταλάσης μπορεί να μετατρέψει ένα εκατομμύριο μόρια υπεροξειδίου του υδρογόνου κάθε λεπτό (Kwon *et al.*, 1994).

### **2.2.3 Ένζυμα της οδού της φωσφορικής πεντόζης**

Τα συγκεκριμένα ένζυμα καταλύουν τις βιοχημικές αντιδράσεις της μεταβολικής οδού της φωσφορικής πεντόζης, η οποία αποτελεί την κύρια ενδοκυττάρια πηγή της NADPH (Chae *et al.*, 1994).

### **2.2.4 Αναγωγή της γλουταθειόνης (GR)**

Τόσο η ενζυμική όσο και η μη ενζυμική αδρανοποίηση των ελευθέρων ριζών από την αναχθείσα γλουταθειόνη (GSH) οδηγεί σε παραγωγή οξειδωμένης γλουταθειόνης (GSSG). Η GSSG απομακρύνεται από το κύτταρο, με αποτέλεσμα τη μείωση της ολικής ενδοκυττάριας γλουταθειόνης. Προκειμένου η γλουταθειόνη να

εκπληρώσει το ρόλο της ως αντιοξειδωτική ουσία, απαιτείται η διατήρηση υψηλής ενδοκυττάριας αναλογίας αναχθείσας (GSH) προς οξειδωμένη γλουταθειόνη (GSSG). Αυτό επιτυγχάνεται με μια βιοχημική αντίδραση, η οποία εξαρτάται απόλυτα από τη NADPH. Η δραστηριότητα της GR μπορεί να αυξηθεί με δύο μηχανισμούς: αύξηση των επιπέδων/δραστηριότητας της GR ή αύξηση των επιπέδων NADPH (Kwon *et al.*, 1994).

### 2.2.5 Υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης (GPxs)

Η δραστηριότητα της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης αναγνωρίστηκε από τον Mills το 1957, ενώ αποδόθηκε το 1973 σε ένα σελινοένζυμο από τους Flohe και Rotruck, σε συνεργασία με τις ερευνητικές τους ομάδες. Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν δύο μορφές του ενζύμου. Η μία μορφή εξαρτάται από το σελήνιο *GPxs*, ενώ η άλλη είναι ανεξάρτητη του σεληνίου (glutathione S-transferase GST). Αυτές οι δύο μορφές διαφέρουν ως προς τον αριθμό των υπομονάδων, τη φύση του δεσμού με το σελήνιο στο ενεργό κέντρο, καθώς και ως προς τους μηχανισμούς κατάλυσης (Kwon *et al.*, 1994).

Σήμερα είναι πλέον γνωστές τέσσερις διαφορετικές *GPxs* (*GPxs1-4*) στα θηλαστικά, οι οποίες φέρουν όλες στην ενεργό θέση κυστεΐνη, συνδεδεμένη με σελήνιο, με αποτέλεσμα η δράση τους να εξαρτάται από την επάρκεια της διατροφής σε σελήνιο. Οι υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης καταλύουν την αναγωγή του υπεροξειδίου του υδρογόνου ή των υδροϋπεροξειδίων των λιπιδίων, χρησιμοποιώντας ως αναγωγική ουσία τη γλουταθειόνη ( $2\text{GSH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{GSSG} + 2\text{H}_2\text{O}$ ) (Jamieson, 1998). Αν και η αναγωγή του  $\text{H}_2\text{O}_2$  γίνεται και από την καταλάση, τα σχετικά επίπεδα των *GPxs* και της καταλάσης διαφέρουν από ιστό σε ιστό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ο εγκέφαλος έχει πολύ χαμηλά επίπεδα δραστηριότητας καταλάσης και υψηλά επίπεδα δραστηριότητας των *GPxs*, ενώ το ήπαρ έχει υψηλά επίπεδα και των δύο ενζύμων (Chae *et al.*, 1994).



### 2.2.6 Υπεροξειδάση της θειορεδοξίνης και αναγωγάστης θειορεδοξίνης

Η υπεροξειδάση της θειορεδοξίνης ανάγει τόσο το  $H_2O_2$  όσο και τα αλκυλυδροϋπεροξειδία, σε συνδυασμό με την αναγωγή της θειορεδοξίνης, τη θειορεδοξίνη και τη NADPH (Netto *et al.*, 1996).

### 2.2.7 Συνένζυμο Q 10

Το συνένζυμο Q10 απομονώθηκε το 1957 από τα μιτοχόνδρια των μοσχαριών και βρίσκεται σε αυξημένη συγκέντρωση στα κύτταρα του μυοκαρδίου. Είναι μία λιποδιαλυτή ουσία η οποία αποκαλείται και ουβικινόνη. Από χημικής άποψης, το συνένζυμο Q10 είναι το 2,3 διμεθοξυ – 5 μεθυλ – 6 δεκαπρενυλ-βενζοκουινόνη. Το λειτουργικό μέρος του CoQ10 είναι ο δακτύλιος κινόνης. Η οξειδωμένη μορφή του συνενζύμου Q10 είναι το  $CoQH_2$ .

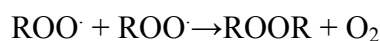
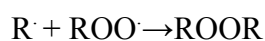
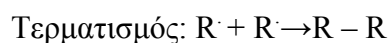
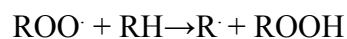
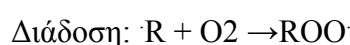
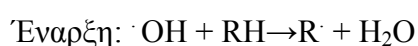
Τρόφιμα που περιέχουν αυξημένη συγκέντρωση του  $CoQ10$  είναι το μοσχάρι, τα πουλερικά και το μπρόκολο. Άλλες πηγές του συνενζύμου είναι το λάδι σόγιας, τα ιχθυέλαια, τα φιστίκια και οι σαρδέλες. Η συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη ανέρχεται στα 2-5 mgr.

Το  $CoQ10$  έχει την ικανότητα να μεταφέρει ηλεκτρόνια, γεγονός στο οποίο οφείλεται και ο αντιοξειδωτικός χαρακτήρας του. Η παρουσία του σε άλλες μεμβράνες, εκτός των μιτοχονδρίων, αποδεικνύει τη σημαντικότητα του αντιοξειδωτικού του χαρακτήρα (Crane, 2001).

Το  $CoQ10$  με τη μορφή  $QH_2$  έχει τη μέγιστη αντιοξειδωτική δράση. Στην οξειδωμένη του μορφή, το  $CoQ10$  μπορεί εύκολα να αποδώσει ένα ή δύο ηλεκτρόνια στις ελεύθερες ρίζες. Ο ρόλος του συνενζύμου είναι σημαντικός, αφού εμποδίζει την οξείδωση της LDL χοληστερόλης, μειώνοντας κατά συνέπεια τη διαδικασία της αθηροσκλήρωσης (Yokoyama *et al.*, 1996). Η ευεργετική δράση του συνενζύμου έχει μελετηθεί σε ασθενείς οι οποίοι έπασχαν από καρδιακή ανεπάρκεια, υπέρταση, ισχαιμία, καθώς και άλλα καρδιαγγειακά νοσήματα. Σύμφωνα με τις μελέτες αυτές, παρατηρήθηκε βελτίωση της κατάστασης υγείας των ασθενών μετά από τη χορήγηση 60 – 200 mgr  $CoQ10$  ημερησίως (Tiano *et al.*, 2007).

## 2.3 Μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά που διακόπτουν την αλυσιδωτή αντίδραση

Όταν μία δραστική ρίζα αντιδρά με ένα μόριο παράγονται δευτερογενείς ρίζες, οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να αντιδράσουν με άλλους στόχους, με αποτέλεσμα την παραγωγή ακόμη περισσότερων ριζών. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η αλυσιδωτή αντίδραση υπεροξειδωσίας των λιπιδίων, η οποία συνεχίζεται έως ότου δύο ρίζες ενωθούν προς ένα σταθερό προϊόν ή εξουδετερωθούν από τα μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά.



Τα λιποδιαλυτά και τα υδατοδιαλυτά μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά που διακόπτουν την αλυσιδωτή αντίδραση είναι μικρά μόρια, όπως η γλουταθειόνη, η βιταμίνη E, που μπορούν να δεχθούν ηλεκτρόνιο από μια ρίζα ή να δώσουν ηλεκτρόνιο προς σχηματισμό σταθερών παραπροϊόντων. Η αντίδραση οδηγεί σε οξείδωση του αντιοξειδωτικού, το οποίο στη συνέχεια πρέπει να αναγεννηθεί ή να αντικατασταθεί.

### 2.3.1 Γλουταθειόνη

Η ιστορία της γλουταθειόνης αρχίζει το 1888, όταν ο de Ray Pailhand ανακάλυψε την ουσία “hydrogenant de souffre”, η οποία είχε την ιδιότητα να ανάγει το στοιχειακό θείο, την οποία και ονόμασε “philothion” (Sies, 1999). Αργότερα, η ουσία αυτή απομονώθηκε από το Χημικό Hopkins και ονομάστηκε γλουταθειόνη. Τέλος, η ανακάλυψη της γλουταθειονυλοσπερμιδίνης από τους Tabor και Tabor το 1975 και της τρυπανοθειόνης από τους Fairlamb και τους συνεργάτες του το 1985 αποτέλεσε την αρχή των μελετών για τις αντιοξειδωτικές δράσεις της γλουταθειόνης. Η γλουταθειόνη, ένα τριπεπτίδιο με αναγωγικές και νουκλεόφιλες ιδιότητες, αποτελεί την κύρια αντιοξειδωτική θειόλη και τον κύριο ρυθμιστή της ενδοκυττάριας οξειδοαναγωγικής

ομοιόστασης (Masella *et al.*, 2005).Απαντά είτε ως αναχθείσα (GSH) είτε ως οξειδωμένη (GSSG) μορφή και συμμετέχει στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις μέσω της αναστρέψιμης οξείδωσης της ενεργού θειόλης της (Dickinson & Forman, 2002).Ο λόγος GSH/GSSG αποτελεί αξιόπιστο μέτρο του οξειδωτικού stress ενός οργανισμού (Nogueira *et al.*, 2004).

Σε κύτταρα που δεν έχουν υποβληθεί σε stress, το μεγαλύτερο μέρος (99%) αυτού του οξειδοαναγωγικού ρυθμιστή βρίσκεται σε αναχθείσα μορφή. Η γλουταθειόνη συντίθεται στο κυτταρόπλασμα από τα αμινοξέα L-γλουταμικό, L-κυστεΐνη και γλυκίνη σε δύο διαδοχικά βήματα, που καταλύονται από τα ένζυμα συνθετάση του διπεπτιδίου γ-γλουταμυλ-κυστεΐνη (Gsh1) και συνθετάση της γλουταθειόνης (Gsh1). Η ενδοκυττάρια συγκέντρωση της γλουταθειόνης κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο του κυττάρου και απαντά σε αφθονία στο κυτταρόπλασμα (0,5–11 mM), στον πυρήνα 3–15 mM) και στα μιτοχόνδρια (5–11 mM), όπου αποτελεί και την κύρια διαλυτή αντιοξειδωτική ουσία(Arriago,1999).Στον πυρήνα, η γλουταθειόνη διατηρεί την οξειδοαναγωγική κατάσταση των πρωτεϊνών που φέρουν σουλφυδρυλικές ομάδες και είναι απαραίτητες για την επιδιόρθωση και την έκφραση του DNA (Masella *et al.*, 2005).Οι κύριες προστατευτικές δράσεις της γλουταθειόνης έναντι του οξειδωτικού stress είναι οι εξής:

- Η γλουταθειόνη δρα ως συνένζυμο πολυάριθμων ενζύμων που συμμετέχουν στην προστασία του κυττάρου, όπως είναι οι υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης, οι τρανσφεράσες της γλουταθειόνης, οι τρανσφεράσες της θειόλης, καθώς και η αφυδρογονάση της φορμαλδεΰδης.
- Συμμετέχει στη μεταφορά αμινοξέων διαμέσου της κυτταροπλασματικής μεμβράνης.
- Δεσμεύει άμεσα τη ρίζα υδροξυλίου και το μονήρες οξυγόνο και εξουδετερώνει το υπεροξείδιο του υδρογόνου και τα υπεροξειδία των λιπιδίων με την καταλυτική δράση της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης.
- Έχει την ικανότητα να επαναφέρει στην ενεργό τους μορφή τις σημαντικές αντιοξειδωτικές ουσίες, βιταμίνη C και βιταμίνη E, άμεσα ή έμμεσα. Η ικανότητα αυτή της γλουταθειόνης καθορίζεται από την οξειδοαναγωγική κατάσταση του ζεύγους GSH/2GSSG (Pastorea, 2003).

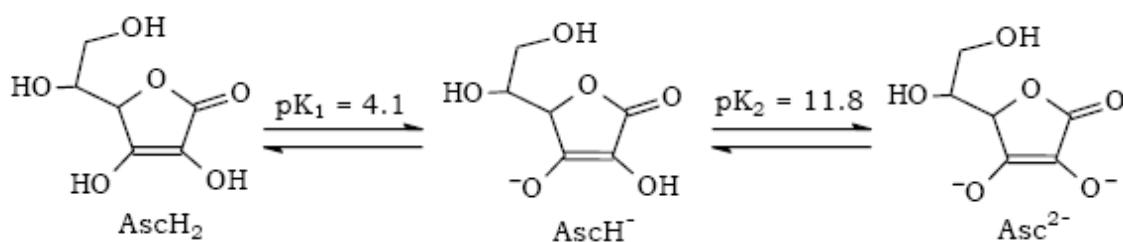
### 2.3.2 Θειοαναγωγάσες TRX

Οι θειοαναγωγάσες είναι μικρές, πλειοτρόπες σουλφυδρυλικές πρωτεΐνες με δράση οξειδοαναγωγάσης. Στον άνθρωπο έχουν αναγνωρισθεί τρία γονίδια θειορεδοξίνης (TRX1, TRX2 και sp TRX, η οποία παρουσιάζει υψηλή έκφραση στα σπερματοζώαρια). Οι TRX όλων των οργανισμών διαθέτουν ένα εξελικτικά συντηρητικό ενεργό κέντρο, το οποίο αποτελείται από τα αμινοξέα Cys-Gly-Pro-Cys. Ειδικοί πρωτεϊνικοί δισουλφιδικοί στόχοι αναγωγής από την ομάδα των TRX είναι πρωτεΐνες όπως η ριβονουκλεοτιδική αναγωγάση, η δισουλφιδική ισομεράση και αρκετοί μεταγραφικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των p53, NF-κB και AP-1. Επιπλέον, οι TRX αποτελούν δότες ηλεκτρονίων για πολλές υπεροξειδοαναγωγάσες, ιδιαίτερα σημαντικές για την αναγωγή των υπεροξειδίων. Επιπλέον, αυτή η μικρή πρωτεΐνη μπορεί άμεσα να ανάγει μερικές δραστικές ρίζες οξυγόνου, καθώς και να αναδιπλώσει οξειδωμένες πρωτεΐνες. Επίσης, επάγει αυτοκρινείς δράσεις, ανάλογες με εκείνες των αυξητικών παραγόντων και των κυτταροκινών (Pastorea, 2003).

### 2.3.3 Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C είναι υδατοδιαλυτή ένωση και κύριος ρόλος της είναι η συμμετοχή στη σύνθεση του κολλαγόνου. Επίσης, συμβάλλει στη φυσιολογική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και διευκολύνει την απορρόφηση άλλων θρεπτικών συστατικών, όπως η βιταμίνη E και το σελήνιο. Σε pH 7,4 το 99,95% της βιταμίνης C είναι παρόν ως  $\text{AscH}^-$ , το 0,05% ως  $\text{AscH}_2$  και το 0,004% ως  $\text{Asc}^{2-}$ . Η αντιοξειδωτική μορφή της βιταμίνης C είναι η  $\text{AscH}^-$ . Η αντιοξειδωτική δράση του ασκορβικού οξέος οφείλεται στην ικανότητα του  $\text{AscH}^-$  να δίνει δύο ηλεκτρόνια από το διπλό δεσμό μεταξύ του δεύτερου και τρίτου ατόμου άνθρακα του μορίου. Δωρίζοντας αυτά τα ηλεκτρόνια, εμποδίζει την οξείδωση άλλων ενώσεων, ενώ από τη φύση της η βιταμίνη C αυτοοξειδώνεται κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Το ασκορβικό οξύ με αυτό το μηχανισμό έχει την ικανότητα να εμποδίζει το σχηματισμό νιτροζαμινών, οι οποίες με τη σειρά τους προκαλούν οξείδωση στο DNA, τις πρωτεΐνες και τα λιπίδια. Ακόμη, μπορεί έμμεσα να συμμετέχει με την αναγμένη του μορφή στον ανασχηματισμό της

βιταμίνης E. Έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, η οποία είναι ιδιαίτερα έκδηλη στους πνεύμονες και στο οφθαλμικό φακό (Fang *et al.*, 2002).



Εικόνα 2.1: Οξείδωση και αναγωγή του ασκορβικού οξέος (Padayatty *et al.*, 2003)

Στον ανθρώπινο οργανισμό, η βιταμίνη C δρα ως δότης ηλεκτρονίων με τη βοήθεια οκτώ διαφορετικών ενζύμων. Από αυτά, τρία συμμετέχουν στην υδροξυλίωση του κολλαγόνου. Η προσθήκη υδροξυλικών ομάδων στα αμινοξέα προλίνη ή λυσίνη στο μόριο του κολλαγόνου έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της σταθερότητας του μορίου και της τρισδιάστατης έλικάς του. Δύο άλλα ένζυμα, των οποίων η δράση εξαρτάται από την παρουσία ασκορβικού οξέος, είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό καρνιτίνης. Η καρνιτίνη είναι απαραίτητη για την είσοδο των λιπαρών οξέων στα μιτοχόνδρια με στόχο τον ανασχηματισμό του ATP. Τα υπόλοιπα τρία ένζυμα, η δράση των οποίων εξαρτάται από την παρουσία ασκορβικού οξέος έχουν τις εξής λειτουργίες: το ένα συμμετέχει στη βιοσύνθεση της νορεπινεφρίνης από τη ντοπαμίνη, το δεύτερο προσθέτει αμιδο- ομάδες σε πεπτίδια ορμονών, αυξάνοντας τη σταθερότητα τους, και το τρίτο είναι υπεύθυνο για το μεταβολισμό της τυροσίνης (Padayatty *et al.*, 2003).

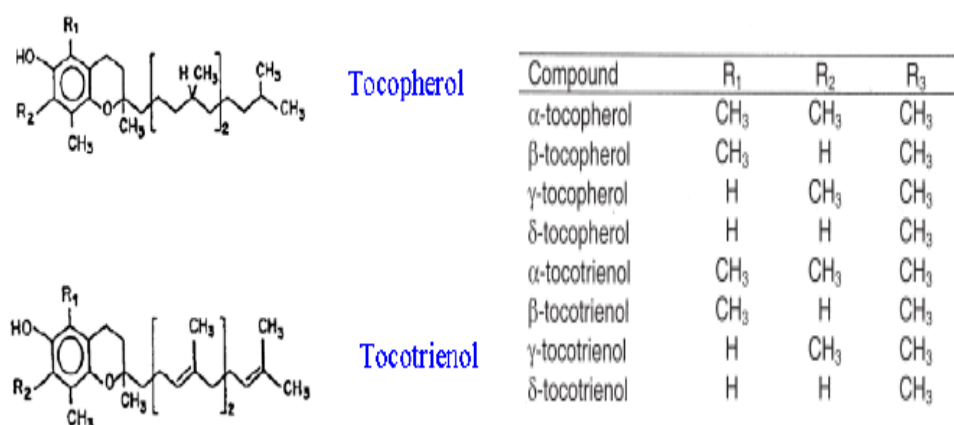
Η βιταμίνη C έχει ξεχωριστό ρόλο στη λειτουργία του δέρματος, καθώς είναι απαραίτητη για την παραγωγή κολλαγόνου, ο σχηματισμός του οποίου αυξάνει την ελαστικότητα στο δέρμα. Με την πάροδο του χρόνου ωστόσο, η σύνθεση του κολλαγόνου μειώνεται, με αποτέλεσμα το δέρμα να χάνει τη σταθερότητά του και να εμφανίζονται οι πρώτες ρυτίδες. Ερευνητές απέδειξαν ότι η βιταμίνη C βοηθά στη σύνθεση κολλαγόνου τόσο στα κύτταρα του δέρματος ατόμων νεαρής ηλικίας όσο και εκείνων μεγαλύτερης ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα, όταν ερευνητές προσέθεσαν σε καλλιέργεια ινοβλαστών μικρές ποσότητες βιταμίνης C, παρατήρησαν ότι τόσο οι ινοβλάστες νεαρών ατόμων όσο και οι ινοβλάστες μεγαλύτερων ατόμων, παράγαγαν κολλαγόνο με τον ίδιο ρυθμό. Παράλληλα, η βιταμίνη C φάνηκε να προστατεύει το

δέρμα από την οξείδωση λιπιδίων εξαιτίας της UV ακτινοβολίας και το σχηματισμό υπερμελάγχρωσης. (Philips *et al.*, 1994; Colven & Pinnell, 1996)

Η βιταμίνη C βρίσκεται κυρίως στα φρούτα και τα λαχανικά. Από τα φρούτα, το πεπόνι, το γκρέιπφρουτ, το ακτινίδιο, το μάνγκο, το πορτοκάλι, η παπάγια, οι φράουλες, το μανταρίνι και το καρπούζι είναι πλούσιες πηγές της. Οι χυμοί πορτοκάλι και γκρειπφρουτ περιέχουν αυξημένη συγκέντρωση βιταμίνη C. Από τα λαχανικά, τα σπαράγγια, τα μπρόκολα, τα λαχανάκια Βρυξελλών, το λάχανο και το κουνουπίδι περιέχουν βιταμίνη C. Το ίδιο συμβαίνει και με το πιπέρι (κόκκινο ή πράσινο), τις πατάτες, τα μπιζέλια, τις γλυκοπατάτες και τις ντομάτες, όπως και με το χυμό ντομάτας. Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C των φρούτων και λαχανικών είναι η περίοδος συγκομιδής, η διάρκεια της μεταφοράς προς την αγορά, η διάρκεια της αποθήκευσης και ο τρόπος μαγειρέματος (Haytowitz, 1995).

### 2.3.4 Βιταμίνη E

Η βιταμίνη E είναι λιποδιαλυτή και απαντάται σε οκτώ διαφορετικές μορφές. Η κορεσμένη της μορφή ονομάζεται τοκοφερόλη, ενώ η ακόρεστη μορφή της τοκοτριενόλη. Η α-τοκοφερόλη είναι η πλέον δραστική μορφή της βιταμίνης E και αποτελεί ισχυρή αντιοξειδωτική ουσία, η οποία έχει την ικανότητα να διακόπτει την αλυσιδωτή αντίδραση οξείδωσης των λιπιδίων στις κυτταρικές μεμβράνες και των λιποπρωτεϊνών στο πλάσμα του αίματος, με αποτέλεσμα την τάγγιση των λιπιδίων (Gutteridge, 1995).



Εικόνα 2.2: Μορφές βιταμίνης E (Bruno *et al.*, 2005)

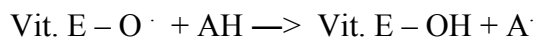
Όταν σχηματίζονται οι ρίζες υπεροξειδίου (ROO<sup>·</sup>) αντιδρούν χίλιες φορές πιο γρήγορα με τη βιταμίνη E (Vit. E – OH) σε σύγκριση με το RH. Πιο αναλυτικά:

Με την παρουσία βιταμίνης E:  $ROO^{\cdot} + Vit.E - OH \rightarrow ROOH + Vit. E - O^{\cdot}$

Με την απουσία βιταμίνης E:  $ROO^{\cdot} + RH \rightarrow ROOH + R^{\cdot}$

$R^{\cdot} + O_2 \rightarrow ROO^{\cdot}$

Η Vit. E – O<sup>·</sup> αντιδρά με την βιταμίνη C ή άλλο δότη ηλεκτρονίων (AH), με αποτέλεσμα την παρακάτω αντίδραση:



Η παραπάνω αντίδραση μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η βιταμίνη E επανανάγεται in vino με τη βοήθεια της βιταμίνης C (Bruno *et al.*, 2005).

Η δομή της βιταμίνης E την καθιστά απαραίτητη για την προστασία των κυτταρικών μεμβρανών. Κυρίως η α-τοκοφερόλη έχει την ικανότητα να αγκυροβολεί στις μεμβράνες των κυττάρων με το υδρόφοβο τμήμα στο εσωτερικό της μεμβράνης και το υδρόφιλο τμήμα στο εξωτερικό μέρος της μεμβράνης των κυττάρων).

Η βιταμίνη E λειτουργεί ως αναστολέας οξείδωσης της LDL χοληστερόλης. Παράλληλα, η βιταμίνη E έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τις βλάβες στο δέρμα από την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και όζον.

Πλούσιες πηγές βιταμίνης E είναι τα φυτικά έλαια, τα καρύδια και τα δημητριακά ολικής αλέσεως. Το RDA σύμφωνα με το USDA είναι 30 IU. Σε αντίθεση με άλλες λιποδιαλυτές βιταμίνες, η τοξικότητα της βιταμίνης E είναι πολύ χαμηλή πιθανώς επειδή δεν αποθηκεύεται στο ήπαρ (Graat *et al.*, 2002).

### 2.3.5 Βιταμίνη A (Ρετινόλη)

Η βιταμίνη A είναι πρωτοταγής αλκοόλη με μεγάλο μοριακό βάρος. Είναι πάρα πολύ διαδεδομένη στο ζωικό βασίλειο, είτε ελεύθερη είτε εστεροποιημένη με λιπαρά οξέα. Φυσική πηγή της είναι τα ιχθυέλαια και τα ηπατέλαια.

Η βιταμίνη A είναι ζωτικής σημασίας, καθώς είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη και εξέλιξη του ανθρώπινου οργανισμού. Ανήκει στην κατηγορία των λιποδιαλυτών βιταμινών και προέρχεται από δύο πηγές: την προσχηματισμένη ρετινόλη και τα

καροτινοειδή. Προσλαμβάνεται κυρίως από ζωικές πηγές και από το β-καροτένιο, το οποίο και συναντάται σε πολλά τρόφιμα. Η ρετινόλη είναι μία από τις ενεργές και χρησιμοποιήσιμες μορφές της βιταμίνης Α και βρίσκεται στις ζωικές τροφές, όπως το συκώτι, το γάλα, το τυρί, την κρέμα και τα έλαια των ψαριών.

Η β-καροτίνη περιέχεται στα καρότα, στην κολοκύθα, στις γλυκές πατάτες, στο πεπόνι, το γκρέιπφρουτ, στα βερίκοκα, στο μπρόκολο και στο σπανάκι. Όσο εντονότερο είναι το χρώμα των φρούτων ή των λαχανικών τόσο υψηλότερη περιεκτικότητα σε β-καροτένιο θεωρείται ότι έχουν.

Η βιταμίνη Α κατέχει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της υγείας του δέρματος. Η β-καροτίνη είναι πρόδρομος της βιταμίνης Α, που παρουσιάζει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η βιταμίνη Α συμβάλλει αποτελεσματικά στη διατήρηση της ακεραιότητας του δέρματος και των βλεννογόνων. Το ανθρώπινο σώμα έχει την ικανότητα να ρυθμίζει τη μετατροπή του β-καροτενίου σε βιταμίνη Α ανάλογα με τις ανάγκες του. Η έλλειψη της βιταμίνης Α μπορεί να προκαλέσει ξηρότητα και απώλεια ελαστικότητας του δέρματος. Παράλληλα, η βιταμίνη Α ευνοεί την επούλωση πληγών, διεγείροντας την αναπαραγωγή συνδετικού ιστού (Hong-Fang, 2010).

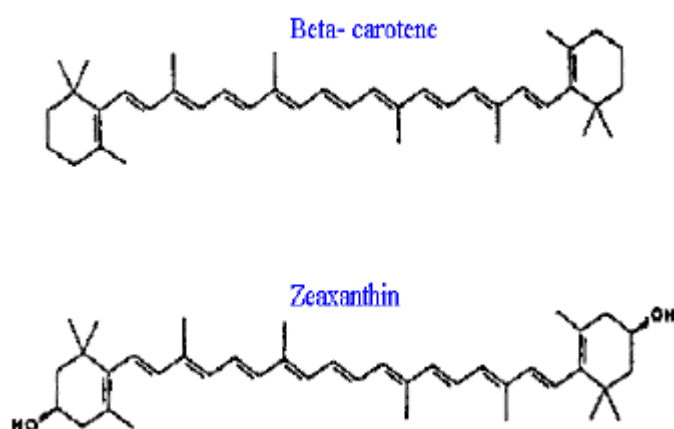
### **2.3.5.1 Καροτενοειδή**

Τα καροτενοειδή είναι πορτοκαλί και κίτρινες χρωστικές και υπάρχουν πάνω από 600 στη φύση, ενώ μόνο 20 συναντώνται στους ανθρώπινους ιστούς. Βρίσκονται στα φύλλα, τα πορτοκάλια, τις ντομάτες και τα καρότα. Εκτός από τα φυτά, συναντώνται ευρέως σε βακτήρια, μύκητες και άλγη.

