



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πτυχιακή εργασία

«Εξατομικευμένη διατροφή: Οι μελλοντικές κατευθύνσεις και οι προκλήσεις της επόμενης μέρας για την επιστημονική κοινότητα»



Συγγραφέας Κοντολάτης Δημήτριος

AM 16142

Επιβλέπων καθηγητής Μπρατάκος Σωτήριος

Αθήνα 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF FOOD SCIENCES DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND
TECHNOLOGY

Thesis statement

"Personalized Nutrition: Future Directions and Tomorrow's Challenges for the
Scientific Community"



Writer Kontolatis Dimitrios

Registration Number 16142

Supervisor Mpratakos Sotirios

Athens 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

«Εξατομικευμένη διατροφή: Οι μελλοντικές κατευθύνσεις και οι προκλήσεις της επόμενης μέρας για την επιστημονική κοινότητα»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

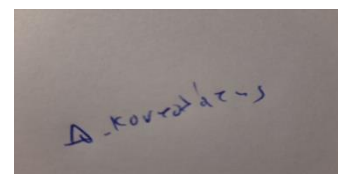
A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔ/ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Σωτηριος Μπρατακος	ΕΔΙΠ	
2	Θάλεια Τσιάκα	Διδακτικό Προσωπικό ΕΣΠΑ	
3	Ευτυχία Κρίτση	Ακαδημαϊκός Υπότροφος	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κοντολάτης Δημήτριος του Γεώργιου με αριθμό μητρώου 16142 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστήμης Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την δημιουργία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε 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 έμένα 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».



Δ. Κοντολάτης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά των επιβλέπων καθηγητή Μπρατάκος Σωτήριος, Ακαδημαϊκό Υπότροφο, για τη διαρκείς καθοδήγησή του, την υποστήριξή του και τον χρόνο που προσέφερε απλόχερα δίνοντας μου τις απαραίτητες συμβουλές και βοήθειες για να τελειώσει η εργασία μου. Θα ήθελα επιπροσθέτως, να ευχαριστήσω ξεχωριστά τους καθηγητές του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων για την συμβολή τους στην επιστημονική μου συγκρότηση όλα αυτά τα χρόνια φοίτησής μου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υπομονή που έκαναν όλο αυτό τον καιρό και τη συνεχή υποστήριξή τους σε όλη τη φάση της δημιουργίας αυτής της εργασίας καθώς και για τη συμβολή τους όλα αυτά τα χρόνια φοίτησής μου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
Κατάλογος εικόνων	10
Εισαγωγή	11
Ορισμοί.....	11
Που απευθύνεται η εξατομικευμένη διατροφή.....	12
Παχυσαρκία.....	13
Καρκίνος.....	14
Εγκυμοσύνη.....	15
Αθλητές.....	15
Νεφροπάθεια.....	15
Κεφάλαιο 1	16
1.1 Εισαγωγή.....	16
1.2 Χρήση της διατροφογενετικής στην ΕΔ.....	17
1.3 Ο ρόλος του φαινότυπου	18
1.4 Μεταβολικά στοιχεία.....	22
1.5 Κίνδυνοι.....	26
Κεφάλαιο 2	27
2.1 Καταναλωτικές πτυχές.....	27
2.1.1 Βιγκανισμός.....	27
2.1.2 Κυτταροκαλλιεργημένο κρέας.....	30
2.1.3 Κατανάλωση εντομών.....	32
2.1.4 Τρόφιμα με βάση απορρίματα τροφίμων.....	34
2.2 Ηθικές εκτιμήσεις.....	35
2.2.1 Νομικές πτυχές.....	41
2.2.2 Ατομική ευθηνή.....	42
Κεφάλαιο 3 Μελλοντικές τάσεις	46
3.1 Προκλήσεις της επόμενης μέρας.....	46
3.2.1 Χρήση υπολογιστή στην εξατομικευμένη διατροφή.....	49
3.2.2 Χρήση Smartphone στην εξατομικευμένη διατροφή.....	51

3.2.3 Τεχνική νοημοσύνη και μηχανική μάθηση	52
Συμπεράσματα	59
Βιβλιογραφία	60
Βιβλιογραφία εικόνων	65

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατροφή από αρχαιοτάτων χρόνων αποτελεί έναν σημαντικό πυρήνα στην ζωή του ανθρώπου. Σύμφωνα με την δανεική λατινική ρήση «*menssanaincorporasano*» (μτφ. νους υγιής εν σώματι υγιή) η διατροφή επηρεάζει πολλούς τομείς της ζωής του ατόμου. Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται το θέμα της εξατομικευμένης διατροφής όπου αναλύονται οι μελλοντικές κατευθύνσεις και οι προκλήσεις που καλείται η επιστημονική κοινότητα να αντιμετωπίσει. Πιο συγκεκριμένα, θέτεται το πως και με ποιον τρόπο μπορεί η εξατομικευμένη διατροφή να βελτιώσει την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής. Δύο βασικοί άξονες όπου αναλύονται είναι εκείνοι του γονότυπου και του φαινότυπου όπου θεωρούνται παράγοντες που επηρεάζουν την διατροφή άμεσα, ώστε να παρέχουν την κατάλληλη διατροφική καθοδήγηση ανάλογα με τις ανάγκες. Παρόλα αυτά το κάθε άτομο ξεχωριστά επιλέγει την διατροφική καθοδήγηση που θα ακολουθήσει συνυπολογίζοντας τις σύγχρονες τάσεις. Στην συνέχεια θα αναλυθούν οι κύριες τάσεις που επιλέγονται όπως ο βιγκανισμός, το κυτταροκαλλιεργημένο κρέας καθώς και η κατανάλωση εντόμων. Πέραν αυτών τίγεται το θέμα περί ηθικών εκτιμήσεων για ένα ασφαλές περιβάλλον του ατόμου με σεβασμό των προσωπικών του δεδομένων. Ένα ασφαλές περιβάλλον για το τελευταίο, προέρχεται και μέσω της τεχνολογίας όπου εθελήμενα είτε μη ενισχυεί και προσελκύει τον άνθρωπο όλο ένα και περισσότερο προς τις διατροφικές συνήθειες τόσο με τον τομέα της βιομηχανίας παράγοντας προϊόντα, σύμφωνα με την αγορά και την ζήτηση, όσο και με τον τομέα της καθημερινής λειτουργικότητας μέσω των smartphone. Τονίζεται ιδιαίτερα στην εργασία πως κύριως σκοπός είναι ο καλύτερος τρόπος ζωής όπου επικεντρώνεται στο τι ταιριάζει στον κάθε άνθρωπο ξεχωριστά με βάσει τις ιατρικές, κοινωνικές και τεχνολογικές παραμέτρους.

ABSTARCT

Since ancient times, nutrition has been an important core in human life. According to the borrowed Latin saying "mens sanain comporasano" (cf. a healthy mind in a healthy body) nutrition affects many areas of a person's life. In this paper, the topic of personalized nutrition is developed, where the future directions and challenges that the scientific community must face are analyzed. More specifically, it states how and in what way personalized nutrition can improve the quality of human life. Two main axes where they are analyzed are those of the genotype and the phenotype, where factors that directly affect nutrition are considered, in order to provide the appropriate nutritional guidance according to needs. However, each person individually chooses the nutritional guidance to follow, taking into account modern trends . Then the main trends selected will be analyzed such as veganism, cell cultured meat as well as the consumption of insects. In addition to these, the issue of ethical considerations for a safe environment for the individual with respect for their personal data is touched upon. A safe environment for the latter also comes through technology where, intentionally or not, it reinforces and attracts people more and more towards eating habits both with the industrial sector producing products, according to the market and demand, and with the field of everyday functionality through smartphones. It is particularly emphasized in the work that the main purpose is the best way of life where it focuses on what suits each person individually based on the medical, social and technological parameters.

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Ποσοστά παχυσαρκίας στην ευρωπαϊκή ένωση.

Εικόνα 2: Παράγοντες που επηρεάζουν μεταβολικά την εξατομικευμένη διατροφή.

Εικόνα 3: Διάγραμμα ιδεών και λήψης αποφάσεων στην νίγαν διατροφή από τις εταιρίες

Εικόνα 4: Διάγραμμα εντολών.

Εικόνα 4: Χρήση των *smartphone* στην εξατομικευμένη διατροφή.

Εικόνα 5: Γραμμή εντολών στην τεχνητή νοημοσύνη της εξατομικευμένης διατροφής .

Εισαγωγή

Ορισμοί

Επί του παρόντος δεν υπάρχει ένας γενικός και ευρύς αποδεκτός ορισμός για την εξατομικευμένη διατροφή. Ως μια προσπάθεια ορισμού της εξατομικευμένης διατροφής, ορίζεται μια προσέγγιση, που έχει την βάση της στις λεπτομέρειες των ατομικών χαρακτηριστικών με σκοπό την εξέλιξη ενός πακέτου διατροφικών συμβουλών, προϊόντων ή υπηρεσιών. Όροι όπως η διατροφή ακριβείας, η θρεπτική γονιδιωματική, η εξατομικευμένη προσαρμοσμένη διατροφή και η στρωματοποιημένη διατροφή, είναι ορισμοί που συνδυάζονται εν μέρει με την εξατομικευμένη διατροφή. Οι παραπάνω όροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν συνώνυμα για την εξατομικευμένη και εξατομικευμένη προσαρμοσμένη διατροφή. Και οι δύο όροι συνεπάγονται με την παροχή κατάλληλων διατροφικών συμβουλών στο αντίστοιχο άτομο. Οι επιστήμονες Gonzalez και Betts του πανεπιστημίου του Cambridge, ενσωμάτωσαν μια άλλη δυναμική χρονική διάσταση στον ορισμό της διατροφής ακριβείας. Είχαν σα στόχο να προσαρμόσουν την διατροφή, ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ποικίλες απαιτήσεις και απαιτήσεις που αφορούν σε μια ημέρα, εβδομάδα, σεζόν ή ολόκληρης ζωής. Από την άλλη πλευρά η πολυεπιστημονική επιτροπή που ορίστηκε από το Διεθνές Ινστιτούτο Επιστημών Ζωής, όρισε την εξατομικευμένη διατροφή ως την χρήση *«ειδικών πληροφοριών για το άτομο βασισμένες στην επιστήμη που βασίζεται σε στοιχεία, και την προώθηση της αλλαγής της διατροφικής συμπεριφοράς που μπορεί να οδηγήσει την υγεία σε μετρήσιμα οφέλη»*(2). Συνολικά, η εξατομικευμένη διατροφή είναι οι σχετικές γενετικές, φαινοτυπικές, ιατρικές, διατροφικές και άλλες σημαντικές πληροφορίες του ατόμου, που προορίζονται να παρουσιάσουν συγκεκριμένη υγιεινή διατροφή και διατροφική καθοδήγηση ανάλογα με τις ανάγκες (1). Τέλος το Αμερικανικό κολέγιο διατροφής έδωσε τον ορισμό, ότι η εξατομικευμένη διατροφή είναι ένας τομέας που αξιοποιεί την ανθρώπινη ατομικότητα, για να οδηγήσει σε στρατηγικές διατροφής, που προλαμβάνουν, διαχειρίζονται και θεραπεύουν ασθένειες και βελτιστοποιούν την υγεία.

Που απευθύνεται η εξατομικευμένη διατροφή

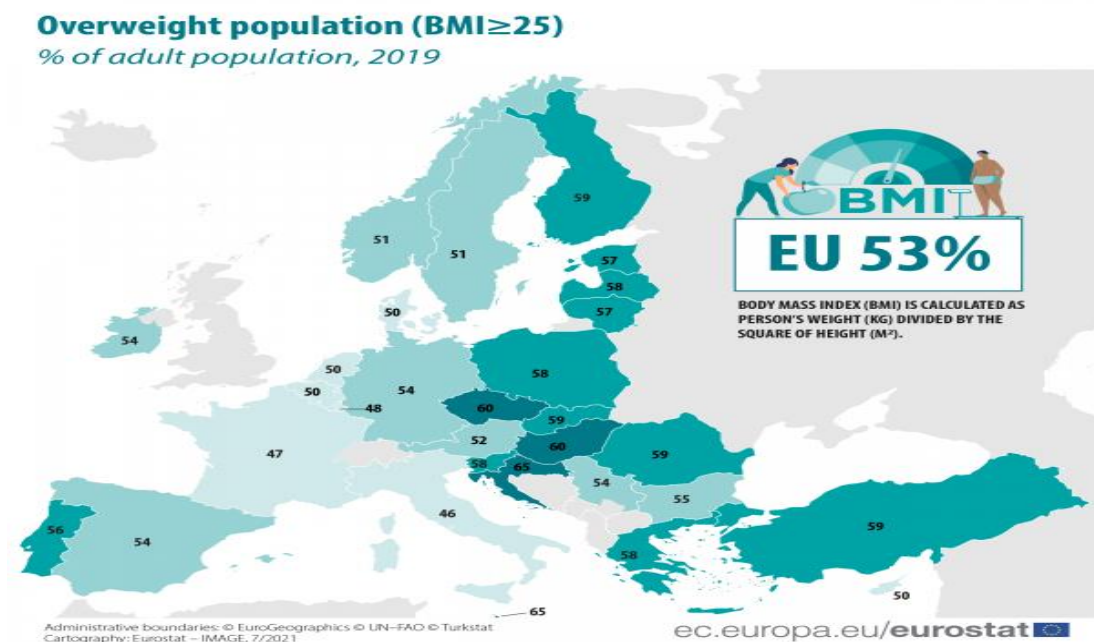
Διαβήτης

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια μεταβολική ασθένεια, η οποία χαρακτηρίζεται από αύξηση της συγκέντρωσης του σακχάρου στο αίμα (υπεργλυκαιμία) και διαταραχή του μεταβολισμού της γλυκόζης(3). Οι άνθρωποι που πάσχουν από διαβήτη (ιδιαίτερα από διαβήτη τύπου 2) τείνουν να έχουν μεγάλες ανάγκες για ινσουλίνη, κάτι που λόγω έλλειψης της παγκοσμίως δημιουργεί την ανάγκη υποστήριξης αυτών των ατόμων με εναλλακτικούς τρόπους τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε ζήτημα επάρκειας (5). Σύμφωνα με μια πειραματική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 23 ενήλικες, που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και είχε σκοπό τον έλεγχο ενός αλγορίθμου, με βάση την κλινική τους κατάσταση όπου πρότεινε μια συγκεκριμένη διατροφή στο κάθε έναν ασθενή ξεχωριστά έδειξε και απέδειξε, ότι με την χρήση μιας σωστής και ειδικευμένης διατροφής, μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι μεταγευματικές απεκκρίσεις γλυκόζης (PPGR), κάνοντας την ανάγκη για ινσουλίνη μικρότερη και προσφέροντας τους μια καλύτερη ζωή(4). Επιπλέον μέσω μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε από το Αμερικανικό Διαιτητικό Σύλλογο, που είχε σα σκοπό τον έλεγχο και την επιβεβαίωση παλαιότερων ερευνών, κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι ενήλικες ασθενείς που πάσχουν και από τους δυο τύπους διαβήτη(1 και 2), μια διατροφή πλούσια σε υδατάνθρακες σε συνδυασμό με ένα συχνό έλεγχο στα επίπεδα τις ινσουλίνης μπορεί να βελτιώσει κατά πολύ την ποιότητα ζωής των ασθενών(6). Συμπερασματικά η εξατομικευμένη διατροφή είναι πολύ χρήσιμο εργαλείο, στη βελτίωση της ζωής των ασθενών που πάσχουν από διαβήτη.

Παχυσαρκία

Παρατηρώντας τον πίνακα της *Εικόνας 1* που μας υποδεικνύει τα ποσοστά της παχυσαρκίας σε ενήλικες άνω των 25 στην Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση τα στοιχεία του 2019, και σε συνδυασμό με τις δηλώσεις του παγκόσμιου οργανισμού υγείας, που χαρακτήρισε την παχυσαρκία μια ανερχόμενη ασθένεια, μας οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι η παχυσαρκία είναι μια από τις σημαντικότερες απειλές για τον σύγχρονο δυτικό κόσμο. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί τον τελευταίο μισό αιώνα γύρω από την παχυσαρκία, έχουν καταλήξει ότι είναι μια από τις κυριότερες αιτίες για διαφορές άλλες παθήσεις, όπως καρδιαγγειακά

προβλήματα, αρθρίτιδα, πνευμονικές ανωμαλίες καθώς και πολλές μορφές καρκίνου (7). Η επιστημονική κοινότητα για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας σαν φαινόμενο παραθέτει την εξατομικευμένη υποθερμική ανά άτομο διατροφή, σαν κύριο εργαλείο στην αντιμετώπιση της νόσου. Η ομάδα μελέτης Pronafστην Μαδρίτη πραγματοποίησε μια έρευνα, κατά την οποία εξέτασε περιπτώσεις υπέρβαρων ανθρώπων από όλες τις ηλικιακές ομάδες και κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι με μια εξατομικευμένη διατροφή με ισορροπημένο ενεργειακό ισοζύγιο η παχυσαρκία μπορεί να αντιμετωπιστεί με ραγδαίους ρυθμούς (8). Μια επιπλέον έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το περιοδικό *annals of medicine* κατέληξε στο συμπέρασμα, πως η εξατομικευμένη προσαρμοσμένη διατροφή σε συνδυασμό με διάφορες μεθόδους *omics* μπορεί να παίζει πιθανότατα καθοριστικό ρόλο στην πρόληψη της παχυσαρκίας (9).



Εικόνα 1: Ποσοστά παχυσαρκίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση .

Καρκίνος

Η υγιεινή διατροφή που περιλαμβάνει υψηλή πρόσληψη φρούτων και λαχανικών, δημητριακών ολικής άλεσης, ξηρών καρπών και οσπρίων, ψαριών και άλλων θαλασσινών, γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, μειώνει σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου . Επιπροσθέτως η υγιεινή διατροφή που περιέχει μικρή ποσότητα αλατιού, κορεσμένων λιπαρών και κενών θερμίδων από τη ζάχαρη και το αλκοόλ αποτελούν πρόσθετες διατροφικές παραμέτρους για την πρόληψη του καρκίνου. Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Έρευνας για τον Καρκίνο ανακάλυψε ότι

υπάρχουν δυνατές ενδείξεις για τους παρακάτω παράγοντες, που αποτρέπουν την πιθανότητα εμφάνισης καρκινώματος: Η κατανάλωση μεγαλύτερου αριθμού φυτικών τροφίμων, εκτός από ότι συντηρεί ένα υγιές βάρος, συγχρόνως μειώνει την πρόσληψη κόκκινου κρέατος και αλκοόλ. Έχουν δημιουργηθεί διάφορες μέθοδοι για τη βαθμολογία του συνόλου των διατροφικών προτύπων. Μια διαδικασία είναι ο Δείκτης Διατροφής Υγείας και κοόρτης. Σε έρευνες έχει βρεθεί, ότι οι υψηλότερες βαθμολογίες HEI σχετίζονται με χαμηλότερο κίνδυνο CRC. Όσον αφορά τις πιθανές αντιδράσεις μεταξύ του γονιδίου-διατροφής. Οι δίαιτες που περιέχουν πολλές φυτικές ίνες, φελλικό οξύ ως δότης μεθυλίου και ασβεστίου, με περιορισμένα προφλεγμονώδη λιπαρά οξέα έχουν προστατευτικές επιδράσεις απέναντι στο CRC. Ένα σύνολο γονιδιακών μεταλλάξεων στο OCM σημειώθηκε, ότι έχει άμεση σχέση με πιθανές αντιδράσεις γονιδίου-διατροφής/περιβάλλοντος, που σχετίζονται με τον κίνδυνο και την πρόληψη του CRC. Συμπεραίνουμε ότι, οι τρόποι ζωής που περιέχουν υγιεινές διατροφικές συνήθειες, που αλληλεπιδρούν με γενετικούς παράγοντες, είναι σημαντικά στοιχεία για την εξατομικευμένη διατροφή στην εποχή της υγειονομικής περιθάλψης οι οποίοι χρησιμοποιούν σαν όπλο την ακρίβεια. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με την προηγούμενη αναφορά σχετικά με τις αντιδράσεις γονιδίου-περιβάλλοντος που σχετίζονται με την πρόληψη του CRC, εξετάσαμε γονίδια με διαιτητικές, δημογραφικές και αλληλεπιδραστικές παραμέτρους σε σχέση με τον κίνδυνο CRC σε διαφορετικές εθνικότητες, που έχουν την βάση τους στην οικογένεια. Μετρήσαμε πολυδιάστατα δεδομένα, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο συνόλου για να προσδιορίσουμε μεταβλητές σημασίας εντός των τομέων γενετικών, δημογραφικών και διατροφικών παραμέτρων. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι ο καρκίνος και το πως αυτός επιδρά πάνω στον άνθρωπο, έχει άμεση σχέση με την εξατομικευμένη διατροφή.

Εγκυμοσύνη

Σε αντίθεση με τις δυο προηγούμενες κατηγορίες, που αναφέρθηκαν στην περίπτωση της κύησης, η εξατομικευμένη διατροφή δεν λειτουργεί σαν ένας ακόμα τρόπος υποστήριξης, αλλά είναι ένα απόλυτα απαραίτητο στοιχείο, για την ομαλή εξέλιξη της. Έρευνα που πραγματοποίησαν στο Κατάρ οι Biasucci και Verduci κατάφερε να δείξει την συσχέτιση της σωστής διατροφής κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης και του θηλασμού, με την αποφυγή χρόνιων παθήσεων, που μπορεί να εμφανιστούν στην ζωή του εμβρύου μακροπρόθεσμα(10).

Αθλητές

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια στροφή στους παράγοντες του αθλητισμού, ως προς το πώς θα βελτιώσουν την απόδοση των αθλητών μέσα και από την σωστή διατροφή. Οι διαφορετικοί τρόποι οργάνωσης της στρατηγικής και τα συμπληρώματα διατροφής ενός ατόμου, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη σωματική του απόδοση. Η εξατομικευμένη διατροφή σε αθλητικούς πληθυσμούς, στοχεύει στη βελτιστοποίηση της υγείας, της σύστασης του σώματος και της καλύτερης απόδοσης στην άσκηση, στοχεύοντας σε διατροφικές συστάσεις στο γενετικό προφίλ ενός ατόμου. Στην σύγχρονη αθλητική διατροφολογία πλέον υπάρχει η τάση να εγκαταλείπεται η ομαδική προσέγγιση της διατροφής και να υιοθετείται μια εξατομικευμένη προσέγγιση για κάθε αθλητή ξεχωριστά με βάση τα γενετικά του χαρακτηριστικά, το άθλημα του και την ηλικία, με σκοπό την καλύτερη απόδοση και την διατήρηση της υγείας του (11).

Νεφροπάθεια

Η χρόνια νεφρική νόσος αναφέρεται σε μια χρόνια, μη αναστρέψιμη απώλεια της νεφρικής λειτουργίας, που κυμαίνεται από συμπτωματική νεφρική βλάβη έως νεφρική νόσο τελικού σταδίου. Σύμφωνα με έρευνα που συμμετείχαν πολλαπλά πανεπιστήμια υπό την επίβλεψη του Adamasco Cupisti διαπιστώθηκε ότι ασθενείς που λάμβαναν μια συγκεκριμένη διατροφή πλούσια σε βιταμίνες D2, D3 και Ω3 είχαν μια ομαλή εξέλιξη στην πορεία της ασθένειας σε σχέση με τους ασθενείς που δεν λάμβαναν τις συγκεκριμένες βιταμίνες και ιχνοστοιχεία.

