



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**Βιοστατιστική**

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Ιατρική Σχολή - Τμήμα Μαθηματικών

## **ΠΜΣ ΒΙΟΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ**

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**

**ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΤΡΑΤΟΥ ΜΑΡΙΑ-ANNA**

Εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης των συμμετεχόντων στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ με βάση τα ερωτηματολόγια 24ωρων ανακλήσεων και προκαταρκτική εφαρμογή στην έρευνα συσχετίσεων με εκβάσεις στον τομέα της υγείας

ΑΘΗΝΑ, 2021

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη

## **ΒΙΟΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ**

που απονέμει η Ιατρική Σχολή και το Τμήμα Μαθηματικών του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τριμελής επιτροπή:

Κλέα Κατσουγιάννη, Καθηγήτρια, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Αντωνία Τριχοπούλου, Πρόεδρος Ελληνικού Ιδρύματος Υγείας, Ομότιμη Καθηγήτρια, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Κωνσταντίνα Δημακοπούλου, Ακαδημαϊκή Υπότροφος, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

## **Ευχαριστίες**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Ελληνικό Ίδρυμα Υγείας (ΕΙΥ) και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αυτά του προγράμματος ΥΔΡΙΑ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της επιτροπής: την επιβλέπουσα Καθηγήτρια Ιατρικής Σχολής Αθηνών κυρία Κλέα Κατσουγιάννη, την Πρόεδρο του ΕΙΥ και Ομότιμη Καθηγήτρια Ιατρικής Σχολής Αθηνών κυρία Αντωνία Τριχοπούλου και την Ακαδημαϊκή Υπότροφο Ιατρικής Σχολής Αθηνών κυρία Κωνσταντίνα Δημακοπούλου για την άψογη συνεργασία, τις γνώσεις και τις συμβουλές που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης θερμά την υποψήφια διδάκτορα του Πανεπιστημίου του Μιλάνου και συνεργάτη του ΕΙΥ κυρία Γεωργία Μαρτιμιανάκη, για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και άριστη συνεννόηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια διεξαγωγής της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη διατροφολόγο και συνεργάτη του ΕΙΥ κυρία Ελένη Πέττπα για τη βοήθεια και την υποστήριξη που μου παρείχε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

## Πίνακας περιεχομένων

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	7
1.1 Σχέση διατροφής και υγείας .....	7
1.1.1 Σχέση διατροφής με αρτηριακή πίεση και υπέρταση .....	7
1.2 Διατροφικές μελέτες της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια Τροφίμων (EFSA) .....	11
1.3 Πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....	14
Μέθοδοι μέτρησης διατροφικής πρόσληψης.....	14
2.1 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις .....	14
2.2 Ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων .....	16
2.3 Ερωτηματολόγια τάσεων κατανάλωσης τροφίμων.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	19
Σφάλματα μέτρησης.....	19
3.1 Συστηματικό σφάλμα .....	19
3.2 Τυχαίο σφάλμα .....	20
3.3 Σφάλματα στη διατροφική πρόσληψη .....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....	24
Επαναληψιμότητα των μεθόδων μέτρησης διατροφικής πρόσληψης .....	24
4.1 Ενδοατομική μεταβλητότητα .....	25
4.2 Διατομική μεταβλητότητα .....	26
4.3 Προσδιορισμός ενδοατομικής και διατομικής μεταβλητότητας .....	26
4.4 Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις 24ωρων ανακλήσεων .....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> .....	30
Μέθοδος NCI .....	30
5.1 Εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης .....	30
5.2 Συσχέτιση διατροφής και δεικτών υγείας.....	32
5.3 Μοντέλο .....	34
5.3.1 Μοντέλο για εποχικά καταναλισκόμενο τρόφιμο .....	35
5.3.2 Μοντέλο για καθημερινά καταναλισκόμενο τρόφιμο .....	37