Τα καροτενοειδή δε συντίθενται στον ανθρώπινο οργανισμό, εντοπίζονται όμως σε αυτόν σε βιταμίνη Α, καθώς αποτελούν πρόδρομες ενώσεις σύνθεσης της ενεργής της μορφής. Από χημικής πλευράς, είναι είτε υδρογονάνθρακες είτε υδροξυλιωμένα παράγωγα (ξανθοφύλλες). Συνήθως έχουν 8 ισοπρενοειδείς ομάδες, δηλαδή 40 άτομα άνθρακα. Μερικά μόρια αποτελούνται από μια ακόρεστη υδρογονοανθρακική αλυσίδα με ένα δακτύλιο στα δύο άκρα όπως το β-καροτένιο. Το τελευταίο διαφέρει από το λυκοπένιο, τη χρωστική της ντομάτας, ως προς την κυκλοποίηση των δύο άκρων του μορίου. Χαρακτηριστικό και των δύο αυτών υδρογονοανθράκων είναι ότι τα μόριά τους



είναι συμμετρικά. Το β – καροτένιο απαντάται στη φύση με τη μορφή α – καροτένιου και β – καροτένιου.



Εικόνα 2.3: Δομή του β – καροτένιου και της ζεαξανθίνης (Tapiero, Towns & Tew, 2004)

Τα καροτενοειδή, με κυριότερα το β – καροτένιο και το λυκοπένιο, αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. Εκτός από την προστατευτική/αντιοξειδωτική δράση των καροτενοειδών, έχει ανακαλυφθεί επίσης ο ρόλος τους ως ρυθμιστές του ανοσοποιητικού συστήματος (Tapiero, Towns & Tew, 2004).

Η βιοδιαθεσιμότητα των καροτενοειδών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος τους, τη μοριακή τους δομή, την ποσότητα που καταναλώνεται στο γεύμα, ατομικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφηση, τη διατροφική κατάσταση του ατόμου, γενετικούς παράγοντες κ.ά. Τα καροτενοειδή είναι λιποδιαλυτά και απορροφώνται καλύτερα από το έντερο όταν υπάρχει λιπαρό γεύμα, αν και η απαιτούμενη για την απορρόφηση ποσότητα λίπους είναι ιδιαίτερα χαμηλή, 3-5 gr περίπου. Η πρόσληψη του β – καροτένιου από τα λαχανικά είναι χαμηλή συγκρινόμενη με το καθαρό β– καροτένιο όταν προστίθεται ως χρωστική σε κάποιο τρόφιμο. Τα cis ισομερή καροτενοειδών έχουν μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα από τις trans μορφές (Fraser, Paul & Bramley, 2004). Μόλις απορροφηθούν, τα καροτενοειδή εμφανίζονται στο πλάσμα αρχικά ως VLDL και χυλομικρά και στη συνέχεια ως LDL και HDL (Vander & Berg, 1999).

Μία άλλη σημαντική ιδιότητα των καροτενοειδών είναι η προστασία που παρέχουν απέναντι στην ηλιακή ακτινοβολία, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την πρόωρη γήρανση του δέρματος. Αν και το ηλιακό έγκαυμα δεν μπορεί να αποτραπεί

εξ'ολοκλήρου κατά τη διάρκεια της έντονης έκθεσης, η κατανάλωσή τους μπορεί να βοηθήσει ως πρόσθετη προστασία. Έχει αποδειχθεί ότι το επίπεδο προστασίας αποδίδεται στις μικρές αλλαγές του χρώματος του δέρματος, καθώς επίσης και στην αυξανόμενη αντιοξειδωτική δραστηριότητα που αποτρέπει τη βλάβη των κυττάρων εξαιτίας των ελεύθερων ριζών (Fraser, Paul & Bramley, 2004).

### **2.3.5.2 Λυκοπένιο**

Πιο συγκεκριμένα, το λυκοπένιο είναι μια αντιοξειδωτική, όπως προαναφέρθηκε, ουσία που απαντάται σε ορισμένα λαχανικά και φρούτα, όπως το καρπούζι και οι ντομάτες. Είναι ένα από τα σημαντικότερα καροτενοειδή στη διατροφή μας. Το ενδιαφέρον για το λυκοπένιο προέκυψε τη δεκαετία του '80, όταν διαπιστώθηκε ότι η αντιοξειδωτική του ικανότητα είναι διπλάσια από αυτή της β-καροτίνης.

Το λυκοπένιο θεωρείται αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό. Όταν εκτίθεται στην ακτινοβολία καταστρέφεται περισσότερο λυκοπένιο από ότι β-καροτίνη. Αυτό δείχνει ότι το λυκοπένιο κατέχει ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό ρόλο, προστατεύοντας τους ιστούς από τη βλαβερή επίδραση της ακτινοβολίας. Εξαιτίας της χημική του δομής, είναι μία μη πολική ένωση που διαλύεται πολύ καλύτερα στα έλαια, όπως το ελαιόλαδο (Fraser, Paul & Bramley, 2004).

### **2.3.6 Μέταλλα**

Φαίνεται ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στα ιόντα μετάλλων και στην αντίσταση στο οξειδωτικό stress. Αυτή η συσχέτιση ερμηνεύεται βιολογικά με βάση το ρόλο των ιόντων μετάλλων, ιδίως του  $\text{Cu}^{2+}$  και του  $\text{Zn}^{2+}$ , στην παραγωγή οξειδωτικών ουσιών. Οι μεταλλοθειονίνες είναι μια ομάδα μικρών πρωτεϊνών, πλούσιων σε κυστεΐνη, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να συνδέουν διαφορετικά ιόντα μετάλλων. Αυτές οι πρωτεΐνες έχουν ιδιαίτερη σημασία στην αντιμετώπιση της τοξικότητας των μετάλλων, όπως το σελήνιο, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος.

### **2.3.6.1 Σελήνιο**

Το σελήνιο ανακαλύφθηκε ως στοιχείο το 1817 και αναγνωρίστηκε ως θρεπτική ουσία προς το τέλος της δεκαετίας του '50. Οι καλύτερες θρεπτικές πηγές σεληνίου είναι τα θαλασσινά, το συκώτι, τα πουλερικά, τα σιτηρά και τα χόρτα. Το σελήνιο είναι ένα ιχνοστοιχείο το οποίο είναι ουσιαστικό για την καλή υγεία και απαιτείται μόνο σε μικρά ποσοστά. Το σελήνιο ενσωματώνεται στις πρωτεΐνες για να δημιουργήσει τις λεγόμενες σελινοπρωτεΐνες, οι οποίες είναι σημαντικά αντιοξειδωτικά ένζυμα. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των συγκεκριμένων πρωτεϊνών βοηθούν στο να αποτραπεί η καταστροφή των κυττάρων από τις ελεύθερες ρίζες, ενώ παράλληλα βοηθούν στη ρύθμιση της λειτουργίας του θυρεοειδούς και του ανοσοποιητικού συστήματος.

Οι φυτικές τροφές αποτελούν την κυριότερη διατροφική πηγή σεληνίου στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Η περιεκτικότητα των τροφών σε σελήνιο εξαρτάται από την ποιότητα του εδάφους όπου αναπτύσσονται τα φυτά ή μεγαλώνουν τα ζώα. Σημαντικές πηγές σεληνίου αποτελούν τα προϊόντα κρέατος και τα θαλασσινά.

Η ανεπαρκής λήψη σεληνίου έχει σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη δραστηριότητα της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης. Ακόμα και πολύ μεγάλη έλλειψη σεληνίου συνήθως δεν επιφέρει κλινικές παθήσεις, ωστόσο μπορεί να κάνει τον ανθρώπινο οργανισμό ευάλωτο σε ασθένειες. Τα πιο συχνά συμπτώματα από την έλλειψη σεληνίου είναι τα εύθραυστα νύχια και μαλλιά. Άλλα συμπτώματα περιλαμβάνουν γαστρεντερικές διαταραχές, εξανθήματα στο δέρμα, κόπωση, ερεθιστικότητα και διαταραχές του νευρικού συστήματος (Tiago & Lunec, 2005).

### **2.3.6.2 Ψευδάργυρος**

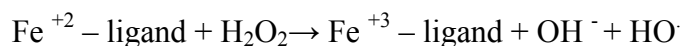
Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο ψευδάργυρος έχει προστατευτική δράση έναντι των ελεύθερων ριζών και του οξειδωτικού στρες. Ο ψευδάργυρος προστατεύει το δέρμα από τη UV ακτινοβολία, αυξάνει την ικανότητα επούλωσης των πληγών, συμβάλλει στη λειτουργία του ανοσοποιητικού και νευρικού συστήματος, ενώ

παράλληλα μειώνει το σχετικό κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου και καρδιαγγειακών νοσημάτων.

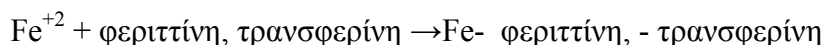
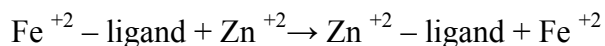
Ο ψευδάργυρος περιέχεται σε όλους τους ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση του ψευδαργύρου στην επιδερμίδα είναι πέντε έως έξι φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτή του χορίου.

Ο ψευδάργυρος είναι απαραίτητο μέταλλο για την ανάπτυξη όλων των θηλαστικών, ενώ παράλληλα αποτελεί βασικό συστατικό για πάνω από 200 μεταλλοένζυμα, συμπεριλαμβανομένων των αντιοξειδωτικών ενζύμων, του SOD και ταυτόχρονα επηρεάζει τη δραστηριότητα και τη σταθερότητα τους. Επιπλέον, είναι απαραίτητος για τη σωστή λειτουργία του ανοσοποιητικού και αναπαραγωγικού συστήματος (Rostan *et al.*, 2002).

Όσο αφορά στην αντιοξειδωτική δράση του, έχουν προταθεί δύο μηχανισμοί. Ο πρώτος αναφέρεται στην αντικατάσταση των μετάλλων  $Fe^{+2}$  και  $Cu^{+}$  από τον  $Zn^{+2}$ . Αν και ο  $Fe^{+2}$  και ο  $Cu^{+}$  σπάνια βρίσκονται σε ελεύθερη μορφή, μπορούν να δημιουργήσουν δεσμούς με τις αζωτούχες βάσεις του DNA και με συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών. Με την παρουσία του  $H_2O_2$  μπορεί να παραχθεί αυξημένη ποσότητα  $OH\cdot$ , το οποίο και προκαλεί βλάβη στο DNA (Darr & Fridovich, 1994).



Όταν ο  $Zn^{+2}$  αντικαθιστά το  $Fe^{+2}$  εμποδίζεται ο σχηματισμός  $HO\cdot$ . Ο  $Fe^{+2}$  αιχμαλωτίζεται από προστατευτικές πρωτεΐνες- φερριτίνη στον ενδοκυττάριο χώρο και τρανσφερίνη στον εξωκυττάριο χώρο.



Σύμφωνα με το δεύτερο μηχανισμό, ο ψευδάργυρος συμβάλλει στο σχηματισμό μεταλλοθειόνης (zinc – thiolatemoiety). Ο σχηματισμός της μεταλλοθειόνης προστατεύει το δέρμα και τα συστατικά του από το οξειδωτικό stress (Winterbourn & Metodiewa, 1999; Crow, Beckman & McCord, 1995).

Ο ψευδάργυρος απορροφάται από το λεπτό έντερο και μέσω της κυκλοφορίας του αίματος μεταφέρεται στο ήπαρ, στα νεφρά, στην υπόφυση και στη συνέχεια στα ερυθροκύτταρα και τα οστά. Μέσω της τροφής, καθημερινά θα πρέπει να προσλαμβάνονται 10 – 15 mgr. Βασικές πηγές ψευδαργύρου είναι τα ψάρια, τα αυγά και τα λαχανικά (Rostan *et al.*, 2002).

### 2.3.6.3 Χαλκός

Ο χαλκός στο ανθρώπινο σώμα εντοπίζεται στο ήπαρ, στα νεφρά, στο μυελό των οστών, στους μύες και στα οστά. Κύριες θέσεις αποθήκευσης του 50 – 75% του συνολικού χαλκού είναι οι μύες και τα οστά, με υψηλές συγκεντρώσεις στο ήπαρ, στην καρδιά, στα νεφρά και στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Tiago & Lunec, 2005).

Ο χαλκός κατέχει σημαντικό αντιοξειδωτικό ρόλο μαζί με τον ψευδάργυρο. Πιο συγκεκριμένα, το σύμπλοκο Cu/ZnDOS αποτελεί μία από τις κύριες αντιοξειδωτικές πρωτεΐνες, οι οποίες εμπλέκονται στην αποφυγή σχηματισμού της ρίζας  $O_2^-$ . Σύμφωνα με έρευνες σε αρουραίους, το σύμπλοκο Cu/ZnSOD βρίσκεται κυρίως στους νευρώνες και συμβάλει στη μετατροπή του  $O_2^-$  σε  $H_2O_2$  (Faiz *et al.*, 2006).

Εκτός από την αντιοξειδωτική δράση, ο χαλκός ευνοεί την απορρόφηση του σιδήρου στο γαστρεντερικό σωλήνα και συμμετέχει στη μεταφορά σιδήρου από τους ιστούς στο πλάσμα (Tiago & Lunec, 2005).

## 2.4 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης

Έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας διαφόρων βιολογικών δειγμάτων, όπως το πλάσμα ή ο ορός, το κρασί, τα φρούτα και τα λαχανικά, ή ζωικοί ιστοί. Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης ενός δείγματος αναφέρεται κυρίως στην ικανότητα του δείγματος να δώσει ηλεκτρόνια (ή άτομα υδρογόνου) σε έναν ειδικό δέκτη ηλεκτρονίων. Το προϊόν της αντίδρασης αυτής μετράται τελικά με μία αναλυτική μέθοδο.

Για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής δράσης καθαρών ενώσεων, συστατικών τροφίμων ή κυτταρικών εκχυλισμάτων χρησιμοποιείται η αντίδραση των αντιοξειδωτικών με σταθερές έγχρωμες ελεύθερες ρίζες (ABTS, DPPH), η οποία έχει ως αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό τους (Packer, 1990).

## **2.5 Φυσιολογική λειτουργία και θεραπευτικές δράσεις των ελεύθερων ριζών**

Ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιεί το οξυγόνο για την καύση των τροφών και την παραγωγή της ενέργειας που χρειάζεται για τη λειτουργία του. Η συγκεκριμένη διαδικασία λαμβάνει χώρα μέσα στα μιτοχόνδρια των κυττάρων με μία διαδικασία μεταφοράς ηλεκτρονίων που ονομάζεται οξειδωτική φωσφορύλιωση, κατά την οποία παράγονται ενώσεις που περιέχουν οξυγόνο ως προϊόντα αναγωγής του οξυγόνου, με σκοπό την παραγωγή ATP, του μορίου δηλαδή που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση μεγάλων ποσών ενέργειας (Dolmans *et al.*, 2003).

Οι ελεύθερες ρίζες είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας των αμυντικών συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού. Βασικό στοιχείο της άμυνας του οργανισμού έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών είναι τα μακροφάγα κύτταρα, τα οποία κυκλοφορούν στο σώμα και εξουδετερώνουν βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς. Το ήπαρ χρησιμοποιεί επίσης, την ελεγχόμενη παραγωγή ελευθέρων ριζών, με σκοπό την αποτοξίνωση, δηλαδή τη μείωση της τοξικότητας ορισμένων ουσιών με χημικές μεταβολές που οδηγούν είτε σε ενώσεις με μικρότερη τοξικότητα είτε στην ταχύτερη απομάκρυνσή τους από τον οργανισμό.

Η χαρακτηριστική ιδιότητα των ελευθέρων ριζών, δηλαδή η μεγάλη τους δραστηριότητα, που έχει ως αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις τη δημιουργία κυτταρικών βλαβών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θεραπεία και ιδιαίτερα στην περίπτωση του καρκίνου. Η ραδιοθεραπεία, αποτελεί την πλέον γνωστή μορφή θεραπείας του καρκίνου με τη βοήθεια ιονίζουσας ακτινοβολίας. Η ακτινοβόληση δημιουργεί τεράστιες ποσότητες ελευθέρων ριζών στην περιοχή των καρκινικών όγκων (ιστός-στόχος), οι οποίες και καταστρέφουν τα καρκινικά κύτταρα. Λόγω όμως της μη αποτελεσματικής στόχευσης, τις περισσότερες φορές η ακτινοβολία μπορεί να καταστρέψει μαζί με τα καρκινικά και υγιή κύτταρα.

Στο πλαίσιο της χρησιμοποίησης των ελεύθερων ριζών για τη θεραπεία του καρκίνου έχει αρχίσει να μελετάται πρόσφατα, η χρήση κατάλληλων χημικών ενώσεων που ονομάζονται προφάρμακα (prodrugs). Οι ενώσεις αυτές, όπως το ινδολο-3-οξικό οξύ (πρόκειται για φυτική ορμόνη), ενεργοποιούμενες κατάλληλα σε καρκινικούς στόχους από το ένζυμο υπεροξειδάση, παράγουν ελεύθερες ρίζες με κυτταροτοξική δράση (Wardman, 2002).

## **2.6 Αντιοξειδωτικά και διατροφή**

Είναι αναμφισβήτητο ότι τα αντιοξειδωτικά είναι απαραίτητα συστατικά για τη διατήρηση της υγείας. Ωστόσο, δεν υπάρχει ακόμη ασφαλή επιστημονική τεκμηρίωση για τη συμπληρωματική ποσοστιαία λήψη τους. Αν και αρχικά κυριαρχούσε η άποψη ότι τα πρόσθετα αντιοξειδωτικά είναι αβλαβή, σήμερα όλο και περισσότερες επιστημονικές έρευνες τονίζουν την πιθανή τοξική τους δράση, ιδιαίτερα όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες και για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Στα πλαίσια αυτά έχει βρεθεί ότι η βιταμίνη C μπορεί να προκαλέσει *in vitro* διάσπαση υδροϋπεροξειδίων λιπιδίων και δημιουργία τοξικών ενώσεων, που είναι δυνατόν να προκαλέσουν βλάβες στο DNA των κυττάρων (Lee, 2001).

Λόγω της μεγάλης σημασίας των φυτοχημικών αντιοξειδωτικών στην υγεία, συστήνεται από επιστημονικούς φορείς, όπως το Εθνικό Ινστιτούτο Καρκίνου των ΗΠΑ, η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, σε ποσότητα τουλάχιστον πέντε μερίδων φρούτων και λαχανικών ημερησίως. Επειδή όμως υπάρχει πληθώρα φυτοχημικών αντιοξειδωτικών και το κάθε ένα από αυτά δρα με διαφορετικό τρόπο στο σώμα, είναι ασφαλέστερο να λαμβάνουμε τα απαραίτητα αντιοξειδωτικά από τα φρούτα, τα λαχανικά, τα δημητριακά και το παρθένο ελαιόλαδο, ο συνδυασμός των οποίων αναφέρεται στη Μεσογειακή Δίαιτα, εφόσον γνωρίζουμε την περιεκτικότητα του τροφίμου στα συγκεκριμένα αντιοξειδωτικά μόρια και την απαιτούμενη ημερήσια ποσότητα του που πρέπει να καταναλώσουμε (Vaya & Aviram, 2001).

### Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση των τριών υπό μελέτη διατροφικών σχημάτων

#### 3.1. Μεσογειακή διατροφή

Η διαθεσιμότητα των τροφίμων επηρέαζε ανέκαθεν την ανθρώπινη ιστορία. Οι διατροφικές ελλείψεις εξακολουθούν μέχρι και σήμερα να παραμένουν βασικοί παράγοντες διαμόρφωσης του νοσολογικού φάσματος σε πολλές πληθυσμιακές ομάδες του αναπτυσσόμενου κόσμου. Στις αναπτυγμένες χώρες όμως, η έκφραση της κακής διατροφής έχει αλλάξει. Γνωστές διατροφικές ελλείψεις εξακολουθούν να πλήττουν τμήματα του πληθυσμού και νέα σύνδρομα διατροφικών ελλείψεων συνεχίζουν να ανακαλύπτονται. Οι περισσότερες διατροφο- εξαρτώμενες παθολογικές καταστάσεις όμως, ανάγονται σε διατροφικές υπερβολές ή ποιοτικές παρεκκλίσεις και εμφανίζονται στους ενήλικες με τη μορφή συχνών χρόνιων νοσημάτων, όπως τα καρδιαγγειακά και οι νεοπλασίες διαφόρων εντοπίσεων.

Στο τέλος της δεκαετίας του '60, η Ελλάδα απολάμβανε χαμηλούς δείκτες θνησιμότητας από στεφανιαία νόσο και πολλές νεοπλασίες. Οικολογικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν, με κυριότερη τη μελέτη των Επτά Χωρών που συντόνισαν ο καθηγητής A. Keys και οι συνεργάτες του, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των διατροφικών συνηθειών και της θνησιμότητας από χρόνια νοσήματα. Τα συμπεράσματα των μελετών αυτών υποστηρίζονται και από τα δεδομένα που παρέχει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας σχετικά με τις τάσεις που διαμορφώνονται στην κατανάλωση τροφίμων και την επικράτηση διαφόρων νοσημάτων στην Ευρώπη. Όλα τα παραπάνω ενισχύουν την άποψη ότι ο αυξανόμενος αριθμός χρόνιων νοσημάτων, όπως τα καρδιαγγειακά και οι διάφοροι τύποι καρκίνου, στη διάρκεια των τελευταίων 30 χρόνων στην Ελλάδα, ακολούθησε τη στροφή ενός μεγάλου μέρους του Ελληνικού πληθυσμού προς διατροφικές συνήθειες δυτικού τύπου (Panagiotakos *et al.*, 2002).

Μία σειρά από επιδημιολογικές μελέτες ασθενών – μαρτύρων που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα την τελευταία εικοσαετία κατέδειξαν ότι η παραδοσιακή Μεσογειακή διατροφή προστατεύει από τη στεφανιαία νόσο, πολλές μορφές καρκίνου, χρόνια νοσήματα, ενώ παράλληλα βελτιώνει την όψη του δέρματος (Fitó *et al.*, 2007).



Το Μεσογειακό διατροφικό πρότυπο βασίζεται στις διατροφικές συνήθειες της Κρήτης και της νότιας Ιταλίας την περίοδο του 1960 και αποδίδεται σχηματικά με τη μορφή της πυραμίδας. Η περιγραφή της πρότυπης μεσογειακής διατροφής ως η ιδανικότερη σύγχρονη διατροφή προέκυψε από την αξιολόγηση τριών παραγόντων:

1. Την αποδοχή ότι οι δείκτες νοσηρότητα από χρόνια νοσήματα στους πληθυσμούς που βρίσκονται γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου ήταν χαμηλοί. Παράλληλα, το προσδόκιμο επιβίωσης για τους ενήλικες αυτών των πληθυσμών ήταν υψηλότερο παρά το γεγονός ότι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών δεν ήταν ικανοποιητική εκείνη την περίοδο.
2. Τη διαθεσιμότητα δεδομένων που πιστοποιούν το χαρακτήρα των διατροφικών συνηθειών στις περιοχές αυτές τη συγκεκριμένη περίοδο της μελέτης.
3. Την ταύτιση των διατροφικών προτύπων, τα οποία αποκαλύπτονται από τα στοιχεία αυτά και της σύγχρονης αντίληψης για την αόριστη διατροφή όπως προκύπτει από επιδημιολογικές και κλινικές μελέτες που πραγματοποιούνται στον κόσμο.

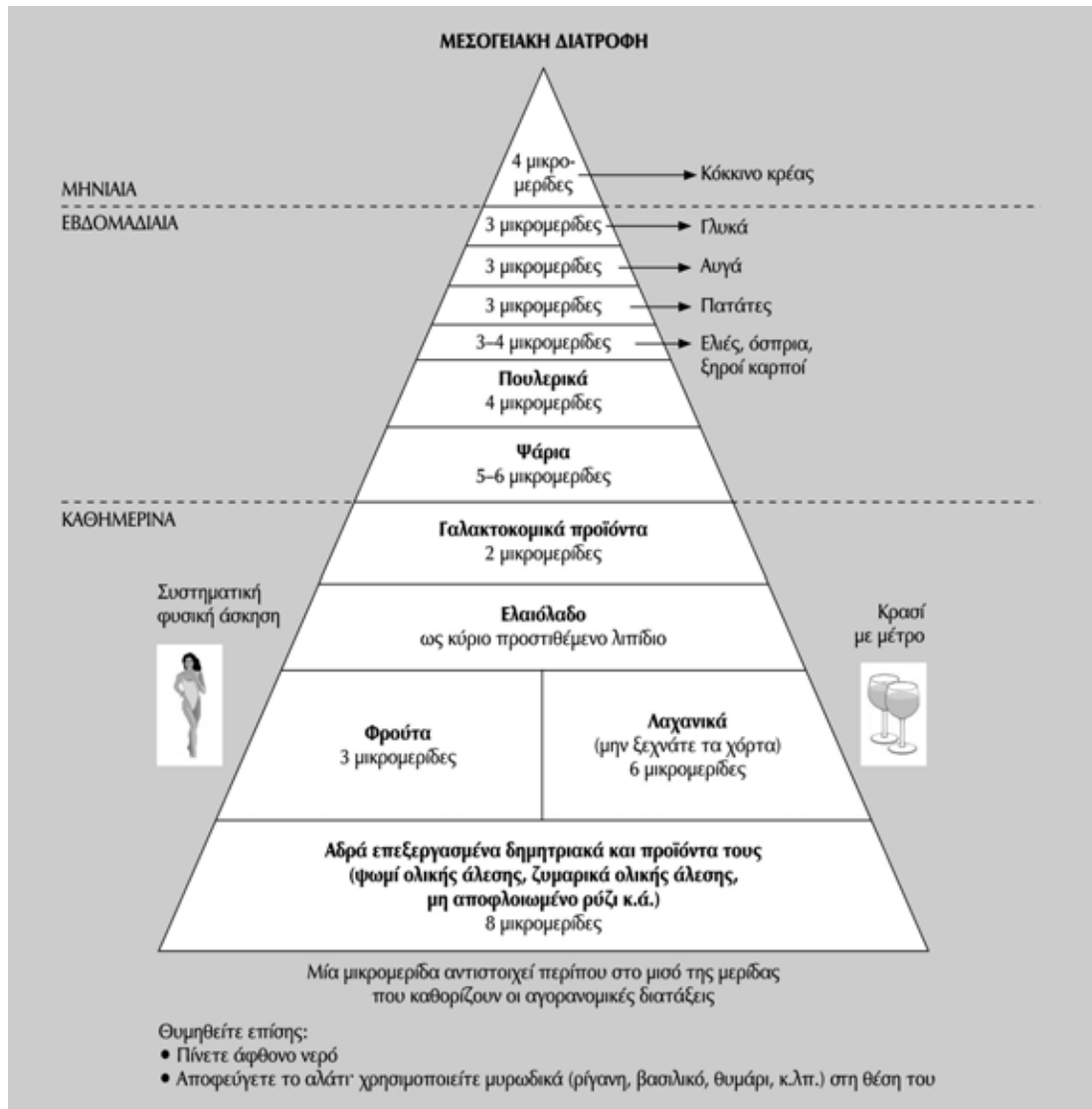
Τα παραπάνω αποτελούν ισχυρές ενδείξεις ότι η πρότυπη διατροφή για τον Ελληνικό πληθυσμό βρίσκεται πολύ κοντά στη Μεσογειακή διατροφή και την Ελληνική εκδοχή της στο τέλος της δεκαετίας του '50. Το συγκεκριμένο πρότυπο διατροφής έχει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

- ο Υψηλό ποσοστό μονοακόρεστων λιπαρών οξέων σε σύγκριση με τα κορεσμένα λιπαρά οξέα
- ο Μέτρια κατανάλωση αιθανόλης
- ο Μεγάλη κατανάλωση οσπρίων
- ο Μεγάλη κατανάλωση δημητριακών, συμπεριλαμβανομένου του ψωμιού
- ο Μεγάλη κατανάλωση φρούτων
- ο Μεγάλη κατανάλωση λαχανικών
- ο Μικρή κατανάλωση κρέατος και κρεατοσκευασμάτων
- ο Μέτρια κατανάλωση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων (Nagata *et al.*, 2010).