Κεφάλαιο 1

1.1 Εισαγωγή

Υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ,ότι η υγεία κάθε ανθρώπου ξεχωριστά καθορίζεται από τις αντιδράσεις μεταξύ του σταθερού γονότυπου και της διατροφής του ατόμου.Αυτή η φαινοτυπική πλαστικότητα είναι η μηχανιστική βάση, πάνω στην οποία μπορούν να ακμάσουν παρεμβάσεις πάνω στον τρόπο ζωής, που έχουν ως στόχο τη καλύτερη πορεία της υγείας και της ευεξίας του εκάστοτε ανθρώπου. Ωςτις μέρες μας , κατά κύριο λόγο οι διατροφικές παρεμβάσεις ήταν σε ένα γενικευμένο πληθυσμιακό χώρο , με περιορισμένες προσπάθειες εξατομίκευσης αυτών των επεμβάσεων. Αυτή η εξατομίκευση θα ήταν εφικτό να επιτευχθεί θέτοντας υπόψη τα διατροφικά, φαινοτυπικά ή γονοτυπικά χαρακτηριστικά του κάθε εξεταζομένου ξεχωριστά . Λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι η αλλαγή συμπεριφοράς του ατόμου είναι το κλειδί για την βελτιστοποίηση της υγείας από τις διατροφικές παρεμβάσεις. Το σημαντικό ερώτημα που πρέπει να τεθεί και να απαντηθεί είναι το εξής, κατά πόσον μπορεί η εξατομικευμένη διατροφή να δημιουργήσει μεγαλύτερη, διαρκέστερη,πιο αξιόπιστη , και πιο οικονομική αλλαγή συμπεριφοράς δηλαδή,να είναι πιο επικερδής στην υγεία και την ευεξία από ότι μπορεί να επιτευχθεί με τις συμβατικές διατροφικές συμβουλές; Για να μπορέσουμε να καταλάβουμε τι μπορεί ή όχι να είναι εφικτό, είναι σημαντικό να διατηρήσουμε την εξατομικευμένη διατροφή στο σωστό πλαίσιο και να μην τη συγχέουμε με κλινική γενετική, πρόβλεψη ασθενειών ή θεραπεία ασθενειών. Η Nutrigenetics δεν αξιοποιεί τις γενετικές πληροφορίες με την ίδια χρήση όπως η κλασική γενετική. Δεν υπολογίζει τον κίνδυνο ασθένειας με βάση μελέτες συσχέτισης αλλά αντιθέτως χρησιμοποιεί λεπτομερείς πληροφορίες, που είναι βασισμένες σε συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις γονιδίου-διατροφής. Συχνά οι γενετικές παραλλαγές είναι λειτουργικές, πράγμα που σημαίνει ότι έχουν επιρροή στις πρωτεΐνες ,κάτι που έχει τεκμηριωθεί,ότι τροποποιεί τις μεμονωμένες

αποκρίσεις στα διατροφικά συστατικά. Αυτή η διάκριση συχνά παραλείπεται: Η διατροφογενετική λειτουργεί στο επίπεδο της γενετικής επιρροής στις βιολογικές διεργασίες και δεν απαιτείται να παρέχει καμία πληροφορία πέρα από τις μεταβολικές πληροφορίες .

1.2 Χρήση της διατροφογενετικής στην ΕΛ

Ως διατροφογενετική έχει οριστεί διεθνώς, ως «ο κλάδος που μελετά τη διαφορετική φαινοτυπική απόκριση στη δίαιτα ανάλογα με τον γονότυπο του κάθε ατόμου». Είναι ένα σύνηθες παράδειγμα τάσης χαρακτηρισμού της ανταπόκρισης ενός ανθρώπου σε μια διατροφική παρέμβαση με θεμέλιο της τους γενετικούς παράγοντες (38). Οι διατροφικές προτάσεις για τη δημόσια υγεία, έχουν φτιαχτεί με στόχο να βοηθήσουν το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού ,να αποφύγει τις χρόνιες ασθένειες. Έτσι προκύπτει ένα κύριο ερώτημα. Γιατί η χρησιμοποίηση της εξατομικευμένης διατροφής μπορεί να φέρει ένα καλύτερο αποτέλεσμα στην υγεία των ασθενών και των υγιών ανθρώπων ;Για να γίνει εφικτό δηλαδή να δώσουμε απάντηση στο ερώτημα ,θα είναι απαραίτητο να απαντήσουμε πρώτα στο ερώτημα, τι είναι εφικτό να προσφέρει στους ασθενείς η εξατομικευμένη διατροφή ; Σύμφωνα με μελέτες η εξατομικευμένη διατροφή ενσωματώνει την θεσπισμένη επιστήμη της διατροφής ,τα δεδομένα και τις προηγμένες μεθόδους έρευνας. Χρησιμοποιεί συνηθισμένες έννοιες κλινικής φροντίδας και εξελιγμένες επεμβάσεις εξατομικευμένης διατροφής σε συνδυασμό, με την πιο αξιόπιστη διαχειρίσιμη υγείας και των ασθενειών. Τα πλουσιότερα και πιο δυνατά αυτά δεδομένα μπορούν να οδηγήσουν σε πιο στοχευόμενες συμβουλές και παρεμβάσεις, που μπορούν να δείξουν αποτελέσματα για τη καλύτερευση της ποιότητας ζωής και των αποτελεσμάτων υγείας. Η εξατομικευμένη διατροφή ,που σχετίζεται ατομικά με τον γονότυπο , δεν είναι μια τωρινή τάση και υπάρχουν αρκετές αποδείξεις που αποδεικνύουν αυτό το συσχετισμό των γενετικών παραλλαγών που έχει ανάγκη συγκεκριμένες διατροφικές τακτικές για τη διαχείριση . Παρόλο που ο γενετικός έλεγχος είναι καλά θεσπισμένος στο κλινικό περιβάλλον, υπάρχει μια βελτίωση της υγείας, της ευεξίας αλλά και των αθλητικών αποδόσεων στους αθλητές μέσω γενετικών δοκιμών που έχουν την βάση τους στη διατροφή. Η εξατομικευμένη διατροφή δεν μένει μόνο στην εύρεση γενετικών παραλλαγών. Ο γονότυπος είναι μια παράμετρος των προσωπικών πληροφοριών, που μπορεί να γίνει ένα χρήσιμο εργαλείο για την εξατομίκευση των διατροφικών συμβουλών. Το γενετικό προφίλ ενός ατόμου που σχετίζεται με την διατροφή, θα

πρέπει να χρησιμοποιείται μαζί με άλλες σχετικές πληροφορίες όπως φύλο, ηλικία, ανθρωπομετρία, κατάσταση υγείας, οικογενειακό ιστορικό και κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Επιπροσθέτως οι διατροφικές τάσεις και η παρουσία τροφικών δυσανεξιών ή αλλεργιών. Η επιπλέον εξέταση αίματος είναι επίσης χρήσιμη, για την αξιολόγηση της ήδη δεδομένης κατάστασης διατροφής και για τη συνεχή παροχή εξατομικευμένων συμβουλών διατροφής και συμπληρωμάτων που προέρχονται από γενετικές δοκιμές που θα πρέπει να έχουν την βάση τους σε καθαρές ερμηνείες ίδιων ερευνητικών μελετών.

1.3 Ο ρόλος του φαινότυπου

Οι κλασικές μελέτες συσχέτισης σε όλο το γονιδίωμα μπορούν να τεθούν για την εύρεση σχέσεων μεταξύ γονοτύπων και αποτελεσμάτων ενδιαφέροντος, όπως τα επίπεδα ενός μικροθρεπτικού συστατικού στο αίμα. Ωστόσο, η χρησιμότητα τέτοιων δεικτών στην παροχή βασικών πληροφοριών σχετικά με τις διατροφικές συστάσεις είναι μικρής εμβελείας λόγω του ότι δεν είναι γνωστό, ποιες διατροφικές τάσεις απαιτούνται για την αντιμετώπιση των αποτελεσμάτων της γενετικής παραλλαγής. Για παράδειγμα, αν και έχει ανακαλυφθεί μια γενετική προσέγγιση, που έχει σχέση με χαμηλές τιμές ορού μιας βιταμίνης. Μια συγκεκριμένη σύσταση για την πρόληψη του κινδύνου ανεπάρκειας ή για την ανακούφιση των χαμηλών επιπέδων αυτού του μικροθρεπτικού συστατικού μπορεί και να μην προσδιοριστεί. Τέτοιες μελέτες απαιτούν τον κατάλληλο σχεδιασμό, που δείχνει πως μια γενετική παραλλαγή τροποποιεί την ανταπόκριση στη διατροφική πρόσληψη στο χαρακτηριστικό αποτέλεσμα, που ενδιαφέρει και ίσως προσδιορίζει τους ανταποκρινόμενους και τους μη ανταποκρινόμενους. Οι γενετικοί δείκτες σχετίζονται με ένα χαρακτηριστικό που έχει σχέση με την απόδοση, όπως η αερόβια ικανότητα ή η ισχύς, παρέχουν επίσης λίγες πληροφορίες σχετικά με τους παράγοντες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση του χαρακτηριστικού ενδιαφέροντος(34). Σε σημαντικό βαθμό, αυτό βασίζεται στη συλλογή στοιχείων για τις φαινοτυπικές συνέπειες των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε διάφορα άτομα στη γενετική σύνθεση και τη διατροφή. Η διατροφογενετική έχει εξελιχθεί από τη χρήση ενός μοναδικού μονονουκλεοτιδικού πολυμορφισμού, σε έναν υποψήφιο γονιδιακό τύπο. Έχει δε σα σκοπό την εξέταση της αλληλεπίδρασης από ένα συγκεκριμένο θρεπτικό συστατικό, σε μια πιο συνολική προσέγγιση ολόκληρου του γονιδιώματος, που αναλύει τις αντιδράσεις με τα διατροφικά πρότυπα. Η ανθρώπινη τάση να μεταβάλλεται εύκολα,

είναι ευρείας κλίμακας και μπορεί να περιέχει γενετικούς, φαινοτυπικούς και σημαντικά φυσιολογικές παραμέτρους, ιατρικό ιστορικό και πρακτικές του τρόπου ζωής, όπως διατροφικές τάσεις και σωματική δραστηριότητα, καθώς και κοινωνικοπολιτιστικούς και κοινωνικοοικονομικούς συντελεστές, όπως το διατροφικό περίγυρο . Αυτό το εύρος διατροφικών επιδράσεων δημιούργησε την εμφάνιση εξατομικευμένων και ακριβέστερων διατροφικών ερευνών, για τη βελτιστοποίηση των διατροφικών παραδειγμάτων , τα οποία συνθέτουν πλέον τους κεντρικούς άξονες πολλών εθνικών και διεθνών προτεραιοτήτων και δηλώσεων θέσης στη διατροφική μελέτη. Ο ανώτερος στόχος της εξατομικευμένης και ακριβούς διατροφής είναι η σταθεροποίηση ή η αλλαγή προς το καλύτερο της υγείας και της ευεξίας θέτοντας ως κύριο όπλο τις διατροφικές παρεμβάσεις . Ωστόσο, δεν έχει πραγματοποιηθεί μια διεθνής συμφωνία, σχετικά με τον καθορισμό αυτών των όρων και η ορολογία αλλάζει ανάλογα με τη χώρα, τον τομέα υγείας και το εύρος του ερευνητικού ερωτήματος . Για τους στόχους αυτούς , η εξατομικευμένη διατροφή είχε τεθεί ως μια αιχμή του δόρατος, στην οποία χρησιμοποιούνται γενετικές, μεταγονιδιωματικές , φυσιολογικές, φαινοτυπικές, διατροφικές και άλλες παρόμοιες πληροφορίες, για τη δημιουργία εξατομικευμένων διατροφικών συμβουλών και υποστήριξης για κάθε άτομο . Στην εξατομικευμένη διατροφή παρέχεται μια συνολική εξέταση των συστατικών, που θέτουν σε μια αρμονία τους σημαντικούς παράγοντες για την υγεία . Η διατροφή ακριβείας θέτει τα δεδομένα σε κλίμακα, με σκοπό να τεθεί υπόψη το γονιδιωματικό υπόβαθρο ενός ατόμου και η οποία παίρνει υπόψη τυχόν διατροφικές αλληλεπιδράσεις, που καθορίζονται από τον βαθύ φαινότυπο. Τέτοια όπως τα κοινωνικοοικονομικά και ψυχοκοινωνικά χαρακτηριστικά, τις οικογενειακές συνήθειες , δεδομένα προγεννητικής σίτισης, την κατάσταση υγείας και άλλα κλινικά γνωρίσματα , όπως κερκάρδιος ρυθμός, σωματική δραστηριότητα, διατροφικά πρότυπα και διατροφικές συνήθειες και τα περιβάλλοντα τροφίμων, με ένα μεγάλο φάσμα δεδομένων βιοπληροφορικής για μεταβολικά μονοπάτια. Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι η εξατομικευμένη διατροφή θέτει υπόψη τα γονιδιωματικά και άλλα «ωμικά» χαρακτηριστικά της διατροφής και τον μεταβολισμό ενός ανθρώπου, που είναι κατά βάση μη μεταβαλλόμενα και συνεπώς δεν συμβαίνουν αλλαγές με το πέρασμα του χρόνου. Επίσης, η διατροφή ακριβείας ενστερνίζεται μια ολιστική και δυναμική προσέγγιση, για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστάσεων για άτομα και υποομάδες πληθυσμού. Στο πλαίσιο αυτής της ανασκόπησης, οι τεχνικές υψηλής απόδοσης «omics» της διατροφικής

γονιδιωματικής , της επιγενετικής, της μεταβολιμικής και της μεταγονιδιωματικής ,θα τεθούν ξανά υπό εξέταση, για την εφαρμογή τους σε προσεγγίσεις ακριβείας στη διατροφή. Η διατροφική γονιδιωματική αναφέρεται στη μελέτη της επίδρασης βιοδραστικών διατροφικών συστατικών, στη γονιδιακή έκφραση και λειτουργία. Κατά συνέπεια και στο μεταβολισμό. Αρκετές μελέτες εξατομικευμένης και ακριβούς διατροφής έχουν διαχειριστεί θρεπτικές γονιδιωματικές προσεγγίσεις, με σκοπό να δοθούν εξατομικευμένες διατροφικές συμβουλές, με επιλεγμένα παραδείγματα. Στη μελέτη NOW, μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή διάρκειας 12 μηνών, που πραγματοποιήθηκε σε 140 Καναδούς ενήλικες, οι άνθρωποι που έλαβαν συμμετοχή στο ομαδικό πρόγραμμα ισορροπίας τρόπου ζωής με θρεπτική γονιδιωματική, δέχτηκαν πληροφορίες με βάση τον μεταβολισμό τους και προτάθηκε να θέσουν το βάρος στις συστάσεις για μακροθρεπτικά συστατικά, που βασίζονται στη γενετική τους αναφορά, για να δυναμώσουν την απόκρισή τους στην απώλεια βάρους. Για παράδειγμα, ένα άτομο με την παραλλαγή AA του γονίδιο που είχε σχέση με τη μάζα λίπους και την παχυσαρκία, συμβουλευτήκε να τρέξει ένα διατροφικό πρόγραμμα βασισμένο σε υψηλότερη πρωτεΐνη, για να έχει ένα καλύτερο αποτέλεσμα στην απώλεια βάρους. Αποδείχτηκε ότι άτομα που τυχαιοποιήθηκαν για να λάβουν την ομαδική ισορροπία στον τρόπο ζωής με το πρόγραμμα διατροφογονιδιωματικής, κατάφεραν να περιορίσουν σημαντικά τη συνολική πρόσληψη λίπους στους 12 μήνες. Μαζί με άλλες επεμβάσεις που σχετίζονται με τα θρεπτικά γονιδιωματικά , τέθηκαν κάποια δεδομένα, που δίνουν τη δυνατότητα για παρεμβάσεις με βάση τη θρεπτική γονιδιωματική με σκοπό να κινήσουν βραχυπρόθεσμες μεταβολές σε συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά, όπως η γενική πρόσληψη λίπους. Σε ένα άλλο εναλλακτικό παράδειγμα συλλέχτηκαν προσωπικά δεδομένα, που περιέλαβαν επίσης αλληλουχίες ολόκληρου του γονιδιώματος, κλινικών δοκιμών, μεταβολισμού, πρωτεώματος αίματος, σωματικής δραστηριότητας και μικροβιώματος κοπράνων. Η έρευνα αφορούσε τρεις δοκιμές σε διάστημα 9 μηνών και συμμετείχαν 108 άτομα. Μελετήθηκαν αυτά τα δεδομένα με σκοπό να δημιουργήσουν δίκτυα συσχέτισης και κατάφεραν να αποκαλύψουν κοινότητες σχετικών αναλυτών, που σχετίζονται με τη φυσιολογία και τις ασθένειες. Έγινε χρήση, επίσης, σε ορισμένα από τα προσωπικά δεδομένα (γονότυπο και κλινικούς δείκτες), για να εφαρμόσουν συμπεριφορική καθοδήγηση και για να βοηθήσουν τους συμμετέχοντες να βελτιώσουν τους βιοδείκτες υγείας. Αυτή η μελέτη έδειξε, αρχικά , ότι ορισμένα άτομα με υψηλά κίνητρα έχουν την πρόθεση να μαζέψουν προσωπικά

δεδομένα για εκτεταμένες περιόδους. Επιπλέον, περισσότερες πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν στην επαλήθευση της υπάρχουσας γνώσης σχετικά με τη σύνδεση της ανθρώπινης φυσιολογίας και στην ανακάλυψη νέων συνδέσεων.

Η «προσωποποιημένη καθοδήγηση» μπορεί να διευκολύνει την αλλαγή της συμπεριφοράς. Από την άλλη πλευρά, είναι ασαφές το κατά πόσο από τη αναλυτική μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στη μελέτη ήταν καθοριστική για την ανάπτυξη της «εξατομικευμένης καθοδήγησης»(39). Βέβαια, πρόσφατες ανακεφαλαιώσεις των τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών θέτουν σημαντικά κενά στη βάση στοιχείων, για την ουσιαστική θέσπιση των προσεγγίσεων της διατροφολογίας. Η έρευνα του μεταβολισμού δημιουργεί το προφίλ των μεταβολιτών σε βιορευστά κύτταρα και ιστούς και τίθεται βασικά ως εργαλείο για την περιγραφή των βιοδεικτών και την εύρεση στόχων. Οι αλλαγές στις αναλυτικές τεχνολογίες και την πληροφορική έχουν οδηγήσει στην γρήγορη ενστέρνιση της μεταβολομικής έρευνας, για τη διερεύνηση φυσιολογικών καταστάσεων και χρόνιων ασθενειών. Παρόλα αυτά η εφαρμογή μεταβολομικών προσεγγίσεων έχει δείξει μια ανερχόμενη βελτίωση της ακρίβειας της διατροφικής βαθμονόμησης μέσω της ανάγνωσης βιοδεικτών πρόσληψης τροφής, προσδιορισμού μεταβολιτών και μεταβολικών υπογραφών, που μπορούν να χρησιμεύσουν ως στόχοι για παρεμβάσεις. Έχουν εφαρμοστεί δύο διακριτές μεταβολομικές μεθοδολογίες. Η πρώτη αφορά τη μη στοχευόμενη μεταβολομική. Είναι μια επιδιωκόμενη ολοκληρωμένη διαλογή όλων των μετρήσιμων μεταβολιτών σε ένα δείγμα, συμπεριλαμβανομένων αγνώστων χημικών στοιχείων και δεύτερον η στοχευόμενη μεταβολομική, που βασίζεται στη μέτρηση χημικά περιγραφόμενων και βιοχημικά χαρακτηρισμένων μεταβολιτών (35).

Η χρήση γονοτυπικών πληροφοριών στην εξατομικευμένη διατροφή έχει τεθεί υπό κάποια αμφισβήτηση για ποικίλους λόγους, όπως ακραίων ισχυρισμών υγείας, λανθασμένων ερμηνειών, αυθεντικά εκμεταλλεζόμενων προϊόντων και της δυσκολίας απόδειξης αιτίας και αποτελέσματος. Οι διατροφικές μελέτες συσχέτισης υποψηφίων γονιδίων έχουν δείξει πολλά ασαφή αποτελέσματα στο διάστημα των δεκαετιών. Αυτό δεν συνδέεται με τη γενική ποιότητα της έρευνας και πιθανότατα έχει τις ρίζες της στην πολυπλοκότητα των επιπτώσεων της διατροφής στη μακροπρόθεσμη υγεία. Παρ' όλα αυτά η κατάσταση βελτιώνεται, καθώς το συνολικό κόστος προσδιορισμού του γονότυπου έχει μειωθεί δραματικά, η αυξανόμενη συμπερίληψη της γενετικής σε πολλές διατροφικές μελέτες τα τελευταία χρόνια ήταν ένας από τους

παράγοντες, που βοήθησαν να υπάρξει μεγαλύτερη σαφήνεια .Η διατροφογενετική είναι κομμάτι των πληροφοριών, που βοηθούν την εξατομικευμένη διατροφή στο σύνολό της. Όπου υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία, είναι απαραίτητο να προστίθενται σε άλλες φαινοτυπικές πληροφορίες (όπως η κατάσταση της υγείας, η εθνικότητα και το φύλο) και τα γενετικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να εκτιμούνται στο ίδιο επίπεδο με τα φαινοτυπικά στοιχεία. Οι πρώτες μελέτες μας δείχνουν ότι η πρόσθεση γενετικών πληροφοριών, μπορεί να είναι ένας ακρογωνιαίος λίθος στη μακροπρόθεσμη απώλεια βάρους. Επίσης μια πρόσφατη τυχαιοποιημένη μελέτη ελέγχου μας έδειξε, ότι οι εξατομικευμένες διατροφικές συμβουλές βασισμένες σε γονότυπο ήταν καλύτερα αποδεκτές και πιο πιθανό να ακολουθηθούν από τις συνηθισμένες διατροφικές συμβουλές .Υπάρχουν σοβαρές υποψίες κάποιας κλινικής και προσωπικής χρησιμότητας, που αφορά την σχέση της εξατομικευμένης διατροφής με βάση τον γονότυπο και γι αυτό θα πρέπει να γίνει ευρύτερα προσβάσιμη για να επιτραπεί η λήψη ατομικών αποφάσεων(35).

1.4 Μεταβολιμικά στοιχεία

Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μεταβολίζονται τα θρεπτικά συστατικά και του μέσου με τον οποίο αυτοί οι μεταβολίτες είναι σε κατάσταση να δείξουν την ανταπόκριση του σώματος σε μια δίαιτα, έχει μελετηθεί προηγουμένως σε πολλές μελέτες .Όσον αφορά τη εξατομικευμένη διατροφή , η μεταβολομική αποτελεί βασικό παράγοντα στη κατανόηση της πραγματικής δράσης των τροφίμων στην υγεία ενός ατόμου. Με την εύρεση των βιοδεικτών που προέρχονται από τρόφιμα, οι επιστήμονες μπορούν τώρα να κατανοήσουν, πώς διαφορετικά άτομα μεταβολίζουν τα ίδια τρόφιμα και πώς αυτά ή οι μεταβολίτες ,μπορούν να επηρεάσουν παραπάνω τα αποτελέσματα της υγείας σε διαφορετικές υγιεινές ή ανθυγιεινές καταστάσεις, και σε άτυπες καταστάσεις, όπως δυσανεξίες ή αλλεργίες. Με αυτή την λογική , η τυποποίηση των τιμών αναφοράς για τους μεταβολίτες είναι σημαντική,για την περαιτέρω χρήση τους ως βιοδείκτες, που προέρχονται από τρόφιμα, στο πλαίσιο της διατροφής ακριβείας.