5.3.3 Εφαρμογή μοντέλου και εκτίμηση εκατοστημορίων .....	37
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> .....	39
Σκοπός.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 <sup>ο</sup> .....	41
7.1 Μέθοδοι δειγματοληψίας του ΥΔΡΙΑ .....	41
7.2 Συλλογή δεδομένων και μετρήσεις.....	41
7.3 Μηδενικές προσλήψεις .....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 <sup>ο</sup> .....	46
Μεθοδολογία.....	46
8.1 Εφαρμογή αδρής μεθόδου .....	46
8.2 Εφαρμογή της μεθόδου του NCI .....	47
8.2.1 Προσαρμογή στατιστικού μοντέλου.....	48
8.2.2 Εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης πληθυσμού.....	50
8.2.3 Συσχετίσεις με εκβάσεις στον τομέα της υγείας.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 <sup>ο</sup> .....	51
Αποτελέσματα.....	51
9.1 Αποτελέσματα αδρής μεθόδου .....	51
9.1.1 Αδρή εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης .....	52
9.1.2 Μοντέλα παλινδρόμησης αδρής μεθόδου .....	56
9.2 Αποτελέσματα μεθόδου του NCI.....	60
9.2.1 Μοντέλα του NCI.....	60
9.2.2 Εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης με βάση τη μέθοδο του NCI και σύγκριση με την αδρή μέθοδο .....	69
9.2.3 Συσχετίσεις με βάση την επέκταση της μεθόδου του NCI και σύγκριση με την αδρή μέθοδο .....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 <sup>ο</sup> .....	76
Συζήτηση .....	76
10.1 Σύγκριση δύο μεθόδων ως προς τις κατανομές συνήθους πρόσληψης.....	78
10.2 Σύγκριση δύο μεθόδων ως προς τις συσχετίσεις με εκβάσεις υγείας.....	79

Παράρτημα .....	81
Περίληψη .....	86
Abstract.....	88
Βιβλιογραφία.....	90

# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1.1 Σχέση διατροφής και υγείας

Η διατροφή κατέχει εξέχουσα θέση στην ζωή των ανθρώπων και γι' αυτό έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες μελέτες για το θέμα αυτό. Η επιστημονική έρευνα έχει δείξει ότι η διατροφή συνδέεται άρρηκτα με την υγεία, καθώς πολλά από τα σοβαρότερα νοσήματα σχετίζονται με τις διατροφικές συνήθειες των ατόμων (Trichopoulos, 2000). Η διατροφή έρχεται στο προσκήνιο ως ένας σημαντικός τροποποιητικός και καθοριστικός παράγοντας των χρόνιων νοσημάτων, με επιστημονικά στοιχεία που υποστηρίζουν όλο και περισσότερο την άποψη ότι οι αλλαγές στη διατροφή έχουν σημαντικές επιδράσεις, τόσο θετικές όσο και αρνητικές, στην υγεία καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής των ανθρώπων. Το πιο καίριο είναι ότι οι διατροφικές συνήθειες όχι μόνο επηρεάζουν αρνητικά την υγεία, αλλά μπορούν να συμβάλλουν ευεργετικά στην πρόληψη χρόνιων νοσημάτων, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, διάφορες μορφές καρκίνου, υπέρταση, σακχαρώδης διαβήτης, νοσογόνο παχυσαρκία και διάφορα άλλα νοσήματα (Qi, 2014), (Casas et al., 2018), (Sami et al., 2017). Ο ρόλος ορισμένων διατροφικών προτύπων είναι επιβαρυντικός, ενώ άλλων προστατευτικός.

#### 1.1.1 Σχέση διατροφής με αρτηριακή πίεση και υπέρταση

Αρτηριακή πίεση είναι η πίεση που ασκεί το αίμα στο τοίχωμα των αρτηριών, καθώς ρέει μέσα σε αυτές και εκφράζεται με δύο αριθμούς, τη συστολική και τη διαστολική πίεση. Η συστολική πίεση είναι η πίεση που ασκεί το αίμα στο τοίχωμα των αρτηριών, καθώς η καρδιά συστέλλεται και προωθεί το αίμα στα αιμοφόρα αγγεία, ενώ η διαστολική πίεση είναι εκείνη που ασκεί το αίμα στα τοιχώματα των αρτηριών όταν η καρδιά διαστέλλεται. Οι μονάδες μέτρησης της πίεσης είναι τα χιλιοστά της στήλης υδραργύρου (mm Hg). Όταν η τιμή της αρτηριακής πίεσης ενός ατόμου είναι άνω των 140 mm Hg για τη συστολική ή άνω των 90 mm Hg για τη διαστολική, η κατάσταση θεωρείται υπερτασική (Opamil et al., 2018).