### 3.1.1 Διατροφικές Οδηγίες για τον Ελληνικό Πληθυσμό

Πολύ συχνά οι διατροφικές οδηγίες απεικονίζονται με τη μορφή τριγώνου ή πυραμίδας, η βάση της οποίας αναφέρεται σε τρόφιμα που πρέπει να καταναλώνονται πολύ συχνά, ενώ η κορυφή σε τρόφιμα τα οποία καλό είναι να καταναλώνονται σπάνια, και με τα υπόλοιπα τρόφιμα να καταλαμβάνουν τις ενδιάμεσες θέσεις. Στη διατροφική πυραμίδα παρέχεται η συνιστώμενη συχνότητα κατανάλωσης και όχι ακριβείς ποσότητες σε γραμμάρια, γιατί οι περισσότεροι καταναλωτές σκέφτονται με αυτό τον τρόπο όταν πρόκειται για τα τρόφιμα που καταναλώνουν. Η αναφορά σε συχνότητες κατανάλωσης, όμως, υπονοεί την ύπαρξη μιας πρότυπης μικρομερίδας ή σερβιρίσματος, κατά το αγγλοσαξονικό «serving», πολλαπλάσια της οποίας θα πρέπει να καταναλώνονται. Αυτές οι μικρομερίδες ονομάζονται επίσης και διατροφικά ισοδύναμα (όταν αναφερόμαστε σε τρόφιμα της ίδιας προέλευσης ή σύνθεσης). Ένα σύνολο περίπου 22-23 μικρομερίδων πρέπει να καταναλώνονται ημερησίως σε τρία ή τέσσερα γεύματα. Σε αδρή προσέγγιση, μία μικρομερίδα είναι περίπου το μισό της μερίδας, όπως αυτή καθορίζεται από τις Ελληνικές αγορανομικές διατάξεις, δηλαδή περίπου το μισό της μερίδας εστιατορίου. Επιγραμματικά αναφέρεται ότι μία μικρομερίδα αδρά αντιστοιχεί σε:

- Μία φέτα ψωμί (25gr)
- 100 gr πατάτες
- Μισό φλιτζάνι του τσαγιού (δηλαδή 50-60gr) μαγειρεμένου ρυζιού ή ζυμαρικών
- Ένα φλιτζάνι του τσαγιού ωμά φυλλώδη λαχανικά ή μισό φλιτζάνι από τα υπόλοιπα λαχανικά, είτε μαγειρεμένα είτε ψιλοκομμένα (δηλαδή, περίπου 100gr από τα περισσότερα λαχανικά)
- Ένα μήλο (80gr), μία μπανάνα (60gr), ένα πορτοκάλι (100gr), 200gr πεπόνι ή καρπούζι, 30 gr σταφύλια
- Ένα φλιτζάνι του τσαγιού γάλακτος ή γιαουρτιού
- 30gr τυριού
- 1 αυγό
- Περίπου 60 gr μαγειρεμένου άπαχου κρέατος ή ψαριού
- Ένα φλιτζάνι του τσαγιού (δηλαδή 100gr) μαγειρευμένων ξερών φασολιών (Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, 1999).



Εικ

όνα 3.1: Διαγραμματική απεικόνιση της Μεσογειακής διατροφής (Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, Ανώτατο Ειδικό Επιστημονικό Συμβούλιο Υγείας)

Η ύπαρξη ποικιλίας τροφίμων στη διατροφή ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ύπαρξης σημαντικής έλλειψης συγκεκριμένου θρεπτικού συστατικού. Σε μια συνήθη διατροφή, κανένα τρόφιμο δεν πρέπει να αποκλείεται αυστηρά από τη διατροφή του ατόμου εκτός και αν πρόκειται για γενετική ή άλλου είδους ευαισθησία σε συγκεκριμένα τρόφιμα.

### 3.1.2 Ομάδες Τροφίμων στη Μεσογειακή διατροφή

#### 3.1.2.1 Δημητριακά

Καθημερινά, θα πρέπει να καταναλώνονται, κατά μέσο όρο, 8 μικρομερίδες δημητριακών ή προϊόντων τους, συμπεριλαμβανομένου του ψωμιού. Η ομάδα δημητριακών είναι προτιμότερο να περιλαμβάνει προϊόντα ολικής άλεσης. Τα δημητριακά είναι απαραίτητες πηγές πολλών θρεπτικών συστατικών, μεταξύ των οποίων είναι οι διαιτητικές ίνες, οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β και τα μέταλλα. Οι διαιτητικές ίνες από τα μη επεξεργασμένα δημητριακά σαν μέρος μιας υγιεινής διατροφής, συμβάλλουν στη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα. Τρόφιμα πλούσια σε φυτικές ίνες παρέχουν το αίσθημα κορεσμού πολύ γρήγορα και με λιγότερες θερμίδες.

Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β κατέχουν πρωταγωνιστικό ρόλο στο μεταβολισμό και είναι ζωτικής σημασίας για τη σωστή ανάπτυξη του νευρικού συστήματος. Τα μη επεξεργασμένα δημητριακά είναι πλούσια σε μαγνήσιο και σελήνιο. Το μαγνήσιο συμβάλλει στην ανοικοδόμηση των οστών. Το σελήνιο προστατεύει τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες και ταυτόχρονα είναι απαραίτητο για την άμυνα του οργανισμού. Η κατανάλωση δημητριακών ολικής άλεσης δεν έχει συσχετιστεί με κάποια νόσο, αντιθέτως η αυξημένη κατανάλωση τους συσχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης εκκολπωματικής νόσου και καρκίνου του παχέος εντέρου (Willet *et al.*, 1995).

Η γλυκαιμική επίδραση των αμυλούχων τροφών, η οποία μετριέται με το γλυκαιμικό δείκτη, είναι συνάρτηση του ρυθμού πέψης, ο οποίος με τη σειρά του εξαρτάται μέχρι ενός βαθμού από την περιεκτικότητα της τροφής σε διαιτητικές ίνες, αλλά κυρίως από την περιεκτικότητα της σε άμυλο. Η ζύμωση και το ψήσιμο αυξάνουν το γλυκαιμικό δείκτη του ψωμιού, αλλά τα ζυμαρικά και τα όσπρια χαρακτηρίζονται από χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη. Η μακροχρόνια κατανάλωση τροφίμων με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη ενδεχομένως να ελαττώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων, βελτιώνοντας την ευαισθησία στην ινσουλίνη και ελαττώνοντας τα επίπεδα των λιπιδίων στο αίμα (Yoyatzoglou *et al.*, 1995).

Τα δημητριακά σύμφωνα με τη Μεσογειακή διατροφή αποτελούν κύρια πηγή ενέργειας στη διατροφή και συμπεριλαμβάνονται καθημερινά στη διατροφή. Τα επεξεργασμένα προϊόντα δημητριακών και τα μπισκότα αρτοποιίας πρέπει να καταναλώνονται με μέτρο (Perez & Ruiz, 2004).

### **3.1.2.2 Λαχανικά και Φρούτα**

Συνίσταται η κατανάλωση περίπου 6 μικρομερίδων λαχανικών και 3 μικρομερίδων φρούτων, κατά μέσο όρο. Δεν υπάρχει κίνδυνος από την υπερβολική κατανάλωση των λαχανικών και των φρούτων, αρκεί η ενεργειακή πρόσληψη να μην υπερβαίνει την κατανάλωση ενέργειας. Τα λαχανικά και τα φρούτα παρέχουν σημαντικές ποσότητες διαιτητικών ινών, πολλά μικροθρεπτικά στοιχεία (κάλιο, ασβέστιο, βιταμίνη C, βιταμίνη B6, καροτενοειδή, βιταμίνη E, φυλλικό οξύ), όπως και άλλα συστατικά με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Τα χόρτα, τα οποία κατατάσσονται στα λαχανικά και αποτελούν μέρος της παραδοσιακής διατροφής του Έλληνα, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς αποτελούν πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών. Τα λαχανικά μπορούν να καταναλώνονται είτε μαγειρευμένα είτε με ελαιόλαδο, είτε ωμά, είτε με τη μορφή σαλάτας (Willet *et al.*, 1995).

Η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών ως μέρος μιας υγιεινής διατροφής έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων και του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Τα λαχανικά είναι σημαντικές πηγές πολλών θρεπτικών συστατικών όπως οι φυτικές ίνες, το φυλλικό οξύ και οι βιταμίνες A, E και C (Willet, 1994).

Η υψηλή συγκέντρωση των λαχανικών σε φυτικές ίνες έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία αισθήματος κορεσμού σε μικρό χρονικό διάστημα. Η βιταμίνη A διατηρεί τα μάτια και το δέρμα υγιή, ενώ ταυτόχρονα προστατεύει τον οργανισμό από μολύνσεις. Η βιταμίνη C με τη σειρά της βοηθά στην αποκατάσταση του δέρματος από κοψίματα και μικροτραυματισμούς, ενώ βοηθά σημαντικά στην απορρόφηση του σιδήρου (Willet *et al.*, 1995).

### 3.1.2.3 Έλαια

Όλα τα λίπη και τα έλαια είναι μείγμα των κορεσμένων και ακόρεστων λιπαρών οξέων. Τα έλαια περιέχουν περισσότερα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ η συγκέντρωσή τους σε κορεσμένα λιπαρά οξέα είναι χαμηλά. Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, τα trans λιπαρά και η χοληστερόλη έχουν την τάση να αυξάνουν τα επίπεδα της LDL χοληστερόλης στο αίμα, η οποία με τη σειρά της ενισχύει την πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων (Katsouyanni, 1991).

Στη Μεσογειακή διατροφή το ελαιόλαδο αποτελεί το κύριο προστιθέμενο λιπίδιο. Χρησιμοποιείται όποτε είναι δυνατό, τόσο ωμό σε σαλάτες, όσο και στο τηγάνι, αλλά και σε μαγειρευμένα τρόφιμα. Όταν ο δείκτης μάζας σώματος διατηρείται κάτω από  $25 \text{ kg/m}^2$ , δεν υπάρχει επιστημονικά τεκμηριωμένος λόγος να μειωθεί η πρόσληψη ελαιολάδου, παρά την αναμφισβήτητη υψηλή ενεργειακή του πυκνότητα. Σε μία δίαιτα αδυνατίσματος, η αύξηση της φυσικής δραστηριότητας και η μείωση της πρόσληψης θερμίδων, οποιασδήποτε προέλευσης, αποτελούν προτεραιότητες. Τα τρόφιμα δεν επηρεάζουν το δείκτη μάζας σώματος κατά τρόπο άλλον από αυτόν που συνδέεται με την ενεργειακή τους πυκνότητα. Ειδικότερα στην περίπτωση του ελαιολάδου, η μείωση του δε συνίσταται, από τη στιγμή που ενδεχομένως συνεπάγεται μείωση στην πρόσληψη λαχανικών και οσπρίων, τα οποία συνήθως μαγειρεύονται με ελαιόλαδο (Skalidis & Petridou, 2002).

Το ελαιόλαδο είναι η κύρια πηγή λίπους στη Μεσογειακή διατροφή. Το παρθένο ελαιόλαδο περιέχει ένα μη αμελητέο ποσοστό φαινολικών ενώσεων. Οι φαινολικές ενώσεις που περιέχει το ελαιόλαδο είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά (Katsouyanni, 1991). Η κατανάλωση παρθένου ελαιολάδου, λόγω της πλούσιας περιεκτικότητάς του σε αντιοξειδωτικές φαινολικές ουσίες, μπορεί να δράσει προστατευτικά στο δέρμα και ενάντια στη γήρανσή του με την παρεμπόδιση εμφάνισης του φαινομένου του οξειδωτικού στρες (Skalidis & Petridou, 2002).

#### **3.1.2.4 Γαλακτοκομικά προϊόντα**

Κατανάλωση, κατά μέσο όρο, 2 μικρομερίδων γαλακτοκομικών την ημέρα, με τη μορφή τυριού, παραδοσιακού γιαουρτιού και γάλακτος, φαίνεται να είναι συμβατή με την υγεία και τις γαστρονομικές συνήθειες των Ελλήνων (Willet *et al.*, 1995).

Στη συγκεκριμένη ομάδα τροφίμων ανήκουν τρόφιμα που γίνονται από γάλα και ταυτόχρονα διατηρούν υψηλή περιεκτικότητα ασβέστιο. Αντίθετα, τρόφιμα προερχόμενα από γάλα με μικρή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, όπως το τυρί σε μορφή κρέμας, τα επιδόρπια γιαουρτιού και το βούτυρο, δεν ανήκουν σε αυτή την ομάδα τροφίμων (Djuric *et al.*, 2009).

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα παρέχουν θρεπτικές ουσίες ζωτικής σημασίας για την υγεία και την ανάπτυξη του ανθρώπινου οργανισμού, όπως το ασβέστιο, ο φώσφορος και η βιταμίνη D.

Τα συγκεκριμένα τρόφιμα ωστόσο, εκτός από το ασβέστιο, περιέχουν υψηλή συγκέντρωση κορεσμένων λιπιδίων. Για το λόγο αυτό, η κατανάλωση αποβουτυρωμένων προϊόντων είναι προτιμότερη (Roma – Giannikou *et al.*, 1997).

#### **3.1.2.5 Ψάρια και Θαλασσινά**

Τα ψάρια και τα θαλασσινά θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν το κρέας και τα αυγά, αλλά γαστρονομικοί, πρακτικοί και οικονομικοί περιορισμοί υπαγορεύουν τη σύσταση για μία περίπου μικρομερίδα την ημέρα, δηλαδή 3 μερίδες την εβδομάδα (Willet *et al.*, 1995).

Τα ω-3 λιπαρά οξέα φαίνεται να προστατεύουν από καρδιαγγειακά νοσήματα και αρρυθμίες. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2001 – 2002 στην περιοχή της Αττικής, συμμετείχαν άντρες και γυναίκες ηλικίας 18 έως 89 ετών. Από τους συμμετέχοντες, το 88% των αντρών και το 91% των γυναικών κατανάλωναν μικρά ψάρια (όπως σαρδέλες), με συχνότητα πάνω από 150 gr την εβδομάδα για τελευταία 10 χρόνια. Η έρευνα απέδειξε ότι τόσο οι άντρες όσο και οι γυναίκες που κατανάλωναν πάνω από 150 gr ψαριών την εβδομάδα είχαν μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης υπέρτασης και χαμηλή συγκέντρωση τριγλυκεριδίων (Chrysohoou *et al.*, 2007).

Σύμφωνα με ορισμένες έρευνες, η κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών συσχετίζεται σημαντικά με την εμφάνιση λιγότερων ρυτίδων. Τα ψάρια προστατεύουν το δέρμα απέναντι στην ακτινική βλάβη, γεγονός το οποίο εξαρτάται και από τις τροφές με τις οποίες συνοδεύεται. Σε περίπτωση που το ψάρι συνοδεύεται με σαλάτα ή μαγειρευμένα λαχανικά τότε μπορεί να δράσει ως αντιοξειδωτική ουσία μαζί με τα διάφορα καροτενοειδή και σε συνδυασμό με άλλες ενώσεις που προσφέρουν προστασία στο δέρμα απέναντι στην UV ακτινοβολία. Τα ψάρια μπορούν να προσφέρουν ένα σημαντικό ποσό αντιοξειδωτικών, συμπεριλαμβανομένων των καροτενοειδών, του συνενζύμου Q10 και της βιταμίνης E (Hörpe *et al.*, 1999).

### **3.1.2.6 Κρέας και Αυγά**

Η κατανάλωση πουλερικών, αυγών και κόκκινου κρέατος δεν πρέπει να ξεπερνά, κατά μέσο όρο, τη μία μικρομερίδα την ημέρα ή μία πλήρη μερίδα κάθε δεύτερη ημέρα, ενώ παραπέρα μείωση δε φαίνεται να αποτελεί απειλή για την υγεία των ενηλίκων. Το κρέας των πουλερικών προτιμάται από το κόκκινο κρέας, ενώ τα αυγά, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που χρησιμοποιούνται στη μαγειρική και στη ζαχαροπλαστική, δε θα πρέπει να ξεπερνούν τα 4 την εβδομάδα. Κατά συνέπεια, ένα άτομο μπορεί να καταναλώνει 3 αυγά την εβδομάδα και 2 μερίδες την εβδομάδα κρέας πουλερικών (Willet *et al.*, 1995).

### **3.1.2.7 Όσπρια**

Τα όσπρια δε συνηθίζουν να καταναλώνονται ως ξεχωριστό φαγητό στις περισσότερες χώρες, για αυτό και σπάνια αναφέρονται ξεχωριστά στις αντίστοιχες διατροφικές οδηγίες. Στην Ελλάδα, όμως, το ελαιόλαδο επιτρέπει την παρασκευή γευστικών φαγητών με όσπρια. Τα όσπρια διαθέτουν μερικά από τα υγιεινά χαρακτηριστικά των λαχανικών και, επιπλέον, παρέχουν πρωτεΐνες σχετικά μέτριας βιολογικής αξίας. Συνίσταται η κατανάλωση, κατά μέσο όρο, μίας μικρομερίδας παρ' ημέρα. Τρεις μικρομερίδες οσπρίων την εβδομάδα μαγειρευμένων σε ελαιόλαδο αντιστοιχούν σε κάτι περισσότερο από μία μερίδα οσπρίων εστιατορίου.



Τα όσπρια περιέχουν θρεπτικά συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για την υγεία και την ανάπτυξη του σώματος. Μερικά από τα σπουδαιότερα θρεπτικά συστατικά είναι οι πρωτεΐνες, οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β, η βιταμίνη Ε, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος και το μαγνήσιο (Papanikolaou & Fulgoni, 2008). Συνίσταται η κατανάλωση κατά μέσο όρο μίας μικρομερίδας ανά ημέρα (Willet *et al.*, 1995).

### **3.1.2.8 Ξηροί καρποί**

Οι ξηροί καρποί έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα και πολλοί από αυτούς έχουν υποχολεστερολαιμική και προστατευτική δράση απέναντι στην εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων. Συχνά μελετώνται μαζί με τους σπόρους, οι οποίοι φαίνεται να έχουν υψηλή περιεκτικότητα βιταμίνης Ε και φυτικές ίνες. Όταν δεν ξεπερνιέται η ενεργειακή πρόσληψη, οι ξηροί καρποί αποτελούν μία από τις υγιεινότερες επιλογές δεκατιανού. Από αυτούς, τα καρύδια είναι άριστες πηγές πρωτεΐνης και βιταμίνης Ε, ενώ τα αμύγδαλα αποτελούν σημαντική πηγή ασβεστίου (Jenkins *et al.*, 2003).

### **3.1.2.9 Πατάτες**

Αν και ορισμένοι κατατάσσουν τις πατάτες με τα λαχανικά, διατροφικά οι πατάτες μοιάζουν περισσότερο με δημητριακά, κυρίως επεξεργασμένα. Όπως και το λευκό ψωμί, οι πατάτες έχουν υψηλό γλυκαιμικό δείκτη και οι σύγχρονες διατροφικές οδηγίες υπαγορεύουν την αποφυγή κατανάλωσης περισσότερων από 3 μικρομερίδες την εβδομάδα (Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, 1999).

Οι πατάτες με τη φλούδα αποτελούν άριστη πηγή καλίου. Οι πατάτες είναι μία από τις κύριες πηγές βιταμίνης C, η οποία είναι ισχυρό αντιοξειδωτικό. Προάγουν τη σύνθεση γλουταθειόνης σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με την αντίστοιχη των λαχανικών (Trichoroulou, 2003).

### 3.1.2.10 Κρέας

Το κρέας περιέχει πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, βιταμίνες του συμπλέγματος Β, σελήνιο, σίδηρο και ψευδάργυρο. Η κατανάλωση κρέατος και συγκεκριμένα κόκκινου κρέατος σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου παχέος εντέρου και με στεφανιαία νόσο. Τόσο το κρέας όσο και τα αυγά περιέχουν υψηλές ποσότητες χολοστερόλης, γεγονός το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, αν και η διατροφική πρόσληψη χοληστερόλης επηρεάζει σε σχετικά μικρό βαθμό τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα (McCullough *et al.*, 2000).

Στις μεσογειακές χώρες, η κατανάλωση βόειου, χοιρινού κρέατος και αρνιού διατηρείται παραδοσιακά σε χαμηλά επίπεδα. Σύμφωνα με το μεσογειακό πρότυπο διατροφής, η κατανάλωση κόκκινου κρέατος δεν ξεπερνά κατά μέσο όρο τις 4 μικρομερίδες το μήνα ή τις 2 μερίδες κάθε μήνα (Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, 1999).

### 3.1.2.11 Ζάχαρη και Σχετικά προϊόντα

Η ζάχαρη βρίσκεται σε αφθονία στα γλυκίσματα. Υπάρχει επίσης ή προστίθεται σε ποτά, όπως ο καφές, το τσάι, οι χυμοί φρούτων και τα αναψυκτικά. Απλά σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη) υπάρχουν ακόμη σε πολλά φρούτα. Οι γλυκαιμικές επιδράσεις των απλών σακχάρων είναι συγκρίσιμες, αν όχι μικρότερες, αυτών του αμύλου των μαγειρευμένων φαγητών. Η ελάττωση της κατανάλωσης ζάχαρης μπορεί να επιτευχθεί με εκπαίδευση σε νεαρή ηλικία. Όσο αφορά στη χρήση υποκατάστατων, όπως είναι η ζαχαρίνη και η ασπαρτάμη, πρόκειται για ουσίες για τις οποίες δεν έχουν μέχρι στιγμής τεκμηριωθεί κίνδυνοι για τους ανθρώπους, οπότε και συνιστάται αποφυγή της υπερβολικής κατανάλωσής τους. Αν και πολλά ελληνικά γλυκίσματα περιέχουν ελαιόλαδο, διάφορους ξηρούς καρπούς, φρούτα και αλεύρι και όχι κρέμα γάλακτος ή βούτυρο, η μέση ημερήσια πρόσληψη δεν πρέπει να ξεπερνά τη μισή μικρομερίδα την ημέρα ή μία μικρομερίδα παρ' ημέρα (Schulze *et al.*, 2004).

### 3.1.2.12 Μυρωδικά

Η ρίγανη, ο βασιλικός, το θυμάρι και άλλα μυρωδικά που φύονται στην Ελλάδα αποτελούν εξαιρετική πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών και συνιστούν ένα εύγεστο υποκατάστατο του αλατιού στην προετοιμασία των φαγητών.

Το κρεμμύδι και το σκόρδο χρησιμοποιούνται ως τρόφιμα και ταυτόχρονα σε ιατρικές εφαρμογές. Είναι πλούσια πηγή διαφόρων θρεπτικών συστατικών, τα οποία αναγνωρίζονται ως σημαντικά στοιχεία της μεσογειακής διατροφής (Lanzotti, 2006).

### 3.1.2.13 Αιθυλική αλκοόλη

Η κατανάλωση οινοπνευματωδών ποτών, σε ποσότητα που αντιστοιχεί σε 30 gr αιθυλικής αλκοόλης (τρία ποτήρια για τα περισσότερα οινοπνευματώδη) την ημέρα για τους άνδρες και 15 gr αιθυλικής αλκοόλης την ημέρα για τις γυναίκες, έχει ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η κατανάλωση κρασιού κατά τη διάρκεια των γευμάτων είναι περισσότερο ωφέλιμη από την κατανάλωση αποσταγμένων, ηδύποτων ή μπύρας εκτός των γευμάτων (Núñez-Cordoba, 2009).

Η με μέτρο κατανάλωση κρασιού και κυρίως κόκκινου κρασιού έχει προστατευτικό ρόλο απέναντι στην εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων, αυξάνει την HDL χοληστερόλη και τη συγκέντρωση φλαβονοειδών, τα οποία είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά. Το κόκκινο κρασί περιέχει πολυφαινόλες, που αυξάνουν την έκκριση αγγειοτασίνης II και τη σύνθεση οξειδίου του αζώτου, με αποτέλεσμα τη μείωση της πίεσης του αίματος. Η αυξημένη κατανάλωση κρασιού (πάνω από 31 gr αιθυλικής αλκοόλης την ημέρα για τους άντρες και 18 gr αιθυλικής αλκοόλης για τις γυναίκες) έχει σαν αποτέλεσμα μη επιθυμητές επιδράσεις, όπως αύξηση της πίεσης του αίματος, ενεργοποίηση του συμπαθητικού συστήματος, έμφραγμα και καρδιακή ανακοπή (Andrade *et al.*, 2009).

### **3.1.2.14 Κάπνισμα**

Το κάπνισμα προκαλεί στένωση των αρτηριών του αίματος, με αποτέλεσμα τη μείωση της ροής του αίματος και κατά συνέπεια του οξυγόνου και των θρεπτικών ουσιών, όπως η βιταμίνη Α. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το ξεφλούδισμα του δέρματος και την καταστροφή της ελαστίνης.

Το κάπνισμα επιταχύνει τη φυσιολογική διαδικασία γήρανσης του δέρματος και συμβάλλει στην εμφάνιση ρυτίδων. Οι άνθρωποι που καπνίζουν τείνουν να έχουν περισσότερες ρυτίδες σε σύγκριση με αυτούς που δεν καπνίζουν. Η εμφάνιση και ο αριθμός των ρυτίδων αυξάνεται ανάλογα με τον αριθμό των τσιγάρων και το χρονική διάρκεια που καπνίζει κάποιος (Christakis & Fowler, 2008).

Οι καπνιστές υποβάλλονται σε έντονο οξειδωτικό στρες. Για να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις καλό είναι να λαμβάνεται καθημερινά υψηλή δόση βιταμίνης C (επιπλέον 35mg από το RDA), ακόμη και με τη μορφή συμπληρώματος (Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, 1999).

### **3.1.3 Διατροφικές Οδηγίες σε Επίπεδο Τροφίμων και Συνιστώμενες Προσλήψεις Θρεπτικών Συστατικών**

Οι διατροφικές οδηγίες σε επίπεδο τροφίμων πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον τη μέση ανάγκη πρόσληψης για κάθε θρεπτικό συστατικό (Commission of the European Communities, 1993). Για την επαλήθευση της βασικής αυτής προϋπόθεσης, υπολογίστηκε, για κάθε μία από τις ομάδες τροφίμων, η σταθμισμένη μέση περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Η στάθμιση έγινε με βάση τη σχετική κατανάλωση των επιμέρους τροφίμων κάθε ομάδας, όπως αυτή προκύπτει από την αποτύπωση διατροφικών συνηθειών κατά τεκμήριο υγιών Ελλήνων, που συμμετείχαν ως μάρτυρες σε σειρά επιδημιολογικών ερευνών (Trichopoulos *et al.*, 1991). Διαπιστώθηκε ότι οι διατροφικές οδηγίες για τους Έλληνες είναι απόλυτα συμβατές με τις συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιστημονικής Επιτροπής Τροφίμων που αφορούν στις προσλήψεις θρεπτικών συστατικών (Commission of the European Communities, 1993).

### 3.1.4 Διαγραμματική Απεικόνιση των Διατροφικών Συστάσεων σε Επίπεδο

#### Τροφίμων

Η διαγραμματική απεικόνιση σε μορφή πυραμίδας είναι γενικά συμβατή με αυτή που προτάθηκε από τον Willet και τους συνεργάτες του, αλλά έχει μικρές διαφοροποιήσεις, που υπαγορεύτηκαν από πρόσφατες επιστημονικές έρευνες, και παρέχει ποσοτικοποιημένες οδηγίες. Αξίζει να επισημανθούν ορισμένα πρόσθετα στοιχεία:

- Επίτευξη και διατήρηση επιθυμητού βάρους για το ύψος.
- Αργή κατανάλωση τροφής, κατά προτίμηση σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, χωρίς άγχος και με τη συντροφιά προσφιλών προσώπων.
- Προτίμηση σε φρούτα ή ξηρούς καρπούς και όχι γλυκίσματα στα ενδιάμεσα μικρογεύματα.
- Προτίμηση σε ψωμί ή ζυμαρικά ολικής άλεσης.
- Επιλογή κατανάλωσης νερού έναντι αναψυκτικών.
- Οι υγιείς ενήλικες (πλην των εγκύων) δε χρειάζονται διατροφικά συμπληρώματα όταν ακολουθούν μία ισορροπημένη διατροφή.
- Τα υποθερμιδικά (light) τρόφιμα δεν αποτελούν υποκατάστατο της φυσικής άσκησης για τον έλεγχο της παχυσαρκίας. Επιπλέον, η κατανάλωση τους σε μεγάλες ποσότητες έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε αύξηση του σωματικού βάρους.

Η εφαρμογή υποδειγματικής διατροφής αποτελεί τον τελικό στόχο, αλλά η υιοθέτησή της σε καθημερινή βάση μπορεί να γίνει προοδευτικά (Willet *et al.*, 1995).

### 3.2. Δίαιτα υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης (HighProteinDiet)

Το συγκεκριμένο είδος διατροφής χαρακτηρίζεται από υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών, οι οποίες αντιπροσωπεύουν ποσοστό μεγαλύτερο του 30% της συνολικής θερμιδικής πρόσληψης. Σύμφωνα με μία συνήθης παραλλαγή αυτής, συνδυάζεται υψηλή σε λίπος και πολύ χαμηλή σε υδατάνθρακες, οι οποίοι είναι δυνατό να μην ξεπερνούν συνολικά τα 20 gr πρόσληψης ημερησίως, προερχόμενοι κυρίως από λαχανικά. Μετά από 3 μήνες εφαρμογής της δίαιτας, η κατανάλωση υδατανθράκων ανέρχεται στα 25 gr ημερησίως (Foster *et al.*, 2010).