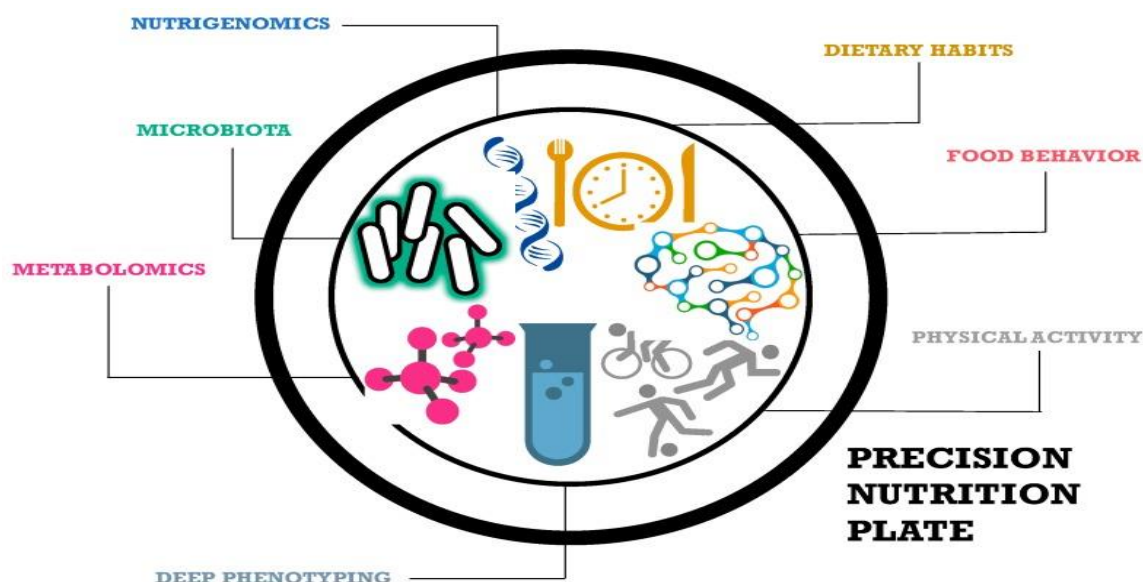
Μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 800 Γάλλους υγιείς εθελοντές, όπου ελέγχθηκαν 185 μεταβολίτες του πλάσματος, έφτιαξε μια βάση δεδομένων αναφοράς για την πλειοψηφία τους. Μάλιστα, αυτή η μελέτη βοήθησε να διαφοροποιηθούν τα φυσιολογικά μεταβολώματα ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες, ηλικιωμένων και μη ατόμων και να οριστούν οι κύριες πηγές διακύμανσης μεταξύ

των υποομάδων του πληθυσμού. Ως παράδειγμα αυτού, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν, ότι άτομα με υψηλά επίπεδα ολικής χοληστερόλης χαρακτηρίζονταν επίσης από υψηλότερες συγκεντρώσεις φιλγομυελίνης και φωσφατιδυλοχολίνης στο πλάσμα. Η αντικειμενική μέτρηση της τήρησης ενός διατροφικού προτύπου παραμένει ένας σημαντικός στόχος για τη εξατομικευμένη διατροφή. Οι σύγχρονες εξελίξεις στη μεταβολομική δίνουν μια νέα ματιά σε πολλά υποσχόμενους τρόπους για καλύτερο διατροφικό χαρακτηρισμό. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να υπάρχει ένας ισχυρός εντοπισμός μεμονωμένων τροφίμων ή θρεπτικών συστατικών, όπως οι πολυφαινόλες, το σιτάρι, τα ζαχαρούχα ποτά ή η κατανάλωση καρυδιών. Ένα εξτρά βήμα στη χρήση της μεταβολομικής είναι να τεσταριστεί η ικανότητά του και να θεσπιστεί η συνολική εικόνα της ατομικής κατανάλωσης τροφής. Με αυτή την λογική, το φασματοσκοπικό προφίλ των ούρων με τη χρησιμοποίηση του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού πρωτονίων ($^1\text{H-NMR}$), έχει επικυρωθεί πριν από μικρό χρονικό διάστημα για τη σωστή μέτρηση ενός συνολικού διατροφικού προτύπου. Οι 19 που πήραν μέρος σε αυτήν την τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη, διασταυρούμενη δοκιμή ορίστηκαν σε τέσσερις διαφορετικές διατροφικές παρεμβάσεις με διακύμανση, που πραγματοποιούνταν σιγά σιγά σύμφωνα με το πρόγραμμα υγιεινής διατροφής του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ). Η τήρηση της παρέμβασης τηρήθηκε αυστηρά με ζύγιση υπολειμμάτων τροφών πιάτων, μαζεύοντας δείγματα ούρων σε καθημερινή βάση σε τρεις χρονικές περιόδους. Έγινε χρήση ενός παγκόσμιου μεταβολομικού προφίλ με συνδυασμό 16.000 φασματικών μεταβλητών για τη κατασκευή αντιπροσωπευτικών μοτίβων μεταβολιτών, που έχουν σχέση με οιαδήποτε δίαιτα. Ανακαλύφθηκαν συστηματικές διαφορές στα μεταβολικά προφίλ μεταξύ της δίαιτας 1 και 4. Μεταξύ συγκεκριμένων μεταβολιτών, σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις ιππουρικού (φρούτα και λαχανικά), Τρυγικού (σταφύλι) ή διμεθυλαμίνη (ψάρι) ανακαλύφθηκαν στα ούρα των ανθρώπων που έλαβαν τη δίαιτα 1, σε σχέση με τους συμμετέχοντες που είχαν τεθεί στη δίαιτα 4, ενώ άλλοι ήταν σοβαρά χαμηλότεροι, όπως η καρνιτίνη (κόκκινο κρέας). Η δύναμη αυτής της τεχνικής να ξεδιαλύνει τα μεταβολομικά προφίλ των συμμετεχόντων και να τα τοποθετεί σύμφωνα με την υγιεινή ή ανθυγιεινή διατροφή που τους έχει τεθεί κατά τη χρήση μιας διατροφικής παρέμβασης, επικυρώθηκε εκτενώς με επιτυχία σε πληθυσμούς που ζουν ελεύθερα. Ωστόσο, η μικρή εξειδίκευση και ευαισθησία αυτής της μεθόδου στο διαχωρισμό των διατροφικών προτύπων πρέπει να αντιμετωπίσει και συγκεκριμένους άλλους στόχους, όπως η ικανότητα της να καταγράψει τη δυναμική

της διατροφής, μέσω μελετών που γίνονται σε μεγάλο χρονικό διάστημα οι οποίες πρέπει να τεθούν υπόψη. Η ίδια τεχνική ^1H -NMR έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για τον χαρακτηρισμό των μεταβολικών προφίλ ενός πλήρους γεύματος. Σε αυτή τη διατριβή, ένα πρωινό με δημητριακά και ένα πρωινό με αυγά και ζαμπόν βρέθηκε με την εύρεση οξέων μεταβολικών δακτυλικών αποτυπωμάτων και βασικών μεταβολιτών που προκαλούν διάκριση σε δείγματα ούρων μετά το φαγητό. Πιο αναλυτικά, η φωσφοκρεατίνη/κρεατίνη, το κιτρικό άλας και η λυσίνη ήταν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μετά από ένα πρωινό με αυγό και ζαμπόν, ενώ η ερυθρόζη έδειξε μεγαλύτερη συγκέντρωση μετά από ένα πρωινό με δημητριακά. Η Metabolomics έχει, συμπληρωματικά, λειτουργήσει εύστοχα στην ανάπτυξη νέων τρόπων οργάνωσης του πληθυσμού με βάση τον metabotype, ο οποίος αντιπροσωπεύει μια ομάδα ατόμων με περίπου ίδια μεταβολικά προφίλ και επομένως αντιπροσωπεύει έναν πυλώνα βαθιού φαινοτύπου. Ένα από τα θετικά της διαστρωμάτωσης του πληθυσμού με βάση το μεταβολικό προφίλ (μεταβοτυποποίηση) είναι η δυνατότητα κλιμάκωσης των διατροφικών συμβουλών ακριβείας σε σχέση με ομοιόμορφες ομάδες ατόμων. Για παράδειγμα, με βάση πως η φλεγμονή μικρού βαθμού είναι γνωστό ότι είναι μια βασική παράμετρος στην ανάπτυξη αντίστασης στην ινσουλίνη. Έτσι, η αναζήτηση διατροφικών στρατηγικών που θέτουν την προσοχή τους στην ανακούφιση της φλεγμονώδους κατάστασης είναι ένα πράγμα που την καθιστά μια ελκυστική προσέγγιση για τη διατροφή ακριβείας.

Από την πλευρά αυτή, πρόσφατες μελέτες που γίνονται σε βασικά μεταβολικά προφίλ, π.χ. προφίλ λιποπρωτεϊνών, λιπαρών οξέων πλάσματος, σε καρδιομεταβολικούς βιοδείκτες ή επίπεδα νηστείας, μεταγευματικά ινσουλίνης και γλυκόζης, έχουν δείξει την ικανότητα να γίνεται a priori διάκριση μεταξύ ανταποκρινόμενων και μη ανταποκρινόμενων σε μια συγκεκριμένη θεραπεία ή διατροφική επέμβαση. Αξίζει να σημειωθεί πως πρώιμα αποτελέσματα από μια διατροφική παρέμβαση σε υπέρβαρους και παχύσαρκους εφήβους, δηλώνουν ότι τα θετικά αποτελέσματα των αντιφλεγμονωδών συμπληρωμάτων στην ευαισθησία στην ινσουλίνη μικραίνουν την δράση τους στους ασθενείς με τον λιγότερο θετικό προς αυτούς μεταβότυπο, των οποίων τα διαφορετικά συστατικά είναι χρήσιμα ως ανεξάρτητοι προγνωστικοί παράγοντες των αποτελεσμάτων των συμπληρωμάτων διατροφής. Τα στοιχεία που βγαίνουν υποδηλώνουν ότι τόσο τα προ όσο και τα μετα-μεταβολικά προφίλ σε ασθενείς που θέτονται σε διατροφική παρέμβαση

μπορούν να μας δώσουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις ικανότητες των μεταβοτύπων να προβλέψουν μια δεδομένη απόκριση στα θρεπτικά συστατικά. Συνάμανα καθορίζουν την δράσησυγκεκριμένων τροφίμων, συνολικών γευμάτων και διατροφικών προτύπων στο πλάσμα σε επίπεδα μεταβολικών. Σενεπώς, οι δυνατότητες της μεταβολομικής πρέπει να ερευνηθούν περαιτέρω σε σχέση με προσεγγίσεις διατροφικής ακρίβειας. Έγινε αναφορά παραπάνω, στη επιστημονική κοινότητα όσο αφορά μια σύμφωνη γνώμη, πως γενικά οι μελλοντικές βάσεις της εξατομικευμένης διατροφής δεν θα είναι μόνο στη σύγχρονη διατροφογενετική. Προφανώς ,υπάρχουν παράγοντες πέρα από τους γενετικούς , που είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη, όταν γίνεται σχεδιασμός εξατομικευμένων ή προσαρμοσμένων διατροφών. Με αυτή την λογική , η χρησιμότητα των εξατομικευμένων διατροφικών συμβουλών για την επαρκή πρόβλεψη των ατομικών απαντήσεων στις διατροφικές προσλήψεις, είναι ένας από τους κύριους στόχους της διατροφής ακριβείας. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, όπως φαίνεται στην εικόνα 2, όπου αναφέρεται, ότι στην διατροφή ακριβείας, καθοριστικοί παράγοντες που δεν σχετίζονται μόνο με διατροφικούς ή γενετικούς παράγοντες, π.χ., ο τρόπος ζωής, συμπεριλαμβανομένων των συνηθειών σωματικής δραστηριότητας (PA), η μεταβολομική ή η μικροβιομική του εντέρου, αναδεικνύονται επίσης ως σημαντικοί παράγοντες, που αξίζει να ληφθούν υπόψη στον τομέα της διατροφής ακριβείας (37).



Εικόνα 2: Παράγοντες που επηρεάζουν μεταβολικά την εξατομικευμένη διατροφή.

1.5 Κίνδυνοι

Ο κύριος και βασικός κίνδυνος που συνδέεται με τον γενετικό έλεγχο, είναι ότι οι προτάσεις και οι αποφάσεις μπορεί να έχουν την βάση τους σε ανεπαρκή δεδομένα, όπως για παράδειγμα ιατρικό ιστορικό ή ότι τα φαινοτυπικά, δεδομένα έχουν πολύ χαμηλή προτεραιότητα. Τα γενετικά δεδομένα, όταν συλλέγονται με τυπικές διαδικασίες, είναι ξεκάθαρα, αλλά οι λειτουργικές επιπτώσεις δεν είναι πάντα. Για παράδειγμα, εάν ένας συγκεκριμένος γονότυπος προέβλεπε μια σημαντική ισχυρή ευνοϊκή επίδραση στην κατανάλωση αλκοόλ, στη στεφανιαία νόσο θα οδηγούσε αυτό σε μια σύσταση για αύξηση της πρόσληψης αλκοόλ γι' αυτό το άτομο; Μάλλον όχι. Γιατί μια τέτοια πρόταση θα ενίσχυε τον κίνδυνο άλλων ασθενειών, όπως ηπατική νόσο, αλκοολισμός και καρκίνος και μπορεί να έχει άλλες δυσμενείς κοινωνικές συνέπειες. Σε αυτό το παράδειγμα, οι κίνδυνοι της σύστασης είναι καλά αναγνωρισμένοι. Άλλοι κίνδυνοι βασίζονται με την εγγενή ευαισθησία των προσωπικών δεδομένων, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν από «ενδιαφερόμενα τρίτα μέρη», όπως εργοδότες, ασφαλιστικές εταιρείες και αλλιά. Αλλά αυτό είναι κάτι που θα αναλύσουμε παρακρατώ στην εργασία (36).

Κεφάλαιο 2

2.1 Καταναλωτικές πτυχές

2.1.1 Βιγκανισμός

Ο βιγκανισμός πιστεύεται ότι είναι μια από τις ισχυρότερες διατροφικές τάσεις, κάτι που σύμφωνα με τα στοιχεία άρχισε να γίνεται πιο έντονο από το 2018 και μετά. Σύγχρονες μελέτες έχουν επίσης επισημάνει ότι ο βιγκανισμός δεν έχει πια μια μικρή θέση στη δυτική διατροφική κουλτούρα, αλλά μια συνεχώς αυξανόμενη τάση για να γίνει μια από τις κύριες παγκόσμιες επιλογές. Ο αριθμός των ατόμων που ψάχνουν και αγοράζουν υποκατάστατα κρέατος (όπως προϊόντα με βάση τη σόγια) και αλείμματα λαχανικών είναι συνεχώς αναδυόμενος παγκοσμίως μεταξύ 2012 και 2016. Με βάση τις παγκόσμιες στατιστικές το 2016, μια χορτοφαγική διατροφή υιοθετήθηκε από το 19% των ερωτηθέντων στην γεωγραφική περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού, 16 % στην Αφρική/Μέση Ανατολή, 8% στη Λατινική Αμερική, 6% στη Βόρεια Αμερική και 5% στην Ευρώπη. Αντίστοιχα μια vegan διατροφή ακολουθήθηκε από το 9% των ερωτηθέντων στην περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού, 6% στην Αφρική/Μέση Ανατολή, 4% στη Λατινική Αμερική, 2% στη Βόρεια Αμερική και 2% στην Ευρώπη.

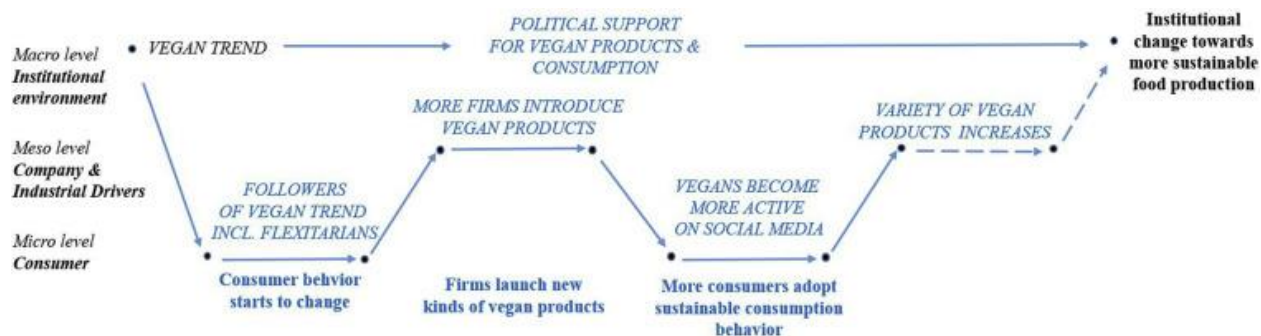
Στις σύγχρονες ευρωπαϊκές χώρες, οι εθνικοί ερευνητικοί οργανισμοί, που έχουν σκοπό την διατήρηση της υγείας προβάλλουν ενεργά μια διατροφή, που έχει ως κύριο τρόφιμο τα φυτά με σκοπό να βοηθήσουν τους πολίτες να γίνουν πιο υγιείς και ταυτόχρονα να βελτιστοποιήσουν την κλιματική αλλαγή. Αυτό έχει την βάση του στην ζωική παραγωγή, η οποία έχει πολλαπλασιαστεί εκθετικά τα τελευταία χρόνια. Το 2017, η Ιταλική Εταιρεία Ανθρώπινης Διατροφής, πραγματοποίησε μια μελέτη που καταλήγει ότι οι κυβερνητικές υπηρεσίες και οι πάροχοι της υγείας πρέπει να θέσουν τα θεμέλια εκμάθησης τους Ιταλούς να οδηγηθούν σε μια πιο vegan διατροφή. Την ίδια περίπου περίοδο, στη Νορβηγία, ερευνητές ανακάλυψαν ότι η εκμάθηση πληροφοριών σχετικά με το κλίμα ή τα πλεονεκτήματα για την υγεία από την διατροφή με λιγότερο κρέας είχε μικρό ερέθισμα στους καταναλωτές, και επομένως οι περιβαλλοντικές πολιτικές θέτονται απαραίτητες για να δείξουν στους

Νορβηγούς καταναλωτές τροφίμων να επιλέγουν τρόφιμα , που θα είναι επωφελή για το κλίμα.

Το διαρκές ενδιαφέρον για τον βιγκανισμό και τις φυτικές δίαιτες δεν επιδρά μόνο στη βιώσιμη καταναλωτική συμπεριφορά , αλλά επίσης κερδίζει σοβαρά την θέση της από τη βιομηχανία τροφίμων . Πρότερες έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι αλλαγές που σχετίζονται με τα τρόφιμα έχουν ως αποτέλεσμα, τον νέο κατακερματισμό της αγοράς και γρηγορότερους κύκλους στο σύνολο των εργασιών που σχετίζονται με τα προϊόντα. Επιπρόσθετα, οι εταιρείες έπρεπε να είναι έτοιμες να λανσάρουν νέα προϊόντα με μεγαλύτερη ταχύτητα, ως απάντηση στις συνεχείς αλλαγές στις απαιτήσεις των καταναλωτών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι οι εταιρείες που σχετίζονται με τον τομέα των τροφίμων χρειάστηκαν να δημιουργήσουν καινοτόμα προϊόντα, με βάση τα καινούρια θέλω της αγοράς, παράγοντας ταυτόχρονα καινούργιες ικανότητες μάρκετινγκ ,κάτι που οδηγεί σε μια βιώσιμη αλλαγή της σκέψης των καταναλωτών σε μικροεπίπεδο ,που θα μπορούσε επιπροσθέτως να οδηγήσει σε αλλαγές τόσο στο μακροοικονομικό επίπεδο προς πιο βιώσιμη παραγωγή τροφίμων ,όσο και στο τομέα του μάρκετινγκ ,κάτι που φαίνεται βεβαία και στην *Εικόνα 3*.Οι σύγχρονες τεχνικές παραγωγής τροφίμων έχουν συνδεθεί με επιβάρυνση διαφόρων χρόνιων ασθενειών καθώς και με μια αξιοπρόσεκτη περιβαλλοντική ζημιά. Τον προηγούμενο αιώνα, οι σύγχρονοι τομείς τροφίμων και γεωργίας συνεισέφεραν σε σημαντική μείωση του παγκόσμιου υποσιτισμού και της πείνας, παράγοντας μια ανεξέλεγκτη προσφορά χαμηλού κόστους ασφαλών και εύγευστων τροφίμων . Για να ταΐσουμε έναν διαρκώς αυξανόμενο και πλουσιότερο παγκόσμιο πληθυσμό, απαιτείται η δημιουργία τροφής υψηλότερης ποιότητας.Η ραγδαία εξέλιξη της παραγωγής των ζωικών προϊόντων όπως γάλα, ψάρι, κρέας, αυγά και όλα τους τα παράγωγα έχουν θεσπισθείως κύριοι υπαίτιοι για τον αρνητικό αντίκτυπο του σύγχρονου εφοδιασμού τροφίμων στο παγκόσμιο περιβάλλον .Η σύγχρονη εκτροφή των βοοειδών για τροφή ,προκαλεί σημαντικά περισσότερη επίπτωση στο περιβάλλον, στην χρήση του νερού και της γης, στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, και απώλεια βιοποικιλότητας (λόγο της έντονης χρήσεις βοσκοτόπων) σε σχέση με την καλλιέργεια φυτών για ανθρώπινη χρήση . Οι φυτικές δίαιτες (ΦΔ) γίνονται όλο και πιο διάσημες τον τελευταίο καιρό,ως μια τακτική για τη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου της διαίτας, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει την ανθρώπινη υγεία και την καλύτερη ποιότητα της ζωής των ζώων. Σε σύγκριση με τους

καταναλωτές που τρέφονται με κρέας , οι χορτοφάγοι και οι βίγκαν αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού, αλλά ο αριθμός τους αυξάνεται ραγδαία και σταθερά τα τελευταία χρόνια. Εκτός από μια εναλλακτική λύση ενάντια στο κρέας, τα μη ζωικά τρόφιμα ανεβαίνουν σε δημοτικότητα όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια , γεγονός που δημιουργεί ένα επιχειρηματικό κενό που θα έρθει να καλύψει η βιομηχανία τροφίμων . Ανησυχίες εγείρονται σχετικά με την κατανάλωση ζωικών προϊόντων διατροφής και τις βλαβερές συνέπειες τους στο περιβάλλον και την υγεία των καταναλωτών , έχουν δώσει κατεύθυνση προς την αύξηση του κλάδου των πρωτεϊνών της ΦΔ, ιδιαίτερα για καινοτόμες ιδέες που μπορούν να βρουν εναλλακτικές οδούς για να αντικατασταθούν τα παραδοσιακά γαλακτοκομικά, τα αυγά και τα προϊόντα κρέατος. Όλο και περισσότεροι άνθρωποι θεωρούν ότι είναι πιο «εναλλακτική (χορτοφάγοι που τρώνε περιστασιακά ζωικά προϊόντα)» ή επιλέγουν να καταναλώνουν λιγότερα ζωικά προϊόντα προς όφελος περισσότερων γευμάτων ΦΔ για να βοηθήσουν το περιβάλλον, βελτίωση της υγείας ή και τα δύο. Σύμφωνα με τον καταναλωτική έρευνα αγοράς, έως και 5 εκατομμύρια Αμερικανοί τείνουν να έχουν παραιτηθεί από το κρέας συνολικά μεταξύ 2019 και 2020(κάτι που δεν μπορεί να φανεί δυστυχώς λόγω της πανδημίας) , γίνονται χορτοφάγοι ή vegans, αν και τα δεδομένα που το επιβεβαιώνουν δεν είναι απόλυτα ακριβή ακόμα . Τα λειτουργικά τρόφιμα της ΦΔ προέρχονται από μη επεξεργασμένα ή φυσικά, καθώς και βιοτεχνολογικά τροποποιημένα φυτά. Αυτά θεωρούνται ότι έχουν βαρύ αντίκτυπο στην υγεία και ευημερία , μειώνοντας έτσι τους κινδύνους ασθενειών. Ως αποτέλεσμα αυτού , υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την ΦΔ έρευνα και ανάπτυξη τροφίμων . Εξατομικευμένες τροφές ΦΔ όπως ,ξηροί καρποί, λαχανικά, φρούτα, όσπρια, δημητριακά ολικής αλέσεως και καφέ, έχουν αποδειχθεί επωφελή για το καρδιαγγειακό σύστημα . Σημαντικά στοιχεία από την άλλη πλευρά, συνδέονται με συγκεκριμένα ζωικά τρόφιμα, όπως επεξεργασμένο και κόκκινο κρέας, να αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων αν και αυτά τα αποτελέσματα παραμένουν αμφιλεγόμενα. Οι καταναλωτές που κάνουν στροφή σε υποκατάστατα γάλακτος ΦΔ αυξάνονται κυρίως για λόγους υγείας όπως δυσανεξία στη λακτόζη, αλλεργίες στην πρωτεΐνη του αγελαδινού γάλακτος ή ως τρόπος ζωής επιλογή. Τα υποκατάστατα γάλακτος ΦΔ είναι κατά βάση υδατοδιαλυτά εκχυλίσματα από ελαιούχους σπόρους, όσπρια, ψευδοδημητριακά ή δημητριακά που μοιάζουν με βόειο γάλα στην όψη. Ως αντικαταστατής του αγελαδινού γάλακτος, δημιουργείτε με μείωση της πρώτης ύλης, διαλύοντας το σε νερό και μετά ομογενοποιώντας το.