Για τη συσχέτιση της αρτηριακής πίεσης (διαστολικής / συστολικής) και της υπέρτασης με τις διάφορες ομάδες τροφίμων έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες. Άλλοτε διερευνάται η συνολική επίδραση των διαφορετικών θρεπτικών συστατικών μιας διατροφής ή διατροφικών προτύπων σε διάφορες ασθένειες και άλλοτε η μεμονωμένη επίδραση κάθε ομάδας τροφίμων. Παρακάτω θα αναφερθούμε στις συσχετίσεις ορισμένων συστατικών και ομάδων τροφίμων, που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής, με την αρτηριακή πίεση και κατ' επέκταση με την υπέρταση.

Σύμφωνα με τη μελέτη EPIC, έχει τεκμηριωθεί ότι η προσήλωση στη Μεσογειακή διατροφή σχετίζεται αντιστρόφως με την αρτηριακή πίεση, παρόλο που ένα συστατικό του σκορ της Μεσογειακής διατροφής, η πρόσληψη δημητριακών, σχετίζεται θετικά με την αρτηριακή πίεση. Στην ίδια μελέτη υποστηρίζεται επίσης ότι η πρόσληψη ελαιόλαδου σχετίζεται αντιστρόφως με τη συστολική και τη διαστολική αρτηριακή πίεση (Psaltopoulou et al., 2004).

Το συστατικό του οποίου η πρόσληψη έχει συσχετιστεί περισσότερο με την αρτηριακή πίεση είναι το αλάτι. Επιδημιολογικές και γενετικές μελέτες παρέχουν πολύ ισχυρές ενδείξεις για αιτιώδη σχέση μεταξύ της υψηλής πρόσληψης αλατιού και της υψηλής αρτηριακής πίεσης. Έτσι, η χρόνια έκθεση σε διατροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι φαίνεται να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που εμπλέκεται στην εμφάνιση υπέρτασης και καρδιαγγειακών νοσημάτων (Meneton et al., 2005). Στη μελέτη των Rust και Ekmekcioglu (2017) αναφέρεται πως η τρέχουσα εκτιμώμενη πρόσληψη αλατιού διατροφής είναι περίπου 9-12 γραμμάρια την ημέρα στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Σύμφωνα με πρόσφατα αποτελέσματα της έρευνας, μια μέτρια μείωση της ημερήσιας πρόσληψης αλατιού από την τρέχουσα πρόσληψη σε 5-6 γραμμάρια μπορεί να μειώσει τα ποσοστά νοσηρότητας από υπέρταση. Ταυτόχρονα με τη μείωση του αλατιού, η πρόσληψη καλίου με υψηλότερη πρόσληψη φρούτων και λαχανικών πρέπει να υιοθετηθεί, καθώς αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι μια διατροφή πλούσια σε κάλιο μπορεί να μειώσει την αρτηριακή πίεση, ειδικά σε υπερτασικά άτομα (Rust & Ekmekcioglu, 2017).



Ο εξαιρετικός ρόλος των φρούτων και των λαχανικών στην υγεία είναι γνωστός. Πιο συγκεκριμένα, οι επιδράσεις των χυμών από φρούτα και λαχανικά στις καρδιαγγειακές παθήσεις μελετήθηκαν ευρέως. Ένας μεγάλος αριθμός μελετών υποστήριξε την άποψη ότι η κατανάλωση χυμού θα μπορούσε να αποτρέψει την αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Οι επιδράσεις των χυμών σχετίζονται με συστατικά, όπως πολυφαινόλες και βιταμίνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ορισμένοι χυμοί θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως πιθανά συμπληρώματα για την καρδιαγγειακή προστασία, ειδικότερα μείγμα χυμών που περιέχουν μια ποικιλία φρούτων και λαχανικών με πολυφαινόλες, βιταμίνες και μέταλλα (Zheng et al., 2017).