Τα άτομα που ακολουθούν αυτή τη δίαιτα πρέπει να διατηρούν χαμηλή πρόσληψη δημητριακών, ψωμιού, φρούτων, ζυμαρικών, αλκοόλ και γλυκών. Αντίθετα, μπορούν να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες κρέατος, τυριού, ψαριών, αυγών, μαλακίων ή άλλων πρωτεϊνικών πηγών που επιθυμούν, χωρίς να τίθενται, σε πολλές περιπτώσεις, ποσοτικοί περιορισμοί πρόσληψης (Last&Wilson, 2006).

Έχει παρατηρηθεί ότι οι υπέρβαρες και παχύσαρκες προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες που ακολούθησαν δίαιτες με υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης εμφάνισαν μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε ένα χρόνο σε σύγκριση με άλλες δίαιτες. Ωστόσο, είναι αμφιλεγόμενο κατά πόσο τα αποτελέσματα από μια τέτοιου είδους δίαιτα είναι μακροπρόθεσμα (Gardner *et al.*, 2007).

Έρευνα πραγματοποιήθηκε προκειμένου να διερευνηθεί την επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό ενός διατροφικού σχήματος με χαμηλή συγκέντρωση σε λίπος και υψηλή σε υδατάνθρακες (46% υδατάνθρακες, 24 % πρωτεΐνες και 30 % λίπος) και ενός διατροφικού σχήματος με υψηλή συγκέντρωση σε λίπος και χαμηλή συγκέντρωση σε υδατάνθρακες (4% υδατάνθρακες, 35 % πρωτεΐνες και 61% λίπος). Η έρευνα εφαρμόστηκε για ένα χρόνο σε 118 άτομα (άντρες και γυναίκες), παχύσαρκοι και οι οποίοι εμφάνιζαν τουλάχιστον έναν επιπλέον επιβαρυντικό παράγοντα για εμφάνιση μεταβολικού συνδρόμου. Αξιίζει να επισημάνουμε ότι το 59% των συμμετεχόντων ολοκλήρωσαν τη δοκιμή, πιο συγκεκριμένα 33 άτομα που ακολουθούσαν το διατροφικό σχήμα με χαμηλή συγκέντρωση υδατανθράκων και υψηλή συγκέντρωση λίπους και 36 άτομα που ακολούθησαν το διατροφικό σχήμα με χαμηλή συγκέντρωση λίπους και υψηλή συγκέντρωση υδατανθράκων. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξε ότι τα άτομα που ακολούθησαν τα δύο διατροφικά σχήματα εμφάνισαν παρόμοια απώλεια συνολικού βάρους και λίπους σώματος. Η πίεση του αίματος, η αντίσταση της ινσουλίνης, η συγκέντρωση γλυκόζης και η C- αντιδρώσα πρωτεΐνη μειώθηκαν και στα δύο διατροφικά σχήματα. Στην ομάδα που ακολούθησε το διατροφικό σχήμα με χαμηλή συγκέντρωση υδατανθράκων και υψηλή συγκέντρωση σε λίπος παρατηρήθηκε μείωση των τριγλυκεριδίων, αύξηση της HDL και LDL καθώς και αύξηση της Apo – B. Άρα, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι ένα διατροφικό σχήμα με χαμηλή συγκέντρωση υδατανθράκων μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη όσον αφορά την κλινική εικόνα των ατόμων και ιδιαίτερα των παχύσαρκων. Ωστόσο, η αύξηση της LDL

χοληστερόλης δηλώνει ότι αυτή η παράμετρος θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη. (Brinkworth *et al.*, 2009).

Από τη δίαιτα τύπου Atkins, που αποτελεί ακραία περίπτωση, αλλά και από όλες τις λεγόμενες «πρωτεϊνικές ή κετογονικές» δίαιτες, απουσιάζουν σε σημαντικό βαθμό οι υδατάνθρακες, γεγονός που οδηγεί τον οργανισμό στη χρησιμοποίηση, αντί της γλυκόζης, των λιπαρών οξέων ως κύρια πηγή ενέργειας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η έκκριση κετονών στο αίμα. Οι κετόνες είναι ουσίες που περιορίζουν το αίσθημα της όρεξης. Επίσης, η απουσία των υδατανθράκων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διούρησης, που συνεπάγεται απώλεια υγρών από το σώμα, με απώτερη συνέπεια την ενδεχόμενη μείωση του σωματικού βάρους. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι η υπερπαραγωγή κετονών, σε βαθμό τέτοιο που να μη μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ιστούς, αποτελεί μια σοβαρή παθολογική κατάσταση, που διαταράσσει τη χημική ισορροπία του οργανισμού. Τα συμπτώματα εξαιτίας της υψηλής παρουσίας κετονών στο αίμα μπορεί να είναι κεφαλαλγίες, ζαλάδες, κόπωση, αναγούλα και άσχημη οσμή αναδυόμενη από την ανάσα των ατόμων, ενώ επίσης συχνά τα άτομα νιώθουν κουρασμένα και ληθαργικά (Maher *et al.*, 2010; Cosgrove *et al.*, 2007).

### **3.3 Διατροφικό σχήμα που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων (κυρίως με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη και μέτρια έως χαμηλή πρόσληψη λίπους)**

Χαρακτηρίζεται από αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων, η οποία συνήθως υπερβαίνει το 55% της συνολικής ημερήσιας προσλαμβανόμενης ενέργειας, οι πρωτεΐνες κατέχουν το 15%, ενώ το λίπος είναι μικρότερο του 30%. Τα άτομα που ακολουθούν το συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα εμφανίζουν συνήθως αυξημένη πρόσληψη μαγνησίου, καλίου, φυτικών ινών, φυλλικού οξέος και αντιοξειδωτικών (κυρίως βιταμινών C, E, A) (Danby, 2010).

Το συγκεκριμένο πρότυπο διατροφής βασίζεται στην κατανάλωση δημητριακών, οσπρίων, φρούτων και ξηρών καρπών, ενώ η κατανάλωση ζωικών προϊόντων περιορίζεται στο ελάχιστο. Λόγω της μειωμένης κατανάλωσης κρέατος και κορεσμένου λίπους, έχει συσχετιστεί με μείωση του ποσοστού της παχυσαρκίας, βελτίωση των επιπέδων γλυκόζης νηστείας και της ανοχής στη γλυκόζη, μείωση της συστολικής και

διαστολικής πίεσης, μείωση των καρδιαγγειακών νοσημάτων και του καρκίνου του παχέος εντέρου. Ωστόσο, ο μερικός αποκλεισμός των ζωικών πρωτεϊνών από τη διαίτα μπορεί να επιφέρει κινδύνους ανεπάρκειας, τόσο στα απαραίτητα αμινοξέα όσο και σε μικροθρεπτικά συστατικά όπως η βιταμίνη B12, το ασβέστιο, ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος (Παναγιωτάκος, Χρυσόχου & Πίτσαβος, 2001).

Στο παρελθόν, υπήρξαν έρευνες που αμφισβήτησαν τη καρδιοπροστατευτική δράση της Μεσογειακής διατροφής, λόγω της υψηλής της περιεκτικότητας σε ολικό λίπος (περίπου 40%), υποστηρίζοντας πως μια διατροφή χαμηλή σε ολικό λίπος και υψηλή σε υδατάνθρακες ίσως είναι πιο ευεργετική για την καρδιά (Sanders, 2003). Ωστόσο, έρευνες που ακολούθησαν απέδειξαν ότι η ποιότητα του λίπους είναι αυτή που κατέχει καθοριστικό ρόλο στην καρδιαγγειακή λειτουργία, αρκεί να αποφεύγεται η υπερκατανάλωση ενέργειας.

Ωστόσο, οι μέτριες λίπους/ υψηλών υδατανθράκων (χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη) δίαιτες έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές όσο αφορά στη μείωση του σωματικού βάρους και τη μείωση του σχετικού κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων. Τα οφέλη από τη συγκεκριμένη διαίτα οφείλονται στην αντικατάσταση των κορεσμένων λιπαρών από υδατάνθρακες και κατά συνέπεια τη μειωμένη ενεργειακή πρόσληψη και τη μείωση της LDL χοληστερόλης (Sanders, 2003).

Το συγκεκριμένο πρότυπο διατροφής θεωρείται από τους υποστηρικτές του μεσογειακού προτύπου ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και δεν έχει καρδιοπροστατευτικό ρόλο (Willet, 2002). Έρευνα έχει αποδείξει ότι εκτός από μείωση του ολικού λίπους της διαίτας, μειώνεται παράλληλα η HDL χοληστερόλη και αυξάνονται τα τριγλυκερίδια (Katan, 1998).



## **Βιβλιογραφία Θεωρητικού Μέρους**

### **Ξένη Βιβλιογραφία:**

Aikens J, Dix TA. Peroxyl radical (HOO·). Initiated lipid-peroxidation. The role of fatty-acid hydroperoxides. *J Biol Chem* 1991;266:15091–15098.

Andrade ACM, Cesena FHY, Consolim-Colombo FM, Coimbra SR, Benjó AM, Krieger EM, Lemos da Luz P. Short-term red wine consumption promotes differential effects on plasma levels of high-density lipoprotein cholesterol, sympathetic activity, and endothelial function in hypercholesterolemic, hypertensive, healthy subjects. *Clinics* 2009; 64(5):435-42.

Arrigov AP. Gene expression and the thiol redox state. *Free Radic Biol Med* 1999; 27:936–944.

Bergendi L, Benes L, Durackova Z, Ferencik M. Chemistry, physiology and pathology of free radicals. *Life Sci* 1999; 65:1865–1874.

Bergfeld WF. A lifetime of healthy skin: implications for women. *Int J Fertil Wom Med* 1999; 44:83–95.

Black MA, Green DJ, Cable NT. Exercise prevents age-related decline in nitric-oxide-mediated vasodilator function in cutaneous microvessels. *J Physiol* 2008; 586(14):3511-24.

Brinkworth Grant D, Noakes M, Buckley JD, Keogh JB, Clifton PM. Long-term effects of a very-low-carbohydrate weight loss diet compared with an isocaloric low-fat diet after 12 months. *Am J Clin Nutr* 2009;90:23–32.

Bruno RS, Ramakrishnan R, Montine TJ.  $\alpha$ -Tocopherol disappearance is faster in cigarette smokers and is inversely related to their ascorbic acid status. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:95-103.

Chae HZ, Chung SJ, Rhee SG. Thioredoxin-dependent peroxide reductase from yeast. *J Biol Chem* 1994; 269:27670–27678.

Christakis NA, Fowler JH. The collective dynamics of smoking in a large social network. *New Engl J Med* 2008; 358:2249 – 2258.

Lanzotti V. The analysis of onion and garlic. *J Chromatogr A* 2006 Apr; 21(1112): 3-22.

Chrysohoou C, Panagiotakos D, Pitsavos C, Skoumas J, Krinos X, Chloptsios Y, Nikolaou V, Stefanadis C. Long-term fish consumption is associated with protection against arrhythmia in healthy persons in a Mediterranean region—the ATTICA study. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:1385–91.

Colven RM, Pinnell SR. Topical Vitamin C in Aging. *Clinics in Dermatology* 1996; 14:227 – 234.

Crane FL. Biochemical functions of coenzyme Q10. *J Am Coll Nutr* 2001; 20(6):591–598.

Crow JP, Beckman JS, McCord JM. Sensitivity of the essential zinc-thiolate moiety of yeast alcohol dehydrogenase to hypochlorite and peroxynitrite. *Biochem* 1995; 34:3544–3552.

Dalle – Donne I, Giustarini D, Colombo R, Rossi R, Milzani A. Protein carbonylation in human diseases. *Trends Mol Med* 2003; 9:169–176.

Dalle – Donne I, Scaloni A, Giustarini D, Cavarra E, Tell G, Lungarella G. Proteins as biomarkers of oxidative/nitrosative stress in diseases: The contribution of redox proteomics. *Mass Spectrom Rev* 2005; 24:55–99.

Darr D, Fridovich I. Free radicals in cutaneous biology. *J Invest Dermatol* 1994; 102:671–675.

De Grey ADNJ. HO2: The forgotten radical. *DNA Cell Biol* 2002; 21:251–257.

Dickinson D, Forman H. Cellular glutathione and thiols metabolism. *Biochem Pharmacol* 2002; 64:1019–1026.

Djuric Z, Ren J, Blythe J, VanLoon G, Sen A. A Mediterranean Dietary Intervention in Healthy American Women Changes Plasma Carotenoids and Fatty Acids in Distinct Clusters. *Nutr Res* 2009 March; 29(3):156–163.

- Dolmans D, Fukumura D, Jain RK. Photodynamic therapy for cancer. *Nat Rev Cancer* 2003; 3:380-387.
- Droge W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* 2002; 82:47–95.
- Faiz M, Acarin L, Peluffo H, Villapol S, Castellano B, Gonz'alez B. Antioxidant Cu/Zn SOD: Expression in postnatal brain progenitor cells. *Neuroscience Letters* 2006; 71–76.
- Fang YZ, Yang S, Wu GY. Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition* 2002; 18:872–879.
- Farage MA, Miller KW, Elsner P, Maibach HI. Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: a review. *Int J of Cosm Sci* 2008; 30: 87–95.
- Fitó M, Guxens M, Corella D, Sáez G, Estruch R, De la Torre R, Francés F, Cabezas C, López-Sabater M, Marrugat P, García-Arellano A, Arós F, Ruiz-Gutierrez V, Ros E, Salas-Salvadó J, Fiol M, Solá R, Covas MI. Effect of a Traditional Mediterranean Diet on Lipoprotein Oxidation. *Arch Intern Med* 2007; 167(11):1195-1203.
- Foster G, Wyatt H, Hill J, Makris A, Rosenbaum D, Brill C, Stein R, Mohammed S, Miller B, Rader D, Zemel B, Wadden T, Tenhave T, Newcomb C, Klein S. Weight and Metabolic Outcomes After 2 Years on a Low- Carbohydrate Versus Low-Fat Diet: A Randomized Trial. *Ann Intern Med* 2010 August 3; 153(3): 147–157.
- Fraser DP, Bramley MP. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Rev Prog Lipid Res* 2004; 43:228 – 265.
- Gardner C, Kiazand A, Alhassan S, Kim S, Stafford R, Balise R, Kraemer H, King A. Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN Diets for Change in Weight and Related Risk Factors Among Overweight Premenopausal Women. The A TO Z Weight Loss Study: A Randomized Trial. *JAMA* 2007; 297:969-977.
- Ghafourifar P, Cadenas E. Mitochondrial nitric oxide synthase. *Trends Pharmacol Sci* 2005; 26:190–195.
- Glogau RG. Physiologic and structural changes associated with aging skin. *Dermatol Clin* 1997; 15:555– 559.

Graat JM, Schouten EG, Kok FJ. Effect of daily vitamin E and multivitamin-mineral supplementation on acute respiratory tract infections in elderly persons: a randomized controlled trial. *JAMA* 2002; 288:715-21.

Gutteridge JM. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clin Chem* 1995; 41:1819–1828.

Hamanaka H, Miyachi Y, Imamura S. Photoprotective effect of topically applied SOD on sunburn reaction in comparison with sunscreen. *J Dermatol* 1990; 17:595–598.

Haytowitz DB. Information from USDA's Nutrient Data Bank. *J Nutr* 1995; 125:1952-1955.

Hong-Fang J. Insight into the Strong Antioxidant Activity of Deinoxanthin, a Unique Carotenoid in *Deinococcus Radiodurans*. *Int J Mol Sci* 2010; 11:4506-4510.

Hoppe U, Bergemann J, Diembeck W, Ennen J, Gohla S, Harris I, Jacob J, Kielholz J, Mei W, Pollet D. Coenzyme Q10, a coetaneous antioxidant and energizer. *Biofactors* 1999; 9(2-4): 371 -8.

Jamieson DJ. Oxidative stress responses of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 1998; 14:1511–1527.

Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner D, Vidgen E, Lapsley KG, Trautwein EA, Parker TL, Josse RG, Leiter LA, Connelly PW. The effect of combining plant sterols, soy protein, viscous fibers, and almonds in treating hypercholesterolemia. *Metabolism* 2003 Nov; 52(11):1478-83.

Kakhlon O, Cabantchik ZI. The labile iron pool: Characterization, measurement, and participation in cellular processes. *Free Radic Biol Med* 2002; 33:1037–1046.

Katan MB. Effect of low-fat diets on plasma high density lipoprotein concentrations. *Am J Nutr* 1998; 67: 573S-576S.

Katsouyanni K, Skalidis Y, Petridou E, Trichopoulou A, Willet WC, Trichopoulos D. Diet and peripheral arterial occlusive disease: The role pf poly-, non-, saturated fatty acids. *Am J Epidemiol* 1991;133: 24-31.

Kirlin WG, Cai J, Thompson SA, Diaz D, Kavanagh TJ, Jones DP. Glutathione redox potential in response to differentiation and enzyme inducers. *Free Radic Biol Med* 1999; 27:1208–1218.

Klatt P, Lamas S. Regulation of protein function by S-glutathiolation in response to oxidative and nitrosative stress. *Eur J Biochem* 2000; 267:4928–4944.

Kohen R. Skin antioxidant: their role in aging and in oxidative stress: new approaches for their evaluation. *Biomed Pharm* 1999; 53:181–192.

Kovacic P, Jacintho JP. Reproductive toxins: Pervasive theme of oxidative stress and electron transfer. *Curr Med Chem* 2001; 7:863–892.

Kwon SJ, Park JW, Choi WK, Kim IH, Kim K. Inhibition of metalcatalysed oxidation systems by a yeast protector protein in the presence of thioredoxin. *Biochem Biophys Res Com* 1994; 201:8–15.

Lachance P, Nakat Z, Jeong W. Antioxidants: An integrated approach. *Nutrition* 2001; 17:835–838.

Last A, Wilson SA. Low-Carbohydrate Diets. *Am Fam Physician* 2006; 73:1942-8, 1951.

Leonard SS, Harris GK, Shi X. Metal-induced oxidative stress and signal transduction. *Free Radic Biol Med* 2004; 37:1921– 1942.

Lee SH, Oe T, Blair IA. Vitamin C-induced decomposition of lipid hydroperoxides to endogenous genotoxins. *Science* 2001; 292:2083-2086.

Liochev SI, Fridovick I. The role of O<sub>2</sub> in the production of HO: In vitro and in vivo. *Free Radic Biol Med* 1994; 16:29–33.

Mao H, Scenetz –Boutaoud NC, Weisenseel JP, Marnett LJ, Stone MP. Duplex DNA catalyzes the chemical rearrangement of a malondialdehyde deoxyguanosine adduct. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999; 96:6615–6620.

Marnett LJ. Lipid peroxidation – DNA damage by malondialdehyde. *Mut Res Fund Mol Mech Mutagen* 1999; 424:83–95.

Masella R, Di Benedetto R, Vari R, Filesi C, Giovannini C. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: Involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. *J Nutr Biochem* 2005; 16:577–586.

McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, Rosner BA, Hu FB, Hunter DJ. Adherence to the Dietary Guidelines for Americans and risk of major chronic disease in women. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(5): 1214–22.

Miller DM, Buettner GR, Aust SD. Transition metals as catalysts of “autoxidation” reactions. *Free Radic Biol Med* 1990; 8:95–108.

Nagata C, Nakamura K, Wada K, Oba S, Hayashi M, Takeda N, Yasuda K. Association of dietary fat, vegetables and antioxidant micronutrients with skin ageing in Japanese women. *Nutr J* 2010; 103:1493–1498.

Netto Les, Chae HZ, Kang SW, Stadtman ER. Removal of hydrogen peroxide by thiol-specific anti-oxidant enzyme (TSA) is involved with its antioxidant properties. *JBiol Chem* 1996; 271:15315–15321.

Núñez-Córdoba JM, Martínez-González MA, Bes-Rastrollo M, Toledo E, Beunza JJ, Alonso A. Alcohol Consumption and the Incidence of Hypertension in a Mediterranean Cohort: The SUN Study. *Rev Esp Cardiol* 2009; 62(6):633-41.

Nogueira CW, Zeni G, Rocha JBT. Organoselenium and organotellurium compounds: Toxicology and pharmacology. *Chem Rev* 2004; 104:6255–6285.

Packer L. *Methods in Enzymology, Oxidants and Antioxidants* (Part A). San Diego: Academic Press, 1999.

Padayatty J, Katz A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee J, Chen S, Corpe C, Dutta A, Dutta S, Levine M. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *J Am Nutr* 2003; 22:18–35.

Papanikolaou Y, Fulgoni V. Bean consumption is associated with greater nutrient intake, reduced systolic blood pressure, lower body weight, and a smaller waist circumference in adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *J Am Coll Nutr* 2008; 27(5):569-76.

- Pastor N, Weinstein H, Jamison E, Brenowitz M. A detailed interpretation of OH radical footprints in a TBP DNA complex reveals the role of dynamics in the mechanism of sequencespecific binding. *J Mol Biol* 2000; 304:55–68.
- Pastorea A, Federici G, Bertini E, Piemonte F. Analysis of glutathione: Implication in redox and detoxification. *Clin Chim Acta* 2003; 333:19–39.
- Perez Rodrigo C, Ruiz Vallido V. Cereals, bread and pasta in Mediterranean diet. *Arch Latinoam Nutr* 2004; 54 (Suppl I):52 – 58.
- Philips CL, Combs SB, Pinnell SR. Effects of Ascorbic Acid on Proliferation and Collagen Synthesis in Relation to the Donor Age of Human Dermal Fibroblasts. *J Invest Derm* 1994; 103: 228-232.
- Pitsavos C, Panagiotakos D, Tzima N, Chrysohoou C, Economou M, Zampelas A, Stefanadis C. Adherence to the Mediterranean diet is associated with total antioxidant capacity in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:694 –9.
- Roma – Giannikou E, Adanidis D, Gianniou M, Nicolara R, Matsaniotis N. Nutritional survey in Greek children: nutrient intake. *Eur J Clin Nutr* 1997; 53:273-85.
- Rostan FE, DeBuys VH, Madey LD, Pinnell RS. Evidence supporting zinc as an important antioxidant for skin. *Int J Derm* 2002; 41:606–611.
- Sanders TA. High- fat versus low- fat diets in human diseases. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003; 6:151-155.
- Scholten A. The Mediterranean diet and good health. *Am J Nutr* 2000; 293(1):43-53.
- Schulze MB, Manson JE, Ludwig DS, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *J Am Med Assoc* 2004; 292(8):927–34.
- Sies H. Glutathione and its role in cellular functions. *Free Radic Biol Med* 1999; 27:916-921.
- Skalidis Y, Petridou E. Biological properties of olive oil phytochemicals. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2002; 42(3):209 – 221.

- Stadtman ER. Role of oxidant species in aging. *Curr Med Chem* 2004; 11:1105–1112.
- Trussler AP and Byrd HS. Management of the Midface During Facial Rejuvenation. *Semin Plast Surg* 2009; 23:274-282.
- Stefanadis C, Toutouzas P. The association of Mediterranean diet with lower risk of acute coronary syndromes in hypertensive subjects. *Int J Cardiol* 2002; 82(1):141-147.
- Tapiero H, Townsend D.M, Tew K.D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Bio & Pharm* 2004; 58:100-110.
- Tiago D, Lunec J. Review: When is an antioxidant not an antioxidant? A review of novel actions and reactions of vitamin C. *Free Radical Research* 2005; 7:671-686.
- Tiano R, Belardinelli, P, Carnevali, F, Principi, G, Seddaiu Littarru GP. Effect of coenzyme Q10 administration on endothelial function and extracellular superoxide dismutase in patients with ischaemic heart disease: a double-blind, randomized controlled study. *Eur Heart J* 2007; 28:2249–2255.
- Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *New Eng J Med* 2003; 348:2599–608.
- Trichopoulou A, Ligiou P, Trichopoulos D. Traditional Greek diet and coronary heart disease. Panagiotakos D.B., Chrysohoou C, Pitsavos C, Tsoumis T, Papaioannou I, Trichopoulos D, Tzonou A, Katsouyanni K, Trichopoulou A. Diet and Cancer: the role of case – control studies. *Ann Nutr Metab* 1991; 35(Suppl I):89-92.
- Valko M, Izakovic M, Mazur M, Rhodes CJ, Telser J. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Mol Cell Biochem* 2004; 266:37–56.
- Valko M, Morris H, Cronin MTD. Metals, toxicity and oxidative stress. *Curr Med Chem* 2005; 12:1161–1208.
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin M, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *IJBCB* 2007; 39:44–84.



Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact* 2006; 160:1–40.

Valladean J, Saeland S. Cutaneous dendritic cells. *Semm Immunol* 2005; 17(4): 273-83.

Van den Berg H. Varotenoid interactions. *Nutr Rev* 1999; 57: 1-10.

Vaya J, Aviram M. Nutritional antioxidants: mechanisms of action and medical applications. *Cur Med Chem-Immun End Met Agents* 2001; 1: 99-117.

Wardman P. Indole-3-acetic acids and horseradish peroxidase: a new prodrug/enzyme combination for targeted cancer therapy. *Curr Phar Des*, 2002; 8:1363-1374.

Winterbourn CC, Metodiewa D. Reactivity of biologically important thiol compounds with superoxide and hydrogen peroxide. *Free Rad Biol Med* 1999; 27:322–328.

Willet WC. Diet and health: What should we eat? *Sci Dir* 1994; 264: 532 – 537.

Willet WC. Dietary fat plays an important role in obesity. *Am J Clin Nutr* 2002; 3:59-68.

Willet WC, Sacks F, Trichopoulou A, Drescher G, Ferro – Luzzi A, Helsing E. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr* 1995; 61:1402S – 1406S.

Yoyatzoglou D, Loupa C, Philippides P, Siskoudis P, Kitsou E, Alevizou V, Manglara E, Katsilambros N. Insulin response to legumes in type 2 diabetic persons. *EurJNutrMed* 1995; 6:201-203.

## **Ελληνική Βιβλιογραφία:**

Πρωτόπαπα Ε. *Αισθητική φροντίδα πριν και μετά την πλαστική χειρουργική*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση, 2001.

Παναγιωτάκος ΔΒ, Χρυσοχόου Χ, Πίτσαβος Χ. Συσχέτιση μεταξύ Στεφανιαίας νόσου και Παραγόντων κινδύνου που συνδέονται με τον τρόπο ζωής : Μελέτη ασθενών – μαρτύρων σε Ελληνικό δείγμα. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής* 2001; 18(6) 580 – 591.

Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, Ανώτατο Ειδικό Επιστημονικό Συμβούλιο Υγείας. Διατροφικές οδηγίες για ενήλικες στην Ελλάδα. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής* 1999; 16(6):615.625.

## **Ειδικό μέρος**

**Τίτλος:** *Ο προσδιορισμός της μέσης σύστασης σε θρεπτικά συστατικά τριών διατροφικών σχημάτων (μεσογειακή διατροφή, διατροφή με υψηλή κατανάλωση υδατανθράκων, διατροφή με υψηλή κατανάλωση πρωτεϊνών) και η επίδρασή τους στη γήρανση του δέρματος: μελέτη περίπτωσης μιας υγιούς γυναίκας ηλικίας 35 ετών.*

## **Εισαγωγή**

Ο ανθρώπινος οργανισμός από τη στιγμή της γέννησής του υπόκειται στη φθορά του χρόνου, με αποτέλεσμα να οδηγείται στη γήρανση. Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί με απώτερο στόχο τη διερεύνηση του μηχανισμού της γήρανσης του δέρματος. Βασικός παράγοντας στην εμφάνιση της γήρανσης του δέρματος αποτελούν οι ελεύθερες ρίζες και τα επίπεδα ενυδάτωσης του δέρματος. Ο ανθρώπινος οργανισμός με τη βοήθεια των αντιοξειδωτικών ουσιών μπορεί να περιορίσει τη δράση των ελεύθερων ριζών και κατ' επέκταση να επιβραδύνει την εμφάνιση της γήρανσης.

### **4.1 Μεσογειακή διατροφή και γήρανση δέρματος**

Τη χρονική περίοδο 2001 – 2002 πραγματοποιήθηκε έρευνα σε 3042 άτομα (1514 άντρες και 1528 γυναίκες) ηλικίας 18 - 28 ετών, από την περιοχή της Αττικής, με σκοπό τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας σε συνδυασμό με τη συμμόρφωσή τους στο Μεσογειακό διατροφικό πρότυπο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα άτομα που ακολουθούσαν αυστηρά τη Μεσογειακή διατροφή παρουσίαζαν υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα. Η αντιοξειδωτική επίδραση, η οποία οφείλεται στην ποικιλία κατανάλωσης ομάδων τροφίμων που περιέχονται στο Μεσογειακό διατροφικό πρότυπο, όπως φρούτα, λαχανικά, κόκκινο κρασί και ελαιόλαδο. Στη συγκεκριμένη έρευνα βρέθηκε ότι, ενώ η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σχετίζεται με την κατανάλωση φρούτων, λαχανικών και ελαιολάδου, ταυτόχρονα σχετίζεται αρνητικά με την κατανάλωση κόκκινου κρέατος. Η αυξημένη περιεκτικότητα της Μεσογειακής διατροφής σε λαχανικά, φρούτα, δημητριακά, ελαιόλαδο και η μέτρια κατανάλωση κρασιού διασφαλίζουν μια υψηλή πρόσληψη β –

καροτένιου, βιταμινών B6, B12, C και E, φολικού οξέος, πολυφαινολών και μετάλλων, στα οποία και οφείλεται η αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας (Pitsavos *et al.*, 2005).