Εύλογα γεννιέται μια διαρκής ανησυχία για τα ζωικά απόβλητα, που καταλήγουν στις λιμνοθάλασσες και τα απόβλητα βιομηχανικής παραγωγής του κρέατος, που θα ρυπαίνουν τους φυσικούς πόρους όπως ποτάμια, ρυάκια και ούτω κάθε εξής. Έντονη ανησυχία επίσης έχει δημιουργηθεί γύρω από την υπερβολική κτηνοτροφία, καθώς έχουν παρατηρηθεί έντονα περιβαλλοντικά και ζητήματα που σχετίζονται με το κλίμα. Διατροφικά μοτίβα πλούσια σε χαμηλής επεξεργασίας δημητριακά ολικής αλέσεως, λαχανικά, φρούτα, ξηρούς καρπούς και όσπρια έχουν τεθεί ως τρόφιμα που προάγουν αυξημένη βιωσιμότητα και ανθρώπινη υγεία. Παράλληλα, μια γκάμα άλλων τροφίμων ΦΔ έχει αναπτυχθεί με σκοπό να αλλάξει τα παραδοσιακά τρόφιμα που έχουν ως βάση τα ζώα, όπως εναλλακτικές λύσεις κρέατος, π.χ. λουκάνικα, μπιφτέκια και άλλα τέτοιου είδους με κρέας, προϊόντα που φτιάχνονται κυρίως από εξαιρετικά επεξεργασμένα συστατικά ΦΔ.



Εικόνα 3: Διάγραμμα ιδεών και λήψης αποφάσεων στην *vegan* διατροφή από τις εταιρίες

2.1.2 Κυτταροκαλλιεργημένο κρέας

Για να καλυφθεί η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση πρωτεΐνης για έναν διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό, το καλλιεργημένο κρέας πιστεύεται πως είναι ένα πολύ καλό υποκατάστατο του κρέατος. Ο τομέας της κυτταρικής γεωργίας είναι ένας διαρκώς αναπτυσσόμενος τομέας για την δημιουργία διαφορετικών προϊόντων. Το καλλιεργημένο κρέας, γνωστό και ως καθαρό κρέας ή κρέας εργαστηριακής καλλιέργειας, αποτελεί κομμάτι της κυτταρικής γεωργίας και δεν περιλαμβάνει ζώα για την παραγωγή κρέατος παρά μόνο κατά την λήψη των αρχικών κύτταρων. Το κυτταροκαλλιεργημένο κρέας παράγεται με την χρήση τεχνικών ιστομηχανικής. Οι άλλες πτυχές του κρέατος που προέρχονται από την καλλιέργεια των κυττάρων του, δημιουργούν ένα πλεονέκτημα απέναντι στο παραδοσιακό κρέας όπως η

χαμηλότερη δαπάνη περιβαλλοντικών πόρων, η μεγαλύτερη θρεπτική αξία, ο μικρότερος κίνδυνος τροφιμογενών ασθενειών. Κατά την πράξη της κυτταροκαλλιέργειας του κρέατος, παίρνουμε βιοψία από οποιοδήποτε ζώο από το οποίο λαμβάνονται τα βλαστοκύτταρα. Τα βλαστοκύτταρα μπορούν να μεγαλώσουν αριθμητικά σε ξεχωριστούς τύπους κυττάρων. Αυτά τα κύτταρα καλλιεργούνται σε ένα θρεπτικό μέσο που είναι ιεμπλουτισμένο με όλους τους απαραίτητους αυξητικούς παράγοντες, θρεπτικά συστατικά και ορμόνες. Τα κύτταρα, εάν έχουν ως σκοπό την ανάπτυξη των μυών, έχουν την τάση να αναπτύσσονται και δημιουργούν μυοσωληνάρια που φτάνουν σε μήκος περίπου 0,3 mm. Αυτοί οι μυοσωληνίσκοι τοποθετούνται στη συνέχεια σε έναν δακτύλιο που μεγαλώνει σε ένα μικρό κομμάτι μυϊκού ιστού . Αυτοί οι μυϊκοί ιστοί μπορούν να αναπτυχθούν περαιτέρω ,για να δημιουργήσουν περισσότερα από ένα τρισεκατομμύριο σκέλη. Αυτά τα μυϊκά κύτταρα συνεχίζουν να αυξάνονται σε μέγεθος και πρέπει να συνδέονται σε ένα ικρίωμα που παρέχει υποστήριξη και προσανατολισμό. Η διαδικασία δημιουργίας για το κρέας καλλιέργειας έχει πολλά θετικά και αρνητικά . Το καλλιεργημένο κρέας χρειάζεται μόνο λίγα ζώα για να γίνει μια μεγάλη ποσότητα κρέατος μέσω του πολλαπλασιασμού των κυττάρων. Η διαδικασία της παραγωγής του κρέατος που καλλιεργείται στο εργαστήριο είναι πολύ γρήγορη σε σχέση με τις φυσικές διαδικασίες. Στον αντίποδα , το καλλιεργημένο κρέας κάνει μεγάλη χρήση αίματος νεκρών μοσχαριών, κάτι που δημιουργεί ένα αμφιλεγόμενο κοινωνικό ζήτημα και αναιρεί τους ισχυρισμούς ότι δεν είναι ζώα και παραβιάζει πολλές θρησκευτικές παραδόσεις που απαγορεύουν την κατάποση αίματος ή παραγώγων αυτού. Το δεύτερο σημαντικό πράγμα που πρέπει να εξετάσουμε είναι ότι η χρήση αυτού του ορού είναι ακριβής και αυξάνει κατάπολύ το κόστος παραγωγής κρέατος που προέρχεται από την εργαστηριακή καλλιέργεια. Βέβαια πρέπει να αναφέρουμε ότι η διάθεση του είναι μόνο σε μια περιορισμένη γκάμα τεμαχίων κρέατος. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί πως ο τύπος του ζώου επηρεάζει σημαντικά την αίσθηση του κρέατος , κάτι που ισχύει και για την φυλή, τις συνθήκες ανάπτυξης, την τροφή του ζώου και πολλών άλλων συνθηκών νόπου μέχρι και σήμερα δεν έχει καταφέρει πλήρως να πετύχει την γεύση του συμβατικού κρέατος. Η αποδοχή του κρέατος καλλιέργειας από ορισμένες θρησκευτικές αρχές εξακολουθεί να αμφισβητείται.

Ως εκ τούτου, πρέπει να βρεθεί λύση στα ζητήματα των τεχνικών ζητημάτων στην παραγωγή κρέατος καλλιέργειας. Τονίζεται πως υπάρχει ανάγκη κατανόησης των πτυχών ασφάλειας, βελτιστοποίησης της μεθοδολογίας κυτταροκαλλιέργειας και αύξησης της αποδοχής των καταναλωτών. Μια μελέτη έδειξε ότι το 35% των κρεατοφάγων και το 55% των χορτοφάγων έβλεπαν την προοπτική του κρέατος αυτού με απέχθεια, καθώς πιστεύεται ότι δεν προέρχεται από φυσικό τρόπο. Παρά τους υπάρχοντες περιορισμούς, η βιομηχανία κρέατος που βασίζεται στην καλλιέργεια με κύτταρα αναπτύσσεται πολύ πρόσφατα, έχοντας γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία δύο χρόνια, με πολλές εταιρείες να ιδρύονται στη Βόρεια Αμερική, την Ασία και την Ευρώπη. Οι συνεχώς αναδυόμενες καινοτομίες και οι τεχνολογικές εξελίξεις του κλάδου προωθούν αυτήν την τάση, καθιστώντας δυνατή την πιο γρήγορη διαδικασία εκβιομηχάνισης και εμπορευματοποίησης για προϊόντα που έχουν την βάση τους σε κύτταρα (29).

2.1.3 Κατανάλωση εντομών

Τα τελευταία χρόνια, η δημιουργία και η εμπορία βρώσιμων εντόμων ελέγχεται και έχει λάβει έγκριση σε αρκετές χώρες. Τα έντομα αποτελούν μια αρκετά μεγάλη και θρεπτική πηγή τροφής που είναι αρκετά πιο αποδοτική ως προς τους πόρους που προέρχονται από την παραγωγή κρέατος. Καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο την κατανάλωση εντόμων μία από τις μεγαλύτερες τάσεις βιώσιμων τροφίμων. Το 2021 το κίτρινο αλευροσκουλήκι, και η μεταναστευτική ακρίδα ήταν τα πρώτα έντομα που θεσπίστηκαν ως νέο τρόφιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Έχει καταστεί σαφές πλέον, ότι τα έντομα έχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα, με πρώτο και κύριο τα θρεπτικά οφέλη λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε λιπαρά, βιταμίνες, φυτικές ίνες και μέταλλα. Έπειτα, τα έντομα παρουσιάζουν έντονα περιβαλλοντικά οφέλη, καθώς είναι πολύ ικανά στη μετατροπή της τροφής σε πρωτεΐνη λόγω ότι είναι ιδιαίτερα ποικιλοθερμικά. Επιπλέον, τα έντομα μπορούν επίσης να εκτρέφονται σε ρεύματα οργανικών υπολειμμάτων, γεγονός που συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση της ρύπανσης στο περιβάλλον.

Το 2013, μια έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 368 Βέλγους πολίτες που κατανάλωναν κρέας, αποκάλυψε ότι το 19,3% όλων των ερωτηθέντων θα ήταν πρόθυμοι να κάνουν μια δόκιμη σε βρώσιμα έντομα ως εναλλακτική του κρέατος στο μέλλον, με μια ιδιαίτερη τάση να παρουσιάζεται από τα παιδιά και τους άντρες νεώτερης ηλικίας. Σε μια εναλλακτική δημοσιευμένη μελέτη καταγράφηκαν δεδομένα

από 388 Βέλγους καταναλωτές, σχετικά με την αποδοχή των βρώσιμων εντόμων. Από αυτούς, το 79% γνώριζε, ότι τα γεύματα με βάση τα έντομα είναι διαθέσιμα για αγορά, το 11,2% είχε καταναλώσει προηγουμένως επεξεργασμένα γεύματα εντόμων, το 31,8% δεν είχε καμία επαφή αλλά ήταν πρόθυμο να δοκιμάσει και το 57% δεν είχε ούτε εμπειρία ούτε και την τάση να τα δοκιμάσει (31). Η θρεπτική αξία των εντόμων διαφέρει ανάλογα με τη διατροφή, το αναπτυξιακό στάδιο, το φύλο, το είδος, το περιβάλλον ανάπτυξης και τις μεθόδους μέτρησης. Οι ερευνητές γενικά συμφωνούν, ότι τα έντομα είναι μια μεγάλη πηγή πρωτεϊνών, λιπών και βιταμινών. Κατά μέσο όρο, τα έντομα έχουν ποσότητα πρωτεΐνης που κυμαίνονται μεταξύ 35%-60% ξηρού βάρους ή 10%-25% φρέσκου βάρους, τα οποία είναι πολύ καλύτερα ποσοστά από αυτά που προέρχονται από φυτικές πρωτεΐνες, μεταξύ αυτών και των δημητριακών, της σόγιας. Στο ανώτερο εύρος, τα έντομα ξεπερνάνε σε πρωτεΐνη ακόμη και το κρέας και τα αυγά κοτόπουλου, τα οποία αποτελούν τις γνωστές πηγές πρωτεϊνών. Ωστόσο, η πηκτικότητα και η διάθεση των πρωτεϊνών των εντόμων είναι ιδιαίτερα μεταβλητή, διότι περιέχουν έναν κληρό εξωσκελετό. Οι εξωσκελετοί με υψηλή περιεκτικότητα ενός συστατικού της χιτίνης είναι εξαιρετικά δύσκολο για την πέψη. Είναι αλήθεια ότι, επί του παρόντος δεν έχουμε τις απαραίτητες γνώσεις, εάν οι άνθρωποι είναι ικανοί να πέψουν τη χιτίνη. Το δεύτερο μεγαλύτερο συστατικό που συναντάμε στα έντομα είναι το λίπος. Παράγοντες όπως το είδος, το φύλο, το στάδιο αναπαραγωγής, η εποχή, η διατροφή και ο βιότοπος είναι οι αιτίες που μπορούν να επηρεάσουν την περιεκτικότητα σε λίπος των εντόμων. Τα ορθόπτερα, τα λεπιδόπτερα (κάμπιες), οι κατσαρίδες (blattodea), τα ισόπτερα (τερμίτες), τα ημίπτερα και τα κολεόπτερα (σκαθάρια, βλατίδες) έχουν κατά μέσο όρο τιμή σε λίπος 13,41%, 27,66%, 29,90%, 32,74%, 32,74%, και 30%, αντίστοιχα. Οι προνύμφες και οι νύμφες έχουν μεγαλύτερη ποσότητα σε λίπος από το ενήλικο έντομο. Το φύλο παίζει σημαντικό ρόλο στην περιεκτικότητα του λίπους, καθώς τα θηλυκά είναι πιο λιπαρά σε σχέση με τα αρσενικά έντομα, κάτι που επίσης εξαρτάται και από το είδος και τη διατροφή. Αν και τα έντομα έχουν γενικά περισσότερα ακόρεστα λιπαρά οξέα (UFA) σε σύγκριση με τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA). Κατά μέσο όρο τα υμενόπτερα (μυρμήγκια, μέλισσες και σφήκες) και τα ισόπτερα (τερμίτες) έχουν 30,83% και 41,97% SFA, αντίστοιχα. Οι υδατάνθρακες στα έντομα εμφανίζονται με τις δύο μορφές της χιτίνης και του γλυκογόνου. Το πρώτο είναι ένα πολυμερές της N-ακετυλο-D-γλυκοζαμίνης που είναι το κύριο συστατικό του έξω σκελετού, ενώ το γλυκογόνο είναι μια πηγή ενέργειας που βρίσκεται κυρίως σε κύτταρα και μυϊκούς

ιστούς. Η μέση ποσότητα σε υδατάνθρακες των βρώσιμων εντόμων κυμαίνεται από 6,71% (βρωμούσα) έως 15,98% (τζιτζικας), ενώ κάποια άλλα έντομα (π.χ. ακρίδες, γρύλοι, τερμίτες και αλευροσκούληκες) έχουν μεγάλη ποσότητα σε σίδηρο, ψευδάργυρο, ασβέστιο, χαλκό, φώσφορο, μαγνήσιο και μαγγάνιο. Προς το παρόν δεν έχουμε τα απαραίτητα δεδομένα, για να μπορέσουμε να πούμε με σιγουριά, αν τα έντομα έχουν ποικιλία βιταμινών. Προς το παρόν έχει ανακαλυφθεί, ότι υπάρχουν μικρές ποσότητες βιταμίνης Β 1 , Β 2 , Β 6 , C, D, E και Κ .

Το ερώτημα που τίθεται είναι, γιατί δεν είναι ευρέως καθολική η κατανάλωση των εντόμων; Το γεγονός αυτό οφείλεται στις υπάρχουσες πολιτισμικές διαφορές που χρησιμοποιήθηκαν από τους σύγχρονους δυτικούς πολιτισμούς, για να υποτιμούν τους ανατολικούς και πιο παλιούς λαούς, δημιουργώντας έτσι στους πολίτες τους την αηδία για την κατανάλωση εντόμων. Έρευνες έχουν δείξει, ότι μόνο το 0,2% των εντόμων είναι στην πραγματικότητα επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία . Διαπιστώνουμε ότι πρέπει να γίνουν περαιτέρω συστημικές προσπάθειες, για να υπάρξει μια αλλαγή των πολιτιστικών αυτών συμπεριφορών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, μέσω μιας συνεργασίας μεταξύ των ανθρώπων του ακαδημαϊκού χώρου, της κυβέρνησης και της βιομηχανίας με σκοπό την αλλαγή της νοοτροπίας για την κατανάλωση των εντόμων, ώστε να μπορέσει να τραφεί ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού (32) .

2.1.4 Τρόφιμα με βάση απορρίμματα τροφίμων

Έχει γίνει μεγάλη μελέτη για τη εύρεση νέων ιδεών και για τη χρήση των απορριμμάτων και των υποπροϊόντων τροφίμων και για την ανακάλυψη νέων τρόπων παραγωγής τροφίμων. Λόγω της ανόδου του πληθυσμού και της οικονομικής ανάπτυξης, δημιουργούνται περισσότερες ποσότητες γεωργικών απορριμμάτων και τροφίμων σε πολλά στάδια παραγωγής και κατανάλωσης τροφίμων, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα διαφορετικά περιβαλλοντικά προβλήματα . Τα απορρίμματα τροφίμων που έρχονται από πολλές ομάδες αυτών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού, μελετήθηκαν και από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι τα δημητριακά, τα φρούτα και τα λαχανικά ήταν οι κατηγορίες τροφίμων που έχουν ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ποσότητα σπατάλης τους, η οποία πραγματοποιήθηκε ειδικά στο στάδιο της κατανάλωσης. Η χρήση των απορριμμάτων τροφίμων έχει τραβήξει την παγκόσμια προσοχή ως μια χρήσιμη προσέγγιση σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Έχουν εφευρεθεί πολλοί τρόποι για τη μείωση των αποβλήτων, που

προέρχονται από τη βιομηχανία τροφίμων και τη αλλαγή αυτών των αποβλήτων σε πόρους. Τα υπολείμματα και τα υποπροϊόντα τους έχουν μια πληθώρα σε βιοδραστικές ενώσεις και παρουσιάζουν μεγάλα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Πολύ ποικίλες λειτουργικές ενώσεις μπορούν να παραχθούν από τα υπολείμματα τροφίμων και να αλλάξουν τον δρόμο στη βιομηχανία τροφίμων ως συστατικά ή ενώσεις προστιθέμενης αξίας, για να ενδυναμώσουν τα προϊόντα. Πρωτεΐνες και αμινοξέα, καροτενοειδή και τοκοφερόλες, λιπαρά οξέα, άμυλα, ολιγοσακχαρίτες, διαλυτές ίνες, φλαβονοειδή, αρωματικές ενώσεις και διαφορετικές βιταμίνες είναι μερικές από τις λειτουργικές ενώσεις που προέρχονται από διαφορετικά υποπροϊόντα και «άσχημα» προϊόντα τα οποία βοηθούν στον εμπλουτισμό διαφορετικών τροφίμων. Παρόλα αυτά δυστυχώς η χρήση τους γίνεται μόνο σε εργαστηριακή κλίμακα . Ένα πρόβλημα που δημιουργείται είναι το πως θα γίνει η αποδοχή τους καταναλωτές. Παραμένει δε ένα από τα κύρια προβλήματα, που εμποδίζουν την εμπορευματοποίηση προϊόντων και ενώσεων, που εξάγονται από υπολείμματα τροφίμων και άσχημα προϊόντα. Η νανοτεχνολογία έχει να προσφέρει πολλές χρήσεις στη βιομηχανία τροφίμων,όσο αναφορά τα υπολείμματα σε διάφορες στρατηγικές βιώσιμης συσκευασίας τροφίμων. Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιήθηκε κατά βάση, για να περιοριστεί η σπατάλη κρασιού για την δημιουργία νέων συστατικών τροφίμων και βιώσιμης συσκευασίας με καλύτερη σταθερότητα και βιοδιαθεσιμότητα των φαινολικών ενώσεων. Οι περισσότερες από τις τακτικές εκχύλισης που γίνεται χρήση τους από τηνβιομηχανία, όπως η χρήση ισχυρών όξινων διαλυμάτων και μεγάλων θερμοκρασιών, συμπεριλαμβανομένου και του βραστού νερού, οδήγησε σε δυσμενείς επιπτώσεις στην αισθητική, στην ποιότητα των εκχυλισμένων ενώσεων και στη μειωμένη αποδοχή από τους καταναλωτές. Επιπροσθέτως, αυτές οι τακτικές εκχύλισης επηρεάζονται από διαφορετικούς παράγοντες όπως οι ιδιότητες του διαλύτη, η θερμοκρασία αντίδρασης, το pH, ο χρόνος αντίδρασης και η αναλογία μεταξύ διαλύτη και στερεού.

2.2 Ηθικές εκτιμήσεις

Το βασικότερο ηθικό ζήτημα γύρω από την εξατομικευμένη διατροφή είναι η χρήση των προσωπικών δεδομένων .Η διαχείριση των προσωπικών δεδομένων δημιουργεί αρκετά ηθικά ζητήματα, ιδίως σε σχέση με την χρήση δεδομένων και την ταυτότητα τουεξεταζομένου.Υπάρχει μια έντονη ανησυχία γύρω από την κακή χρήση γενετικών πληροφοριών των καταναλωτών. Ένα ακόμα ηθικό ζήτημα είναι οι ευαίσθητες

πληροφορίες σχετικά με τον κίνδυνο έκθεσης των δεδομένων ασθένειας και τη δυνατότητα να έχουν τη διάκριση όσον αφορά την ασφάλιση και την απασχόληση. Το 2008,πέρασε στο κοινοβούλιο ο νόμος «περί μη διακρίσεων για τις γενετικές πληροφορίες και για την προστασία των πολιτών από τις διακρίσεις σε σχέση με τις γενετικές τους πληροφορίες». Αυτά τα μέτρα είναι εξαιρετικής σημασίας για την προστασία των καταναλωτών, προκειμένου η εξατομικευμένη διατροφή να γίνει ευρέως διαδεδομένη πρακτική και ασφαλής στη δημόσια υγεία. Από την άλλη πλευρά,τα άτομα αυτά που λαμβάνουν πληροφορίες «χαμηλού κινδύνου» μπορεί να πιστεύουν ότι είναι άδικο εάν αυτό δεν ληφθεί υπόψη για να μείωση του κόστους της ασφάλισης της υγείας τους. Οι διατροφικοί έλεγχοι μπορεί να έχουν κοινωνικές και πολιτιστικές επιπτώσεις στο άτομο, εάν τα άτομα συμβουλευόταν να απέχουν από συγκεκριμένες διατροφικές πρακτικές, που είναι κεντρικές για την προσωπική και πολιτιστική ταυτότητά τους, επειδή ο ρόλος των τροφίμων μπορεί να επεκταθεί πέρα από τις διατροφικές πτυχές.

