



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

Τμήμα Πολιτικών Δημόσιας Υγείας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΥΓΕΙΑΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΚΑΙ
ΕΦΗΒΩΝ-ΣΧΟΛΙΚΗ ΥΓΕΙΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2021 - 2023

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ D ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ
ΣΩΜΑΤΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ: Ανασκόπηση»

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια:

Μάλλiou Αγγελική (Α.Μ. mdy21069)

Αθήνα, 2024



**UNIVERSITY OF WEST
ATTICA
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
DEPARTMENT of PUBLIC HEALTH
POLICY**

**MSc PROGRAM IN PUBLIC HEALTH
SPECIALIZATION: HEALTH PROMOTION OF CHILDREN AND
ADOLESCENTS - SCHOOL HEALTH
2021-2023**

MASTER THESIS

**“Study of the relationship between Vitamin D and body weight:
Review”**

MALLIOU ANGELIKI (A.M. mdy21069)

Athens, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

Τμήμα Πολιτικών Δημόσιας Υγείας

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΥΓΕΙΑΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΗΒΩΝ-ΣΧΟΛΙΚΗ
ΥΓΕΙΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2021 - 2023**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ D ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ
ΣΩΜΑΤΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ: Ανασκόπηση»**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Επιβλέποντα

Βασιλάκου Ναϊρ-Τώνια, Καθηγήτρια

Κορνάρου Ελένη, Αναπλ. Καθηγήτρια

Σεργεντάνης Θεόδωρος, Επικ. Καθηγητής

Αθήνα, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

Τμήμα Πολιτικών Δημόσιας Υγείας

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΥΓΕΙΑΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΗΒΩΝ-ΣΧΟΛΙΚΗ
ΥΓΕΙΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2021 - 2023**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ D ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ
ΣΩΜΑΤΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ: Ανασκόπηση»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Επιβλέποντα

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	ΒΑΣΙΛΑΚΟΥ ΝΑΪΡ-ΤΩΝΙΑ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
2.	ΚΟΡΝΑΡΟΥ ΕΛΕΝΗ	ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3.	ΣΕΡΓΕΝΤΑΝΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	

Αθήνα, 2024

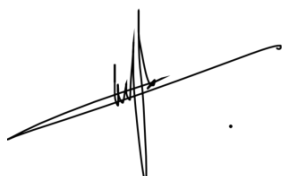
Copyright ©Αγγελική Μάλλιου, 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Δημόσια Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η έγκρισή της δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας.

Βεβαιώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές που αναφέρω έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά όπου απαιτείται και έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας.

Υπογραφή

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μάλλιου Αγγελική του Χαρίλαου, με αριθμό μητρώου mdy21069 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Δημόσια Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

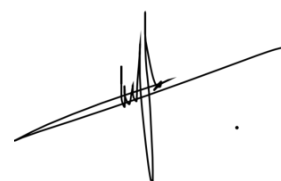
εί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

ί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η δηλούσα

ΜΑΛΛΙΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της παρούσας εργασίας Κα Βασιλάκου Ναϊρ-Τώνια, Καθηγήτρια Διατροφής Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων & Δημόσιας Υγείας, Πρόεδρο του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας και Διευθύντρια του ΠΜΣ «Δημόσια Υγεία» του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας στη Σχολή Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής για την ουσιαστική καθοδήγηση, την κατανόηση, τον χρόνο που διέθεσε και την άμεση και καθοριστική αρωγή και υποστήριξη, που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της εργασίας μου.

Επίσης, ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού για τη γνώση που μας προσέφεραν και ιδιαίτερα τους καθηγητές που αποτελούν και μέλη της εξεταστικής επιτροπής Κα Κορνάρου Ελένη και Κο Σεργεντάνη Θεόδωρο.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου και τους γονείς μου για τη συνεχή ενθάρρυνση και στήριξη όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η παχυσαρκία έχει αναδειχθεί σε σημαντική παγκόσμια πρόκληση για την υγεία, γεγονός που καθιστά αναγκαία την έρευνα των πιθανών παραγόντων που επηρεάζουν τη διαχείριση του βάρους. Ο ρόλος της βιταμίνης D στη ρύθμιση του βάρους έχει συγκεντρώσει αυξανόμενη προσοχή λόγω των ποικίλων φυσιολογικών λειτουργιών της πέραν της σκελετικής υγείας. Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση αποσκοπεί στην ολοκληρωμένη εξέταση των υφιστάμενων στοιχείων σε σχέση με το ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους.

Σκοπός: Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση αποσκοπεί στην κριτική ανάλυση των υφιστάμενων στοιχείων σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους, επισημαίνοντας τη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και των μέτρων της παχυσαρκίας, διερευνώντας πιθανούς μηχανισμούς δράσης και αξιολογώντας τα κλινικά αποτελέσματα της χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους. Η εργασία επικεντρώνεται στο ρόλο της βιταμίνης D, την παραγωγή της, την απορρόφηση και το μεταβολισμό της από τον οργανισμό και σε προτάσεις σχετικά με τις στρατηγικές πρόληψης και θεραπείας της ανεπάρκειας της.

Υλικό και Μέθοδος: Η παρούσα εργασία είναι βιβλιογραφική ανασκόπηση και η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε σε βάσεις βιβλιογραφικών δεδομένων όπως Pubmed, Google Scholar, Oxford Academic, Scopus. Το κύριο ερώτημα είναι αν σχετίζεται η βιταμίνη D με το σωματικό βάρος και χρησιμοποιήθηκαν συνδυασμοί λέξεων-κλειδιών που σχετίζονται με τη βιταμίνη D, το σωματικό βάρος και την παχυσαρκία για την ανάκτηση σχετικών άρθρων. Η αναζήτηση περιορίστηκε σε άρθρα στην αγγλική γλώσσα που δημοσιεύθηκαν κυρίως από το 2012 έως και σήμερα και μελετήθηκε η συσχέτιση της βιταμίνης D με το σωματικό βάρος.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης υποδεικνύουν ότι τα επίπεδα της βιταμίνης D φαίνεται ότι συνδέονται με την παχυσαρκία και ότι τα μειωμένα επίπεδα της βιταμίνης D είναι διαδεδομένα μεταξύ των ατόμων με αυξημένο σωματικό βάρος. Η βιταμίνη D έχει ενεργό ρόλο στη διαχείριση του βάρους και στη μεταβολική υγεία, ενώ ορισμένα στοιχεία υποδηλώνουν τη σχέση της ανεπάρκειας βιταμίνης D και της παχυσαρκίας. Επίσης, η βιταμίνη D μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει την ενεργειακή πρόσληψη και τη διαχείριση

του βάρους. Οι επιδράσεις της βιταμίνης D στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στον μεταβολισμό της γλυκόζης μπορεί να συμβάλλουν στην επίδρασή της στη λιπώδη ιστό και το σωματικό βάρος. Επίσης, το ποσοστό σωματικού λίπους και η κατανομή του είναι κρίσιμοι παράγοντες που καθορίζουν τη συνολική υγεία και τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών. Η χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D μπορεί να θεωρηθεί ως συμπληρωματική προσέγγιση για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων σωματικής δραστηριότητας και των διαιτητικών παρεμβάσεων σε προγράμματα διαχείρισης του βάρους. Η ψυχολογική ευημερία, η ρύθμιση της διάθεσης και τα κίνητρα είναι κρίσιμοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους και τη συνολική επιτυχία στην επίτευξη των στόχων απώλειας βάρους.

Συμπεράσματα: Τα ευρήματα συμβάλλουν στον αυξανόμενο όγκο στοιχείων που έχουν σχέση με τη σημασία της βιταμίνης D στην πολύπλοκη αλληλεπίδραση των παραγόντων που επηρεάζουν τη ρύθμιση του βάρους και ανοίγουν δρόμους για μελλοντικές έρευνες για την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων για την πρόληψη και τη διαχείριση της παχυσαρκίας. Τα ευρήματα αυτά συμβάλλουν στις στρατηγικές δημόσιας υγείας που αποσκοπούν στην καταπολέμηση της παχυσαρκίας και στην προώθηση της συνολικής υγείας. Κρίνεται απαραίτητη η διενέργεια περισσότερων μελετών για τη διαπίστωση σαφούς σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και του σωματικού βάρους και την κατανόηση μεταβολικών μηχανισμών

Λέξεις – Κλειδιά: Βιταμίνη D, διαχείριση βάρους, παχυσαρκία, ενεργειακό ισοζύγιο, συμπλήρωμα

Abstract

Objective: This literature review aims at the critical analysis of existing evidence on the role of vitamin D in weight management, highlighting the association between vitamin D status and obesity rates, investigating possible mechanisms of action and evaluating the clinical results of vitamin D supplementation in weight management. We will analyze the role of vitamin D, as well as its production, its absorption, how it is metabolized by the body and we will recommend strategies to prevent and treat cases of its deficiency.

Material and methodology: The present work is a literature review and the research was carried out using literature databases, such as Pubmed, Google Scholar, Oxford Academic and Scopus. The fundamental question discussed in this work is if there is a correlation between vitamin D and body weight key-words related to vitamin D, body weight, obesity and types of observation studies were used to obtain relevant articles from the available databases. The research was limited to available articles mainly written in the English language and published between 2012 and to-date, which discuss the correlation between vitamin D and body weight.

Results: The results of this literature review indicate that there is a possible correlation between vitamin D levels and obesity, and that lower levels of vitamin D are prevalent in people with excess body weight. Vitamin D has an active role in managing body weight and maintaining a healthy metabolism; some available data also links observed deficit in vitamin D with obesity. Further, vitamin D has a functional role in managing appetite, which could affect energy intake and, therefore, body weight management. The effect of vitamin D levels to insulin sensitivity and glucose metabolism also suggests that there is a correlation of these levels to body fat and body weight. Also, the levels of body fat and fat distribution in the body are critical factors that impact overall health and the risk of developing other health conditions. Prescription of vitamin D supplements could be considered an auxiliary approach to reinforce the effectiveness of exercise and dietary intervention as part of a body weight management regime. Psychological health, mood regulation and personal incentives are also critical factors that could affect adhering to the strategies for body weight management and the overall success in achieving weight loss goals.

Conclusions: The findings presented in this review contribute to the growing volume of data relating the importance of vitamin D to the complex interaction of the factors that affect body weight management, and lay the ground work for future studies on the development of targetted approaches to deal with obesity prevention and obesity management. Further, these findings could contribute to establishing public health strategies to combat obesity and promote overall health. Further research is deemed necessary to understand the intricacies of metabolic processes and establish a direct link between vitamin D levels and body weight.

Keywords: Vitamin D, weight management, adiposity, energy balance, supplementation.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 : Διαιτητικές πηγές και περιεκτικότητα σε βιταμίνη D

Πίνακας 2 : Εμπλουτισμός τροφίμων στις ΗΠΑ

Πίνακας 3: Τα επίπεδα της βιταμίνης στο πλάσμα του αίματος

Πίνακας 4 : Παράγοντες κινδύνου ανεπάρκειας βιταμίνη D

Πίνακας 5 : Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη για τη βιταμίνη D και το ασβέστιο ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα

Πίνακας 6 : Διατροφικές απαιτήσεις για ασβέστιο και βιταμίνη D ανάλογα με το φύλο και την ηλικία

Πίνακας 7 : Επιπολασμός παχυσαρκίας - Ποσοστά παχυσαρκίας σε όλο τον κόσμο

Πίνακας 8 : Επιπολασμός παχυσαρκίας στην Ελλάδα

Πίνακας 9 : Τιμές αναφοράς Δείκτη Μάζας Σώματος και κίνδυνος νοσηρότητας

Πίνακας 10 : Υπέρβαροι και παχύσαρκοι με βάση το ΔΜΣ και την περίμετρο μέσης

Πίνακας 11 : Ενεργειακό ισοζύγιο σε παιδιά και εφήβους

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Κύριες μορφές βιταμίνης D: βιταμίνη D₂ και βιταμίνη D₃

Εικόνα 2 : Πλήρες μεταβολισμός της βιταμίνης D

Εικόνα 3 : Μεταβολισμός και οδός της βιταμίνης D

Εικόνα 4 : Απορρόφηση και μεταβολισμός της βιταμίνης D

Εικόνα 5 : Πιθανές φυσιολογικές δράσεις της βιταμίνης D για την καρδιαγγειακή υγεία, την πρόληψη του καρκίνου, τη ρύθμιση της ανοσοποιητικής λειτουργίας και τον μειωμένο κίνδυνο αυτοάνοσων νοσημάτων.

Εικόνα 6 : Επιπολασμός ανεπάρκειας σε ενήλικες

Εικόνα 7 : Αιτίες ανεπάρκειας βιταμίνης D και πιθανές συνέπειες στον οργανισμό

Εικόνα 8 : Η παχυσαρκία σε όλο τον κόσμο

Εικόνα 9 : Αιτιολογία της παχυσαρκίας

Εικόνα 10 : Κλινικές διαταραχές και νοσήματα που συνδέονται με την παχυσαρκία

Εικόνα 11: Φυσιολογία της σχέσης μεταξύ βιταμίνης D και αντίστασης στην ινσουλίνη.

Εικόνα 12 : Ενδοκρινική ρύθμιση της θερμογένεσης στο φαιό λιπώδη ιστό

Εικόνα 13: Ο κύκλος των βέλτιστων πρακτικών για την αντιμετώπιση του μοντέλου ανεπάρκειας βιταμίνης D

Συντομογραφίες

AI : Adequate Intake / Επαρκής Πρόσληψη

BAT : Brown Adipose Tissue / Φαίος Λιπώδης Ιστός

BIA : Bioelectrical Impedance Analysis / Ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης

BMI : Body mass index / Δείκτης Μάζας Σώματος

BMR : Βασικός μεταβολικός ρυθμός

CRP : C-reactive protein / C-αντιδρώσα πρωτεΐνη

CT : Computed Tomography / Υπολογιστική Τομογραφία

DXA : Dual energy X-ray absorptiometry / Απορροφησιμετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας

EFSA : European Food Safety Authority / Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων

HSL : Hormone Sensitive Lipase / Ορμονοευαίσθητη λιπάση

IL-6 : Interleukin 6 / Ιντερλευκίνη-6

IOM : Institute of Medicine / Αμερικάνικο Ινστιτούτο Ιατρικής

IU : International Units / Διεθνείς μονάδες

NF-κB : Nuclear factor-Kb / Πυρηνικός παράγοντας κάπα Β

NPY: Neuropeptide Y / Νευροπεπτίδιο Y

PPAR γ : Peroxisome Proliferator Activated Receptor Gamma / Υποδοχέας γ πολλαπλασιαστική υπεροξεισωμάτων

PTH : Parathyroid hormone / Παραθυρεοειδής ορμόνη

POMC : Proopiomelanocortin / Προοπιομελανοκορτίνη

RCT : Τυχαιοποιημένες Ελεγχόμενες Δοκιμές

RDA : Recommended Daily Allowance / Συνιστώμενη Ημερήσια Δόση

REE : Respiratory Exchange Ratio/ Ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας

SAD : Seasonal Affective Disorder / Εποχιακή Συναισθηματική Διαταραχή

SAT : /Υποδόριος Λιπώδης Ιστός

TEF : Thermic Effect of Food / θερμική επίδραση της τροφής

TNF- α : Tumor Necrosis Factor – α / Παράγοντας Νέκρωσης Όγκων α

VAT : /Σπλαχνικός Λιπώδης Ιστός

VDR : Vitamin D Receptor / Υποδοχείς βιταμίνης D

VRDEs : Vitamin-D Response Elements / Στοιχείο απόκρισης της βιταμίνης D

WAT : White Adipose Tissue / Λευκός Λιπώδης Ιστός

WC: Waist Circumference/ Περίμετρος Μέσης

WHR : Waist Hip Ratio / Αναλογία Μέσης προς Ισχίο

UL : Tolerable Upper Intake Levels / Ανώτατο Επίπεδο Ανεκτής Πρόσληψης

UV : Ultra Violet / Υπεριώδης Ακτινοβολία

25(OH)D : 25-Hydroxy Vitamin D 25 υδροξύ βιταμίνη D

1,25(OH)₂D : 1,25-Hydroxy Vitamin D 1,25 διυδροξύ βιταμίνη D

ΔΜΣ : Δείκτης μάζας σώματος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	9
Abstract.....	11
Κατάλογος Πινάκων	13
Κατάλογος Εικόνων.....	14
Συνοτομογραφίες	15
Περιεχόμενα.....	17
Εισαγωγή	23

A.ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 1: Βιταμίνη D.....	28
1.1.Εισαγωγή	28
1.2.Πηγές και μεταβολισμός της βιταμίνης D.....	30
1.2.1. Σύνθεση της βιταμίνης D από το ηλιακό φως.....	32
1.2.2. Απορρόφηση και μεταβολισμός της βιταμίνης D	32
1.2.3. Ρύθμιση του μεταβολισμού της βιταμίνης D	34
1.2.4. Διατροφικές πηγές της βιταμίνης D.....	35
1.2.5. Συμπληρώματα διατροφής με βιταμίνη D και τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιταμίνη D.....	36
1.3. Λειτουργίες και μηχανισμοί δράσης της βιταμίνης D.....	38
1.3.1. Ομοιόσταση ασβεστίου και φωσφορικών αλάτων	38
1.3.2. Ρύθμιση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος	39
1.3.3. Κυτταρικός πολλαπλασιασμός και διαφοροποίηση	40
1.3.4. Καρδιαγγειακή υγεία	40
1.3.5. Ρύθμιση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και της ομοιόστασης της γλυκόζης.....	41
1.3.6. Νευρολογική λειτουργία.....	42
1.4. Ανεπάρκεια της βιταμίνης D.....	43
1.4.1. Επιδημιολογία της ανεπάρκειας της βιταμίνης D	43

1.4.2. Παράγοντες κινδύνου για ανεπάρκεια βιταμίνης D	44
1.4.3. Συνέπειες της ανεπάρκειας της βιταμίνης D.....	46
1.4.4. Αντιμετώπιση της ανεπάρκειας της βιταμίνης D.....	47
1.5.Επιπτώσεις της βιταμίνης D στην υγεία και την ασθένεια.....	48
1.5.1. Υγεία των οστών και σκελετική ακεραιότητα.....	49
1.5.2. Ανοσοποιητική λειτουργία και λοιμώδη νοσήματα.....	50
1.5.3. Καρδιαγγειακή υγεία	51
1.5.4. Κίνδυνος καρκίνου και πρόληψη	51
1.5.5. Αυτοάνοσα νοσήματα.....	52
1.5.6. Ψυχική υγεία και γνωστική λειτουργία	52
1.5.7. Άλλες πιθανές επιπτώσεις	53
1.6. Συνιστώμενες διατροφικές ποσότητες (RDA) και ανεκτά ανώτερα επίπεδα πρόσληψης (UL) για τη βιταμίνη D.....	54
1.6.1. Υπερασβεστιαμία και τοξικότητα της βιταμίνης D.....	54
1.6.2. Αλληλεπιδράσεις με φάρμακα.....	55
1.6.3. Συμπλήρωση ασβεστίου και βιταμίνης D.....	56
1.7. Εξατομίκευση και παρακολούθηση.....	57
1.7.1. Κλινικές δοκιμές και ανεπιθύμητες ενέργειες.....	58
Κεφάλαιο 2 : Παχυσαρκία.....	59
2.1. Θεωρητικό υπόβαθρο - Επιδημιολογία	59
2.1.1. Λιπώδης ιστός: τύποι λιποκυττάρων.....	65
2.2. Αξιολόγηση της παχυσαρκίας.....	66
2.2.1. Δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ).....	67
2.2.2. Περίμετρος μέσης (WC)	68
2.2.3. Λόγος μέσης προς ισχίο (WHR).....	69
2.2.4. Απορροφησιομετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA)	70
2.2.5. Ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA)	70
2.3.Αιτιολογία της παχυσαρκίας.....	71
2.4. Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην υγεία.....	74
Κεφάλαιο 3: Ενεργειακό Ισοζύγιο	75
3.1. Εισαγωγή στο ενεργειακό ισοζύγιο.....	75

3.1.1. Συνιστώσες της ενεργειακής ισορροπίας.....	76
3.1.2. Ρύθμιση του ενεργειακού ισοζυγίου.....	77
3.1.3. Επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους.....	78
3.1.4. Προκλήσεις και προβληματισμοί.....	79

B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 4: ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	81
------------------------------------	----

Κεφάλαιο 5: ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ.....	82
------------------------------------	----

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 6: Συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και της παχυσαρκίας.....	83
---	----

6.1. Ο ρόλος της βιταμίνης D στην αιτιολογία της παχυσαρκίας.....	83
---	----

6.2. Στοιχεία σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ).....	85
--	----

6.2.1. Μελέτες παρατήρησης.....	85
---------------------------------	----

6.2.2. Διαχρονικές μελέτες.....	86
---------------------------------	----

6.2.3. Παρεμβατικές μελέτες.....	86
----------------------------------	----

6.2.4. Πιθανοί μηχανισμοί.....	87
--------------------------------	----

6.2.5. Εκτιμήσεις και περιορισμοί.....	88
--	----

6.3. Συσχέτιση της βιταμίνης D με την περίμετρο της μέσης και τον λόγο μέσης προς γοφούς.....	89
---	----

6.3.1. Βιταμίνη D και περίμετρος μέσης.....	89
---	----

<u>6.3.2. Βιταμίνη D και αναλογία μέσης προς ισχίο (WHR)</u>	90
--	----

6.3.3. Πιθανοί μηχανισμοί.....	91
--------------------------------	----

6.3.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί.....	92
--	----

6.4. Ο ρόλος της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους...93	
---	--

6.4.1. Βιταμίνη D και ποσοστό σωματικού λίπους.....	93
---	----

6.4.2. Βιταμίνη D και κατανομή του λίπους.....	94
--	----

6.4.3. Εκτιμήσεις και περιορισμοί.....	95
--	----

6.5. Πιθανοί μηχανισμοί που συνδέουν τη βιταμίνη D και τη λιπώδη ανάπτυξη.....	97
--	----

6.5.1. Βιολογία των λιποκυττάρων.....	97
---------------------------------------	----

6.5.2. Ρύθμιση της όρεξης.....	98
--------------------------------	----

6.5.3. Ευαισθησία στην ινσουλίνη και μεταβολισμός της γλυκόζης	98
6.5.4. Φλεγμονώδεις διεργασίες	100
6.6. Επίδραση της βιταμίνης D στην ενεργειακή δαπάνη και την οξείδωση του λίπους	100
6.6.1. Βιταμίνη D και ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας (REE).....	101
6.6.2. Βιταμίνη D και ενεργειακή δαπάνη που προκαλείται από τη σωματική δραστηριότητα	102
6.6.3. Βιταμίνη D και οξείδωση του λίπους.....	102
6.6.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί	103
6.7. Ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής από τη βιταμίνη D.....	104
6.7.1. Υποδοχείς της βιταμίνης D στον υποθάλαμο:	104
6.7.2. Επίδραση της βιταμίνης D στα νευροπεπτίδια και τις ορμόνες.....	105
6.7.3. Ο ρόλος της βιταμίνης D στους καρδιακούς ρυθμούς.....	105
6.7.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί	106
6.7.5. Επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους.....	106
6.8. Επίδραση της βιταμίνης D στον μεταβολισμό των λιπιδίων και στη λειτουργία των λιποκυττάρων.....	107
6.8.1. Βιταμίνη D και λιπογένεση.....	107
6.8.2. Βιταμίνη D και λιπόλυση.....	109
6.8.3. Βιταμίνη D και έκκριση αδιποκινών	110
6.8.4. Βιταμίνη D και φαιός λιπώδης ιστός (BAT)	110
6.8.5. Εκτιμήσεις και περιορισμοί	111
6.8.6. Επιπτώσεις για τη διαχείριση του βάρους	111
6.9. Η βιταμίνη D και η ευαισθησία στην ινσουλίνη σε σχέση με την ενεργειακή ισορροπία.....	112
6.9.1. Βιταμίνη D και ομοιόσταση της γλυκόζης.....	113
6.9.2. Βιταμίνη D και λειτουργία του λιπώδους ιστού.....	114
6.9.3. Βιταμίνη D και ενεργειακό ισοζύγιο	114
6.9.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί	115
Κεφάλαιο 7: Κλινικά στοιχεία και παρεμβάσεις	116
7.1. Συμπλήρωμα βιταμίνης D και δοκιμές απώλειας βάρους.....	116
7.1.1. Τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές	116

7.1.2. Συνδυαστικές παρεμβάσεις.....	117
7.1.3. Μηχανισμοί δράσης.....	117
7.1.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί	118
7.1.5. Επιπτώσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις	118
7.2. Επιδράσεις της βιταμίνης D στη σύνθεση του σώματος και στις μεταβολικές παραμέτρους.....	119
7.2.1. Βιταμίνη D και μάζα σωματικού λίπους.....	119
7.2.2. Βιταμίνη D και άλιπη μάζα	120
7.2.3. Βιταμίνη D και μεταβολικές παράμετροι	120
7.2.4. Συνέπειες και μελλοντικές κατευθύνσεις.....	121
7.3. Πιθανές συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής.....	121
7.3.1. Βιταμίνη D και σωματική δραστηριότητα.....	121
7.3.2. Βιταμίνη D και διαιτητικές παρεμβάσεις.....	122
7.3.3. Μηχανισμοί συνεργιστικών επιδράσεων	123
7.3.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί	123
7.3.5. Συνέπειες και μελλοντικές κατευθύνσεις.....	124
7.4. Προφίλ ασφάλειας του συμπληρώματος βιταμίνης D για τη διαχείριση του βάρους	124
7.5. Ψυχολογικές πτυχές και συμπλήρωμα βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους ...	124
7.5.1. Βιταμίνη D και ρύθμιση της διάθεσης.....	125
7.5.2. Ψυχολογική ευημερία και προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης βάρους	125
7.5.3. Εποχιακή συναισθηματική διαταραχή (SAD) και βιταμίνη D.....	126
7.5.4. Εικόνα σώματος και αυτοεκτίμηση	126
7.5.5. Ψυχολογικές παρεμβάσεις	127
7.5.6. Κλινικές δοκιμές και ψυχολογικές πτυχές	128
7.5.7. Συνέπειες και μελλοντικές κατευθύνσεις.....	128
Κεφάλαιο 8: Συζήτηση.....	130
8.1. Περιορισμοί της μελέτης.....	133
Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	135

9.1. Συμπεράσματα.....	135
9.2. Προτάσεις.....	138
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	140

Εισαγωγή

Η παχυσαρκία έχει καταστεί ένα σημαντικό παγκόσμιο πρόβλημα δημόσιας υγείας, με τον επιπολασμό της να αυξάνεται σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες (Ng et al., 2014). Η σύνθετη φύση της παχυσαρκίας περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις μεταξύ γενετικών παραγόντων και του τρόπου ζωής, καθώς και περιβαλλοντικών παραγόντων καθιστώντας την πολυπαραγοντική και δύσκολη στην αντιμετώπισή της κατάσταση (Glonti et al., 2016). Τα τελευταία χρόνια, οι έρευνες προσπαθούν να διερευνήσουν το δυνητικό ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους, καθώς τα συσσωρευμένα στοιχεία παρουσιάζουν ότι η βιταμίνη αυτή μπορεί να έχει κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση του ενεργειακού ισοζυγίου και της παχυσαρκίας.

Η βιταμίνη D, η οποία παραδοσιακά αναγνωρίζεται για το ρόλο της στην ομοιοστάση του ασβεστίου και την υγεία των οστών, είναι μια λιποδιαλυτή βιταμίνη που συντίθεται στο δέρμα κατά την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία Β (UVB) από το ηλιακό φως (Holick, 2007). Ωστόσο, είναι αποδεδειγμένο ότι η έλλειψη της βιταμίνης D είναι παγκοσμίο πρόβλημα, ακόμη και σε περιοχές με άφθονη ηλιακή ακτινοβολία (Cashman et al., 2016). Αυτό έχει ωθήσει σε έρευνες σχετικά με τις ποικίλες φυσιολογικές λειτουργίες της βιταμίνης D πέρα από τον κλασικό της ρόλο στη διατήρηση της υγείας των οστών.

Η σύνδεση μεταξύ της βιταμίνης D και της παχυσαρκίας πηγάζει από την κατανομή των υποδοχέων της βιταμίνης D (VDRs) σε διάφορους ιστούς, συμπεριλαμβανομένου του λιπώδους ιστού και του υποθαλάμου (Gezen-Ak et al., 2012, Bellows et al., 2016). Οι VDRs είναι υποδοχείς πυρηνικών ορμονών που, κατά τη σύνδεσή τους με την ενεργό μορφή της βιταμίνης D (1,25-διυδροξυβιταμίνη D), τροποποιούν την έκφραση γονιδίων-στόχων που εμπλέκονται σε μια σειρά βιολογικών διεργασιών (Carlberg et al., 2016). Η παρουσία των VDRs στα λιποκύτταρα, στον μυϊκό ιστό και στις περιοχές του εγκεφάλου που ευθύνονται για τη ρύθμιση της όρεξης υποδηλώνει πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της βιταμίνης D και της διαχείρισης του βάρους.

Μια πτυχή της εμπλοκής της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους έγκειται στη συσχέτισή της με τα μέτρα παχυσαρκίας. Αρκετές έρευνες έχουν μελετήσει τη συσχέτιση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και των παραμέτρων λιπώδους μάζας, όπως ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ), η περίμετρος μέσης και το ποσοστό σωματικού λίπους

(Vimaleswaran et al., 2013, Bellows et al., 2016). Παρόλο που τα ευρήματα αυτών των μελετών ήταν ασυνεπή, ορισμένα στοιχεία υποδηλώνουν μια αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και των μετρήσεων της παχυσαρκίας, ιδίως σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα.

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει το ενεργειακό ισοζύγιο και τη λιπώδη ιστό εξακολουθούν να διερευνώνται. Προκλινικές και κυτταρικές μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι η σηματοδότηση της βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσει τη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων, τη λιπογένεση και τη λιπόλυση (Ding et al., 2013, Bellows et al., 2016). Επιπλέον, η βιταμίνη D έχει εμπλακεί στη ρύθμιση της ενεργειακής δαπάνης και της οξειδωσης του λίπους στους σκελετικούς μύες (Girgis et al., 2014). Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν έναν πιθανό ρόλο της βιταμίνης D στην επίδραση του ενεργειακού ισοζυγίου και της παχυσαρκίας.

Πέρα από τις επιδράσεις της στον λιπώδη ιστό και την ενεργειακή δαπάνη, η βιταμίνη D μπορεί επίσης να διαδραματίζει ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής. Η παρουσία των VDRs στον υποθάλαμο, μια κρίσιμη περιοχή του εγκεφάλου που ρυθμίζει την όρεξη, υποδηλώνει ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την έκφραση γονιδίων που σχετίζονται με τη ρύθμιση της όρεξης (Gezen-Ak et al., 2012, Bellows et al., 2016). Έχει παρατηρηθεί δυσλειτουργία των ορμονών που ρυθμίζουν την όρεξη, όπως η λεπτίνη και η γκρελίνη, σε άτομα με έλλειψη βιταμίνης D (Gezen-Ak et al., 2012, Bellows et al., 2016). Αυτό υποδεικνύει μια πιθανή σχέση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και της διατροφικής συμπεριφοράς, η οποία θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους.

Δεδομένων των πιθανών επιπτώσεων της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους, έχουν διεξαχθεί κλινικές δοκιμές που διερευνούν τις επιδράσεις της συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης D στην απώλεια βάρους και στη σύνθεση του σώματος. Αυτές οι δοκιμές έχουν αναφέρει μικτά αποτελέσματα, με ορισμένες μελέτες να δείχνουν μέτρια αποτελέσματα στη μείωση του βάρους (Majumdar et al., 2013), ενώ άλλες δεν διαπίστωσαν σημαντική επίδραση στο βάρος ή στη σύνθεση του σώματος (Makariou et al., 2019). Ωστόσο, οι διαφορές στον σχεδιασμό των μελετών, τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού και τα δοσολογικά σχήματα ενδέχεται να συμβάλλουν στα ποικίλα αποτελέσματα.

Παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της διαχείρισης του βάρους, εξακολουθούν να υπάρχουν αρκετά ερευνητικά κενά. Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο, τη λιπώδη ιστό και τη ρύθμιση της όρεξης χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης D για τη διαχείριση του βάρους δεν έχουν καθοριστεί οριστικά. Επιπλέον, οι πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της βιταμίνης D και άλλων παρεμβάσεων στον τρόπο ζωής, όπως οι διατροφικές αλλαγές και η άσκηση, χρήζουν διερεύνησης για την κατανόηση των συνδυασμένων επιδράσεών τους στα αποτελέσματα της διαχείρισης του βάρους.

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση αποσκοπεί στην κριτική ανάλυση των υφιστάμενων στοιχείων σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους, επισημαίνοντας τη συσχέτιση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και των μετρήσεων της παχυσαρκίας, διερευνώντας πιθανούς μηχανισμούς δράσης και αξιολογώντας τα κλινικά αποτελέσματα της χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους. Αντιμετωπίζοντας αυτά τα ερευνητικά κενά και αξιοποιώντας τις υπάρχουσες γνώσεις, η παρούσα ανασκόπηση επιδιώκει να συμβάλει στην κατανόηση της σημασίας της βιταμίνης D στην καταπολέμηση του παγκόσμιου βάρους της παχυσαρκίας.

Η πρώτη ενότητα παρέχει μια επισκόπηση της βιταμίνης D, που περιλαμβάνει τις πηγές, τον μεταβολισμό, τις λειτουργίες και τις επιπτώσεις της στην υγεία και την ασθένεια. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D διερευνάται σε σχέση με την αυξανόμενη επικράτηση της παχυσαρκίας. Στη συνέχεια, η ανασκόπηση εξετάζει τη συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και διαφόρων μετρήσεων της παχυσαρκίας, συμπεριλαμβανομένου του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), της περιφέρειας μέσης και του ποσοστού σωματικού λίπους. Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο, όπως η ενεργειακή δαπάνη, η οξειδωση του λίπους και η ρύθμιση της όρεξης, διερευνώνται διεξοδικά για να διευκρινιστεί η πιθανή επίδρασή της στη διαχείριση του βάρους.

Η δεύτερη ενότητα αναλύει κριτικά τα κλινικά στοιχεία και τις μελέτες παρέμβασης σχετικά με τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους. Οι δοκιμές που διερευνούν τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στην απώλεια βάρους, τη σύνθεση του σώματος και τις μεταβολικές παραμέτρους εξετάζονται διεξοδικά για να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητά του ως στρατηγική διαχείρισης του

βάρους. Οι πιθανές συνεργιστικές επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής, όπως οι τροποποιήσεις της διατροφής και η σωματική δραστηριότητα, αξιολογούνται για να εντοπιστούν πιθανές δυνατότητες βελτίωσης των αποτελεσμάτων της διαχείρισης του βάρους.

Επιπλέον, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση εξετάζει το προφίλ ασφάλειας του συμπληρώματος βιταμίνης D και την πιθανή επίδρασή του στις ψυχολογικές πτυχές που σχετίζονται με τη διαχείριση του βάρους, συμπεριλαμβανομένης της διάθεσης και της διατροφικής συμπεριφοράς. Επιπλέον, η ανασκόπηση επισημαίνει τα κενά στην τρέχουσα έρευνα και προσδιορίζει τις μελλοντικές κατευθύνσεις για ολοκληρωμένες έρευνες στον τομέα αυτό.

Συνολικά, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση ενοποιεί τις υπάρχουσες γνώσεις σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους, προσφέροντας πληροφορίες για τους πιθανούς μηχανισμούς δράσης και τις κλινικές επιπτώσεις για τους επαγγελματίες υγείας και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Τα ευρήματα που παρουσιάζονται εδώ συμβάλλουν στον αυξανόμενο όγκο στοιχείων σχετικά με τη σημασία της βιταμίνης D στην πολύπλοκη αλληλεπίδραση των παραγόντων που επηρεάζουν τη ρύθμιση του βάρους και ανοίγουν δρόμους για μελλοντικές έρευνες για την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων για την πρόληψη και τη διαχείριση της παχυσαρκίας.

A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

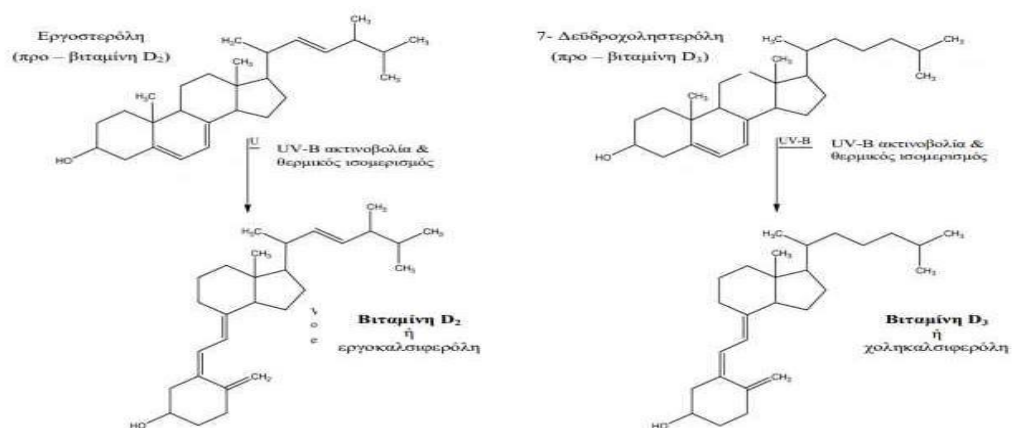
Κεφάλαιο 1: Βιταμίνη D

1.1. Εισαγωγή

Η βιταμίνη D, ένα λιποδιαλυτό σεκοστεροειδές, είναι ένα ζωτικής σημασίας θρεπτικό συστατικό γνωστό κυρίως για το ρόλο της στην ομοίωση του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Η ανακάλυψη της βιταμίνης D χρονολογείται από τις αρχές του 20ού αιώνα, όταν οι ερευνητές εντόπισαν τη σημασία της στην πρόληψη της ραχίτιδας, μιας σκελετικής διαταραχής που χαρακτηρίζεται από εξασθενημένα και παραμορφωμένα οστά (Holick, 2007). Έκτοτε, η κατανόησή μας για τη βιταμίνη D έχει επεκταθεί πέρα από τις κλασικές σκελετικές λειτουργίες της, αποκαλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα φυσιολογικών ρόλων σε διάφορα συστήματα του σώματος.

Οι βασικές μορφές της βιταμίνης D περιλαμβάνουν την εργοκαλσιφερόλη (βιταμίνη D₂) και τη χοληκαλσιφερόλη (βιταμίνη D₃). Η βιταμίνη D₂ λαμβάνεται κυρίως από διατροφικές πηγές, όπως τα εμπλουτισμένα τρόφιμα και τα συμπληρώματα, ενώ η βιταμίνη D₃ συντίθεται στο δέρμα κατά την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία B (UVB) από το φως του ήλιου (Cashman et al., 2016). Μετά τη σύνθεση ή την κατάποση, και οι δύο μορφές υφίστανται υδροξυλίωση στο ήπαρ, μετατρέποντάς τες σε 25-υδροξυβιταμίνη D [25(OH)D], την κύρια κυκλοφορούσα μορφή της βιταμίνης D που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της κατάστασης της βιταμίνης D ενός ατόμου (Holick, 2007).

Εικόνα 1: Κύριες μορφές βιταμίνης D: βιταμίνη D₂(εργοκαλσιφερόλη) και βιταμίνη D₃(χοληκαλσιφερόλη).



Ανατύπωση από 2016 European Food Safety Authority. EFSA Journal published by John Wiley and Sons Ltd on behalf of European Food Safety Authority.

Η μετατροπή της 25(OH)D στη βιολογικά ενεργή μορφή της, την 1,25-δihydroxyβιταμίνη D [1,25(OH)2D], λαμβάνει χώρα στους νεφρούς και ρυθμίζεται στενά από την παραθορμόνη (PTH) και τον αυξητικό παράγοντα 23 των ινοβλαστών (FGF23) (Holick, 2007). Η 1,25(OH)2D δρα ως ορμόνη με τη σύνδεσή της με τον υποδοχέα της βιταμίνης D (VDR), έναν πυρηνικό υποδοχέα ορμονών που βρίσκεται σε διάφορους ιστούς σε όλο το σώμα (Carlberg et al., 2016). Η πρόσδεση της 1,25(OH)2D στον VDR διαμορφώνει την έκφραση γονιδίων, επηρεάζοντας μυριάδες φυσιολογικές διεργασίες, πέραν του μεταβολισμού του ασβεστίου.

Η ανακάλυψη των VDRs σε μη σκελετικούς ιστούς οδήγησε στη διερεύνηση των ποικίλων λειτουργιών της βιταμίνης D. Οι αναδυόμενες έρευνες έχουν καταδείξει την παρουσία των VDRs σε ιστούς όπως το ανοσοποιητικό σύστημα, το καρδιαγγειακό σύστημα, τα ενδοκρινικά όργανα και το κεντρικό νευρικό σύστημα (Carlberg et al., 2016). Κατά συνέπεια, η βιταμίνη D αναγνωρίζεται πλέον ως βασικός ρυθμιστής διαφόρων βιολογικών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένης της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος, του κυτταρικού πολλαπλασιασμού, της διαφοροποίησης και της απόπτωσης.

Εκτός από τον κλασικό της ρόλο στην απορρόφηση ασβεστίου και την υγεία των οστών, η βιταμίνη D εμπλέκεται στη ρύθμιση των έμφυτων και προσαρμοστικών ανοσολογικών αποκρίσεων. Οι υποδοχείς της βιταμίνης D εκφράζονται σε διάφορα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως τα μακροφάγα, τα δενδριτικά κύτταρα και τα T-λεμφοκύτταρα, όπου επηρεάζουν την παραγωγή αντιμικροβιακών πεπτιδίων και κυτταροκινών (Alkhatatbeh et. al., 2017). Η ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο λοιμώξεων, αυτοάνοσων νοσημάτων και χρόνιων φλεγμονωδών διαταραχών (Holick, 2007).

Πέρα από τις ανοσοτροποποιητικές της ιδιότητες, η βιταμίνη D διαδραματίζει επίσης ζωτικό ρόλο στην καρδιαγγειακή υγεία. Οι VDRs έχουν εντοπιστεί σε αγγειακά λεία μυϊκά κύτταρα και ενδοθηλιακά κύτταρα, γεγονός που υποδηλώνει ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την αγγειακή λειτουργία και τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης (Tishkoff et al., 2008). Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και του κινδύνου υπέρτασης, καρδιαγγειακών επεισοδίων και καρδιακής ανεπάρκειας (Al-Daghri, 2018).

Επιπλέον, η βιταμίνη D έχει ενοχοποιηθεί για τη διατήρηση της ομοιόστασης της γλυκόζης και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη. Οι VDRs είναι παρόντες στα β-κύτταρα του παγκρέατος, όπου ρυθμίζουν την έκκριση ινσουλίνης, και στους περιφερικούς ιστούς, όπου επηρεάζουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη (Khairy, & Saad, 2023). Η ανεπάρκεια βιταμίνης D συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο αντίστασης στην ινσουλίνη, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και μεταβολικού συνδρόμου (Al-Musharaf, 2018).

Ο πιθανός ρόλος της βιταμίνης D επεκτείνεται και στο κεντρικό νευρικό σύστημα, όπου οι VDRs έχουν εντοπιστεί στα τμήματα του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνα για τη ρύθμιση της διάθεσης και τη γνωστική λειτουργία (Al-Sadat, 2016). Τα αναδύμενα στοιχεία δείχνουν ότι η έλλειψη βιταμίνης D μπορεί να σχετίζεται με μεγάλο κίνδυνο νευροεκφυλιστικών ασθενειών, όπως η νόσος του Alzheimer (Al-Shoumer et al., 2015).

Δεδομένης της ευρείας κατανομής των VDRs και της ποικιλομορφίας των βιολογικών διεργασιών που επηρεάζονται από τη βιταμίνη D, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η έλλειψη βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με πλήθος καταστάσεων υγείας πέραν της υγείας των οστών. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D είναι διαδεδομένη παγκοσμίως, επηρεάζει άτομα όλων των ηλικιών και εθνοτήτων και αποτελεί πρόβλημα δημόσιας υγείας (Cashman et al., 2016). Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην ανεπάρκεια της βιταμίνης D περιλαμβάνουν την περιορισμένη έκθεση στο ηλιακό φως, την ανεπαρκή διαιτητική πρόσληψη και τη μειωμένη σύνθεση του δέρματος, ιδίως σε ηλικιωμένους και σε άτομα με ορισμένες ιατρικές παθήσεις (Al-Zahrani, 2019).