Παράλληλα, ο Leighton και οι συνεργάτες του, ανέφεραν ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα αυξήθηκε κατά 28% στα άτομα που ακολουθούσαν το Μεσογειακό πρότυπο διατροφής, σε σύγκριση με άτομα που ακολουθούσαν δίαιτα με μόνο χαρακτηριστικό την υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος (Leighton, Guevas & Guasch, 1999).

Ένα από τα βασικότερα συστατικά της Μεσογειακής διατροφής αποτελεί το ελαιόλαδο, που είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικές φαινολικές ενώσεις, οι οποίες φαίνεται να προστατεύουν το δέρμα από τη γήρανση (Shindo *et al.*, 1994). Τα ψάρια (καλή πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων), τα αυγά, το γιαούρτι, οι ξηροί καρποί και το νερό σχετίζονται με μειωμένο ρυθμό εμφάνιση ρυτίδων στο δέρμα (Hara, Ma & Verkman, 2002).

Μία από τις σημαντικότερες βιταμίνες, η οποία είναι υπεύθυνη για την υγεία του δέρματος είναι η βιταμίνη A. Απαντάται σε αυξημένη συγκέντρωση στα φρούτα, στα λαχανικά, στο συκώτι, στο γάλα, στα αυγά και στα ψάρια, ενώ η έλλειψή της προκαλεί ξηρότητα, απώλεια ελαστικότητας του δέρματος και εκδήλωση διαφόρων δερματικών παθήσεων (Ricciarelli *et al.*, 1999).

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 4025 γυναίκες, ηλικίας 40 – 74 ετών είχε σαν στόχο τη διερεύνηση της σχέσης της γήρανσης του δέρματος και της διατροφής (Crogrove *et al.*, 2007). Η πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών εκτιμήθηκε με τη βοήθεια της 24ωρης ανάκλησης τροφίμων, ενώ δερματολόγοι αξιολόγησαν το βαθμό γήρανσης στα πρόσωπα των γυναικών. Η αξιολόγηση της γήρανσης του δέρματος έγινε σύμφωνα με την εμφάνιση ρυτίδων, ξηρότητας και ατροφίας του δέρματος. Η αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης C συσχετίστηκε με χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης ρυτίδων και ξηρότητας. Τα εσπεριδοειδή (πορτοκάλια, γκρέιπφρουτ, λεμόνια), πιπεριά, πεπόνι, λάχανο αποτελούν τρόφιμα τα οποία είναι πλούσια σε βιταμίνη C. Η προστατευτική δράση της βιταμίνης C απέναντι στη γήρανση του δέρματος οφείλεται στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη βιταμίνη συμβάλλει στη σύνθεση κολλαγόνου, ενώ παράλληλα έχει προστατευτική δράση απέναντι στον ήλιο.

Η παραπάνω έρευνα απέδειξε επίσης, ότι η αυξημένη πρόσληψη λινολεϊκού οξέος (το οποίο περιέχεται στο ελαιόλαδο) σχετίζεται με μικρή πιθανότητα εμφάνιση ρυτίδων και ατροφίας του δέρματος. Το λινολεϊκό οξύ είναι ένα λιπαρό οξύ που δεν παράγεται ενδογενώς και έχει προστατευτική δράση απέναντι στον ήλιο. Χαμηλή πρόσληψη λινολεϊκού οξέος μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα, με ορατές δυσμορφίες στο πρόσωπο και επιτάχυνση της εμφάνισης της γήρανσης του δέρματος (Crograve *et al.*, 2007).

#### **4.2 Διατροφικό σχήμα βασισμένο στην υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών και γήρανση δέρματος**

Για την επίτευξη των επιθυμητών, σύμφωνα με το διατροφικό σχήμα, ποσοστών πρόσληψης πρωτεϊνών και λιπών επιτρέπεται η κατανάλωση ζωικών τροφών, όπως τα κρέατα, τα πουλερικά, τα ψάρια και τα οστρακοειδή σε πολύ μεγάλες έως απεριόριστες ποσότητες. Τα ψάρια, και κυρίως οι σαρδέλες, ο σολομός, οι ρέγκες, το σκουμπρί, ο βακαλάος και η πέρκα, περιέχουν μεγάλες ποσότητες ω-3 λιπαρών οξέων, συνενζύμου Q10 και βιταμίνης E. Άρα, μία διατροφή υψηλή σε πρωτεΐνη, η οποία όμως προέρχεται από τα ψάρια και τα θαλασσινά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι σχετίζεται σημαντικά με την επιβράδυνση της εμφάνισης της γήρανσης του δέρματος. Στη συγκεκριμένη δίαιτα, μπορούν να καταναλωθούν και ξηροί καρποί (κυρίως καρύδια, φιστίκια), που περιέχουν υψηλή συγκέντρωση βιταμίνης E. Το κρέας παρέχει στον ανθρώπινο οργανισμό πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, βιταμίνες του συμπλέγματος B και σελήνιο (Semmler *et al.*, 2010).

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 716 Γιαπωνέζες, μέτρησε με ειδικές τεχνικές την ελαστικότητα του δέρματος και τη συσχέτισή της με τη διατροφή. Για την εκτίμηση της διαιτητικής πρόσληψης χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων. Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αυξημένη πρόσληψη λίπους (ολικού), κορεσμένου και ακόρεστου, σχετίζεται άμεσα με την αύξηση της ελαστικότητας του δέρματος και μειωμένη πιθανότητα εμφάνισης ρυτίδων (Nagata *et al.*, 2010).

Η δίαιτα που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών ιδιαίτερα ζωικής προέλευσης έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη πρόσληψη λίπους. Το λίπος

(ολικό) λειτουργεί ως φραγμός για πολλά βασικά συστατικά της επιδερμίδας και των ιστών του δέρματος, ενώ παράλληλα κατέχει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία ωρίμανσης των κυττάρων της επιδερμίδας και στην ομοιοστάση. Επειδή το ακόρεστο λίπος παρουσιάζεται πολύ ευαίσθητο στην οξείδωση, η διατήρηση του κολλαγόνου και των ελαστικών ινών απαιτεί επαρκείς ποσότητες κορεσμένου λίπους. Η υψηλή πρόσληψη κορεσμένου λίπους σχετίζεται σημαντικά με τη μειωμένη εμφάνιση ρυτίδων στο δέρμα (Lansdown, 2004).

Ορισμένες έρευνες απέδειξαν ότι η αυξημένη πρόσληψη λίπους σχετίζεται με αύξηση της ενδογενούς σύνθεσης οιστρογόνων στις γυναίκες, γεγονός το οποίο δικαιολογεί την αυξημένη ελαστικότητα στο δέρμα (Kaneda, Nagata & Kabuto, 1997; Prentice, Thompson & Clifford, 1990).

Ωστόσο, ορισμένες έρευνες δε συμφωνούν με τα παραπάνω συμπεράσματα. Μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε αρουραίους, οι οποίοι ταΐζονταν για 5, 15 ή 30 ημέρες με τροφές με αυξημένη συγκέντρωση λίπους (22% λίπος, 0,2% χοληστερόλη) έδειξε ότι μια τέτοια είδους διατροφή δεν είναι καθόλου ευεργετική για τη σύνθεση και σύσταση του κολλαγόνου. Πιο συγκεκριμένα, με το πέρας 5, 15 ή 30 ημερών αφαιρέθηκε δέρμα από τους αρουραίους το οποίο βρίσκεται κοντά στην πλάτη, με σκοπό να μελετηθούν οι αλλαγές σε κολλαγόνο, απώλεια τριχών και λέπτυνση δέρματος. Οι αρουραίοι εμφάνισαν γκριζάρισμα των τριχών, τριχόπτωση, λέπτυνση του δέρματος, απώλεια πυκνότητας του κολλαγόνου και αυξημένη συχνότητα εμφάνισης παθήσεων του δέρματος (Hiebert *et al.*, 2011).

Η ίδια έρευνα πραγματοποιήθηκε με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση μιας διατροφής με αυξημένη συγκέντρωση λίπους στο τροποκολλαγόνο (πρόδρομη μορφή του κολλαγόνου) και στο υαλουρονικό οξύ. Η μελέτη έδειξε ότι ένα τέτοιο διατροφικό σχήμα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του τροποκολλαγόνου και του ενζύμου της συνθετάσης του υαλουρονικού οξέος. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι η εφαρμογή ενός τέτοιου διατροφικού σχήματος για μεγάλο χρονικό διάστημα (πάνω από ένα χρόνο) είναι αρκετά δύσκολη (Oishi & Talita, 2010; Yamane, Kobayashi – Hattori, 2010).

### **4.3 Διατροφικό σχήμα βασισμένο στην υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων με χαμηλό Γλυκαιμικό Δείκτη και γήρανση δέρματος**

Το διατροφικό σχήμα το οποίο βασίζεται στην υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων χαρακτηρίζεται από χαμηλή κατανάλωση πρωτεΐνης και πιο συγκεκριμένα, από μηδενική κατανάλωση πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης. Οι συνέπειες της διατροφής που χαρακτηρίζεται από χαμηλή συγκέντρωση πρωτεϊνών συμπεριλαμβάνουν τη δερματική ατροφία και την επιβράδυνση του χρόνου επούλωσης των τραυμάτων. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε, χρησιμοποιήθηκαν δύο ομάδες αρουραίων, οι οποίοι ακολουθούσαν διαφορετικό διατροφικό σχήμα. Η πρώτη ομάδα ακολουθούσε διατροφικό σχήμα το οποίο ήταν ελεύθερο πρωτεΐνης και περιείχε γλουτένη σε ποσοστό 12%, ενώ η δεύτερη ομάδα ακολουθούσε διατροφικό σχήμα το οποίο περιείχε 12% καζεΐνη. Μετά από επτά μέρες, οι ερευνητές έλαβαν δείγμα από το δέρμα των αρουραίων και από τις δύο ομάδες. Οι εξετάσεις που έγιναν στα συγκεκριμένα δείγματα έδειξαν ότι το βάρος του δέρματος και η συγκέντρωση του υαλουρονικού οξέος ήταν μικρότερα σε σχέση με τα αρχικά, στην ομάδα των αρουραίων η οποία ακολουθούσε διατροφικό σχήμα το οποίο ήταν ελεύθερο πρωτεΐνης σε σύγκριση με την άλλη ομάδα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μείωση του υαλουρονικού οξέος οφείλεται πιθανώς στη μείωση του βάρους του δέρματος, αφού το υαλουρονικό οξύ μαζί με το απορροφούμενο από αυτό νερό αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του δέρματος (Oishi, Kato & Nogushi, 2003). Επίσης, ο πρωτεϊνικός υποσιτισμός οδηγεί σε μείωση του κολλαγόνου τύπου I και III καθώς και του ρυθμού έκφρασης των γονιδίων τα οποία είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό των συστατικών τους (Oishi, Fu, Ohnuki & Kato, 2002). Πιο συγκεκριμένα, το γονίδιο το οποίο είναι υπεύθυνο για το σχηματισμό του κολλαγόνου τύπου III είναι αυτό το οποίο επηρεάζεται περισσότερο σε σχέση με αυτό που σχετίζεται με το σχηματισμό του κολλαγόνου τύπου I, στον πρωτεϊνικό υποσιτισμό. Αξίζει να επισημάνουμε ότι το κολλαγόνο τύπου III είναι αυτό το οποίο είναι υπεύθυνο για την επούλωση των τραυμάτων και την ανοικοδόμηση του δέρματος (Clark, 1999).

Μελέτες έχουν δείξει ότι η διατροφή που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων βοηθά στην επιβράδυνση της εμφάνισης των σημαδιών της γήρανσης στο δέρμα. Η αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των αντιοξειδωτικών ενζύμων του δέρματος. Μια τέτοιου είδους διατροφή



αποτελείται κατά κύριο λόγο από αδρά επεξεργασμένα δημητριακά (φυτικές ίνες και μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες), τα οποία είναι καλές πηγές των βιταμινών του συμπλέγματος Β και μετάλλων όπως ο σίδηρος, το σελήνιο και το μαγνήσιο. Τα φρούτα και τα λαχανικά περιέχουν σημαντικές ποσότητες φυτικών ινών και πολλών μικροθρεπτικών συστατικών όπως βιταμίνη Β6, καροτενοειδή, βιταμίνη Ε, βιταμίνη C και φυλλικό οξύ, τα οποία και έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Παράλληλα, η αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων του κολλαγόνου στο δέρμα και κατά συνέπεια τη βελτίωση της ελαστικότητας του δέρματος. Τέλος, η εφαρμογή μιας δίαιτας με αυξημένα ποσοστά υδατανθράκων μπορεί να συμβάλλει στην συγκράτηση του νερού στο δέρμα και κατά συνέπεια τη βελτίωση των επιπέδων υδάτωσης του δέρματος (Xu *et al.*, 2010).

Έρευνα σε 51 γυναίκες ηλικίας 20 έως 63 ετών, με ξηρό έως πολύ ξηρό τύπο δέρματος, πραγματοποιήθηκε με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση εκχυλίσματος σιταριού στην υδάτωση του δέρματος. Οι γυναίκες που συμμετείχαν στην έρευνα λάμβαναν 350mg εκχυλίσματος σιταριού σε ελαιώδη μορφή για 3 μήνες. Δερματολόγοι εξέτασαν την ξηρότητα, την τραχύτητα, την εμφάνιση ερυθήματος και την υδάτωση του δέρματος στα χέρια, στα πόδια και στο πρόσωπο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν αύξηση της υγρασίας του δέρματος στα χέρια και στα πόδια σε σύγκριση με την ομάδα λήψης εικονικού φαρμάκου (Guillou *et al.*, 2011).

#### 4.4 Σκοπός

Η συγκεκριμένη μελέτη θα διερευνήσει ποιο από τα διατροφικά πρότυπα που περιγράφηκε παραπάνω προσφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό επαρκείς ποσότητες συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών, τα οποία σύμφωνα με έρευνες έχουν συσχετιστεί με την επιβράδυνση της γήρανσης του δέρματος.

#### 4.5 Μεθοδολογία

Η συγκεκριμένη μελέτη είναι μία θεωρητική μελέτη περίπτωσης. Επιλέξαμε μία γυναίκα 35 ετών, βάρους 61 Kgr και ύψους 1,65 m. Η συγκεκριμένη γυναίκα δεν καπνίζει, έχει φυσιολογικό βάρος (υπολογίζοντας το ΔΜΣ, αλλά και επιβεβαιώνοντας την εκτίμηση με λιπομέτρηση), δεν έχει κάποιο πρόβλημα υγείας, δεν είναι φυτοφάγος, ζει σε μια επαρχιακή πόλη (δηλαδή δεν είναι εκτεθειμένη σε ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία αποτελεί εξωγενή παράγοντα γήρανσης) και έχει χαμηλή φυσική δραστηριότητα (είναι υπάλληλος γραφείου). Η επιλογή της ηλικίας της γυναίκας δεν είναι τυχαία. Σύμφωνα με γεροντολόγους η έκπτωση της λειτουργίας του δέρματος, που γίνεται ορατή με την εικόνα της προοδευτικής γήρανσης, ξεκινά από το 25ο ηλικιακό έτος (Purba *et al.*, 2001). Η απώλεια της πυκνότητας του δέρματος είναι 6% κάθε 10 έτη. Για μια γυναίκα φυσιολογικά έτη εμμηνόπαυσης θεωρούνται τα 45 – 55, με μέση ηλικία τα 51 χρόνια και ακραίες διακυμάνσεις τα 39 – 59 έτη ζωής. Η κλιμακτήριος είναι το χρονικό διάστημα αρκετών μηνών έως και μερικών ετών (1 – 5 χρόνια) που προηγείται και έπεται της εμμηνόπαυσης. Τόσο κατά την περίοδο της κλιμακτηρίου όσο και της εμμηνόπαυσης το δέρμα αποτελεί σημαντικό αποδέκτη των ορμονικών διαταραχών που υφίσταται ο οργανισμός. Μία από τις πιο σημαντικές ορμονικές διαταραχές αποτελεί η μείωση των οιστρογόνων, η οποία επιταχύνει τη γήρανση του δέρματος (Verdier – Sevrain, Bonte & Gilchrest, 2005). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα επιλέξαμε τη συγκεκριμένη ηλικία της γυναίκας, η οποία αποτελεί μια μέση ηλικία ανάμεσα σε αυτή που εμφανίζεται η γήρανση (25<sup>ο</sup> έτος ηλικίας) και αυτή που ξεκινά η κλιμακτήριος (45<sup>ο</sup> έτος ηλικίας).

Στη συνέχεια ζητήσαμε τη συμμετοχή δέκα διαιτολόγων για να σχεδιάσουν τρία τριήμερα ισοθερμικά διαιτολόγια, ένα για κάθε διατροφικό σχήμα ξεχωριστά (μεσογειακή διατροφή, διατροφή με υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων και διατροφή με υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών).

**4.5.1 Εργαλεία:** Η ανάλυση των τριάντα συνολικά διαιτολογίων έγινε με τη βοήθεια του διαιτολογικού λογισμικού Diet Speak.

Η ανάλυσή μας επικεντρώθηκε σε συγκεκριμένες θρεπτικές ουσίες οι οποίες σχετίζονται με τη γήρανση του δέρματος. Πιο συγκεκριμένα, επικεντρώσαμε το ενδιαφέρον μας στα θρεπτικά συστατικά που παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1)

*Πίνακας 4.1: Θρεπτικά συστατικά τα οποία σχετίζονται με τη γήρανση του δέρματος και στα οποία επικεντρώθηκε η ανάλυση των διατροφικών σχημάτων*

Βιταμίνη A (μg)
Βιταμίνη E (mg)
Βιταμίνη B12(μg)
Βιταμίνη B6 (mg)
Βιταμίνη C (mg)
Φολικό οξύ (μg)
Σελήνιο (mg)
Σίδηρος (mg)
Ψευδάργυρος (mg)
Μαγνήσιο (mg)

Για την αξιολόγηση της διαιτητικής πρόσληψης ενός ατόμου μπορούν να συγκριθούν οι συνήθειες προσλαμβανόμενες ποσότητες με αντίστοιχες Διαιτητικές Προσλήψεις Αναφοράς, με την προϋπόθεση ότι συλλέγονται έγκυρα δεδομένα για την πρόσληψη, επιλέγεται ως κριτήριο σύγκρισης η κατάλληλη τιμή Διαιτητικής Πρόσληψης Αναφοράς και τα αποτελέσματα ερμηνεύονται σωστά. Υπό ιδανικές συνθήκες, τα δεδομένα που αφορούν τη διαιτητική πρόσληψη συνδυάζονται με κλινικές, βιοχημικές και ανθρωπομετρικές παραμέτρους, ώστε να μας δώσουν μια ολική εκτίμηση της διατροφικής κατάστασης του ατόμου.

Όσο αφορά στο κομμάτι της αξιολόγησης του ατόμου με τη βοήθεια των Διαιτητικών Προσλήψεων Αναφοράς, αυτή μπορεί να γίνει ποιοτικά με μια απλή σύγκριση της διαιτητικής πρόσληψης για ένα θρεπτικό συστατικό με την αντίστοιχη τιμή αναφοράς ή ποσοτικά υπολογίζοντας την πιθανότητα με την οποία η πρόσληψη του ατόμου για το συστατικό αυτό είναι επαρκής. Στη συγκεκριμένη μελέτη η σύγκριση των αποτελεσμάτων είναι ποιοτική.

Εκτός από τις Η.Π.Α και τον Καναδά, και η Μεγάλη Βρετανία έχει θεσπίσει τιμές αναφοράς διαιτητικής πρόσληψης θρεπτικών συστατικών. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε θρεπτικό συστατικό οι Η.Π.Α και ο Καναδάς έχουν θεσπίσει τα DRIs. Για κάθε θρεπτικό συστατικό καθορίζεται είτε μία Μέση Εκτιμώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (EAR – Estimate Average Requirement) και μια Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη (RDA – Recommended Dietary allowance) είτε μία τιμή Επαρκούς Πρόσληψης (AI – Adequate Intake). Όταν δεν είναι εφικτός ο καθορισμός του EAR για κάθε θρεπτικό συστατικό (και συνεπώς ούτε του RDA), τότε καθορίζεται μια τιμή AI για αυτό. Επίσης, για πολλά θρεπτικά συστατικά έχει προσδιοριστεί και η Ανώτατη Ανεκτή Πρόσληψη (UL – Upper Tolerable Level). Στη συγκεκριμένη μελέτη, προκειμένου να συγκρίνουμε τη διαιτητική πρόσληψη του ατόμου χρησιμοποιήσαμε το RDA, το οποίο εκφράζει τη μέση διαιτητική πρόσληψη που θεωρείται επαρκής για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σχεδόν όλων (97 - 98%) των υγιών ατόμων μιας συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας και φύλου. Αν η παρατηρούμενη πρόσληψη για έναν αριθμό ημερών είναι ίση ή μεγαλύτερη του RDA ή αν η παρατηρούμενη πρόσληψη για ένα μικρότερο αριθμό ημερών είναι πολύ μεγαλύτερη του RDA τότε θεωρείται με υψηλό βαθμό βεβαιότητας ότι είναι επαρκής. Όσο αφορά στην ποιοτική αξιολόγηση της διαιτητικής πρόσληψης με βάση το AMDR (συνιστώμενο εύρος λήψης μακροθρεπτικών συστατικών) θεωρείται ότι αν η

πρόσληψη του ατόμου σε μακροθρεπτικά συστατικά είναι εκτός αυτού του εύρους, αυξάνει ο κίνδυνος ανεπάρκειας ή/και εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων (Μανιός, 2006).

Οι αρχές της Μεγάλης Βρετανίας έχουν ορίσει τρεις τιμές αναφοράς διαιτητικής πρόσληψης (DRVs). Αυτές είναι η Κατώτερη τιμή αναφοράς (LRNI), η Μέση Εκτιμώμενη απαίτηση (EAR) και η Πρόσληψη αναφοράς (RNI). Για ορισμένα θρεπτικά συστατικά που έχουν σημαντικό ρόλο στην εκτέλεση των ανθρώπινων λειτουργιών, η επιτροπή σύνταξης των βρετανικών τιμών αναφοράς διαιτητικών προσλήψεων δε διέθετε επαρκή στοιχεία, ώστε να μπορεί να καθορίσει μια ομάδα DRVs. Προσδιόρισε ωστόσο, κίνδυνο ανεπάρκειας ή τοξικότητας για τα συστατικά αυτά (Ασφαλής πρόσληψη – Safe Intake). Στη συγκεκριμένη μελέτη, η εκτίμηση της διαιτητικής πρόσληψης θρεπτικών συστατικών έγινε με τη χρήση RNI. Η τιμή αυτή ορίζεται ως η μέση τιμή πρόσληψης που βρίσκεται κατά δύο τυπικές αποκλίσεις πάνω από το EAR. Εάν η συνήθης πρόσληψη ενός ατόμου είναι μεγαλύτερη από το RNI για ένα συγκεκριμένο θρεπτικό συστατικό είναι σχεδόν βέβαιο ότι το άτομο λαμβάνει την απαραίτητη ποσότητα από αυτό το συστατικό. Εάν η πρόσληψη του ατόμου είναι μεταξύ του LRNI και του RNI για ένα θρεπτικό συστατικό δεν μπορεί να εξαχθεί ακριβές συμπέρασμα για την επάρκεια της διατροφικής πρόσληψης του συγκεκριμένου συστατικού (Μανιός, 2006).

Τονίζεται ότι σε κάθε περίπτωση σημαντικό σημείο ελέγχου αποτελεί αν η ενεργειακή πρόσληψη είναι επαρκής και αν καλύπτονται οι απαιτήσεις στο σύνολο των θρεπτικών συστατικών.

#### **4.6 Αποτελέσματα**

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση των διαιτολογίων στα θρεπτικά τους συστατικά, τα οποία συσχετίζονται με τη γήρανση του δέρματος, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Για κάθε θρεπτικό συστατικό παρουσιάζεται η ποσότητα του σε κάθε διατροφικό σχήμα ξεχωριστά και η σύγκριση του με το RDA (τιμή αναφοράς διαιτητικής πρόσληψης για των Η.Π.Α και του Καναδά) και με το RNI (τιμή αναφοράς διαιτητικής πρόσληψης της Μεγάλης Βρετανίας).

Πίνακας 4.1: Συγκεντρωτικός πίνακας

A/A	Θρεπτικό συστατικό	Μεσογειακή	Υψ. Πρόσλ. υδατανθράκων	Υψ. Πρόσλ. πρωτεϊνών	RDA	RNI
1	Βιταμίνη Α (μg)	2.101,1	1.757,8	478,4	700,0	600,0
2	Βιταμίνη Ε (mg)	15,8	13,2	23,8	15,0	
3	Βιταμίνη Β - 12 (μg)	4,7	3,4	8,4	2,4	1,5
4	Βιταμίνη Β - 6 (mg)	2,9	2,8	3,5	1,6	1,2
5	Βιταμίνη C (mg)	291,1	302,3	93,4	75,0	40,0
6	Φολικό οξύ (μg)	661,8	700,7	205,5	180,0	200,0
7	Σελήνιο (μg)	117,1	87,3	203,6	55,0	60,0
8	Σίδηρος (mg)	18,8	17,9	11,2	18,0	14,8
9	Ψευδάργυρος (mg)	13,2	12,9	10,6	8,0	7,0
10	Μαγνήσιο (mg)	463,2	502,6	331,3	320,0	270,0
11	Πρωτεΐνες (g)	97,4	68,9	193,6		
12	Υδατάνθρακες (g)	239,5	275,9	30,6		
13	Λίπη (g)	63,2	49,6	102,1		
					Προσλαμβανόμενη Ενέργεια υπολογισμένη από το πρόγραμμα Diet Speak (Kcal)	
14	Προσλαμβανόμενη ενέργεια (Kcal)	1.868,5	1.854,5	1.943,4		

Πίνακας 4.2: Ανάλυση των διαιτολογίων της Μεσογειακής διατροφής στα θρεπτικά του συστατικά

Θρεπτικό συστατικό	1ος διαιτο- λόγος	2ος διαιτο- λόγος	3ος διαιτο- λόγος	4ος διαιτο- λόγος	5ος διαιτο- λόγος	6ος διαιτο- λόγος	7ος διαιτο- λόγος	8ος διαιτο- λόγος	9ος διαιτο- λόγος	10ος διαιτο- λόγος	Μέσος όρος των διαιτολό- γων	RDA	RNI
Βιταμίνη Α (μg)	2.153,2	1.982,1	1.911,9	1.642,3	2.898,1	2.043,1	1.832,2	2.565,3	1.549,8	2.432,8	2.101,1	700,0	600,0
Βιταμίνη Ε (mg)	15,7	15,2	16,6	14,8	16,6	14,5	15,2	15,1	16,5	17,6	15,8	15,0	
Βιταμίνη Β - 12 (μg)	8,0	4,5	5,5	3,1	4,5	4,4	6,2	4,5	2,2	4,6	4,7	2,4	1,5
Βιταμίνη Β - 6 (mg)	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	3,2	2,5	2,8	3,0	2,9	2,9	1,6	1,2
Βιταμίνη C (mg)	305,5	299,3	261,5	280,3	354,8	365,5	200,7	208,2	280,5	354,8	291,1	75,0	40,0
Φολικό οξύ (μg)	579,2	656,8	543,7	735,9	662,8	781,6	672,8	587,8	735,8	661,9	661,8	180,0	200,0
Σελήνιο (μg)	152,7	117,8	99,0	93,6	146,9	93,9	104,8	121,6	93,8	147,0	117,1	55,0	60,0
Σίδηρος (mg)	19,5	18,5	18,0	18,9	18,6	19,6	19,4	20,0	18,6	17,3	18,8	18,0	14,8
Ψευδάργυρος (mg)	12,5	11,3	12,9	14,0	15,0	14,9	11,0	12,9	14,0	13,8	13,2	8,0	7,0
Μαγνήσιο (mg)	384,0	470,8	412,2	440,0	529,0	553,1	412,1	461,0	440,7	529,5	463,2	320,0	270,0
Πρωτείνες (g)	100,2	100,3	97,6	100,0	95,0	90,8	92,5	97,7	99,9	100,1	97,4		
Υδατάνθρακες (g)	236,0	228,0	231,0	234,8	249,0	252,0	246,9	235,0	232,0	250,0	239,5		
Λίπη (g)	62,1	62,5	63,7	60,0	61,0	59,0	60,0	80,7	60,0	63,3	63,2		
Προσλαμβανόμενη Ενέργεια(Kcal)	1.879,0	1.845,4	1.857,0	1.878,0	1.878,3	1.899,9	1.874,6	1.856,2	1.878,3	1.838,3	1.868,5		

*Πίνακας 4.3: Ανάλυση των διαιτολογίων του διατροφικού σχήματος με αυξημένη συγκέντρωση υδατανθράκων στα θρεπτικά του συστατικά*