Ως εκ τούτου, είναι άκρως απαραίτητο οι εξατομικευμένες διατροφικές συμβουλές να είναι εξακριβωμένες και να βασίζονται σε αρκετά επιστημονικά στοιχεία, ώστε να αποφευχθούν οι μη απαραίτητες αλλαγές στον τρόπο ζωής. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος των υπηρεσιών γενετικών δοκιμών από το Γραφείο Λογοδοσίας της Κυβέρνησης των ΗΠΑ και ανέφερε ότι οι προβλέψεις που γίνονται από αυτές τις δοκιμές, μπορεί να είναι παραπλανητικές για τους ασθενείς και μπορεί να οδηγήσουν σε άσκοπες προληπτικές ενέργειες για την αποφυγή ασθένειας. Καθώς ο τομέας της διατροφικής γονιδιωματικής βρίσκεται ακόμη στην αρχή, τα σχετικά ηθικά ζητήματα σχετίζονται με την εισαγωγή της εξατομικευμένης διατροφής όχι μόνο στο ευρύ κοινό, αλλά ιδιαίτερα στους συμμετέχοντες στην κλινική έρευνα. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διατροφογονιδιωματικής αναφέρει, ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών για να βοηθήσει τους ενδιαφερόμενους σε αυτόν τον τομέα. Χρειάζεται ακόμη πολλή δουλειά, για να εξασφαλιστεί επαρκής εκπαίδευση και επικοινωνία με τους καταναλωτές, ιδίως στον τομέα της ενημερωμένης συναίνεσης. Προβλέψεις όπως αναλύσεις κινδύνου-οφέλους γίνονται από ειδικούς όπως επιστήμονες, γιατρούς ή άλλες αρχές προς το συμφέρον των δεκτών της ιατρικής συμβουλής. Ως αποτέλεσμα, η παροχή συμβουλών με βάση αυτές τις αναλύσεις μπορεί να γίνει αισθητή ως ένας τρόπος να λέμε στους ανθρώπους τι πρέπει να κάνουν. Αυτό μπορεί να έχει έναν ορισμένο βαθμό πατερναλισμού, που εκφράζεται μέσω μιας στάσης ανωτερότητας

απέναντι στις άλλες. Από ηθικής άποψης, αυτός είναι ένας ενδιαφέρων, αλλά και ένας ακόμα μη απόλυτα βάσιμος τρόπος αντιμετώπισης μιας κατάστασης όπου δίνονται συμβουλές σε άλλους για να στηρίξουν την διατροφική βελτίωση τους. Πολλές προσπάθειες στην ηθική καθώς και στην εφαρμοσμένη ψυχολογία στοχεύουν στην πρόταση εναλλακτικών προσεγγίσεων.

Ερωτήματα τίθενται μέσω της έννοιας της αυτονομίας. Στη σύγχρονη ιατρική, ο σεβασμός της ατομικής αυτονομίας, που νοείται ως το δικαίωμα κάθε ατόμου να αποφασίζει μόνο του, θεωρείται ως μια από τις σημαντικότερες αξίες. Η προσωπομετρική θεραπεία θέτει ως βάση την εύρεση και τον αντικατοπτρισμό της ικανότητας του ατόμου αντί να προσπαθεί να επιβάλει τις σκέψεις των άλλων. Η προσωποκεντρική θεραπεία είναι πλέον μια μεγάλης αποδοχής χρησιμοποιούμενη προσέγγιση στην σύγχρονη ψυχοθεραπεία, η οποία συχνά περιγράφεται ως χαρακτηριζόμενη από ειλικρίνεια, άνευ όρων θετική εκτίμηση και κατανόηση. Αρκετές μελέτες τα τελευταία χρόνια δείχνουν, ότι μια προσωποκεντρική προσέγγιση στην αλλαγή συμπεριφοράς είναι αποτελεσματική και ωφέλιμη για το άτομο. Όσον αφορά την εξατομίκευση της διατροφής, είναι προφανές, ότι αξίες όπως η ακεραιότητα και η αυτονομία πρέπει να αποτελούν βασικές και σχετικές έννοιες, αφού ο στόχος των διατροφικών συμβουλών είναι η αλλαγή της νοοτροπίας και του τρόπου ζωής. Αυτές οι αξίες πρέπει να μπορούν να γίνουν σεβαστές με την ανάπτυξη μεθόδων για διατροφικές συμβουλές, που θα επικεντρώνονται στην υποστήριξη της αυτόνομης επιλογής κάθε ατόμου. Οι συμβουλές μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση της αιτιότητας και των πλεονεκτημάτων της προσαρμογής του τρόπου ζωής και της διατροφής σε μεμονωμένες ιδιότητες. Ωστόσο, στο άτομο που θέτονται οι συμβουλές είναι το μόνο που μπορεί να κάνει δική του μια τέτοια επιλογή στο προσωπικό του σύστημα αξιών. Η σημασία της αυτονομίας, της εμπιστοσύνης και της αξιοπιστίας είναι τελικά αυτά, που κάνουν ηθική την χρήση της εξατομικευμένης διατροφής. Ένα ακόμα σημαντικό ηθικό ζήτημα που πρέπει να εξετάσουμε σαν μια ηθική συνθήκη, είναι η προστασία προσωπικών δεδομένων που αφορούν την διατροφή.

Πιστεύεται ότι τα γενετικά τεστ πρέπει να πωλούνται στο κοινό; «Οι εταιρείες που προσφέρουν τέτοιου είδους γενετικές δοκιμές, εφαρμόζουν επιστημονικές πληροφορίες που εξακολουθούν να είναι μη απόλυτα ορθές, για να χρησιμοποιηθούν στην πρόβλεψη των πιθανών κινδύνων ασθενειών και στις σκέψεις σχετικά με τις

στρατηγικές, που πρέπει να επακολουθήσουν με σκοπό την παρέμβαση». Αυτό το πρόβλημα μπορεί να έρθει σε επίλυση στο μέλλον μέσω της αυξημένης γνώσης καθώς και των ποιοτικών ελέγχων, αλλά η ακεραιότητα και η ευημερία των καταναλωτών που κάνουν τις δοκιμές δεν μπορεί να διακυβεύονται ακόμα. Ακόμη και με τη συμβουλευτική, και πολύ περισσότερο χωρίς αυτήν, οι εμπλεκόμενοι μπορεί να έχουν τάσεις ανησυχίας για την υγεία τους. Ωστόσο η ιατρική συμβουλευτική θεωρείται ευαίσθητη και αρκετά προσωπική για τους ασθενείς και χρήζει προσεκτικής αντιμετώπισης. Θεωρείται ότι είναι καθήκον για ιατρούς και ομάδες άλλων ατόμων με ειδική εκπαίδευση, έχουν δε δημιουργηθεί επαγγελματικά πρότυπα, για να χειριστούν αυτό το ευαίσθητο έργο τόσο ιατρικά όσο και ηθικά για την καλύτερη ψυχική και σωματική υγεία των ασθενών. Οι πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα των γενετικών εξετάσεων και η συμβουλευτική, βάσει αυτών των αποτελεσμάτων θα πρέπει να γίνονται σε προσωπικό επίπεδο από άτομα, που έχουν λάβει ειδική εκπαίδευση, λόγω της ευαισθησίας των πληροφοριών καθώς και της παραπληροφόρησης(25).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζει στο άρθρο 8 της τα δικαιώματα στην ασφαλή χρήση των προσωπικών δεδομένων. Η Οδηγία για την Προστασία Δεδομένων και η Οδηγία για το ηλεκτρονικό απόρρητο καθορίζουν συγκεκριμένες απαιτήσεις, εξαιρέσεις και διασφαλίσεις σχετικά με την εμπιστευτικότητα και την ασφάλεια, που είναι απαραίτητο να έχουν οι διαδραστικές διαδικτυακές υπηρεσίες με σκοπό να επεξεργάζονται νόμιμα τα ευαίσθητα δεδομένα που σχετίζονται με την υγεία στην αγορά της ΕΕ (Οδηγία για την προστασία δεδομένων 1995 Πρόταση γενικού κανονισμού για την προστασία δεδομένων 2012 Οδηγία για το απόρρητο και τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες 2002). Θέτουν επίσης κυρώσεις και απαραίτητα μέτρα διόρθωσης σε περιπτώσεις παραβίασης και δημιουργούν μηχανισμούς επιβολής, για να γίνουν αποτελεσματικές αυτές οι παράμετροι. Οι τεχνολογίες ασφάλειας και ενίσχυσης της ιδιωτικής ζωής φαίνεται να παρέχουν ένα επιπλέον εργαλείο, για τη διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων, όταν αυτά μεταδίδονται μέσω δικτύων τεχνολογιών, πληροφοριών και επικοινωνιών και η επεξεργασία δεδομένων διέρχεται από διάφορες δικαιοδοσίες. Η μεταχείριση των προσωπικών δεδομένων των πολιτών, που έχουν σχέση με την υγεία στο πλαίσιο των εμπορικών σχέσεων DTC συνεπάγεται την ανάγκη προσεκτικής αξιολόγησης των υφιστάμενων κανόνων που εξασφαλίζουν τα βασικά δικαιώματα και την ασφάλεια των δεδομένων.

Αυτό πρέπει να κριθεί με βάση τις υπάρχουσες λύσεις που προσφέρει η τεχνολογία των πληροφοριών, για την εύρεση πιθανών κινδύνων που οδηγούν στον προσδιορισμό του κατά πόσον είναι απαραίτητη η χρήση στην ειδική νομοθεσία. Η ευαισθησία των δεδομένων που σχετίζονται με την υγεία, αναγνωρίζεται από την ήδη υπάρχουσα νομοθεσία. Όμως υπάρχουν νομικές «τρύπες», όσο αναφορά της νομικές απαιτήσεις επαγγελματιών υγείας. Αντιμετωπίζουν οι ισχύουσες απαιτήσεις όλους τους κινδύνους που ενέχει η ιδιαίτερη ευαισθησία των γενετικών πληροφοριών σε κάθε στάδιο της επεξεργασίας, συλλογής, πρόσβασης, αποκάλυψης, αποθήκευσης και κυκλοφορίας. Παρέχουν όμως οι ισχύουσες απαιτήσεις επαρκείς εγγυήσεις στους καταναλωτές έναντι πιθανής κακής χρήσης ή κατάχρησης αυτών των δεδομένων; Αυτή είναι η ερώτηση που πρέπει να απαντήσει η ΕΕ και γενικότερα οι διοικήσεις πρέπει να φροντίσουν για την εξασφάλιση της προστασίας αυτών και των καταναλωτών.

Το 2001, μια νέα εταιρεία στο Ηνωμένο Βασίλειο άρχισε την πρώτη στον κόσμο υπηρεσία διατροφικών δοκιμών. Χρησιμοποιώντας νέες προόδους στη διατροφογενετική μελέτη, άρχισε να προσφέρει εξατομικευμένες διατροφικές συμβουλές στους πελάτες της με βάση ερωτηματολόγια γύρω από τον τρόπο ζωής και ένα γενετικό τεστ. Η Sciona έδωσε τις δοκιμές της προς πώληση κατευθείαν στους πελάτες της μέσω καταστημάτων λιανικής. Μέσα στις επόμενες εβδομάδες από όταν άρχισαν τα προϊόντα να πωλούνται στα ράφια των καταστημάτων, η Sciona βρέθηκε ξαφνικά στο επίκεντρο της προσοχής των εθνικών μέσων ενημέρωσης. Το Συμβούλιο Υπεύθυνης Γενετικής και η Ένωση Καταναλωτών του Ηνωμένου Βασιλείου είχαν αρχίσει μια εκστρατεία, με σκοπό να ευαισθητοποιήσουν το αγοραστικό κοινό σχετικά με τον τρόπο εμπορίας και έθεσαν τους φόβους τους στο κατά πόσο αυτά τα τεστ μπορεί να παραπλανήσουν τους πελάτες σχετικά με τις επιλογές τους. Οι πελάτες μπορεί να μάθουν πράγματα για την υγεία τους για τα οποία μπορεί να παρατηρήσουν ότι δε θέλουν να τα μάθουν. Οι ασφαλιστές και οι εργοδότες μπορεί να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες στο μέλλον, και τα προσωπικά αυτά δεδομένα που αφορούν τον γονότυπο του πελάτη, ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν για έρευνα εν αγνοία τους. Σε αυτή την περίπτωση η Sciona είχε προσλάβει προληπτικά έναν σύμβουλο βιοηθικής για να εξασφαλίσει ότι δεν θα αντιμετωπίσει στο μέλλον προβλήματα. Επειδή, ωστόσο, η άμεση εξυπηρέτηση των καταναλωτών προσφερόταν σε ρυθμιστικό κενό, δεν υπήρχε μέρος, όπου θα μπορούσαν να απευθυνθούν για

πιστοποίηση ορθής δεοντολογικής πρακτικής, προκειμένου να καθυστερήσουν το κοινό. Οι ήδη ισχύοντες βρετανικοί κανονισμοί ήταν αρκετά πιο πίσω από την εποχή τους και όχι αρκετά καλά εξοπλισμένοι για να χειριστούν τις νέες τεχνολογίες. Την εποχή εκείνη δεν υπήρχαν επίσης μηχανισμοί εποπτείας για την ανερχόμενη αγορά γενετικών δοκιμών απευθείας στο κοινό. Κατά συνέπεια, η Sciona αναγκάστηκε να ξεπεράσει μόνη της μια θύελλα δημόσιας κατακραυγής. Η εταιρεία τελικά αναγκάστηκε να εγκαταλείψει αυτή την επιχειρηματική της στρατηγική, που απευθύνεται απευθείας στον καταναλωτή και άρχισε να θέτει τις υπηρεσίες της μέσω μιας πιο συνηθισμένης οδού των ειδικευμένων ιατρών. Παράλληλα, η Επιτροπή Ανθρώπινης Γενετικής του Ηνωμένου Βασιλείου έκανε μια μελέτη και στη συνέχεια δημοσίευσε μια έκθεση, που είχε προτάσεις σχετικά με τον τρόπο που ρυθμίζουν καλύτερα τις γενετικές εξετάσεις, που προσφέρονται απευθείας στους καταναλωτές. Η περίπτωση της Sciona είναι μια ενδεικτική απεικόνιση του συντηρητισμού και των αμφιβολιών, που μπορεί να προκύψουν, όταν η επιστημονική και τεχνολογική πρωτοπορία έρχεται έστω και ελαφρώς σε αντίθεση με τους κοινωνικούς κανόνες που επηρεάζουν την αποδοχή της. Σε άλλες περιπτώσεις, οι καινοτομίες θα ληφθούν υπόψη και θα προκαλέσουν νομικές και ηθικές αλλαγές. Στην καλύτερη περίπτωση, η επιστήμη, η ηθική και το δίκαιο κάποια στιγμή θα λειτουργήσουν συγχρονισμένα για να επιτύχουν τα επιθυμητά κοινωνικά αποτελέσματα στο μέλλον. Οι δεγενετικές πληροφορίες των ενδιαφερόμενων πολιτών ενδέχεται να κατοχυρωθούν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ή να χρησιμοποιηθούν για έρευνα χωρίς να το γνωρίζουν. Στην πραγματικότητα, φαίνεται να είναι σπάνιες οι περιπτώσεις που «επιστήμη» και «κοινωνία» ενώνονται σε μια συντονισμένη προσπάθεια. Ο ταχύς ρυθμός της εξέλιξης στη γονιδιωματική και τη βιοτεχνολογία δεν είναι απαραίτητο να ξεπερνά την ηθική και νομική αξιολόγησή τους, εάν αντιμετωπιστούν πλήρως οι κοινωνικές συμβάσεις της καινοτομίας. Για παράδειγμα, οι πληροφορίες που βρίσκονται από τη χαρτογράφηση και την αλληλουχία του ανθρώπινου γονιδιώματος, θα έχουν συχνά απροσδόκητες επιπτώσεις για τα άτομα, τις οικογένειες και την κοινωνία γενικότερα. Αυτό το σημείο αναγνωρίστηκε τη δεκαετία του 1990 από τους ιδρυτές του Human Genome Project, οι οποίοι σταμάτησαν τη χρηματοδότηση του Ethical(Πρόγραμμα Νομικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων)(ELSI). Η απαίτηση του προγράμματος ELSI είναι να ανακαλύπτει και να αντιμετωπίζει τις ηθικές, νομικές και κοινωνικές συνέπειες της μελέτης του ανθρώπινου γονιδιώματος, την ίδια στιγμή που θέτονται τα βασικά επιστημονικά ζητήματα. Με αυτόν τον τρόπο, πιστεύεται, ότι οι

προβληματικές περιοχές θα βρεθούν και έτσι θα δημιουργηθούν λύσεις πριν εμφανιστούν δυσμενείς επιπτώσεις . Ως μέρος της πρωτοβουλίας Genome Canada που έχει την υποστήριξη από το GE3LS (Genomics, Ethics, Environment, Economies, Law and Society), στο Καναδικό Πρόγραμμα για τη Γονιδιωματική και την Παγκόσμια Υγεία άρχισαν ένα πρόγραμμα μεγάλης κλίμακας έρευνας καθοδηγούμενη από μια προληπτική προσέγγιση . Το έργο για την ηθική της διατροφικής γονιδιωματικής αντικατοπτρίζει αυτήν την προγραμματική προοπτική. Έχει συσταθεί μια διεθνής συμβουλευτική ομάδα για την εύρεση των πιθανών απειλών και τα αναμενόμενα οφέλη της θρεπτικής γονιδιωματικής , οι ομάδες εστίασης και οι δημόσιες διαβουλεύσεις που έχουν την βάση τους στο διαδίκτυο έχουν επικαλεστεί σχόλια από μια σειρά εκλογικών περιφερειών. Το έργο ολοκληρώθηκε πρόσφατα με μια αναφορά προσέγγισης βασισμένη σε αρχές. Κάνουμε κάποια παραχώρηση στην πραγματιστική ηθική, ιδιαίτερα όταν αντιμετωπίζουμε το δημόσιο πρόσωπο της διατροφικής γονιδιωματικής στην επιστημονική πολιτική, που επιτρέπει την έρευνα ,την ανάπτυξη και τους κανονισμούς που θέτουν και ορίζουν την εμπορευματοποίηση της έρευνας της διατροφικής γονιδιωματικής(28).

2.2.1 Νομικές πτυχές

Ανεξάρτητα από το αν η εμπορική προσφορά είναι διαθέσιμο Διαδίκτυο ή όχι, η εξατομικευμένη διατροφή δεν θέτει λόγο επί του παρόντος σε κανένα νομικό πλαίσιο. Την ίδια στιγμή, παρόλο που τα επιχειρηματικά μοντέλα για εξατομικευμένες προσφορές διατροφής βρίσκονται ακόμη σε αναπτυσσόμενο μεν αλλά πρωταρχικό στάδιο δε, οι τρέχουσες παροχές του φαίνεται ήδη να αναδεικνύουν την ανάγκη περαιτέρω έρευνας και διασφάλισης της ασφάλειας του δικαίου. Εξασφαλίζουν έτσι το απόρρητο, την ανωνυμία και τα δυνατότερα πρότυπα προστασίας και ασφάλειας των καταναλωτών. Τρία βήματα στην παράδοση εξατομικευμένων διατροφικών προϊόντων απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή από νομική άποψη: Πρώτον η συλλογή προσωπικών δεδομένων από τον καταναλωτή. Δεύτερον η χρήση των δεδομένων που προέρχονται από τον καταναλωτή για δημιουργία εξατομικευμένων διατροφικών συμβουλών, που βασίζονται σε επισήμους πιστοποιημένους αλγόριθμους και τρίτον η παροχή συμβουλών που δίνονται στον καταναλωτή. Το τελευταίο είναι ιδιαίτερος ακόμη πιο σημαντικό, όταν υπάρχει μια επαφή μεταξύ του καταναλωτή και του εξατομικευμένου παρόχου διατροφής και

αυτή παρέχεται μέσω Διαδικτύου καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Η ανάπτυξη των νομικών επιπτώσεων της εξατομικευμένης διατροφής έχει άμεση εξάρτηση πάντα με τον δηλωμένο σκοπό της προσφερόμενης εξατομικευμένης διατροφικής υπηρεσίας, το νομικό καθεστώς του παρόχου και την κατάσταση της υγείας του ενδιαφερόμενου . Ο βασικός σκοπός των τρεχουσών προσφορών είναι να παρέχουν στους καταναλωτές εξατομικευμένες συμβουλές για τη διατροφή ή τον τρόπο ζωής με βάση τα αυτοαναφερόμενα δεδομένα πρόσληψης τροφής ,λήψη φαινοτύπου και του γονότυπου. Αναμφισβήτητα, η πορεία της απόφασης των ενδιαφερόμενων σχετικά με τη δίαιτα ή την άσκηση με βάση τον μετρημένο πολυμορφισμό στοχεύει στη συμμετοχή, στην πρόληψη και τη θεραπεία συγκεκριμένων ασθενειών. Επομένως παρόλο που κανένας ιατρός ή πάροχος υγειονομικής περίθαλψης δεν χρειάζεται να έχει άμεσα συμμετοχή στην τελική εξατομικευμένη διαδικασία παροχής διατροφής, αυτός ο τρόπος επιχειρηματικής δραστηριότητας μπορεί να ερμηνευθεί ως επιδίωξη ιατρικού στόχου, πάντα με βάση την κατάσταση της υγείας του καταναλωτή. Σε αντίθεση με τις μη έγκυρες δηλώσεις αποποίησης της ευθύνης που μικραίνουν την ευθύνη των εξατομικευμένων παρόχων διατροφικών συμβουλών και που δυνητικά σχετίζονται με την επίδραση τέτοιων συμβουλών στην υγεία των πελατών τους, η προϋπόθεση για οποιαδήποτε εξατομικευμένη διατροφή που προσφέρεται στους καταναλωτές από επαγγελματίες μη ιατρούς, θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι η συμμόρφωση με βασικά κριτήρια και να θέτει υπόψη της σεδιάφορες ομάδες καταναλωτών την κατάσταση της υγείας τους (24).