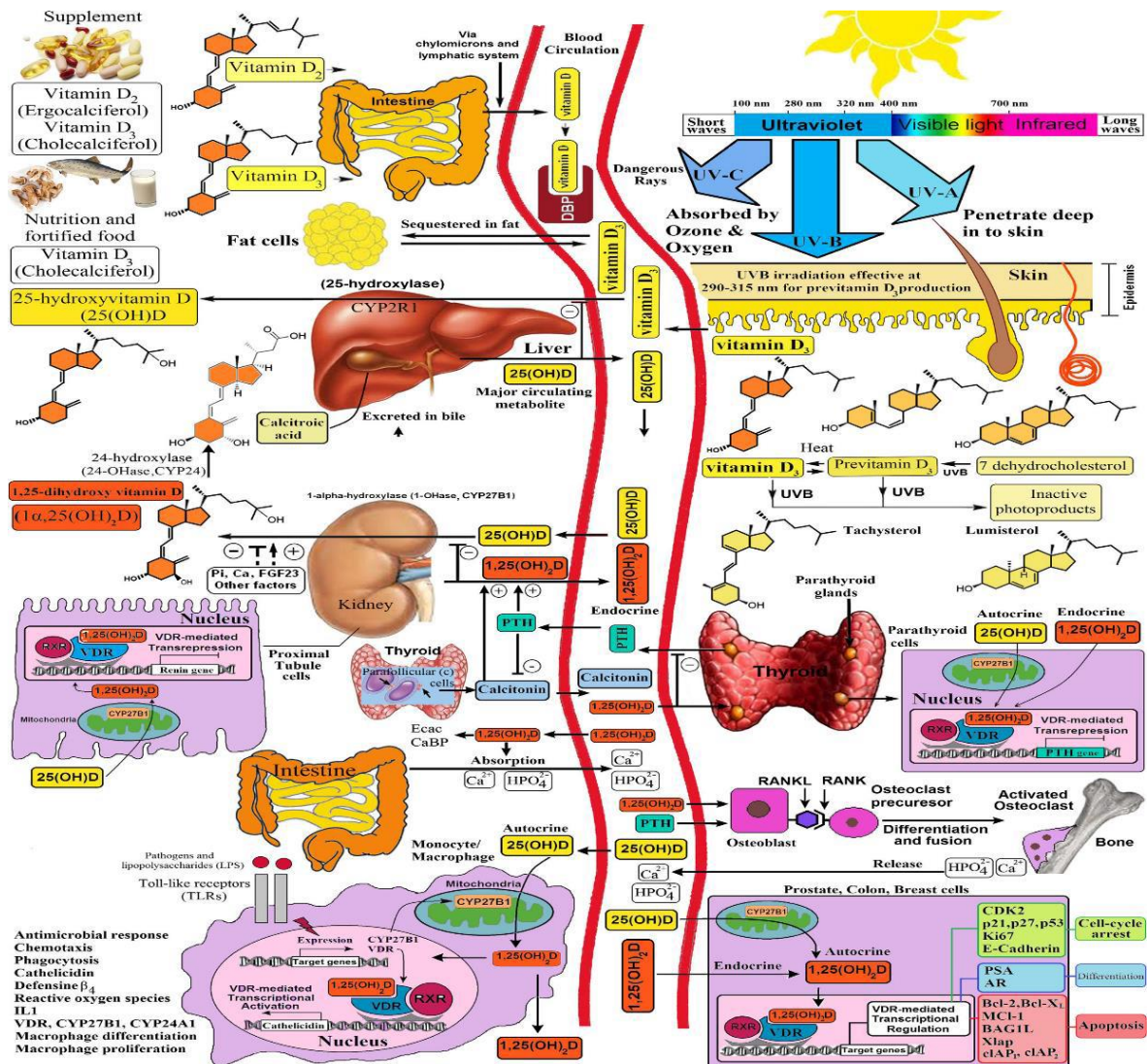
Η βιταμίνη D είναι ένα πολύπλευρο θρεπτικό συστατικό με ποικίλους φυσιολογικούς ρόλους που εκτείνονται πολύ πέρα από τις παραδοσιακές λειτουργίες της στο μεταβολισμό του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Η παρουσία των VDRs σε διάφορους ιστούς σε όλο το σώμα αναδεικνύει την ευρεία επίδραση της βιταμίνης D σε μια σειρά βιολογικών διεργασιών. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης διαφόρων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων ανοσολογικών διαταραχών, καρδιαγγειακών παθήσεων, μεταβολικών διαταραχών και νευροεκφυλιστικών καταστάσεων. Καθώς η έρευνα συνεχίζει να αποκαλύπτει τους περίπλοκους μηχανισμούς που διέπουν τις ποικίλες λειτουργίες της βιταμίνης D, η κατανόηση της σημασίας της στη διατήρηση της συνολικής υγείας παραμένει ένας σημαντικός τομέας μελέτης. (Amrein et al., 2020).

1.2. Πηγές και μεταβολισμός της βιταμίνης D

Η βιταμίνη D, μια μοναδική λιποδιαλυτή βιταμίνη, λαμβάνεται από διάφορες διατροφικές πηγές και κυρίως συντίθεται στο ανθρώπινο σώμα όταν εκτίθεται το δέρμα μας στην ηλιακή ακτινοβολία (UVB).

Η κατανόηση των πηγών και του μεταβολισμού της βιταμίνης D είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της διαθεσιμότητάς της και των παραγόντων που επηρεάζουν την κατάστασή της στα άτομα. (Anglin et. al., 2013).

Εικόνα 2 : Πλήρες μεταβολικό μονοπάτι βιταμίνης D.



Πηγή: Eur J Pediatr (2015)

1.2.1. Σύνθεση της βιταμίνης D από το ηλιακό φως

Το φως του ήλιου είναι μια κρίσιμη φυσική πηγή βιταμίνης D, καθώς το δέρμα είναι ικανό να συνθέσει βιταμίνη D όταν εκτίθεται σε ακτινοβολία UVB. Κατά την έκθεση σε ακτίνες UVB, η 7-δεϋδροχοληστερόλη, μια ένωση που υπάρχει στο δέρμα, υφίσταται φωτόλυση και μετατρέπεται σε προβιταμίνη D₃ (Cashman et al., 2016). Η προβιταμίνη D₃ στη συνέχεια ισομερίζεται θερμικά για να σχηματιστεί η βιταμίνη D₃.

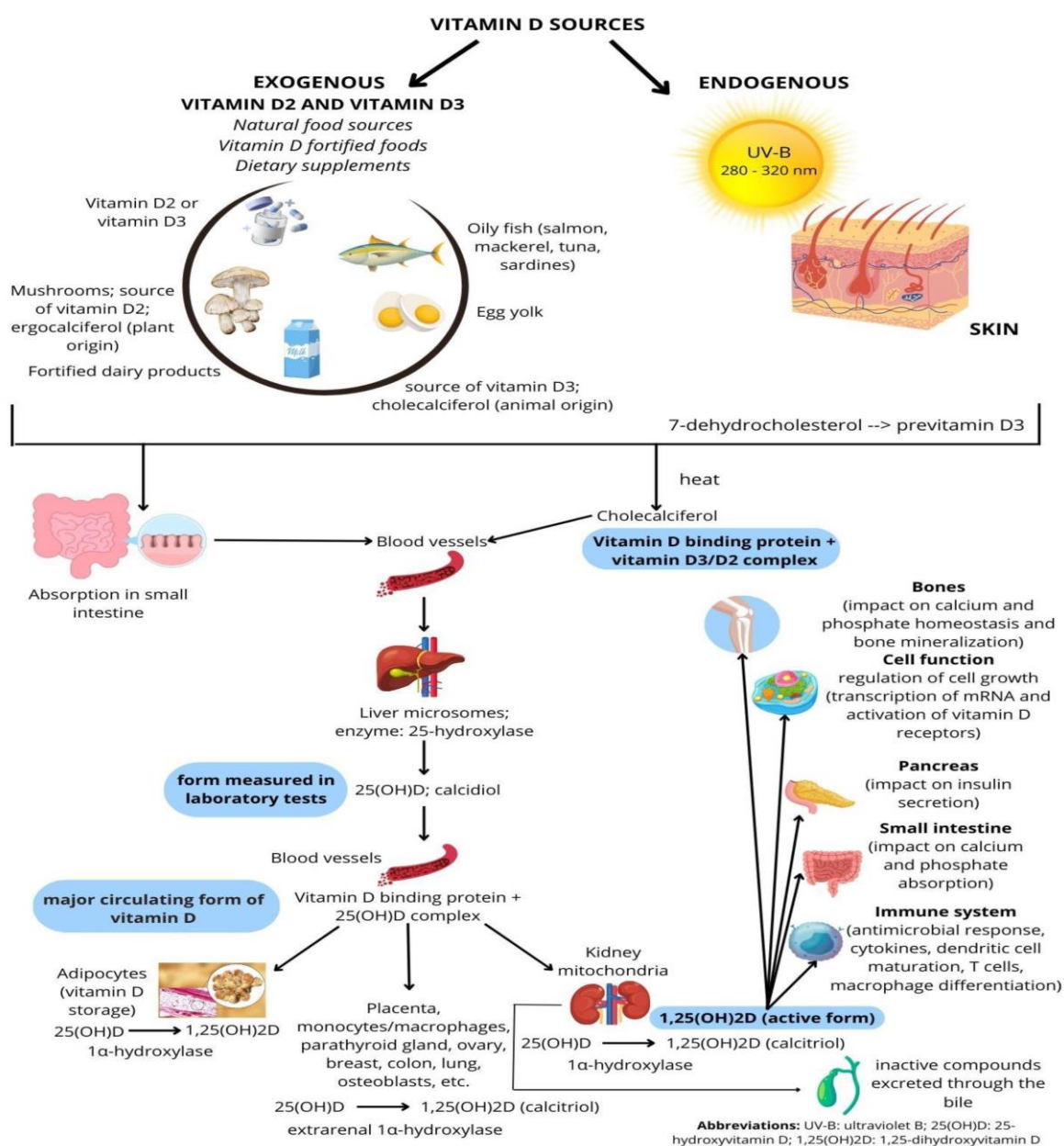
Η παραγωγή της βιταμίνης D₃ μέσω του ηλιακού φωτός επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως το γεωγραφικό πλάτος, η εποχή, η ώρα της ημέρας, ο χρωματισμός του δέρματος και η χρήση αντηλιακού. Οι πληθυσμοί που ζουν σε περιοχές με υψηλότερο γεωγραφικό πλάτος και περιορισμένη έκθεση στο ηλιακό φως, ιδίως κατά τους χειμερινούς μήνες, διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο ανεπάρκειας βιταμίνης D (Cashman et al., 2016). Επιπλέον, τα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα έχουν υψηλότερα επίπεδα μελανίνης, τα οποία δρουν ως φυσικό αντηλιακό, μειώνοντας τη σύνθεση της βιταμίνης D ως απόκριση στην έκθεση στο ηλιακό φως (Barchetta et. al., 2017).

1.2.2. Απορρόφηση και μεταβολισμός της βιταμίνης D

Μόλις προσληφθεί μέσω διατροφικών πηγών ή συντεθεί στο δέρμα, η βιταμίνη D υφίσταται μια σειρά υδροξυλιώσεων για να καταστεί βιολογικά ενεργή. Στο ήπαρ, η βιταμίνη D₂ και η D₃ υδροξυλιώνονται στην 25η θέση άνθρακα, σχηματίζοντας την 25-υδροξυβιταμίνη D [25(OH)D], γνωστή και ως καλσιδιόλη (Holick, 2007). Η μέτρηση των επιπέδων της 25(OH)D στον ορό είναι η τυπική μέθοδος για την αξιολόγηση της κατάστασης της βιταμίνης D ενός ατόμου (Barengolts, 2013).

Η βιολογικά ενεργή μορφή της βιταμίνης D, η 1,25-διυδροξυβιταμίνη D [1,25(OH)₂D], σχηματίζεται στους νεφρούς μέσω ενός δευτέρου σταδίου υδροξυλίωσης (Holick, 2007). Το βήμα αυτό ρυθμίζεται στενά από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της παραθορμόνης (PTH), του ασβεστίου και του αυξητικού παράγοντα 23 των ινοβλαστών (FGF23). Το ένζυμο που είναι υπεύθυνο για αυτή την τελική υδροξυλίωση είναι η 1α-υδροξυλάση, η οποία μετατρέπει την 25(OH)D σε 1,25(OH)₂D σε απόκριση στις μεταβολές των επιπέδων ασβεστίου και της έκκρισης της PTH. (Bassil et. al., 2013)

Εικόνα 3: Μεταβολισμός και οδός της βιταμίνης D



Πηγή: Mavar M. (2024)

Πέρα από την κλασική ενεργοποίηση στους νεφρούς, ορισμένοι εξωνεφρικοί ιστοί, όπως τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος και το δέρμα, διαθέτουν επίσης τον ενζυμικό μηχανισμό για την τοπική μετατροπή της 25(OH)D σε 1,25(OH)2D (Adams and Hewison, 2008). Αυτή η αυτοκρινής και παρακρινής παραγωγή της 1,25(OH)2D έχει εμπλακεί σε διάφορες μη κλασικές λειτουργίες της βιταμίνης D (Belenchia et. al., 2013).

1.2.3. Ρύθμιση του μεταβολισμού της βιταμίνης D

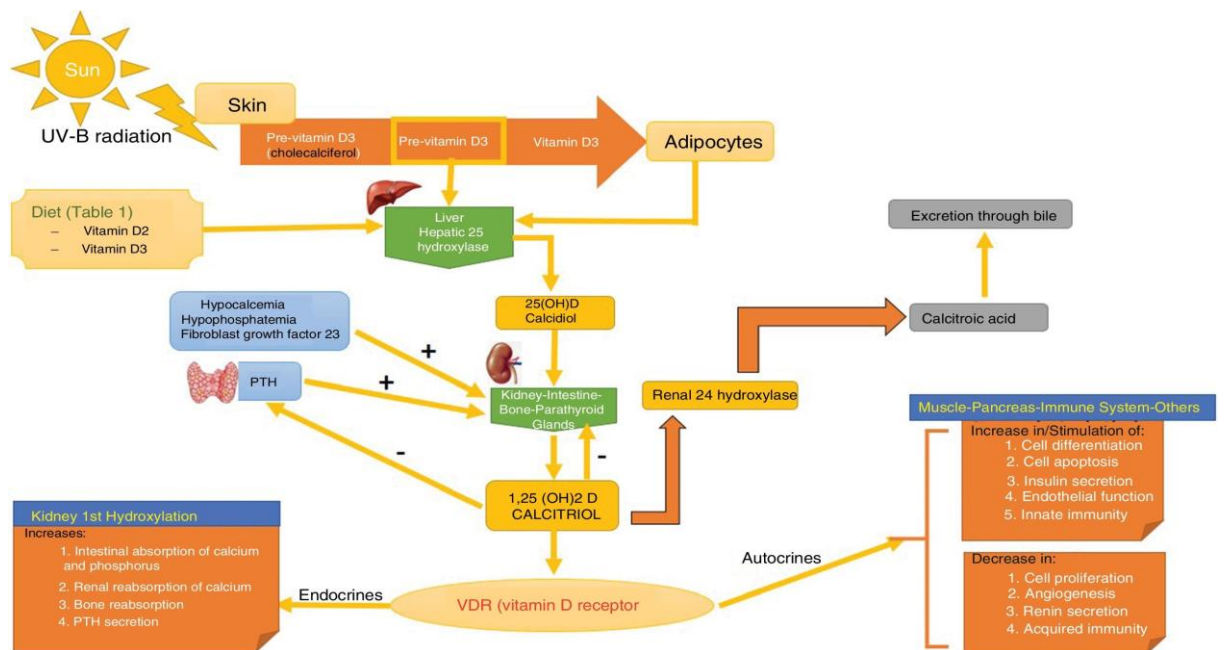
Η σύνθεση της 1,25(OH)₂D ρυθμίζεται στενά από παράγοντες που επηρεάζουν την ομοιόσταση του ασβεστίου και των φωσφορικών αλάτων. Τα χαμηλά επίπεδα ασβεστίου στον ορό διεγείρουν την έκκριση PTH από τους παραθυρεοειδείς αδένες, οδηγώντας σε αυξημένη δραστηριότητα της 1α-υδροξυλάσης στους νεφρούς και σε ενισχυμένη μετατροπή της 25(OH)D σε 1,25(OH)₂D (Holick, 2007). Τα αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στον ορό, από την άλλη πλευρά, αναστέλλουν την έκκριση PTH και μειώνουν τη σύνθεση της 1,25(OH)₂D (Bolland et. al., 2018).

Επιπλέον, ο FGF23, μια ορμόνη που παράγεται από τα οστεοκύτταρα ως απάντηση στα αυξημένα επίπεδα φωσφορικών αλάτων, παίζει επίσης ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού της βιταμίνης D. Ο FGF23 καταστέλλει την παραγωγή της 1,25(OH)₂D μειώνοντας την έκφραση της 1α-υδροξυλάσης και αυξάνοντας την έκφραση της 24-υδροξυλάσης, ενός ενζύμου που αποικοδομεί την 1,25(OH)₂D (Tishkoff et al., 2008).

Ο μεταβολισμός της βιταμίνης D δεν επηρεάζεται μόνο από τα επίπεδα ασβεστίου και φωσφορικών αλάτων, αλλά υπόκειται επίσης σε γενετική και ορμονική ρύθμιση. Οι πολυμορφισμοί στα γονίδια που κωδικοποιούν ένζυμα που εμπλέκονται στο μεταβολισμό της βιταμίνης D και στους VDRs μπορούν να επηρεάσουν την ανταπόκριση ενός ατόμου στη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D και να καθορίσουν την κατάσταση της βιταμίνης D (Bouillon et. al., 2008).

Έτσι λοιπόν, η βιταμίνη D μπορεί να ληφθεί μέσω διατροφικών πηγών, συμπεριλαμβανομένων των εμπλουτισμένων τροφίμων και των λιπαρών ψαριών, ή να συντεθεί στο δέρμα κατά την έκθεση στην ακτινοβολία UVB του ηλιακού φωτός. Μετά την κατάποση ή τη σύνθεση, η βιταμίνη D υφίσταται υδροξυλίωση στο ήπαρ και τους νεφρούς για να σχηματίσει τη βιολογικά δραστική 1,25(OH)₂D. Η ρύθμιση του μεταβολισμού της βιταμίνης D ελέγχεται στενά από παράγοντες που επηρεάζουν την ομοιόσταση του ασβεστίου και των φωσφορικών αλάτων, καθώς και από γενετικούς και ορμονικούς παράγοντες. Η κατανόηση των πηγών και του μεταβολισμού της βιταμίνης D κρίνεται αναγκαία για την αντιμετώπιση της ανεπάρκειας της βιταμίνης D και τη βελτιστοποίηση του ρόλου της σε διάφορες φυσιολογικές διεργασίες πέραν του μεταβολισμού του ασβεστίου (Brannon et. al., 2011).

Εικόνα 4 : Απορρόφηση και μεταβολισμός της βιταμίνης D



Πηγή: Navarro-Trivino F.J. (2019)

1.2.4. Διατροφικές πηγές της βιταμίνης D

Η βιταμίνη D λαμβάνεται από ζωικές και από φυτικές διατροφικές πηγές. Οι κύριες διατροφικές πηγές βιταμίνης D2 περιλαμβάνουν εμπλουτισμένα τρόφιμα, όπως τα δημητριακά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, και μανιτάρια που εκτίθενται σε υπεριώδες (UV) φως (Aranow, 2011). Ωστόσο, η συμβολή της βιταμίνης D2 από διατροφικές πηγές στη συνολική κατάσταση της βιταμίνης D είναι σχετικά μικρή σε σύγκριση με τη βιταμίνη D3.

Η βιταμίνη D3, από την άλλη πλευρά, βρίσκεται κυρίως σε ζωικά προϊόντα και λιπαρά ψάρια, όπως ο σολομός, το σκουμπρί και το μουρουνέλαιο (Cashman et al., 2016). Επιπλέον, τα αυγά και τα εμπλουτισμένα τρόφιμα μπορεί επίσης να περιέχουν βιταμίνη D3. Αυτές οι διατροφικές πηγές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη συμβολή στην πρόσληψη βιταμίνης D από τα άτομα, ιδίως σε πληθυσμούς με περιορισμένη έκθεση στο ηλιακό φως (Ardestani et al., 2018).

Πίνακας 1: Διαιτητικές πηγές και περιεκτικότητα σε βιταμίνη D.

JPPT

JY Lee, et al

Περιεκτικότητα της Βιταμίνης D στα τρόφιμα	
Τροφές	Περιεκτικότητα σε Βιταμίνη D, IU
Ρέγγα Ατλαντικού (ωμή)	1628/100 g
Βούτυρο	35/ 100 g
Κονσερβοποιημένος σολωμός σε ελαιόλαδο	624/ 100 g
Κονσερβοποιημένος τόνος/σαρδέλες/σολωμός/σκουμπρί σε ελαιόλαδο	224-332/ 100 g
Εμπλουτισμένα Δημητριακά	40/ μερίδα
Βακαλάος (ωμός)	44/ 100 g
Μουρουνέλαιο	175/g; 1360/ κουτάλι της σούπας
Μαγειρεμένος σολωμός/σκουμπρί	345-360/ 100 g
Αγελαδινό Γάλα	3-40/ L
Αποξηραμένα Μανιτάρια	1660/ 100 g
Κρόκος Αυγού	20-25/ κρόκο
Φρέσκα Μανιτάρια	100/ 100 g
Εμπλουτισμένο Γάλα/ Φόρμουλες νηπίων	400/ L
Εμπλουτισμένος χυμός πορτοκάλι/Γάλα σόγιας-ρυζιού	400/ L
Εμπλουτισμένη Μαργαρίνη	60/ κουτάλι σούπας
Τυρί Παρμεζάνα	28/ 100 g
Γαρίδες	152/100 g
Ελβετικό Τυρί	44/100 g
Γιαούρτι (πλήρες, χαμηλό σε λιπαρά, χωρίς λιπαρά)	89/100 g

Πηγή: Lee et al (20)

1.2.5 Συμπληρώματα διατροφής με βιταμίνη D και τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιταμίνη

Τα συμπληρώματα βιταμίνης D έχουν κερδίσει δημοτικότητα ως αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της ανεπάρκειας. Διατίθενται σε διάφορες μορφές, συμπεριλαμβανομένης της βιταμίνης D2 (εργοκαλσιφερόλη) και της βιταμίνης D3 (χοληκαλσιφερόλη). Η βιταμίνη D3 προτιμάται συχνά επειδή είναι πιο ισχυρή και έχει μεγαλύτερη διάρκεια δράσης στον οργανισμό.

Η συμπληρωματική χορήγηση μπορεί να οδηγήσει τον πληθυσμό στην επιτυχία και τη διατήρηση επαρκών επίπεδων βιταμίνης D, ιδίως όταν οι φυσικές πηγές της βιταμίνης είναι περιορισμένες. Είναι σημαντικό να συμβουλευτείτε έναν πάροχο υγειονομικής περίθαλψης πριν από την έναρξη οποιασδήποτε θεραπείας με συμπληρώματα για τον καθορισμό της κατάλληλης δοσολογίας για τις ατομικές ανάγκες (Chandler et. al., 2015).

Εκτός από τα συμπληρώματα, μια άλλη στρατηγική για την καταπολέμηση της έλλειψης βιταμίνης D είναι ο εμπλουτισμός των τροφίμων με αυτό το απαραίτητο

θρεπτικό συστατικό. Ο εμπλουτισμός τροφίμων περιλαμβάνει την προσθήκη συγκεκριμένων βιταμινών και μετάλλων σε τρόφιμα που καταναλώνονται συνήθως για να αυξηθεί η θρεπτική τους αξία. Στην περίπτωση της βιταμίνης D, διάφορα τρόφιμα είναι συνήθως εμπλουτισμένα, μεταξύ των οποίων:

- Γάλα: Το αγελαδινό γάλα είναι ένα από τα πιο συχνά εμπλουτισμένα τρόφιμα με βιταμίνη D. Συχνά εμπλουτίζεται με βιταμίνη D2 ή D3 για να διασφαλιστεί ότι ακόμη και όσοι δεν καταναλώνουν άλλες πηγές της βιταμίνης λαμβάνουν επαρκή πρόσληψη.
- Δημητριακά: Τα δημητριακά πρωινού, τόσο οι ζεστές όσο και οι κρύες ποικιλίες, είναι συχνά εμπλουτισμένα με βιταμίνες και μέταλλα, συμπεριλαμβανομένης της βιταμίνης D. Αυτό τα καθιστά μια βολική επιλογή για περισσότερη προσλαμβανόμενη βιταμίνη D, ειδικά για τα παιδιά και τα άτομα με περιορισμένη ποικιλία διατροφής.
- Χυμός πορτοκαλιού: Ορισμένες μάρκες χυμού πορτοκαλιού είναι εμπλουτισμένες με βιταμίνη D για να παρέχουν μια πρόσθετη διατροφική πηγή του θρεπτικού συστατικού.
- Γιαούρτι: Ορισμένοι τύποι γιαουρτιού είναι επίσης εμπλουτισμένοι με βιταμίνη D, συμβάλλοντας στη συνολική πρόσληψη αυτής της απαραίτητης βιταμίνης.
- Εναλλακτικές λύσεις με βάση τα φυτά: Καθώς η δημοτικότητα των φυτικών διατροφών αυξάνεται, ορισμένοι κατασκευαστές εμπλουτίζουν τα γάλατα φυτικής προέλευσης, όπως το γάλα αμυγδάλου ή σόγιας, με βιταμίνη D για να διασφαλίσουν ότι τα προϊόντα αυτά προσφέρουν παρόμοια θρεπτικά οφέλη με το παραδοσιακό γάλα γαλακτοκομικών προϊόντων.

Ο εμπλουτισμός αυτών των τροφίμων παρέχει έναν προσιτό και βολικό τρόπο για τα άτομα να αυξήσουν την πρόσληψη βιταμίνης D χωρίς να βασίζονται αποκλειστικά σε συμπληρώματα ή φυσικές πηγές (Chandler et. al., 2015).

Πίνακας 2 : Εμπλουτισμός τροφίμων στις ΗΠΑ

Νόμιμη Προσθήκη Βιταμίνης D στα τρόφιμα στις Η.Π.Α				
Κατηγορία Τροφίμων	Κατάσταση Επεξεργασίας	Ανώτατο Επιτρεπτό Όριο	Αναμενόμενη Ποσότητα Επεξεργασμένων Τροφίμων	Σύνηθες Επίπεδο Επεξεργασίας
Σιτηρά και σχετικά προϊόντα				
Εμπλουτισμένο Αλεύρι	Προαιρετική	350 IU/100 g	Λίγα	
Δημητριακά	Προαιρετική	350 IU/100 g	Πλειοψηφία	40-140 IU (10%-35% DV)
Εμπλουτισμένο Ρύζι	Προαιρετική	90 IU/100 g	Κανένα	Κανένα
Γεύματα καλαμποκιού	Προαιρετική	90 IU/100 g	Κανένα	Κανένα
Προϊόντα Νούγιος	Προαιρετική	90 IU/100 g	Κανένα	Κανένα
Προϊόντα Ζυμαρικών	Προαιρετική	90 IU/100 g	Πολύ λίγα	40 IU/252 g (10% DV)
Γάλα				
Υγρό Γάλα	Προαιρετική	42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Οξνισμένο Γάλα	Προαιρετική	42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Καλλιεργημένο Γάλα	Προαιρετική	42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Συμπυκνωμένο Γάλα	Προαιρετική	42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Γάλα Διαίτης, εμπλουτισμένο βιτ Α και D	Υποχρεωτική	42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Κονσερβοποιημένο	Προαιρετική	42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Ξηρό γάλα		42 IU/100 g	Όλα	400 IU/quart
Γαλακτοκομικά				
Γιαούρτι	Προαιρετική	89 IU/100 g	Λίγα	40-80 IU/RACC
Χαμηλό σε λιπαρά Γιαούρτι	Προαιρετική	89 IU/100 g	Λίγα	40-80 IU/RACC
Άπαχο Γιαούρτι	Προαιρετική	89 IU/100 g	Λίγα	40-80 IU/RACC
Μαργαρίνη	Προαιρετική	331 IU/100 g	Λίγα	40-140 IU/RACC
Εμπλουτισμένοι με Ασβέστιο Χυμοί και Ποτά	Προαιρετική	100 IU/RACC	Μη κατάλληλα	100 IU/RACC

Πηγή: Calvo et al, 2013

1.3. Λειτουργίες και μηχανισμοί δράσης της βιταμίνης D

Η βιταμίνη D, η οποία παραδοσιακά αναγνωρίζεται για το ρόλο της στην ομοίωση του ασβεστίου και την υγεία των οστών, ασκεί ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών που εκτείνονται πέρα από τη σκελετική φυσιολογία. Η ενεργός μορφή της βιταμίνης D, η 1,25-διυδροξυβιταμίνη D [1,25(OH)₂D], δρα ως ισχυρή ορμόνη, ρυθμίζοντας τη γονιδιακή έκφραση και επηρεάζοντας διάφορες βιολογικές διεργασίες. Η παρούσα ενότητα διερευνά τις ποικίλες λειτουργίες της βιταμίνης D και τους υποκείμενους μηχανισμούς μέσω των οποίων ασκεί τις δράσεις της (Chandler et. al., 2015).

1.3.1. Ομοίωση ασβεστίου και φωσφορικών αλάτων

Μία από τις πρωταρχικές λειτουργίες της βιταμίνης D είναι η διατήρηση της ομοίωσης του ασβεστίου και των φωσφορικών αλάτων στον οργανισμό. Η βιταμίνη D ενισχύει την απορρόφηση του ασβεστίου και των φωσφορικών αλάτων από το έντερο, προάγοντας τη μεταφορά τους στην κυκλοφορία του αίματος (Holick, 2007). Η δράση

αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση των επιπέδων ασβεστίου και φωσφορικών αλάτων στον ορό εντός του φυσιολογικού εύρους, το οποίο είναι απαραίτητο για πολυάριθμες φυσιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της ορυκτοποίησης των οστών, της μυϊκής συστολής, της νευρικής λειτουργίας και της πήξης του αίματος (Christakos et. al., 2006).

Ελλείπει επαρκούς βιταμίνης D, η απορρόφηση ασβεστίου από το έντερο μειώνεται, οδηγώντας σε μειωμένα επίπεδα ασβεστίου στην κυκλοφορία του αίματος. Για να αντισταθμιστεί αυτό, διεγείρεται η έκκριση παραθορμόνης (PTH), η οποία ενισχύει την απελευθέρωση ασβεστίου από τα οστά και αυξάνει την επαναρρόφηση ασβεστίου στα νεφρά (Holick, 2007). Το καθαρό αποτέλεσμα είναι η αύξηση των επιπέδων ασβεστίου στον ορό, αλλά εις βάρος της υγείας των οστών (Clemente-Postigo et. al., 2015).

1.3.2. Ρύθμιση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος

Η βιταμίνη D διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη ρύθμιση των έμφυτων και των προσαρμοστικών ανοσολογικών αποκρίσεων. Τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των μακροφάγων, των δενδριτικών κυττάρων και των T λεμφοκυττάρων, εκφράζουν υποδοχείς βιταμίνης D (VDRs) και το ένζυμο που είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή της 25-υδροξυβιταμίνης D [25(OH)D] στη βιολογικά ενεργή μορφή της, 1,25(OH)₂D (Adams and Hewison, 2008). Κατά την ενεργοποίηση από την 1,25(OH)₂D, οι VDRs ρυθμίζουν την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στην ανοσολογική λειτουργία, οδηγώντας σε αυξημένη παραγωγή αντιμικροβιακών πεπτιδίων και διαμόρφωση των κυτταροκινών (Dawson-Hughes, 2017).

Μέσω αυτών των ανοσοτροποποιητικών επιδράσεων, η βιταμίνη D συμβάλλει στην άμυνα κατά των λοιμώξεων και συμβάλλει στη ρύθμιση της φλεγμονής. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις, συμπεριλαμβανομένων των λοιμώξεων του αναπνευστικού συστήματος (Girgis et al., 2014). Επίσης, η βιταμίνη D μπορεί να έχει επιπτώσεις στα αυτοάνοσα νοσήματα, με ορισμένες μελέτες να υποδηλώνουν πιθανό ρόλο στην πρόληψη της ανάπτυξης αυτοάνοσων παθήσεων (DeLuca, 2004).

1.3.3. Κυτταρικός πολλαπλασιασμός και διαφοροποίηση

Πέρα από τους κλασικούς της ρόλους, η βιταμίνη D έχει ενεργό ρόλο στη ρύθμιση του κυτταρικού πολλαπλασιασμού και της διαφοροποίησης. Η πρόσδεση της 1,25(OH)₂D στους VDRs ρυθμίζει την έκφραση γονιδίων που σχετίζονται με τη ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου και την κυτταρική διαφοροποίηση (Adams and Hewison, 2008). Η επίδραση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε ιστούς με υψηλούς ρυθμούς κυτταρικής εναλλαγής, όπως το δέρμα και το γαστρεντερικό επιθήλιο (Earthman et. al., 2012).

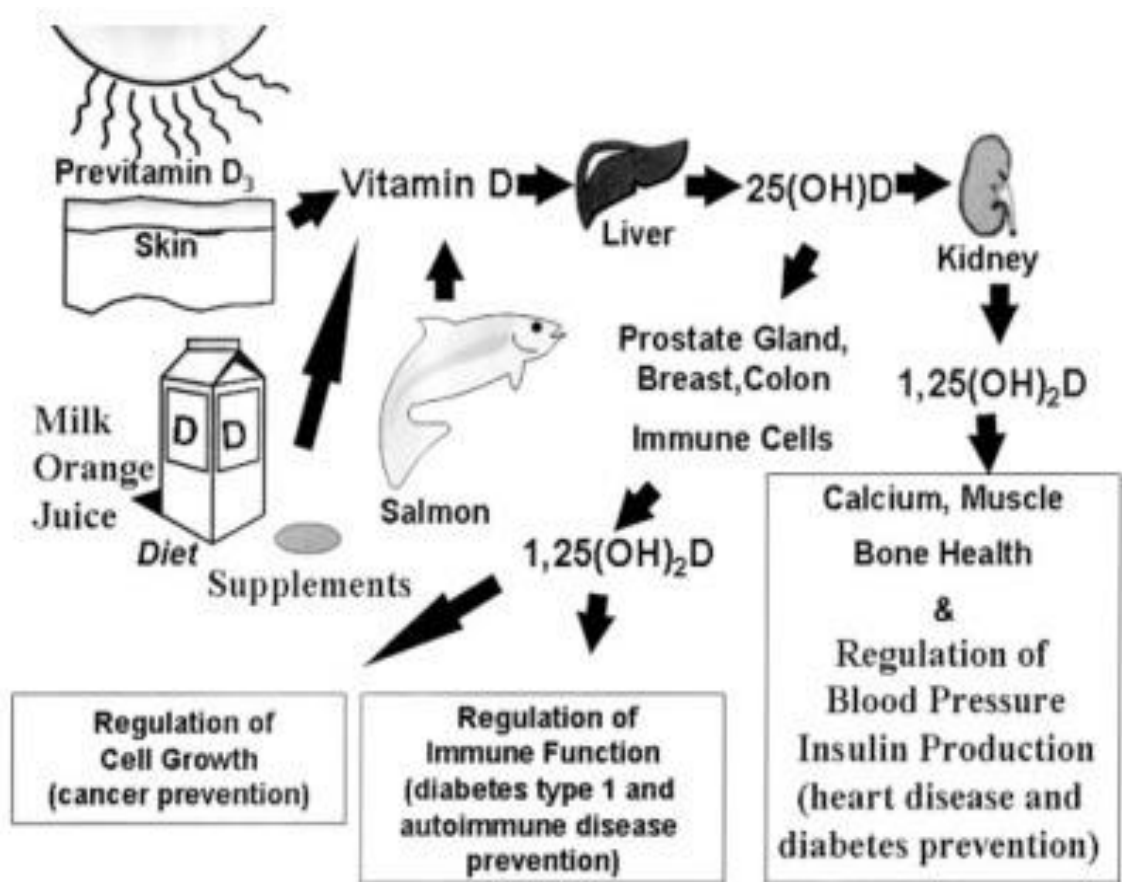
Στα κύτταρα του δέρματος, η 1,25(OH)₂D προάγει τη διαφοροποίηση των κερατινοκυττάρων και αναστέλλει τον πολλαπλασιασμό, συμβάλλοντας στη λειτουργία του δερματικού φραγμού και στην επούλωση των πληγών (Adams and Hewison, 2008). Στο γαστρεντερικό σύστημα, η βιταμίνη D επηρεάζει τη διαφοροποίηση και την ωρίμανση των επιθηλιακών κυττάρων, διατηρώντας την ακεραιότητα του εντερικού βλεννογόνου και προάγοντας την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών (Forrest et. al., 2011).

1.3.4. Καρδιαγγειακή υγεία

Τα αναδυόμενα στοιχεία αποδεικνύουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την καρδιαγγειακή υγεία. Οι VDRs εκφράζονται στα αγγειακά λεία μυϊκά κύτταρα και στα ενδοθηλιακά κύτταρα, όπου η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την αγγειακή λειτουργία (Tishkoff et al., 2008). Η έλλειψη βιταμίνης D συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο υπέρτασης και καρδιαγγειακών επεισοδίων (Gallagher, 2013).

Οι πιθανές καρδιοπροστατευτικές επιδράσεις της βιταμίνης D πιστεύεται ότι μεσολαβούνται, τουλάχιστον εν μέρει, μέσω της επίδρασής της στο σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης (RAAS) και στην ενδοθηλιακή λειτουργία. Η βιταμίνη D μπορεί να καταστείλει το RAAS, ένα ορμονικό σύστημα που ενεργεί στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και στην ισορροπία των υγρών, οδηγώντας σε μείωση της αρτηριακής πίεσης και της αγγειακής αναδιαμόρφωσης (Gannagé-Yared et. al., 2009). Επίσης, η βιταμίνη D ενισχύει την ενδοθηλιακή παραγωγή μονοξειδίου του αζώτου, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ενδοθηλιακής λειτουργίας και της αγγειοδιαστολής.

Εικόνα 5: Πιθανές φυσιολογικές δράσεις της βιταμίνης D για την καρδιαγγειακή υγεία, την πρόληψη του καρκίνου, τη ρύθμιση της ανοσοποιητικής λειτουργίας και τον μειωμένο κίνδυνο αυτοάνοσων νοσημάτων



Πηγή: Holick, 2003

1.3.5. Ρύθμιση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και της ομοιόστασης της γλυκόζης

Η βιταμίνη D έχει ενοχοποιηθεί για την ομοιόσταση της γλυκόζης και την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Οι VDRs εκφράζονται στα β-κύτταρα του παγκρέατος, όπου παίζουν ρόλο στην έκκριση ινσουλίνης (Khairy & Saad, 2023). Επιπλέον, οι VDRs βρίσκονται σε περιφερικούς ιστούς, όπως οι σκελετικοί μύες και ο λιπώδης ιστός, όπου η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη (Garland et al., 2006).

Οι μελέτες έχουν υποδείξει τη σχέση μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και του αυξημένου κινδύνου για αντίσταση στην ινσουλίνη και σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2

(Holick, 2007). Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D αποδεδειγμένα βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και το μεταβολισμό της γλυκόζης σε ορισμένες μελέτες (Khairy & Saad, 2023), αν και οι μηχανισμοί που διέπουν αυτές τις επιδράσεις βρίσκονται ακόμη υπό διερεύνηση.

1.3.6. Νευρολογική λειτουργία

Η βιταμίνη D μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις στη νευρολογική λειτουργία. Οι VDRs παρουσιάζονται σε διάφορα τμήματα του εγκεφάλου που ενεργούν στη ρύθμιση της διάθεσης και στη γνωστική λειτουργία (Gezen-Ak et al., 2012). Η έλλειψη της βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με μεγάλο κίνδυνο νευροεκφυλιστικών ασθενειών, όπως η νόσος του Alzheimer (Gepner et al., 2012).

Οι ακριβείς μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει τη νευρολογική λειτουργία δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ωστόσο, τα στοιχεία των ερευνών δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να διαμορφώνει τους νευροτροφικούς παράγοντες και να προστατεύει από τη νευροφλεγμονή, γεγονός που θα μπορούσε να συμβάλει στις πιθανές νευροπροστατευτικές επιδράσεις της (Grant et al., 2005).

Συμπερασματικά, η βιταμίνη D ασκεί πληθώρα λειτουργιών πέραν του κλασικού της ρόλου στην ομοιόσταση του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Η ενεργός μορφή της βιταμίνης D, η 1,25(OH)₂D, δρα ως ορμόνη, ρυθμίζοντας τη γονιδιακή έκφραση και επηρεάζοντας διάφορες φυσιολογικές διεργασίες. Η βιταμίνη D εμπλέκεται στη διατήρηση της ομοιόστασης του ασβεστίου και των φωσφορικών αλάτων, στη ρύθμιση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος, στη ρύθμιση του κυτταρικού πολλαπλασιασμού και της διαφοροποίησης και επηρεάζει την καρδιαγγειακή υγεία. Επιπλέον, η βιταμίνη D συμβάλλει στη ρύθμιση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, της ομοιόστασης της γλυκόζης και της νευρολογικής λειτουργίας. Η κατανόηση των ποικίλων λειτουργιών και μηχανισμών δράσης της βιταμίνης D είναι καθοριστικής σημασίας για την εκτίμηση της σημασίας της στη διατήρηση της συνολικής υγείας και των πιθανών επιπτώσεών της σε διάφορες καταστάσεις ασθενειών.

1.4. Ανεπάρκεια της βιταμίνης D

Η έλλειψη της βιταμίνης D είναι παγκοσμίο φαινόμενο και έχει αναδειχθεί σε σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας. Παρά τη διαθεσιμότητα διατροφικών πηγών και τη δυνατότητα δερματικής σύνθεσης μέσω της έκθεσης στο ηλιακό φως, πολλά άτομα σε διάφορους πληθυσμούς κινδυνεύουν από ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D. Αυτή η ενότητα διερευνά την επιδημιολογία, τους παράγοντες κινδύνου και τις συνέπειες της ανεπάρκειας βιταμίνης D, ρίχνοντας φως στη σημασία της αντιμετώπισης αυτών των ζητημάτων για τη συνολική υγεία (Greer, 2008).

Πίνακας 3 : Τα επίπεδα της βιταμίνης στο πλάσμα του αίματος

Επίπεδα 25(OH)	Ng/ml
Ελλιπής	<20 Ng/ml
Ανεπαρκής	20-30 Ng/ml
Επαρκής	>30 Ng/ml
Δυνητικά επιβλαβής	>150 Ng/ml

Πηγή: Holick, 2009

1.4.1. Επιδημιολογία της ανεπάρκειας της βιταμίνης D

Τα μειωμένα επίπεδα της βιταμίνης D ορίζονται ως επίπεδο 25-υδροξυβιταμίνης D [25(OH)D] στον ορό κάτω από 20 ng/mL (50 nmol/L), ενώ η ανεπάρκεια χαρακτηρίζεται από επίπεδα μεταξύ 20 και 30 ng/mL (50-75 nmol/L) (Holick, 2007). Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D θεωρείται συχνά ηπιότερη μορφή ανεπάρκειας, αλλά και οι δύο καταστάσεις μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία.

Το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού παρουσιάζει ανεπάρκεια βιταμίνης D, ανεξάρτητα από ηλικία και εθνικότητα (Hadizadeh, 2021). Τα ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D συσχετίζονται με υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας από κάθε αιτία σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Garland et. al.(2014). Ο επιπολασμός της ανεπάρκειας της βιταμίνης D ποικίλλει σε διάφορους πληθυσμούς και γεωγραφικές περιοχές. Οι

ιδίως σε άτομα που περνούν περιορισμένο χρόνο σε εξωτερικούς χώρους ή σε άτομα που χρησιμοποιούν αντηλιακό με υψηλό δείκτη προστασίας από τον ήλιο (Cashman et al., 2016). Επιπλέον, οι εποχιακές διακυμάνσεις στην έκθεση στο ηλιακό φως μπορεί να επηρεάσουν τα επίπεδα της βιταμίνης D, με την ανεπάρκεια να είναι συχνότερη κατά τους μήνες του χειμώνα σε ορισμένες περιοχές.