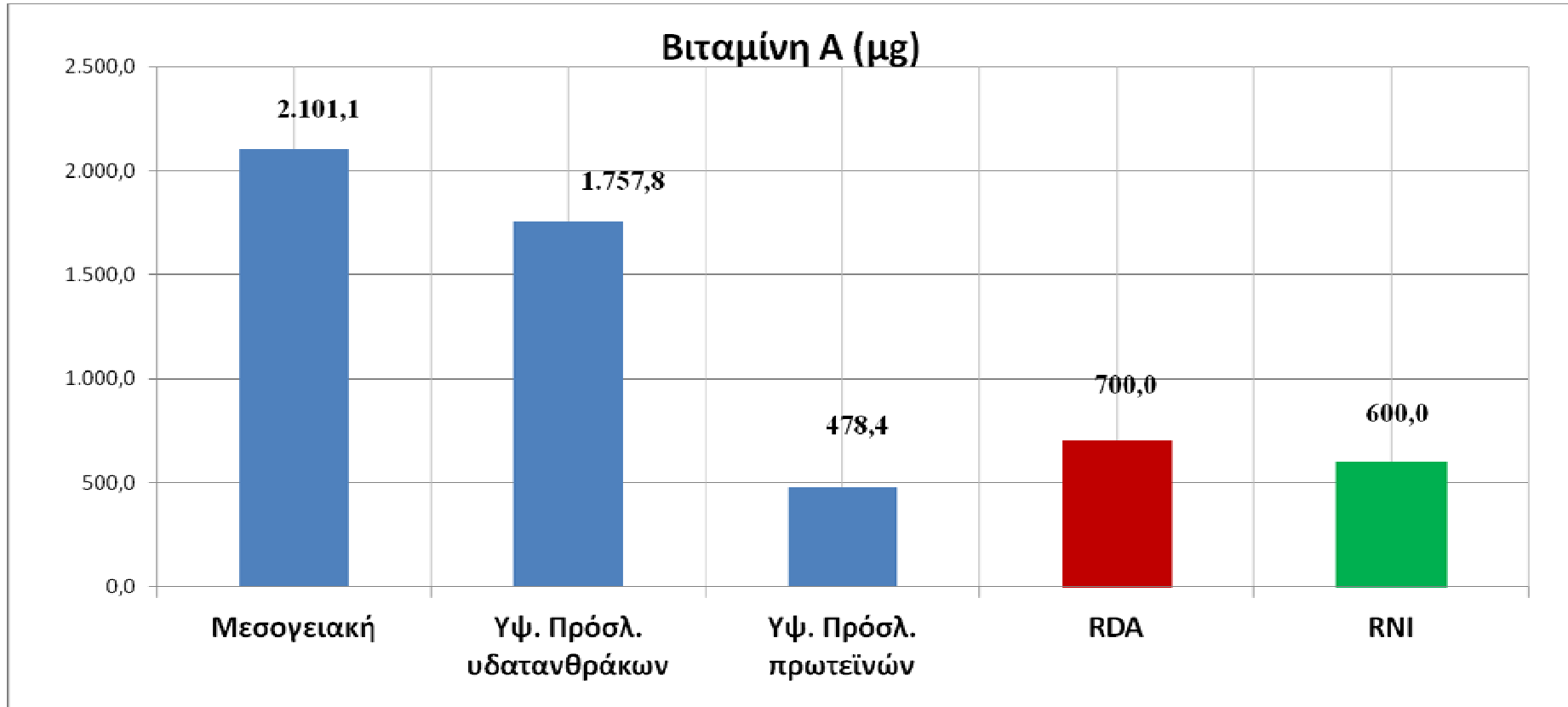
Θρεπτικό συστατικό	1ος διαιτο- λόγος	2ος διαιτο- λόγος	3ος διαιτο- λόγος	4ος διαιτο- λόγος	5ος διαιτο- λόγος	6ος διαιτο- λόγος	7ος διαιτο- λόγος	8ος διαιτο- λόγος	9ος διαιτο- λόγος	10ος διαιτο- λόγος	Μέσος όρος των διαιτολό- γων	RDA	RNI
Βιταμίνη A (μg)	3.276,5	1.118,0	805,8	1.328,9	1.838,5	1.351,7	1.749,0	2.953,5	1.317,6	1.838,5	1.757,8	700,0	600,0
Βιταμίνη E (mg)	13,3	12,6	12,9	13,1	12,2	12,9	13,9	12,5	14,2	14,0	13,2	15,0	
Βιταμίνη B - 12 (μg)	3,5	2,3	3,0	2,0	3,2	6,7	4,1	4,0	1,9	3,2	3,4	2,4	1,5
Βιταμίνη B - 6 (mg)	3,5	2,8	2,8	2,5	2,2	3,0	3,2	3,4	2,5	2,2	2,8	1,6	1,2
Βιταμίνη C (mg)	295,0	284,8	286,5	443,0	269,3	234,8	243,4	254,8	443,2	268,0	302,3	75,0	40,0
Φολικό οξύ (μg)	742,9	630,7	854,7	927,2	633,2	462,3	621,0	576,9	925,5	632,5	700,7	180,0	200,0
Σελήνιο (μg)	106,0	83,6	71,3	92,5	66,9	131,5	72,7	89,9	92,8	66,1	87,3	55,0	60,0
Σίδηρος (mg)	19,3	14,9	18,0	21,0	18,0	14,3	16,0	18,5	20,7	18,0	17,9	18,0	14,8
Ψευδάργυρος (mg)	15,2	13,2	13,8	11,4	13,3	12,9	14,2	10,3	11,3	13,5	12,9	8,0	7,0
Μαγνήσιο (mg)	640,0	554,8	504,7	439,3	506,7	509,9	483,9	441,5	439,3	506,1	502,6	320,0	270,0
Πρωτεΐνες (g)	79,5	60,8	73,1	65,0	71,6	72,0	67,0	71,0	65,0	64,3	68,9		
Υδατάνθρακες (g)	299,0	290,0	294,0	272,0	270,0	238,0	260,0	294,0	272,0	270,0	275,9		
Λίπη (g)	52,0	51,0	47,0	51,0	46,0	50,0	51,0	49,0	51,0	48,0	49,6		
Προσλαμβανόμενη ενέργεια (Kcal)	1.869,0	1.825,4	1.847,0	1.868,0	1.858,3	1.869,9	1.864,6	1.846,2	1.868,3	1.828,3	1.854,5		



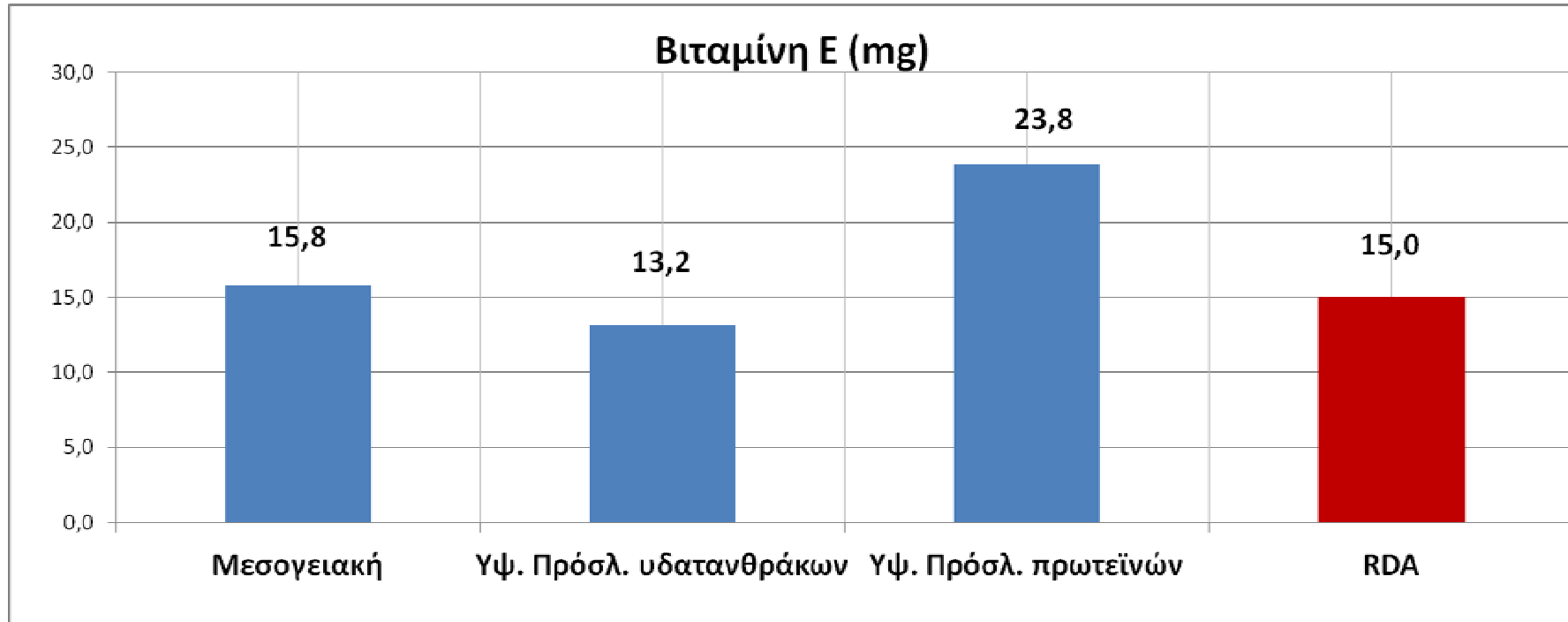
Πίνακας 4.4: Ανάλυση των διαιτολογίων του διατροφικού σχήματος με αυξημένη συγκέντρωση πρωτεϊνών στα θρεπτικά του συστατικά

Θρεπτικό συστατικό	1ος διαιτο- λόγος	2ος διαιτο- λόγος	3ος διαιτο- λόγος	4ος διαιτο- λόγος	5ος διαιτο- λόγος	6ος διαιτο- λόγος	7ος διαιτο- λόγος	8ος διαιτο- λόγος	9ος διαιτο- λόγος	10ος διαιτο- λόγος	Μέσος όρος των διαιτολόγ ων	RDA	RNI
Βιταμίνη Α (μg)	647,89	552,01	465,89	475,34	421,23	431,65	434,67	458,67	474,34	421,89	478,358	700,0	600,0
Βιταμίνη Ε (mg)	22,32	26,45	21,34	25,78	21,25	21,56	23,45	26,67	22,67	26,78	23,827	15,0	
Βιταμίνη Β - 12 (μg)	10,92	5,89	8,99	9,23	8,54	9,1	4,54	8,99	9,01	8,79	8,4	2,4	1,5
Βιταμίνη Β - 6 (mg)	2,19	3,79	3,26	3,86	3,27	3,95	3,72	4,13	3,86	3,27	3,53	1,6	1,2
Βιταμίνη C (mg)	88,98	89,65	96,65	96,87	92,34	92,21	95,01	97,67	92,45	92,03	93,386	75,0	40,0
Φολικό οξύ (μg)	218,23	168,43	187,89	191,23	181,01	180,01	176,89	381,17	190,78	178,99	205,463	180,0	200,0
Σελήνιο (μg)	209,7	273,57	150,34	170,84	147,87	174,74	208,94	376,61	175,56	148,02	203,619	55,0	60,0
Σίδηρος (mg)	10,45	12,78	10,01	10,55	9,78	10,43	10,32	17,99	10,66	9,44	11,241	18,0	14,8
Ψευδάργυρος (mg)	9,34	12,29	9,18	10,41	9,17	10,51	9,67	15,46	10,41	9,17	10,561	8,0	7,0
Μαγνήσιο (mg)	268,38	309,2	310,83	337,83	312,99	334,96	350,59	439,23	337,83	311,23	331,307	320,0	270,0
Πρωτεΐνες (g)	138,57	216,93	175,94	206,85	176,13	211,57	201,94	225	206,85	176,13	193,591		
Υδατάνθρακες (g)	37	23	30	30	31	29	29	36	30	31	30,6		
Λίπη (g)	96	90	93	122	100	95	92	110	98	125	102,1		
Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (g)													
Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα(g)													
Προσλαμβανόμενη Ενέργεια (Kcal)	1.900,0	1.923,0	1.934,0	1.899,8	1.889,9	2.001,2	2.002,3	1.999,8	1.987,9	1.895,6	1.943,4		

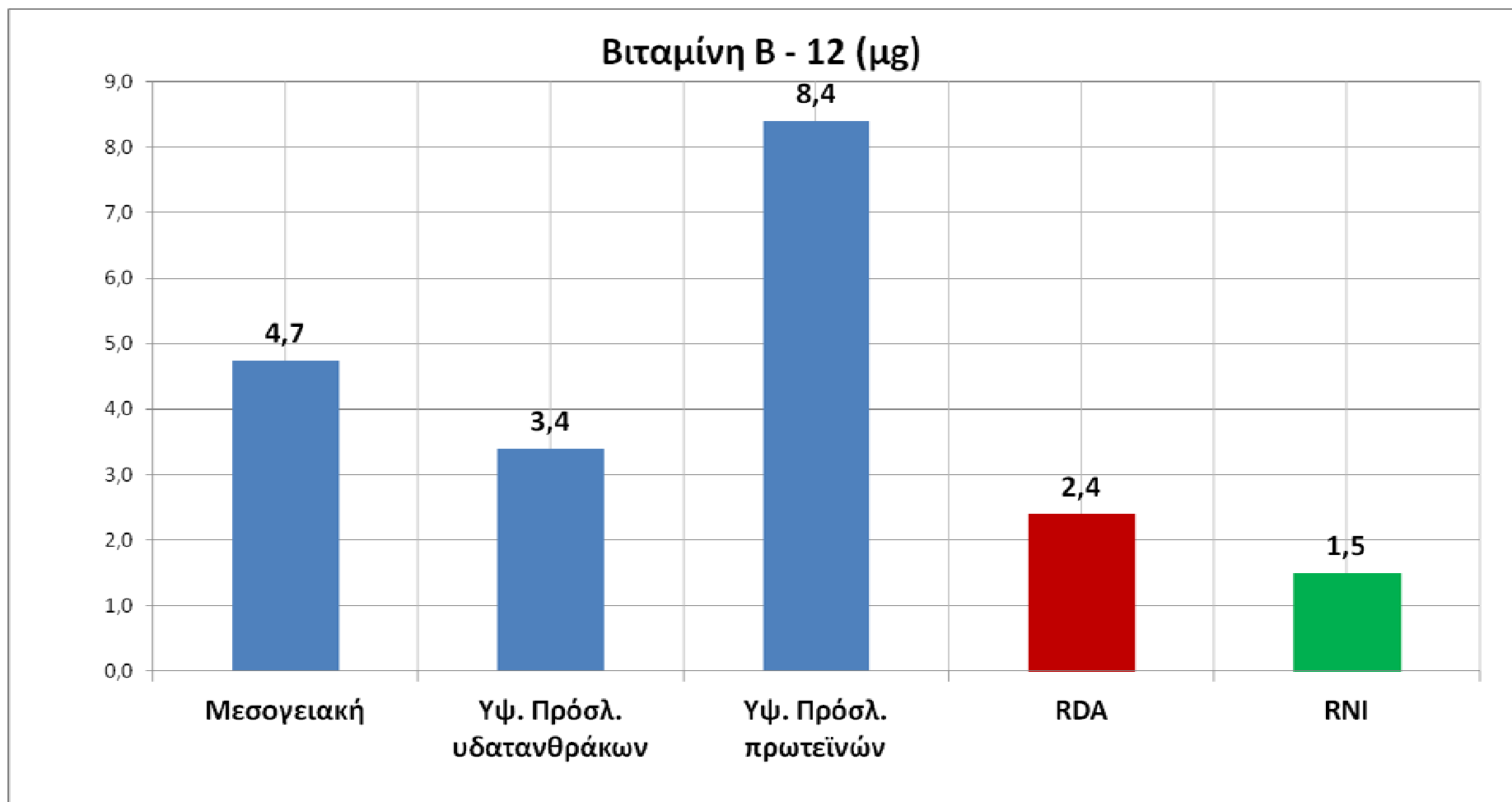
### Διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων



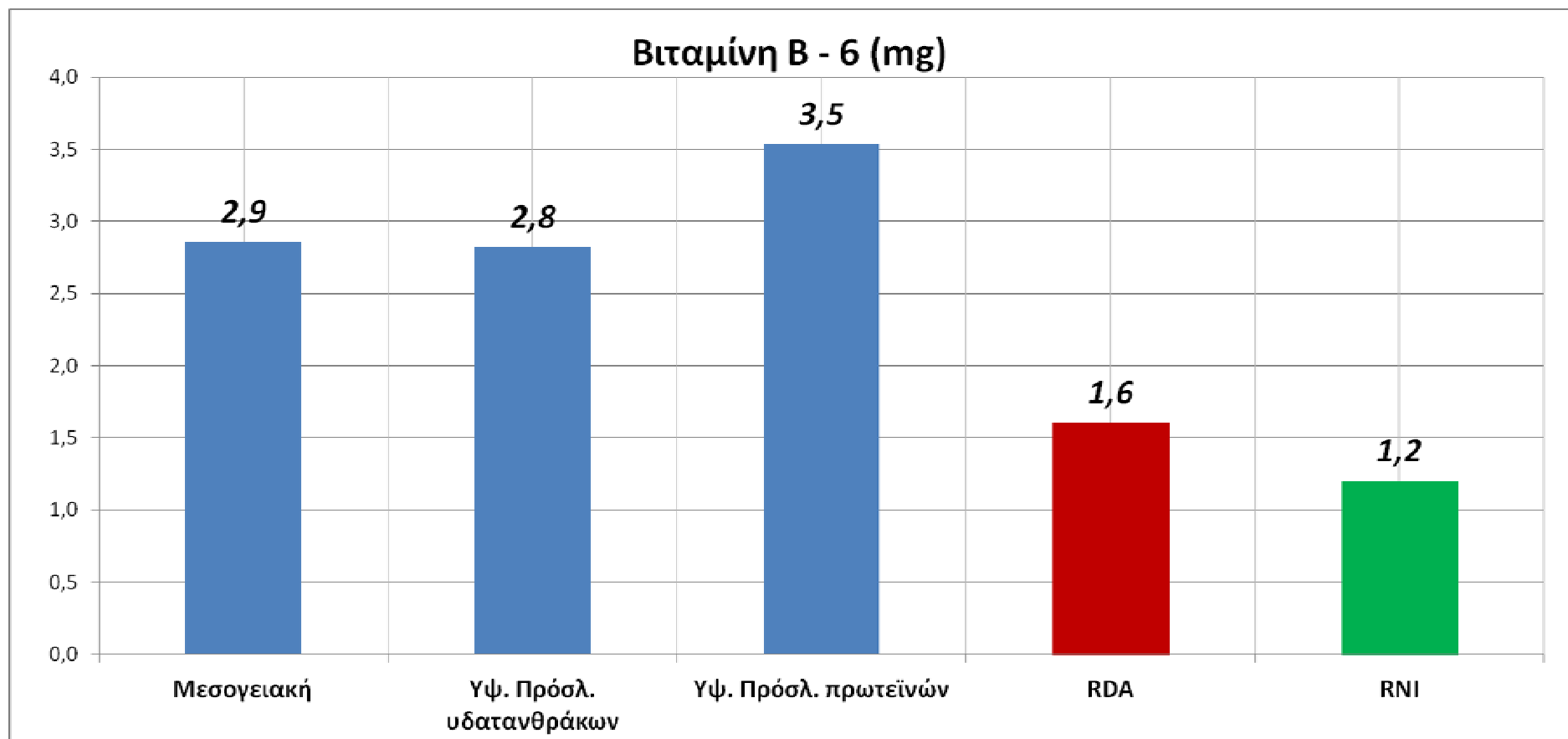
*Διάγραμμα 4.1: Πρόσληψη βιταμίνης Α για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI*  
*Η προσλαμβανόμενη ποσότητα βιταμίνης Α βρίσκεται κάτω από τα επίπεδα του RDA και του RNI στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών σε αντίθεση με τα άλλα δύο διατροφικά σχήματα, των οποίων η πρόσληψη είναι πάνω από τα επίπεδα RDA και RNI.*



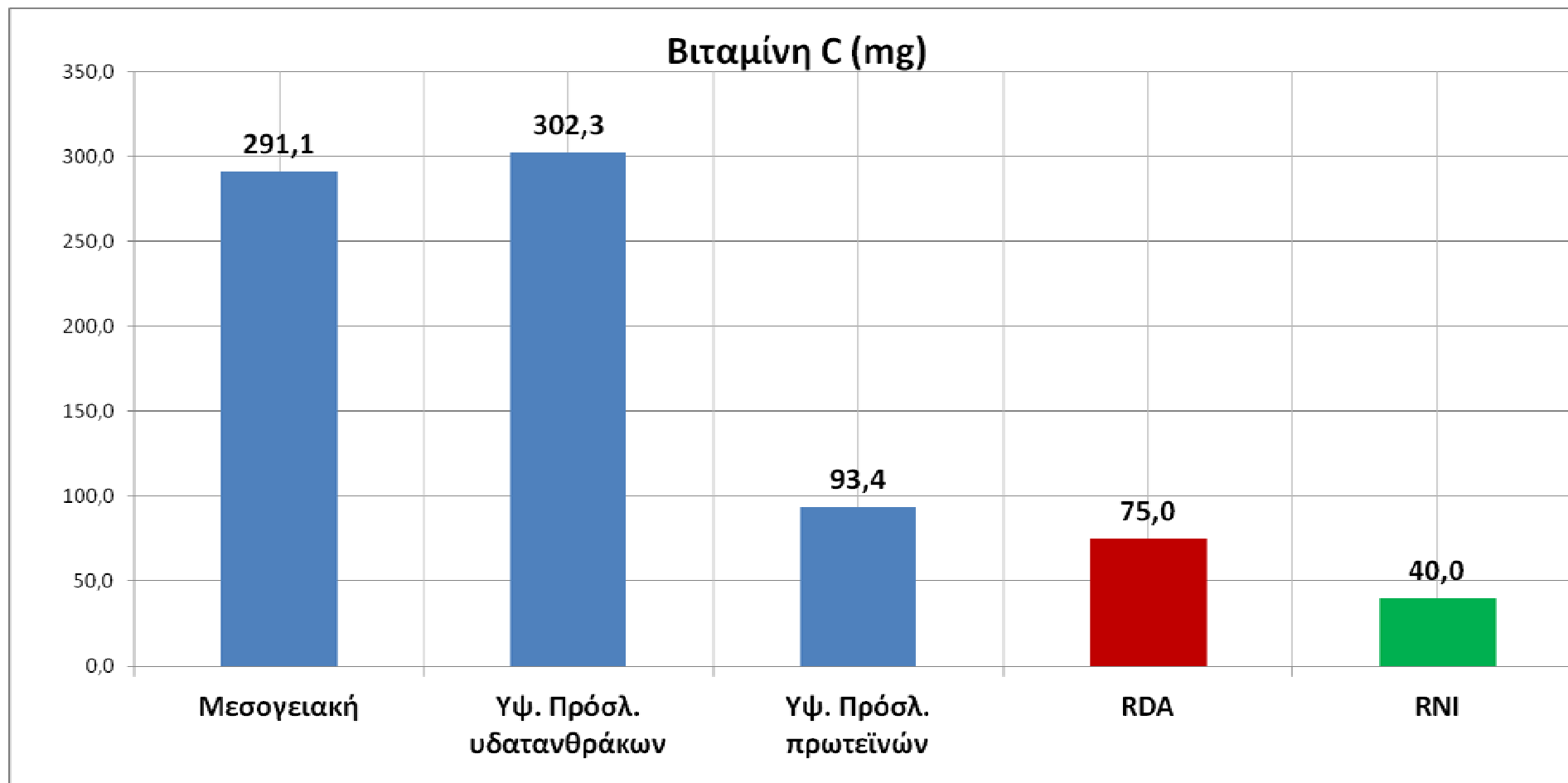
**Διάγραμμα 4.2: Πρόσληψη βιταμίνης E για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA**  
*Η πρόσληψη βιταμίνης E όσον αφορά το διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων βρίσκεται κάτω από τα επίπεδα του RDA, ενώ τα άλλα δύο διατροφικά σχήμα εμφανίζουν πρόσληψη πάνω από τα επίπεδα του RDA.*



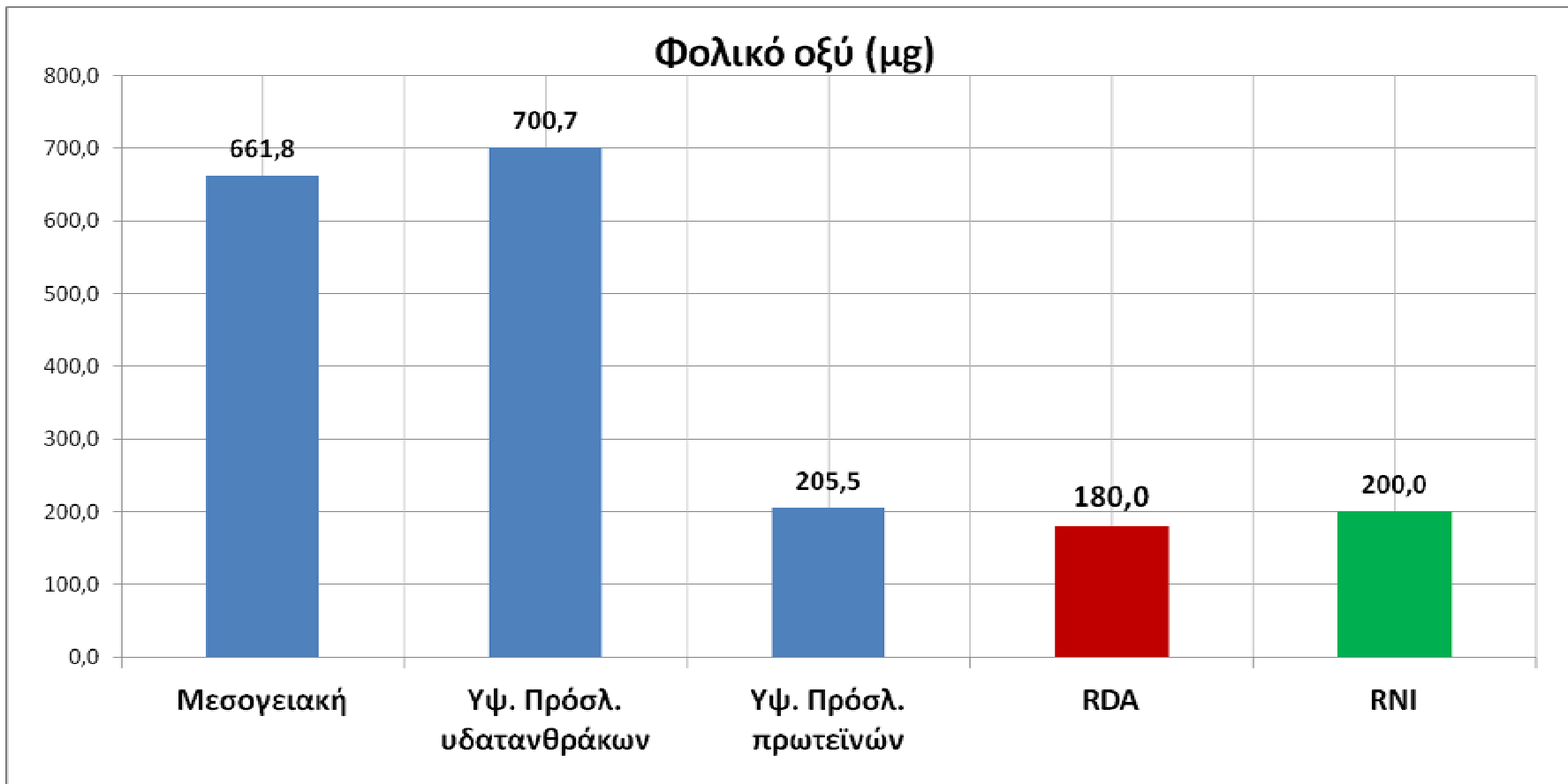
*Διάγραμμα 4.3: Πρόσληψη βιταμίνης Β12 για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI  
 Στο συγκεκριμένο διάγραμμα η πρόσληψη βιταμίνης Β12 βρίσκεται πάνω από τα επίπεδα RDA και RNI και στα τρία διατροφικά σχήματα.*