2.2.2 Ατομική ευθύνη

Η αυτονομία και η ευθύνη είναι δυο συνδεδεμένες έννοιες . Η έννοια της αυτονομίας είναι βασικός όρος της ευθύνης. Από την άλλη πλευρά, η ευθύνη, ως έννοια, μπορεί να είναι απειλή για την ατομικότητα , καθώς η ατομική ελευθερία επηρεάζεται από τους κοινωνικούς κανόνες, που συνδέονται με τις έννοιες της «σωστής» και της «λανθασμένης» συμπεριφοράς. Όσον αφορά την εξατομικευμένη διατροφή, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ηθικές συνέπειες της γνώσης, που αφορά την κατάσταση της υγείας του ατόμου και των πληροφοριών σχετικά με την διατροφή. Το εάν η εξατομικευμένη διατροφή ενδυναμώνει ή εξασθενίζει την ατομική αυτονομία, εξαρτάται από το πώς επιδρά στην κατανόησή μας η ατομική ευθύνη γύρω από την υγεία. Σε αυτή την περίπτωση , η διαφοροποίηση μεταξύ παρελθοντικής και μελλοντικής ευθύνης είναι υψίστης σημασίας. Η παρελθοντική ευθύνη επιβαρύνει

κάποιον με την ευθύνη ή τη λογοδοσία. Η μελλοντική ευθύνη αφορά τις υποχρεώσεις ενός ατόμου απέναντι σε κάποιον ή για κάτι. Τόσο για την παρελθοντική όσο και για την μελλοντική ευθύνη, η αυτονομία ή η αυτοδιάθεση είναι βασική προϋπόθεση. Μια πρωταρχική αρχή για τους υπεύθυνους δημιουργίας πολιτικής ο οποίος τείνουν να προωθούν τον αυτόνομο χαρακτήρα ενός ατόμου στην υγειονομική περίθαλψη και την προληπτική ιατρική είναι ότι θα πρέπει να ρίξουν το βάρος στην ενίσχυση της μελλοντικής ευθύνης, αντί της απόδοσης παρελθοντικής ατομικής ευθύνης. Μεταξύ άλλων, θα πρέπει να τεθεί υπόψη οι κοινωνικοδημογραφικές καταστάσεις, καθώς επιδρούν στο ενδιαφέρον της αυτόνομης λήψης αποφάσεων σε κρίσιμα θέματα, που έχουν άμεση σχέση με την υγειονομική περίθαλψη. Όσον αφορά τη συμμετοχή στη λήψη των ιατρικών αποφάσεων, οι νεότεροι ασθενείς με μεγαλύτερη έφεση στην εκπαίδευση έχει βρεθεί ότι έχουν μια προτίμηση σε έναν πιο ενεργό ρόλο. Εάν στόχος της εξατομικευμένης διατροφής είναι η ενίσχυση της αυτονομίας, θα πρέπει σίγουρα να ληφθούν υπόψη οι κοινωνικοδημογραφικές συνθήκες. Αυτή η θεωρία θέτει, ότι η αυτονομία δυναμώνει, εάν οι πολιτικές για την προληπτική ιατρική καταφέρουν να κρατήσουν τον στόχο στην μελλοντική ευθύνη. Εάν ο στόχος μετακινηθεί, με σκοπό να συμπεριλάβει την παρελθοντική ευθύνη, η ατομική αυτονομία γίνεται πιο αδύναμη. Αυτό έχει την βάση του στην σχετική μείωση της ατομικής ελευθερίας, καθώς τα άτομα έχουν την υποχρέωση να πράττουν σύμφωνα με τις συστάσεις δημόσιας ή ατομικής υγείας. Ως προληπτική ενέργεια η εξατομικευμένη διατροφή πρέπει περιλαμβάνει αυτήν την αμφίθυμη λειτουργία όσον αφορά την αυτονομία και την ευθύνη. Η εξατομικευμένη διατροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως όπλο ενδυνάμωσης των ατόμων, ενδυναμώνοντας την αυτονομία τους, παρέχοντας τις γνώσεις που χρειάζονται για την επίτευξη της μελλοντικής υπευθυνότητας. Η ατομική αυτονομία ενδυναμώνεται, μόνο εάν η μελλοντική ευθύνη διαφοροποιείται προσεκτικά από την παρελθοντική ευθύνη από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Η εξατομικευμένη διατροφή διευκολύνει και ενισχύει την αυτονομία, εάν οι άνθρωποι ενθαρρύνονται να κάνουν συνειδητές επιλογές και να αναλάβουν μελλοντικές ευθύνες. Από την άλλη πλευρά, αναδεικνύεται κίνδυνος στιγματισμού του ατόμου, που θεωρείται ότι έρχεται σε αντίθεση με την υπεύθυνη συμπεριφορά στα συστήματα αλληλεγγύης. Εάν αυτό συνδυάζεται με πολιτικές, που οδηγούν σε αυξημένη παρελθοντική ευθύνη, η εξατομικευμένη διατροφή συμβάλλει σε ασθενέστερη ατομική αυτονομία. Η εξατομικευμένη διατροφή για την ύπαρξη της έχει

ως βάση την ατομική ευθύνη. Μηνύματα ατομικής ευθύνης και το κατά πόσο αυτά επηρεάζουν τον τρόπο ζωής και την υγεία έχουν διατυπωθεί στον ιατρικό, υγειονομικό και πολιτικό λόγο, αλλά χωρίς να γίνεται αναφορά στην ατομική ευθύνη.

Οι μελέτες υγείας δεν έχουν δώσει το απαραίτητο ενδιαφέρον, για να γίνει αντιληπτό, το πόσο σημαντικό είναι η κατανόηση της ευθύνης. Οι θεωρίες ανάπτυξης ενηλίκων θέτουν ως πρόταση την αναπτυξιακή και διαδοχική φύση της ευθύνης για θέματα υγείας και συζητούν τα ηθικά αποτελέσματα στον τομέα της εξατομικευμένης διατροφής. Η ευθύνη θα πρέπει να αποδίδεται σε άτομα σε σχέση με την ικανότητά τους να αναλαμβάνουν ευθύνη ή να έχουν τις προϋποθέσεις, για να μπορούν να αναλαμβάνουν την ευθύνη. Με βάση την μελέτη από δύο τομείς της ψυχολογίας, υπάρχει μια εμπειρική βάση για μια αυξητική ακολουθία στο συλλογισμό σχετικά με την ευθύνη γενικότερα. Η έρευνα σχετικά με την απόδοση ευθύνης για αρνητικά γεγονότα μας δείχνει ένα συγκεκριμένο τρόπο ανάθεσης της ευθύνης, από την απλή συσχέτιση έως την αναγνώριση της σημασίας της γνώσης. Οι ψυχολογικές μελέτες ανάπτυξης ενηλίκων υποδεικνύουν τρεις τρόπους, με τους οποίους η ευθύνη έχει αυτόν τον αναπτυξιακό χαρακτήρα. Αρχικά, η ατομική ευθύνη είναι μια αυθόρμητη δράση, που προκύπτει σε ένα ορισμένο επίπεδο. Δεύτερον, οι άνθρωποι έχουν άλλους τρόπους να κατανοούν και να δέχονται την ευθύνη λόγω των διαφορετικών ερεθισμάτων που δέχονται από τον γύρω κόσμο γενικότερα. Τέλος, ο όρος της ευθύνης ερμηνεύεται διαφορετικά για κάθε άνθρωπο ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής του. Έρευνες γύρω από το θέμα της ανάληψης ευθύνης γύρω από την υγεία κάποιου έχουν δείξει ότι η ανάπτυξη αυτής της ευθύνης ως ενήλικας έχει άμεση σχέση με την μεγαλύτερη ικανότητα και αλλαγή συμπεριφοράς. Η ατομική συμπεριφορά υγείας δημιουργείται σε ένα σύνθετο δίκτυο κοινωνικών, γενετικών, σχεσιακών, ατομικών και βιολογικών ερεθισμάτων. Το κοινωνικό περιβάλλον, οι δομές και οι ατομικοί πόροι επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τον τρόπο, με τον οποίο οι άνθρωποι είναι ενεργοί, όσο αναφορά την ανάληψη της ευθύνης με τη μορφή επιλογών υγιεινού τρόπου ζωής και προληπτικών δράσεων σχετικά με την υγειονομική περίθαλψη και το μέλλον τους. Φαίνεται ότι υπάρχει μια διαφορά μεταξύ των ικανοτήτων των ανθρώπων και των απαιτήσεων της κοινωνίας.

Συνεπώς, για την χρήση της εξατομικευμένης διατροφής κύριο ρόλο παίζουν η ανάπτυξη των ενηλίκων και η πολυπλοκότητα των θεμάτων ευθύνης. Η μελέτη και η

χρήση εξατομικευμένων διατροφικών εφαρμογών θα πρέπει να αλλάζουν μεμονωμένα. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα, οι άνθρωποι θα προσαρμόσουν τις κινήσεις τους ως αποτέλεσμα των πληροφοριών με τρόπο που να είναι καλός για τη υγεία τους για τα υπόλοιπα χρόνια τους. Είναι πιθανό, πως η αποκάλυψη πληροφοριών μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά ενός ασθενή με τρόπους που βοηθούν την υγεία και την αυτονομία. Από την άλλη πλευρά δεν μπορεί κανείς να αποκλείσει από την αρχή, ότι κάποια άτομα θα ενστερνιστούν μια πιο μοιρολατρική στάση, όταν μαθαίνουν για παράδειγμα, ότι έχουν μια μεγαλύτερη γενετική έφεση προς τις αρρώστιες (26). Μπορούμε λοιπόν να πούμε, ότι είναι πιο εύκολο να δομήσουμε μια ατομική ταυτότητα μέσω της εξατομικευμένης διατροφής, κάτι που είναι ένας τρόπος για την ενδυνάμωση των ατόμων. Μια άλλη πιθανή επίδραση της εξατομικευμένης διατροφής είναι ότι τα γεύματα είναι λιγότερο τυποποιημένα. Επομένως, τα ερωτήματα γύρω από τις έννοιες της εξατομικευμένης διατροφής θα ενδυναμώσουν ή θα αδυνατίσουν τις κοινωνικές σχέσεις και θα επηρεάσουν τις σχέσεις εξουσίας, που θα πρέπει να αντιμετωπίζονται κατά τη συζήτηση ηθικών κατευθυντήριων γραμμών. Ως μια επιστημονική προσέγγιση με μεγάλη προοπτική, η επιτυχία της εξατομικευμένης διατροφής στο μέλλον είναι πιθανό να κριθεί από την ικανότητα ενσωμάτωσης της επιστημονικής προσέγγισης με την καθημερινή πολιτιστική, συναισθηματική, ηθική και αισθητική κατανόηση των τροφίμων. Η ένταση ανάμεσα στις επιστημονικές και πολιτιστικές καιπροοπτικές για τα τρόφιμα εντοπίζεται με παρόμοιο τρόπο στη φιλοσοφία της υγείας(27).

Κεφάλαιο 3 Μελλοντικές τάσεις

3.1 Προκλήσεις της επόμενης μέρας

Η χρήση της ΕΔ φαίνεται στο μέλλον να είναι τόσο λογική όσο και θελκτική για τους ερευνητές, αλλά η μελλοντική εφαρμογή και τήρηση της εξαρτάται από την καταναλωτική ζήτηση. Ο πρώτος τομέας που είναι πιο πιθανό να έχει κέρδος από την εξατομικευμένη διατροφή, είναι ο τομέας της διαχείρισης του βάρους. Αυτή την χρονική στιγμή, αυτός είναι ο μόνος τομέας όπου υπάρχει καταναλωτική ζήτηση και οι καταναλωτές αγοράζουν υπηρεσίες γύρω από την διατροφή και όπου η βιομηχανία τροφίμων παρέχει συγκεκριμένα προϊόντα διατροφής στους ενδιαφερόμενους. Μια κορυφαία εταιρεία απώλειας βάρους προσφέρει εξατομικευμένες διατροφικές συμβουλές, για τη μείωση του βάρους μαζί με εξατομικευμένη φαινοτυπική μέτρηση της ενεργειακής δαπάνης. Με την πάροδο του χρόνου, είναι πιθανό να υπάρξει μια στροφή της επιστήμης προς τα γονοτυπικά δεδομένα, που θα επιτρέψουν στους καταναλωτές να ενταχθούν σε ένα πρόγραμμα απώλειας βάρους, που τους ταιριάζει περισσότερο με βάση τον γονότυπο τους. Μια δεύτερη πιθανή αναπτυσσόμενη αγορά στο τομέα της ΕΔ είναι τα συμπληρώματα διατροφής. Επί του παρόντος, τέτοια συμπληρώματα γίνονται για τη ευρύτερη αγορά ή για ένα κομμάτι αυτής με το έντονο ενδιαφέρον να στρέφεται στη χρήση συμπληρωμάτων, για το μεγαλύτερο κομμάτι του πληθυσμού. Αν και δεν είναι εύκολο να σκεφτεί κανείς το πώς οι παράγωγοι τροφίμων θα μπορούσαν να δημιουργήσουν εμπορικά σήματα με διαφορετικά διατροφικά πρότυπα για διαφορετικά κομμάτια της αγοράς, είναι δυνατό να προβλεφθεί η παροχή πολλαπλών σκευασμάτων συμπληρωμάτων διατροφής για τέτοιο σκοπό. Αυτό θα απαιτούσε μια ανάλυση δεδομένων μεγάλης κλίμακας, σχετικά με την κατάσταση των μικροθρεπτικών συστατικών του πλάσματος για τη δημιουργία συστάδων κοινών φαινοτύπων μικροθρεπτικών συστατικών. Προς το παρόν, μετρημένοι έμποροι λιανικής προσφέρουν μια σωστή και εξατομικευμένη διατροφική ανάλυση στο διαδίκτυο, κυρίως με βασικό σκοπό την απώλεια βάρους. Ωστόσο, είναι πιθανό, να προβλεφθεί η ανάπτυξη αυτού εξατομικευμένου προγράμματος υγιεινής διατροφής. Οι καταναλωτές θα δίνουν τις διατροφικές τους πληροφορίες και όπως περιγράφηκε προηγουμένως, θα λαμβάνουν οπτική ανατροφοδότηση σχετικά με τη διατροφική ποιότητα της διατροφής τους. Εάν αρχικά

ανακαλυφθούν μία ή περισσότερες διατροφικές ανεπάρκειες, θα μπορεί να δημιουργηθεί ένα σύνολο διατροφικών ανατροφοδοτήσεων με βάση τα τρόφιμα. Σε περίπτωση που μπορεί να υπάρξει αυτή η κωδικοποίηση τροφίμων με βάση τα γεύματα, αυτή η ανατροφοδότηση μπορεί να εξελιχθεί σε συμβουλές σε επίπεδο μενού γευμάτων. Σύμφωνα με έρευνες που έδειξαν τις διαδικτυακές αγορές στα σουπερμάρκετ της Αγγλίας να αυξάνονται με ετήσιο ρυθμό 14,6% στο χρονικό διάστημα ανάμεσα στο 2012 και 2017, η δυνατότητα συμμετοχής του τομέα λιανικής πώλησης παντοπωλείων στην παροχή εξατομικευμένης διατροφής παραμένει μια ελκυστική δυνατότητα (20).

Τις τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιήθηκαν έργα με μεγάλο ενδιαφέρον για τις βιοεπιστήμες, που έχουν στόχο τον συνδυασμό της βιολογίας, της ιατρικής, του περιβάλλοντος, της υγείας, των τροφίμων και του τρόπου ζωής. Παραδείγματα αυτού αποτελούν τα NIH Human Microbiome Project ή το European Metagenomics of the Human Intestinal Tract. Αυτές είναι τεράστιες πρωτοβουλίες, οι οποίες αποτελούν μια συνεργασία πολλών ερευνητών και ομάδων, που προσπαθούν να κατανοήσουν το ρόλο και τις σχέσεις μεταξύ των βακτηρίων, (ταξινομημένα σε περισσότερα από 2000 «είδη») που κατοικούν κατά βάση στο έντερο μας. Αυτή η τεράστια μικροβιακή κοινότητα εξαρτάται από εκατοντάδες παράγοντες, όπως το φύλο, η ηλικία, το ύψος, το βάρος, η διατροφή, το ανοσοποιητικό σύστημα, η συνοχή των κοπράνων, το ιατρικό ιστορικό, οι εθνογεωγραφικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες, οι συνθήκες υγιεινής και πολλές άλλες. Η σχέση μεταξύ διατροφής και μικροβιώματος όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι θεμελιώδης, αλλά δεν είναι σαφές πώς ελέγχεται. Ήταν απαραίτητα περισσότερα από 10 χρόνια και πολλές μελέτες, για να αρχίσουν να φαίνονται ορισμένα πρότυπα μεταξύ όλων αυτών των μεταβλητών. Πρόσφατες μελέτες έχουν θέσει την θεωρία, ότι το μικροβίωμα του εντέρου είναι ένα σημαντικό κομμάτι στη πρόληψη του κινδύνου πολλών χρόνιων ασθενειών, παραδείγματος χάρι της φλεγμονώδους νόσου του εντέρου, της παχυσαρκίας, του διαβήτη τύπου 2, των καρδιαγγειακών παθήσεων και του καρκίνου. Την ίδια στιγμή, είναι πλέον κατανοητό ότι η σύνθεση των τροφίμων, σε πρωτεΐνες, λίπη, εύπεπτους και μη υδατάνθρακες, προβιοτικά, πολυφαινόλες προκαλούν αλλαγές στο μικροβίωμα με δευτερεύουσες επιπτώσεις στην ανοσολογία και το μεταβολισμό του ξενιστή. Μελέτες HTS φανέρωσαν, ότι η πρόσληψη κάποιων βασικών διαιτητικών συστατικών θέτει σε λειτουργία ορισμένα βακτήρια προς μια

συγκεκριμένη απάντηση στην πρόκληση των θρεπτικών συστατικών . Λόγω της κρίσιμης σημασίας του, είναι σήμερα πολύ διαδεδομένο να ορίζουμε το μικροβίωμα του εντέρου ως «κρυμμένο όργανο». Αντίθετα, με όποιο άλλο όργανο στο ανθρώπινο σώμα, το μικροβίωμα του εντέρου έχει μια πηγή σοβαρής διαφοροποίησης ανάμεσα στα άτομα, κάνοντας την ανάλυσή του αρκετά δύσκολη, αλλά όχι ακατόρθωτη. Η παραλλαγή του μικροβιώματος του εντέρου θα μπορούσε να δώσει μια εξήγηση ,γιατί οι γενικές κατευθυντήριες οδηγίες για τη διατροφή και τον τρόπο ζωής δεν είναι όσο σωστές θα έπρεπε και ότι υπάρχει βασική διαφοροποίηση στις απαντήσεις μεταξύ των ατόμων, στη διατροφή και στις παρεμβολές στον τρόπο ζωής.

Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν δείξει άνευ προηγουμένου γνώσεις που σχετίζονται με τις πηγές αυτής της παραλλαγής,θέτοντας το γονιδίωμα και το μικροβίωμά μας ως πιθανούς και προηγουμένως ανεξερεύνητους ενόχους, που βοηθούν τις ατομικές μοναδικές διατροφικές αποκρίσεις. Οι παραλλαγές στο γονιδίωμα μας επηρεάζουν τη βιοδιαθεσιμότητα και το μεταβολισμό των θρεπτικών ουσιών ανάμεσα στα άτομα , ενώ η δια-ατομική διακύμανση της σύνθεσης της κοινής μικροχλωρίδας του εντέρου, οδηγεί σε ένα άλλο λειτουργικό δυναμικό μικροβίων, παραγωγή μεταβολιτών και ρύθμιση μεταβολισμού. Αυτή η μεγάλη μικροβιακή παραλλαγή ανάμεσα στα άτομα που είναι πιθανό να θεωρηθεί ως μια σημαντική πηγή ευκαιριών για πολλά θέματα υγείας και διατροφής. Αυτές οι παραδοχές υπογραμμίζουν τη σημασία της ορθής πιστοποίησης της γνησιότητας των τροφίμων και βάζουν τα θεμέλια για την υιοθέτηση τυποποιημένων προσεγγίσεων, όπως το barcodingDNA και το metabarcoding για την προάσπιση του καταναλωτή, αρχίζοντας από τον χαρακτηρισμό των πρώτων συστατικών.Στην εποχή της «εξατομικευμένης ιατρικής», μπορούμε να αναπτύξουμε αυτή την ανάγκη αξιόπιστων διαδικασιών ελέγχου ταυτότητας προς νέα όρια για την πρόληψη.Το φαγητό δεν θα είναι απαραίτητο πλέον να χαρακτηρίζεται μόνο από την άποψη της ασφάλειας και της πηγής ενέργειας, αλλά και ως ένα στοιχείο εξέχουσας σημασίας σε πολλά πλαίσια της κοινωνίας, αρχίζοντας από την ευεξία του καταναλωτή.Τώρα ξεκινάμε να καταλαβαίνουμε πώς το μικροβίωμα μας αλληλεπιδρά μαζί μας και επιπροσθέτως αποκαλύπτουμε τη σύνδεση μεταξύ του μικροβιώματος , της κατανάλωσης τροφήςπαραγωγής, δευτερογενούς μεταβολίτη και ομοιόσταση του εντέρου.Ένα υγιές μικροβίωμα είναι ένας υγιής ξενιστής και οι δύο αυτοί «παράγοντες» σχετίζονται με τη διατροφή. Η ποσοτικοποίηση και η θέσπιση αυτών των παραγόντων σε ένα

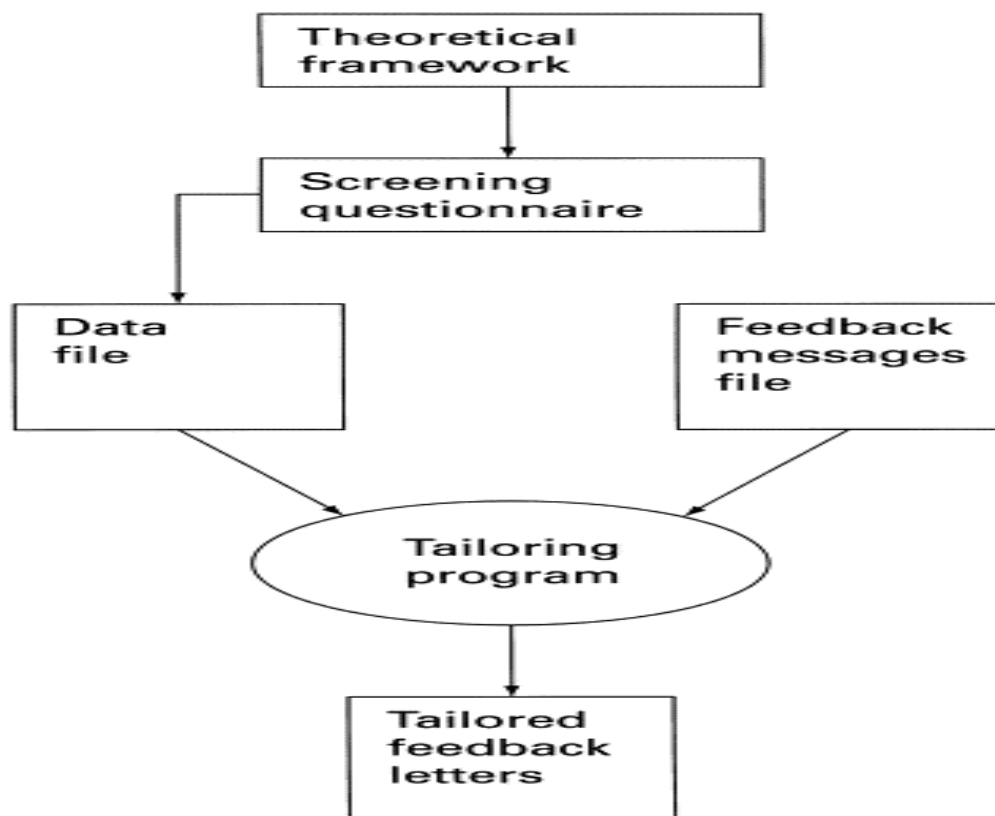
σφαιρικό πλαίσιο μπορεί να δώσει την λύση στους επαγγελματίες, να ενθαρρύνουν ορθολογικά τις ατομικές διατροφικές συστάσεις για την καταπολέμηση της εξάπλωσης του μεταβολικού συνδρόμου. Πιστεύεται επίσης ότι οι καλά ενημερωμένοι και συνειδητά εμπλεκόμενοι πολίτες θα είναι οι ίδιοι ο δικός τους «εξατομικευμένος διαχειριστής διατροφής». Συμπερασματικά, το μέλλον είναι τώρα το φαγητό και θα είναι ο απόλυτος σύμμαχός μας για την πρόληψη παθολογικών προβλημάτων(39).