Οι διατροφικοί παράγοντες μπορούν επίσης να συμβάλουν στην ανεπάρκεια βιταμίνης D, ειδικά σε άτομα με περιορισμένη διαιτητική πρόσληψη τροφίμων με μεγάλη περιεκτικότητα βιταμίνης D, όπως τα λιπαρά ψάρια και τα εμπλουτισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα (Holick, 2007). Οι χορτοφαγικές δίαιτες μπορεί επίσης να συνδέονται με υψηλότερο κίνδυνο ανεπάρκειας βιταμίνης D λόγω της απουσίας πηγών ζωικής προέλευσης.

Ορισμένες ιατρικές παθήσεις και φάρμακα μπορεί να επηρεάσουν την απορρόφηση, τον μεταβολισμό ή τη χρήση της βιταμίνης D, οδηγώντας σε ανεπάρκεια. Καταστάσεις που επηρεάζουν τον γαστρεντερικό σωλήνα, όπως η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου ή η κοιλιοκάκη, μπορεί να μειώσουν την απορρόφηση της βιταμίνης D (Holick, 2007). Επιπλέον, ορισμένα φάρμακα, συμπεριλαμβανομένων των αντισπασμωδικών και των γλυκοκορτικοειδών, μπορούν να επηρεάσουν τον μεταβολισμό ή τη δράση της βιταμίνης D.

Η ηλικία αποτελεί ένα άλλο βασικό παράγοντα κινδύνου για ανεπάρκεια βιταμίνης D, με τους ηλικιωμένους να είναι πιο ευάλωτοι λόγω της μειωμένης δερματικής σύνθεσης της βιταμίνης D και της μειωμένης διαιτητικής πρόσληψης (Cashman et al., 2016). Επιπλέον, τα άτομα με περιορισμένη κινητικότητα, όπως τα άτομα σε εγκαταστάσεις μακροχρόνιας φροντίδας, μπορεί να έχουν μειωμένη έκθεση στο ηλιακό φως, επιδεινώνοντας τον κίνδυνο ανεπάρκειας.

Αξίζει να αναφέρουμε πως τα βρέφη που τρέφονται με αποκλειστικά με μητρικό γάλα και δεν τους χορηγούνται συμπληρώματα βιταμίνης D συνδέονται με εξαιρετικά μεγάλο κίνδυνο ανεπάρκειας βιταμίνης D (Martin et.al, 2016). Η Αμερικανική Ακαδημία Παιδιατρικής συνιστά χρήση συμπληρώματος βιταμίνης D για τα βρέφη που θηλάζουν αποκλειστικά ή μερικώς ή ανήκουν σε πλυθισμούς με υψηλό επιπολασμό ανεπάρκειας βιταμίνης D.

Πίνακας 4 : Παράγοντες κινδύνου ανεπάρκειας βιταμίνη D

<p style="text-align: center;">Inadequate cutaneous vitamin D synthesis</p> <p>Dark skin</p> <p>Age (infants, adolescents and elderly)</p> <p>Obesity</p> <p>Physical blocking of ultraviolet-B exposure (clothing, using of sun screens, ...)</p> <p>Geographic-related factors (higher latitude, winter season, lower altitude, ...)</p> <p style="text-align: center;">Inadequate dietary intake of vitamin D</p> <p>Unbalanced diet</p> <p>Vegetarians, eating disorders (anorexia nervosa, bulimia nervosa, ...)</p> <p>Malabsorption syndrome</p> <p>Intestinal malabsorption (Celiac disease, Crohn's disease, ulcerative colitis, ...)</p> <p>Pancreatic insufficiency (Cystic fibrosis)</p> <p>Cholestasis syndrome (Biliary atresia)</p> <p>Following gut resection (short bowel syndrome)</p> <p style="text-align: center;">Perinatal factors</p> <p>Maternal vitamin D deficiency during pregnancy</p> <p>Prematurity</p> <p>Exclusively breastfed beyond three to six months of age</p> <p style="text-align: center;">Genetic or endocrine disorders</p> <p>Chronic liver/renal diseases</p> <p>Hyperparathyroidism, growth hormone deficiency, diabetes mellitus</p> <p>Hereditary resistance of vitamin D</p> <p style="text-align: center;">Medications</p> <p>Anticonvulsants (Carbamazepine, phenytoin, phenobarbital, topiramate)</p> <p>Antiretroviral agents for treating human immunodeficiency virus</p> <p>Azole antifungal agents (Ketoconazole)</p> <p>Glucocorticoid</p>
--

Πηγή: Chang W, 2019

1.4.3. Συνέπειες της ανεπάρκειας της βιταμίνης D

Η έλλειψη της βιταμίνης D συμβάλλει σε διάφορες δυσμενείς καταστάσεις στην υγεία, επηρεάζοντας πολλαπλά συστήματα του σώματος. Η ευρέως γνωστή συνέπεια της

ανεπάρκειας βιταμίνης D είναι η ραχίτιδα στα παιδιά, μια σκελετική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από μειωμένη ανοργανοποίηση των οστών, η οποία οδηγεί σε λυγισμένα πόδια και άλλες σκελετικές παραμορφώσεις (Holick, 2007). Στους ενήλικες, η μεγάλη έλλειψη βιταμίνης D συνδέεται με την οστεομαλακία, μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από τη μαλάκυνση των οστών λόγω ανεπαρκούς ανοργανοποίησης (Prentice, 2008). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε οστικό πόνο, μυϊκή αδυναμία και αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων.

Εκτός από το σκελετικό σύστημα, η έλλειψη βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με μεγάλο κίνδυνο εμφάνισης διαφόρων χρόνιων ασθενειών. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει συσχετίσεις μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και του αυξημένου κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων, όπως η υπέρταση, η στεφανιαία νόσος και η καρδιακή ανεπάρκεια (Holick, 2007). Επιπλέον, η ανεπάρκεια της βιταμίνης D έχει σχέση με την εμφάνιση ορισμένων μορφών καρκίνου, όπως του καρκίνου του παχέος εντέρου, του μαστού και του προστάτη (Holick, 2007).

Επιπλέον, η ανεπάρκεια της βιταμίνης D μπορεί να έχει επιπτώσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα, με ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D να συνδέονται με αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις και αυτοάνοσα νοσήματα (Greer, 2008). Η βιταμίνη D έχει άμεση εμπλοκή στη διαμόρφωση του ανοσοποιητικού συστήματος και η ανεπάρκειά της μπορεί να μειώσει την ικανότητα του οργανισμού να οργανώνει μια αποτελεσματική ανοσολογική απάντηση κατά των παθογόνων μικροοργανισμών.

Η ψυχική υγεία μπορεί επίσης να επηρεαστεί από την ανεπάρκεια της βιταμίνης D. Ορισμένες μελέτες έχουν υποδείξει συσχετίσεις μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και του αυξημένου κινδύνου κατάθλιψης και γνωστικής εξασθένησης (Gezen-Ak et al., 2012).

1.4.4. Αντιμετώπιση της ανεπάρκειας της βιταμίνης D

Η αντιμετώπιση της έλλειψης της βιταμίνης D είναι καθοριστικής σημασίας για τη βελτίωση της υγείας των πληθυσμών. Οι στρατηγικές για την αύξηση της βιταμίνης D στον πληθυσμό περιλαμβάνουν την έκθεση στο ηλιακό φως, τη διαιτητική πρόσληψη και τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D.

Η προώθηση της έκθεσης στον ήλιο, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του μεσημεριού, όταν η UVB ακτινοβολία είναι πιο έντονη, είναι σημαντική για τη δερματική σύνθεση της βιταμίνης D. Ωστόσο, τα άτομα θα πρέπει φροντίζουν για τις κατάλληλες προφυλάξεις και

να αποφεύγουν την πολύωρη έκθεση στον ήλιο και να μειώνουν τον κίνδυνο καρκίνου του δέρματος (Cashman et al., 2016).

Η αύξηση της διαιτητικής πρόσληψης τροφίμων πλούσιων σε βιταμίνη D, όπως τα λιπαρά ψάρια, τα εμπλουτισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα αυγά, μπορεί επίσης να συμβάλει στη βελτίωση της κατάστασης της βιταμίνης D (Holick, 2007). Επιπλέον, η χορήγηση συμπληρωμάτων βιταμίνης D κρίνεται αναγκαία για άτομα που διατρέχουν κίνδυνο ανεπάρκειας, ιδίως για άτομα με περιορισμένη έκθεση στο ηλιακό φως ή ιατρικές παθήσεις που επηρεάζουν την απορρόφηση ή τον μεταβολισμό της βιταμίνης D.

Το συμπλήρωμα βιταμίνης D διατίθεται σε διάφορες μορφές, συμπεριλαμβανομένης της βιταμίνης D2 και της βιταμίνης D3. Η βιταμίνη D3 θεωρείται πιο ισχυρή και συχνά προτιμάται για συμπλήρωση (Cashman et al., 2016). Η κατάλληλη δοσολογία του συμπληρώματος βιταμίνης D εξαρτάται από την ηλικία, την κατάσταση της υγείας και τα επίπεδα βιταμίνης D του ατόμου και θα πρέπει να καθορίζεται από επαγγελματίες υγείας.

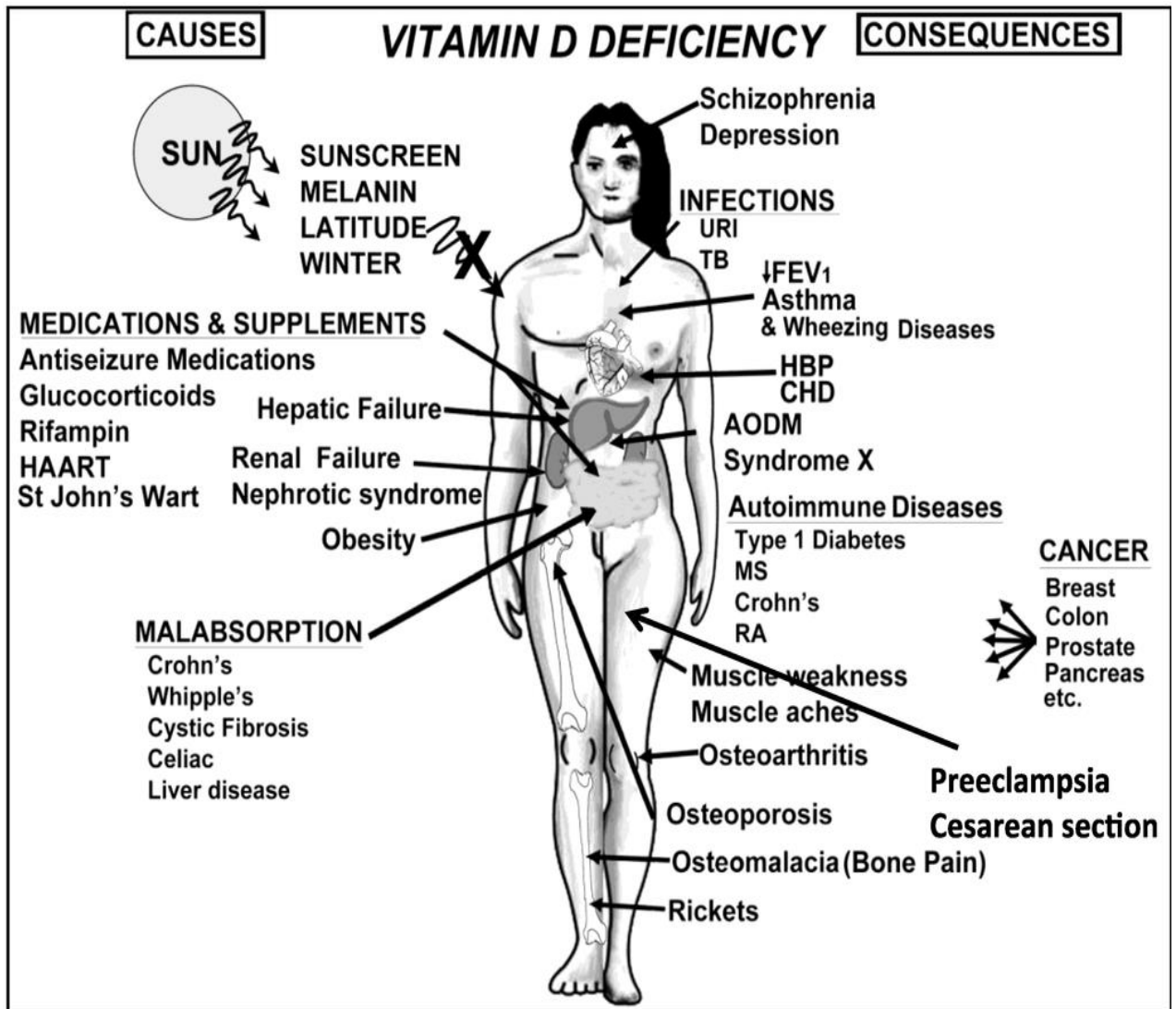
Συμπερασματικά, η έλλειψη της βιταμίνης D διαπιστώνεται πως είναι σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας με εκτεταμένες επιπτώσεις στη συνολική υγεία. Η περιορισμένη έκθεση στο ηλιακό φως, η ανεπαρκής διαιτητική πρόσληψη και ορισμένες ιατρικές καταστάσεις συμβάλλουν στον κίνδυνο ανεπάρκειας. Οι συνέπειες της ανεπάρκειας βιταμίνης D εκτείνονται πέρα από το σκελετικό σύστημα και μπορεί να επηρεάσουν την καρδιαγγειακή υγεία, τον κίνδυνο καρκίνου, την ανοσολογική λειτουργία και την ψυχική υγεία. Η αντιμετώπιση της ανεπάρκειας της βιταμίνης D μέσω της έκθεσης στο ηλιακό φως, της διαιτητικής πρόσληψης και της χορήγησης συμπληρωμάτων είναι απαραίτητη για την προαγωγή της συνολικής υγείας και τη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών.

1.5. Επιπτώσεις της βιταμίνης D στην υγεία και την ασθένεια

Η βιταμίνη D, ένα βασικό θρεπτικό συστατικό με ποικίλες φυσιολογικές λειτουργίες, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο για τη διατήρηση της συνολικής υγείας και στην πρόληψη διαφόρων ασθενειών. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τις επιπτώσεις της βιταμίνης D στην προαγωγή της υγείας και τη συμμετοχή της στην παθογένεια ορισμένων ασθενειών. Από την υγεία των οστών έως τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και πέραν αυτού,

η κατανόηση του πολύπλευρου ρόλου της βιταμίνης D είναι καθοριστικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων της υγείας και την πρόληψη χρόνιων παθήσεων.

Εικόνα 7 : Αιτίες ανεπάρκειας βιταμίνης D και πιθανές συνέπειες στον οργανισμό.



Πηγή: Michael F. Holick (2010)

1.5.1. Υγεία των οστών και σκελετική ακεραιότητα

Η βιταμίνη D είναι ευρέως γνωστή για τον κομβικό της ρόλο στην ομοιόσταση του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Τα επαρκή επίπεδα βιταμίνης D είναι αναγκαία για τη σωστή απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο, εξασφαλίζοντας επαρκή διαθεσιμότητα ασβεστίου για την οστική ανοργανοποίηση (Holick, 2007). Η ανεπάρκεια βιταμίνης D

μακροπρόθεσμα οδηγεί σε μειωμένη απορρόφηση ασβεστίου, με αποτέλεσμα μειωμένη οστική ανοργανοποίηση και αυξημένο κίνδυνο σκελετικών διαταραχών.

Στα παιδιά, η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να εκδηλωθεί ως ραχίτιδα, μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από μαλακά και εξασθενημένα οστά, οδηγώντας σε σκελετικές παραμορφώσεις (Holick, 2007). Στους ενήλικες, η ανεπάρκεια βιταμίνης D προκαλεί οστεομαλάκυνση, όπου τα οστά γίνονται μαλακά και επιρρεπή σε κατάγματα.

Επιπλέον, η βιταμίνη D, σε συνδυασμό με το ασβέστιο, συμβάλλει καθοριστικά στην πρόληψη της οστεοπόρωσης, μιας κατάστασης με μειωμένη πυκνότητα των οστών και αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων (Holick, 2007). Τα επαρκή επίπεδα βιταμίνης D ενεργούν στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας και της σκελετικής ακεραιότητας, μειώνοντας τον κίνδυνο οστεοπορωτικών καταγμάτων στους ηλικιωμένους.

1.5.2. Ανοσοποιητική λειτουργία και λοιμώδη νοσήματα

Η συμμετοχή της βιταμίνης D στη διαμόρφωση του ανοσοποιητικού συστήματος αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο. Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στις έμφυτες και προσαρμοστικές ανοσολογικές αποκρίσεις, επηρεάζοντας την άμυνα του οργανισμού έναντι μολυσματικών παραγόντων.

Η βιταμίνη D ενισχύει την παραγωγή αντιμικροβιακών πεπτιδίων, όπως η καθελικιδίνη και οι ντεφενσίνες, τα οποία διαθέτουν αντιμικροβιακές ιδιότητες και βοηθούν στην εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών (Adams and Hewison, 2008). Επιπλέον, οι ανοσοτροποποιητικές επιδράσεις της βιταμίνης D μπορεί να ρυθμίζουν την παραγωγή κυτταροκινών και να μειώνουν τη φλεγμονή, προάγοντας μια ισορροπημένη και αποτελεσματική ανοσολογική απόκριση.

Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D έχει σχέση με αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις, ιδίως σε λοιμώξεις του αναπνευστικού συστήματος (Girgis et al., 2014). Μελέτες έχουν δείξει ότι τα άτομα με χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D μπορεί να έχουν υψηλότερο κίνδυνο αναπνευστικών λοιμώξεων, συμπεριλαμβανομένης της γρίπης και της πνευμονίας. Επιπλέον, ο ρόλος της βιταμίνης D στη ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος είναι πολύ πιθανό να επεκταθεί και στις αυτοάνοσες νόσους. Ορισμένες έρευνες δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της ανάπτυξης αυτοάνοσων παθήσεων,

όπως η σκλήρυνση κατά πλάκας, η ρευματοειδής αρθρίτιδα και ο διαβήτης τύπου 1 (Adams and Hewison, 2008).

1.5.3. Καρδιαγγειακή υγεία

Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D έχει ενεργό ρόλο στην καρδιαγγειακή υγεία. Οι VDRs εκφράζονται σε διάφορους καρδιαγγειακούς ιστούς, όπως των αγγειακών λείων μυϊκών κυττάρων και των ενδοθηλιακών κυττάρων (Tishkoff et al., 2008). Η επίδραση της βιταμίνης D στο καρδιαγγειακό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει διάφορους μηχανισμούς, συμπεριλαμβανομένης της ρύθμισης της αρτηριακής πίεσης, της αγγειακής λειτουργίας και της φλεγμονής.

Ορισμένες μελέτες έχουν συσχετίσει την ανεπάρκεια βιταμίνης D με αυξημένο κίνδυνο υπέρτασης και καρδιαγγειακών επεισοδίων, όπως καρδιακές προσβολές και εγκεφαλικά επεισόδια (Holick, 2007). Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την ενδοθηλιακή λειτουργία και μπορεί να ενεργεί προκειμένου να μειώσει την αρτηριακή πίεση (Tishkoff et al., 2008). Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω έρευνες για την πλήρη διαλεύκανση του ρόλου της βιταμίνης D στην καρδιαγγειακή υγεία και την πρόληψη ασθενειών.

1.5.4. Κίνδυνος καρκίνου και πρόληψη

Η βιταμίνη D έχει επίσης διερευνηθεί για τον πιθανό ρόλο της στον κίνδυνο και την πρόληψη του καρκίνου. Οι μελέτες έχουν υποδείξει ότι η βιταμίνη D είναι ικανή να ρυθμίσει τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, τη διαφοροποίηση και την απόπτωση, διαδικασίες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη και την εξέλιξη του καρκίνου (Greer, 2008).

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και του κινδύνου εμφάνισης μορφών καρκίνου, όπως του καρκίνου του παχέος εντέρου, του μαστού και του προστάτη (Holick, 2007). Οι πιθανές αντικαρκινικές επιδράσεις της βιταμίνης D μπορεί να αποδοθούν στην ικανότητά της να ρυθμίζει την κυτταρική ανάπτυξη και να προωθεί την κυτταρική διαφοροποίηση, αναστέλλοντας τον σχηματισμό όγκων (Greer, 2008).

Ωστόσο, η σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του καρκίνου είναι πολύπλοκη και μπορεί να επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ατομικής

γενετικής, του τύπου του καρκίνου και του σταδίου της νόσου. Ενώ ορισμένες μελέτες υποδηλώνουν την θετική επίδραση της βιταμίνης D έναντι του καρκίνου, απαιτούνται περισσότερες έρευνες για να διαπιστωθεί η αιτιώδης συνάφεια και να καθοριστεί ο βέλτιστος ρόλος του συμπληρώματος βιταμίνης D στην πρόληψη και τη θεραπεία του καρκίνου.

1.5.5. Αυτοάνοσα νοσήματα

Η βιταμίνη D έχει διερευνηθεί για τις πιθανές ανοσοτροποποιητικές της επιδράσεις σε αυτοάνοσα νοσήματα. Σε παθήσεις όπως η σκλήρυνση κατά πλάκας, η ρευματοειδής αρθρίτιδα και ο συστηματικός ερυθηματώδης λύκος, το ανοσοποιητικό σύστημα επιτίθεται λανθασμένα σε υγιείς ιστούς, με αποτέλεσμα χρόνια φλεγμονή και βλάβη των ιστών.

Οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες της βιταμίνης D και ο ρόλος της στη ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος μπορεί να βοηθήσουν στη διαμόρφωση της ανοσολογικής απόκρισης και ενδεχομένως στη μείωση της σοβαρότητας των αυτοάνοσων νοσημάτων (Adams and Hewison, 2008). Ορισμένες μελέτες έχουν υποδείξει ένα πιθανό όφελος από τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D στη μείωση της δραστηριότητας της νόσου και των συμπτωμάτων σε ορισμένες αυτοάνοσες παθήσεις (Greer, 2008).

Ωστόσο, απαιτούνται πιο πολλές έρευνες για να κατανοήσουμε το σύνολο των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ της βιταμίνης D, του ανοσοποιητικού συστήματος και των αυτοάνοσων νοσημάτων. Ο ρόλος του συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση των αυτοάνοσων παθήσεων παραμένει ένας τομέας συνεχιζόμενης έρευνας.

1.5.6. Ψυχική υγεία και γνωστική λειτουργία

Οι επιπτώσεις της βιταμίνης D στην ψυχική υγεία και τη γνωστική λειτουργία έχουν επίσης προσελκύσει την προσοχή. Οι VDRs έχουν παρουσιαστεί σε τμήματα του εγκεφάλου που εμπλέκονται στη ρύθμιση της διάθεσης και στη γνωστική λειτουργία (Gezen-Ak et al., 2012). Η ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει άμεση σχέση με αυξημένο κίνδυνο κατάθλιψης και γνωστικής εξασθένησης σε ορισμένες μελέτες (Gezen-Ak et al., 2012).

Αν και οι ακριβείς μηχανισμοί παραμένουν ασαφείς, οι επιδράσεις της βιταμίνης D στους νευροτροφικούς παράγοντες και ο ρόλος της στη νευροπροστασία έχουν προταθεί

ως πιθανοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επίδρασή της στην ψυχική υγεία και τη γνωστική λειτουργία (Gezen-Ak et al., 2012).

1.5.7. Άλλες πιθανές επιπτώσεις

Πέρα από τις πτυχές που αναφέρθηκαν, η βιταμίνη D έχει εμπλακεί και σε άλλους τομείς της υγείας και της ασθένειας. Ορισμένες έρευνες έχουν υποδείξει συσχετίσεις μεταξύ της έλλειψης βιταμίνης D και παθήσεων όπως το άσθμα, η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) και οι μεταβολικές διαταραχές (Holick, 2007). Η επίδραση της βιταμίνης D στη λειτουργία των πνευμόνων και τη φλεγμονή μπορεί να έχει επιπτώσεις στην υγεία του αναπνευστικού συστήματος.

Επιπλέον, η συμμετοχή της βιταμίνης D στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στο μεταβολισμό της γλυκόζης υποδηλώνει πιθανές επιπτώσεις στην πρόληψη και τη διαχείριση του διαβήτη τύπου 2 (Khairy & Saad, 2023). Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να καθοριστούν οριστικές σχέσεις και ο ρόλος του συμπληρώματος βιταμίνης D σε αυτά τα πλαίσια.

Ο πολύπλευρος ρόλος της βιταμίνης D εκτείνεται πέρα από την κλασική της λειτουργία στην ομοίωση του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην ανοσολογική λειτουργία, την καρδιαγγειακή υγεία, την πρόληψη του καρκίνου, τα αυτοάνοσα νοσήματα, την ψυχική υγεία και άλλες φυσιολογικές διεργασίες. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένους κινδύνους διαφόρων ασθενειών, αναδεικνύοντας τη σημασία της διατήρησης επαρκών επιπέδων βιταμίνης D για τη συνολική υγεία και την πρόληψη ασθενειών.

Αν και η χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D έχει δείξει υποσχέσεις σε ορισμένα πλαίσια, η βέλτιστη δοσολογία και οι πιθανές μακροχρόνιες επιπτώσεις της απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση. Οι επαγγελματίες του ιατρικού και παραϊατρικού τομέα απαιτείται να λαμβάνουν υπόψη τους ατομικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, η κατάσταση της υγείας και η έκθεση στον ήλιο, όταν καθορίζουν τις κατάλληλες στρατηγικές συμπλήρωσης βιταμίνης D.

1.6. Συνιστώμενες διατροφικές ποσότητες (RDA) και ανεκτά ανώτερα επίπεδα πρόσληψης (UL) για τη βιταμίνη D

Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια Τροφίμων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Food Safety Authority-EFSA) έχει καθορίσει τα Συνιστώμενα Διατροφικά Επίπεδα (RDAs) και τα Ανώτερα Ανεκτάτα Επίπεδα Πρόσληψης (ULs) για την πρόσληψη βιταμίνης D του πληθυσμού (EFSA, 2012).

Σύμφωνα με τις οδηγίες, η Συνιστώμενη Ημερήσια Δόση (RDA) βιταμίνης D για τους ενήλικες ορίζεται 600 έως 800 διεθνών μονάδων (IU) ανά ημέρα για τη διατήρηση της υγείας των οστών και την πρόληψη της ανεπάρκειας της βιταμίνης D. Για τα παιδιά ηλικίας 1-17 ετών, τις έγκυες και για τις θηλάζουσες, η επαρκής πρόσληψη (AI) καθορίζεται σε 600 IU ημερησίως και για τα βρέφη ηλικίας 0- 12 μηνών χρειάζεται 400 IU βιταμίνης D ανά ημέρα. Το Ινστιτούτο Ιατρικής των ΗΠΑ για τα άτομα ηλικίας άνω των 70 ετών συστήνει 20μg (800 IU) ημερησίως (Wolpowitz, Gilcrest, 2006).

Το UL το οποίο αντιπροσωπεύει το υψηλότερο επίπεδο ημερήσιας πρόσληψης που είναι απίθανο να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες, ορίζεται στα 100 μg (4000 IU) ημερησίως για τους ενήλικες (EFSA, 2012). Είναι σημαντικό να τηρούνται αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές για να αποφευχθεί η υπερβολική πρόσληψη βιταμίνης D, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες ενέργειες.

1.6.1. Υπερασβεστιαμία και τοξικότητα της βιταμίνης D

Η υπερβολική συμπληρωματική λήψη βιταμίνης D έχει ως αποτέλεσμα τα αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα, μια κατάσταση γνωστή ως υπερασβεστιαμία (Kaur et al., 2015). Η υπερασβεστιαμία συνήθως είναι αποτέλεσμα υπερβολικής χρήσης συμπληρωμάτων και φαρμάκων και μπορεί να προκαλέσει παρενέργειες όπως ναυτία, έμετο, αδυναμία και σύγχυση (Asif et al., 2021). Σε σοβαρές περιπτώσεις, μπορεί να προκληθούν προβλήματα όπως πέτρες στα νεφρά, ασβεστοποίηση των μαλακών ιστών και μειωμένη νεφρική λειτουργία.

Ωστόσο, η τοξικότητα της βιταμίνης D είναι σπάνια και συνήθως εμφανίζεται με παρατεταμένη πρόσληψη εξαιρετικά υψηλών δόσεων πολύ πάνω από τα συνιστώμενα επίπεδα (Kaur et al., 2015).

Πίνακας 5: Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (ΣΗΠ) για τη βιταμίνη D και το ασβέστιο ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα.

Life Stage Group	Calcium			Vitamin D		
	Estimated Average Requirement (mg/day)	Recommended Dietary Allowance (mg/day)	Upper Level Intake (mg/day)	Estimated Average Requirement (IU/day)	Recommended Dietary Allowance (IU/day)	Upper Level Intake (IU/day)
Infants 0 to 6 months	*	*	1,000	**	**	1,000
Infants 6 to 12 months	*	*	1,500	**	**	1,500
1-3 years old	500	700	2,500	400	600	2,500
4-8 years old	800	1,000	2,500	400	600	3,000
9-13 years old	1,100	1,300	3,000	400	600	4,000
14-18 years old	1,300	1,300	3,000	400	600	4,000
19-30 years old	800	1,000	2,500	400	600	4,000
31-50 years old	800	1,000	2,500	400	600	4,000
51-70 year old males	800	1,000	2,000	400	600	4,000
51-70 year old females	1,000	1,200	2,000	400	600	4,000
>70 years old	1,000	1,200	2,000	400	800	4,000
14-18 years old, pregnant/lactating	1,300	1,300	3,000	400	600	4,000
19-50 years old, pregnant/lactating	800	1,000	2,500	400	600	4,000

*For infants, Adequate Intake is 200 mg/day for 0 to 6 months of age and 260 mg/day for 6 to 12 months of age.
 **For infants, Adequate Intake is 400 IU/day for 0 to 6 months of age and 400 IU/day for 6 to 12 months of age.

INSTITUTE OF MEDICINE *Advancing the nation • improving health*
 OF THE NATIONAL ACADEMIES

Πηγή: Institute of Medicine (2010), DRIs for Calcium and Vitamin D

1.6.2. Αλληλεπιδράσεις με φάρμακα

Το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να αλληλεπιδράσει με ορισμένα φάρμακα, επηρεάζοντας ενδεχομένως την αποτελεσματικότητα ή την ασφάλειά τους (Kaur et al., 2015). Για παράδειγμα, τα θειαζιδικά διουρητικά, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως για τη θεραπεία της υπέρτασης, μπορούν να ενισχύσουν την επαναρρόφηση του ασβεστίου στους νεφρούς, οδηγώντας σε αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα όταν συνδυάζονται με συμπληρώματα βιταμίνης D σε υψηλές δόσεις. Ομοίως, τα κορτικοστεροειδή μπορούν να μειώσουν την απορρόφηση ασβεστίου και να αυξήσουν την απέκκριση ασβεστίου στα

ούρα, επιδεινώνοντας ενδεχομένως τις επιπτώσεις της υπερβολικής χορήγησης συμπληρωμάτων βιταμίνης D (Asif et al., 2021).

Τα άτομα που λαμβάνουν φάρμακα θα πρέπει να συμβουλευόνται τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης πριν ξεκινήσουν τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D για να αξιολογήσουν τις πιθανές αλληλεπιδράσεις και τα ζητήματα ασφάλειας.

1.6.3. Συμπλήρωση ασβεστίου και βιταμίνης D

Η βιταμίνη D ενεργεί στην απορρόφηση του ασβεστίου στο έντερο, καθιστώντας την απαραίτητη για την υγεία των οστών. Ωστόσο, η υπερβολική πρόσληψη ασβεστίου, ιδίως από συμπληρώματα, μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης λίθων στα νεφρά και άλλων ανεπιθύμητων ενεργειών.

Η ΙΟΜ συνιστά στα άτομα να λαμβάνουν υπόψη τους τόσο το διαιτητικό ασβέστιο όσο και την πρόσληψη ασβεστίου από συμπληρώματα όταν καθορίζουν τη συνολική πρόσληψη ασβεστίου. Για ενήλικες ηλικίας 19 έως 50 ετών, η ΙΟΜ συνιστά ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου 1000 mg για άνδρες και γυναίκες. Για ενήλικες ηλικίας 51 έως 70 ετών, η ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου που συνιστάται αυξάνεται σε 1000 mg για τους άνδρες και 1200 mg για τις γυναίκες.

Θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική πρόσληψη ασβεστίου, καθώς μπορεί να αλληλεπιδράσει με το συμπλήρωμα βιταμίνης D και να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες ενέργειες.

Πίνακας 6: Διατροφικές απαιτήσεις για ασβέστιο και βιταμίνη D ανάλογα με το φύλο και την ηλικία (Institute of Medicine of America).

Ηλικία και φύλο	Ασβέστιο		Βιταμίνη D		
	RDA (mg/d)	LS (mg/d)	RDA (UI/d)	25(OH)D (ng/ml) ^a	LS (UI/d)
1-3 α (H και M)	700	2.500	600	είκοσι	2.500
4-8 α (H και M)	1.000	2.500	600	είκοσι	3.000
9-13 α (M και ΣΤ)	1.300	3.000	600	είκοσι	4.000
14-18 α (M και ΣΤ)	1.300	3.000	600	είκοσι	4.000
19-30 α (M και T)	1.000	2.500	600	είκοσι	4.000
31-50 α (M και M)	1.000	2.500	600	είκοσι	4.000
51-70 α (H)	1.000	2.000	600	είκοσι	4.000
51-70 α (M)	1.200	2.000	600	είκοσι	4.000
71 + α (H και M)	1.200	2.000	800	είκοσι	4.000
<i>Εγκυμοσύνη ή θηλασμός</i>					
14-18 π	1.300	3.000	600	είκοσι	4.000
19-50 π	1.000	2.500	600	είκοσι	4.000
<i>Βρέφη</i>					
0-6m (Y και M)	200β ⁻	1.000	400*	είκοσι	1.000
6-12 m (Y και M)	260b ⁻	1.500	400*	είκοσι	1.500

Πηγή: Ross AC et al, 2011

1.7. Εξατομίκευση και παρακολούθηση

Όπως συμβαίνει με κάθε διατροφικό συμπλήρωμα, το συμπλήρωμα βιταμίνης D εξατομικεύεται αναλόγως με τις ατομικές ανάγκες και την κατάσταση της υγείας. Τα άτομα με υποκείμενες ιατρικές καταστάσεις, όπως υπερπαραθυρεοειδισμός ή νεφρική νόσος, μπορεί να είναι πιο ευαίσθητα στις ανεπιθύμητες ενέργειες του συμπληρώματος βιταμίνης D και θα πρέπει να είναι προσεκτικά.

Η συστηματική παρακολούθηση των επιπέδων της βιταμίνης D και των επιπέδων ασβεστίου μπορεί να βοηθήσει να διασφαλιστεί ότι το συμπλήρωμα παραμένει εντός ασφαλών και αποτελεσματικών ορίων.

1.7.1. Κλινικές δοκιμές και ανεπιθύμητες ενέργειες

Οι κλινικές δοκιμές που εξετάζουν τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D για τη διαχείριση του βάρους έχουν γενικά αναφέρει ένα ευνοϊκό προφίλ ασφάλειας. Οι περισσότερες δοκιμές χρησιμοποίησαν δόσεις εντός των συνιστώμενων ορίων, όπως 1000 έως 4000 IU ημερησίως.

Μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση από τους Chandler et al. (2015) αξιολόγησε την ασφάλεια της συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης D ταυτόχρονα μια δίαιτα περιορισμένων θερμίδων για την απώλεια βάρους. Η ανάλυση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D ήταν ασφαλές, χωρίς να αναφερθούν σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες στις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν.

Σε μια τυχαίοποιημένη μελέτη των Major et al. (2019), τα άτομα που λάμβαναν καθημερινά 4000 IU βιταμίνης D3 για 12 εβδομάδες δεν εμφάνισαν σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες που να σχετίζονται με το συμπλήρωμα.

Κεφάλαιο 2: Παχυσαρκία

2.1. Θεωρητικό υπόβαθρο - Επιδημιολογία

Η παχυσαρκία είναι μια σύνθετη και πολυπαραγοντική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη συσσώρευση σωματικού λίπους, η οποία έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία (WHO, 1997). Η ανθυγιεινή διατροφή, τα επεξεργασμένα τρόφιμα, ο καθιστικός τρόπος ζωής, οι μετακινήσεις με τα μέσα μεταφοράς αποτελούν, μεταξύ άλλων, παράγοντες που οδηγούν στην αύξηση του επιπολασμού της παχυσαρκίας (Hruby & Hu, 2015).

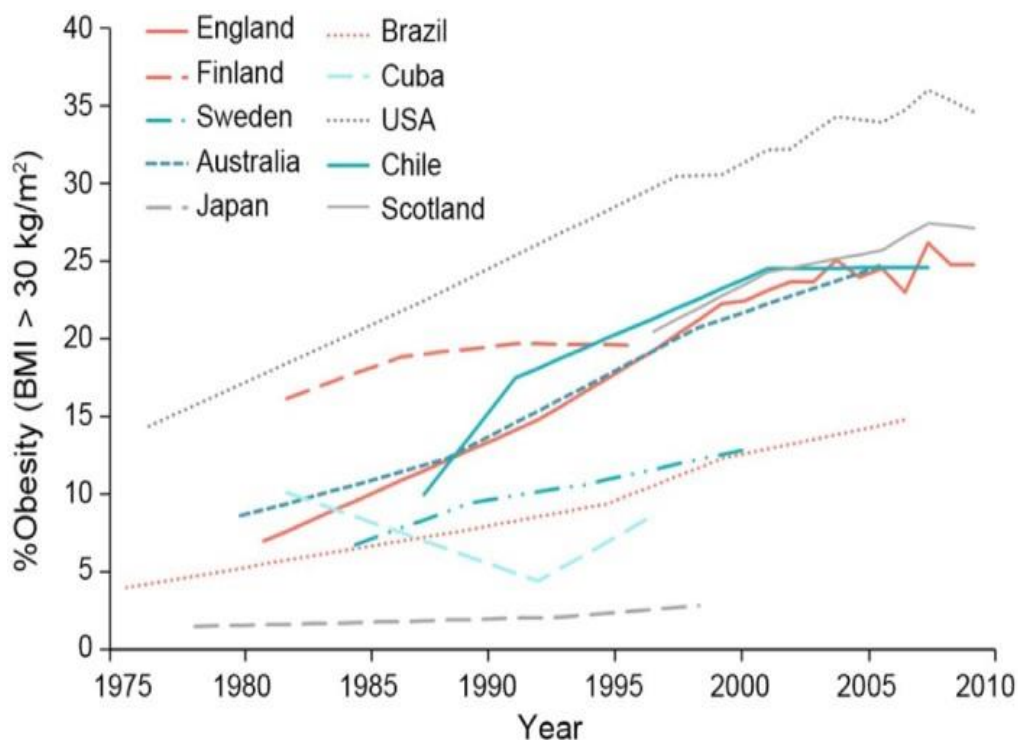
Η παχυσαρκία οδηγεί τον ανθρώπινο οργανισμό σε μεγάλα προβλήματα υγείας και σε χρόνιες ασθένειες, όπως οι κινητικές αναπηρίες, οι ψυχολογικές ασθένειες, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ο καρκίνος ακόμα και η θνησιμότητα (WHO, 2022). Η παχυσαρκία προκαλεί προβλήματα και στην ψυχική υγεία, καθώς σε κοινωνικό επίπεδο και οικονομικό κόστος (Διανέοσις, 2022).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας το 2022 κατέγραψε το 60% του πληθυσμού της Ευρώπης σαν υπέρβαρο ή παχύσαρκο (Boutari & Mantzoros, 2022). Η παχυσαρκία είναι αποδεδειγμένα μία από τις βασικές αιτίες θανάτου μετά από το κάπνισμα καθώς πάνω από 300000 θάνατοι ετησίως οφείλονται στην παχυσαρκία και σε επιπλοκές της. Η Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας το 2016-2017 σχετικά με την παιδική παχυσαρκία (COSI) κατέγραψε 1 στα 3 παιδιά ηλικίας 6-9 ετών ως παχύσαρκα ή υπέρβαρα (Kurşunoğlu & Yurekli, 2022). Επίσης, ο ΠΟΥ κατέγραψε σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο πως οι γυναίκες έχουν υψηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας (24%) σε σχέση με τους άντρες (22%) (WHO, 2022).

Η παχυσαρκία αποτελεί μια από τις πρώτες αιτίες νοσηρότητας και θνησιμότητας που επηρεάζει ενήλικες και παιδιά (WHO, 2022). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά πως το 59% των ενηλίκων ανήκουν στους υπέρβαρους ή παχύσαρκους σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρώπης. Τα επίπεδα είναι πολύ υψηλά στους άνδρες (63%) από τις γυναίκες (54%), με επιπολασμό πάνω από 70% για τους άνδρες σε ορισμένες χώρες. Στην Μεσόγειο και στην Ανατολική Ευρώπη έχουν καταγεγραμμένα τα υψηλότερα ποσοστά υπέρβαρων και παχυσαρκίας (WHO European Regional Obesity Report, 2022).

Η Παγκόσμια Έκθεση Διατροφής το 2021, κατέγραψε 2,2 δισεκατομμύρια ενήλικες παγκοσμίως που έχουν βάρος πάνω από το ανώτατο όριο ή είναι υπέρβαροι, 1,2 δισεκατομμύρια που παρουσιάζουν αυξημένη αρτηριακή πίεση και 538,7 εκατομμύρια νοσούν από σακχαρώδη διαβήτη (Global Nutrition Report, 2021).

Πίνακας 7 : Επιπολασμός της παχυσαρκίας- Ποσοστά παχυσαρκίας σε όλο τον κόσμο.