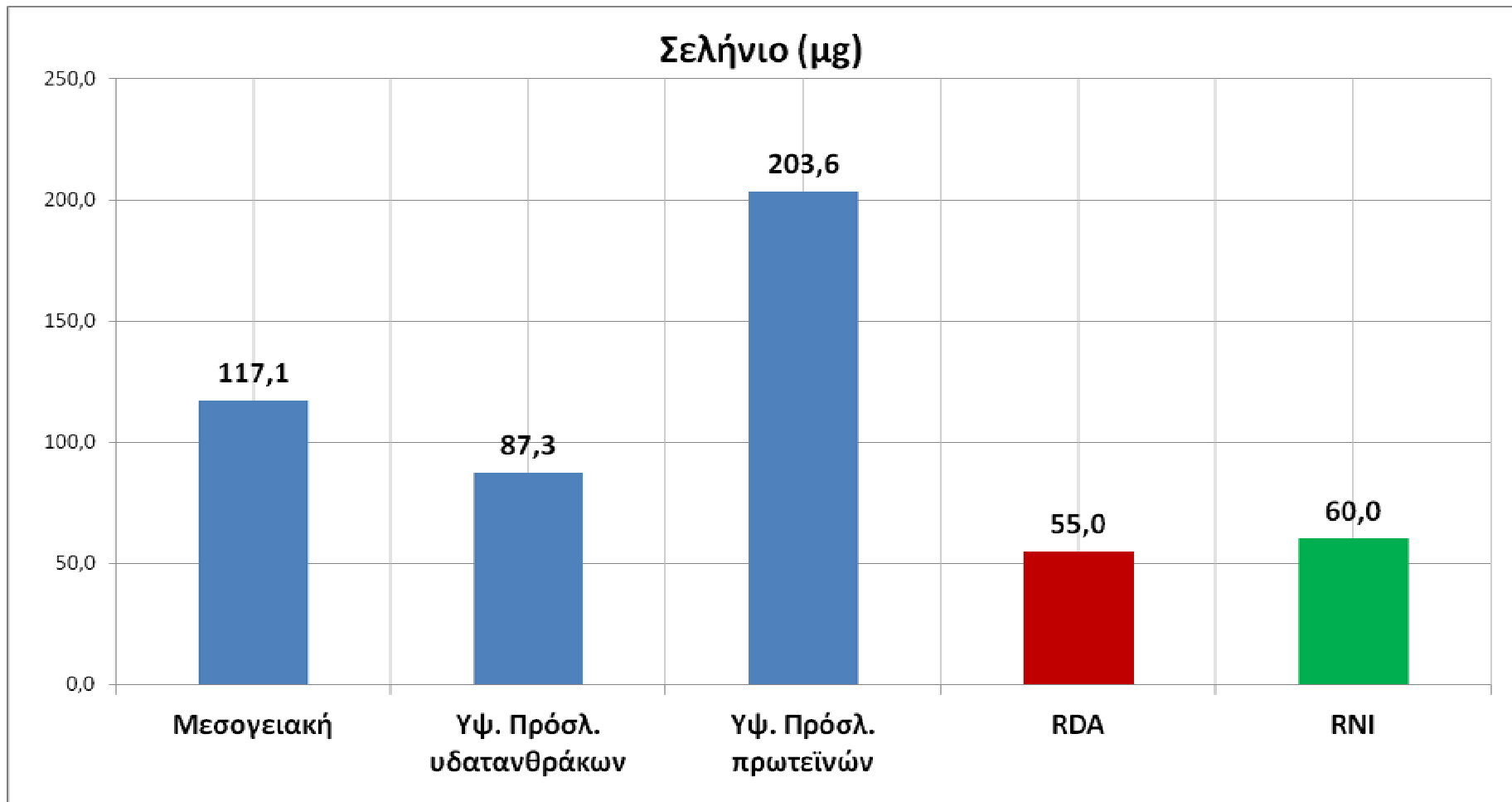
*Διάγραμμα 4.4: Πρόσληψη βιταμίνης Β6 για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI  
 Η προσλαμβανόμενη ποσότητα της συγκεκριμένης βιταμίνης βρίσκεται πάνω από τα RDA και RNI και στα τρία διατροφικά σχήματα.*



*Διάγραμμα 4.5: Πρόσληψη βιταμίνης C για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI  
 Η προσλαμβανόμενη ποσότητα της συγκεκριμένης βιταμίνης και στα τρία διατροφικά σχήματα βρίσκεται πάνω από τις τιμές αναφοράς RDA και RNI.*

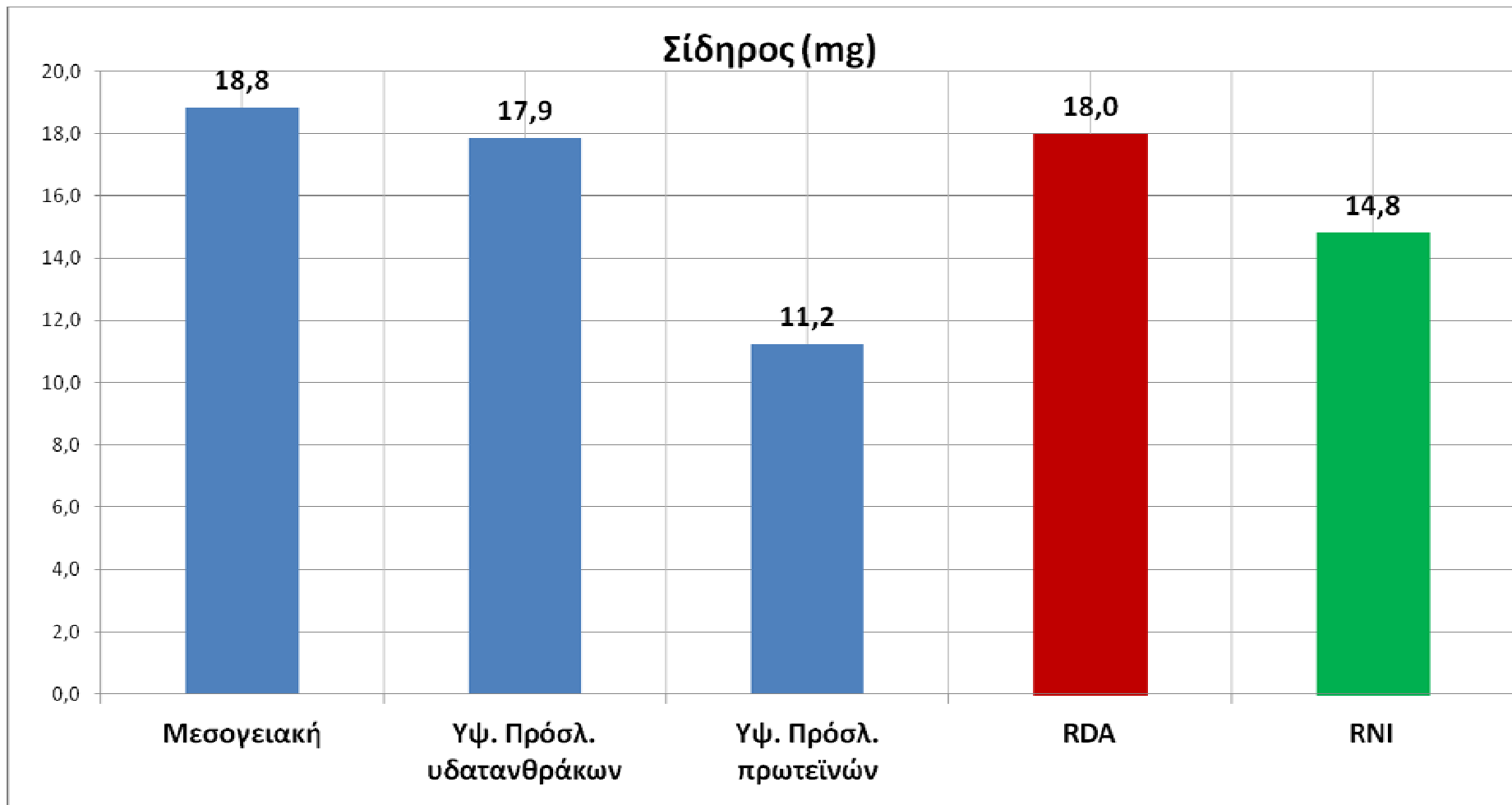


*Διάγραμμα 4.6: Πρόσληψη φολικού οξέος για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI*  
 Στο διάγραμμα φαίνεται ότι η πρόσληψη του φολικού οξέος και στα τρία διατροφικά σχήματα βρίσκεται πάνω από τις τιμές αναφοράς RDA και RNI.



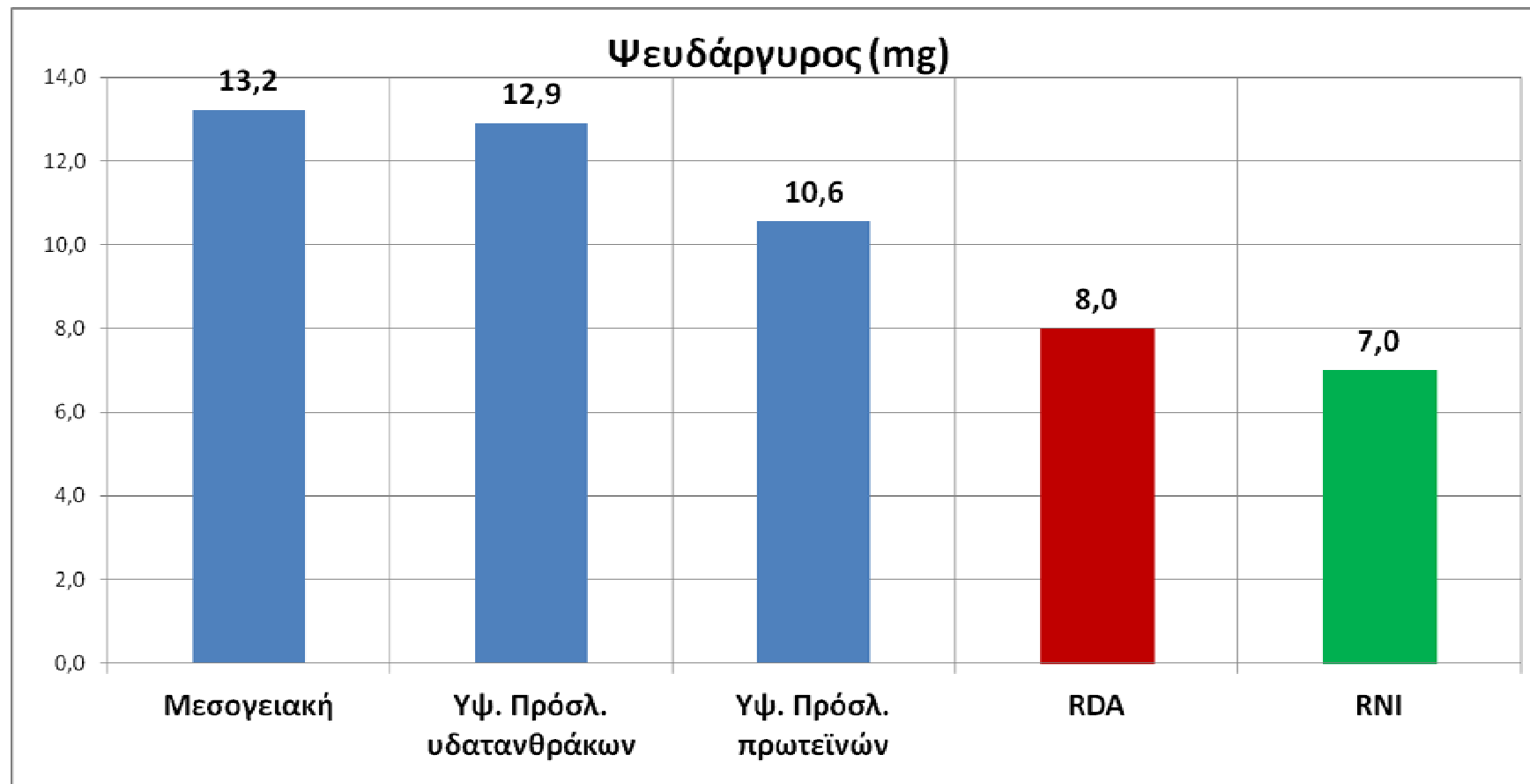
*Διάγραμμα 4.7: Πρόσληψη σελήνιου για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI  
 Η πρόσληψη του σελήνιου και στα τρία διατροφικά σχήματα βρίσκεται πάνω από τα επίπεδα RDA και RNI.*



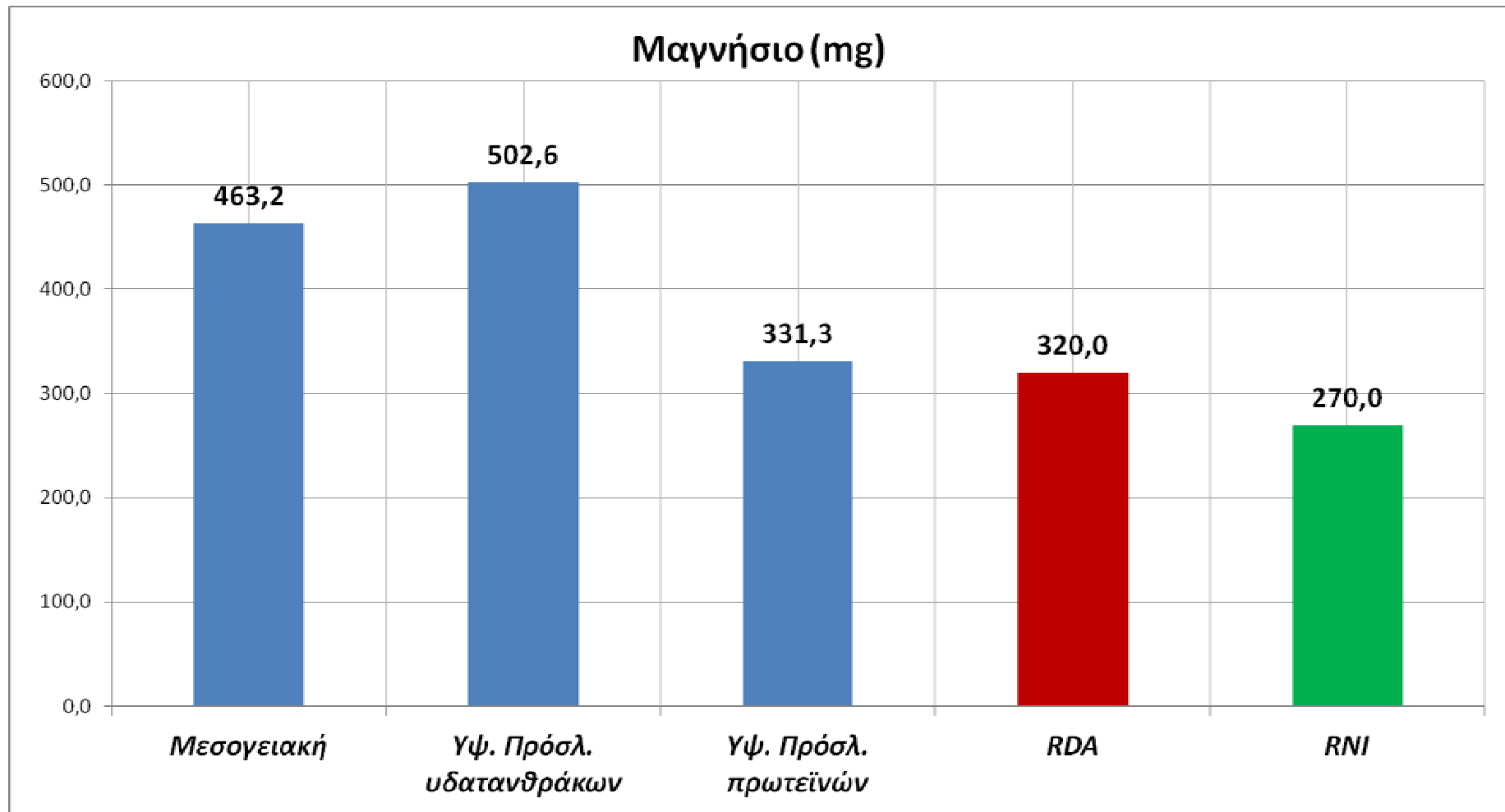


**Διάγραμμα 4.8: Πρόσληψη σιδήρου για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI**

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα η προσλαμβανόμενη ποσότητα σιδήρου στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών και σε αυτό με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων βρίσκεται κάτω από τα επίπεδα του RDA και RNI. Σε αντίθεση με τη Μεσογειακή διατροφή όπου η προσλαμβανόμενη ποσότητα σιδήρου βρίσκεται πάνω από τις τιμές αναφοράς RDA και RNI.



*Διάγραμμα 4.9: Πρόσληψη ψευδαργύρου για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI  
Η προσλαμβανόμενη ποσότητα ψευδαργύρου βρίσκεται πάνω από τις τιμές αναφορές RDA και RNI στα τρία διατροφικά σχήματα.*



*Διάγραμμα 4.10: Πρόσληψη μαγνησίου για τα τρία διατροφικά σχήματα και σύγκριση με το RDA και το RNI  
 Τα τρία διατροφικά σχήματα εμφανίζουν προσλαμβανόμενη ποσότητα μαγνησίου μεγαλύτερη των τιμών αναφοράς RDA και RNI.*

**Η σύγκριση της κατά μέσο όρο διαιτητικής πρόσληψης με το RDA μας έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα :**

- Όσο αφορά στη *μεσογειακή διατροφή*, σύμφωνα με τα διαγράμματα (4.1 έως 4.10) παρατηρούμε ότι κάποιος ο οποίος ακολουθεί το συγκεκριμένο πρότυπο διατροφής εμφανίζει επαρκή πρόσληψη σε όλα τα μικροθρεπτικά συστατικά που σχετίζονται με τη γήρανση του δέρματος.
- Στο *διατροφικό σχήμα με υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων*, στο διάγραμμα 4.2 παρατηρούμε ότι η βιταμίνη E (περιέχεται στα φυτικά έλαια, ξηρούς καρπούς, φρούτα, λαχανικά, κρέατα) και ο σίδηρος στο διάγραμμα 4.8 (περιέχεται στο κρέας, πουλερικά, φρούτα, λαχανικά, δημητριακά) βρίσκονται κάτω από το RDA, άρα το συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα πιθανών να μην οδηγεί στην πλήρη κάλυψη των διατροφικών αναγκών στα συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά. Επομένως, κάποιος που θα ακολουθεί το συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα πιθανώς να εμφανίσει ανεπαρκή πρόσληψη σε βιταμίνη E και σίδηρο.
- Τέλος, το *διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών* εμφανίζει ανεπαρκή πρόσληψη βιταμίνης A (περιέχεται στο συκώτι, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ψάρια, τα φυλλώδη λαχανικά, κίτρινα ή πορτοκαλί φρούτα και λαχανικά). Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.1, η πρόσληψη της συγκεκριμένης βιταμίνης βρίσκεται κάτω από το RDA. Όσον αφορά το σίδηρο (περιέχεται στο κρέας, τα πουλερικά, τα φρούτα, τα λαχανικά, τα δημητριακά) στο διάγραμμα 4.8 παρατηρούμε ότι η πρόσληψη του βρίσκεται κάτω από τα επίπεδα του RDA. Συνεπώς, κάποιος ο οποίος ακολουθεί το συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα πιθανώς να οδηγηθεί σε ανεπαρκή πρόσληψη βιταμίνης A και σιδήρου.

**Η σύγκριση της κατά μέσο όρο διαιτητικής πρόσληψης με το RNI μας έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα :**

- Σύμφωνα με τα διαγράμματα 4.1 έως 4.10, στο *μεσογειακό πρότυπο διατροφής* η κατά μέσο όρο πρόσληψη των υπό εξέταση θρεπτικών συστατικών βρίσκεται πάνω από το RNI, άρα το άτομο με μεγάλη βεβαιότητα εμφανίζει επαρκή πρόσληψη στα συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά. Το ίδιο ισχύει και για το διατροφικό σχήμα το οποίο χαρακτηρίζεται από *αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων*.

- Όσον αφορά το *διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών*, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.1 και 4.8, η κατά μέσο όρο πρόσληψη βιταμίνης Α και σιδήρου βρίσκονται κάτω από το RNI και πάνω από το LRNI (για τη βιταμίνη Α είναι 200 mcg και για το σίδηρο είναι 8 mg). Επομένως δεν μπορούμε με βεβαιότητα να συμπεράνουμε αν η πρόσληψη θα οδηγούσε σε βέβαιη επάρκεια στα συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά συγκριτικά πάντα με τη συνιστώμενη τιμή.

## 4.7 Συζήτηση

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει αρχικά το συμπέρασμα ότι η μεσογειακή διατροφή είναι αυτή που φαίνεται να συμφωνεί με τις συνιστώμενες τιμές πρόσληψης ως προς τα θρεπτικά συστατικά που σχετίζονται με τη γήρανση του δέρματος. Επομένως, ακολουθώντας το συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα θα εξασφαλίσουμε στον οργανισμό επαρκή πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, τα οποία έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες ή έχουν την ικανότητα μέσω διάφορων μηχανισμών να αυξήσουν την ελαστικότητα του δέρματος και τη διατήρηση της υδάτωσής του. Από την άλλη πλευρά, το διατροφικό πρότυπο που εμφάνισε τις περισσότερες διατροφικές ελλείψεις ήταν αυτό με την αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών. Αξίζει να σημειώσουμε ότι για την εκτίμηση της διαιτητικής πρόσληψης της βιταμίνης Ε χρησιμοποιήσαμε τις αμερικάνικες τιμές διαιτητικής πρόσληψης, αφού στη βιβλιογραφία δεν αναφέρονται οι βρετανικές τιμές για τη συγκεκριμένη βιταμίνη.

Πλήθος επιδημιολογικών μελετών έχουν επισημάνει το ρόλο της διατροφής στη μείωση του ρυθμού εξέλιξης της γήρανσης και στη διατήρηση της υγείας του δέρματος. Επομένως, για τη γήρανση του δέρματος δεν ευθύνονται μόνο τα γονίδια μας και ο ήλιος, αλλά σε μεγάλο βαθμό και ο τρόπος ζωής. Το κάπνισμα, η κατάχρηση του αλκοόλ και η κατανάλωση τροφών με υψηλή συγκέντρωση λιπαρών επιβαρύνουν αθροιστικά την υγεία του δέρματος. Τρόφιμα τα οποία είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικές ουσίες, όπως είναι τα φρούτα και τα λαχανικά βελτιώνουν και εμποδίζουν την εμφάνιση της γήρανσης στο δέρμα.

Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η μεσογειακή διατροφή σε σύγκριση με τα άλλα δύο διατροφικά σχήματα, προσφέρει στον ανθρώπινο

οργανισμό επαρκείς ποσότητες θρεπτικών ουσιών με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, καθώς και ουσιών που σχετίζονται με τη διατήρηση της ελαστικότητας και του βαθμού υδάτωσης του δέρματος. Στη συγκεκριμένη μελέτη ζητήσαμε τη συμμετοχή δέκα διαιτολόγων, οι οποίοι με προθυμία μας σχεδίασαν τρία τριήμερα διαιτολόγια, ένα για κάθε διατροφικό σχήμα, όπως θα το χορηγούσαν σε μία κυρία που θα πληρούσε τα στοιχεία της εξεταζόμενης περίπτωσης. Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι η επιλογή των τροφών στα διαιτολόγια ήταν σύμφωνα με τις προτιμήσεις των διαιτολόγων, από τη στιγμή που δεν τους δόθηκε κανένα στοιχείο για τις διατροφικές συνήθειες μελετώμενης περίπτωσης, όπως διατροφικό ιστορικό ή/και ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων. Έτσι, η συχνότητα κατανάλωσης των τροφίμων, καθώς και τα ποσοστά των μακροθρεπτικών συστατικών που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν αποκλειστική επιλογή τους. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι τα φρούτα και τα λαχανικά που χρησιμοποιήθηκαν και από τους δέκα διαιτολόγους ήταν εποχής και είναι εύκολο για κάποιον να τα βρει στην αγορά.

#### **4.7.1 Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων**

Στα διαιτολόγια που στηρίζονται στη μεσογειακή διατροφή, τα ποσοστά σε μακροθρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά μέσο όρο ήταν: υδατάνθρακες 50%, λίπος 30% και πρωτεΐνες 20%. Το μεγαλύτερο ποσοστό των υδατανθράκων που χρησιμοποιήθηκε ήταν κυρίως από προϊόντα ολικής άλεσης, ενώ σαν κύριο προστιθέμενο λιπίδιο χρησιμοποιήθηκε το ελαιόλαδο. Όσο αφορά στη συχνότητα κατανάλωσης των τροφίμων παρατηρήσαμε ότι η κατά μέσο όρο κατανάλωση των τροφίμων είναι:

*Πίνακας 4.5: Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων στη Μεσογειακή διατροφή*

6 μικρομερίδες/ εβδομάδα όσπρια
2 μικρομερίδες/ μήνα κόκκινο κρέας
1 μικρομερίδα / εβδομάδα αυγό
5 μικρομερίδες/ εβδομάδα πουλερικά
6 μικρομερίδες/ εβδομάδα ψάρι
8 μικρομερίδες/ ημέρα δημητριακά (συμπεριλαμβανομένου και του ψωμιού)
3 μικρομερίδες/ εβδομάδα ξηρών καρπών
2 μικρομερίδες/ημέρα γαλακτοκομικά
4 μικρομερίδες/ημέρα φρούτα
6 μικρομερίδες/ημερά λαχανικά

Αξίζει να επισημάνουμε ότι η μεσογειακή διατροφή αποτελείται από μεγάλη ποικιλία τροφίμων και συνδυασμών αυτών, γεγονός το οποίο της προσδίδει την ιδιότητα της εξασφάλισης μακροπρόθεσμης συμμόρφωσης. Η απώλεια βάρους σε άτομα που ακολουθούν υποθερμιακό διαιτολόγιο βασισμένο στη μεσογειακή διατροφή είναι σταθερή, με παράλληλη μακρόχρονη διατήρηση της απώλειας τους βάρους (Trichoroulou & Vassilopoulou, 2000).

Στα διαιτολόγια με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων χρησιμοποιήθηκαν κατά μέσο όρο τα εξής ποσοστά επί των ολικών θερμίδων για τα μακροθρεπτικά συστατικά: 61% υδατάνθρακες, 15% πρωτεΐνες και 24 % λίπος. Στο συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην κατανάλωση αδρά επεξεργασμένων δημητριακών, λαχανικών και οσπρίων. Παρατηρούμε ποικιλία τροφίμων, φυτικής κυρίως προέλευσης και μειωμένη κατανάλωση κρέατος και ψαριών. Πιο συγκεκριμένα:

*Πίνακας 4.6: Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων*

3 μικρομερίδες/ εβδομάδα πουλερικά
4 μικρομερίδες/ εβδομάδα ψάρια (κυρίως τόνος και πέστροφα)
3 μικρομερίδες/ ημέρα γαλακτοκομικά (ημιάπαχα ή άπαχα γάλα, γιαούρτι, τυρί)
1 μικρομερίδα/ εβδομάδα αυγά

Το κόκκινο κρέας δεν εμφανίζεται καθόλου, ενώ οι υπόλοιπες μικρομερίδες είναι φρούτα, λαχανικά και όσπρια.

Είναι ένα διατροφικό σχήμα το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα (2 μήνες), ωστόσο θα πρέπει να ληφθούν πολύ σοβαρά υπόψη οι χαμηλές προσλήψεις που παρουσιάζει σε βιταμίνη E και σίδηρο.

Τέλος, στα διαιτολόγια που ακολουθούν το σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών χρησιμοποιήθηκαν κατά μέσο όρο τα εξής ποσοστά σε μακροθρεπτικά συστατικά: 7% υδατάνθρακες, 42 % πρωτεΐνες και 51% λίπος. Εδώ, χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη συχνότητα οι ξηροί καρποί και οι ελιές. Τα άτομα που ακολουθούν μία δίαιτα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών εμφανίζουν χαμηλή πρόσληψη δημητριακών, ψωμιού, φρούτων και ζυμαρικών. Αντίθετα, μπορούν να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες κρέατος, τυριού, ψαριών, αυγών, μαλακίων ή άλλων πρωτεϊνικών πηγών που επιθυμούν, χωρίς να τίθενται σε πολλές περιπτώσεις ποσοτικοί περιορισμοί πρόσληψης. Πιο αναλυτικά:

*Πίνακας 4.7: Συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών*

3 μικρομερίδες/ ημέρα ξηρών καρπών (αμύγδαλα, φιστίκια, καρύδια)
10 μικρομερίδες/ εβδομάδα ψάρια (κυρίως τόνος και πέστροφα)
14 μικρομερίδες/ εβδομάδα αυγά
35 μικρομερίδες/ εβδομάδα πουλερικά (κυρίως κοτόπουλο)

Απουσιάζουν σε σημαντικό βαθμό οι υδατάνθρακες, γεγονός που οδηγεί τον οργανισμό στη χρησιμοποίηση, αντί της γλυκόζης, των λιπαρών οξέων ως κύρια πηγή ενέργειας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η έκκριση κετονών στο αίμα. Οι κετόνες είναι ουσίες που επιδρούν αρνητικά στο αίσθημα όρεξης. Επίσης, η απουσία των υδατανθράκων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διούρησης, που συνεπάγεται απώλεια υγρών από το σώμα, με απώτερη συνέπεια την ενδεχόμενη μείωση του σωματικού βάρους. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι η υπερπαραγωγή κετονών σε βαθμό τέτοιο που να μη μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ιστούς, αποτελεί μια σοβαρή παθολογική κατάσταση, που διαταράσσει τη χημική ισορροπία του οργανισμού. Τα συμπτώματα εξαιτίας της υψηλής παρουσίας κετονών μπορεί να είναι κεφαλαλγίες, ζαλάδες, κόπωση, αναγούλα και άσχημη οσμή στο στόμα, ενώ τα άτομα που ακολουθούν τέτοιες δίαιτες νιώθουν συχνά κουρασμένα και ληθαργικά. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κατανοούμε ότι το συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα δεν μπορεί να εφαρμοστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Άτομα τα οποία έχουν ακολουθήσει το



συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα προκειμένου να χάσουν βάρος δεν κατάφεραν να διατηρήσουν την απώλεια του βάρους (Maher *et al.*, 2010; Cosgrove *et al.*, 2007).