3.2.1 Χρήση υπολογιστή στην εξατομικευμένη διατροφή

Η ικανότητα του ανθρώπινου σώματος να απορροφά και να χρησιμοποιεί θρεπτικά συστατικά, συνδέεται με πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, η υγεία, η γενετική σύνθεση, η προσωπική διατροφική κατάσταση και τα πρότυπα δραστηριότητας. Οι διαφορές στο θερμοϊδικό ισοζύγιο των ατόμων είναι πολύ περίπλοκες και επηρεάζονται έντονα από τον τρόπο ζωής. Κατά συνέπεια της παραπάνω θεωρίας υπάρχει ανάγκη ενός ταιριάσματος των συμβουλών στις ιδιαίτερες συνθήκες του κάθε ατόμου. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, οι M. MichelA. Burbidge πρότειναν μια στροφή στην μέτρηση της αποτελεσματικότητας προς τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των διατροφικών συμβουλών για συγκεκριμένους στόχους που αφορούν την υγεία. Στην ουσία όρισαν την αποτελεσματικότητα ως το σύνθετο αποτέλεσμα της θεραπείας και της συμμόρφωσης και όχι της θεραπείας μόνο. Για να μπορέσουν οι δυο μελετητές να κάνουν και να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα, επέλεξαν να εντάξουν στην τεχνολογία ως μέσο που θα τους βοηθήσει στην επιλογή καλύτερης χρήσης της ΕΔ. Φορητές συσκευές σε συνδυασμό με φτηνούς φορητούς αισθητήρες που διασυνδέονται με αυτές τις συσκευές το Διαδίκτυο των πραγμάτων και τις επικυρωμένες βάσεις δεδομένων διατροφής, παρέχουν μια εξαιρετική βάση για την ανάπτυξη εξατομικευμένων συστημάτων αυτόματης μάθησης, καθώς η ικανότητά τους να συλλέγουν μια πληθώρα προσωπικών δεδομένων, όπως διατροφικές συνήθειες που περιλαμβάνουνσαν παράγοντα τις προσωπικές προτιμήσεις, την κατάσταση της υγείας, τη φυσική δραστηριότητα και τον ύπνο(14). Παράλληλα με την παραπάνω έρευνα διεξήγαγαν στο πανεπιστήμιο του Μανστριχ και στο πανεπιστήμιο διατροφής της βόρειας Καρολίνας μια έρευνα, για να διαπιστώσουν αν ένα προσαρμοσμένο λογισμικό, μπορεί να εξελίξει την αντίληψη των ανθρώπων γύρω από τις διατροφικές τους συνήθειες. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι επιστήμονες ετοίμασαν ένα ερωτηματολόγιο με απλές ερωτήσεις και πέρασαν τις απαντήσεις σε

έναν υπολογιστή με την διαδικασία που φαίνεται στην εικόνα 4. Ορίστηκαν ορισμένες παράμετροι για τον περιορισμό της λίστας των μεταβλητών: Πρώτον το χαρακτηριστικό πρέπει να είναι σημαντικό για την αλλαγή συμπεριφοράς. Δεύτερον πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να ερευνηθούν τα χαρακτηριστικά με αξιόπιστο τρόπο με ένα σύνολο ερωτήσεων κλειστού τύπου, και τρίτον πρέπει να είναι δυνατό να βρίσκονται οι σημαντικές διαφορές στην ανατροφοδότηση για τα διαφορετικά επίπεδα αυτών των χαρακτηριστικών(15). Παραδείγματα που τα μοντέλα αυτά λειτούργησαν και βοήθησαν τους ασθενείς να έχουν μια καλύτερη εικόνα, είναι ο διαβήτης. Το σύστημα στην έρευνα των Michel A. Burbidge αφού πρώτα έπαιρνε τις απαραίτητες τιμές της γλυκόζης μετά είχε την τάση να συμβουλεύει τον ασθενή ως προς τι να αποφύγει με σκοπό την δίκια του καλύτερη υγεία. Δεδομένου ότι ο στόχος όμως του προγράμματος και της έρευνας είναι η αυτομάθηση, οι συμβουλές μετατρέπονταν με την πάροδο του χρόνου προκειμένου να εξεταστεί αν τα αποτελέσματα των διαφόρων ρυθμιστών και η ακαμψία των περιορισμών είναι θετικά ή όχι. Στην περίπτωση της παχυσαρκίας όμως οι δυο επιστήμονες ανακάλυψαν και το πρώτο πρόβλημα αυτού του μοντέλου, καθώς η παχυσαρκία είναι μια πιο υποκειμενική πάθηση και το μοντέλο θα πρέπει να αλλάζει και να προσαρμόζεται στην πορεία της θεραπείας και στα θέλω του ασθενή (ψυχολογικά και σωματικά). Εναλλακτικά η δεύτερη έρευνα έδειξε, ότι οι άνθρωποι που δέχτηκαν συμβουλές μέσω του υπολογιστή κατέγραψαν 23% λιγότερο λίπος σε σχέση με αυτούς που έλαβαν την συμβατική μέθοδο, όπου το ποσοστό του λίπους που χάθηκε ανέρχεται στο 3% και μια γενικότερη βελτίωση στην σωματική κατάσταση. Μέσω του παραπάνω παραδείγματος οι δυο ερευνητές κατέληξαν και παρέθεσαν τα προβλήματα αυτού του μοντέλου, όπου πρώτον είναι ο προσδιορισμός επιστημονικά έγκυρων παραγόντων κινδύνου, καθώς τέτοιου τύπου προγράμματα πρέπει να έχουν μια μεταβλητή στόχο που επιβάλλεται να έχει κάποια αλυσιδωτή σχέση με τα σημαντικά μακροπρόθεσμα αποτελέσματα υγείας και ευεξίας και δεύτερον η μεταβλητή στόχος να είναι μετρήσιμη με απλό, οικονομικό και ιδανικά, μη επεμβατικό τρόπο. Ως τελευταίο εμπόδιο στην χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας οι δυο έρευνες ήρθαν σε μια αντίφαση, καθώς οι επιστήμονες της πρώτης έρευνας κατάλαβαν, πως χρειάζεται διαχείριση της υπερφόρτωσης των δεδομένων, καθώς αν ο όγκος των δεδομένων είναι παρά πολύ μεγάλος, εγείρει τον κίνδυνο η πληροφορία που θα φτάσει στον τελικό καταναλωτή, περισσότερο να τον μπερδέψει παρά να τον βοηθήσει. Σε αντίθεση με την δεύτερη περίπτωση όπου παρατηρήθηκε μια αρκετά μεγάλη

προσαρμοστικότητα των συμμετεχόντων, κάτι που βέβαια πολύ πιθανό να οφείλεται στο ότι η έρευνα έγινε σε παιδιά λυκείου, όπου είναι πιο εύκολη η προσαρμοστικότητα.

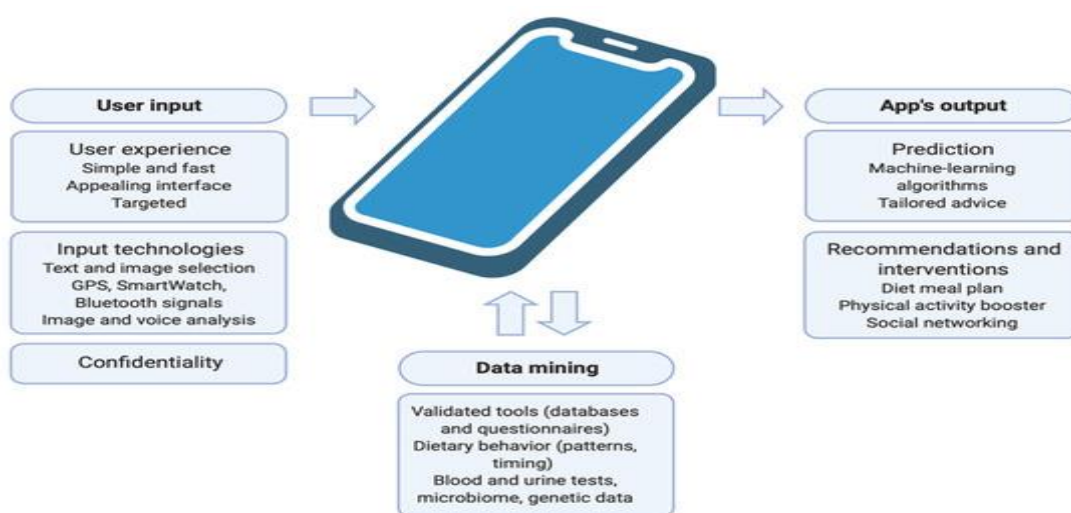


Εικόνα 4 :Διάγραμμα εντολών

3.2.2 Χρήση Smartphone στην εξατομικευμένη διατροφή

Οι εφαρμογές διατροφής παρέχουν έναν συμβατικό τρόπο στον χρήστη να καταγράφει γεύματα και άλλες καθημερινές του δραστηριότητες ,στην ουσία η εφαρμογή παίρνει διατροφικές πληροφορίες για τρόφιμα και να λαμβάνει αυτόματες ειδοποιήσεις παρακίνησης με βάση τα όρια και τις συνθήκες επιτρέποντας έτσι στους διαιτολόγους και σε έτερο ιατρικό προσωπικό να αξιολογούν τη ποριά και την συμμόρφωση , αν κριθεί απαραίτητο την παρέμβασηστην δίαιτα των χρηστών, την παρακολούθηση της συμπεριφοράς τους, να θέτουν στόχους τους , να στέλνουν κατάλληλα μηνύματα κινήτρων και να αξιολογούν τα δεδομένα.Πρόσφατη διεθνής έρευνα που πραγματοποιήθηκε από επαγγελματίες υγείας έδειξε ότι το 45,5% συνιστούσε εφαρμογές διατροφής στους ασθενείς τους.Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν οι Niv Zmora και Έραν Ελίναβ η δημιουργία μιας διατροφικής

εφαρμογής για SmartPhone θα πρέπει να τηρούν μια τυποποιημένη διαδικασία διατροφικής φροντίδας και να ακολουθούν το πλαίσιο μιας αξιολόγησης διατροφής , διάγνωσης, επέμβασης και παρακολούθησης για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική και αξιόπιστη από απόσταση συνεχής φροντίδα .όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 5* οι εφαρμογές SmartPhone αποτελούνται από πολλές ενότητες: πρώτον την διεπαφή που θα πρέπει να παρέχει μια μοναδική εμπειρία στον χρήστη και να χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες για να κάνει πιο εύκολη τη ολοκληρωμένη συγκομιδή των δεδομένων και δεύτερον θα πρέπει να διατηρείται το απόρρητο στη ταυτότητα των χρηστών. Η συλλογή των δεδομένων θα πρέπει να βασίζεται τόσο στις καταχωρήσεις που καταγράφονται από την εφαρμογή όσο και στα στοιχεία που προέρχονται από εξωτερικούς παράγοντες. Η ανάλυση δεδομένων θα πρέπει να εκτελείται με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και οι επόμενες συστάσεις θα πρέπει να δίνονται σε προσωπικό επίπεδο(16). Εναλλακτικά έρευνες έχουν δείξει ότι στο μέλλον είναι πολύ πιθανός ο συνδυασμός δεδομένων που θα συλλέγονται από διάφορες έξυπνες συσκευές όπως έξυπνες ζυγαριές , έξυπνα ψυγεία , συσκευές μετρήσεις ζαχάρου (σε περιπτώσεις διαβητικών), βιταμινωδοτές με σκοπό την λήψη σωστότερων συμβουλών για την διατροφή ή με την χρήση ενός μηνύματος στο smartphone ή σαν προτεινόμενη διατροφή στην οθόνη ενός έξυπνου ψυγείου πάντα με την χρήση δεδομένων που θα συλλέγονται από το διαδίκτυο.

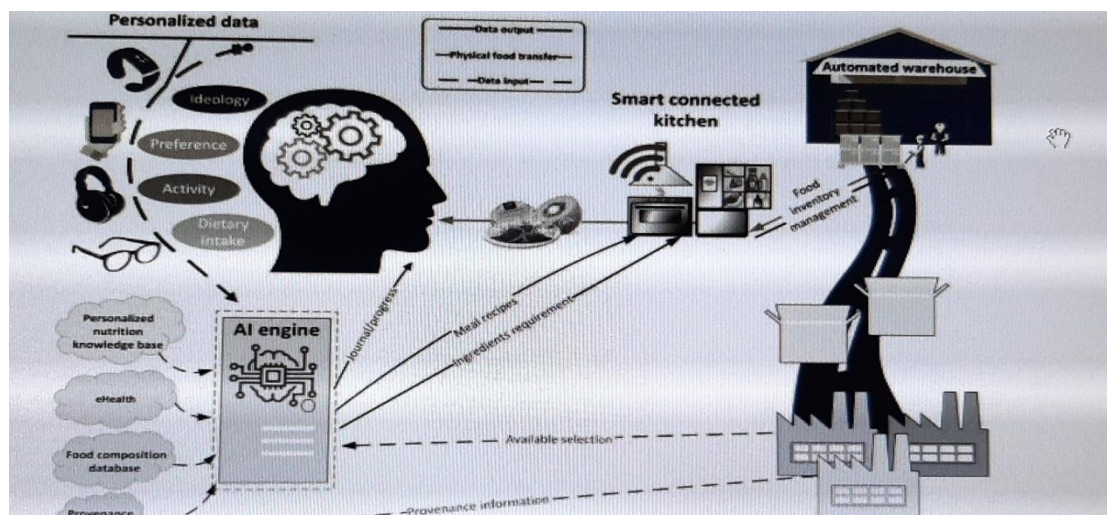


Εικόνα 5: Χρήση των smartphone στην εξατομικευμένη διατροφή

Επιπροσθέτως αυτές οι πληροφορίες, όταν αποκτηθούν σε μεγάλη κλίμακα πληθυσμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως στατιστικά δεδομένα πραγματικού

κόσμου. Στην ουσία λειτουργεί σαν μια συμπληρωματική πηγή τυχαιοποιημένων δοκιμών ελέγχου για την αποκάλυψη στατιστικά σημαντικών τάσεων για την υγεία και την απόδοση ισχυρών και ουσιαστικών συμπερασμάτων στη διατροφική διαχείριση. Αυτές οι μελέτες φαίνονται χρήσιμες και ιδιαίτερα κρίσιμες σε περιόδους αλλαγής κοινωνικών και οικονομικών συμπεριφορών, όπως στην περίπτωση της πανδημίας COVID-19 που δεν υπήρχε κανένας άλλος τρόπος καταγραφής λόγω του εγκλεισμού.

Οι μελλοντικές μελέτες θα διερευνήσουν περαιτέρω τους καθοριστικούς παράγοντες των διαφορών εντός του ατόμου, όπως την προσθήκη ή την παράλειψη μικροθρεπτικών συστατικών, την επιρροή των προηγούμενων γευμάτων και την αντίδραση στα επόμενα γεύματα. Όσον αφορά το τελευταίο, έχει γίνει κοινός αποδεκτό ότι ο περιορισμός των καθημερινών ωρών φαγητού σε συγκεκριμένες ώρες έχει σχέση με μειωμένο σωματικό βάρος και μακροχρόνια βελτίωση σε διάφορα συμπτώματα. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οι εφαρμογές SmartPhone σε μερικά χρόνια το πιθανότερο είναι να ξεπεράσουν την παροχή διατροφικών συστάσεων για την παροχή ενεργών τροποποιήσεων συμπεριφοράς και έτσι οι χρήστες θα κάνουν ασυναίσθητα πιο υγιεινές επιλογές όπως απεικονίζεται ενδελεχώς στο γράφημα της *Εικόνας 6*.



Εικόνα6: Γραμμή εντολών στην τεχνητή νοημοσύνη της εξατομικευμένης διατροφής.

Εναλλακτικά μια ακόμα τεχνολογική λύση για τα την εξατομικευμένη διατροφή είναι η χρήση των έξυπνων ρολογιών (smartwatch) . Τα μόνιτορ υγείας (όπως πχ το βραχιολάκι Amazon Halo) όχι μόνο ελέγχουν την δραστηριότητα (ένταση και διάρκεια και καθιστικό χρόνο), αλλά θέτουν την προσοχή τους ακόμη και στον ύπνο, παρακολουθούν τον καρδιακό ρυθμό, τη σύσταση του σώματος τη διάθεση. Οι πιο σύγχρονες πτυχές των έξυπνων ρολογιών είναι η ικανότητά τους να μπορούν να υπολογίζουν το ποσοστό σωματικού λίπους μέσω ενός τρισδιάστατου μοντέλου του σώματος του χρήστη με βάση φωτογραφίες να βοηθήσουν τον χρήστη να επικοινωνεί πιο αποτελεσματικά με άλλους. Οι σύγχρονες εφαρμογές για κινητά που σχετίζονται με το σωματικό βάρος δημιουργούν ένα τρισδιάστατο μοντέλο του χρήστη και του επιτρέπει να προσομοιώνει πώς μπορεί να μοιάζουν με περισσότερο ή λιγότερο σωματικό λίπος. Για τον λόγο ότι η φορητή συσκευή δεν έχει ακόμη μελετηθεί ενδελεχώς σε κλινικές δοκιμές, επομένως η ακρίβεια των αναλύσεων της σύστασης του σώματος σε σύγκριση με άλλες κλινικές μεθόδους (όπως η ανάλυση βιοηλεκτρικής αντίστασης και η απορρόφηση ακτίνων X διπλής ενέργειας ολόκληρου του σώματος) μένει να φανεί. Έχουν επίσης εγερθεί ανησυχίες για την υγειονομική περίθαλψη, ειδικά σε σχέση με πιθανή σωματική δυσμορφία και ιδιαίτερα σε εφηβικούς πληθυσμούς, ως αποτέλεσμα αυτού του χαρακτηριστικού της σύστασης του σώματος. Μια άλλη ανησυχία είναι το κατά πόσο μπορεί να γίνει σωστά η κλινικά κατάλληλη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της σύστασης του σώματος . Δεν υπάρχει ένας αλγόριθμος που να ταιριάζει σε όλους για την κατάλληλη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της σύστασης σώματος. Η μελλοντική ανάπτυξη αλγορίθμων θα πρέπει να προσανατολιστεί στο να λάβει υπόψη όσο το δυνατόν περισσότερους παράγοντες (π.χ. γενετική, εθνικότητα, φυσική κατάσταση, διατροφική πρόσληψη κ.λπ.) για να παρουσιάσει αποτελέσματα στο πλαίσιο της συνολικής εξατομικευμένης διατροφής και να βγάζει τα σωστά αποτελέσματα για το κάθε άτομο ξεχωριστά (19) .

3.2.3 Τεχνική νοημοσύνη και μηχανική μάθηση

Ως μηχανική μάθηση (MM) ορίζεται ένας τομέας της τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιεί της τεχνικές της στατιστικής ανάλυσης σε συνδυασμό με την επιστήμη των υπολογιστών με σκοπό την παραγωγή αλγορίθμων ικανών για «στατιστική μάθηση». Η ιδέα της τεχνικής νοημοσύνης στην χρήση της διατροφής δεν είναι καινούργια. Ήδη η πρώτη καταγραφή αυτής έχει τις ρίζες της στο μακρινό 1964 από τον βρετανό επιστήμονα Halintry σε πολύ πρώιμα στάδια καθώς η τεχνολογία της

τότε εποχής δεν επέτρεπε την ανάπτυξη αυτού του εναιωρήματος. Οι τεχνικές της μηχανικής μάθησης εξετάζουν τα δεδομένα χρησιμοποιώντας μαθηματικές πράξεις για να φτιάξουν επικυρωμένες προβλέψεις. Τα στοιχεία εκπαίδευσης περιλαμβάνουν γενικά ένα υποσύνολο του μεγαλύτερου συνόλου δεδομένων υπό μελέτη, για παράδειγμα, την τυχαία επιλογή 700 δειγμάτων από μια βάση δεδομένων 1000 δειγμάτων. Γι'αυτό, οι αποδόσεις των μοντέλων αξιολογούνται σε σχέση με το υπόλοιπο κομμάτι των δεδομένων που δεν χρησιμοποιείται για εκπαίδευση. Η βαθιά μάθηση, ένα συγκεκριμένο υποσύνολο της μηχανικής μάθησης, χρησιμοποιεί ένα περίπλοκο σύνολο από επίπεδα μαθηματικών πράξεων. Αυτές οι τεχνολογίες δεν ενεργούν βάσει προγραμματισμένων κανόνων, αλλά του εναντίον, μαθαίνουν και βελτιώνονται από την έκθεση σε παραδείγματα. Τα σύγχρονα μοντέλα MM μπορούν να ανακαλύψουν πρότυπα ασθένειας συσχετίζοντας και κατατάσσοντας τεράστιες ποσότητες ψηφιακών πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες σε ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία διευκολύνοντας έτσι στην λείψει αποφάσεων κάτι που χωρίς την αυτόν τον όγκο πληροφοριών θα την σχεδόν αδύνατον. Η MM αποτελείται από διάφορες στρατηγικές μοντελοποίησης. Η μελέτη του Yin ανοίγει νέες πόρτες στο κομμάτι της κλινικής διατροφής καθώς εδώ και χρόνια, έχουν γίνει τεράστιες προσπάθειες από φορείς υγείας για την προώθηση ενός κατάλληλου διατροφικού ελέγχου μεγάλης κλίμακας(17). Για να επιτευχθεί αυτό, τα μοντέλα μηχανικής εκμάθησης θεωρητικά μπορούν να χωριστούν γενικά σε 2 τύπους: εποπτευόμενα και τα μη εποπτευόμενα μοντέλα. Ως μοντέλα εποπτευόμενης μηχανικής εκμάθησης ορίζονται ως τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη 1 ή περισσότερων αποτελεσμάτων, δεδομένου ενός συνόλου μεταβλητών εισόδου. Αυτά τα μοντέλα «μαθαίνουν» τις σύνθετες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών εισόδου και των αποτελεσμάτων «εκπαιδευοντας» σε πολλαπλά σύνολα μεταβλητών με γνωστά αποτελέσματα. Εν συνέχεια, τα εποπτευόμενα μοντέλα μηχανικής μάθησης μπορούν να προβλέψουν αποτελέσματα για μελλοντικές εισροές, κάτι που είναι σχετικό για κλινικές εφαρμογές. Για παράδειγμα, σε ένα δείγμα συμμετεχόντων με και χωρίς μεταβολικό σύνδρομο, ένα εποπτευόμενο μοντέλο μηχανικής μάθησης θα «μάθαινε» μια στατιστική σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών εισόδου (διατροφικά πρότυπα) και της ετικέτας εξόδου (μεταβολικό σύνδρομο). Η εποπτευόμενη μάθηση απαιτεί συνήθως λιγότερα δεδομένα σε σύγκριση με την μάθηση χωρίς επίβλεψη λόγω της χρήσης ετικετών. Σε μάθηση χωρίς επίβλεψη, δεν παρέχονται ετικέτες εξόδου. Επομένως, αυτά τα μοντέλα δεν βασίζονται στα αποτελέσματα. Σε αντίθεση, ο

στόχος είναι η εύρεση μοτίβων ή να «μάθουμε» μοτίβα μέσα από τα δεδομένα της εισόδου. Η μάθηση χωρίς επίβλεψη μπορεί να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες στο κλινικό περιβάλλον, αλλά πρέπει να επικυρώνεται προσεκτικά (17).