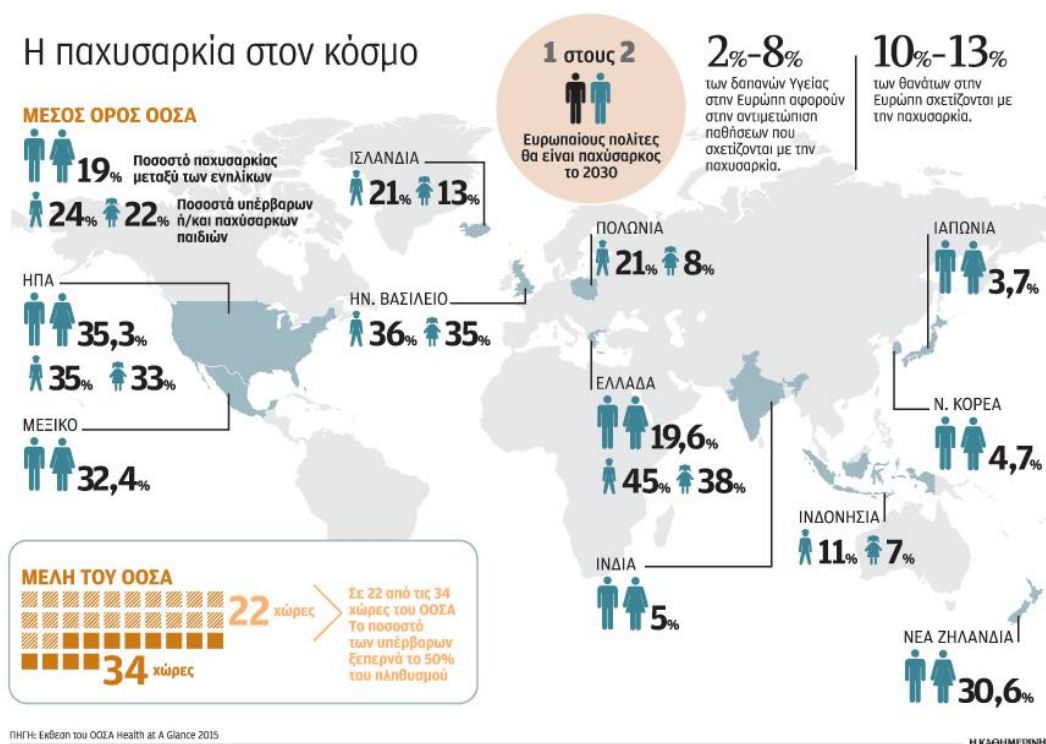
Πηγή: Wiklund P. (2016) Journal of Sport and Health Science

Στην Ελλάδα, η παχυσαρκία αποτελεί μεγάλο πρόβλημα της δημόσιας υγείας, έχοντας υψηλή θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση στα ποσοστά παχυσαρκίας τόσο των ενηλίκων όσο και των μικρότερων ηλικιών (Διανέοσις, 2022). Το 63% των ενηλίκων στην χώρα μας είναι υπέρβαροι ή παχύσαρκοι (Tragomalou et al., 2018). Ο επιπολασμός της παχυσαρκίας στους ενήλικες ξεπερνάει το 50% και ο επιπολασμός της παχυσαρκίας των παιδιών με κυμαίνεται από 20 % έως 41 %, τα υψηλότερα ποσοστά στις χώρες της Ευρώπης (Διανέοσις, 2022). Το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο όσο πιο χαμηλό είναι τόσο αυξάνονται τα ποσοστά της παχυσαρκίας στον πληθυσμό (Διανέοσις, 2022).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η παχυσαρκία καθορίζεται από τη διατροφή του ανήλικου παιδιού και επηρεάζει την υγεία του ατόμου καθώς ενηλικιώνεται (WHO, 2021). Ο επιπολασμός της παχυσαρκίας έχει διπλασιαστεί από την προσχολική ηλικία και αυξάνεται στην εφηβεία με την Ελλάδα να κατέχει μια από τις υψηλότερες θέσεις στην Ευρώπη στην παιδική παχυσαρκία (Διανέοσις, 2022). Πιο αναλυτικά στην Ελλάδα, το ποσοστό των παιδιών 4-6 ετών που έχουν βάρος πάνω από τα ανώτερα φυσιολογικά επίπεδα φτάνει το 20,6% (μελέτη ToyBox). Στα παιδιά ηλικίας 6-10 ετών το ποσοστό είναι 39% (μελέτη Feel4Diabetes) και τα παιδιά ηλικίας 10-12 ετών φτάνουν το 41,2% (μελέτη ENERGY). Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει πως το 70-80% των παχύσαρκων εφήβων εξακολουθούν να είναι παχύσαρκοι στην ενηλικίωση τους (Διανέοσις, 2022). Η Ελλάδα παρουσιάζει εξαιρετικά υψηλά ποσοστά παχυσαρκίας και υπέρβαρου συγκριτικά με Ευρωπαϊκές χώρες ή άλλες χώρες που συμμετείχαν στις μελέτες (Διανέοσις, 2022). Ο επιπολασμός του υπέρβαρου και της παχυσαρκίας των ενηλίκων στην Ελλάδα παρουσιάζει ποσοστό 54,7% (μελέτη Feel4Diabetes), 75,7% για τους άνδρες και 36,9% για τις γυναίκες (Διανέοσις, 2022).

Η Παγκόσμια Ομοσπονδία Παχυσαρκίας (WOF, 2019) βαθμολόγησε χώρες με γνώμονα την υπάρχουσα παιδική παχυσαρκία και πιθανότητα εμφάνισης παχυσαρκίας στα παιδιά μελλοντικά, με τη χώρα μας να έχει ποσοστό 8/11 ενώ η Γερμανία 6,5/11, η Φιλανδία και το Βέλγιο 7/11 (Διανέοσις, 2022).

Πίνακας 8: Η παχυσαρκία σε όλο τον κόσμο.



Πηγή: Έκθεση του ΟΟΣΑ, 2015

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το 2022, οι έξι από τους δέκα ενήλικες (59%) και ένα στα τρία παιδιά (29% των αγοριών και 27% των κοριτσιών) στην Ευρώπη είναι παχύσαρκοι ή υπέρβαροι. Η εξάπλωση της παχυσαρκίας στην Ευρώπη τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά είναι μεγαλύτερη από όλες τις χώρες με εξαίρεση την Αμερική. Η Ελλάδα ανήκει στις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά υπέρβαρων και παχυσαρκίας στην Ευρώπη, τα οποία είναι άνω του μέσου Ευρωπαϊκού ορίου (WHO, 2022). Αξίζει να αναφέρουμε πως η παχυσαρκία θεωρείται υπεύθυνη για 200000 νέων περιστατικών καρκίνου στην Ευρώπη και αναμένεται να αυξηθεί το ποσοστό τα επόμενα χρόνια (WHO, 2022). Επίσης, το αυξημένο σωματικό βάρος πέραν του φυσιολογικού συνδέεται με περισσότερους από 1,2 εκατομμύρια θανάτους ετησίως στην Ευρώπη, καθώς και με το 7% των συνολικών ετών ζωής με αναπηρίες (WHO, 2022).

Σύμφωνα με το European Regional Obesity Report (2022), η μελέτη της παχυσαρκίας καταγράφει τα ποσοστά των υπέρβαρων και των παχύσαρκων στην Ευρώπη που αυξάνονται συνεχώς και προκαλεί ανησυχία το γεγονός της αύξησης της παχυσαρκίας με τις Ευρωπαϊκές χώρες να απέχουν από το στόχο του ΠΟΥ για μείωση της παχυσαρκίας έως

το 2025. Η Ελλάδα παρουσιάζει ποσοστό υπέρβαρων 62,3%, με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο 58,7%. Ειδικότερα, το ποσοστό των παχύσαρκων εκτιμάται σε 24,9%, με ευρωπαϊκό μέσο όρο 23,3% (WHO, 2022).

Όσον αφορά την παιδική παχυσαρκία στην Ελλάδα, το 2020 κατέγραψαν ποσοστό 13,9% για τα παιδιά έως 5 ετών, σχεδόν διπλάσιο από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο 7,9% (WHO, 2022). Τα παιδιά 5 ετών έως 9 ετών, με στοιχεία από το 2016, παρουσίασαν ποσοστό υπέρβαρων 41%, με ευρωπαϊκό μέσο όρο 29,5%. Τα παχύσαρκα παιδιά 5-9 ετών έχουν ποσοστό 17,8% με μέσο όρο ευρωπαϊκό 11,6% (WHO, 2022). Οι έφηβοι 10-19 ετών, με στοιχεία από το 2016, παρουσιάζουν ποσοστό 35,3% έναντι ευρωπαϊκού μέσου όρου 24,9% ενώ οι παχύσαρκοι έφηβοι στην Ελλάδα έχουν ποσοστό 11,7% με ευρωπαϊκό μέσο όρο 7,1% (WHO, 2022).

Η παχυσαρκία είναι μια σύνθετη και πολυπαραγοντική κατάσταση, με ποσοστό 30% του παγκόσμιου πληθυσμού και στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελεί ασθένεια που δεν ανατρέπεται (Διανέοσις, 2022). Μέχρι το 2030, τα ποσοστά της παχυσαρκίας θα έχουν εκτιναχθεί στα ύψη με το 38% του παγκόσμιου ενήλικου πληθυσμού να ανήκει στους υπέρβαρους και το 20% στους παχύσαρκους (World Obesity Atlas, 2022). Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, οι προβλέψεις με βάση τα παγκόσμια στοιχεία σχετικά με την παχυσαρκία και το υπέρβαρο των ενηλίκων δείχνουν έως το 2030 αύξηση πάνω 85% (Hruby & Hu, 2015).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, 1,9 δισεκατομμύρια του ενήλικου πληθυσμού ήταν υπέρβαροι το 2016 (WHO, 2018). Ο επιπολασμός της παχυσαρκίας αυξάνεται συνεχώς με ραγδαίους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, με ποσοστό μεγαλύτερο από το 68% του ενήλικου πληθυσμού στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής να ανήκουν στους υπέρβαρους και το 35% να ανήκουν στους παχύσαρκους (CDC, 2021).

Η πρόβλεψη του Παγκόσμιου Άτλαντα Παιδικής Παχυσαρκίας από την Παγκόσμια Ομοσπονδία Παχυσαρκίας, τα παχύσαρκα παιδιά παγκοσμίως θα ξεπεράσουν τα 254 εκατομμύρια έως το 2030. Σύμφωνα με τον COSI (European Childhood Obesity Surveillance Initiative), σχεδόν 25% ,κυρίως αγόρια, είναι υπέρβαρα ή παχύσαρκα. Ενώ τα αγόρια ηλικίας 10-12 ετών, 50% είναι παχύσαρκα. Το 2017 καταγράφηκαν τα ποσοστά παχυσαρκίας στα αγόρια ηλικίας 6-9 ετών στην Κύπρο (43%) και στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Ισπανία (42%). Στα κορίτσια τα υψηλότερα ποσοστά εντοπίζονται στην Κύπρο με

ποσοστό 43%, ακολουθεί η Ισπανία με ποσοστό 41% ενώ η Ελλάδα και η Ιταλία έχουν ποσοστό 38% (COSI, 2018).

Στην Ευρώπη μετά τη δεκαετία του 1980, η παχυσαρκία έχει αυξηθεί κατά τρεις φορές, με ταυτόχρονη αύξηση των περιστατικών μη μεταδοτικών ασθενειών [NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC), 2017]. Στην Ελλάδα, το 2030 προβλέπεται να διπλασιαστεί και αν φθάσει στο 40% σε σχέση με το 2010 που ήταν 20%. Σχεδόν 19,6% του ενήλικου πληθυσμού της Ελλάδας είναι παχύσαρκοι.

Πίνακας 9: Επιπολασμός παχυσαρκίας στην Ελλάδα.

Συγγραφείς/ Μελέτη	Έτος συλλογής δεδομένων	Αριθμός συμμετεκόντων	Ηλικία συμμετεκόντων	Υπέρβαρα (%)		Παχυσαρκία (%)		Κεντρική παχυσαρκία (%)	
				Αγόρια	Κορίτσια	Αγόρια	Κορίτσια	Αγόρια	Κορίτσια
Brug et al., 2012 (The ENERGY Project)	2010	7.234	10-12 ετών	28,5	21,8	5,4	4,1	-	-
Tzotzas et al., 2011	2003	3.140	6-12 ετών	31,2	26,5	9,4	6,4	12,5	4,2
Tzotzas et al., 2008	2003	14.456	13-17 ετών	29,4	16,7	6,1	2,7	21,7	13,5
Karayannis et al., 2003	1997-1998	4.299	11 ½ - 16 ετών	21,7	9,1	2,5	1,2	-	-
Georgiads & Nassis, 2007	1990-1991	6.448	6-17 ετών	16,9	17,6	3,8	3,3	-	-
Farajian et al., 2011 (GRECO Study)	2009	4.786	10-12 ετών	29,9	29,2	12,9	10,6	-	-
Panagiotakos et al., 2008 (PANACEA Study)	2005-2006	700	10-12 ετών	33,9	22,1	8,6	9	-	-
Tambalis et al., 2010	1997-2007	651.582	8-9 ετών	19,6 (1997)	20,2 (1997)	8,1 (1997)	7,2 (1997)	-	-
				26,5 (2007)	26,7 (2007)	12,3 (2007)	11,3 (2007)		
COSI (προσωπική επικοινωνία με κυρία Χασαπιδού)	2010-2011	5.679	7-8 ετών	24,5	25,6	13,6	14,3	-	-
			9-10 ετών	30,4	27,7	14,7	14,6	-	-

Πηγή: Εθνικός Διατροφικός Οδηγός, 2014

2.1.1. Λιπώδης ιστός: Τύποι λιποκυττάρων

Ο λιπώδης ιστός, κοινώς γνωστός ως σωματικό λίπος, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στο μεταβολισμό των λιπιδίων, στην αποθήκευση ενέργειας και στη ρύθμιση των ορμονών. Ο λιπώδης ιστός διαχωρίζεται σε δυο κατηγορίες με βάση την κυτταρική μορφολογία του και τις βιολογικές του λειτουργίες, τον λευκό και τον φαιό λιπώδη ιστό (Jokinen et al., 2017). Τον τελευταίο καιρό έχουν ανακαλυφθεί από την επιστημονική κοινότητα μέσα στο λευκό λιπώδη λιποκύτταρα, τα οποία αποτελούν τον μπεζ λιπώδη ιστό.

Ο λευκός λιπώδης ιστός αποθηκεύει θρεπτικά συστατικά, λιπίδια και επιπλέον λειτουργεί σαν ενδοκρινές όργανο παράγοντας ορμόνες και πρωτεΐνες για το ανθρώπινο σώμα. Ο λευκός λιπώδης ιστός (WAT) εντοπίζεται στο σπλαχνικό και στο υποδόριο λίπος (Zechner et al., 2012). Επιπροσθέτως, ο WAT βρίσκεται σε διάφορα του οργανισμού, όπως η καρδιά, οι νεφροί, οι αδένες των γεννητικών οργάνων καθώς και περιμετρικά από άλλα όργανα (Zechner et al., 2012).

Ο φαιός λιπώδης ιστός (BAT) ή καστανός είναι ένας εξειδικευμένος τύπος λιπώδους ιστού που διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη θερμογένεση και την ενεργειακή δαπάνη (Mutt et al., 2018). Η αποθήκευση του φαιού λιπώδους ιστού εντοπίζεται στον αυχένα και στο θώρακα. (Bartelt and Heeren, 2013). Σύμφωνα με έρευνες υπάρχει αντίστροφη σχέση μεταξύ αυξημένης παχυσαρκίας και ανίχνευσης BAT (Nedergand et al., 2011). Επίσης, οι γυναίκες παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά φαιού λιπώδη ιστού και δεν έχει αποσαφηνιστεί ακόμα εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ BAT και φύλου λόγω ορμονών.

Οι έρευνες έδειξαν πως η σωματική άσκηση είναι ικανή να μετατρέψει τον λευκό λιπώδη ιστό σε φαιό λιπώδη ιστό (Bartelt and Heeren, 2013). Επιπλέον, ο BAT αναστέλλει την ανάπτυξη της παχυσαρκίας λόγω της θερμογένεσης (Roman et al., 2015).

Τα μπεζ λιποκύτταρα εντοπίζονται μέσα στο λευκό λιπώδη ιστό και λειτουργούν όπως τα φαιά λιποκύτταρα (Mulya and Kirwan, 2016). Δραστηριοποιούνται κυρίως με την έκθεση του οργανισμού στο κρύο και με την σωματική άσκηση ώστε να παράγουν θερμότητα (Klingenspor et al., 2012). Τα λιποκύτταρα αυτά είναι καθοριστικής σημασίας

για τις μεταβολικές ασθένειες και αποτελούν στόχο για την επιστημονική και ερευνητική κοινότητα (Bartelt and Heeren, 2013).

2.2. Αξιολόγηση της παχυσαρκίας

Η παχυσαρκία ή η συσσώρευση σωματικού λίπους, είναι μια κρίσιμη παράμετρος για την αξιολόγηση του συνολικού κινδύνου υγείας και ασθενειών. Η υπερβολική παχυσαρκία, ιδίως με τη μορφή σπλαχνικής ή κεντρικής παχυσαρκίας, συνδέεται στενά με μεγαλύτερο κίνδυνο χρόνιων ασθενειών, όπως των καρδιαγγειακών παθήσεων, του διαβήτη τύπου 2, ορισμένων μορφών καρκίνου και της θνησιμότητας (WHO, 2022). Ο ΠΟΥ εκτιμά πως θα αυξηθεί το ποσοστό των υπέρβαρων ή παχύσαρκων ανθρώπων μέχρι το 2025 με αποτέλεσμα να πολλαπλασιαστούν τα προβλήματα στην υγεία τους (Mahmoodi & Najafipour, 2022).

Κατά συνέπεια, οι ακριβείς και αξιόπιστες μετρήσεις της παχυσαρκίας είναι απαραίτητες για κλινικούς σκοπούς αλλά και για έρευνες που θα τους παρέχουν στοιχεία. Η παρούσα ενότητα παρέχει μια επισκόπηση των κοινών μετρήσεων της παχυσαρκίας, συζητώντας τα πλεονεκτήματα, τους περιορισμούς και τη σημασία τους για την αξιολόγηση της περιεκτικότητας σε σωματικό λίπος (Gupta, 2011).

Εικόνα 8 : Τιμές αναφοράς Δείκτη Μάζας Σώματος και κίνδυνος νοσηρότητας.

Τιμές Αναφοράς ΔΜΣ* (kg/m ²)	Κατηγοριοποίηση σωματικού βάρους	Κίνδυνος νοσηρότητας από χρόνια νοσήματα
<18,5	Ελλιποβαρές	Χαμηλός (αλλά αυξημένος κίνδυνος άλλων κλινικών προβλημάτων)
18,5-24,9	Φυσιολογικό	Φυσιολογικός
25-29,9	Υπέρβαρο	Αυξημένος
30-34,9	Παχυσαρκία 1ου βαθμού	Πολύ αυξημένος
35-39,9	Παχυσαρκία 2ου βαθμού	Σοβαρός
≥40	Παχυσαρκία 3ου βαθμού	Πολύ σοβαρός

* Αυτές οι τιμές αναφοράς αφορούν κυρίως Ευρωπαίους/Καυκάσιους πληθυσμούς και ενδέχεται να μην αντιστοιχούν στον ίδιο βαθμό παχυσαρκίας σε διαφορετικούς πληθυσμούς. Για παράδειγμα, οι Ασιάτες σε σχέση με τους Καυκάσιους διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο νοσηρότητας από χρόνια νοσήματα για χαμηλότερες τιμές ΔΜΣ και έτσι για τους πληθυσμούς αυτούς έχουν προταθεί ως κατωφλικές τιμές για το υπέρβαρο οι τιμές ΔΜΣ μεταξύ 23 και 27,5kg/m² και για την παχυσαρκία οι τιμές ΔΜΣ $\geq 27,5$ kg/m² (NICE, 2018).

Σημείωση: Ο ΔΜΣ υπολογίζεται διαιρώντας το σωματικό βάρος (σε κιλά) με το τετράγωνο του ύψους (σε μέτρα).

Πηγή: Nice, 2018

2.2.1. Δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ)

Ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) αποτελεί ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα και προσιτά μέτρα μέτρησης της παχυσαρκίας. Υπολογίζεται ως το βάρος ενός ατόμου σε χιλιόγραμμα το οποίο διαιρούμε με το τετράγωνο του ύψους του σε μέτρα (kg/m²). Παρά τη δημοτικότητά του, ο ΔΜΣ έχει εγγενείς περιορισμούς, που σχετίζονται κυρίως με την αδυναμία του να διακρίνει μεταξύ της λιπώδους και της άλιπης μάζας (Flegal et al., 2009).

Ενώ ο ΔΜΣ είναι ένα χρήσιμο εργαλείο διαλογής για τον εντοπισμό ατόμων που διατρέχουν κίνδυνο παχυσαρκίας, μπορεί να ταξινομήσει λανθασμένα άτομα με υψηλό ποσοστό άλιπης μάζας, όπως οι αθλητές, ως υπέρβαρα ή παχύσαρκα. Αντίθετα, άτομα με φυσιολογικό ΔΜΣ μπορεί να έχουν υπερβολικό σωματικό λίπος και αυξημένο κίνδυνο χρόνιων ασθενειών (Holick et. al., 2008).

Ο ΔΜΣ είναι καταλληλότερος για εκτιμήσεις σε επίπεδο πληθυσμού και αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για επιδημιολογικές μελέτες μεγάλης κλίμακας. Ωστόσο, καλό θα ήταν

περιορίζεται σε μεμονωμένες κλινικές αξιολογήσεις και να συμπληρώνεται με άλλες μετρήσεις της παχυσαρκίας (Hyrrönen, 2007).

2.2.2. Περίμετρος μέσης (WC)

Η περίμετρος της μέσης είναι ένα απλό και πρακτικό μέτρο για την αξιολόγηση της κοιλιακής ή κεντρικής παχυσαρκίας, η οποία συνδέεται στενά με τον καρδιομεταβολικό κίνδυνο. Η κοιλιακή παχυσαρκία χαρακτηρίζεται από τη συσσώρευση λίπους γύρω από τη μέση και τα εσωτερικά όργανα και αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό του σώματος σε σχήμα "μήλου" (Jorde, 2011).

Η αυξημένη περιφέρεια μέσης σχετίζεται με μεγαλύτερο κίνδυνο νόσων της καρδιάς και των αγγείων, διαβήτη τύπου 2 και μεταβολικού συνδρόμου (Alberti et al., 2009). Η περίμετρος της μέσης αντανακλά την ποσότητα του σπλαχνικού λιπώδους ιστού, ο οποίος είναι πιο ενεργός μεταβολικά και απελευθερώνει περισσότερες προφλεγμονώδεις ουσίες από τον υποδόριο λιπώδη ιστό.

Η μέτρηση της περιφέρειας μέσης είναι απλή, με την τοποθέτηση της μετροταινίας γύρω από την κοιλιά στο ύψος της λαγόνιας ακρολοφίας. Ωστόσο, η ερμηνεία των τιμών της περιφέρειας μέσης θα πρέπει να εξαρτάται από τον πληθυσμό, καθώς οι βέλτιστες τιμές αποκοπής διαφέρουν στις διάφορες εθνοτικές ομάδες (Kamycheva et. al., 2003).

Πίνακας 10 : Υπέρβαροι και παχύσαρκοι με βάση το ΔΜΣ και την περιμέτρο μέσης.

Ταξινόμηση Υπερβάρων και Παχύσαρκων βάσει ΔΜΣ & περιμέτρου μέσης				
Ταξινόμηση	Δείκτης Μάζας Σώματος		Περιμέτρος μέσης	
	ΔΜΣ (Kg/m ²)	Κίνδυνος συνοσηρότητας	Περιμέτρος μέσης και κίνδυνος συνοσηρότητας	
			Ανδρες ≤ 102 εκ. Γυναίκες ≤ 88 εκ.	Ανδρες ≥ 102 εκ. Γυναίκες ≥ 88 εκ.
Ελλιποβαρής	<18.5	Χαμηλός αλλά άλλα προβλήματα		
Φυσιολογικό βάρος	18.5-24.9	Μέσος όρος		
Υπέρβαρος	25-29.9	Αυξημένος	Αυξημένος	Υψηλός
Παχύσαρκος τάξης I	30-34.9	Μέτριος	Υψηλός	Πολύ υψηλός
Παχύσαρκος τάξης II	35-39.9	Σοβαρός	Πολύ υψηλός	Πολύ υψηλός
Παχύσαρκος τάξης III	≥ 40	Πολύ σοβαρός	Υπερβολικά υψηλός	Υπερβολικά υψηλός

Πηγή: AACE/ACE Obesity CPG, Endocr Pract. 2016

2.2.3. Λόγος μέσης προς ισχίο (WHR)

Ο λόγος μέσης προς ισχίο (WHR) είναι ένα άλλο μέτρο που χρησιμοποιείται συνήθως για την μέτρηση της κεντρικής παχυσαρκίας. Υπολογίζεται διαιρώντας την περιφέρεια μέσης με την περιφέρεια ισχίου. Ένας υψηλότερος WHR υποδηλώνει μεγαλύτερο ποσοστό κοιλιακού λίπους σε σχέση με το γλουτιαίο και το λίπος των ισχίων (Knekt et. al., 2008).

Παρόμοια με την περιφέρεια μέσης, η υψηλότερη WHR συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και μεταβολικών διαταραχών (Alberti et al., 2009). Ο WHR είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε μελέτες που διερευνούν τις διαφορές ως προς το φύλο στην κατανομή του λίπους, καθώς οι άνδρες τείνουν να έχουν υψηλότερο WHR από τις γυναίκες.

Ωστόσο, όπως και άλλες ανθρωπομετρικές μετρήσεις, η ερμηνεία του WHR θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις εθνοτικές παραλλαγές, καθώς διαφορετικοί πληθυσμοί ενδέχεται να έχουν διαφορετικά πρότυπα WHR που σχετίζονται με μεταβολικό κίνδυνο (Krul-Poel et. al., 2016).

2.2.4. Απορροφησιμετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA)

Η απορροφησιμετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA) είναι μια μη επεμβατική απεικονιστική τεχνική που μετρά τη σύσταση του σώματος, συμπεριλαμβανομένης της οστικής πυκνότητας, της λιπώδους μάζας και της άλιπης μάζας. Η DXA παρουσιάζεται ως η μέθοδος αναφοράς για την μέτρηση του σωματικού λίπους, την κατανομή του στο σώμα και χρησιμοποιείται ευρέως σε ερευνητικά πλαίσια και στην κλινική πρακτική (Lappe et. al., 2012).

Η DXA παρέχει ακριβείς και λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την περιφερειακή κατανομή του λιπώδους ιστού, επιτρέποντας την ποσοτικοποίηση του σπλαχνικού λιπώδους ιστού και του υποδόριου λιπώδους ιστού σε συγκεκριμένες περιοχές του σώματος (Ross et al., 2015).

Αυτή η τεχνική απεικόνισης είναι ιδιαίτερα πολύτιμη σε ερευνητικές μελέτες που διερευνούν τις σχέσεις μεταξύ της κατανομής του λίπους και του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών. Ωστόσο, η DXA μπορεί να μην είναι τόσο άμεσα διαθέσιμη ή πρακτική για αξιολογήσεις μεγάλης κλίμακας σε επίπεδο πληθυσμού λόγω του κόστους και της απαίτησης για εξειδικευμένο εξοπλισμό (Lee et. Al., 2008).

2.2.5. Ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA)

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA) αποτελεί μια απλή και μη επεμβατική μέθοδος για την μέτρηση της σύστασης του σώματος. Η BIA μετρά τη σύνθετη αντίσταση

των ηλεκτρικών ρευμάτων καθώς περνούν μέσα από το σώμα, παρέχοντας εκτιμήσεις του συνολικού νερού του σώματος, της λιπώδους μάζας και της άλιπης μάζας (Lips, 2006).

Η BIA χρησιμοποιείται συνήθως σε κλινικές ρυθμίσεις, γυμναστήρια και ερευνητικές μελέτες λόγω της απλής χρήσης και του χαμηλού κόστους της. Ωστόσο, η ακρίβεια των μετρήσεων BIA μπορεί να αλλοιωθεί από παράγοντες όπως η κατάσταση ενυδάτωσης, η θέση του σώματος και η παρουσία υποκείμενων καταστάσεων υγείας (Lukaski, 2013).

Η BIA αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση των αλλαγών στη σύνθεση του σώματος με το πέρασμα του χρόνου και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων διαχείρισης του βάρους.

2.3.Αιτιολογία της παχυσαρκίας

Η αιτιολογία της παχυσαρκίας είναι πολυπαραγοντική, συμπεριλαμβάνοντας βιολογικούς, συμπεριφορικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες (NIH, 2022). Οι στρεσογόνοι παράγοντες συμβάλλουν στην αύξηση του βάρους του πληθυσμού (Διανέοσις, 2022). Επίσης, οι ορμονικοί παράγοντες και ο σύγχρονος τρόπος ζωής αποτελούν αιτίες παχυσαρκίας (Bray et al., 2019).

Το θετικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι μία από τις κυριότερες αιτίες παχυσαρκίας και συμβαίνει όταν η ενέργεια που προσλαμβάνει το άτομο από την τροφή είναι πιο μεγάλη από την ενέργεια που χρειάζεται για τη διατήρηση των λειτουργιών ζωτικής σημασίας του οργανισμού και της δραστηριότητας του σώματος. Η περίσσεια πρόσληψη ενέργειας από την τροφή αποθηκεύεται από τον οργανισμό σαν λίπος με αποτέλεσμα την αύξηση του σωματικού βάρους μακροπρόθεσμα.

Τα ερευνητικά στοιχεία αποδεικνύουν πως η προδιάθεση της παχυσαρκίας ξεκινά από τις πρώτες μέρες της σύλληψης (Mikkelsen et al., 2019). Η επίδραση των περιγεννητικών παραγόντων και των περιβαλλοντικών κινδύνων είναι σημαντικές στην εξέλιξη της παχυσαρκίας αλλά παίζει ρόλο και η γενετική προδιάθεση (CDC, 2013). Ο συνδιασμός γονιδίων και περιβάλλοντος καθορίζει την εμφάνιση της παχυσαρκίας.

Το αυξημένο σωματικό βάρος της μητέρας πριν την εγκυμοσύνη, η αύξηση του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης πάνω από το ανώτερο όριο και το κάπνισμα

κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης είναι οι προγεννητικοί παράγοντες που καθορίζουν την εξέλιξη του βάρους του παιδιού και τη μελλοντική παχυσαρκία (Διανέοσις, 2022). Το 35% των Ελληνίδων μητέρων αυξάνουν το βάρος τους περισσότερο από το ανώτερο επίπεδο και τα παιδιά έχουν διπλάσια πιθανότητα να αυξήσουν παχυσαρκία (Διανέοσις, 2022).

Οι μεταγεννητικοί παράγοντες περιλαμβάνουν το αυξημένο βάρος γέννησης του βρέφους, τη σίτηση με φόρμουλες γάλακτος έναντι του μητρικού και η απότομη αύξηση βάρους κατά τα δύο πρώτα χρόνια της ζωής (Διανέοσις, 2022). Σύμφωνα με έρευνες, τα βρέφη που δεν θήλασαν αποκλειστικά του 6 πρώτους μήνες της ζωής είχαν περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης παχυσαρκίας κατά τη σχολική ηλικία (Rito et al., 2019).

Σύμφωνα με προοπτικές μελέτες, τα παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν περισσότερες πιθανότητες να είναι παχύσαρκοι ενήλικες συγκριτικά με τα παιδιά που έχουν φυσιολογικό βάρος (Simmonds et al., 2016).

Η ραγδαία αύξηση της παχυσαρκίας σε ενήλικες και παιδιά είναι αποτέλεσμα του περιβάλλοντος διαβίωσης και του σύγχρονου τρόπου ζωής. Η καθιστική δουλειά, τα τυποποιημένα σνακ, η έλλειψη άσκησης και σωματικής δραστηριότητας, η χρήση οθόνων και βιντεοπαιχνιδιών (Nittari et al., 2019) αποτελούν παράγοντες που οδηγούν στην παχυσαρκία (Hill et al., 2012). Τα επεξεργασμένα τρόφιμα που καταναλώνουμε καθημερινά συμβάλλουν στην αύξηση του βάρους διότι είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά και υψηλής θερμιδικής πυκνότητας (CDC, 2013).

Η προσωπικότητα του ατόμου, τα συναισθήματα, οι προτιμήσεις, η ιδιοσυγκρασία, οι γνώσεις και η αυτό αποτελεσματικότητα αποτελούν τους προσωπικούς παράγοντες που επηρεάζουν το ενεργειακό ισοζύγιο (Moschonis et al., 2011). Επιπλέον, το κοινωνικό περιβάλλον παίζει πολύ ρόλο στην παχυσαρκία (Διανέοσις, 2022). Το επίπεδο εκπαίδευσης των γονέων, το εισόδημα της οικογένειας, τα είδη τροφίμων στο σπίτι, το εκπαιδευτικό περιβάλλον, οι συναναστροφές των εφήβων, η έκθεση των παιδιών στα μέσα μαζικής ενημέρωσης, η πρόσβαση σε αθλητικούς χώρους είναι παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση του σωματικού βάρους και μελλοντικά στην εμφάνιση της παχυσαρκίας (Moschonis et al., 2011).

Πιο αναλυτικά, το κοινωνικό περιβάλλον το παιδιών περιλαμβάνει τις πρακτικές των γονέων και τα γονεϊκά πρότυπα και τις αντιλήψεις των γονέων για το σωματικό βάρος του παιδιού τους που επηρεάζουν τον τρόπο ζωής και καθορίζουν το σωματικό βάρος. Η

γενετικά προδιάθεση και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες δρουν συνεργιστικά με αποτέλεσμα της εμφάνιση της παχυσαρκίας.

Σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης της παιδικής παχυσαρκίας είναι ο μειωμένος χρόνος ύπνου. Μελέτες έχουν συσχετίσει τον μειωμένο νυχτερινό ύπνο με κίνδυνο ανάπτυξης μεταβολικού συνδρόμου , διαβήτη και παχυσαρκίας. Επίσης, ο καθημερινός ύπνος και η διάρκεια του έχουν ελαττωθεί σημαντικά σε εφήβους και ενήλικες , περίπου 1,5-2 ώρες καθημερινά (Bressan et al., 2013).

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφέρουμε τους παράγοντες που οφείλονται σε παθολογικά αίτια όπως ενδοκρινολογικά προβλήματα, ψυχιατρικές ασθένειες, σπάνια γενετικά σύνδρομα και χρόνια θεραπεία με ορισμένα φάρμακα (NIH, 2020).

Εικόνα 9: Αιτιολογία της παχυσαρκίας



Πηγή: European Congress on Obesity, 2019

2.4. Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην υγεία

Η παχυσαρκία αποτελεί τεράστιο πρόβλημα για την υγεία και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με χρόνια νοσήματα. Η συσσώρευση λίπους και το υπερβολικό βάρος οδηγούν καρδιαγγειακά προβλήματα, μυοσκελετικές παθήσεις, διαβήτη τύπου 2, καρκίνους και άλλες ασθένειες (Aleksandrova et al., 2014). Το υπέρμετρο βάρος και η παχυσαρκία σε παιδιά και εφήβους συσχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρδιαγγειακών προβλημάτων, νοσηρότητας και θνησιμότητας (Larsson et al., 2013). Αξίζει να αναφέρουμε πως έχουν καταγραφεί ετήσια περισσότεροι από τρία εκατομμύρια θάνατοι παγκοσμίως (Faraj et al., 2006).

Εικόνα 10 : Κλινικές διαταραχές και νοσήματα που συνδέονται με την παχυσαρκία.



Σημείωση: Στην εικόνα παρουσιάζεται η σχέση της παχυσαρκίας (στο κέντρο) με καρδιομεταβολικές και μη καρδιομεταβολικές διαταραχές που αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης σχετικών νοσημάτων. Πολλές από αυτές τις διαταραχές μπορεί να εμφανίζονται αθροιστικά στο ίδιο άτομο και να αλληλοεπιδρούν, με αποτέλεσμα τον αυξημένο κίνδυνο συννοσηρότητας. Εντούτοις οι πιθανές αλληλεπιδράσεις έχουν παραληφθεί από την εικόνα για λόγους απλούστευσης. Παράλληλα η εικόνα παρουσιάζει και τις κοινωνικές επιπτώσεις της παχυσαρκίας στο άτομο.

Πηγή: Προσαρμογή από Bray et al., 2017.

Κεφάλαιο 3: Ενεργειακό Ισοζύγιο

3.1. Εισαγωγή στο ενεργειακό ισοζύγιο

Το ενεργειακό ισοζύγιο είναι μια θεμελιώδης έννοια της ανθρώπινης φυσιολογίας που παίζει καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό του βάρους του σώματος και της σύστασης του. Αναφέρεται στην ισορροπία μεταξύ της ενεργειακής πρόσληψης από τα τρόφιμα και τα ποτά και της ενεργειακής δαπάνης μέσω των μεταβολικών διεργασιών και της σωματικής δραστηριότητας. Η διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ ενεργειακής πρόσληψης και δαπάνης είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση του σωματικού βάρους και τη συνολική υγεία.

Πίνακας 11 : Ενεργειακό ισοζύγιο σε παιδιά και εφήβους.

	Παιδιά 3-5 ετών	Παιδιά & έφηβοι 6-13 ετών	Έφηβοι 14-18 ετών
Φρούτα*	1-2 μερίδες/ημέρα	2-3 μερίδες/ημέρα	3 μερίδες/ημέρα
Λαχανικά**	1-2 μερίδες/ημέρα	2-3 μερίδες/ημέρα	3-4 μερίδες/ημέρα
Σακχαρούχα ροφημάτα	Ιδιαίτερη αποφυγή κατανάλωσης αναψυκτικών, ενεργειακών ποτών ή χυμών που περιέχουν προστιθέμενα σάκκαρα		
Γλυκά & αλμυρά σνακ	<ul style="list-style-type: none">• Όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση ζάχαρης, σακχαρούχων γλυκαντικών υλών*** και των προϊόντων που τα περιέχουν• Όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση αλατιού και των προϊόντων που το περιέχουν		
Σωματική δραστηριότητα	Τουλάχιστον 180 λεπτά σωματικής δραστηριότητας σε οποιαδήποτε μορφή ή ένταση, εκ των οποίων τουλάχιστον τα 60 λεπτά να είναι μέτριας έως έντονης σωματικής δραστηριότητας, κατανεμημένα κατά τη διάρκεια της ημέρας	<ul style="list-style-type: none">• Μέτριας προς υψηλής έντασης σωματική δραστηριότητα, κυρίως αερόβια για τουλάχιστον 60 λεπτά/ημέρα κατά μέσο όρο μέσα στην εβδομάδα• Αερόβια δραστηριότητα υψηλής έντασης, καθώς και ασκήσεις ενδυνάμωσης των μυών και των οστών θα ήταν καλό να ενσωματώνονται τουλάχιστον 3 ημέρες/εβδομάδα	
Ενασχόληση με δραστηριότητες οθόνης	Περιορισμός του καθιστικού χρόνου και ιδιαίτερα του χρόνου μπροστά στην οθόνη για λόγους ψυχαγωγίας (≤1 ώρα/ημέρα)	Περιορισμός του καθιστικού χρόνου και ιδιαίτερα του χρόνου μπροστά στην οθόνη για λόγους ψυχαγωγίας (<2ώρες/ημέρα)	

* 1 μερίδα φρούτου = 120-200gr φρούτου π.χ. 1 μέτριο μήλο, 1 μέτριο πορτοκάλι, 2 μικρά ακτινίδια, 2 μικρά βερίκοκα, περίπου 8 φράουλες, περίπου 15 κεράσια, 1 φέτα καρπούζι ή πεπόνι κ.ά.

** 1 μερίδα λαχανικών=150-200gr ωμά ή μαγειρεμένα λαχανικά π.χ. 1 φλιτζάνι (όγκου 240mL) μαγειρεμένα λαχανικά, 2 φλιτζάνια ωμά πράσινα φυλλώδη λαχανικά, 1 μεγάλη ντομάτα, 1 μέτριο αγγούρι κ.ά.

*** Οι σακχαρούχες γλυκαντικές ύλες αναφέρονται σε: γλυκόζη, αμυλοσιρόπιο, φρουκτόζη, μαλτόζη, μαλτοδεξτρίνη, μελάσα, πειπέζι κ.ά.

3.1.1. Συνιστώσες της ενεργειακής ισορροπίας

Το ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να αναλυθεί σε δύο κύριες συνιστώσες: την ενεργειακή πρόσληψη και την ενεργειακή δαπάνη (Wamberg et al., 2013).

- Πρόσληψη ενέργειας

Η ενεργειακή πρόσληψη αντιπροσωπεύει τις θερμίδες που καταναλώνονται μέσω των τροφίμων και των ποτών. Περιλαμβάνει μακροθρεπτικά συστατικά, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη, καθώς και μικροθρεπτικά συστατικά και μη θρεπτικά συστατικά. Το ενεργειακό περιεχόμενο των τροφίμων μετράται σε χιλιοθερμίδες (kcal) ή κιλοτζάουλ (kJ). Η ενεργειακή πρόσληψη που απαιτείται από ένα άτομο εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ηλικία, το φύλο, το μέγεθος του σώματος, το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας και ο μεταβολισμός.

Η υπερκατανάλωση ενέργειας, όπου η ενεργειακή πρόσληψη υπερβαίνει την ενεργειακή δαπάνη, μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση του σωματικού βάρους και συσσώρευση σωματικού λίπους. Από την άλλη πλευρά, ένα αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο, όπου η πρόσληψη ενέργειας είναι πιο μικρή από την ενεργειακή δαπάνη, έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια βάρους.

- Ενεργειακή δαπάνη

Η ενεργειακή δαπάνη αντιπροσωπεύει τις θερμίδες που καίγονται από τον οργανισμό για τη διατήρηση των οργανικών λειτουργιών (βασικός μεταβολικός ρυθμός ή BMR), τη σωματική δραστηριότητα και την επεξεργασία της τροφής (θερμική επίδραση της τροφής ή TEF).

Ο BMR αναφέρεται στην ελάχιστη ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται για τη διατήρηση των φυσιολογικών λειτουργιών ζωτικής σημασίας σε κατάσταση ηρεμίας. Αντιπροσωπεύει περίπου το 60-70% της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης και περιλαμβάνει διεργασίες όπως η αναπνοή, η κυκλοφορία και η διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος. Το BMR καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η ηλικία, η σύσταση του σώματος, το φύλο και τα επίπεδα ορμονών. Η άπαχη σωματική μάζα, η οποία περιλαμβάνει τους μύες και τα όργανα, έχει υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό

από τον λιπώδη ιστό, πράγμα που σημαίνει ότι τα άτομα με περισσότερη άπαχη σωματική μάζα τείνουν να έχουν υψηλότερο BMR.

Η σωματική δραστηριότητα περιλαμβάνει κάθε σωματική κίνηση που παράγεται από τους σκελετικούς μύες, από καθημερινές δραστηριότητες, όπως το περπάτημα και το ανέβασμα σκαλοπατιών μέχρι δομημένες συνεδρίες άσκησης. Η σωματική δραστηριότητα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ενεργειακή δαπάνη και διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη διαχείριση του βάρους. Το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας ποικίλλει ευρέως μεταξύ των ατόμων και παράγοντες όπως το επάγγελμα, οι δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου και οι συνήθειες άσκησης συμβάλλουν στη συνολική ενεργειακή δαπάνη.

- **Θερμική επίδραση της τροφής (TEF)**

Η TEF ορίζεται ως η ενέργεια που απαιτείται για την πέψη, την απορρόφηση και την επεξεργασία των θρεπτικών συστατικών της διατροφής. Το σώμα δαπανά ενέργεια για να διασπάσει την τροφή, να μεταφέρει τα θρεπτικά συστατικά και να αποθηκεύσει ενέργεια για μελλοντική χρήση.

Η TEF αντιπροσωπεύει ένα μικρό μέρος της συνολικής ενεργειακής δαπάνης, συνήθως γύρω στο 10% της ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης. Διαφέρει ανάλογα με τη σύνθεση των μακροθρεπτικών συστατικών της διατροφής, με τις πρωτεΐνες να απαιτούν περισσότερη ενέργεια για την πέψη από ό,τι οι υδατάνθρακες ή τα λίπη.

3.1.2. Ρύθμιση του ενεργειακού ισοζυγίου

Η ρύθμιση του ενεργειακού ισοζυγίου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει πολλαπλούς φυσιολογικούς μηχανισμούς και βρόχους ανατροφοδότησης, όπως:

- Πείνα και κορεσμός

Τα σήματα πείνας και κορεσμού είναι βασικοί ρυθμιστές της ενεργειακής πρόσληψης. Ορμόνες όπως η γκρελίνη, που παράγονται στο στομάχι, διεγείρουν την όρεξη και προωθούν την πρόσληψη τροφής. Αντίθετα, ορμόνες όπως η λεπτίνη, που παράγονται από τον λιπώδη ιστό, σηματοδοτούν τον κορεσμό και καταστέλλουν την όρεξη. Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την πείνα και τον κορεσμό, όπως το θρεπτικό περιεχόμενο των

γευμάτων, το μέγεθος του γεύματος και η παρουσία ορμονών όπως η ινσουλίνη και το πεπτιδίο ΥΥ.

- Ορμονική ρύθμιση

Οι ορμόνες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του ενεργειακού ισοζυγίου. Η ινσουλίνη, για παράδειγμα, διευκολύνει την πρόσληψη γλυκόζης από τα κύτταρα και προωθεί την αποθήκευση λίπους. Από την άλλη πλευρά, η γλυκαγόνη και η αυξητική ορμόνη διεγείρουν τη διάσπαση του αποθηκευμένου γλυκογόνου και λίπους, προωθώντας την απελευθέρωση ενέργειας. Επιπλέον, η ορμόνη λεπτίνη, που παράγεται από τον λιπώδη ιστό, δίνει σήμα στον εγκέφαλο σχετικά με την ποσότητα του αποθηκευμένου λίπους και συμβάλλει στη ρύθμιση της ενεργειακής ισορροπίας. Τα επίπεδα της λεπτίνης τείνουν να αυξάνονται με την αύξηση της λιπώδους μάζας και δρουν ως μακροπρόθεσμος ρυθμιστής της πρόσληψης και της δαπάνης ενέργειας.