#### 4.7.2 Κατανάλωση αλκοόλ

Κατά την ανάλυση των διαιτολογίων παρατηρήσαμε ότι στη μεσογειακή διατροφή η εμφάνιση του κόκκινου κρασιού (1 ποτήρι 95 gr) είναι με συχνότητα 2 φορές στις 30 ημέρες (ή 0,067), στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων η συχνότητα εμφάνισης είναι επίσης 2 φορές στις 30 ημέρες (ή 0,067), ενώ στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών το κρασί δεν εμφανίζεται καθόλου. Η παρατήρηση αυτή δε γνωρίζουμε αν οφείλεται σε τυχαία παράλειψη των διαιτολόγων ή αν έχει γίνει με συγκεκριμένο σκοπό.

Η κατανάλωση οινοπνευματωδών ποτών συμβάλλει στην ανάπτυξη καρκίνου διαφόρων εντοπίσεων, ενώ δημιουργεί και το κοινωνικό πρόβλημα του αλκοολισμού. Ταυτόχρονα όμως σε μέτρια κατανάλωση, η αιθυλική αλκοόλη και πιθανά και άλλα συστατικά των ποτών, όπως οι πολυφαινόλες, προστατεύουν από την εκδήλωση καρδιοπαθειών. Η υπερβολική κατανάλωση οινοπνεύματος για μεγάλο χρονικό διάστημα βλάπτει σοβαρά την υγεία και έχει συσχετισθεί με αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων στο αίμα, με υπέρταση και ηπατοπάθεια. Η υπερβολική κατανάλωση οινοπνεύματος φαίνεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις και στη διατροφική κατάσταση του ανθρώπου. Το οινόπνευμα προσδίδει ενέργεια (7 θερμίδες/ γραμμάριο), χωρίς να αποτελεί θρεπτικό συστατικό. Έτσι, όσο περισσότερα οινοπνευματώδη ποτά πίνει ένας άνθρωπος, τόσο μικρότερη είναι η πρόσληψη τροφίμων που περιέχουν θρεπτικά συστατικά, αφού ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας προσλαμβάνεται από το οινόπνευμα. Το οινόπνευμα έχει αρνητική επίδραση στο μεταβολισμό των διαφόρων θρεπτικών συστατικών. Πιο συγκεκριμένα, μειώνει την απορρόφηση, από τα εντερικά κύτταρα, πολλών θρεπτικών συστατικών, όπως οι βιταμίνες B6, B12, το φυλλικό οξύ και ο ψευδάργυρος. Με αυτό τον τρόπο κάποιος μπορεί να εμφανίσει έλλειψη σε βασικά μικροθρεπτικά συστατικά. Οι οδηγίες της μεσογειακής διατροφής συστήνουν μέτρια κατανάλωση κρασιού (30 gr αιθυλικής αλκοόλης, περίπου 3 ποτήρια κρασί) κατά τη διάρκεια των γευμάτων για τους άντρες,

ενώ για τις γυναίκες συστήνεται η καθημερινή πρόσληψη 15 gr αιθυλικής αλκοόλης, περίπου 1 και ½ ποτήρι κρασιού (Keys, 1995).

#### 4.7.3 Κατανάλωση νερού

Το νερό είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, αφού αποτελεί μεταξύ των άλλων και απαραίτητη πηγή στοιχείων, όπως το ιώδιο και το φθόριο. Η επαρκής πρόσληψη του, ρυθμίζεται μέσω του αισθήματος της δίψας ενώ οι ανάγκες σε νερό αυξάνουν όταν είναι αυξημένη και η ενεργειακή πρόσληψη και κατανάλωση. Διαταραχές στο μηχανισμό ρύθμισης του αισθήματος της δίψας ενδέχεται να παρατηρηθούν στους ηλικιωμένους και σε παθολογικές καταστάσεις. Τα αναψυκτικά (ανθρακούχα και μη) χωρίς οινόπνευμα περιέχουν πολύ ζάχαρη, συνεπώς χαρακτηρίζονται ως «κενές θερμίδες». Δεν παρέχει κανένα πλεονέκτημα η αντικατάσταση νερού με μη οινόπνευματώδη ποτά (αναψυκτικά)(Keys, 1995). Στα διαιτολόγια και των τριών διατροφικών σχημάτων δεν αναφέρεται πουθενά η κατανάλωση νερού. Λογικά, οι διαιτολόγοι θα προτρέπουν τα άτομα που τους επισκέπτονται να καταναλώνουν νερό σύμφωνα με το αίσθημα της δίψας.

#### 4.7.4 Βιταμίνη Α

Η βιταμίνη Α (ρετινόλη) εμφανίζεται μόνο σε πρόδρομη μορφή στις ζωικές τροφές. Ένα μικρογραμμάριο (μg) ρετινόλης αντιστοιχεί σε ένα ισοδύναμο ρετινόλης (Retinol Equivalent, R.E.), όρος με τον οποίο συχνά μετρώνται οι φυτικές πρόδρομες ουσίες της βιταμίνης Α. Ισχύει ότι:

**1 R.E. = 1 μg (3,33i.u.) ρετινόλης = 6 μg β-καροτένιου = 12 μg άλλου καροτενοειδούς-προβιταμίνης Α**

Ανώτατο ασφαλές επίπεδο για ημερήσιο συμπλήρωμα = 2300 μg (800 μg κατά την εγκυμοσύνη). Συνιστώμενη Ημερήσια Δόση (Recommended Daily Allowance, RDA) = 800 μg.

Η βιταμίνη Α είναι μία από τις βιταμίνες που αν ληφθεί σε υπερβολική ποσότητα μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα, διότι συσσωρεύεται στο ήπαρ. Παρόλα αυτά, υπάρχει ακόμη ένα υψηλό όριο ασφαλείας, μιας και θα πρέπει οι καθημερινές δόσεις να υπερβαίνουν γενικά τα 7500 μg (25000i.u.) στις γυναίκες και τα 9000 μg (30000i.u.) στους άνδρες για να εμφανιστούν τοξικές παρενέργειες. Επίσης, η αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης Α εμποδίζει την απορρόφηση της βιταμίνης Κ από το έντερο. (Fleischer, 1996)

Στη συγκεκριμένη μελέτη, η πρόσληψη της βιταμίνης Α στο μεσογειακό πρότυπο διατροφής και στο διατροφικό πρότυπο με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων είναι μεγαλύτερη από το RDA και RNI, όμως σε καμιά περίπτωση δεν φθάνει σε σημεία τοξικότητας. Αντιθέτως, η πρόσληψη της συγκεκριμένης βιταμίνης στο διατροφικό πρότυπο με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών είναι χαμηλότερη του RDA και του RNI, άρα το συγκεκριμένο άτομο πιθανότατα να εμφανίσει όλες τις αρνητικές επιδράσεις από την έλλειψη της βιταμίνης.

Οι επιδράσεις της υπερβολικής δοσολογίας σε βιταμίνη Α εμφανίζονται με τη μορφή αποφολίδωσης του δέρματος, ξηροδερμίας, πόνων στις αρθρώσεις, διεύρυνσης του ήπατος και ναυτίας. Η τοξικότητα της βιταμίνης Α είναι συνήθως πλήρως αναστρέψιμη. Τροφές πλούσιες σε βιταμίνη Α είναι το συκώτι αρνιού, το μουρουνέλαιο, τα καρότα, το βούτυρο, η μαργαρίνη, τα αυγά, το συκώτι χοίρου, το σκουμπρί, το μοσχάρι και οι σαρδέλες σε κονσέρβα (Rothman, 1995).

#### **4.7.5 Βιταμίνη Ε**

Η βιταμίνη Ε μετράται σε I.U. (International Units/Διεθνείς μονάδες) και σε mg, η αντιστοιχία τους είναι: 1 I.U. = 0,666 mg.

Κύρια λειτουργία της βιταμίνης είναι η διατήρηση της ακεραιότητας των μεμβρανών. Μαζί με τη βιταμίνη C και τη βιταμίνη A δρουν ως αντιοξειδωτικά. Υπερβολική πρόσληψη βιταμίνης Ε σπάνια μπορεί να προκαλέσει ναυτία, διάρροια, μυϊκή αδυναμία, παροδική αύξηση της πίεσης του αίματος, ταχυπαλμίες.

Η βιταμίνη Ε μειώνει, αλλά και προστατεύει από οξειδώσεις τόσο την κακή χοληστερίνη (LDL) όσο και τα τριγλυκερίδια, η οξείδωση των οποίων προκαλεί την

αθηρωματική πλάκα. Η βιταμίνη E προστατεύει τα κύτταρα και τους ιστούς από τις ελεύθερες ρίζες και διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα.

Το σελήνιο αυξάνει την ικανότητα και αποτελεσματικότητα της βιταμίνης E, στις διάφορες λειτουργίες της, ενώ όταν συνδυάζονται οι βιταμίνες C και E, επιτυγχάνεται ακόμη μεγαλύτερη προστασία από τον ήλιο. Ωστόσο, πρέπει να υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση και από τις δύο βιταμίνες στο δέρμα για να αποφευχθεί ο καταιγισμός των ελευθέρων ριζών που δημιουργούνται από το ηλιακό φως. Οι βιταμίνες C και E έχουν μία ασυνήθιστη σχέση. Η βιταμίνη E έχει την μοναδική ικανότητα να ανακυκλώνεται. Η βιταμίνη C, όμως, είναι απαραίτητη γι' αυτή την αναγέννηση.

Παρόλο που η βιταμίνη E είναι λιποδιαλυτή έχει σχετικά μικρή τοξικότητα, ακόμη και σε πολύ υψηλές δοσολογίες. Μελέτες έχουν δείξει ότι παρενέργειες από υψηλές δοσολογίες βιταμίνης E (πάνω από 1000 I.U.) είναι σπάνιες, περιλαμβάνουν δε πονοκεφάλους, ναυτία, μυϊκή αδυναμία, γαστρεντερικές διαταραχές (Farrell&Roberts,1994). Στη συγκριμένη έρευνα, η διαιτητική πρόσληψη της βιταμίνης E στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών είναι πάνω από το RDA χωρίς όμως να υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης παρενεργειών εξαιτίας της αυξημένης δόσης.

#### **4.7.6 Βιταμίνη C**

Η βιταμίνη C είναι ευρέως γνωστή για την αντιοξειδωτική της δράση. Συμμετέχει επίσης και σε άλλες λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού, όπως η σύνθεση κολλαγόνου. Επίσης η συγκεκριμένη βιταμίνη βοηθάει στην απορρόφηση του μη αιμικού σιδήρου που προσλαμβάνεται μέσω των τροφών.

Η έλλειψη της βιταμίνης μπορεί να οδηγήσει σε σκορβούτο, ενώ η επαρκής πρόσληψη της έχει ευεργετικά αποτελέσματα σε χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνος, καταρράκτης και στεφανιαία νόσος

Η βιταμίνη C παρουσιάζει τοξικότητα σε μεγάλες ποσότητες (< 1 gr). Στη συγκεκριμένη μελέτη, η διαιτητική πρόσληψη της βιταμίνης C δεν ήταν μεγαλύτερη του 1 gr, επομένως δεν υπάρχει κίνδυνος τοξικότητας.

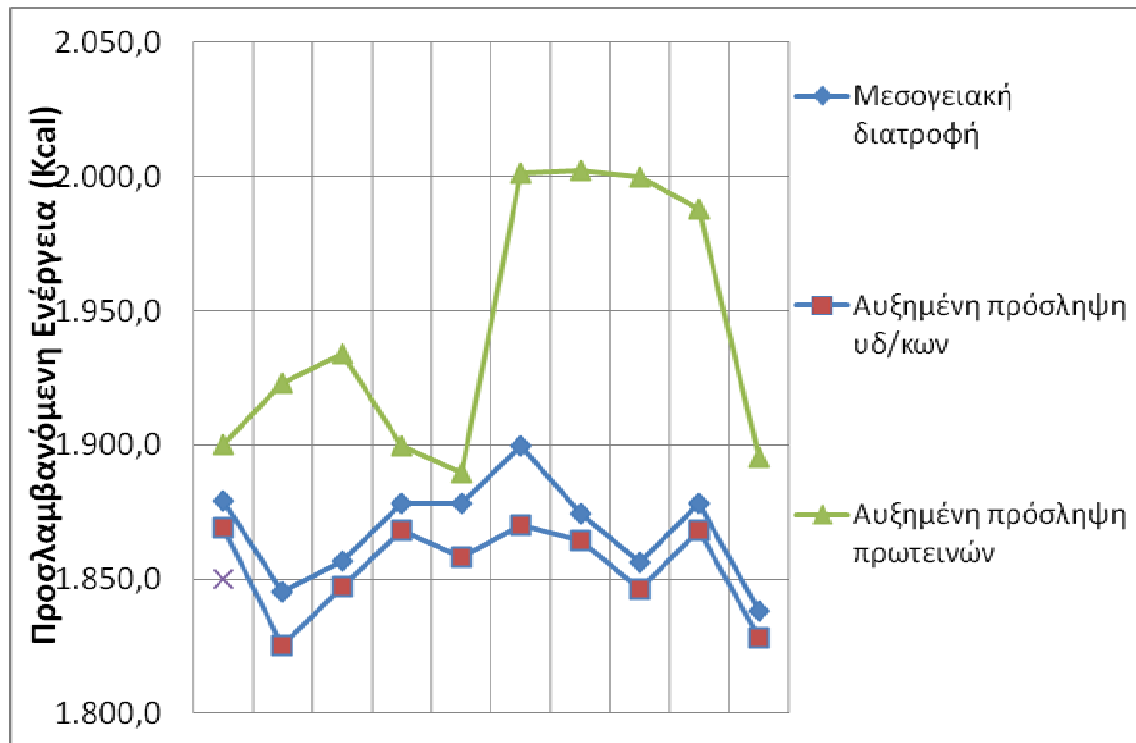
#### 4.7.7 Φολικό οξύ

Με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μετά την ανάλυση των διαιτολογίων των τριών διατροφικών προτύπων, παρατηρήσαμε ότι η πρόσληψη του φολικού οξέος και στα τρία διατροφικά πρότυπα ήταν αυξημένη (δηλαδή πάνω από το RDA και RNI). Για αυτό το λόγο θεωρούμε σκόπιμο να διερευνήσουμε τυχόν παρενέργειες που μπορεί να προκαλέσει η αυξημένη πρόσληψη του συγκεκριμένου θρεπτικού συστατικού.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν ενδείξεις τοξικότητας ή κάποιων κινδύνων σε περιπτώσεις λήψης σχετικά μεγάλων ποσοτήτων φολικού οξέος, αν και αναφέρεται ότι πρέπει να αποφεύγεται η λήψη ποσοτήτων μεγαλύτερων από 1 mg ημερησίως. Επίσης αναφέρεται ότι μεγαλύτερες από τις συνιστώμενες ποσότητες μπορούν να εντείνουν τις κρίσεις σε περιπτώσεις επιληπτικών ατόμων. Μερικά από τα συμπτώματα τοξικότητας είναι η διάρροια, η αυπνία και η ερεθιστικότητα. Λόγω της στενής σχέσης με τη βιταμίνη B12, υψηλή δόση φολικού οξέος μπορεί να υπερκεράσει έλλειψη της βιταμίνης B12 (Γαλανόπουλος και άλλοι, 2005).

#### 4.7.8 Διακυμάνσεις προσλαμβανόμενης ενέργειας

Παρατηρώντας το διάγραμμα 4.11, το οποίο αφορά τη διακύμανση της προσλαμβανόμενης ενέργειας για τα τρία διατροφικά σχήματα ξεχωριστά, εντοπίζουμε μεγάλες διακυμάνσεις όσον αφορά τις προσλαμβανόμενες θερμίδες στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών. Η ελάχιστη προσλαμβανόμενη ενέργεια στο συγκεκριμένο διατροφικό σχήμα βρίσκεται στις 1895,6 Kcal/24h και η μέγιστη τιμή στις 2002,3 Kcal/24h, με μέσο όρο τις 1943,4 Kcal/24h. Στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων παρατηρήσαμε μικρότερες διακυμάνσεις, ελάχιστη τιμή προσλαμβανόμενης ενέργειας ήταν 1825,4 Kcal/24h και η μέγιστη τιμή ήταν 1869,9 Kcal/ 24h, με μέσο όρο τις 1854,5 Kcal/24h. Στη μεσογειακή διατροφή, η ελάχιστη τιμή προσλαμβανόμενης ενέργειας ήταν 1838 Kcal/24h, η μέγιστη 1899,9 Kcal/24h, με μέσο όρο τις 1868,5 Kcal/24h. Καταχωρώντας τα δεδομένα στο διαιτολογικό λογισμό, η υπολογιζόμενη από το πρόγραμμα ενεργειακή πρόσληψη ήταν 1850 Kcal/24h.



**Διάγραμμα 4.11: Διακύμανση της προσλαμβανόμενης ενέργειας στα τρία διατροφικά σχήματα**

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι η μεσογειακή διατροφή και το διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων δεν εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις οι διαιτολόγοι μεταξύ τους όσον αφορά την προσλαμβανόμενη ενέργεια και συγκρινόμενη με τις προσλαμβανόμενες θερμίδες που υπολογίζονται από το διαιτολογικό λογισμικό. Αντιθέτως, οι μεγαλύτερες αποκλίσεις παρατηρήθηκαν στο διατροφικό σχήμα με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών, τόσο ανάμεσα στους διαιτολόγους όσο και συγκρινόμενη με τις προσλαμβανόμενες θερμίδες του διαιτολογικού λογισμικού.

#### 4.7.9 Περιορισμοί

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να επισημάνουμε μερικά τρωτά σημεία της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης. Πιο συγκεκριμένα:

- Τα τρόφιμα που περιέχονται στη βάση δεδομένων του διαιτολογικού λογισμικού δεν αντιστοιχούν πάντα με αυτά που καταναλώνουν τα άτομα. Η αντικατάσταση των τροφίμων που απουσιάζουν από τις βάσεις δεδομένων με παραπλήσια εγκυμονεί κινδύνους για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.
- Η υπολογιζόμενη περιεκτικότητα των τροφίμων σε θρεπτικά συστατικά μπορεί να περιέχει σφάλμα. Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε θρεπτικά συστατικά ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία του τροφίμου, τον τρόπο και την εποχή που αυτό καλλιεργήθηκε ή παράχθηκε, το βαθμό ωρίμανσης, τις κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες, τον τρόπο μεταφοράς, αποθήκευσης καθώς και τόσους άλλους παράγοντες.
- Το διαιτολογικό λογισμικό ή οι πίνακες σύνθεσης τροφίμων δεν έχουν τιμές για ορισμένα θρεπτικά συστατικά. Αν οι τιμές αυτές αντικατασταθούν από το μηδέν, τότε μπορεί να προκύψει σημαντική υποεκτίμηση της πρόσληψης στα συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά.
- Οι πίνακες σύνθεσης τροφίμων δεν λαμβάνουν υπόψη τη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Για παράδειγμα, η απορρόφηση του σιδήρου επηρεάζεται από τη χημική μορφή με την οποία προσλαμβάνεται, τις φυσιολογικές απαιτήσεις και την παρουσία θρεπτικών συστατικών στη διαίτα. Συνεπώς, η πρόσληψη σιδήρου με βάση κάποιο πίνακα σύνθεσης τροφίμων δεν αντιπροσωπεύει την ποσότητα του βιοδιαθέσιμου σιδήρου.
- Τέλος, στους πίνακες τροφίμων δεν περιέχονται στοιχεία για φυτοχημικά, τοξίνες, φυτοοιστρογόνα, ταυρίνη και πρόσθετα τροφίμων.

Οι παραπάνω περιορισμοί είναι πολλοί σημαντικοί και αποτελούν τα τρωτά σημεία της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης. Ωστόσο, αξίζει να επισημάνουμε ότι το δείγμα που χρησιμοποιήσαμε ήταν 30 ημερήσια διαιτολόγια για κάθε διατροφικό σχήμα ξεχωριστά. Το συγκεκριμένο σχήμα είναι αρκετά ισχυρό και μεγάλο ώστε να μπορεί να μας δώσει αντικειμενικά αποτελέσματα, ενώ παράλληλα το μέγεθος του δείγματος το καθιστά ικανό να συγκριθεί με τις βρετανικές και αμερικάνικες διατροφικές συστάσεις.

## Επίλογος

Τα γονίδιά μας επηρεάζουν μόνο σε ένα μικρό ποσοστό τη γήρανση στο δέρμα μας, ενώ κατά 80-90% εξαρτάται από τον τρόπο που ζούμε. Συγκεκριμένα, το κάπνισμα, η εκτεταμένη έκθεση στον ήλιο, η υπερκατανάλωση αλκοόλ, η φτωχή διατροφή, το stress και η έλλειψη ύπνου μπορεί να συμβάλλουν στη δημιουργία ρυτίδων και στην αφυδάτωση του δέρματος. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένα φαγητά τα οποία κάνουν καλό στο δέρμα όπως δεν υπάρχουν και συγκεκριμένες τροφές που κάνουν κακό. Οι βιταμίνες A, C, E, ο ψευδάργυρος, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το μαγνήσιο και το σελήνιο παίζουν σημαντικό ρόλο στην υγεία του δέρματος και έχει αποδειχθεί ότι η έλλειψή τους προκαλεί προβλήματα σε αυτό. Είναι εύκολο να καταναλώνουμε τη συνιστώμενη ημερήσια δόση από όλα τα παραπάνω έχοντας ποικιλία στη διατροφή μας. Κανένα τρόφιμο από μόνο του δεν μπορεί να παρέχει όλα τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται το δέρμα μας. Είναι λοιπόν σημαντικό να έχουμε ποικιλία στη διατροφή μας, και να επιλέγουμε τρόφιμα από όλες τις ομάδες τροφίμων. Οικειοποιώντας μία διατροφή στα πλαίσια του Ελληνικού Μεσογειακού προτύπου, φαίνεται πως μπορούμε να οδηγηθούμε προς την επίτευξη του στόχου αυτού.



## **Βιβλιογραφία Ειδικού Μέρους**

### **Ξένη Βιβλιογραφία:**

Clark RAF. Mechanism of coetaneous wound repair. In *Dermatology in General Medicine*, 5<sup>th</sup> ed. (Fitzpatrick TB, Freedberg IM, Eisen AZ, Wolf K, Auten KF, Goldsmith LA, Katz SI, eds). New York: McGraw Hill, 1999, pp. 326-341.

Cosgrove MC, Franco OH, Granger SP, Murray PG, Mayes AE. Dietary nutrient intakes and skin-aging appearance among middle-aged American women. *Am J Clin Nutr* 2007; 86(4):1225-31.

Crosgrove MC, Franco OH, Granger SP, Murray PG, Mayes AE. Dietary nutrient intakes and skin aging appearance among middled – aged American women. *Am J Nutr* 2007; 86:1225-31.

Farrell P, Roberts R. Vitamin E. In: *Modern Nutrition in Health and Disease*, 8<sup>th</sup> ed. (Shils M, Olson JA, Shike M, eds). Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1994, pp. 437-444.

Fleischer Albert. Alternative therapy is commonly used within a population of patients with Psoriasis. *Cutis* 1996; 58(3):216-220.

Guillou S, Ghabri S, Jannot C, Gaillard E, Lamour I, Boisnic S. The moisturizing effect of a wheat extract food supplement on women's skin: a randomizes double – blind placebo – controlled trial. *Int J Cosmet Sci*, 2011 Apr; 33(2):138-143.

Hiebert PR, Boivin WA, Abraham T, Pazooki S, Zhao H, Granville DJ. Granzyme B contributes to extracellular matrix remodeling and skin aging in apolipoprotein E knockout mice. *Exp Gerontol* 2011, 46(6):489-99.

Kaneda N, Nagata C, Kabuto M. Fat and fiber intakes in relation to serum estrogen concentration in premenopausal Japanese women. *Nutr Cancer* 1997; 27:279-283.

Keys A. Mediterranean diet and public health: personal reflections. *Am J Clin Nutr* 1995; 61(Suppl 6):1321S-1323S.

Leighton F, Guevas A, Guasch V. Plasma polyphenols and antioxidants, oxidative DNA damage and endothelial function in diet and wine intervention study in humans. *Drugs Exp Clin Res* 1999, 25: 133-41.

Lansdown ABG. Nutrition 2: a vital consideration in the management of skin wounds. *Br J Nurs* 2004; 1199-1210.

Maher AC, Akhtar M, Vockley J, Tarnopolsky MA. Women Have Higher Protein Content of b-Oxidation Enzymes in Skeletal Muscle than Men. *PLoS One* 2010; 5(8): e12025.

Miller, NJ, Rice-Evans C. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chem* 1997; 60: 331-337.

Murphy SP, Poos MI. Dietary Reference Intakes: summary of applications in dietary assessment. *Public Health Nutr* 2002; 5:843-849.

Nagata C, Nakamura K, Wada K, Oba S, Hayashi M, Takeda N, Yasuda K. Association of dietary fat, vegetables and antioxidant micronutrients with skin ageing in Japanese women. *Br J Nutr* 2010; 103:1493-98.

Oishi Y, Kato H, Nogushi T. Dietary protein as a potent regulator of the hyaluronan synthase gene in rat skin. *Biosci Biotechnol Biochem* 2003; 67(4):736 -742.

Oishi Y, Fu Z, Ohnuki Y, Kato H, Nogushi T. Effects of protein deprivation on a1(I) and a2(III) collagen and its degrading system in rat skin. *Biosci Biotechnol Biochem* 2002; 66:117-126.

Pitsavos C, Panagiotakos B.D, Tzima N, Chrysochoou C, Economou M, Zampelas A, Stefanidis C. Adherence to the Mediterranean diet is associated with total antioxidant capacity in health adults: the ATTICA study. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:694-9.

Prentice R, Thompson D, Clifford C. Dietary fat reduction and plasma estradiol concentration in healthy post – menopausal women. The women's Health Trial Study Group. *J Nutr Cancer Inst* 1990; 82:129-134.

Purba MB, Kouris-Blazos A, Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Rothenberg EM, Steen BC, Wahlqvist ML. Skin Wrinkling: Can Food Make a Difference? *Am J Nutr* 2001; 20(1):71–80.

Ricciarelli R, Maroni P, Ozer N, Zingg JM, Azzi A. Age-dependent increase of collagenase expression can be reduced by alpha-tocopherol via protein kinase C inhibition. *Free Radc Biol Med* 1999; 27(7-8):729-37.

Rothman KJ. Teratogenicity of high vitamin A intake. *N Engl J Med* 1995; 333(21): 1369-1373.

Semmler A, Moskau S, Grigull A, Farmand S, Klockgether T, Smulders Y, Blom H, Zur B, Stoffel-Wagner B, Linnebank M. Plasma folate levels are associated with the lipoprotein profile: a retrospective database analysis. *Nutr J* 2010; 9:31.

Shindo Y, Witt E, Han D, Epstein W, Packer L. Enzymic and non-enzymic antioxidants in epidermis and dermis of human skin. *J Invest Dermatol* 1994; 102(1):122-4.

Trichopoulou A, Vassilopoulou E. Mediterranean diet and longevity. *Br J Nutr* 2000; 84 (Suppl 2): S205-209.

Worthington–Roberts B, Rodwell–Williams S. Nutrition throughout the life cycle. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning, 1996.

Verdier – Servrain, Bonte Frederic and Gilchrest Barbara, Biology of estrogens in skin :implications for skin aging.*Experim Derm* 2005; 5(2):526-530.

Xu H, Wu PR, Shen ZY, Chen XD. Chemical analysis of *Hericium erinaceum* polysaccharides and effect of the polysaccharides on derma antioxidant enzymes.*J Biol Macromol* 2010; 47(1):33-6.

Yamane T, Kobayashi-Hattori K, Oishi Y, Takita T. High-fat diet reduces levels of type I tropocollagen and hyaluronan in rat skin. *Mol Nutr Food Res*. 2010; 54 (Suppl 1):S53-61.

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

Γαλανόπουλος Π, Κούβαρη Λιάπη Χ, Κιούσης Ν, Γρίβας Γ, Σπανός Ν, Δερβέντη Μ, *Φαρμακολογία*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης 2005; 200-492.

Μανιός Ι., Διατροφική αξιολόγηση: Διαιτολογικό και ιατρικό ιστορικό, σωματομετρικοί, κλινική και βιοχημικοί δείκτες. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης 2006; 76-100.