Οποιαδήποτε διαδικασία βελτιστοποίησης χρειάζεται απαραίτητα μια συνάρτηση στόχου. Αυτοί οι στόχοι θα μπορούσαν να περιέχουν απώλεια βάρους, διατήρηση της τρέχουσας κατάστασης υγείας, μείωση της αρτηριακής πίεσης, προφύλαξη από ασθένειες που σχετίζονται με τη διατροφή (όπως προδιαβητικές καταστάσεις, υψηλή αρτηριακή πίεση, δυσλιπιδαιμία κλπ) και βελτίωση της φυσικής κατάστασης . Οι Hernandez-Ocada εφάρμοσαν μια σειρά τεσσάρων αντικειμενικών συναρτήσεων με βάση τις οδηγίες που έδωσε ο διατροφολόγος Pedro Escudero .Αυτές αφορούν την ποιότητα, που θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ενεργειακές ανάγκες του σώματος ,την ισορροπία μεταξύ των ομάδων τροφίμων ,την αρμονία που εξετάζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των προσλαμβανόμενων θρεπτικών ουσιών και την επάρκεια που λαμβάνει υπόψη τις διατροφικές, κοινωνικές και ψυχολογικές ανάγκες του ανάλογου χρήστη (18).Εναλλακτικά μέσω της τεχνολογίας της MM έχει ύπαρξη η πρόθεση της δημιουργία ενός εικονικού AI ατομικού διαιτολόγου . Η σκέψη του εικονικού διαιτολόγου υπάρχει εδώ και περίπου μια δεκαετία, αν και το μεγαλύτερο μέρος έχει εστιαστεί στο να δημιουργηθεί ένας συνδυασμός εφαρμογών διαχείρισης δίαιτας ή ένας συνδυασμός εφαρμογών παρακολούθησης δίαιτας με επαγγελματικές συμβουλές και υποστήριξη. Είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί η διάκριση μεταξύ πολλών υπηρεσιών που έχουν διαφημιστεί ως εικονικές υπηρεσίες διαιτολόγου που είναι στην πραγματικότητα υπηρεσίες τηλεδιαιτολόγου (που περιλαμβάνουν εγγεγραμμένο διαιτολόγο με απομακρυσμένη παρακολούθηση και διαδικτυακή συμβουλευτική) και μια πραγματικά αυτοματοποιημένη εφαρμογή που είναι δρα καθαρά με την χρήση της τεχνολογίας του AI . Ένα τέτοιο σύστημα θα χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό φορητών αισθητήρων παρόμοιο με αυτό που περιγράφηκε προηγουμένως στην παράγραφο το με την χρήση των smartphones, αυτοματοποιημένη παρακολούθηση δίαιτας/πρόσληψης τροφής, παρακολούθηση δραστηριότητας και εισροές από έξυπνες ζυγαριές για την παροχή συνεχών διατροφικών συστάσεων σε συχνή βάση επιλογής από τον χρήστη. Αλλά και παροχή αυτόκλητων προειδοποιήσεων εάν εντοπιστεί κίνδυνος από το σύστημα (π.χ. τροφική αλλεργία ή ασυμβατότητα με φάρμακα), πιθανώς μέσω smartphone(18).Η MM αποτελεί νέο όπλο στην κλινική διατροφή. Χρησιμοποιώντας μια ολοκληρωμένη

προσέγγιση MM, μπορεί να επιτευχθεί ένας πιο εκτενής έλεγχος που μπορεί να επιφέρει καλύτερα και πιο άμεσα αποτελέσματα. Σε μια πολύ αρχική επίδειξη της χρήσης της μηχανικής μάθησης για εξατομικευμένη διατροφή, Ισραηλινοί ερευνητές μάζεψαν στοιχεία μιας εβδομάδας σχετικά με τη διατροφή, την ανθρωπομετρία, τις παραμέτρους του αίματος (π.χ. γλυκόζη αίματος, αιμοσφαιρίνη A1c, χοληστερόλη), τον τρόπο ζωής (π.χ. σωματική δραστηριότητα, ύπνο) και τη μικροχλωρίδα που υπάρχει στο έντερο από μια ομάδα 900 υγιών ατόμων. Κατά την εφαρμογή της έρευνας πραγματοποιήθηκε μια σειρά «καταμέτρησης υδατανθράκων» για την μερική εκτίμηση της μεταγευματικής γλυκαιμικής απόκρισης (PPGR), όπως αποδείχτηκε η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες ενός γεύματος και της PPGR ήταν στατιστικά σημαντική αλλά μέτρια ($R = 0,38$). Ωστόσο, το μοντέλο μηχανικής μάθησης που έλαβε υπόψη τα δεδομένα για τους συμμετέχοντες ήταν πιο αποτελεσματικό στην πρόβλεψη της PPGR και στην εκπαίδευση ($n = 800$, $R = 0,68$) και επικύρωση ($n = 100$; $R = 0,70$) κοόρτες. Με σκοπό να αποδείξουν τη χρήση της πρόβλεψης PPGR για διατροφικές παρεμβάσεις, οι ερευνητές διεξήγαγαν μια δοκιμή σε 26 υγιείς εθελοντές που πήραν αρχικά οδηγίες για μια δίαιτα οργανωμένη από διαιτολόγο που βασίστηκε στις διατροφικές προτιμήσεις και περιορισμούς του κάθε ενός ξεχωριστά. Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν για άλλη μια εβδομάδα σε προφίλ διαίτας, αίματος και δραστηριότητας ενώ βρίσκονταν σε προσαρμοσμένες δίαιτες, όπως και οι αρχικοί 900 συμμετέχοντες. Στη συνέχεια, οι 26 συμμετέχοντες χωριστήκαν τυχαία είτε στο «σκέλος πρόβλεψης» ή στο «σκέλος των ειδικών». Στο προηγούμενο σκέλος, ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό μιας «καλής» διαίτας που αποτελείται από χαμηλής προβλεπόμενης PPGR και μιας «κακής» διαίτας που αποτελείται από υψηλής προβλεπόμενης PPGR ειδικά για το άτομο. Στο τελευταίο σκέλος, οι κλινικοί ειδικοί δημιούργησαν τις «καλές» και «κακές» δίαιτες με βάση την προηγούμενη γνώση των τροφίμων με βάση το υψηλό γλυκαιμικό φορτίο. Οι συμμετέχοντες θα καταλάωναν τόσο «καλές» και «κακές» δίαιτες σε ανεξάρτητες εβδομάδες. Για το σκέλος της εκτίμησης το 83% (10/12) των συμμετεχόντων είχε σημαντικά μεγαλύτερο PPGR όταν κατανάλωνε την «κακή» δίαιτα από την «καλή». Για την πλευρά των ειδικών, ανάλογες τάσεις παρατηρήθηκαν στο 57% (8/14) των συμμετεχόντων. Αυτή η τεχνολογία από τότε έχει κυκλοφορήσει στο εμπόριο ως εφαρμογή Day Two για κινητά (19). Μια άλλη εφαρμογή εξελιγμένων μεθόδων MM δημιούργησε προγνωστικές γνώσεις για 10.000 εικονικούς ασθενείς που πάσχουν από

την νόσο του Crohn . Οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στις ανοσολογικές παραμέτρους οδηγούν μέσω της ανταπόκρισης της θεραπείας και μέσω της γνώσης που βασίστηκε στις πειραματικές ανοσολογικές γνώσεις στη δημιουργία ενός προηγμένου μοντέλου MM. Οι Leber et al δημιούργησε έναν αγωγό υπολογιστικής μοντελοποίησης για να κάνει χρήση προκλινικών δεδομένων με σκοπό να δοκιμάσει και να προβλέψει την αποτελεσματικότητα των ήδηπαρκτών και νέων θεραπειών απέναντι στη λοίμωξη από *Clostridium difficile* και να κάνει προβλέψεις σχετικά με τα κλινικά αποτελέσματα. Ο υπολογιστικός αγωγός περιείχε μηχανιστικά συνηθισμένα μοντέλα βασισμένα σε διαφορικές εξισώσεις με στοχαστικές προσομοιώσεις και ένα σύνολο προηγμένων μεθόδων ML. Οι Leber et al. δημιούργησαν αντίγραφα μέσω της στοχαστικής προσομοίωσης του μοντέλου που είναι κοντινά σε εικονικούς ασθενείς από πληθυσμούς σπόρων πραγματικών ασθενών. Αυτή η προσέγγιση έκανε πολύ πιο εύκολη την πλήρη κάλυψη του χώρου των παραμέτρων και της απόκρισης σε σχέση με τις απαντήσεις που προέκυψαν από τον υπολογισμό του μέσου όρου των δεδομένων.Ο αγωγός μοντελοποίησης εξέτασε τα δεδομένα της δοσολογίας και προέβλεψε θεραπείες η σε συνδυασμό θεραπειών.

Σε άλλη μελέτη που έγινε από τους Mathias et al. πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο τα υγιή παιδιά 9-13 ετών της Βραζιλίας επηρεάστηκαν ατομικά από μια παρέμβαση συμπληρωμάτων με πολλά μικροθρεπτικά συστατικά . Οι Mathias et al. συμπεριέλαβε επίσης ότι όλα τα άτομα ήταν γενετικά και περιβαλλοντικά μοναδικά και χρησιμοποίησε μια συνολική προσέγγιση όπου τα συνολικά δεδομένα από όλα τα άτομα αναλύθηκαν μαζί με τις αναλύσεις συγκεκριμένων απαντήσεων χρησιμοποιώντας μια παραλλαγή του σχεδιασμού n-of-1 δοκιμής . Το n-of-1 δημιουργήθηκε έτσι ώστε κάθε άνθρωπος που συμμετέχει να έχει τον δικό του έλεγχο λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβλητότητά του μεταξύ των ατόμων. Οι Mathias et al. αξιολόγησαν το κατά πόσον είναι επιτυχείς αυτές οι διατροφικές παρεμβάσεις συγκρίνοντας τις αλλαγές στην ωμική και τις κλινικές μεταβλητές που πρόεκυψαν κατά την έναρξη, μετά από ένα χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων μετά την παρέμβαση και εν συνεχεία ακολουθούμενη από μια περίοδο έκπλυσης 6 εβδομάδων έκαναν χρήση ενός μοντέλου ελαστικής καθαρής παλινδρόμησης και αξιολόγησαν εάν οι μεταβλητές όπως η βασική κλινική βιοχημεία ή τα επίπεδα βιταμινών στο αίμα και οι διατροφικές προσλήψεις θα

μπορούσαν να εξηγήσουν τη διακύμανση ως απάντηση στην παρέμβαση σε κάθε κλινικό τελικό σημείο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα πολυμικροθρεπτικά συστατικά επηρέαζαν τη φυσιολογία των συστημάτων που σχετίζονται με το μεταβολισμό. Αυτό το αποτέλεσμα βασίστηκε στην ανταπόκριση της ολικής χοληστερόλης, της LDL-χοληστερόλης, του μέσου σωματικού όγκου και των κυκλοφορούντων επιπέδων εννέα μεταβολιτών βιταμινών στην παρέμβαση των 6 εβδομάδων σε διάρκεια 2 διαδοχικών ετών. Έτσι, αυτές οι μελέτες έδειξαν ότι η αρχιτεκτονική MM σε συνδυασμό με τα κλινικά δεδομένα μεγάλης κλίμακας είναι ικανή να θέτει σαν δεδομένο τη μεταβλητότητα μεταξύ ενός ατόμου σε μια καθορισμένη δίαιτα με αποτέλεσμα θα μπορούσε να βοηθήσει στην απομάκρυνση από την τυποποιημένη προσέγγιση παροχής γενικών συστάσεων σχετικά με τη διατροφή.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η εξατομικευμένη διατροφή που βασίζεται σε σοβαρές επιστημονικές και εμπειριστατωμένες μελέτες που κάνουν χρήση κατά κύριο λόγο του φαινότυπου και του γονότυπου, μπορούν να αποτελέσουν τον ακρογωνιαίο λίθο στην προσπάθεια καλύτερευσης της ζωής τόσο των ασθενών όσο και των απλών ανθρώπων που θέλουν να επωφεληθούν και να έχουν μια πιο υγιή ζωή ,πάντα βεβαία σεβόμενη την ατομικότητα και τα προσωπικά δεδομένα του κάθε ατόμου που πράττει αυτή την διατροφή. Τέλος το μέλλον δείχνει ότι μέσω της εξέλιξης της τεχνολογίας και την ανάπτυξη των λογισμικών η εξατομικευμένη διατροφή θα γίνει ακόμα πιο αξιόπιστη και ακριβείς βοηθώντας τους επιστήμονες και κύριος τους διατροφολόγους να λαμβάνουν καλύτερες και πιο ουσιαστικές αποφάσεις για το κάθε άτομο ξεχωριστά με την χρήση πιοδιαδραστικών και προσιτών ως προς αυτών μέσων με σκοπό την καλύτερη ποιότητα της ζωής τους.

Βιβλιογραφία

1)Nisha Chaudhary,a Vinod Kumar,b Punesh Sangwan,c Naveen Chandra Pant,d Abhishake Saxena,e Shourabh Joshi,f and Ajar Nath Yadav (2020)National library of medicine/ Personalized Nutrition and Omics /Παράγραφος 3.36.2Concept and importance

2)marie palmnas (2019) *Advances in Nutrition*, Volume 11, Issue 3, , definitions and strategies for personalized nutrition

(3) Wikipedia search διαβητης

(4)Michal Rein ,Orly Ben-Yacov ,Anastasia Godneva ,Smadar Shilo ,Niv Zmora ,ΝτιμίτριΚολομπκόφ ,Noa Cohen-Dolev ,Bat-Chen Wolf ,Noa Kosower ,Maya Lotan-Pompan ,Adina Weinberger ,ΖαμίρΧάλπερν ,Shira Zelber-Sagi ,ΈρανΕλίναβ&ΈρανΣίγκαλ (2022) Effects of personalized diets by prediction of glycemic responses on glycemic control and metabolic health in newly diagnosed T2DM: a randomized dietary intervention pilot trial

(5)Victoria Lu, Jiandi Zhang & Guoxun Chen (2022)Can nutrition interventions tackle the global insulin affordability via improving diabetes management and reducing insulin demand?

(6) Marion J.FranzMS, RDMargaret A.PowersPhD, RDCarolynLeontosMS, RDLea AnnHolzmeisterRDKarmeenKulkarniMS,RDArleneMonkRDNaomiWedelMS, RDEricaGradwellMS, RD (2010) The Evidence for Medical Nutrition Therapy for Type 1 and Type 2 Diabetes in Adults/Journal of the American Dietetic Association Pages 1852-1889

(7)Dennis T Villareal, Caroline M Apovian, Robert F Kushner, Samuel Klein (2005) Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society

(8) Augusto G Zapico ,Pedro J Benito ,Marcela González-Gross ,Ana B Peinado ,Esther Morencos ,ΜπλάνκαΡομέρο ,Miguel A Rojo-Tirado ,Rocio Cupeiro ,Barbara Szendrei ,ΧαβιέΜπουτραγκένιο ,Maite Bermejo ,María Alvarez-Sánchez ,ΜιγκέλΓκαρθία-Φουέντες ,ΚάρμενΓκόμεζ-Καντέλα ,Laura M Bermejo ,Ceila

Fernandez-Fernandez & Francisco J Calderón (2012) Nutrition and physical activity programs for obesity treatment (PRONAF study): methodological approach of the project

(9) Lu Qi (2014) Personalized nutrition and obesity

(10) : Giacomo Biasucci Elvira Verduci (2021) Personalized Nutrition Approach in Pregnancy and Early Life to Tackle Childhood and Adult Non-Communicable Diseases

(11) Nanci S. Guest, Justine Horne, Shelley M. Vanderhout and Ahmed El-Sohemy (2019) Sport Nutrigenomics: Personalized Nutrition for Athletic Performance

(12) Adamasco Cupisti Pei-Chin Lin ORCID, Chu-Lin Chou Shih-Hsiang Ou, Te-Chao Fang, *ORCID and Jin-Shuen Chen (2021) Systematic Review of Nutrition Supplements in Chronic Kidney Diseases: A GRADE Approach

(13) Behm, Victoria A Yunez Corinne L. Bush Jeffrey B. Blumberg Αχμέντ Ελ-Σοχέμ Deanna M. Minichóse M. Ordovás Reed, Dana G (2019) Toward the Definition of Personalized Nutrition: A Proposal by The American Nutrition Association

(14) M. Michel A. Burbidge (2019) Nutrition in the digital age - How digital tools can help to solve the personalized nutrition conundrum

(15) Johannes Brug και Marci Campbell b Patricia van Assema (1999) The application and impact of computer-generated personalized nutrition education: A review of the literature

(16) Niv Zmora Eran Elinav (2021) Harnessing SmartPhones to Personalize Nutrition in a Time of Global Pandemic

(17) Shinn, Leila M. MS, RDN, FAND; Holscher, Hannah D. PhD, RD (2021) Personalized Nutrition and Multiomics Analyses A Guide for Nutritionists

(18) Mike Boland Fakhrol Alam John Bronlund (2019) Trends in Personalized Nutrition Chapter 8 - Modern Technologies for Personalized Nutrition

- (19) Berkeley N. Limketkai ,Kasuen Mauldin ,Natalie Manitius ,Laleh Jalilian &Bradley R. Salonen (2021)The Age of Artificial Intelligence: Use of Digital Technology in Clinical Nutrition
- (20) Michael J. Gibney Marianne C. Walsh (2013) The future direction of personalised nutrition: my diet, my phenotype, my genes
- (21)Katherine M. Livingstone Ομάδα Ράμος-Λόπεζ Louis Pérusse Hisanori Kato dJose M. Ordovas h. Alfredo Martínez (2022)Trends in Food Science & Technology chapter Reprint of: Precision nutrition: A review of current approaches and future endeavors
- (22)Meghna Verma, Raquel Hontecillas, Nuria Tubau-Juni, Vida Abedi and Josep Bassaganya-Riera (2018)Challenges in Personalized Nutrition and Health
- (23) Ulf Görman ,John C. Mathers ,Keith A. Grimaldi ,Jennie Ahlgren &Karin Nordström(2013)Do we know enough? A scientific and ethical analysis of the basis for genetic-based personalized nutrition
- (24)Jennie Ahlgren ,Αντερς Νόρντγκρεν ,Maud Perrudin ,Amber Ronteltap ,Jean Savigny ,Hans van Trijp ,Karin Nordström &Ulf Görman (2013)Consumers on the Internet: ethical and legal aspects of commercialization of personalized nutrition
- (25)Ulf Görman (2007) Some ethical issues raised by personalized nutrition
- (26)Karin Nordström, Niklas Juth, Sofia Kjellström, Franck L. B. Meijboom & Ulf Görman (2013)Values at stake: autonomy, responsibility, and trustworthiness in relation to genetic testing and personalized nutrition advice
- (27) Karin Nordström, Christian Coff, Håkan Jönsson, Lennart Nordenfelt & Ulf Görman (2013)Food and health: individual, cultural, or scientific matters?
- (28)David Castle, Cheryl Cline, Abdallah Daar," Charoula Tsamis, and Peter A SingerNutritional Genomics: Discovering the Path to Personalized Nutrition
ETHICAL ISSUES IN NUTRITIONAL GENOMICS
- (29)Abdo Hassoun, Janna Crobotova, Monica Trif, Alexandru Vasile Rus, Otilia Bobiş Gulzar Ahmad Nayik ,Yash D. Jagdale, Farhan Saeed, Muhammad Afzaal, Parisa Mostashari, Amin Mousavi Khaneghah and Joe M. Regenstein

(2022) Consumer acceptance of new food trends resulting from the fourth industrial revolution technologies: A narrative review of literature and future perspectives

(30) Ulla A. Saariab, Cornelius Herstatt, Rajnish Tiwari, Ozgur Dedehayir, Saku J. Mäkinen (2021) The vegan trend and the microfoundations of institutional change: A commentary on food producers' sustainable innovation journeys in Europe

(31) Shahida Anusha Siddiqui *ORCID, Oscar Zannou ORCID, Ikawati Karim, Kasmia, Nour M. H. Awad ORCID, Janusz Gołaszewski ORCID, Volker Heinz and Sergiy Smetana (2022) Avoiding Food Neophobia and Increasing Consumer Acceptance of New Food Trends—A Decade of Research

(32) Tae-Kyung Kim, Hae In Yong, Young-Boong Kim, Hyun-Wook Kim, and Yun-Sang Choi, (2019) Consumer acceptance of new food trends resulting from the fourth industrial revolution technologies: A narrative review of literature and future perspectives

(33) Pamela K. Shiao, ORCID, James Grayson, Amanda Lie, and Chong Ho Yu (2018) Personalized Nutrition—Genes, Diet, and Related Interactive Parameters as Predictors of Cancer in Multiethnic Colorectal Cancer Families

(34) Nanci S. Guest^{1,2}, Justine Horne³, Shelley M. Vanderhout^{1,2} and Ahmed El-Soheby (2018) Sport Nutrigenomics: Personalized Nutrition for Athletic Performance

(35) Katherine M. Livingstone, Omar Ramos-Lopez, Louis Pérusse, G. Hisanori Katod, Jose M. Ordovas, J. Alfredo Martínez, Jif (2022) Precision nutrition: A review of current approaches and future endeavors

(36) Hans-Georg Joost, Michael J. Gibney, Kevin D. Cashman, Ulf Görman, John E. Hesketh, Michael Mueller, Ben van Ommen, Christine M. Williams and John C. Mathers (2007) Personalised nutrition: status and perspectives

(37) Juan De Toro-Martín, Benoit J. Arsenault, Jean-Pierre Després, και Μαρί-Κλοντ (2017) Precision Nutrition: A Review of Personalized Nutrition Approaches for the Prevention and Management of Metabolic Syndrome

(38) Jose M Ordovas, Lynnette R Ferguson, E Shyong Tai, John C Mathers, (2018) Personalised nutrition and health

(39)AndreaGalimberti,MaurizioCasiraghi,IlariaBruni,Lorenzo Guzzetti,Pierluigi Cortis,Nadia Maria Berterame,MassimoLabra (2019) From DNA barcoding to personalized nutrition: the evolution of food traceability

Βιβλιογραφία εικόνων

Εικόνα 1 Eurostat statistics explained /Overweight and obesity - BMI statistics
[/https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight_and_obesity_-_BMI_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight_and_obesity_-_BMI_statistics)

Εικόνα 2 The application and impact of computer-generated personalized nutrition education: A review of the literature/

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0738399198001311>

Εικόνα 3 Harnessing SmartPhones to Personalize Nutrition in a Time of Global Pandemic/<https://www.mdpi.com/2072-6643/13/2/422>

Εικόνα 4 Trends in Personalized Nutrition Chapter 8 - Modern Technologies for Personalized Nutrition

[/https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=hfGZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Trends+in+Personalized+Nutrition+Chapter+8+-+Modern+Technologies+for+Personalized+Nutrition&ots=A3aOtOy3-H&sig=-kvrRwApnlju6xmcMYfu3hlkcxw&redir_esc=y#v=onepage&q=Trends%20in%20Personalized%20Nutrition%20Chapter%208%20-%20Modern%20Technologies%20for%20Personalized%20Nutrition&f=false](https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=hfGZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Trends+in+Personalized+Nutrition+Chapter+8+-+Modern+Technologies+for+Personalized+Nutrition&ots=A3aOtOy3-H&sig=-kvrRwApnlju6xmcMYfu3hlkcxw&redir_esc=y#v=onepage&q=Trends%20in%20Personalized%20Nutrition%20Chapter%208%20-%20Modern%20Technologies%20for%20Personalized%20Nutrition&f=false)

Εικόνα 5 Precision Nutrition: A Review of Personalized Nutrition Approaches for the Prevention and Management of Metabolic Syndrome

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5579706/>