- Προσαρμοστική θερμογένεση

Ο οργανισμός μπορεί να προσαρμόσει την ενεργειακή του δαπάνη σε απόκριση σε αλλαγές στην ενεργειακή πρόσληψη και στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η προσαρμοστική θερμογένεση αναφέρεται στις προσαρμογές που γίνονται στη BMR και τη σωματική δραστηριότητα για τη διατήρηση της ενεργειακής ισορροπίας.

Κατά τη διάρκεια περιόδων θερμιδικού περιορισμού ή απώλειας βάρους, η BMR μπορεί να μειωθεί για να διατηρηθεί η ενέργεια, καθιστώντας πιο δύσκολη τη διατήρηση της απώλειας βάρους. Αντίθετα, σε περιόδους υπερκατανάλωσης τροφής, το BMR μπορεί να αυξηθεί ελαφρώς για να καλύψει την επιπλέον πρόσληψη ενέργειας.

3.1.3. Επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους

Η κατανόηση του ενεργειακού ισοζυγίου είναι ζωτικής σημασίας για αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης του βάρους. Για να επιτευχθεί απώλεια βάρους, τα άτομα πρέπει να δημιουργήσουν αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο, όπου η ενεργειακή δαπάνη υπερβαίνει την ενεργειακή πρόσληψη (Wamberg et al., 2013). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω ενός συνδυασμού διατροφικών τροποποιήσεων, αυξημένης σωματικής δραστηριότητας και αλλαγών στη συμπεριφορά. Μια ισορροπημένη και γεμάτη σε θρεπτικά συστατικά διατροφή, μαζί με τακτική άσκηση, αρκούν ώστε να επιτύχουν τα άτομα τη διατήρηση ενός υγιούς βάρους (Wamberg et al., 2013).

Αντίθετα, για τη διατήρηση ή την αύξηση του βάρους, τα άτομα πρέπει να διασφαλίσουν ότι η ενεργειακή πρόσληψη αντιστοιχεί στην ενεργειακή δαπάνη. Η σωστή κατανομή των μακροθρεπτικών συστατικών και ο έλεγχος των μερίδων παίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση ενός υγιούς ενεργειακού ισοζυγίου (Wamberg et al., 2013).

3.1.4. Προκλήσεις και προβληματισμοί

Υπάρχουν διάφορες προκλήσεις για τη διατήρηση ενός ισορροπημένου ενεργειακού ισοζυγίου. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής, που χαρακτηρίζεται από καθιστική συμπεριφορά και εύκολη πρόσβαση σε τρόφιμα με υψηλή θερμιδική αξία, έχει συμβάλει στην αύξηση της παχυσαρκίας και των υπέρβαρων πληθυσμών (Wamberg et al., 2013). Επιπλέον, ατομικοί παράγοντες, όπως η γενετική, ο μεταβολισμός και η ορμονική ρύθμιση, μπορούν να επηρεάσουν το ενεργειακό ισοζύγιο και την επιτυχία της διαχείρισης του βάρους. Δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε το παχυσαρκογόνο περιβάλλον, με την επικράτηση των εξαιρετικά επεξεργασμένων τροφίμων και την αφθονία των καθιστικών δραστηριοτήτων που μπορούν να καταστήσουν δύσκολο για τα άτομα να επιτύχουν ένα ισορροπημένο ενεργειακό ισοζύγιο (Wamberg et al., 2013).

Εν κατακλείδι, το ενεργειακό ισοζύγιο είναι μια κρίσιμη έννοια για τη διαχείριση του βάρους και τη συνολική υγεία. Περιλαμβάνει την ισορροπία μεταξύ ενεργειακής πρόσληψης και δαπάνης, με διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς που ρυθμίζουν την πείνα, τον κορεσμό και τον ενεργειακό μεταβολισμό (Wamberg et al., 2013).

Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν το ενεργειακό ισοζύγιο και τη διαχείριση του βάρους είναι απαραίτητη ώστε να αναπτύξουμε αποτελεσματικές στρατηγικές κατά της παχυσαρκίας και για την προώθηση της συνολικής ευεξίας.

B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 4: ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Ο σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν να εξεταστεί η σχέση της βιταμίνης D με την παχυσαρκία και τη μεταβολή του σωματικού βάρους, η σημασία της βιταμίνης D σε σχέση με τη διαμόρφωση του σωματικού βάρους, η συσχέτιση των επιπέδων της με την παχυσαρκία, καθώς και η επίδραση του Δείκτη Μάζας Σώματος στις τιμές της. Η μελέτη επικεντρώνεται στην ανάλυση των αποτελεσμάτων επιστημονικών ερευνών που υποδεικνύουν τη σχέση της βιταμίνης D με τη διατήρηση και τη μεταβολή του σωματικού βάρους, αλλά και τη σχέση της με την παχυσαρκία και στη διερεύνηση της συμβολής της βιταμίνης D στη διαχείριση και στη μείωση του σωματικού βάρους και τους μηχανισμούς που υπεισέρχονται σε αυτές τις σχέσεις. Επίσης, η μελέτη επικεντρώθηκε στην ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν τα επίπεδα της βιταμίνης D και σε ασθένειες που συσχετίζονται με την ανεπάρκειά της. Τέλος, η μελέτη στοχεύει στην διατύπωση προτάσεων σχετικά με στρατηγικές για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της ανεπάρκειάς της.

Οι επιμέρους στόχοι της εργασίας περιλαμβάνουν τη διερεύνηση του ρόλου της βιταμίνης D στον μεταβολισμό και τα οφέλη της στην υγεία, την αξιολόγηση της ανεπάρκειας της βιταμίνης D και των προβλημάτων στην υγεία του πληθυσμού σε όλες τις ηλικίες, τον τρόπο λήψης και μέτρησης των επιπέδων της, την ανάλυση του ρόλου της και του τρόπου παραγωγής της, καθώς και τη διαδικασία απορρόφησης και μεταβολισμού της στον οργανισμό.

Κεφάλαιο 5: ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η παρούσα εργασία είναι αφηγηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση και η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε σε βάσεις βιβλιογραφικών δεδομένων όπως οι Pubmed, Oxford Academic, Scopus, Google Scholar.

Στην ανασκόπηση το κύριο ερώτημα είναι αν συσχετίζεται η βιταμίνη D με το σωματικό βάρος. Για τη διερεύνηση του ερωτήματος χρησιμοποιήσαμε τις ακόλουθες λέξεις-κλειδιά: Vitamin D, Deficiency, Obesity, Overweight, Metabolic Syndrome, Body weight Body fat.

Τα κριτήρια ένταξης των μελετών είναι:

- επιστημονικά άρθρα κυρίως της τελευταίας δεκαετίας (2013-2023)
- επιστημονικά άρθρα δημοσιευμένα στην αγγλική ή ελληνική γλώσσα
- επιστημονικά άρθρα που διερευνούν τη σχέση μεταξύ του σωματικού βάρους και της βιταμίνης D.

Με την τήρηση αυτής της μεθοδολογίας, η ανασκόπηση στοχεύει να προσφέρει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στη διατήρηση του σωματικού βάρους, ρίχνοντας φως στην επίδρασή της σε διαφορετικούς πληθυσμούς με διαφορετικά επίπεδα πρόσληψης βιταμίνης D.

Κεφάλαιο 6: Συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και της παχυσαρκίας

Οι ερευνητές επιδεικνύουν μεγάλο ενδιαφέρον για τη διερεύνηση του ρόλου της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους και τις επιπτώσεις της στην πρόληψη και τη θεραπεία της παχυσαρκίας. Τα αναδυόμενα στοιχεία υποδεικνύουν ότι η κατάσταση της βιταμίνης D είναι πιθανό να συνδέεται με την παχυσαρκία και τα μειωμένα επίπεδα της βιταμίνης D είναι διαδεδομένη μεταξύ των ατόμων με αυξημένο σωματικό βάρος..

Η παρούσα ενότητα διερευνά τα επιστημονικά στοιχεία σχετικά με τη σχέση της βιταμίνης D και των παραμέτρων που συνδέονται με το βάρος, συμπεριλαμβανομένου του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), της λιπώδους μάζας και της μεταβολικής υγείας. Η κατανόηση της σημασίας της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους θα οδηγήσει σε νέους δρόμους για την εξάλειψη της παγκόσμιας επιδημίας παχυσαρκίας και τη βελτίωση της μεταβολικής υγείας.

Αρκετές μελέτες παρατήρησης έχουν αναφέρει αντίστροφη σχέση των επιπέδων της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, υποδεικνύοντας τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D να σχετίζονται με υψηλότερο ΔΜΣ (Wamberg et al., 2013). Ωστόσο, τα ευρήματα αυτά δεν τεκμηριώνουν αιτιότητα και η κατεύθυνση της σχέσης παραμένει ασαφής. Είναι πιθανό η παχυσαρκία να οδηγεί σε ανεπάρκεια βιταμίνης D λόγω της δέσμευσής της στον λιπώδη ιστό ή η ανεπάρκεια βιταμίνης D να οδηγεί στην παχυσαρκία μέσω άλλων μηχανισμών.

Η βιταμίνη D έχει ενεργό ρόλο στη διαχείριση του βάρους και στη μεταβολική υγεία, ενώ ορισμένα στοιχεία υποδηλώνουν σχέση της ανεπάρκειας βιταμίνης D και της παχυσαρκίας. Αν και οι μηχανισμοί που έχουν σχέση με τη βιταμίνη D και τη διαχείριση του βάρους δεν είναι πλήρως κατανοητοί, έχουν προταθεί πιθανές επιδράσεις στην αδιπογένεση, τη ρύθμιση της όρεξης και τη μεταβολική υγεία (Wamberg et al., 2013).

6.1. Ο ρόλος της βιταμίνης D στην αιτιολογία της παχυσαρκίας

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D είναι ικανή να επηρεάσει τη διαχείριση του βάρους εξακολουθούν να εξετάζονται. Διάφορες υποθέσεις έχουν υποθεί με σκοπό να δώσουν εξήγηση για τις πιθανές επιδράσεις της βιταμίνης D στη λιπώδη ιστό και τη μεταβολική υγεία.

Η λιπογένεση, η διαδικασία σχηματισμού λιποκυττάρων (λιποκυττάρων), διαδραματίζει βασικό ρόλο στην αποθήκευση λίπους και στην ανάπτυξη παχυσαρκίας. Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) εκφράζονται στον λιπώδη ιστό και αποδεδειγμένα η βιταμίνη D επηρεάζει τη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και τον μεταβολισμό των λιπιδίων (Wamberg et al., 2013).

Εργαστηριακές μελέτες υποδεικνύουν ότι η βιταμίνη D ενεργεί στην αναστολή της διαφοροποίησης των προαδικοκυττάρων σε ώριμα λιποκύτταρα, μειώνοντας τον σχηματισμό λιποκυττάρων (Wamberg et al., 2013). Επίσης, η βιταμίνη D έχει συσχετιστεί με τη ρύθμιση γονιδίων που συμβάλλουν στον μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων, επηρεάζοντας ενδεχομένως την αποθήκευση και τον μεταβολισμό του λίπους.

Η βιταμίνη D είναι και πιθανό να διαδραματίσει ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει την ενεργειακή πρόσληψη και τη διαχείριση του βάρους. Έρευνες έχουν υποδείξει ότι η έλλειψη της βιταμίνης D μπορεί να συσχετίζεται με αυξημένη όρεξη και πρόσληψη τροφής (Major et al., 2017). Αντιθέτως, τα επαρκή ποσοστά βιταμίνης D μπορεί να συμβάλλουν στον κορεσμό και να μειώνουν την επιθυμία για κατανάλωση τροφής, υποστηρίζοντας ενδεχομένως τις προσπάθειες διαχείρισης του βάρους.

Οι μηχανισμοί που διέπουν τις πιθανές επιδράσεις της βιταμίνης D στη ρύθμιση της όρεξης δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ωστόσο, πιστεύεται ότι μπορεί να εμπλέκεται η επίδραση της βιταμίνης D στους υποδοχείς σεροτονίνης στον εγκέφαλο και η επίδρασή της στα νευροπεπτίδια που εμπλέκονται στον έλεγχο της όρεξης (Major et al., 2017).

Ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ των μειωμένων επιπέδων της βιταμίνης D και της αντίστασης στην ινσουλίνη, μια κατάσταση κατά την οποία τα κύτταρα αποκρίνονται λιγότερο στην ινσουλίνη, οδηγώντας σε αυξημένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα (Wamberg et al., 2013). Η βιταμίνη D είναι πιθανό να ενισχύσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη προωθώντας την πρόσληψη γλυκόζης στα κύτταρα και μειώνοντας τη φλεγμονή στον λιπώδη ιστό (Major et al., 2017). Η βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη μπορεί να εμπλέκεται στη διαχείριση του βάρους και μπορεί να ενεργήσει ώστε να προληφθεί η ανάπτυξη διαβήτη τύπου 2 σε άτομα που διατρέχουν κίνδυνο (Aleksandrova et al., 2014).

6.2. Στοιχεία σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ)

Η σχέση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) έχει αποτελέσει θέμα σημαντικού ενδιαφέροντος στην πρόσφατη έρευνα. Πολυάριθμες επιδημιολογικές μελέτες έχουν εξετάσει τη δυνητική σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, επιδιώκοντας να κατανοήσουν την επίδραση της βιταμίνης D στη λιπώδη ιστό και τη σημασία της για την παχυσαρκία. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τα δεδομένα σχετικά με τη σχέση μεταξύ βιταμίνης D και ΔΜΣ, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις μελέτες παρατήρησης όσο και τις διαχρονικές μελέτες (Lips et. al., 2011).

6.2.1. Μελέτες παρατήρησης

Οι μελέτες παρατήρησης έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τη διερεύνηση της πιθανής σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ. Οι μελέτες αυτές μετρούν ταυτόχρονα τα επίπεδα της βιταμίνης D και τον ΔΜΣ σε έναν συγκεκριμένο πληθυσμό, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τον επιπολασμό της έλλειψης βιταμίνης D και τη σχέση της με τη λιπώδη ανάπτυξη (Looker et. al., 2008).

Αρκετές μελέτες παρατήρησης έχουν αναφέρει αντίστροφη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, υποδηλώνοντας πως τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D είναι συνδεδεμένα με υψηλότερες τιμές ΔΜΣ (Wamberg et al., 2013). Για παράδειγμα, μια μελέτη διαπίστωσε ότι η έλλειψη της βιταμίνης D σχετίζεται με υψηλότερο ΔΜΣ και αυξημένη περιφέρεια μέσης σε μια μεγάλη πληθυσμιακή κοόρτη (Major et. al., 2008).

Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας να ερμηνεύονται με προσοχή τα διατομεακά ευρήματα, καθώς δεν μπορούν να τεκμηριώσουν αιτιότητα. Η υπόθεση της αντίστροφης αιτιότητας υποδηλώνει ότι η παχυσαρκία μπορεί να οδηγήσει σε ανεπάρκεια βιταμίνης D λόγω της δέσμευσής της στον λιπώδη ιστό, αντί η ανεπάρκεια βιταμίνης D να προκαλέσει παχυσαρκία (Manson et. al., 2019).

Επιπλέον, συγχυτικοί παράγοντες, όπως η σωματική δραστηριότητα, οι διατροφικές συνήθειες και η έκθεση στον ήλιο, μπορεί να επηρεάζουν τα επίπεδα της βιταμίνης D και τον ΔΜΣ. Οι παράγοντες αυτοί καθορίζουν την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μελετών παρατήρησης (Martineau et. al., 2017).

6.2.2. Διαχρονικές μελέτες

Οι διαχρονικές ή προοπτικές μελέτες ή κοορτής παρέχουν ισχυρότερα στοιχεία για αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ. Αυτές οι μελέτες μετρούν τα επίπεδα βιταμίνης D και τον ΔΜΣ κατά την έναρξη και παρακολουθούν τους συμμετέχοντες με την πάροδο του χρόνου για να αξιολογήσουν τις αλλαγές και στις δύο μεταβλητές (Savastano, et al, 2017).

Ορισμένες διαχρονικές μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ χαμηλών επιπέδων βιταμίνης D και αυξημένου κινδύνου αύξησης βάρους και ανάπτυξης παχυσαρκίας με την πάροδο του χρόνου (Vimalaewaran et al., 2013). Για παράδειγμα, μια μελέτη των Teegarden κ.ά. (2008) παρακολούθησε νεαρές γυναίκες επί τέσσερα χρόνια και διαπίστωσε ότι όσες είχαν χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D όταν ξεκίνησε η μελέτη, είχαν πιο πολλές πιθανότητες να πάρουν βάρος κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης (McGill et. al., 2008).

Ωστόσο, δεν έχουν αναφερθεί σε όλες τις διαχρονικές μελέτες σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της βιταμίνης D και των μεταβολών του ΔΜΣ. Ορισμένες μελέτες δεν διαπίστωσαν σημαντική επίδραση της κατάστασης της βιταμίνης D στην αύξηση του σωματικού βάρους ή στα μέτρα παχυσαρκίας με την πάροδο του χρόνου (Wamberg et al., 2013).

Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη ο σχεδιασμός της μελέτης, το μέγεθος του δείγματος, η διάρκεια παρακολούθησης και οι στατιστικές μέθοδοι κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των διαχρονικών μελετών σχετικά με τη συσχέτιση της βιταμίνης D και ΔΜΣ (Melamed et. al., 2008).

6.2.3. Μελέτες παρέμβασης

Οι μελέτες παρέμβασης ιδίως οι τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές (RCT), προσφέρουν υψηλότερο επίπεδο αποδεικτικών στοιχείων για τη διαπίστωση αιτιώδους σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ. Στις RCT, οι συμμετέχοντες κατανέμονται τυχαία να λάβουν συμπλήρωμα βιταμίνης D ή εικονικό φάρμακο, επιτρέποντας στους ερευνητές να αξιολογήσουν την επίδραση της βιταμίνης D στον ΔΜΣ υπό ελεγχόμενες συνθήκες (Mitri et al., 2011).

Ορισμένες RCTs έχουν διερευνήσει τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στις μετρήσεις της παχυσαρκίας, συμπεριλαμβανομένου του ΔΜΣ, σε διάφορους πληθυσμούς. Ενώ ορισμένες μελέτες ανέφεραν μέτριες μειώσεις του ΔΜΣ με τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D (Mousa et al., 2017), άλλες δεν διαπίστωσαν σημαντικές επιδράσεις στο σωματικό βάρος ή τον ΔΜΣ (Reinehr et al., 2009).

Τα αποτελέσματα των παρεμβατικών μελετών διαφοροποιούνται ανάλογα με παράγοντες όπως η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D των συμμετεχόντων, η δοσολογία και η διάρκεια του συμπληρώματος και η παρουσία άλλων μεταβολικών καταστάσεων (Mosekilde, 2005). Συνολικά, τα δεδομένα από τις παρεμβατικές μελέτες σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ παραμένουν ασαφή και απαιτείται περισσότερη έρευνα για να αποσαφηνιστούν οι επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στα μέτρα παχυσαρκίας (Munasinghe et. al., 2017).

6.2.4. Πιθανοί μηχανισμοί

Οι πιθανοί μηχανισμοί που διέπουν τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ εξακολουθούν να διερευνώνται. Εργαστηριακές μελέτες έχουν προτείνει διάφορες υποθέσεις για την εξήγηση της επίδρασης της βιταμίνης D στη λιπώδη ιστό.

Η συμμετοχή της βιταμίνης D στην αδιπογένεση, τη διαδικασία σχηματισμού λιποκυττάρων, έχει προταθεί ως ένας πιθανός μηχανισμός (Wamberg et al., 2013). Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) είναι παρόντες στον λιπώδη ιστό και αποδεδειγμένα η βιταμίνη D επηρεάζει το διαχωρισμό των λιποκυττάρων και τον μεταβολισμό των λιπιδίων (Wamberg et al., 2013). Επιπλέον, ο αντίκτυπος της βιταμίνης D στη ρύθμιση της όρεξης και στην πρόσληψη τροφής μπορεί να παίζει ρόλο στη σχέση της με τον ΔΜΣ. Κάποιες μελέτες έχουν υποδείξει ότι η έλλειψη βιταμίνης D μπορεί να έχει σχέση με αυξημένη όρεξη και επιθυμία για φαγητό (Major et al., 2017).

Οι επιδράσεις της βιταμίνης D στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στον μεταβολισμό της γλυκόζης μπορεί να συμβάλλουν στην επίδρασή της στη λιπώδη ιστό και το σωματικό βάρος (Major et al., 2017). Η βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη μπορεί να προωθήσει τη χρήση του λίπους και πιθανόν να βοηθήσει στη διαχείριση του βάρους (Muscogiuri et. Al., 2010). Επιπλέον, η επίδραση της βιταμίνης D στις φλεγμονώδεις διεργασίες στον λιπώδη ιστό μπορεί να είναι σχετική με τη συσχέτισή της με τον ΔΜΣ. Η χαμηλού βαθμού φλεγμονή στον λιπώδη ιστό αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα της

παχυσαρκίας και εμπλέκεται σε μεταβολικές διαταραχές που έχουν σχέση με την παχυσαρκία (Wamberg et al., 2013). Ωστόσο, οι ακριβείς μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει τη λιπώδη ιστό και το σωματικό βάρος απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση και ενδέχεται να είναι πολυπαραγοντικοί.

6.2.5. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Κατά την ερμηνεία των στοιχείων η συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, θα πρέπει να αναγνωρίζονται διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί.

Πρώτον, η σύνθετη και πολύπλευρη φύση της παχυσαρκίας καθιστά δύσκολη τη διαπίστωση μιας σαφούς σχέσης αιτίου-αποτελέσματος με τη βιταμίνη D. Η παχυσαρκία καθορίζεται από γενετικούς παραγόντες, τον τρόπο ζωής καθώς και περιβαλλοντικούς παράγοντες και η βιταμίνη D μπορεί να είναι απλώς ένας εκ των παραγόντων που συμβάλλουν (Nimitphong et. al., 2013).

Δεύτερον, η κατάσταση της βιταμίνης D επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης στον ήλιο, της διαιτητικής πρόσληψης και της ατομικής γενετικής. Αυτοί οι παράγοντες μπορεί να διαφέρουν ευρέως μεταξύ πληθυσμών και ατόμων και μπορεί να επηρεάσουν τη συνέπεια των ευρημάτων μεταξύ των μελετών (Palacios et. al., 2014). Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στον ΔΜΣ παραμένει αβέβαιη. Διαφορετικές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικά σχήματα συμπλήρωσης, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων.

Πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στον ΔΜΣ ως μέτρο παχυσαρκίας, το οποίο έχει εγγενείς περιορισμούς στην ακριβή αξιολόγηση της κατανομής του σωματικού λίπους. Άλλα μέτρα μέτρησης της λιπώδους μάζας, όπως η DXA ή η μαγνητική τομογραφία, μπορεί να παρέχουν λεπτομερέστερες πληροφορίες σχετικά με την κατανομή του λίπους και τη σύνθεση του σώματος (Parikh et. al., 2004). Εν κατακλείδι, η σχέση μεταξύ βιταμίνης D και ΔΜΣ είναι ένας σύνθετος και εξελισσόμενος τομέας έρευνας. Οι διατομεακές μελέτες έχουν υποδείξει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, αλλά η κατεύθυνση της αιτιότητας παραμένει ασαφής.

Διαχρονικές μελέτες έχουν παράσχει κάποια στοιχεία για τη συσχέτιση μεταξύ χαμηλών επιπέδων βιταμίνης D και αυξημένου κινδύνου αύξησης βάρους και ανάπτυξης παχυσαρκίας με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, οι παρεμβατικές μελέτες έχουν δώσει αντιφατικά αποτελέσματα όσον αφορά τις επιδράσεις της χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D στον ΔΜΣ. Οι πιθανοί μηχανισμοί που συνδέουν τη βιταμίνη D με τη λιπαρότητα και το σωματικό βάρος βρίσκονται ακόμη υπό διερεύνηση και μπορεί να αφορούν την αδιπογένεση, τη ρύθμιση της όρεξης, την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τις φλεγμονώδεις διεργασίες (Pittas et. al., 2007).

Για την καλύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, απαιτούνται περαιτέρω υψηλής ποιότητας παρεμβατικές μελέτες με καλά σχεδιασμένα πρωτόκολλα και ποικίλους πληθυσμούς μελέτης. Επιπλέον, οι μελέτες που διερευνούν την επίδραση της βιταμίνης D σε άλλες μετρήσεις της παχυσαρκίας και στην κατανομή του σωματικού λίπους θα ενισχύσουν την κατανόηση του ρόλου της βιταμίνης D στη παχυσαρκία και στις εκβάσεις υγείας που σχετίζονται με την παχυσαρκία.

6.3. Συσχέτιση της βιταμίνης D με την περίμετρο της μέσης και τον λόγο μέσης προς γοφούς

Η περίμετρος μέσης και ο λόγος μέσης-ισχίων (WHR) είναι σημαντικοί δείκτες της κεντρικής παχυσαρκίας, η οποία συνδέεται στενά με τον καρδιομεταβολικό κίνδυνο. Η κεντρική παχυσαρκία, ιδίως η σπλαχνική παχυσαρκία, αποτελεί βασικό παράγοντα στην ανάπτυξη μεταβολικών διαταραχών που σχετίζονται με την παχυσαρκία. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τα υπάρχοντα στοιχεία σχετικά με τη συσχέτιση της βιταμίνης D με την περιφέρεια μέσης και τον WHR, διερευνώντας τον πιθανό ρόλο της βιταμίνης D στη ρύθμιση της κοιλιακής παχυσαρκίας (Pludowski et. al., 2018).

6.3.1. Βιταμίνη D και περίμετρος μέσης

Η περίμετρος της μέσης είναι ένα απλό και πρακτικό μέτρο για την αξιολόγηση της κοιλιακής παχυσαρκίας, καθιστώντας την σημαντικό δείκτη για τον καρδιομεταβολικό κίνδυνο. Αρκετές έρευνες έχουν μελετήσει τη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και της περιφέρειας μέσης (Ponda et. al., 2012).

Ορισμένες μελέτες ανέφεραν αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και της περιφέρειας μέσης, υποδηλώνοντας ότι τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονται με μεγαλύτερες μετρήσεις μέσης (Gomez-Santos et al., 2012). Για παράδειγμα, μια μελέτη των Salehpour et al. (2012) διαπίστωσε ότι η έλλειψη της βιταμίνης D ήταν πιο διαδεδομένη μεταξύ ατόμων με κεντρική παχυσαρκία, όπως υποδεικνύεται από την αυξημένη περίμετρο μέσης.

Διαχρονικές μελέτες έχουν επίσης υποστηρίξει αυτή την αντίστροφη σχέση. Για παράδειγμα, μια μελέτη των Vaidya et al. (2014) παρακολούθησε μια μεγάλη κοόρτη διαχρονικά και διαπίστωσε ότι τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D κατά την έναρξη σχετίζονταν με μεγαλύτερη αύξηση της περιφέρειας μέσης κατά την περίοδο παρακολούθησης (Rosen et. al., 2012).

Ωστόσο, όπως και με προηγούμενες μετρήσεις της παχυσαρκίας, η αιτιώδης συνάφεια αυτής της συσχέτισης παραμένει αβέβαιη. Η αντίστροφη αιτιότητα, όπου η κεντρική παχυσαρκία οδηγεί σε έλλειψη βιταμίνης D λόγω δέσμευσης στον λιπώδη ιστό, θα μπορούσε να συμβάλει στην παρατηρούμενη σχέση (Scragg et. al., 2007). Επιπλέον, συγγυτικοί παράγοντες, όπως η σωματική δραστηριότητα, οι διατροφικές συνήθειες και η έκθεση στον ήλιο, μπορεί να επηρεάσουν τα επίπεδα της βιταμίνης D και την περίμετρο της μέσης. Ως εκ τούτου, απαιτούνται προοπτικές παρεμβατικές μελέτες για την κατανόηση της αιτιώδους σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και της περιφέρειας μέσης (Snijder et. al., 2005).

6.3.2. Βιταμίνη D και αναλογία μέσης προς ισχίο (WHR)

Ο λόγος μέσης προς ισχίο (WHR) είναι ένα άλλο σημαντικό μέτρο της κεντρικής παχυσαρκίας, το οποίο αντανακλά την κατανομή του λίπους μεταξύ της περιοχής της μέσης και του ισχίου. Ένας υψηλότερος WHR υποδηλώνει μεγαλύτερο ποσοστό κοιλιακού λίπους σε σχέση με το γλουτιαίο και το λίπος των γοφών (Song et. al., 2013).

Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του WHR. Οι διατομεακές μελέτες έχουν αναφέρει μικτά ευρήματα, με ορισμένες μελέτες να δείχνουν αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του WHR (Salehpour et al., 2012), ενώ άλλες δεν έχουν βρει σημαντική σχέση (Tzotzas et al., 2010).

Μια μελέτη των Tzotzas et al. (2010) συμπέρανε ότι η έλλειψη βιταμίνης D σχετίζεται με υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης κεντρικής παχυσαρκίας, όπως υποδεικνύεται από αυξημένο WHR, κατά τη διάρκεια μιας περιόδου παρακολούθησης 12 μηνών. Κατά την ερμηνεία αυτών των ευρημάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συγχυτικοί παράγοντες και η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας. Επιπλέον, απαιτούνται περισσότερες μελέτες για να καθοριστεί η διαχρονική σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και των μεταβολών του WHR με την πάροδο του χρόνου (Takiishi et. al., 2010).

6.3.3. Πιθανοί μηχανισμοί

Οι μηχανισμοί που διέπουν τη συσχέτιση της βιταμίνης D με την περιφέρεια μέσης και τον WHR δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ωστόσο, έχουν προταθεί διάφορες υποθέσεις για την εξήγηση αυτής της σχέσης.

Η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την κοιλιακή παχυσαρκία μέσω των επιδράσεών της στη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και στο μεταβολισμό των λιπιδίων (Wamberg et al., 2013). Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) εκφράζονται στον λιπώδη ιστό και έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D ρυθμίζει την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στην αποθήκευση και τον μεταβολισμό των λιπιδίων.

Επιπλέον, ο αντίκτυπος της βιταμίνης D στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στον μεταβολισμό της γλυκόζης μπορεί να παίζει ρόλο στη συσχέτισή της με την κεντρική παχυσαρκία. Η βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη συσσώρευση λίπους στον σπλαχνικό λιπώδη ιστό (Major et al., 2017).

Επιπλέον, οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες της βιταμίνης D μπορεί να σχετίζονται με την επίδρασή της στην κεντρική παχυσαρκία. Ο κοιλιακός λιπώδης ιστός είναι μεταβολικά ενεργός και απελευθερώνει προφλεγμονώδεις κυτταροκίνες, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη μεταβολικών διαταραχών (Wamberg et al., 2013). Οι αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις της βιταμίνης D μπορεί να συμβάλλουν στη ρύθμιση της φλεγμονής του λιπώδους ιστού και στον μετριασμό των δυσμενών επιπτώσεων της κεντρικής παχυσαρκίας.

6.3.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Κατά την ερμηνεία των στοιχείων σχετικά με τη συσχέτιση της βιταμίνης D με την περιφέρεια μέσης και το WHR θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί.

Πρώτον, η πολυπλοκότητα της κοιλιακής παχυσαρκίας και η ρύθμισή της από πολλαπλούς παράγοντες καθιστούν δύσκολη τη διαπίστωση μιας άμεσης αιτιώδους σχέσης με τη βιταμίνη D. Άλλοι παράγοντες του τρόπου ζωής, όπως η διατροφή, η σωματική δραστηριότητα και η γενετική προδιάθεση, μπορεί επίσης να συμβάλλουν στην κεντρική παχυσαρκία (van Schoor et. al., 2011).

Δεύτερον, ο ρόλος του συμπληρώματος βιταμίνης D στην επιρροή της περιφέρειας μέσης και του WHR απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Ορισμένες παρεμβατικές μελέτες έχουν αναφέρει μέτριες μειώσεις της περιφέρειας μέσης με τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D (Mousa et al., 2017), ενώ άλλες δεν έχουν διαπιστώσει σημαντικές επιδράσεις (Reinehr et al., 2009).

Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια του συμπληρώματος βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στην περιφέρεια μέσης και τον WHR παραμένουν ασαφείς. Ο αντίκτυπος του συμπληρώματος βιταμίνης D μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την αρχική κατάσταση της βιταμίνης D, την παρουσία μεταβολικών καταστάσεων που σχετίζονται με την παχυσαρκία και τα ατομικά χαρακτηριστικά (Vimalleswaran et. al., 2013).

Επιπροσθέτως, οι περιφερειακές διαφορές στην κατανομή του λιπώδους ιστού, όπως το υποδόριο έναντι του σπλαχνικού λίπους, μπορεί να μην αποτυπώνονται επαρκώς μόνο από τις μετρήσεις της περιφέρειας μέσης και του WHR. Οι προηγμένες απεικονιστικές τεχνικές, όπως η υπολογιστική τομογραφία (CT) ή η μαγνητική τομογραφία (MRI), μπορούν να παρέχουν πιο λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την κατανομή του λίπους (Wacker et. al., 2013).

Επομένως, η συσχέτιση της βιταμίνης D με την περίμετρο μέσης και τον WHR υποδηλώνει έναν πιθανό ρόλο της βιταμίνης D στη ρύθμιση της κοιλιακής παχυσαρκίας. Διατομεακές και διαχρονικές μελέτες έχουν αναφέρει αντίστροφη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και της περιφέρειας μέσης και του WHR (Wang et. al., 2008).

Ωστόσο, οι ακριβείς μηχανισμοί που διέπουν αυτή τη συσχέτιση και η κατεύθυνση της αιτιώδους συνάφειας δεν έχουν ακόμη διευκρινιστεί πλήρως. Απαιτούνται μελλοντικές

προοπτικές παρεμβατικές μελέτες για να προσδιοριστεί η αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και των μεταβολών της κεντρικής παχυσαρκίας με την πάροδο του χρόνου.

6.4. Ο ρόλος της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους

Το ποσοστό σωματικού λίπους και η κατανομή του είναι κρίσιμοι παράγοντες που καθορίζουν τη συνολική υγεία και τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών. Το υπερβολικό σωματικό λίπος, ιδίως όταν συσσωρεύεται σε συγκεκριμένες περιοχές, όπως η σπλαχνική περιοχή, συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο μεταβολικών διαταραχών που σχετίζονται με την παχυσαρκία. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τα υπάρχοντα στοιχεία που αφορούν το ρόλο της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους, διερευνώντας τις πιθανές επιδράσεις της βιταμίνης D στη μάζα λίπους και την κατανομή του σε όλο το σώμα (Chakhtoura, et al, 2016).

6.4.1. Βιταμίνη D και ποσοστό σωματικού λίπους

Το ποσοστό σωματικού λίπους αντιπροσωπεύει το ποσοστό του συνολικού σωματικού βάρους που αποτελείται από λιπώδη μάζα. Αρκετές έρευνες έχουν μελετήσει τη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και του ποσοστού σωματικού λίπους.

Οι μελέτες έχουν αναφέρει μικτά ευρήματα όσον αφορά τη σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του ποσοστού σωματικού λίπους. Ορισμένες μελέτες έχουν ερευνήσει την αντίστροφη σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του ποσοστού σωματικού λίπους, υποδεικνύοντας οι άνθρωποι με πιο χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D τείνουν να έχουν υψηλότερα ποσοστά σωματικού λίπους (Heshmat et al., 2018).

Για παράδειγμα, μια μελέτη των Marcotorchino και άλλων (2014) διαπίστωσε ότι τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονταν με υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους σε έναν πληθυσμό υπέρβαρων και παχύσαρκων ατόμων (Weishaar et. al., 2016).

Ωστόσο, άλλες διατομεακές μελέτες δεν διαπίστωσαν σημαντική σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του ποσοστού σωματικού λίπους (Gómez-Benito et al., 2017). Οι ανακολουθίες σε αυτά τα ευρήματα μπορεί να αποδίδονται σε διαφορές στους πληθυσμούς των μελετών, στα μεγέθη των δειγμάτων και στις μεθόδους μέτρησης (Witham, 2010).

Οι διαχρονικές μελέτες που διερευνούν την επίδραση των επιπέδων βιταμίνης D στις μεταβολές του ποσοστού σωματικού λίπους με την πάροδο του χρόνου είναι περιορισμένες. Απαιτείται πρόσθετη έρευνα για να διαπιστωθεί αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και των μεταβολών του ποσοστού σωματικού λίπους (Wood et. al., 2012).

Οι παρεμβατικές μελέτες που διερευνούν τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στο ποσοστό σωματικού λίπους έχουν επίσης δώσει μικτά αποτελέσματα. Ορισμένες μελέτες ανέφεραν μειώσεις στο ποσοστό σωματικού λίπους με τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D (Mousa et al., 2017), ενώ άλλες δεν διαπίστωσαν σημαντικές επιδράσεις (Reinehr et al., 2009).

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει το ποσοστό σωματικού λίπους δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ένας προτεινόμενος μηχανισμός είναι ο ρόλος της βιταμίνης D στη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και στον μεταβολισμό των λιπιδίων (Wamberg et al., 2013). Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) είναι παρόντες στον λιπώδη ιστό και έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D επηρεάζει την ωρίμανση των λιποκυττάρων και τη συσσώρευση λιπιδίων (Wu et. al., 2017).

Επιπλέον, ο αντίκτυπος της βιταμίνης D στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στον μεταβολισμό της γλυκόζης μπορεί να παίζει ρόλο στη συσχέτισή της με το ποσοστό σωματικού λίπους (Major et al., 2017). Η βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη μπορεί να ενισχύσει τη χρήση του λίπους και δυνητικά να οδηγήσει σε μείωση της μάζας σωματικού λίπους.

6.4.2. Βιταμίνη D και κατανομή του λίπους

Η κατανομή του σωματικού λίπους σε διάφορες περιοχές είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της μεταβολικής υγείας. Η υπερβολική σπλαχνική παχυσαρκία, ειδικότερα, συνδέεται στενά με την αντίσταση στην ινσουλίνη, τη φλεγμονή και τον αυξημένο καρδιομεταβολικό κίνδυνο (Zhang et. al., 2010). Αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει τη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και της κατανομής του λίπους, εστιάζοντας στον λόγο του σπλαχνικού λιπώδους ιστού προς τον υποδόριο λιπώδη ιστό (λόγος VAT/SAT) (Zhou et. al., 2013).

Οι διατομεακές μελέτες έχουν αναφέρει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του λόγου VAT/SAT, υποδεικνύοντας ότι τα πιο χαμηλά επίπεδα

βιταμίνης D σχετίζονται με υψηλότερο λόγο VAT/SAT (Ding et al., 2015). Για παράδειγμα, μια μελέτη των Liel-Cohen et al. (2007) διαπίστωσε ότι τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονται με αυξημένη σπλαχνική παχυσαρκία σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Οι παρεμβατικές μελέτες που διερευνούν τον αντίκτυπο του συμπληρώματος βιταμίνης D στην κατανομή του λίπους είναι περιορισμένες. Ορισμένες μελέτες ανέφεραν μείωση της σπλαχνικής παχυσαρκίας με τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D (Mousa et al., 2017), ενώ άλλες δεν διαπίστωσαν σημαντικές επιδράσεις (Reinehr et al., 2009).

Οι μηχανισμοί που διέπουν τη συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και της κατανομής του λίπους δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Η βιταμίνη D μπορεί να εμπλέκεται στην κατανομή του λιπώδους ιστού μέσω των επιδράσεών της στη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και στον μεταβολισμό των λιπιδίων (Wamberg et al., 2013). Οι υποδοχείς της βιταμίνης D εκφράζονται στον λιπώδη ιστό και η βιταμίνη D μπορεί να διαμορφώνει την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στην αποθήκευση και τον μεταβολισμό του λίπους.

Επιπλέον, οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες της βιταμίνης D ενδέχεται να διαδραματίζουν ρόλο στη συσχέτισή της με την κατανομή του λίπους. Ο σπλαχνικός λιπώδης ιστός είναι μεταβολικά ενεργός και απελευθερώνει προφλεγμονώδεις κυτταροκίνες, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη μεταβολικών διαταραχών (Wamberg et al., 2013). Οι αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις της βιταμίνης D μπορεί να συμβάλλουν στη μείωση της φλεγμονής στον λιπώδη ιστό και στην προώθηση μιας υγιέστερης κατανομής του λίπους.

6.4.3. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Κατά την ερμηνεία των στοιχείων σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους, θα πρέπει να αναγνωρίζονται διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί.

Πρώτον, η πολυπλοκότητα της ρύθμισης του σωματικού λίπους και της κατανομής του καθιστούν δύσκολη τη διαπίστωση μιας άμεσης αιτιώδους σχέσης με τη βιταμίνη D. Το ποσοστό και η κατανομή του σωματικού λίπους επηρεάζονται από πολλαπλούς

παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της γενετικής, της διατροφής, της σωματικής δραστηριότητας και της ορμονικής ρύθμισης (Zittermann et. al., 2009).

Δεύτερον, η συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και του ποσοστού ή της κατανομής του σωματικού λίπους μπορεί να συγχέεται από άλλους παράγοντες, όπως οι διατροφικές συνήθειες, τα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας και η συνολική μεταβολική υγεία (Zittermann et. al., 2009).

Επιπλέον, οι περιφερειακές διαφορές στην κατανομή του λιπώδους ιστού μπορεί να μην αποτυπώνονται πλήρως από τις απλές μετρήσεις του ποσοστού σωματικού λίπους και του λόγου VAT/SAT. Οι προηγμένες απεικονιστικές τεχνικές, όπως η υπολογιστική τομογραφία (CT) ή η μαγνητική τομογραφία (MRI), παρέχουν λεπτομερέστερες πληροφορίες σχετικά με την κατανομή του λίπους σε συγκεκριμένες περιοχές του σώματος (Zittermann et. al., 2009).

Επιπροσθέτως, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους παραμένει αβέβαιη. Ο αντίκτυπος του συμπληρώματος βιταμίνης D διαφοροποιείται ανάλογα με την αρχική κατάσταση της βιταμίνης D, την παρουσία μεταβολικών καταστάσεων που σχετίζονται με την παχυσαρκία και τα ατομικά χαρακτηριστικά (Zittermann et. al., 2009).

Συμπερασματικά, τα στοιχεία σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους εξακολουθούν να εξελίσσονται. Οι διατομεακές μελέτες έχουν αναφέρει αντιφατικά ευρήματα όσον αφορά τη σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του ποσοστού σωματικού λίπους ή του λόγου VAT/SAT.

Οι παρεμβατικές μελέτες που διερευνούν τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους έχουν δώσει μικτά αποτελέσματα. Οι μηχανισμοί που διέπουν την πιθανή επίδραση της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους δεν είναι πλήρως κατανοητοί και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης (Zittermann et. al., 2009).

Απαιτούνται μελλοντικές διαχρονικές και παρεμβατικές μελέτες με καλά σχεδιασμένα πρωτόκολλα και ποικίλους πληθυσμούς μελέτης για να προσδιοριστεί η αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του ποσοστού και της κατανομής του σωματικού λίπους.

6.5. Πιθανοί μηχανισμοί που συνδέουν τη βιταμίνη D και τη λιπώδη ανάπτυξη

Η συσχέτιση μεταξύ βιταμίνης D και παχυσαρκίας έχει συγκεντρώσει σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια. Ενώ πολυάριθμες μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ χαμηλών επιπέδων βιταμίνης D και αυξημένης παχυσαρκίας, οι υποκείμενοι μηχανισμοί που συνδέουν τη βιταμίνη D με τον λιπώδη ιστό παραμένουν σύνθετοι και πολύπλευροι. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τα υπάρχοντα στοιχεία σχετικά με τους πιθανούς μηχανισμούς μέσω των οποίων η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει τη λιπώδη ιστό, διερευνώντας την επίδρασή της στη βιολογία των λιποκυττάρων, τη ρύθμιση της όρεξης, την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τις φλεγμονώδεις διεργασίες.

6.5.1. Βιολογία των λιποκυττάρων

Τα λιποκύτταρα είναι τα κύρια συστατικά του λιπώδους ιστού και διαδραματίζουν βασικό ρόλο στη ρύθμιση του ενεργειακού ισοζυγίου. Η διαφοροποίηση των προαδικοκυττάρων σε ώριμα λιποκύτταρα είναι μια κρίσιμη διαδικασία για την επέκταση του λιπώδους ιστού και την ανάπτυξη της λιπώδους νόσου (Blüher, 2009). Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) εκφράζονται στα λιποκύτταρα, γεγονός που υποδηλώνει έναν πιθανό ρόλο της βιταμίνης D στη βιολογία των λιποκυττάρων. Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει τη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και τον μεταβολισμό των λιπιδίων σε πειραματικές μελέτες (Wamberg et al., 2013).

Η σηματοδότηση της βιταμίνης D μπορεί να διαμορφώνει την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων, όπως ο υποδοχέας γ που ενεργοποιείται από τον πολλαπλασιαστή του υπεροξειδώματος (PPAR γ) και η CCAAT/enhancer-binding protein alpha (C/EBP α). Αυτοί οι μεταγραφικοί παράγοντες είναι βασικοί ρυθμιστές της λιπογένεσης, της διαδικασίας με την οποία τα προαδικοκύτταρα μετατρέπονται σε ώριμα λιποκύτταρα (Mutt et al., 2017).

Η βιταμίνη D έχει επίσης αναφερθεί ότι ρυθμίζει τη λιπογένεση, τη σύνθεση λιπαρών οξέων και την αποθήκευση λιπιδίων στα λιποκύτταρα (Wamberg et al., 2013). Επηρεάζοντας αυτές τις κυτταρικές διεργασίες, η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την επέκταση του λιπώδους ιστού και να συμβάλει στη συνολική παχυσαρκία.

6.5.2. Ρύθμιση της όρεξης

Οι υποδοχείς της βιταμίνης D εκφράζονται επίσης σε τμήματα του εγκεφάλου που εμπλέκονται στη ρύθμιση της όρεξης, όπως ο υποθάλαμος (Major et al., 2017). Τα στοιχεία αναδεικνύουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να διαδραματίζει ρόλο στον έλεγχο της όρεξης και της πρόσληψης τροφής. Μελέτες σε ζώα έχουν αποδείξει ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D συνδέεται με αυξημένη πρόσληψη τροφής και αύξηση του σωματικού βάρους (Major et al., 2017). Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά σίτισης και το ενεργειακό ισοζύγιο.

Επιπλέον, η σηματοδότηση της βιταμίνης D στον υποθάλαμο μπορεί να διαμορφώνει την έκφραση νευροπεπτιδίων που εμπλέκονται στη ρύθμιση της όρεξης, όπως η προ-οπιομελανοκορτίνη και η πρωτεΐνη που σχετίζεται με την αγκουτί (Mutt et al., 2017). Αυτά τα νευροπεπτίδια είναι βασικοί ρυθμιστές της πρόσληψης τροφής και του κορεσμού και η δυσλειτουργία τους μπορεί να συμβάλει στην παχυσαρκία.

Ωστόσο, οι ακριβείς μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει τη ρύθμιση της όρεξης απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση και τα διαθέσιμα στοιχεία προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από μελέτες σε ζώα. Απαιτούνται μελέτες σε ανθρώπους για να διευκρινιστεί η επίδραση της βιταμίνης D στην όρεξη και την πρόσληψη τροφής στον άνθρωπο.

6.5.3. Ευαισθησία στην ινσουλίνη και μεταβολισμός της γλυκόζης

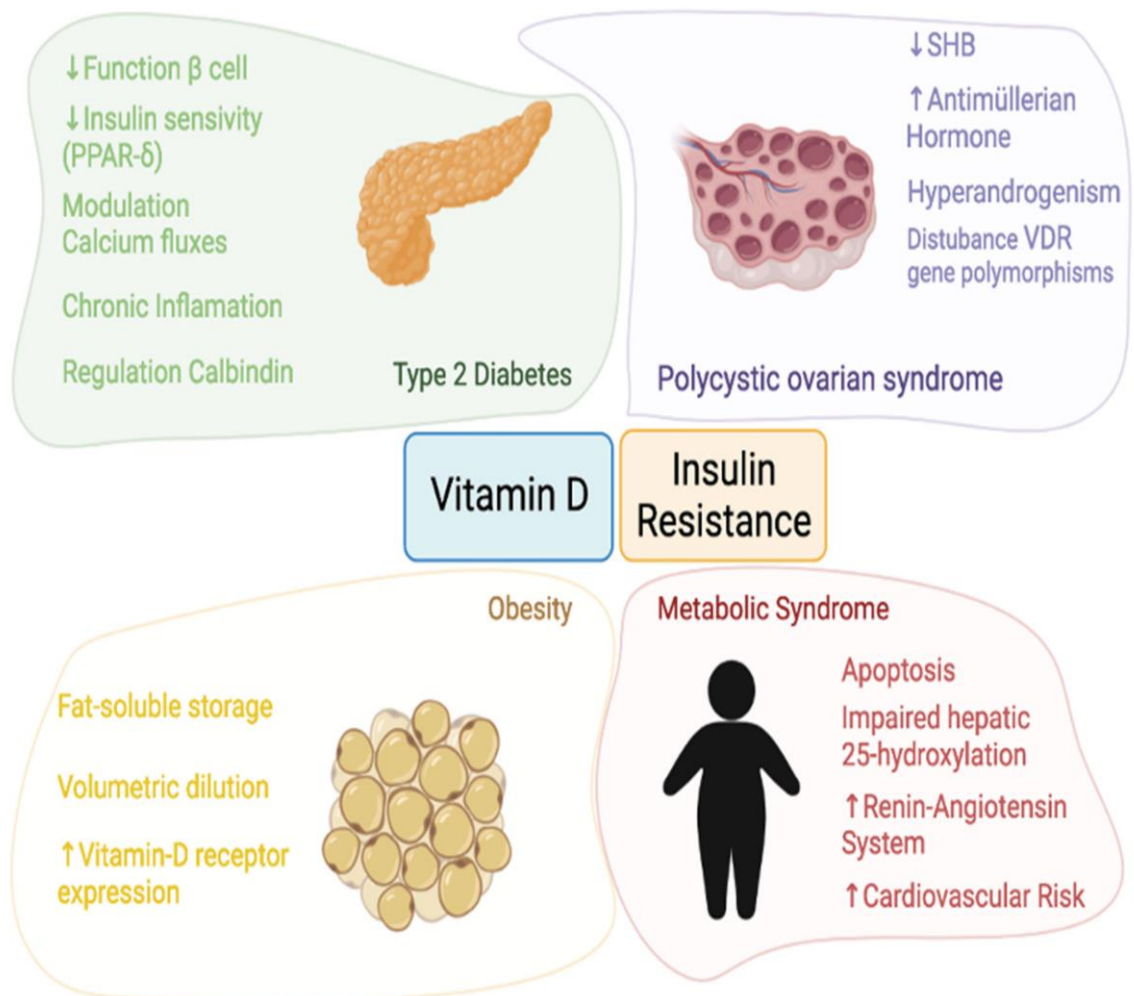
Η αντίσταση στην ινσουλίνη, βασικό χαρακτηριστικό της παχυσαρκίας και του διαβήτη τύπου 2, συνδέεται στενά με τη λιπώδη ιστό και την κατανομή του σωματικού λίπους. Έχει προταθεί ότι η βιταμίνη D παίζει ρόλο στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στο μεταβολισμό της γλυκόζης, που μπορεί, με τη σειρά τους, να επηρεάσει τη λιπώδη ιστό (Wamberg et al., 2013).

Οι υποδοχείς της βιταμίνης D εκφράζονται σε ιστούς ευαίσθητους στην ινσουλίνη, όπως οι σκελετικοί μύες και ο λιπώδης ιστός (Major et al., 2017). Η σηματοδότηση της βιταμίνης D έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει την έκφραση των υποδοχέων ινσουλίνης και την ευαισθησία στην ινσουλίνη σε πειραματικές μελέτες (Wamberg et al., 2013). Κλινικές μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ ανεπάρκειας βιταμίνης D και αντίστασης στην ινσουλίνη σε παχύσαρκα άτομα (Wamberg et al., 2013). Η βελτιωμένη ευαισθησία στην

ινσουλίνη μπορεί να προάγει τη χρήση του λίπους και ενδεχομένως να οδηγήσει σε μείωση της μάζας του λιπώδους ιστού.

Επιπλέον, η βιταμίνη D έχει εμπλακεί στη ρύθμιση του μεταβολισμού της γλυκόζης και στη σύνθεση της ινσουλίνης. Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχή της ανοχής στη γλυκόζη και της έκκρισης ινσουλίνης (Mutt et al., 2017). Επηρεάζοντας την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον μεταβολισμό της γλυκόζης, η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει έμμεσα τη λιπώδη ιστό και να συμβάλει στην ανάπτυξη μεταβολικών διαταραχών που σχετίζονται με την παχυσαρκία (Wamberg et al., 2013).

Εικόνα 11: Φυσιολογία της σχέσης μεταξύ βιταμίνης D και αντίστασης στην ινσουλίνη.



Πηγή: Contreras-Bolivar V.,2021

6.5.4. Φλεγμονώδεις διεργασίες

Ο λιπώδης ιστός δεν είναι αποκλειστικά ένας χώρος αποθήκευσης ενέργειας αλλά και ένα ενεργό ενδοκρινικό όργανο που απελευθερώνει αδιποκίνες και κυτταροκίνες. Στην παχυσαρκία, ο λιπώδης ιστός υφίσταται σημαντικές αλλαγές, που οδηγούν σε αυξημένη παραγωγή προφλεγμονωδών κυτταροκινών.

Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι διαθέτει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, οι οποίες μπορεί να συμβάλλουν στον μετριασμό της φλεγμονής στον λιπώδη ιστό (Wamberg et al., 2013). Η σηματοδότηση της βιταμίνης D μπορεί να τροποποιήσει την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στη φλεγμονώδη απόκριση (Mutt et al., 2017). Μελέτες σε ζώα έχουν καταδείξει ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να επιδεινώσει τη φλεγμονή του λιπώδους ιστού, ενώ η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D είναι ικανή να έχει αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα (Major et al., 2017).

Η μείωση της φλεγμονής στον λιπώδη ιστό μπορεί ενδεχομένως να βελτιώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον μεταβολισμό των λιπιδίων, οδηγώντας σε καλύτερη συνολική λιπογένεση και μεταβολική υγεία.

6.6. Επίδραση της βιταμίνης D στην ενεργειακή δαπάνη και την οξείδωση του λίπους

Η βιταμίνη D, που συχνά αναφέρεται ως "βιταμίνη του ήλιου", είναι γνωστή για το ρόλο της στο μεταβολισμό του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Ωστόσο, αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί επίσης να διαδραματίζει ρόλο στον ενεργειακό μεταβολισμό, ιδίως στη ρύθμιση της ενεργειακής δαπάνης και της οξείδωσης του λίπους. Η παρούσα ενότητα διερευνά την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με την επίδραση της βιταμίνης D στην ενεργειακή δαπάνη και τον πιθανό αντίκτυπό της στην οξείδωση του λίπους (Gilbert-Diamond et al., 2011).

6.6.1. Βιταμίνη D και ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας (REE)

Η ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας (REE), γνωστή και ως βασικός μεταβολικός ρυθμός (BMR), αντιπροσωπεύει την ελάχιστη ποσότητα ενέργειας που δαπανάται από τον οργανισμό σε κατάσταση ηρεμίας για τη διατήρηση ζωτικών φυσιολογικών λειτουργιών, όπως η αναπνοή, η κυκλοφορία και η θερμοκρασία του σώματος (Gilbert-Diamond et al., 2011).

Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και της REE, με ορισμένα στοιχεία που υποδηλώνουν μια πιθανή συσχέτιση. Για παράδειγμα, μια μελέτη των Soares et al. (2017) διαπίστωσε ότι τα άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D είχαν χαμηλότερη REE σε σύγκριση με τα άτομα με επαρκή επίπεδα βιταμίνης D. Παρομοίως, μια διατομεακή μελέτη των Ceglia et al. (2009) ανέφερε ότι τα χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονταν με μειωμένη REE σε έναν πληθυσμό υπέρβαρων και παχύσαρκων ενηλίκων.

Οι ακριβείς μηχανισμοί που διέπουν την πιθανή επίδραση της βιταμίνης D στην REE δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ένας προτεινόμενος μηχανισμός είναι η επίδραση της βιταμίνης D στη μιτοχονδριακή λειτουργία. Τα μιτοχόνδρια είναι οι κυτταρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας που είναι υπεύθυνες για την παραγωγή ATP, το πρωταρχικό ενεργειακό νόμισμα του κυττάρου.

Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) είναι παρόντες στα μιτοχόνδρια και έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D επηρεάζει τη μιτοχονδριακή αναπνοή και την παραγωγή ενέργειας (Gilbert-Diamond et al., 2011).

Επιπλέον, ο ρόλος της βιταμίνης D στην ομοιόσταση του ασβεστίου μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη ρύθμιση της ενεργειακής δαπάνης. Το ασβέστιο εμπλέκεται στη συστολή των μυών και στη μετάδοση των νευρικών ερεθισμάτων, τα οποία συμβάλλουν στην ενεργειακή δαπάνη (Gilbert-Diamond et al., 2011). Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των μυών και να μειώσει την ενεργειακή δαπάνη (Kuchibhatla et al., 2018). Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D συμβάλει στη βελτίωση της λειτουργίας των μυών και ενδεχομένως στην ενίσχυση της REE.

6.6.2. Βιταμίνη D και ενεργειακή δαπάνη που προκαλείται από τη σωματική δραστηριότητα

Η σωματική δραστηριότητα συμβάλλει σημαντικά στη συνολική ενεργειακή δαπάνη και η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την ανταπόκριση του οργανισμού στην άσκηση. Σύμφωνα με τη μελέτη των Shab-Bidar και άλλων (2017) διερευνήθηκαν οι επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στην επαγόμενη από τη σωματική δραστηριότητα ενεργειακή δαπάνη σε υπέρβαρους και παχύσαρκους ενήλικες. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η συμπλήρωση βιταμίνης D ενίσχυσε το θερμικό αποτέλεσμα της άσκησης, οδηγώντας σε υψηλότερη ενεργειακή δαπάνη μετά την άσκηση.

Το θερμικό αποτέλεσμα της άσκησης αναφέρεται στην αύξηση της ενεργειακής δαπάνης μετά τη σωματική δραστηριότητα λόγω του αυξημένου μεταβολισμού και της χρήσης της ενέργειας κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης (Kuchibhatla et al., 2018). Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D μπορεί να ενισχύσει την ενεργειακή δαπάνη που προκαλείται από τη σωματική δραστηριότητα δεν είναι πλήρως κατανοητοί, αλλά θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν βελτιώσεις στη μυϊκή λειτουργία, τη μιτοχονδριακή λειτουργία και την ομοιόσταση του ασβεστίου (Kuchibhatla et al., 2018). Μελέτες σε ζώα έχουν επίσης υποδείξει ότι η βιταμίνη D μπορεί να ενισχύσει την απόδοση κατά την άσκηση και να βελτιώσει τη σωματική αντοχή (Borges et al., 2019).

6.6.3. Βιταμίνη D και οξείδωση του λίπους

Η οξείδωση του λίπους αναφέρεται στη διαδικασία διάσπασης του αποθηκευμένου λίπους σε αξιοποιήσιμη ενέργεια. Αποτελεί κρίσιμη πτυχή του ενεργειακού μεταβολισμού, ιδίως σε περιόδους αρνητικού ενεργειακού ισοζυγίου, όταν ο οργανισμός βασίζεται στις αποθήκες λίπους για ενέργεια (Kuchibhatla et al., 2018). Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της οξείδωσης του λίπους, με ορισμένα στοιχεία που υποδεικνύουν μια πιθανή σχέση (Kuchibhatla et al., 2018).

Η μελέτη των Salehpour και άλλων (2012) διαπίστωσε ότι η χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D αύξησε την οξείδωση του λίπους σε γυναίκες με ανεπάρκεια βιταμίνης D. Παρομοίως, μια τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή από τους Majumdar et al. (2013) ανέφερε ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D βελτίωσε την οξείδωση του λίπους κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος απώλειας βάρους (Kuchibhatla et al., 2018).

Οι μηχανισμοί που διέπουν την πιθανή επίδραση της βιταμίνης D στην οξειδωση του λίπους δεν είναι πλήρως κατανοητοί, αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν την επίδραση της βιταμίνης D στον μεταβολισμό των λιπιδίων και την έκφραση των γονιδίων (Kuchibhatla et al., 2018). Έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D ρυθμίζει γονίδια που εμπλέκονται στο μεταβολισμό των λιπιδίων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με τη λιπόλυση (τη διάσπαση του αποθηκευμένου λίπους) και τη λιπογένεση (τη σύνθεση νέου λίπους) (Wamberg et al., 2013). Επιπλέον, η βιταμίνη D μπορεί να διαμορφώνει την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στον ενεργειακό μεταβολισμό και τη μιτοχονδριακή λειτουργία, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάσει την οξειδωση του λίπους.

6.6.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Ενώ οι υπάρχουσες έρευνες υποδηλώνουν μια πιθανή συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και της ενεργειακής δαπάνης, καθώς και της οξειδωσης του λίπους, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί (Kuchibhatla et al., 2018).

Πρώτον, πολλά από τα στοιχεία προέρχονται από μελέτες παρατήρησης και μελέτες παρέμβασης με σχετικά μικρό μέγεθος δείγματος. Απαιτούνται μεγαλύτερες, καλά σχεδιασμένες μελέτες για να διαπιστωθεί αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και των αποτελεσμάτων του ενεργειακού μεταβολισμού.

Δεύτερον, ατομικοί παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, η σύνθεση του σώματος και η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσουν την ανταπόκριση στη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D στην ενεργειακή δαπάνη και την οξειδωση του λίπους. Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπλήρωσης βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στον ενεργειακό μεταβολισμό είναι ακόμη αβέβαιες.

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει την ενεργειακή δαπάνη και την οξειδωση του λίπους είναι πολύπλοκοι και πιθανώς περιλαμβάνουν αλληλεπιδράσεις με άλλες φυσιολογικές οδούς. Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να είναι σημαντική για τον ενεργειακό μεταβολισμό, με πιθανές επιπτώσεις στην ενεργειακή δαπάνη και την οξειδωση του λίπους.

Εν κατακλείδι, αν και χρειάζονται πιο πολλές έρευνες για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών και την καθιέρωση αιτιωδών σχέσεων, τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη

σημασία της βιταμίνης D στη συνολική ενεργειακή ισορροπία και τον πιθανό ρόλο της στις στρατηγικές διαχείρισης του σωματικού βάρους.

6.7. Ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής από τη βιταμίνη D

Η ρύθμιση της όρεξης είναι μια πολύπλοκη φυσιολογική διαδικασία που περιλαμβάνει περίπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ του κεντρικού νευρικού συστήματος, των ορμονών και των περιφερειακών σημάτων. Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να παίζει ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής, γεγονός που θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους και την παχυσαρκία. Η παρούσα ενότητα εξετάζει την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με την επίδραση της βιταμίνης D στη ρύθμιση της όρεξης και τις πιθανές επιπτώσεις της στην πρόσληψη τροφής.

6.7.1. Υποδοχείς της βιταμίνης D στον υποθάλαμο:

Ο υποθάλαμος είναι μια κρίσιμη περιοχή του εγκεφάλου που διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης και στην ενεργειακή ομοιόσταση. Εντός του υποθαλάμου, υπάρχουν διάφορες περιοχές που εμπλέκονται στη σηματοδότηση της πείνας και του κορεσμού, συμπεριλαμβανομένου του τοξοειδούς πυρήνα και του παρακοιλιακού πυρήνα. Οι υποδοχείς της βιταμίνης D (VDRs) είναι παρόντες στον υποθάλαμο, γεγονός που υποδηλώνει ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει άμεσα τη ρύθμιση της όρεξης (Wamberg et al., 2013).

Αυτοί οι VDRs ανταποκρίνονται στα κυκλοφορούντα επίπεδα βιταμίνης D και αλληλεπιδρούν με τους μεταβολίτες της βιταμίνης D για να ρυθμίσουν τη γονιδιακή έκφραση και τις κυτταρικές αποκρίσεις (Toselli et al., 2017). Η ενεργοποίηση των VDRs στον υποθάλαμο μπορεί να διαμορφώνει την έκφραση νευροπεπτιδίων που εμπλέκονται στη ρύθμιση της όρεξης, όπως η προ-οπιομελανοκορτίνη (POMC) και το νευροπεπτίδιο Y (NPY) (Toselli et al., 2017). Η POMC είναι ένα ανορεξιογόνο νευροπεπτίδιο που καταστέλλει την όρεξη, ενώ το NPY είναι ένα ορεξιογόνο νευροπεπτίδιο που διεγείρει την όρεξη.

6.7.2. Επίδραση της βιταμίνης D στα νευροπεπτίδια και τις ορμόνες

Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει την επίδραση της βιταμίνης D στα νευροπεπτίδια και τις ορμόνες που εμπλέκονται στη ρύθμιση της όρεξης (Asemi et. al., 2016).

Μια μελέτη των Asemi κ.ά. (2016) διερεύνησε τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στις ορμόνες που ρυθμίζουν την όρεξη σε υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D αύξησε τα επίπεδα της POMC στον ορό και μείωσε τα επίπεδα της NPY, υποδεικνύοντας μια επίδραση που καταστέλλει την όρεξη (Asemi et. al., 2016).

Μια άλλη μελέτη των Oh et al. (2016) ανέφερε ότι η έλλειψη βιταμίνης D σχετίζεται με δυσλειτουργία των ορμονών που ρυθμίζουν την όρεξη σε έναν πληθυσμό παιδιών και εφήβων. Έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D αλληλεπιδρά με τη λεπτίνη, την ορμόνη που παράγεται από τον λιπώδη ιστό και σηματοδοτεί τον κορεσμό στον εγκέφαλο. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ευαισθησία στη λεπτίνη, συμβάλλοντας ενδεχομένως στην αυξημένη πρόσληψη τροφής και στην αύξηση του σωματικού βάρους (Mutt et al., 2017).

Επιπλέον, η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την απελευθέρωση της ινσουλίνης, η οποία παίζει ρόλο στο μεταβολισμό της γλυκόζης και στη ρύθμιση της όρεξης. Η βιταμίνη D έχει συσχετιστεί με βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει την όρεξη και την πρόσληψη τροφής (Pannu et al., 2021).

6.7.3. Ο ρόλος της βιταμίνης D στους κερκαδικούς ρυθμούς

Οι κερκάδιοι ρυθμοί, γνωστοί και ως εσωτερικό ρολόι του σώματος, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής. Οι κερκάδιοι ρυθμοί επηρεάζουν τα σήματα πείνας και κορεσμού, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά αναζήτησης τροφής και το μεταβολισμό (Toselli et al., 2017). Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι διαμορφώνει τους κερκαδιανούς ρυθμούς μέσω της επίδρασής της στα γονίδια του ρολογιού (Shannon et al., 2019).

Διαταραχές στους κερκαδιανούς ρυθμούς, όπως αυτές που προκαλούνται από ακανόνιστα πρότυπα ύπνου ή νυχτερινή εργασία, έχουν συσχετιστεί με αυξημένη όρεξη και τροποποιημένη πρόσληψη τροφής, συμβάλλοντας ενδεχομένως στην αύξηση του

σωματικού βάρους και την παχυσαρκία (Toselli et al., 2017). Η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να διαταράξει τους καρδιακούς ρυθμούς, οδηγώντας σε αλλαγές στις ορμόνες και τις συμπεριφορές που ρυθμίζουν την όρεξη (Gomez-Santos et al., 2020).

6.7.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Ενώ η έρευνα σχετικά με τον ρόλο της βιταμίνης D στη ρύθμιση της όρεξης είναι ελπιδοφόρα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί (Pannu et al., 2021).

Πρώτον, πολλά από τα στοιχεία προέρχονται από μελέτες παρατήρησης και μελέτες παρέμβασης με σχετικά μικρό μέγεθος δείγματος. Χρειάζονται μεγαλύτερες, καλά σχεδιασμένες μελέτες για να διαπιστωθεί αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και των αποτελεσμάτων που ρυθμίζουν την όρεξη (Pannu et al., 2021).

Δεύτερον, ατομικοί παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, η σύνθεση του σώματος και η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσουν την ανταπόκριση στη ρύθμιση της όρεξης με τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D (Pannu et al., 2021). Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπλήρωσης βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στην όρεξη και την πρόσληψη τροφής είναι ακόμη αβέβαιες (Pannu et al., 2021).

Επιπροσθέτως, η ρύθμιση της όρεξης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του στρες, των συναισθημάτων και των περιβαλλοντικών ενδείξεων. Η βιταμίνη D είναι μόνο ένας από τους πολλούς παράγοντες που συμβάλλουν στη ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής (Pannu et al., 2021).

6.7.5. Επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους

Η κατανόηση του πιθανού ρόλου της βιταμίνης D στη ρύθμιση της όρεξης έχει επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους και την πρόληψη της παχυσαρκίας (Reutrakul et al., 2017). Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να εξεταστεί ως μέρος μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής διαχείρισης του βάρους, ιδίως για άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D (Reutrakul et al., 2017).

Η αντιμετώπιση της ανεπάρκειας βιταμίνης D μπορεί να βοηθήσει στην ομαλοποίηση των ορμονών και των νευροπεπτιδίων που ρυθμίζουν την όρεξη, οδηγώντας ενδεχομένως σε μειωμένη πρόσληψη τροφής και βελτιωμένο κορεσμό (Reutrakul et al., 2017). Επιπλέον, η επίδραση της βιταμίνης D στους κερκάρδιους ρυθμούς μπορεί να συμβάλει σε καλύτερα πρότυπα ύπνου, τα οποία σχετίζονται με πιο υγιεινές επιλογές τροφίμων και καλύτερη διαχείριση του βάρους (Reutrakul et al., 2017). Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D θα πρέπει να χρησιμοποιείται στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης που περιλαμβάνει ισορροπημένη διατροφή, τακτική σωματική δραστηριότητα και τροποποιήσεις του τρόπου ζωής (Reutrakul et al., 2017).

Τα αναδυόμενα στοιχεία υποδεικνύουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης, επηρεάζοντας ενδεχομένως την πρόσληψη τροφής και το ενεργειακό ισοζύγιο. Παρόλο που απαιτούνται περισσότερες έρευνες για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών και την καθιέρωση αιτιωδών σχέσεων, τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της βιταμίνης D στη συνολική ενεργειακή ισορροπία και τον πιθανό ρόλο της στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους (Reutrakul et al., 2017).

6.8. Επίδραση της βιταμίνης D στον μεταβολισμό των λιπιδίων και στη λειτουργία των λιποκυττάρων

Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει τον μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων, επηρεάζοντας ενδεχομένως τη συσσώρευση και την κατανομή του σωματικού λίπους. Αυτή η ενότητα διερευνά την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με την επίδραση της βιταμίνης D στο μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων (Fasshauer et al., 2015).

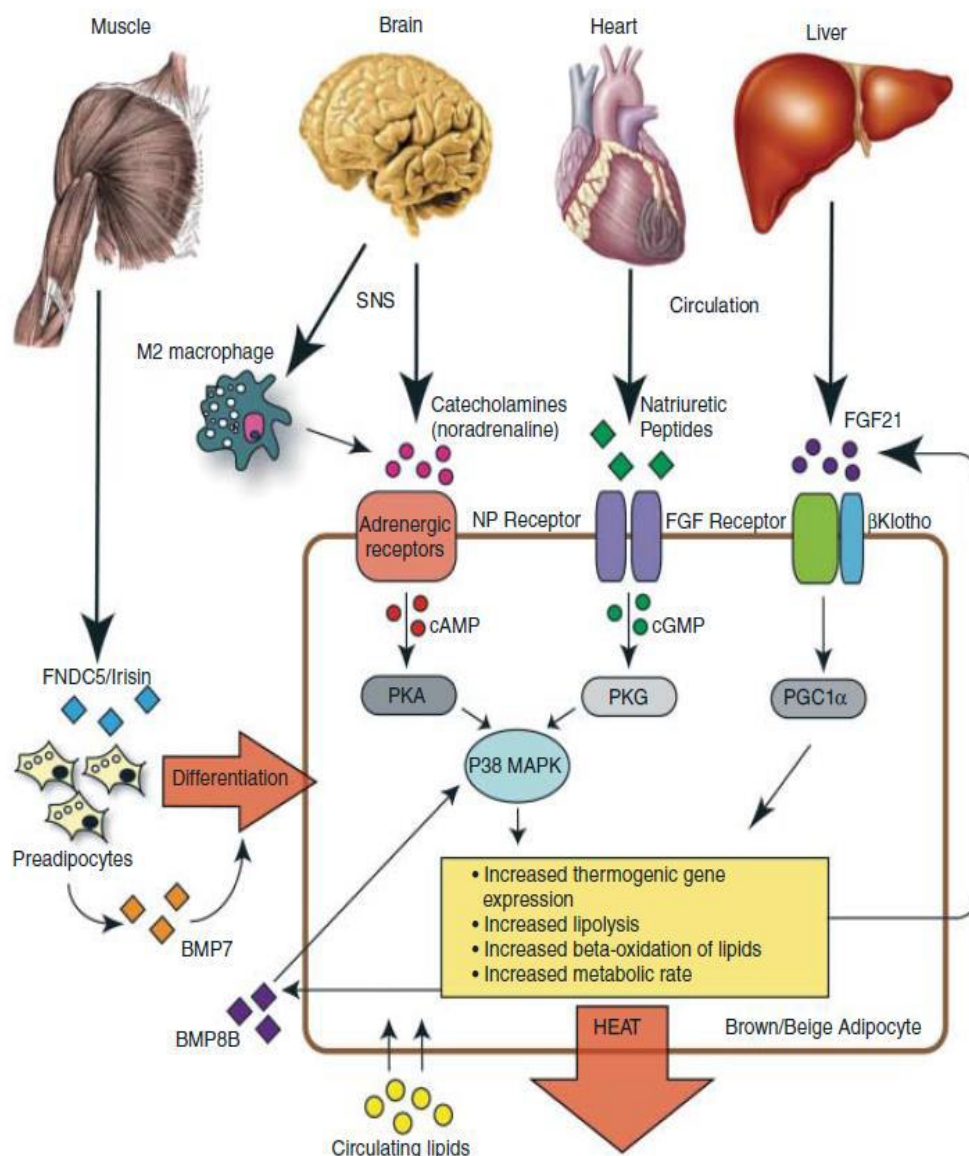
6.8.1. Βιταμίνη D και λιπογένεση

Η λιπογένεση είναι η διαδικασία με την οποία τα προαδικοκύτταρα (ανώριμα λιποκύτταρα) διαφοροποιούνται σε ώριμα λιποκύτταρα (ώριμα λιποκύτταρα). Η ρύθμιση της λιπογένεσης είναι απαραίτητη για τη διατήρηση υγιούς λιπώδους ιστού και την πρόληψη της υπερβολικής συσσώρευσης λίπους.

Έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D ρυθμίζει την λιπογένεση μέσω της αλληλεπίδρασής της με τους υποδοχείς βιταμίνης D (VDRs) που υπάρχουν στα λιποκύτταρα (Fasshauer et al., 2015). Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη λιπογένεση και ενισχυμένη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων (Borges et al., 2018). Από την άλλη πλευρά, η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με μειωμένη λιπογένεση και μειωμένο σχηματισμό λιποκυττάρων (Fasshauer et al., 2015).

Η επίδραση της βιταμίνης D στη λιπογένεση πιστεύεται ότι περιλαμβάνει τη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης και των μεταγραφικών παραγόντων, όπως ο υπεροξεισωματικός υποδοχέας που ενεργοποιείται από τον πολλαπλασιαστή γ (PPARγ), ένας βασικός ρυθμιστής της διαφοροποίησης των λιποκυττάρων (Ponsonby et al., 2018).

Εικόνα 12 : Ενδοκρινική ρύθμιση της θερμογένεσης στο φαιό λιπώδη ιστό.



Πηγή: Whittle A., 2012

6.8.2. Βιταμίνη D και λιπόλυση

Η λιπόλυση είναι η διάσπαση των τριγλυκεριδίων που είναι αποθηκευμένα στα λιποκύτταρα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και γλυκερόλη, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας. Έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D διεγείρει τη

λιπόλυση στα λιποκύτταρα μέσω της αλληλεπίδρασής της με τους VDRs (Ching et al., 2018).

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει ότι η βιταμίνη D μπορεί να αυξήσει την έκφραση λιπολυτικών ενζύμων, όπως η ορμονοευαίσθητη λιπάση (HSL), οδηγώντας σε αυξημένη διάσπαση του λίπους στον λιπώδη ιστό (Imamura et al., 2015). Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D ενισχύει τη λιπόλυση με δόσοεξαρτώμενο τρόπο, γεγονός που υποδηλώνει μια άμεση σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και της διάσπασης του λίπους (Mutt et al., 2018).

6.8.3. Βιταμίνη D και έκκριση αδιποκινών

Τα λιποκύτταρα εκκρίνουν διάφορες ορμόνες και κυτταροκίνες, γνωστές ως αδιποκίνες, οι οποίες παίζουν ρόλο στη ρύθμιση της ενεργειακής ομοιόστασης, της φλεγμονής και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη. (Fasshauer et al., 2015). Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει την έκκριση των αδιποκινών, με πιθανές επιπτώσεις στη μεταβολική υγεία.

Μια μελέτη των Nimitphong et al. (2013) ανέφερε ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μείωσε την έκκριση προφλεγμονωδών αδιποκινών, όπως ο παράγοντας νέκρωσης όγκων-α (TNF-α) και η ιντερλευκίνη-6 (IL-6), σε άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D (Fasshauer et al., 2015). Επιπλέον, η βιταμίνη D έχει συσχετιστεί με αυξημένη έκκριση αδιπονεκτίνης, μιας αντιφλεγμονώδους αδιποκίνης που βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον μεταβολισμό των λιπιδίων (Lips et al., 2019).

6.8.4. Βιταμίνη D και φαιός λιπώδης ιστός (BAT)

Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει τη δραστηριότητα του BAT μέσω της αλληλεπίδρασής της με τους VDRs (Fabbri et al., 2015). Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι η έλλειψη βιταμίνης D μπορεί να μειώσει τη δραστηριότητα του BAT και να μειώσει τη θερμογένεση (Wong et al., 2017).

Από την άλλη πλευρά, η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένη δραστηριότητα της BAT και βελτιωμένη θερμογένεση (Mutt et al., 2018). Οι ακριβείς μηχανισμοί μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει τη λειτουργία της BAT δεν

είναι πλήρως κατανοητοί, αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν τη ρύθμιση γονιδίων που σχετίζονται με τη θερμογένεση και την ενεργειακή δαπάνη (Mutt et al., 2018).

6.8.5. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Αν και η έρευνα σχετικά με την επίδραση της βιταμίνης D στο μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων είναι πολλά υποσχόμενη, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί (Wong et al., 2017).

Πολλά από τα στοιχεία προέρχονται από μελέτες σε ζώα και πειράματα κυτταροκαλλιέργειας, με περιορισμένα δεδομένα από κλινικές δοκιμές σε ανθρώπους. Απαιτούνται μεγαλύτερες, καλά σχεδιασμένες μελέτες σε ανθρώπους για να διαπιστωθεί η συνάφεια αυτών των ευρημάτων στον ανθρώπινο λιπώδη ιστό (Wong et al., 2017). Επιπροσθέτως, οι ατομικοί παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, η σύνθεση του σώματος και η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσουν την ανταπόκριση στο συμπλήρωμα βιταμίνης D στον μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων (Wong et al., 2017). Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπλήρωσης βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στο μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων είναι ακόμη αβέβαιες.

Η επίδραση της βιταμίνης D στο μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη θέση του λιπώδους ιστού (π.χ. υποδόριο έναντι σπλαχνικού λίπους) και τη μεταβολική υγεία του ατόμου (Wong et al., 2017).

6.8.6. Επιπτώσεις για τη διαχείριση του βάρους

Η κατανόηση της επίδρασης της βιταμίνης D στον μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία των λιποκυττάρων έχει επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους και την πρόληψη της παχυσαρκίας (Wong et al., 2017).

Δεδομένης της δυνητικής σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και της διαχείρισης του βάρους, οι ερευνητές έχουν διερευνήσει την επίδραση του συμπληρώματος βιταμίνης D στο σωματικό βάρος και τη λιπώδη ιστό σε κλινικές δοκιμές.

Ορισμένες μελέτες έχουν υποδείξει ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να οδηγήσει σε μέτριες μειώσεις του σωματικού βάρους και του ΔΜΣ σε άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D (Major et al., 2017). Ωστόσο, οι επιδράσεις του συμπληρώματος

βιταμίνης D στη διαχείριση του σωματικού βάρους ήταν ποικίλες και δεν έχουν αναφερθεί σε όλες τις μελέτες σημαντικές αλλαγές στο βάρος ή στη σύνθεση του σώματος.

Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη ατομικοί παράγοντες, όπως η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D, η προσκόλληση στο συμπλήρωμα και η παρουσία άλλων μεταβολικών καταστάσεων, κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μελετών χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D για τη διαχείριση του βάρους.

Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να εξεταστεί ως μέρος μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής διαχείρισης του βάρους, ιδίως για άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D (Wong et al., 2017). Η αντιμετώπιση της ανεπάρκειας της βιταμίνης D μπορεί να βοηθήσει στην ομαλοποίηση της λειτουργίας των λιποκυττάρων και στη βελτίωση του μεταβολισμού των λιπιδίων, οδηγώντας ενδεχομένως σε μειωμένη συσσώρευση λίπους και βελτιωμένη μεταβολική υγεία (Wong et al., 2017). Επιπλέον, η επίδραση της βιταμίνης D στη δραστηριότητα της BAT και τη θερμογένεση μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της ενεργειακής δαπάνης, η οποία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση και την απώλεια βάρους (Wong et al., 2017).

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως μέρος μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης που περιλαμβάνει μια ισορροπημένη διατροφή, τακτική σωματική δραστηριότητα και τροποποιήσεις του τρόπου ζωής (Wong et al., 2017). Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στο μεταβολισμό των λιπιδίων και στη λειτουργία των λιποκυττάρων (Wong et al., 2017).

Παρόλο που απαιτείται περισσότερη έρευνα για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών και την καθιέρωση αιτιωδών σχέσεων, τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της βιταμίνης D στη συνολική λειτουργία του λιπώδους ιστού και τον πιθανό ρόλο της στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους (Wong et al., 2017).

6.9. Η βιταμίνη D και η ευαισθησία στην ινσουλίνη σε σχέση με την ενεργειακή ισορροπία

Η ευαισθησία στην ινσουλίνη είναι μια κρίσιμη πτυχή της ενεργειακής ισορροπίας και της μεταβολικής υγείας, καθώς καθορίζει πόσο αποτελεσματικά ανταποκρίνεται το

σώμα στην ινσουλίνη, μια ορμόνη που ρυθμίζει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, με πιθανές επιπτώσεις στην ενεργειακή ισορροπία και τη διαχείριση του βάρους. Η παρούσα ενότητα διερευνά την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη στο πλαίσιο της ενεργειακής ισορροπίας.

6.9.1. Βιταμίνη D και ομοιόσταση της γλυκόζης

Η ομοιόσταση της γλυκόζης αναφέρεται στην ισορροπία μεταξύ της παραγωγής και της χρήσης της γλυκόζης στο σώμα. Η ινσουλίνη, που παράγεται από το πάγκρεας, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διατήρηση της ομοιόστασης της γλυκόζης προωθώντας την πρόσληψη γλυκόζης στα κύτταρα και αναστέλλοντας την παραγωγή γλυκόζης στο ήπαρ (Hyrrönen et al., 2017).

Έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη D αλληλεπιδρά με τους υποδοχείς ινσουλίνης και διαμορφώνει τα μονοπάτια σηματοδότησης της ινσουλίνης (Gao et al., 2021). Κλινικές μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και της διαταραγμένης ανοχής στη γλυκόζη, της αντίστασης στην ινσουλίνη και του διαβήτη τύπου 2 (Zheng et al., 2018). Επιπλέον, η ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένα επίπεδα γλυκόζης αίματος νηστείας και αντίσταση στην ινσουλίνη σε διάφορους πληθυσμούς (Hyrrönen et al., 2017).

Η χρόνια φλεγμονή παίζει ρόλο στην ανάπτυξη αντίστασης στην ινσουλίνη και μεταβολικής δυσλειτουργίας (Hyrrönen et al., 2017). Η βιταμίνη D έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και μπορεί να συμβάλει στη μείωση της συστηματικής φλεγμονής, βελτιώνοντας έτσι την ευαισθησία στην ινσουλίνη (Hosseini-nezhad et al., 2013).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένα επίπεδα προφλεγμονωδών δεικτών, όπως η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP) και η ιντερλευκίνη-6 (IL-6), σε άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D (González-Molero et al., 2013). Μειώνοντας τη φλεγμονή, η βιταμίνη D μπορεί να βελτιώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον μεταβολισμό της γλυκόζης (Hyrrönen et al., 2017).

6.9.2. Βιταμίνη D και λειτουργία του λιπώδους ιστού

Ο λιπώδης ιστός αποτελεί σημαντικό ρυθμιστή του μεταβολισμού της γλυκόζης και της ενέργειας. Η απορρύθμιση της λειτουργίας του λιπώδους ιστού μπορεί να οδηγήσει σε αντίσταση στην ινσουλίνη και μεταβολικές διαταραχές (Zheng et al., 2018).

Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει την έκκριση αδιποκινών από τον λιπώδη ιστό, συμπεριλαμβανομένης της αδιπονεκτίνης και της λεπτίνης (Toselli et al., 2019). Η αδιπονεκτίνη είναι μια αδιποκίνη που βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και ενισχύει την πρόσληψη γλυκόζης στα κύτταρα (Zheng et al., 2018). Η βιταμίνη D έχει συσχετιστεί με αυξημένη έκκριση αδιπονεκτίνης, γεγονός που υποδηλώνει πιθανό ρόλο στη βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη (Parker et al., 2020). Η λεπτίνη είναι μια άλλη αδιποκίνη που ρυθμίζει την όρεξη και την ενεργειακή δαπάνη. Η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να οδηγήσει σε αντίσταση στη λεπτίνη, η οποία μπορεί να συμβάλει στην αντίσταση στην ινσουλίνη και στην παχυσαρκία (Toselli et al., 2019).

6.9.3. Βιταμίνη D και ενεργειακό ισοζύγιο

Το ενεργειακό ισοζύγιο είναι η σχέση μεταξύ της ενεργειακής πρόσληψης (θερμίδες που καταναλώνονται) και της ενεργειακής δαπάνης (θερμίδες που καίγονται). Οι ανισορροπίες στο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση ή απώλεια βάρους (Zheng et al., 2018).

Η βιταμίνη D μπορεί να παίζει ρόλο στην ενεργειακή ισορροπία μέσω της επίδρασής της στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στο μεταβολισμό της γλυκόζης. (Zheng et al., 2018). Μελέτες έχουν υποδείξει ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να βελτιώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη αξιοποίηση της γλυκόζης και σε καλύτερο ενεργειακό ισοζύγιο (Mak et al., 2018).

Επιπλέον, οι πιθανές αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις της βιταμίνης D μπορεί επίσης να συμβάλλουν στην καλύτερη μεταβολική υγεία και την ενεργειακή ισορροπία (Zheng et al., 2018).

6.9.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Ενώ η έρευνα σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη σε σχέση με το ενεργειακό ισοζύγιο είναι ελπιδοφόρα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί (Zheng et al., 2018).

Πρώτον, πολλά από τα στοιχεία προέρχονται από μελέτες παρατήρησης και μελέτες παρέμβασης με σχετικά μικρό μέγεθος δείγματος. Χρειάζονται μεγαλύτερες, καλά σχεδιασμένες μελέτες για να διαπιστωθεί αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη σε διάφορους πληθυσμούς (Zheng et al., 2018).

Δεύτερον, ατομικοί παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, η σύνθεση του σώματος και η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσουν την ανταπόκριση στη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στο μεταβολισμό της γλυκόζης (Zheng et al., 2018).

Επιπλέον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια της συμπλήρωσης βιταμίνης D για πιθανές επιδράσεις στην ευαισθησία στην ινσουλίνη είναι ακόμη αβέβαιες (Zheng et al., 2018).

Επιπροσθέτως, η ευαισθησία στην ινσουλίνη επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της σωματικής δραστηριότητας, της διατροφής και της γενετικής προδιάθεσης. Η βιταμίνη D είναι μόνο ένας από τους πολλούς παράγοντες που συμβάλλουν στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στην ενεργειακή ισορροπία (Zheng et al., 2018).

Κεφάλαιο 7: Κλινικά στοιχεία και παρεμβάσεις

7.1. Συμπλήρωμα βιταμίνης D και δοκιμές απώλειας βάρους

Η απώλεια βάρους αποτελεί κοινό στόχο για τα άτομα που επιδιώκουν να βελτιώσουν τη γενική τους υγεία και να μειώσουν τον κίνδυνο ασθενειών που σχετίζονται με την παχυσαρκία. Καθώς η ανεπάρκεια της βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με την παχυσαρκία και τις μεταβολικές διαταραχές, οι ερευνητές έχουν διερευνήσει τον πιθανό ρόλο του συμπληρώματος βιταμίνης D στην προώθηση της απώλειας βάρους. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τις υπάρχουσες έρευνες σχετικά με το συμπλήρωμα βιταμίνης D και τις επιδράσεις του στην απώλεια βάρους σε κλινικές δοκιμές (Gao et al., 2021).

7.1.1. Τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές

Οι τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές (RCT) θεωρούνται το χρυσό πρότυπο για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων. Αρκετές RCTs έχουν διερευνήσει την επίδραση του συμπληρώματος βιταμίνης D στην απώλεια βάρους και στη σύνθεση του σώματος (Gao et al., 2021).

Μια μελέτη των Salehpour et al. (2012) διεξήγαγε μια διπλή τυφλή RCT σε υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες. Οι συμμετέχουσες τυχαιοποιήθηκαν για να λάβουν είτε 1000 IU βιταμίνης D3 είτε εικονικό φάρμακο καθημερινά για 12 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D παρουσίασε σημαντική μείωση του σωματικού βάρους και της περιφέρειας μέσης σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου (Salehpour et. al., 2012).

Σε μια άλλη RCT των Mason et al. (2014), οι υπέρβαροι και παχύσαρκοι ενήλικες έλαβαν τυχαία είτε 4000 IU βιταμίνης D3 είτε εικονικό φάρμακο καθημερινά για 6 μήνες. Η ομάδα της βιταμίνης D παρουσίασε μεγαλύτερη μείωση της μάζας σωματικού λίπους και του ποσοστού σωματικού λίπους σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου (Salehpour et. al., 2012).

7.1.2. Συνδυαστικές παρεμβάσεις

Ορισμένες μελέτες διερεύνησαν τα αποτελέσματα του συνδυασμού της χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D με άλλες παρεμβάσεις απώλειας βάρους.

Σε μια μελέτη των Sneve et al. (2008), υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες έλαβαν είτε συμπλήρωμα ασβεστίου και βιταμίνης D είτε εικονικό φάρμακο σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα απώλειας βάρους. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η ομάδα που λάμβανε ασβέστιο και βιταμίνη D είχε μεγαλύτερη μείωση του σωματικού βάρους και της περιφέρειας μέσης από την ομάδα που λάμβανε εικονικό φάρμακο (Sneve et. al., 2008).

Μια μετα-ανάλυση από τους Chandler et al. (2015) εξέτασε RCTs που εξέτασαν την επίδραση του συμπληρώματος βιταμίνης D σε συνδυασμό με μια δίαιτα χαμηλών θερμίδων στην απώλεια βάρους. Η ανάλυση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός της βιταμίνης D και μιας δίαιτας χαμηλών θερμίδων οδήγησε σε πιο σημαντική απώλεια βάρους σε σύγκριση με τη δίαιτα μόνη της (Chandler et. al., 2015).

7.1.3. Μηχανισμοί δράσης

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να προάγει την απώλεια βάρους δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ωστόσο, έχουν προταθεί διάφορες πιθανές οδοί.

Πρώτον, η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία του λιπώδους ιστού και τον μεταβολισμό των λιπιδίων. Η βιταμίνη D έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει την έκκριση των αδιποκινών, με πιθανές επιπτώσεις στην ενεργειακή ισορροπία και την αποθήκευση λίπους (Toselli et al., 2019).

Δεύτερον, η βιταμίνη D μπορεί να ενισχύσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, η οποία θα μπορούσε να βελτιώσει τη χρήση της γλυκόζης και το ενεργειακό ισοζύγιο, οδηγώντας σε απώλεια βάρους (Gao et al., 2021). Επιπλέον, η βιταμίνη D μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη ρύθμιση της όρεξης μέσω της επίδρασής της στα νευροπεπτίδια και τις ορμόνες που εμπλέκονται στην πείνα και τον κορεσμό (Toselli et al., 2017).

7.1.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Ενώ τα αποτελέσματα ορισμένων δοκιμών υποδηλώνουν θετικό αντίκτυπο του συμπληρώματος βιταμίνης D στην απώλεια βάρους, υπάρχουν διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Πρώτον, οι επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στην απώλεια βάρους μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την αρχική κατάσταση της βιταμίνης D των συμμετεχόντων. Τα άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να ωφεληθούν περισσότερο από το συμπλήρωμα από ό,τι εκείνα με επαρκή επίπεδα βιταμίνης D.

Δεύτερον, η βέλτιστη δοσολογία και διάρκεια του συμπληρώματος βιταμίνης D για τα αποτελέσματα της απώλειας βάρους δεν έχουν ακόμη καθοριστεί επαρκώς. Οι μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει διάφορες δόσεις βιταμίνης D, που κυμαίνονται από 1000 IU έως 4000 IU ημερησίως, και διάρκειες που κυμαίνονται από 3 μήνες έως 12 μήνες.

Επιπλέον, η απώλεια βάρους είναι μια σύνθετη διαδικασία που επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της διατροφής, της σωματικής δραστηριότητας και των ατομικών μεταβολικών χαρακτηριστικών. Το συμπλήρωμα βιταμίνης D θα πρέπει να εξετάζεται ως μέρος μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής απώλειας βάρους, συμπεριλαμβανομένων των τροποποιήσεων του τρόπου ζωής.

7.1.5. Επιπτώσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις

Τα ευρήματα από τις δοκιμές που διερευνούν το συμπλήρωμα βιταμίνης D και την απώλεια βάρους έχουν πιθανές επιπτώσεις στην πρόληψη της παχυσαρκίας και τη διαχείριση του βάρους. Το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να εξεταστεί ως συμπληρωματική θεραπεία για την υποστήριξη των προσπαθειών απώλειας βάρους, ιδίως για άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D.

Επιπλέον, ο συνδυασμός του συμπληρώματος βιταμίνης D με άλλες παρεμβάσεις απώλειας βάρους, όπως η δίαιτα χαμηλών θερμίδων ή η σωματική δραστηριότητα, μπορεί να προσφέρει συνεργιστικά αποτελέσματα και να βελτιώσει τα αποτελέσματα της απώλειας βάρους. Ωστόσο, χρειάζονται περισσότερες έρευνες για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει την απώλεια βάρους και για τον προσδιορισμό των πιο αποτελεσματικών δόσεων και διάρκειας χορήγησης συμπληρώματος.

Μακροχρόνιες, μεγάλης κλίμακας RCTs είναι απαραίτητες για να διαπιστωθεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα του συμπληρώματος βιταμίνης D ως στρατηγική απώλειας βάρους, ιδίως σε διαφορετικούς πληθυσμούς.

7.2. Επιδράσεις της βιταμίνης D στη σύνθεση του σώματος και στις μεταβολικές παραμέτρους

Η σύνθεση του σώματος, η οποία αναφέρεται στην αναλογία λίπους, μυών και άλλων ιστών στο σώμα, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη μεταβολική υγεία και τη συνολική ευεξία. Η βιταμίνη D, εκτός από τον καθιερωμένο ρόλο της στην υγεία των οστών, έχει μελετηθεί για τις πιθανές επιδράσεις της στη σύνθεση του σώματος και στις μεταβολικές παραμέτρους. Η παρούσα ενότητα διερευνά την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με την επίδραση της βιταμίνης D στη σύνθεση του σώματος και στις μεταβολικές παραμέτρους.

7.2.1. Βιταμίνη D και μάζα σωματικού λίπους

Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τη συσχέτιση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και της μάζας σωματικού λίπους.

Μια μετα-ανάλυση από τους Ma et al. (2016) εξέτασε 25 μελέτες παρατήρησης και διαπίστωσε ότι τα άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D είχαν υψηλότερη μάζα σωματικού λίπους σε σύγκριση με τα άτομα με επαρκή επίπεδα βιταμίνης D.

Σε μια συγχρονική μελέτη των Vimalleswaran et al. (2013), οι ερευνητές ανέφεραν αρνητική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και της μάζας σωματικού λίπους, υποδηλώνοντας ότι τα υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονται με χαμηλότερη μάζα σωματικού λίπους.

Παρεμβατικές μελέτες έχουν επίσης διερευνήσει τον αντίκτυπο του συμπληρώματος βιταμίνης D στη μάζα σωματικού λίπους. Για παράδειγμα, μια μελέτη των Major et al. (2019) διεξήγαγε μια διπλά τυφλή RCT σε υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες, όπου οι συμμετέχουσες λάμβαναν είτε 4000 IU βιταμίνης D3 είτε εικονικό φάρμακο καθημερινά για 12 εβδομάδες. Η ομάδα χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D παρουσίασε σημαντική μείωση της μάζας σωματικού λίπους σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου.

7.2.2. Βιταμίνη D και άλιπη μάζα

Η άπαχη μάζα, η οποία περιλαμβάνει μυϊκούς και μη λιπώδεις ιστούς, είναι σημαντική για τη μεταβολική υγεία και τη σωματική λειτουργία.

Σε μια μελέτη των Jorde et al. (2015), οι ερευνητές αξιολόγησαν τη σχέση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και της άλιπης μάζας σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες. Διαπίστωσαν θετική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και της άλιπης μάζας, υποδηλώνοντας ότι τα υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονται με μεγαλύτερη άλιπη μάζα.

Επιπλέον, μια συστηματική ανασκόπηση από τους Zittermann et al. (2016) ανέλυσε RCTs που διερεύνησαν τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στην άλιπη μάζα. Η ανασκόπηση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D είχε μέτρια θετική επίδραση στην άλιπη μάζα, ιδίως σε ηλικιωμένους ενήλικες.

7.2.3. Βιταμίνη D και μεταβολικές παράμετροι

Οι μεταβολικές παράμετροι, όπως η γλυκόζη του αίματος, η ευαισθησία στην ινσουλίνη και τα επίπεδα λιπιδίων, αποτελούν βασικούς δείκτες της μεταβολικής υγείας.

Μια μελέτη των Gao et al. (2021) εξέτασε τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στις μεταβολικές παραμέτρους σε άτομα με προδιαβήτη. Οι συμμετέχοντες έλαβαν συμπλήρωμα βιταμίνης D3 για 12 εβδομάδες και τα αποτελέσματα έδειξαν βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη και μεταβολισμό των λιπιδίων στην ομάδα με το συμπλήρωμα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Μια άλλη τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή από τους Mitri et al. (2011) διερεύνησε την επίδραση του συμπληρώματος βιταμίνης D στις μεταβολικές παραμέτρους σε άτομα με διαβήτη τύπου 2. Οι συμμετέχοντες έλαβαν είτε 5000 IU βιταμίνης D3 είτε εικονικό φάρμακο εβδομαδιαίως για 6 μήνες. Η ομάδα της βιταμίνης D παρουσίασε σημαντικές βελτιώσεις στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και στον γλυκαιμικό έλεγχο σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου.

7.2.4. Συνέπειες και μελλοντικές κατευθύνσεις

Τα ευρήματα από τις μελέτες που διερευνούν τις επιδράσεις της βιταμίνης D στη σύνθεση του σώματος και στις μεταβολικές παραμέτρους έχουν πιθανές συνέπειες για τη μεταβολική υγεία και την πρόληψη ασθενειών.

Το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να εξεταστεί ως μέρος μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για τη βελτίωση της σύστασης του σώματος και της μεταβολικής υγείας, ιδίως για τα άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D. Επιπλέον, η πιθανή επίδραση της βιταμίνης D στη διατήρηση της άλιπης μάζας μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους ηλικιωμένους ενήλικες που κινδυνεύουν από σαρκοπενία και απώλεια μυϊκής μάζας.

Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει τη σύνθεση του σώματος και τις μεταβολικές παραμέτρους και για τον καθορισμό των βέλτιστων δόσεων και διάρκειας για συγκεκριμένες επιδράσεις.

7.3. Πιθανές συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής

Οι παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής, όπως οι διατροφικές τροποποιήσεις και η αυξημένη σωματική δραστηριότητα, αποτελούν βασικά συστατικά της διαχείρισης του βάρους και της βελτίωσης της μεταβολικής υγείας. Αναδυόμενα στοιχεία υποδεικνύουν ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να έχει συνεργιστικά αποτελέσματα όταν συνδυάζεται με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής. Η παρούσα ενότητα διερευνά την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με τις πιθανές συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με τις παρεμβάσεις του τρόπου ζωής στο πλαίσιο της διαχείρισης του βάρους και της μεταβολικής υγείας.

7.3.1. Βιταμίνη D και σωματική δραστηριότητα

Η σωματική δραστηριότητα αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για τη διαχείριση του βάρους και τη συνολική υγεία. Η βιταμίνη D έχει μελετηθεί για τον πιθανό ρόλο της στην ενίσχυση των επιδράσεων της σωματικής δραστηριότητας στις μεταβολικές παραμέτρους.

Μια μελέτη των Shab-Bidar et al. (2017) πραγματοποίησε μια μετα-ανάλυση RCTs που διερεύνησε την επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης βιταμίνης D σε συνδυασμό με τη σωματική δραστηριότητα στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και το

μεταβολισμό της γλυκόζης. Η μετα-ανάλυση έδειξε ότι ο συνδυασμός βιταμίνης D και σωματικής δραστηριότητας είχε μεγαλύτερη επίδραση στη βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη σε σύγκριση με τη σωματική δραστηριότητα μόνη της.

Επιπλέον, μια τυχαιοποιημένη δοκιμή από τους Salehpour et al. (2012) εξέτασε τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα άσκησης σε υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες. Η ομάδα που λάμβανε συμπλήρωμα βιταμίνης D και συμμετείχε σε πρόγραμμα άσκησης επέδειξε πιο σημαντική μείωση του σωματικού βάρους και της περιφέρειας μέσης σε σύγκριση με την ομάδα που συμμετείχε μόνο σε πρόγραμμα άσκησης.

Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να ενισχύσει τα μεταβολικά οφέλη της σωματικής δραστηριότητας, οδηγώντας ενδεχομένως σε καλύτερη διαχείριση του βάρους και μεταβολική υγεία.

7.3.2. Βιταμίνη D και διαιτητικές παρεμβάσεις

Οι διαιτητικές παρεμβάσεις, όπως ο περιορισμός των θερμίδων ή συγκεκριμένες τροποποιήσεις των μακροθρεπτικών συστατικών, χρησιμοποιούνται συνήθως σε προγράμματα διαχείρισης του βάρους.

Μια μελέτη των Ortega-Azorin et al. (2016) διερεύνησε την αλληλεπίδραση μεταξύ της βιταμίνης D και της μεσογειακής διατροφής στο σωματικό βάρος και τη μάζα σωματικού λίπους σε μια ομάδα ενηλίκων. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα άτομα με υψηλότερη πρόσληψη βιταμίνης D και προσκόλληση στη μεσογειακή διατροφή είχαν χαμηλότερο σωματικό βάρος και μάζα σωματικού λίπους.

Επιπλέον, μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση από τους Sun et al. (2020) εξέτασε τις συνδυασμένες επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D και του θερμιδικού περιορισμού στα αποτελέσματα της απώλειας βάρους. Η ανάλυση αποκάλυψε ότι ο συνδυασμός συμπληρώματος βιταμίνης D και θερμιδικού περιορισμού οδήγησε σε μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε σύγκριση με τον θερμιδικό περιορισμό μόνο.

Οι μελέτες αυτές υποδηλώνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να ενισχύσει τα αποτελέσματα των διατροφικών παρεμβάσεων στη διαχείριση του βάρους και τη σύνθεση του σώματος.

7.3.3. Μηχανισμοί συνεργιστικών επιδράσεων

Οι μηχανισμοί που διέπουν τις πιθανές συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με τις παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ωστόσο, έχουν προταθεί διάφορες πιθανές οδοί.

Πρώτον, η βιταμίνη D μπορεί να ενισχύσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και τον μεταβολισμό της γλυκόζης, γεγονός που θα μπορούσε να ενισχύσει τα μεταβολικά οφέλη της σωματικής δραστηριότητας και των διατροφικών τροποποιήσεων (Gao et al., 2021).

Δεύτερον, η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία του λιπώδους ιστού και τον μεταβολισμό των λιπιδίων, συμβάλλοντας ενδεχομένως σε πιο σημαντικές μειώσεις της μάζας σωματικού λίπους όταν συνδυάζεται με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής (Toselli et al., 2019).

Επιπλέον, η βιταμίνη D μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη λειτουργία των μυών και τη σύνθεση πρωτεϊνών, γεγονός που θα μπορούσε να συμβάλει στη διατήρηση της άλιπης μάζας κατά τη διάρκεια των προσπαθειών απώλειας βάρους (Zittermann et al., 2016).

7.3.4. Εκτιμήσεις και περιορισμοί

Ενώ τα ευρήματα από μελέτες που διερευνούν τις συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής είναι ελπιδοφόρα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες εκτιμήσεις και περιορισμοί.

Πρώτον, δεν έχουν τυποποιηθεί οι βέλτιστες δόσεις και οι διάρκειες χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D σε συνδυασμό με συγκεκριμένες παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής. Η αποτελεσματικότητα του συνδυασμού μπορεί να εξαρτάται από ατομικούς παράγοντες, όπως η αρχική κατάσταση της βιταμίνης D, η ηλικία και τα μεταβολικά χαρακτηριστικά.

Δεύτερον, ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει αντικρουόμενα αποτελέσματα, με περιορισμένα στοιχεία που δείχνουν σαφή συνεργιστικά αποτελέσματα. Χρειάζονται περισσότερες καλά σχεδιασμένες RCT για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα του συνδυασμού της βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής.

Επιπλέον, οι παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής είναι πολυπαραγοντικές και τα αποτελέσματα του συνδυασμού της βιταμίνης D με τη σωματική δραστηριότητα ή τις

διατροφικές τροποποιήσεις μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια των παρεμβάσεων.

7.3.5. Συνέπειες και μελλοντικές κατευθύνσεις

Τα ευρήματα από μελέτες που διερευνούν τις συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής έχουν πιθανές επιπτώσεις στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους και στη μεταβολική υγεία.

Το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να θεωρηθεί ως συμπληρωματική προσέγγιση για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της σωματικής δραστηριότητας και των διαιτητικών παρεμβάσεων σε προγράμματα διαχείρισης του βάρους. Επιπλέον, η πιθανή διατήρηση της άλιπης μάζας με τη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους ηλικιωμένους ενήλικες που κινδυνεύουν από απώλεια μυών κατά τη διάρκεια των προσπαθειών απώλειας βάρους.

Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες έρευνες για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν τις συνεργιστικές επιδράσεις και για τον προσδιορισμό των πιο αποτελεσματικών δόσεων και συνδυασμών παρεμβάσεων.

7.4. Προφίλ ασφάλειας του συμπληρώματος βιταμίνης D για τη διαχείριση του βάρους

Καθώς το ενδιαφέρον για τον πιθανό ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους αυξάνεται, δημιουργούνται ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και τις πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειές της. Η παρούσα ενότητα εξετάζει το προφίλ ασφάλειας του συμπληρώματος βιταμίνης D για τη διαχείριση του βάρους με βάση την υπάρχουσα έρευνα και τις κλινικές δοκιμές.

7.5. Ψυχολογικές πτυχές και συμπλήρωμα βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους

Η διαχείριση του βάρους δεν επηρεάζεται μόνο από φυσιολογικούς παράγοντες αλλά και από ψυχολογικές πτυχές. Οι αναδυόμενες έρευνες έχουν διερευνήσει την πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ των ψυχολογικών παραγόντων και του συμπληρώματος βιταμίνης

D στη διαχείριση του βάρους. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τα υπάρχοντα στοιχεία σχετικά με τις ψυχολογικές πτυχές και τη σχέση τους με τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους.

7.5.1. Βιταμίνη D και ρύθμιση της διάθεσης

Η βιταμίνη D έχει συνδεθεί με τη ρύθμιση της διάθεσης και την ψυχική υγεία. Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει συσχετίσεις μεταξύ χαμηλών επιπέδων βιταμίνης D και αυξημένου κινδύνου διαταραχών της διάθεσης, όπως η κατάθλιψη και το άγχος (Anglin et al., 2013).

Μια μετα-ανάλυση των Anglin et al. (2013) διερεύνησε τη σχέση μεταξύ της κατάστασης της βιταμίνης D και του κινδύνου κατάθλιψης. Η ανάλυση αποκάλυψε μια σημαντική συσχέτιση, με τα άτομα με χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D να έχουν περισσότερες πιθανότητες να εμφανίσουν καταθλιπτικά συμπτώματα.

Επιπλέον, μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή από τους Khoraminy et al. (2013) αξιολόγησε τις επιδράσεις του συμπληρώματος βιταμίνης D στα συμπτώματα κατάθλιψης σε υπέρβαρες και παχύσαρκες γυναίκες. Οι συμμετέχουσες που έλαβαν συμπλήρωμα βιταμίνης D παρουσίασαν σημαντική βελτίωση της διάθεσης και μείωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων.

Ο πιθανός αντίκτυπος της βιταμίνης D στη ρύθμιση της διάθεσης μπορεί να έχει επιπτώσεις στη συναισθηματική διατροφή και σε άλλες ψυχολογικές πτυχές που σχετίζονται με τη διαχείριση του βάρους.

7.5.2. Ψυχολογική ευημερία και προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης βάρους

Η ψυχολογική ευημερία και τα κίνητρα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προσκόλληση σε στρατηγικές διαχείρισης του βάρους, όπως οι διατροφικές τροποποιήσεις και η σωματική δραστηριότητα.

Μια μελέτη των Elfhag et al. (2015) διερεύνησε τη σχέση μεταξύ της ψυχολογικής ευεξίας και της προσκόλλησης σε παρεμβάσεις απώλειας βάρους. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα άτομα με καλύτερη ψυχολογική ευεξία ήταν πιο πιθανό να τηρήσουν τα σχέδια απώλειας βάρους και να επιτύχουν επιτυχή αποτελέσματα.

Ομοίως, μια συστηματική ανασκόπηση των Vansteenkiste et al. (2014) διερεύνησε τον ρόλο των κινήτρων στη διαχείριση του βάρους. Η ανασκόπηση υπογράμμισε τη σημασία των αυτόνομων κινήτρων, τα οποία περιλαμβάνουν εσωτερικούς και αυτοκαθοριζόμενους λόγους για αλλαγή συμπεριφοράς, στην προώθηση της προσκόλλησης σε στρατηγικές διαχείρισης βάρους.

Οι πιθανές επιδράσεις της βιταμίνης D στη ρύθμιση της διάθεσης και την ψυχολογική ευεξία μπορεί να επηρεάσουν έμμεσα την προσκόλληση στις παρεμβάσεις διαχείρισης του βάρους.

7.5.3. Εποχιακή συναισθηματική διαταραχή (SAD) και βιταμίνη D

Η εποχιακή συναισθηματική διαταραχή (SAD) είναι ένας τύπος κατάθλιψης που εμφανίζεται σε συγκεκριμένες περιόδους του έτους, συνήθως κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες, όταν η έκθεση στο ηλιακό φως είναι μειωμένη.

Η ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει προταθεί ως πιθανός παράγοντας που συμβάλλει στην SAD. Μια μελέτη των Kerr et al. (2015) εξέτασε τη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και των συμπτωμάτων SAD. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα άτομα με SAD είχαν σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς SAD.

Παρόλο που η σχέση μεταξύ SAD και βιταμίνης D είναι πολύπλοκη και περιλαμβάνει διάφορους παράγοντες, αναδεικνύει τον πιθανό ρόλο της βιταμίνης D στη ρύθμιση της διάθεσης και την ψυχική υγεία, ο οποίος μπορεί να είναι σχετικός με τη διαχείριση του βάρους για τα άτομα με συναισθηματικά διατροφικά πρότυπα που σχετίζονται με τη SAD.

7.5.4. Εικόνα σώματος και αυτοεκτίμηση

Η αντίληψη της εικόνας του σώματος και η αυτοεκτίμηση μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις συμπεριφορές και τα αποτελέσματα της διαχείρισης του βάρους.

Μια μελέτη των Tyllka και άλλων (2013) διερεύνησε την επίδραση της εκτίμησης του σώματος, μιας θετικής κατασκευής της εικόνας του σώματος, στις συμπεριφορές διαχείρισης του βάρους. Τα ευρήματα έδειξαν ότι τα άτομα με υψηλότερα επίπεδα εκτίμησης του σώματος είχαν περισσότερες πιθανότητες να εμπλακούν σε συμπεριφορές που προάγουν την υγεία, όπως η δισαισθητική διατροφή και η σωματική δραστηριότητα.

Επιπλέον, μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή από τους Daubenmier et al. (2016) διερεύνησε τις επιδράσεις μιας παρέμβασης βασισμένης στην ενσυνειδητότητα στην εικόνα του σώματος και την αυτοεκτίμηση σε άτομα με παχυσαρκία. Η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε βελτιώσεις στην εκτίμηση του σώματος και την αυτοεκτίμηση, γεγονός που υποδηλώνει ένα πιθανό όφελος των ψυχολογικών παρεμβάσεων στη διαχείριση του βάρους.

Η πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ της συμπλήρωσης βιταμίνης D, της ρύθμισης της διάθεσης και της ψυχολογικής ευεξίας μπορεί να συμβάλει στη θετική εικόνα του σώματος και την αυτοεκτίμηση, προωθώντας την καλύτερη προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους.

7.5.5. Ψυχολογικές παρεμβάσεις

Οι ψυχολογικές παρεμβάσεις που αποσκοπούν στην ενίσχυση των κινήτρων, στην προώθηση της θετικής εικόνας του σώματος και στην αντιμετώπιση της συναισθηματικής διατροφής μπορούν να συμπληρώσουν τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους.

Σε μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή των Green et al. (2015), μια συνδυασμένη παρέμβαση γνωστικής-συμπεριφορικής θεραπείας και συμπληρώματος βιταμίνης D έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση στα αποτελέσματα απώλειας βάρους σε σύγκριση με τα συστατικά της παρέμβασης από μόνα τους.

Οι ψυχολογικές παρεμβάσεις που αντιμετωπίζουν τα συναισθηματικά πρότυπα διατροφής και ενθαρρύνουν θετικές αλλαγές στον τρόπο ζωής μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευεργετικές όταν συνδυάζονται με συμπλήρωμα βιταμίνης D.

Οι ατομικοί ψυχολογικοί παράγοντες μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ατόμων και η εξατομικευμένη προσέγγιση στη διαχείριση του βάρους είναι απαραίτητη. Ο εντοπισμός των ψυχολογικών εμποδίων για την τήρηση των μέτρων και η αντιμετώπιση των συναισθηματικών παραγόντων μπορούν να βοηθήσουν στην προσαρμογή των παρεμβάσεων στις μοναδικές ανάγκες κάθε ατόμου.

Για παράδειγμα, τα άτομα με συναισθηματικά διατροφικά πρότυπα που σχετίζονται με το SAD μπορεί να επωφεληθούν από ειδικές παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση της ρύθμισης της διάθεσης και της κατάστασης της βιταμίνης D.

7.5.6. Κλινικές δοκιμές και ψυχολογικές πτυχές

Οι κλινικές δοκιμές που διερευνούν τις ψυχολογικές πτυχές και τη σχέση τους με το συμπλήρωμα βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους είναι σχετικά περιορισμένες αλλά αυξάνονται.

Ενώ πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στις φυσιολογικές επιδράσεις της βιταμίνης D, υπάρχει ανάγκη για περισσότερες έρευνες για την κατανόηση των πιθανών ψυχολογικών επιπτώσεων του συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους.

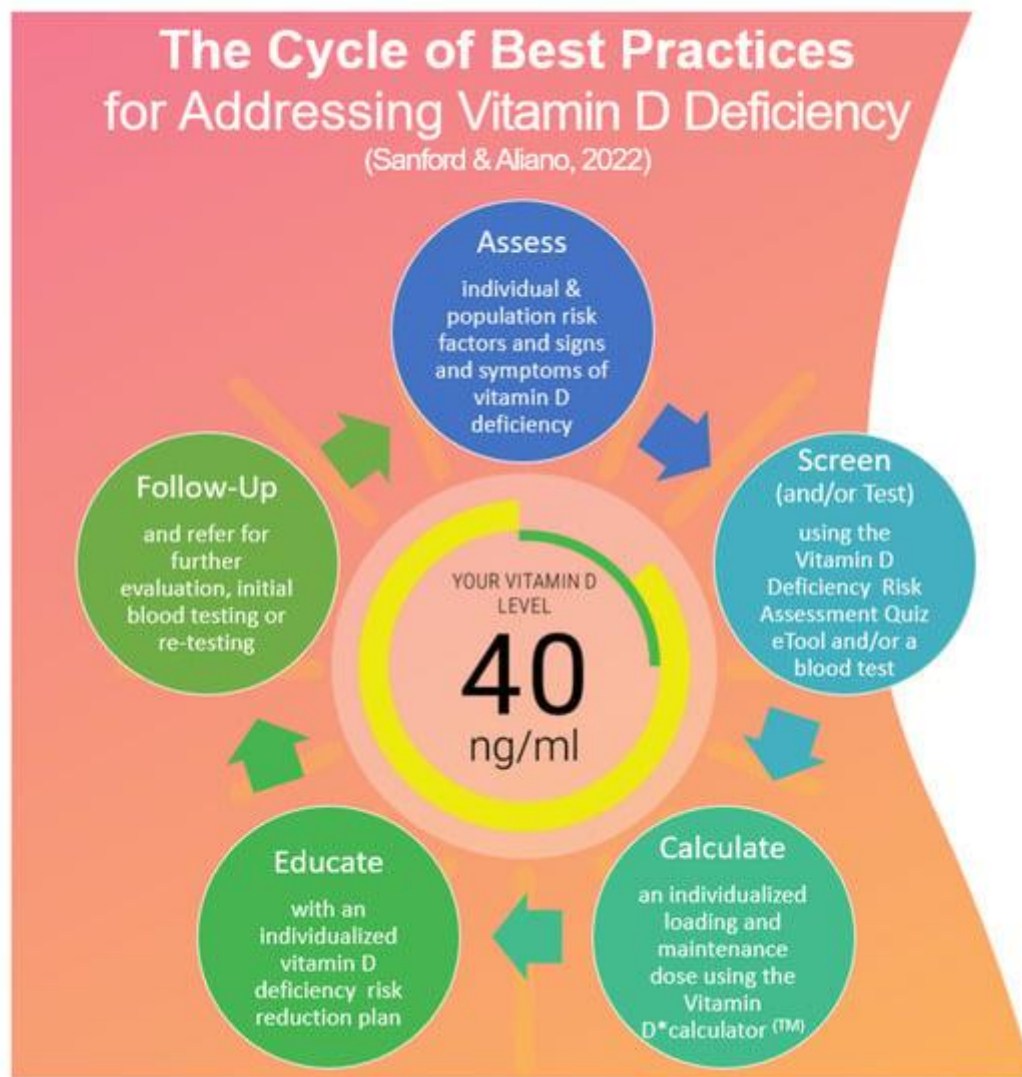
7.5.7. Συνέπειες και μελλοντικές κατευθύνσεις

Τα ευρήματα από τις μελέτες που διερευνούν τις ψυχολογικές πτυχές και τη σχέση τους με τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους έχουν σημαντικές επιπτώσεις.

Η ψυχολογική ευημερία, η ρύθμιση της διάθεσης και τα κίνητρα είναι κρίσιμοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους και τη συνολική επιτυχία στην επίτευξη των στόχων απώλειας βάρους.

Το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να έχει έμμεσες επιδράσεις στους ψυχολογικούς παράγοντες μέσω της επίδρασής του στη ρύθμιση της διάθεσης και την ψυχική υγεία, υποστηρίζοντας ενδεχομένως τις προσπάθειες διαχείρισης του βάρους. Οι ψυχολογικές παρεμβάσεις που αντιμετωπίζουν τα συναισθηματικά πρότυπα διατροφής, την αντίληψη της εικόνας του σώματος και την αυτοεκτίμηση μπορούν να συμπληρώσουν το συμπλήρωμα βιταμίνης D στις στρατηγικές διαχείρισης βάρους.

Εικόνα 13: Ο κύκλος των βέλτιστων πρακτικών για την αντιμετώπιση του μοντέλου ανεπάρκειας βιταμίνης D



Πηγή: Sanford & Aliano(2022).

Κεφάλαιο 8: Συζήτηση

Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D είναι διαδεδομένη παγκοσμίως και έχει αναδειχθεί σε σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας. Παρά τη διαθεσιμότητα διατροφικών πηγών και τη δυνατότητα δερματικής σύνθεσης μέσω της έκθεσης στο ηλιακό φως, πολλά άτομα σε διάφορους πληθυσμούς κινδυνεύουν από ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D. Η επιστημονική κοινότητα διερευνά την επιδημιολογία, τους παράγοντες κινδύνου και τις συνέπειες της ανεπάρκειας βιταμίνης D, ρίχνοντας φως στη σημασία της αντιμετώπισης αυτών των ζητημάτων για τη συνολική υγεία.

Το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού παρουσιάζει ανεπάρκεια βιταμίνης D, ανεξάρτητα από ηλικία και εθνικότητα. Τα ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D συσχετίζονται με υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας από κάθε αιτία σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Garland et. al. (2014). Ο επιπολασμός της ανεπάρκειας της βιταμίνης D ποικίλλει σε διάφορους πληθυσμούς και γεωγραφικές περιοχές.

Παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον η λειτουργία της βιταμίνης D και οι επιπτώσεις της ανεπάρκειας της στον οργανισμό. Ορισμένες εκτεταμένες μελέτες δείχνουν ότι η βιταμίνη D συμβάλλει στη μείωση των ποσοστών της θνησιμότητας και βοηθάει στην πρόληψη του καρκίνου (Grant et al., 2022). Θα ήταν καλό να δοθεί προσοχή στη θεραπεία με βιταμίνη D και την εξέλιξή της ώστε να αποσαφηνιστούν οι δυνατότητες των συμπληρωμάτων βιταμίνης D μέσω εξατομικευμένων σχεδίων.

Η θεραπεία με βιταμίνη D και η χρήση συμπληρωμάτων βιταμίνης D θα πρέπει να εξετάστον διεξοδικά με περαιτέρω έρευνες ώστε να κατανοήσουμε τη λειτουργία της και την επιρροή της στη συνολική υγεία. Οι αιματολογικές εξετάσεις αποτελούν ένα τρόπο μέτρησης της βιταμίνης D του ατόμου και αξιολογήσης της κατάστασης της βιταμίνης D στον οργανισμό. Επίσης τα επίπεδα της βιταμίνης D επηρεάζουν οι γενετικοί παράγοντες, ο τρόπος ζωής, οι περιβαλλοντικές επιρροές.

Η χοληκαλσιφερόλη θεωρείται η καλύτερη επιλογή τόσο για προληπτική χρήση όσο και για θεραπευτική στον πληθυσμό με ανεπάρκεια βιταμίνης D. Η δοσολογία της χοληκαλσιφερόλης θα πρέπει να καθορίζεται από το γιατρό με βάση τα επίπεδα της βιταμίνης D στον ορό, την ηλικία του ατόμου καθώς και το σωματικό βάρος.

Ο πολύπλευρος ρόλος της βιταμίνης D εκτείνεται πέρα από την κλασική της λειτουργία στην ομοίωση του ασβεστίου και την υγεία των οστών. Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο

στην ανοσολογική λειτουργία, την καρδιαγγειακή υγεία, την πρόληψη του καρκίνου, τα αυτοάνοσα νοσήματα, την ψυχική υγεία και άλλες φυσιολογικές διεργασίες. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με αυξημένους κινδύνους διαφόρων ασθενειών, αναδεικνύοντας τη σημασία της διατήρησης επαρκών επιπέδων βιταμίνης D για τη συνολική υγεία και την πρόληψη ασθενειών.

Αν και η χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D έχει δείξει υποσχέσεις σε ορισμένα πλαίσια, η βέλτιστη δοσολογία και οι πιθανές μακροχρόνιες επιπτώσεις της απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση. Οι επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους ατομικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, η κατάσταση της υγείας και η έκθεση στον ήλιο, όταν καθορίζουν τις κατάλληλες στρατηγικές συμπλήρωσης βιταμίνης D.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που διεξήχθη αναφέρει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και του σωματικού βάρους, με τα αποτελέσματα να υποδεικνύουν ότι υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονται με υγιέστερο προφίλ σωματικού βάρους και μειωμένο κίνδυνο παχυσαρκίας. Επιπλέον, αναλύθηκαν πιθανοί μηχανισμοί που εξηγούν την επίδραση της βιταμίνης D στο σωματικό βάρος, περιλαμβανομένης της ρύθμισης του ασβεστίου και των ορμονών που επηρεάζουν την όρεξη και την ενεργειακή ισορροπία.

Αν και η ανασκόπηση παρέχει σημαντική επισκόπηση του θέματος, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί και ανοικτά ερωτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ορισμένα από αυτά περιλαμβάνουν την ποικιλομορφία των μελετών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, με διαφορές στις μεθοδολογίες, τις δείγματα και τα κριτήρια αξιολόγησης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διακυμάνσεις στα αποτελέσματα και να δυσκολεύει τη σύγκρισή τους.

Επιπλέον, η ανασκόπηση είναι βασισμένη κυρίως σε μελέτες παρατήρησης, που δεν μπορούν να προσφέρουν απόδειξη αιτιότητας ανάμεσα στη βιταμίνη D και το σωματικό βάρος. Περαιτέρω, οι μηχανισμοί που προτείνονται ως εξηγητικοί παραμένουν περίπλοκοι και απαιτούν περισσότερη έρευνα για να διερευνηθούν σε βάθος (Pourshahidi, 2015).

Τα αποτελέσματα αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης έχουν σημασία για τη Δημόσια Υγεία, καθώς υπογραμμίζουν τη σημασία της βιταμίνης D για την υγεία του σωματικού βάρους. Η πρόληψη της παχυσαρκίας και η διατήρηση ενός υγιούς σωματικού βάρους αποτελούν σημαντικούς στόχους για τη δημόσια υγεία, καθώς η παχυσαρκία συνδέεται με πολλές χρόνιες ασθένειες όπως ο διαβήτης τύπου 2 και οι καρδιαγγειακές παθήσεις.

Η βαριατρική χειρουργική επέμβαση, μια αποτελεσματική θεραπεία για τη σοβαρή παχυσαρκία, έχει συσχετιστεί με μεταβολές στο μεταβολισμό της βιταμίνης D. Μετά από ορισμένους τύπους βαριατρικής χειρουργικής επέμβασης, όπως η γαστρική παράκαμψη Roux-en-Y (RYGB), η απορρόφηση της βιταμίνης D μπορεί να μειωθεί, οδηγώντας σε αυξημένο κίνδυνο ανεπάρκειας βιταμίνης D (Major et al., 2017).

Συνήθως συνιστάται η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μετά από βαριατρική χειρουργική επέμβαση για τη διατήρηση επαρκών επιπέδων βιταμίνης D και την πρόληψη ελλείψεων. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τον προσδιορισμό του βέλτιστου σχήματος χορήγησης συμπληρώματος βιταμίνης D στο πλαίσιο της βαριατρικής χειρουργικής επέμβασης και των πιθανών επιπτώσεών της στα αποτελέσματα της διαχείρισης του βάρους.

Η ανασκόπηση υπογραμμίζει τη σημασία της διατήρησης επαρκών επιπέδων βιταμίνης D μέσω της διατροφής, των συμπληρωμάτων ή της έκθεσης στον ήλιο. Αυτό μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις δημόσιες συστάσεις για την πρόληψη της παχυσαρκίας και την πρόωθηση της υγείας.

Οι παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής, όπως οι διατροφικές τροποποιήσεις και η αυξημένη σωματική δραστηριότητα, αποτελούν βασικά συστατικά της διαχείρισης του βάρους και της βελτίωσης της μεταβολικής υγείας. Αναδυόμενα στοιχεία υποδεικνύουν ότι το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να έχει συνεργιστικά αποτελέσματα όταν συνδυάζεται με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής. Η παρούσα ενότητα διερευνά την υπάρχουσα έρευνα σχετικά με τις πιθανές συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με τις παρεμβάσεις του τρόπου ζωής στο πλαίσιο της διαχείρισης του βάρους και της μεταβολικής υγείας.

Οι επιστημονικές μελέτες μας παρέχουν γνώσεις σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στη συνολική υγεία του ανθρώπου. Τα επόμενα χρόνια ενδέχεται να εφαρμοστεί η βιταμίνη D σε νέους τομείς της υγείας. Οι έρευνες θα μας παρέχουν στοιχεία για οδηγίες σχετικά με τη λήψη της βιταμίνης D και των συμπληρωμάτων.

Συνολικά, αυτή η ανασκόπηση παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του σωματικού βάρους, και υπογραμμίζει τη σημασία της βιταμίνης D για τη δημόσια υγεία και τη διατήρηση του υγιούς σωματικού βάρους. Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα για να διαλευκανθούν οι μηχανισμοί και να ενισχυθούν οι επιστημονικές αποδείξεις για την αιτία και την επίδραση της βιταμίνης D στο σωματικό βάρος.

Ενώ τα στοιχεία σχετικά με τη συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και της διαχείρισης του βάρους είναι ενδιαφέροντα, θα πρέπει να αναγνωριστούν διάφοροι περιορισμοί και προβληματισμοί.

8.1. Περιορισμοί της μελέτης

Οι περιορισμοί αυτής της ανασκόπησης περιλαμβάνουν την έλλειψη πειραματικών μελετών που θα μπορούσαν να παράσχουν απόδειξη αιτιότητας, καθώς και την ποικιλομορφία των μεθοδολογιών στις μελέτες παρατήρησης. Ωστόσο, ισχυρό σημείο είναι η επισήμανση πιθανών μηχανισμών που συνδέουν τη βιταμίνη D με το σωματικό βάρος, καθώς αυτό μπορεί να κατευθύνει τη μελλοντική έρευνα (Himbert, et al, 2017).

Πρώτον, ένα μεγάλο μέρος της έρευνας στον τομέα αυτό είναι παρατηρησιακό, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα να διαπιστωθεί η αιτιώδης συνάφεια μεταξύ της βιταμίνης D και των αποτελεσμάτων που σχετίζονται με το βάρος. Απαιτούνται μακροπρόθεσμες παρεμβατικές μελέτες για να διευκρινιστεί η αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της διαχείρισης του βάρους.

Δεύτερον, οι μηχανισμοί που διέπουν τις πιθανές επιδράσεις της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους είναι σύνθετοι και πολύπλευροι. Πολλαπλοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της γενετικής διακύμανσης, των συμπεριφορών του τρόπου ζωής και των διατροφικών προτύπων, ενδέχεται να αλληλεπιδρούν με τον μεταβολισμό της βιταμίνης D και να επηρεάζουν τις επιδράσεις της στη λιπώδη ιστό και τη μεταβολική υγεία.

Επιπλέον, οι ατομικές αποκρίσεις στη συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την αρχική κατάσταση της βιταμίνης D, τις υποκείμενες συνθήκες υγείας και άλλα ατομικά χαρακτηριστικά. Ο αντίκτυπος του συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους μπορεί να είναι πιο έντονος σε άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D ή με συγκεκριμένα μεταβολικά προφίλ.

Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D έχει δείξει μέτρια αποτελέσματα στη διαχείριση του βάρους σε ορισμένες μελέτες, ιδίως σε άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D. Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες έρευνες για να αποσαφηνιστεί η αιτιώδης σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και των αποτελεσμάτων που σχετίζονται με το βάρος και να

καθοριστεί ο βέλτιστος ρόλος του συμπληρώματος βιταμίνης D στην πρόληψη και τη θεραπεία της παχυσαρκίας.

Τα ευρήματα από τις μελέτες που διερευνούν τις ψυχολογικές πτυχές και τη σχέση τους με τη χορήγηση συμπληρώματος βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους έχουν σημαντικές επιπτώσεις. Η ψυχολογική ευημερία, η ρύθμιση της διάθεσης και τα κίνητρα είναι κρίσιμοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους και τη συνολική επιτυχία στην επίτευξη των στόχων απώλειας βάρους.

Το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να έχει έμμεσες επιδράσεις στους ψυχολογικούς παράγοντες μέσω της επίδρασής του στη ρύθμιση της διάθεσης και την ψυχική υγεία, υποστηρίζοντας ενδεχομένως τις προσπάθειες διαχείρισης του βάρους. Οι ψυχολογικές παρεμβάσεις που αντιμετωπίζουν τα συναισθηματικά πρότυπα διατροφής, την αντίληψη της εικόνας του σώματος και την αυτοεκτίμηση μπορούν να συμπληρώσουν το συμπλήρωμα βιταμίνης D στις στρατηγικές διαχείρισης βάρους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Συμπεράσματα – Προτάσεις

9.1. Συμπεράσματα

Η βιταμίνη D αποτελεί βασικό θρεπτικό συστατικό καθοριστικής σημασίας στην προαγωγή της συνολικής υγείας και ευεξίας. Τα συμπληρώματα βιταμίνη D έχουν ευεργετική δράση και προλαμβάνουν ορισμένα προβλήματα στην υγεία του πληθυσμού ή επιρεάζουν θετικά διάφορες πληθυσμιακές ομάδες.

Η παχυσαρκία έχει αναδειχθεί σε σημαντική παγκόσμια πρόκληση για την υγεία, γεγονός που καθιστά αναγκαία την έρευνα των πιθανών παραγόντων που επηρεάζουν τη διαχείριση του βάρους. Τα τελευταία χρόνια, ο ρόλος της βιταμίνης D στη ρύθμιση του βάρους έχει συγκεντρώσει αυξανόμενη προσοχή λόγω των ποικίλων φυσιολογικών λειτουργιών της πέραν της σκελετικής υγείας. Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση αποσκοπεί στην ολοκληρωμένη εξέταση των υφιστάμενων στοιχείων σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους.

Ο ρόλος της βιταμίνης D στη διαχείριση του σωματικού βάρους αποτελεί αντικείμενο αυξανόμενου ενδιαφέροντος, με πολυάριθμες μελέτες να διερευνούν τον πιθανό αντίκτυπο της στα μέτρα της παχυσαρκίας, στο ενεργειακό ισοζύγιο, στη ρύθμιση της όρεξης, στο μεταβολισμό των λιπιδίων και στην ευαισθησία στην ινσουλίνη. Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει συνθέσει τα υπάρχοντα στοιχεία για να παράσχει πληροφορίες σχετικά με την πολύπλευρη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και της διαχείρισης του βάρους.

Θεωρητικό πλαίσιο: Το θεωρητικό πλαίσιο αυτής της ανασκόπησης οικοδομήθηκε στη βάση των ποικίλων μηχανισμών δράσης της βιταμίνης D. Η βιταμίνη D ασκεί τα αποτελέσματά της μέσω των υποδοχέων της, οι οποίοι υπάρχουν σε διάφορους ιστούς, συμπεριλαμβανομένου του λιπώδους ιστού. Διαμορφώνει τη γονιδιακή έκφραση, επηρεάζει την ομοιόσταση του ασβεστίου και παίζει ρόλο στη ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος. Αυτοί οι μηχανισμοί συμβάλλουν συλλογικά στην πιθανή επίδρασή της στη σύνθεση του σώματος και στις μεταβολικές παραμέτρους.

Υποδοχείς της βιταμίνης D και μηχανισμοί δράσης: Οι υποδοχείς της βιταμίνης D κατανέμονται στον λιπώδη ιστό, γεγονός που υποδηλώνει άμεση συμμετοχή στον μεταβολισμό και την κατανομή του λίπους. Η ενεργοποίηση αυτών των υποδοχέων μπορεί

να επηρεάσει τη λειτουργία των λιποκυττάρων, τη λιπογένεση και τη λιπόλυση. Επιπλέον, η ρύθμιση της ομοιόστασης του ασβεστίου και της ανοσολογικής απόκρισης από τη βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει έμμεσα τα μέτρα της λιπώδους νόσου. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την πλήρη διαλεύκανση των συγκεκριμένων μηχανισμών και αλληλεπιδράσεων που εμπλέκονται.

Βιταμίνη D και ενεργειακή ισορροπία: Η σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του ενεργειακού ισοζυγίου είναι πολύπλοκη. Ορισμένες μελέτες δείχνουν ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D μπορεί να σχετίζεται με αυξημένο σωματικό βάρος και μειωμένη σωματική δραστηριότητα, ενώ άλλες δείχνουν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι ατομικοί παράγοντες, οι συμπεριφορές του τρόπου ζωής και οι πιθανές συγχυτικές μεταβλητές κατά την ερμηνεία αυτών των ευρημάτων.

Ρύθμιση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής: Τα αναδυόμενα στοιχεία δείχνουν ότι η βιταμίνη D μπορεί να επηρεάσει τη ρύθμιση της όρεξης και την πρόσληψη τροφής μέσω των επιδράσεών της στη λεπτίνη και τη γκρελίνη, τις ορμόνες που εμπλέκονται στη σηματοδότηση της πείνας και του κορεσμού. Ωστόσο, οι μηχανισμοί με τους οποίους η βιταμίνη D επηρεάζει την όρεξη δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητοί και απαιτούνται περισσότερες έρευνες για να διαπιστωθούν αιτιώδεις σχέσεις.

Ανεπάρκεια και έλλειψη της βιταμίνης D: Η ανεπάρκεια και η έλλειψη της βιταμίνης D είναι διαδεδομένες παγκοσμίως, επηρεάζοντας διάφορους πληθυσμούς. Τα άτομα με παχυσαρκία μπορεί να διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο ανεπάρκειας βιταμίνης D λόγω της δέσμευσης της βιταμίνης στον λιπώδη ιστό και της περιορισμένης έκθεσης στο ηλιακό φως. Η αντιμετώπιση της κατάστασης της βιταμίνης D είναι ζωτικής σημασίας για τη συνολική υγεία και μπορεί να έχει επιπτώσεις στη διαχείριση του βάρους.

Επιπτώσεις της βιταμίνης D στην υγεία και την ασθένεια: Η ανεπάρκεια βιταμίνης D έχει συνδεθεί με αυξημένο κίνδυνο χρόνιων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένης της παχυσαρκίας, των καρδιαγγειακών παθήσεων και του διαβήτη τύπου 2. Η κατανόηση των επιπτώσεων της βιταμίνης D στην υγεία και τη νόσο είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών για την πρόληψη και τη διαχείριση των ασθενειών.

Σημασία της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους: Η πιθανή σημασία της βιταμίνης D στη διαχείριση του βάρους έγκειται στην επίδρασή της στα μέτρα λιπώδους ισχαιμίας, στο ενεργειακό ισοζύγιο και στις μεταβολικές παραμέτρους. Το συμπλήρωμα βιταμίνης D, όταν συνδυάζεται με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής, μπορεί να έχει συνεργιστικά

αποτελέσματα που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών διαχείρισης του βάρους. Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες έρευνες για τον καθορισμό των βέλτιστων δόσεων, της διάρκειας και των συνδυασμών των παρεμβάσεων.

Μέτρα λιπώδους ισχαιμίας: Οι μελέτες που διερευνούν τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) έχουν αναφέρει μικτά ευρήματα. Ορισμένες υποδηλώνουν αντίστροφες συσχετίσεις, ενώ άλλες δεν δείχνουν σημαντική σχέση. Η περίμετρος μέσης και ο λόγος μέσης προς γοφούς είναι επίσης δείκτες κεντρικής παχυσαρκίας και οι συσχετίσεις τους με τη βιταμίνη D παραμένουν ασαφείς.

Στοιχεία σχετικά με τη σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ): Οι μελέτες που διερευνούν τη συσχέτιση μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ είναι ετερογενείς και τα στοιχεία είναι ασαφή. Ενώ ορισμένες μελέτες υποδηλώνουν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, άλλες αναφέρουν ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση. Η ποικιλομορφία των αποτελεσμάτων μπορεί να αποδοθεί σε διαφορές στους πληθυσμούς των μελετών, στις μεθοδολογίες και στους πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες.

Συσχέτιση της βιταμίνης D με την περίμετρο της μέσης και τον λόγο μέσης προς ισχίο: Η σχέση μεταξύ της βιταμίνης D και των μετρήσεων κεντρικής παχυσαρκίας, όπως η περίμετρος μέσης και ο λόγος μέσης-ισχίων, είναι πολύπλοκη και δεν είναι καλά τεκμηριωμένη. Ορισμένες μελέτες υποδηλώνουν πιθανές συσχετίσεις, ενώ άλλες δεν βρίσκουν σημαντικές συσχετίσεις. Χρειάζεται πρόσθετη έρευνα για να αποσαφηνιστεί ο ρόλος της βιταμίνης D στην κεντρική παχυσαρκία.

Ο ρόλος της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους: Η επίδραση της βιταμίνης D στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους δεν είναι καλά κατανοητή, με αντικρουόμενα αποτελέσματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Ορισμένες μελέτες υποδεικνύουν συσχετίσεις μεταξύ χαμηλών επιπέδων βιταμίνης D και αυξημένου ποσοστού σωματικού λίπους, ενώ άλλες δεν βρίσκουν σημαντικές σχέσεις.

Πιθανοί μηχανισμοί που συνδέουν τη βιταμίνη D και τη λιπώδη ανάπτυξη: Οι μηχανισμοί που διέπουν τις πιθανές συσχετίσεις μεταξύ της βιταμίνης D και των μετρήσεων της παχυσαρκίας είναι πολυπαραγοντικοί. Οι επιδράσεις της βιταμίνης D στη λειτουργία των λιποκυττάρων, την αδιπογένεση, τη λιπόλυση και τη φλεγμονή μπορεί να συμβάλλουν στην επίδρασή της στο ποσοστό και την κατανομή του σωματικού λίπους. Ωστόσο,

απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την αποκρυπτογράφηση αυτών των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων.

9.2. Προτάσεις

Για την καλύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ της βιταμίνης D και του ΔΜΣ, απαιτούνται περαιτέρω υψηλής ποιότητας παρεμβατικές μελέτες με καλά σχεδιασμένα πρωτόκολλα και ποικίλους πληθυσμούς μελέτης. Θα πρέπει να γίνουν μελέτες που διερευνούν την επίδραση της βιταμίνης D σε άλλες μετρήσεις της παχυσαρκίας και στην κατανομή του σωματικού λίπους θα ενισχύσουν την κατανόηση του ρόλου της βιταμίνης D στη παχυσαρκία και στις εκβάσεις υγείας που σχετίζονται με την παχυσαρκία.

Επίσης, το συμπλήρωμα βιταμίνης D μπορεί να εξεταστεί ως συμπληρωματική θεραπεία για την υποστήριξη των προσπαθειών απώλειας βάρους, ιδίως για άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D. Τις συνεργιστικές επιδράσεις της βιταμίνης D με παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής έχουν πιθανές επιπτώσεις στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους και στη μεταβολική υγεία.

Επιπλέον, απαιτούνται έρευνες για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων η βιταμίνη D επηρεάζει την απώλεια βάρους και για τον προσδιορισμό των πιο αποτελεσματικών δόσεων και διάρκειας χορήγησης συμπληρώματος. Μακροχρόνιες, μεγάλης κλίμακας RCTs είναι απαραίτητες για να διαπιστωθεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα του συμπληρώματος βιταμίνης D ως στρατηγική απώλειας βάρους, ιδίως σε διαφορετικούς πληθυσμούς

Ο συνδυασμός του συμπληρώματος βιταμίνης D με άλλες παρεμβάσεις απώλειας βάρους, όπως η δίαιτα χαμηλών θερμίδων ή η σωματική δραστηριότητα, μπορεί να προσφέρει συνεργιστικά αποτελέσματα και να βελτιώσει τα αποτελέσματα της απώλειας βάρους. Απαιτούνται μεγαλύτερες, καλά σχεδιασμένες μελέτες σε ανθρώπους για να διαπιστωθεί η συνάφεια αυτών των ευρημάτων στον ανθρώπινο λιπώδη ιστό.

Επίσης, η ψυχολογική ευημερία, η ρύθμιση της διάθεσης και τα κίνητρα είναι κρίσιμοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την προσκόλληση στις στρατηγικές διαχείρισης του βάρους και τη συνολική επιτυχία στην επίτευξη των στόχων απώλειας βάρους.

Στο μέλλον, η θεραπεία με βιταμίνη D θα μπορούσε να ενσωματωθεί μαζί με άλλες θεραπείες για μέγιστη αποτελεσματικότητα. Ο συνδυασμός συμπληρωμάτων βιταμίνης D

με συγκεκριμένες θεραπείες για μορφές καρκίνου ή παρεμβάσεις στο μεταβολικό σύνδρομο θα μπορούσε να οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα. Οι επιστήμονες ενδέχεται να αναπτύξουν πιο αποτελεσματικές μορφές βιταμίνης D με νέες μεθόδους, όπως νανασωματίδια ή λιποσωμικά σκευάσματα ώστε να απορροφώνται καλύτερα από τον οργανισμό.

Τέλος, δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε την εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας με φορητά μηχανήματα ή απομακρυσμένης παρακολούθησης που θα μας βοηθήσουν να πραγματοποιήσουμε σχετικές μετρήσεις ώστε να καταγραφούν λεπτομερείς πληροφορίες για τα επίπεδα της βιταμίνης D και της συνολικής κατάστασης της υγείας του πληθυσμού.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Aleksandrova K, Drogan D, Boeing H, et al. (2014) Adiposity, mediating biomarkers and risk of colon cancer in the European prospective investigation into cancer and nutrition study. *Int J Cancer*. 134 : 612 – 21.

Alkhatatbeh, M. J., Abdul-Razzak, K. K., Khasawneh, L. Q., & Saadeh, N. A. (2017). High prevalence of vitamin D deficiency and adverse pregnancy outcomes in Yazd, a central province of Iran. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 43(1), 162-167.

Al-Daghri, N. M. (2018). Vitamin D in Saudi Arabia: Prevalence, distribution and disease associations. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 175, 102-107.

Al-Musharaf, S. (2018). Vitamin D deficiency prevalence and predictors in early pregnancy among Arab women. *Nutrients*, 10(4), 489.

Al-Sadat, N. (2016). Vitamin D deficiency in pregnant Malaysian women and its impact on neonatal vitamin D status. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 42(8), 969-975.

Al-Shoumer, K. A., & Al-Essa, T. M. (2015). Is there a relationship between vitamin D with insulin resistance and diabetes mellitus? *World Journal of Diabetes*, 6(8), 1057.

Al-Zahrani, M. K. (2019). A 3-year longitudinal study of the relationships between the incidence of 25-hydroxyvitamin D deficiency and anthropometric and metabolic disorder indices in men and women. *Nutrients*, 11(5), 1006.

Amrein, K., Scherkl, M., Hoffmann, M., Neuwersch-Sommeregger, S., Köstenberger, M., Tmava Berisha, A., & Martucci, G. (2020). Vitamin D deficiency

2.0: an update on the current status worldwide. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(11), 1498-1513.

Anglin, R. E., Samaan, Z., Walter, S. D., & McDonald, S. D. (2013). Vitamin D deficiency and depression in adults: systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry*, 202(2), 100-107.

Aranow, C. (2011). Vitamin D and the immune system. *Journal of Investigative Medicine*, 59(6), 881-886.

Ardestani, A., Yazdanpanah, S., Jamshidi, F., & Ghaemi, A. (2018). Vitamin D supplementation and weight loss in polycystic ovary syndrome patients: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Hormone and Metabolic Research*, 50(11), 783-790.

Asif A, Farooq N. (2021). Vitamin D toxicity. StatPearls Publishing.

Banegas JR, Lopez-Garcia E, Gutierrez-Fisac JL et al (2003). A simple estimate of mortality attributable to excess weight in the European Union. *Eur J Clin Nutr*;57(2):201-8

Barchetta, I., De Bernardinis, M., Capoccia, D., Baroni, M. G., & Fontana, M. (2017). Vitamin D supplementation and body weight status: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews*, 18(6), 732-744.

Barengolts, E. (2013). Vitamin D role and use in prediabetes. *Endocrine Practice*, 19(3), 498-507.

Bartelt, A., and Heeren, J. (2013). Adipose tissue browning and metabolic health. *Nat. Rev. Endocrinol.* 10, 24–36.

Bassil, D., Rahme, M., Hoteit, M., & Fuleihan, G. E. H. (2013). Hypovitaminosis D in the Middle East and North Africa: Prevalence, risk factors and impact on outcomes. *Dermato-Endocrinology*, 5(2), 274-298.

Belenchia, A. M., Tosh, A. K., Hillman, L. S., & Peterson, C. A. (2013). Correcting vitamin D insufficiency improves insulin sensitivity in obese adolescents: A randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(4), 774-781.

Blüher, M. (2019). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(5), 288-298.

Bolland, M. J., Grey, A., & Avenell, A. (2018). Effects of vitamin D supplementation on musculoskeletal health: A systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 6(11), 847-858.

Bouillon, R., Carmeliet, G., & Verlinden, L. (2008). Vitamin D and human health: Lessons from vitamin D receptor null mice. *Endocrine Reviews*, 29(6), 726-776.

Boutari, C., & Mantzoros, C. S. (2022). A 2022 update on the epidemiology of obesity and a call to action: as its twin COVID-19 pandemic appears to be receding, the obesity and dysmetabolism pandemic continues to rage on. *Metabolism-clinical and Experimental*, 133, 155217.

Brannon, P. M., & Picciano, M. F. (2011). Vitamin D in pregnancy and lactation in humans. *Annual Review of Nutrition*, 31, 89-115.

Bray, G.A., Kim, K.K. & Wilding, J.P.H. (2017). Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obew Rev*, 18, 715-723

Bressan, J., de Carvalho Vidigal, F., & Hermsdorff, H. H. M. (2013). Social components of the obesity epidemic. *Current Obesity Reports*, 2(1), 32-41.

Calvo , S. M., Whiting, S. ,Barton, C.(2005). Vitamin D intake: a global perspective of current status, J Nutr. 2005 Feb;135(2):310-6. doi: 10.1093/jn/135.2.310.

Carlberg, C. (2014). The physiology of vitamin D—Far more than calcium and bone. *Frontiers in Physiology*, 5, 335.

Cashman, K. D., & Kiely, M. (2016). Tackling inadequate vitamin D intakes within the population: Fortification of dairy products with vitamin D may not be enough. *Endocrine*, 51(1), 38-46.

Cashman, K.D., Dowling, K.G., Skrabakova, Z., Gonzalez-Gross, M., Valtuena, J., De Henauw, S., Moreno, L., Damsgaard, C.T., Michaelsen, K.F., Molgaard, C., Jorde, R., Grimnes, G., Moschonis, G., Mavrogianni, C., Manios, Y., Thamm, M., Mensink, G.B., Rabenberg, M., Busch, M.A., Cox, L., Meadows, S., Goldberg, G., Prentice, A., Dekker, J.M., Nijpels, G., Pilz, S., Swart, K.M., Van Schoor, N.M., Lips, P., Eiriksdottir, G., Gudnason, V., Cotch, M.F., Koskinen, S., Lamberg-Allardt, C., Durazo-Arvizu, R.A., Sempos, C.T. & Kiely, M. (2016). “Vitamin D deficiency in Europe: pandemic”. *American Journal Of Clinical Nutrition* Apr; 103(4): 1033-44.

CDC (2013). Genes and obesity, *Genomics & Precision Health*, CDC Centers for disease control and prevention.

CDC 2021. *Childhood Obesity Causes & Consequenses*, CDC (Centers for disease control and prevention), *Overweight & Obesity, Childhood Overweight & Obesity*

Ceglia L, da Silva Morais M, Park LK, Morris E, Harris SS, BischoffFerrari HA, Fielding RA, Dawson-Hughes B (2010). Multi-step immunofluorescent analysis of vitamin D receptor loci and myosin heavy chain isoforms in human skeletal muscle. *Journal Of Molecular Histology* Apr;41(2-3): 137-42

Chakhtoura, M. T., Nakhoul, N. N., Shawwa, K., Mantzoros, C., & El Hajj Fuleihan, G. A. (2016). Hypovitaminosis D in bariatric surgery: A systematic review of observational studies. *Metabolism*, 65(4), 574-585. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.12.004>

Chandler, P. D., Wang, L., & Manson, J. E. (2015). Effect of vitamin D3 supplements on development of advanced cancer: A secondary analysis of the VITAL randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 3(11), e2025850.

Chang W., Lee C. (2019). “Vitamin D and health - The missing vitamin in humans”. *Pediatrics & Neonatology*, June, Pages 237-244

Chlebna-Sokół, D.; Konstantynowicz, J.; Abramowicz, P.; Kulik-Rechberger, B.; Niedziela, M.; Obuchowicz, A.; Ziora, K.; Karalus-Gach, J.; Golec, J.; Michałus, I.; et al. Evidence of a significant vitamin D deficiency among 9–13-year-old Polish children: Results of a multicentre study. *Eur. J. Nutr.* **2019**, 58, 2029–2036

Christakos, S., Dhawan, P., & Liu, Y. (2006). New insights into the mechanisms of vitamin D action. *Journal of Cellular Biochemistry*, 88(4), 695-705.

Clemente-Postigo, M., Muñoz-Garach, A., & Serrano, M. (2015). Serum 25-hydroxyvitamin D and adipose tissue vitamin D receptor gene expression: Relationship with obesity and type 2 diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100(4), E591-E595.

COSI (2018). Childhood Obesity Surveillance Initiative HIGHLIGHTS 2015-17.

Dałek, P.; Drabik, D.; Wołczańska, H.; Foryś, A.; Jagas, M.; Jędruchiewicz, N.; Przybyło, M.; Witkiewicz, W.; Langner, M. Bioavailability by design—Vitamin D₃ liposomal delivery vehicles. *Nanomedicine* **2022**, 43, 102552.

Dalle Carbonare, L.; Valenti, M.; del Forno, F.; Caneva, E.; Pietrobelli, A. Vitamin D: Daily vs. Monthly Use in Children and Elderly—What Is Going On? *Nutrients* **2017**, 9, 652

Dawson-Hughes, B. (2017). Serum 25-hydroxyvitamin D and muscle atrophy in the elderly. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(2), 161-166.

DeLuca, H. F. (2004). Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(6), 1689S-1696S.

Earthman, C. P., Beckman, L. M., & Masodkar, K. (2012). The link between obesity and low circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations: Considerations and implications. *International Journal of Obesity*, 36(3), 387-396.

EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition et al. (2016) Dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal*. Oct ;14(10): p. :e04547): 1033-1044.

EFSA (European Food Safety Authority), 2016. Outcome of a public consultation on the Draft Scientific Opinion of the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) on dietary reference values for vitamin D. EFSA supporting publication 2016: EN-1078, 100 pp.

European Commission. State of Health in the EU-Greece Country Health Profile 2019.

European Statistics Explained. Overweight and obesity - BMI statistics. (2021). Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight_and_obesity_-_BMI_statistics

Forrest, K. Y., & Stuhldreher, W. L. (2011). Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults. *Nutrition Research*, 31(1), 48-54.

Gallagher, J. C. (2013). Vitamin D and aging. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 42(2), 319-332.

Gallagher, E. and LeRoith, D. (2015). Obesity and Diabetes: The Increased Risk of Cancer and Cancer-Related Mortality. *Physiological Reviews*, 95(3), pp.727-748.

Gannagé-Yared, M. H., Chedid, R., & Khalife, S. (2009). Vitamin D in relation to metabolic risk factors, insulin sensitivity and adiponectin in a young Middle-Eastern population. *European Journal of Endocrinology*, 160(6), 965-971.

Garland, C. F., Garland, F. C., & Gorham, E. D. (2006). The role of vitamin D in cancer prevention. *American Journal of Public Health*, 96(2), 252-261.

Garland CF, Kim JJ, Mohr SB, Gorham ED, Grant WB, Giovannucci EL, Baggerly L, Hofflich H, Ramsdell JW, Zeng K, Heaney RP. Meta-analysis of all-cause mortality according to serum 25-hydroxyvitamin D. *Am J Public Health*. 2014 Aug;104(8):e43-50.

Gepner, A. D., Ramamurthy, R., & Krueger, D. C. (2012). A prospective randomized controlled trial of the effects of vitamin D supplementation on cardiovascular disease risk. *PLoS ONE*, 7(5), e36617.

Girgis CM, Clifton-Bligh RJ, Turner N, Lau SL, Gunton J (2014). Effects of vitamin D in skeletal muscle: falls, strength, athletic performance and insulin sensitivity. *Clinical Endocrinology (Oxf)* Feb;80(2):169-81.

Global nutrition report. 2021. A world free from malnutrition: An assessment of progress towards the global nutrition targets. [online] Available at: <https://globalnutritionreport.org/reports/2021-global-nutrition-report/assessing-progress-towards-the-global-nutrition-targets/>

Glonti, K., Mackenbach, J. D., Ng, J., Lakerveld, J., Oppert, J. M., Bárdos, H., McKee, M. & Rutter, H. 2016. Psychosocial environment: definitions, measures and associations with weight status--a systematic review. *Obes Rev*, 17 Suppl 1, 81-95.

Grant, W. B., & Holick, M. F. (2005). Benefits and requirements of vitamin D for optimal health: A review. *Alternative Medicine Review*, 10(2), 94-111.

Grant, W.B.; Boucher, B.J.; Al Anouti, F.; Pilz, S. Comparing the Evidence from Observational Studies and Randomized Controlled Trials for Nonskeletal Health Effects of Vitamin D. *Nutrients* **2022**, *14*, 3811

Greer, F. R. (2008). 25-Hydroxyvitamin D: Functional outcomes in infants and young children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(2), 529S-533S.

Gröber, U., Reichrath, J. & Holick, M.F. (2015). “Live Longer with Vitamin D”. *Nutrients* 7:1871-1880

Gupta, A. K., Brashear, M. M., & Johnson, W. D. (2011). Prediabetes and prehypertension in healthy adults are associated with low vitamin D levels. *Diabetes Care*, 34(3), 658-660.

Hadizadeh, F.(2021) Συμπλήρωμα με βιταμίνη D στην πανδημία COVID-19. *Nutrients*. 79 , 200–208.

Hill, J.O.,Wyatt, H.R. & Peters, J.C. (2012). Energy balance and obesity related comorbidities. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*. 23, 4-8

Himbert, C., Ose, J., Delphan, M., & Ulrich, C. M. (2017). A systematic review of the interrelation between diet- and surgery-induced weight loss and vitamin D status. *Nutrition Research*, 38, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2016.12.004>

Holick, M. F. (2007). Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266-281.

Holick, M. F., & Chen, T. C. (2008). Vitamin D deficiency: A worldwide problem with health consequences. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(4), 1080S-1086S.

Holick MF. Vitamin D: photobiology, metabolism, mechanism of action, and clinical applications. In: Favus M, editor. *Primer on the metabolic bone diseases*

and disorders of mineral metabolism. 5th ed. Washington, DC: American Society for Bone and Mineral Research; 2003. p. 129–37.

Holick, M.F. & Chen, T.C. (2008). “Vitamin D deficiency: A worldwide problem with health consequences”. *Am J Clin Nutr* 87: 1080-1086.

Holick MF. Vitamin D status: measurement, interpretation, and clinical application. *Ann Epidemiol* 2009; 19:73-8.

Holick, M.F. The vitamin D deficiency pandemic: A forgotten hormone important for health. *Public Health Rev.* **2010**, 32, 267–283. [[Google Scholar](#)]

Holick, M.F. & Grant, W.B. (2014). “Vitamin D status and ill health”. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2: 273–274.

Hosseini-nezhad, A., & Holick, M. F. (2013). Vitamin D for health: A global perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(7), 720-755.

Hruby A, Hu FB. 2015. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. 33(7):673-689.

Hyppönen, E., & Power, C. (2007). Hypovitaminosis D in British adults at age 45 y: Nationwide cohort study of dietary and lifestyle predictors. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(3), 860-868.

Institute of Medicine.(2011) Dietary reference intakes for calcium and vitamin D Washington: National Academies Press.

Institute of Medicine, (2012). Accelerating Progress in Obesity Prevention: Solving the Weight of the Nation. The National Academies Press, Washington, DC

Jääskeläinen, T., Itkonen, S. T., & Lundqvist, A. (2013). The positive impact of general vitamin D food fortification policy on vitamin D status in a representative adult Finnish population: Evidence from an 11-y follow-up based on standardized

25-hydroxyvitamin D data. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 107(6), 930-940.

Jorde, R., & Grimnes, G. (2011). Vitamin D and metabolic health with special reference to the effect of vitamin D on serum lipids. *Progress in Lipid Research*, 50(4), 303-312.

Kamycheva, E., Joakimsen, R. M., & Jorde, R. (2003). Intakes of calcium and vitamin D predict body mass index in the population of Northern Norway. *Journal of Nutrition*, 133(1), 102-106.

Kaur P, Mishra SK, Mithal A. (2015). *Vitamin D toxicity resulting from overzealous correction of vitamin D deficiency*. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 83(3):327-31. doi: 10.1111/cen.12836.

Khairy, E. Y., & Saad, A. (2023). Relationship between the thrombospondin-1/Toll-like receptor 4 (TSP1/TLR4) pathway and vitamin D levels in obese and normal weight subjects with different metabolic phenotypes. *Journal of Physiological Sciences*, 73(1), 29.

Klingenspor, M., Herzig, S., and Pfeifer, A. (2012). Brown Fat Develops a Brite Future. *Obes. Facts* 5, 890–896.

Knekt, P., Laaksonen, M., & Mattila, C. (2008). Serum vitamin D and subsequent occurrence of type 2 diabetes. *Epidemiology*, 19(5), 666-671.

Krul-Poel, Y. H., Ter Wee, M. M., & Lips, P. (2016). Management of endocrine disease: The effect of vitamin D supplementation on glycaemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Endocrinology*, 176(1), R1-R14.

Kurşunoğlu, N. E., & Yurekli, B. P. S. (2022). Endocrine disruptor chemicals as obesogen and diabetogen: Clinical and mechanistic evidence. *World Journal of Clinical Cases*, 10(31), 11226–11239.

Kumar, S., & Kelly, A. S. (2017, February). Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 92, No. 2, pp. 251-265). Elsevier.

Lappe, J. M., & Heaney, R. P. (2012). Why randomized controlled trials of calcium and vitamin D sometimes fail. *Dermato-Endocrinology*, 4(2), 95-100.

Lee, J. H., O'Keefe, J. H., & Bell, D. (2008). Vitamin D deficiency: An important, common, and easily treatable cardiovascular risk factor? *Journal of the American College of Cardiology*, 52(24), 1949-1956.

Lips, P. (2006). Vitamin D physiology. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92(1), 4-8.

Lips, P., & van Schoor, N. M. (2011). The effect of vitamin D on bone and osteoporosis. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 25(4), 585-591.

Looker, A. C., Pfeiffer, C. M., & Lacher, D. A. (2008). Serum 25-hydroxyvitamin D status of the US population: 1988-1994 compared with 2000-2004. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(6), 1519-1527.

Major, G. C., Alarie, F. P., & Doré, J. (2008). Supplementation with calcium + vitamin D enhances the beneficial effect of weight loss on plasma lipid and lipoprotein concentrations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 189-195.

Manios, Y., Moschonis, G., Lambrinou, C.P., Tsoutsouloupoulou, K., Binou, P., Karachaliou, A., Breidenassel, C., Gonzalez-Gross, M., Kiely, M. & Cashman, K.D. (2018). "A systematic review of vitamin D status in southern European countries". *Eur J Nutr* 57(6): 2001-2036.

Manson, J. E., Cook, N. R., & Lee, I. M. (2019). Vitamin D supplements and prevention of cancer and cardiovascular disease. *New England Journal of Medicine*, 380(1), 33-44.

Martin, C.R.; Ling, P.R.; Blackburn, G.L.(2016) Review of Infant Feeding: Key Features of Breast Milk and Infant Formula. *Nutrients* , 8, 279.

Martineau, A. R., Jolliffe, D. A., & Hooper, R. L. (2017). Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections: Systematic review and meta-analysis of individual participant data. *BMJ*, 356, i6583.

Mavar M. , Sorić T., Bagarić E., Sarić A., Sarić M.M.(2024). The Power of Vitamin D: Is the Future in Precision Nutrition through Personalized Supplementation Plans? *Nutrients*, 16(8), 1176;
<https://doi.org/10.3390/nu16081176>

McGill, A. T., Stewart, J. M., Lithander, F. E., Strik, C. M., & Poppitt, S. D. (2008). Relationships of low serum vitamin D3 with anthropometry and markers of the metabolic syndrome and diabetes in overweight and obesity. *Nutrition Journal*, 7(1), 4.

Melamed, M. L., Michos, E. D., & Post, W. (2008). 25-hydroxyvitamin D levels and the risk of mortality in the general population. *Archives of Internal Medicine*, 168(15), 1629-1637.

Mikkelsen, B., Williams, J., Rakovac, I., Wickramasinghe, K., Hennis, A., Shin, H.R., Farmer, M., Weber, M., Berdzuli, N., Borges , C., Huber, M. & Breda, J.(2019).Life course approach to prevention and control of non – communicable diseases. *Bmj*,364, I257

Mitri, J., Dawson-Hughes, B., & Hu, F. B. (2011). Effects of vitamin D and calcium supplementation on pancreatic β cell function, insulin sensitivity, and glycemia in adults at high risk of diabetes: The Calcium and Vitamin D for Diabetes Mellitus

(CaDDM) randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(2), 486-494.

Mosekilde, L. (2005). Vitamin D and the elderly. *Clinical Endocrinology*, 62(3), 265-281.

Moschonis, G., Iatridi, V., Mavrogianni C., Siatitsa PE, Kyriakoy A., Dede V., Skouli G, Sakellaropoulou A., ManiosY. (2011) Accuracy and correlates of visual and verbal instruments assessing maternal perceptions of children's weight status: the Healthy Growth Study. *Public Health Nutrients* 14(11) 1979-87

Mulya, A., and Kirwan, J.P. (2016). Brown and Beige Adipose Tissue. *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* 45, 605–621.

Munasinghe, L. L., Yuan, Y., Willows, N. D., & Faught, E. L. (2017). Vitamin D deficiency and sufficiency among Canadian children residing at high latitude following the revision of the RDA of vitamin D intake in 2010. *British Journal of Nutrition*, 117(1), 54-62.

Muscogiuri, G., Sorice, G. P., & Prioletta, A. (2010). 25-Hydroxyvitamin D concentration correlates with insulin-sensitivity and BMI in obesity. *Obesity*, 18(10), 1906-1910.

NCD-RisC (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 populations-based measurement studies in 128-9 million children, adolescents and adults, NCD Risk Factor Collaboration, *Lancet*, 390, 10113, 2627-2642.

Nedergaard J., Bengtsson T., Cannon B., Three years with adult human brown adipose tissue, *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1212 (2011) E20–E36, doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05905.x

NIH (2020). Overweight and Obesity – Causes, Health Topics, NIH National Heart Lung and Blood Institute

Nimitphong, H., & Holick, M. F. (2013). Vitamin D, neurocognitive functioning and immunocompetence. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 16(1), 1-7.

Nittari, G., Scuri, S., Petrelli, F., Pirillo, I., di Luca, N.M., Grappasonni, I., (2019). Fighting obesity in children from European World Health Organization member states. Epidemiological data, medical-social aspects, and prevention programs. *Clin Ter* 170, e223–e230.

Palacios, C., & Gonzalez, L. (2014). Is vitamin D deficiency a major global public health problem? *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 144, 138-145.

Pariikh, S. J., Edelman, M., & Uwaifo, G. I. (2004). The relationship between obesity and serum 1,25-dihydroxy vitamin D concentrations in healthy adults. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(3), 1196-1199.

Pittas, A. G., Lau, J., & Hu, F. B. (2007). The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(6), 2017-2029.

Pludowski, P., Holick, M. F., & Grant, W. B. (2018). Vitamin D supplementation guidelines. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 175, 125-135.

Płudowski, P.; Kos-Kudła, B.; Walczak, M.; Fal, A.; Zozulińska-Ziółkiewicz, D.; Sieroszewski, P.; Peregud-Pogorzelski, J.; Lauterbach, R.; Targowski, T.; Lewiński, A.; et al. Guidelines for Preventing and Treating Vitamin D Deficiency: A 2023 Update in Poland. *Nutrients* **2023**, *15*, 695.

Ponda, M. P., Huang, X., & Odeh, M. A. (2012). Vitamin D may not improve lipid levels: A serial clinical laboratory data study. *Circulation*, 126(3), 270-277.

Pourshahidi, L. K. (2015). Vitamin D and obesity: current perspectives and future directions. *Proceedings of the Nutrition Society*, 74(2), 115-124. <https://doi.org/10.1017/S0029665114001578>

Prentice A. (2008) Vitamin D deficiency: a global perspective. *Nutr Rev.* Oct;66(10 Suppl 2):S153-64.

PROLEPSIS 2014b. Εθνικός Διατροφικός Οδηγός για Ενήλικες, 2014, Ινστιτούτο Προληπτικής, Περιβαλλοντικής και Εργασιακής Ιατρικής, Αθήνα

Rosen, C. J., Adams, J. S., & Bikle, D. D. (2012). The nonskeletal effects of vitamin D: An Endocrine Society scientific statement. *Endocrine Reviews*, 33(3), 456-492.

Ross, A.C., Manson, J.E., Abrams, S.A., Aloia J.F., Brannon P.M , Clinton S.K. et al. The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab*, 96 (2011), pp. 53-58.

Savastano, S., Barrea, L., Savanelli, M. C., Nappi, F., Di Somma, C., Orio, F., & Colao, A. (2017). Low vitamin D status and obesity: Role of nutritionist. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 18(2), 215-225. <https://doi.org/10.1007/s11154-017-9410-7>

Scragg, R., Sowers, M., & Bell, C. (2007). Serum 25-hydroxyvitamin D, diabetes, and ethnicity in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Care*, 27(12), 2813-2818.

Sewerynek, E.; Cieślak, K.; Janik, M.; Gowin, E.; Stuss, M. Evaluation of vitamin D concentration in a population of young, healthy women—The effects of vitamin D supplementation. *Endokrynol. Pol.* **2017**, 68, 533–540.

Simmonds, M., Llewellyn, A., Owen, C.G., Woolacott, N., 2016. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis: Adult obesity from childhood obesity. *Obesity Reviews* 17, 95–107.

Snijder, M. B., van Dam, R. M., & Visser, M. (2005). Adiposity in relation to vitamin D status and parathyroid hormone levels: A population-based study in older men and women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(7), 4119-4123.

Song, Y., Wang, L., & Pittas, A. G. (2013). Blood 25-hydroxy vitamin D levels and incident type 2 diabetes: A meta-analysis of prospective studies. *Diabetes Care*, 36(5), 1422-1428.

Sanford, B., Aliano, J. (2022). Cycle of Best Practices for Addressing Vitamin D Deficiency.

Sutherland, J.P.; Zhou, A.; Hyppönen, E. Vitamin D Deficiency Increases Mortality Risk in the UK Biobank: A Nonlinear Mendelian Randomization Study. *Ann. Intern. Med.* **2022**, *175*, 1552–1559

Takiishi, T., Gysemans, C., & Bouillon, R. (2010). Vitamin D and diabetes. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 39(2), 419-446.

Umpierrez, G.E.; Klonoff, D.C. Diabetes Technology Update: Use of Insulin Pumps and Continuous Glucose Monitoring in the Hospital. *Diabetes Care* **2018**, *41*, 1579–1589.

Van Schoor, N. M., & Lips, P. (2011). Worldwide vitamin D status. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 25(4), 671-680.

Vimaleswaran, K. S., Berry, D. J., & Lu, C. (2013). Causal relationship between obesity and vitamin D status: Bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *PLoS Medicine*, 10(2), e1001383.

Wacker, M., & Holick, M. F. (2013). Vitamin D - effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. *Nutrients*, 5(1), 111-148.

Wang, T. J., Pencina, M. J., & Booth, S. L. (2008). Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease. *Circulation*, 117(4), 503-511.

Weishaar, T., Rajan, S., & Keller, B. (2016). Probability of vitamin D deficiency by body weight and race/ethnicity. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 29(2), 226-232.

Whittle A. (2012). Searching for ways to switch on brown fat: are we getting warmer, *Journal of Molecular Endocrinology* 49, R79–R87, DOI: 10.1530/JME-12-0080

Wiklund, P. (2016). The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal. *Journal of Sport and Health Science* (5), 151-154.

Wilson D, Driller M, Winwood P, Johnston B, Gill N. 2021. The Effects of a Brief Lifestyle Intervention on the Health of Overweight Airline Pilots during COVID-19: A 12-Month Follow-Up Study. *Nutrients*. 13(12):4288. doi: 10.3390/nu13124288.

Witham, M. D., & Avenell, A. (2010). Interventions to achieve long-term weight loss in obese older people: A systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 39(2), 176-184.

Wimalawansa, S.J.(2019) Causes, Benefits and Consequences of Vitamin D Deficiency. *Journal of Community Medicine and Health Research Public Health* 2, 110.

Wolpowitz D, Gilchrist BA. (2006). The vitamin D questions: how much do you need and how should you get it? *J Am Acad Dermatol*; 54:301-17.

Wong KE, Kong J, Zhang W, Szeto FL, Ye H, Deb DK, Brady MJ, Li YC (2011). Targeted expression of human vitamin D receptor in adipocytes decreases energy expenditure and induces obesity in mice. *Journal Of Biological Chemistry* Aug;286(39):33804–33810.

Wong KE, Szeto FL, Zhang W, Ye H, kong J, Zhang Z, Sun XJ, Li YC (2009). Involvement of the vitamin D receptor in energy metabolism: regulation of uncoupling proteins. *American Journal Of PhysiologyEndocrinology And Metabolism* Apr;296(4):820–828.

Wood, A. D., Secombes, K. R., & Thies, F. (2012). Vitamin D3 supplementation has no effect on conventional cardiovascular risk factors: A parallel-group, double-blind, placebo-controlled RCT. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 97(10), 3557-3568.

Worlds Health Organization (1997) Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva, 3-5 June

World Health Organization.(2022) WHO European Regional Obesity Report. Pp. 17-26

World Health Organization (WHO) (2018). Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI) Factsheet.Highlights 2015-17

World Health Organization (WHO) (2019). Global database on child health and malnutrition. UNICEF-WHO-The World Bank: Joint child malnutrition estimates - Levels and trends. Geneva: WHO 2019.

World Obesity. World Obesity Atlas 2022. Globally Estimated to Be Living with Obesity by 2030.

Wu, F., & Wills, K. (2017). Cutaneous vitamin D synthesis versus skin cancer development: The Janus faces of solar UV radiation. *Dermato-Endocrinology*, 9(1), e1361574.

Zechner, R., Zimmermann, R., Eichmann, T.O., Kohlwein, S.D., Haemmerle, G., Lass, A., and Madeo, F. (2012). FAT SIGNALS - Lipases and Lipolysis in Lipid Metabolism and Signaling. *Cell Metab.* 15, 279–291.

Zhang, R., Naughton, D. P., & Blake, D. R. (2010). Vitamin D in health and disease: Current perspectives. *Nutrition Journal*, 9(1), 65.

Zhou, J., Zhao, L. J., & Watson, P. (2013). Common genetic variants of the vitamin D binding protein (DBP) predict differences in response of serum 25 hydroxyvitamin D [25(OH)D] to vitamin D supplementation. *Clinical Biochemistry*, 46(10-11), 953-959.

Zittermann, A., Frisch, S., & Berthold, H. K. (2009). Vitamin D supplementation enhances the beneficial effects of weight loss on cardiovascular disease risk markers. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(5), 1321-1327.

Οργανισμός Έρευνας και Ανάλυσης- ΔιαΝΕΟσις. (2022) Η Παχυσαρκία και οι συνέπειές της.