Η μελέτη των Rosário et al. (2018) έδειξε πως η πρόσληψη φρούτων από υγιείς εφήβους μπορεί ήδη να έχει επίδραση στην αρτηριακή πίεση. Συγκεκριμένα, τα κορίτσια που κατανάλωναν περισσότερα φρούτα εμφάνισαν χαμηλότερα επίπεδα διαστολικής αρτηριακής πίεσης (Rosário et al., 2018). Σύμφωνα με την ανασκόπηση των Collese et al., το ένα τρίτο των έντεκα μελετών που συμπεριλήφθηκαν σε αυτήν έδειξε σημαντικές αντίστροφες συσχετίσεις πρόσληψης φρούτων και λαχανικών με τη συστολική αρτηριακή πίεση (Collese et al., 2017). Στην ανασκόπηση των Tang et al. αναφέρεται ότι τα αποτελέσματα πολλών επιδημιολογικών μελετών υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η κατανάλωση λαχανικών έχει αντίστροφη συσχέτιση με τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου. Στην καρδιοπροστατευτική επίδραση των λαχανικών περιλαμβάνεται η μείωση της αρτηριακής πίεσης (Tang et al., 2017). Σύμφωνα με μια μεσογειακή μελέτη κοορτής, οι συμμετέχοντες στο υψηλότερο πεμπτημόριο πρόσληψης πρωτεϊνών από λαχανικά είχαν χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης υπέρτασης σε σχέση με εκείνους στο χαμηλότερο πεμπτημόριο (λόγος κινδύνου (HR = 0.5)). Συνεπώς, η διατροφική πρόσληψη πρωτεϊνών από λαχανικά συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο υπέρτασης, όταν ελήφθησαν επίσης υπ' όψιν και άλλα θρεπτικά συστατικά (Alonso et al., 2006).

Ένα συστατικό του οποίου η συσχέτιση με την αρτηριακή πίεση έχει μελετηθεί αρκετές φορές είναι το ιχθυέλαιο λόγω των ωμέγα-3 λιπαρών που περιέχει. Τα ψάρια αποτελούν μια περιστασιακά καταναλισκόμενη ομάδα τροφίμων γενικότερα, αλλά η συμβολή τους στην πρόληψη νοσημάτων είναι ιδιαίτερη

λόγω των πολυάριθμων θρεπτικών συστατικών που περιέχουν. Τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της υπερλιπιδαιμίας και της υπέρτασης (Jain et al., 2015). Σύμφωνα με τη μελέτη του Nestel, τα στοιχεία για τη μείωση της αρτηριακής πίεσης είναι ισχυρότερα για τα συμπληρώματα που παρέχουν μεμονωμένα θαλάσσια λιπαρά οξέα από ό,τι για την πρόσληψη ψαριών, καθώς τα δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ψαριών είναι λιγοστά (Nestel, 2019). Η ανασκόπηση των Tørris et al., εξέτασε την κατάσταση των γνώσεων σχετικά με τα τρέχοντα γνωστά ευεργετικά θρεπτικά συστατικά στα ψάρια (n-3 λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες, σελήνιο, ιώδιο, βιταμίνη D και ταυρίνη), και τις πιθανές συσχετίσεις τους με τους παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων (Tørris et al., 2018). Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι σε πολλές μελέτες, η κατανάλωση ψαριών μειώνει τη αρτηριακή πίεση, αλλά το εύρημα αυτό είναι αμφιλεγόμενο. Στις μελέτες παρέμβασης, η κατανάλωση άπαχου ψαριού συσχετίστηκε με μειωμένη αρτηριακή πίεση, τόσο σε καρδιακούς ασθενείς που τυχαιοποιήθηκαν σε κατανάλωση άπαχων ψαριών, λιπαρών ψαριών ή άπαχου κρέατος (control) (Erkkilä et al., 2008). Μια μελέτη διαπίστωσε αυξημένη αρτηριακή πίεση μετά την κατανάλωση άπαχου ψαριού (Ramel et al., 2009), ενώ σε μια μελέτη παρακολούθησης η κατανάλωση άπαχου ψαριού συσχετίστηκε με χαμηλότερη αρτηριακή πίεση (Tørris et al., 2017). Τέλος, η κατανάλωση λιπαρών ψαριών οδήγησε σε μείωση της αρτηριακής πίεσης σύμφωνα με δύο μελέτες (Bao et al., 1998), (Lara et al., 2007).

Η επίδραση των λιπαρών που περιέχονται στην ομάδα των γαλακτοκομικών προϊόντων στην αρτηριακή πίεση έχει επίσης μελετηθεί. Σύμφωνα με τη μελέτη του Nestel, που αναφέρθηκε και παραπάνω, τα ευρήματα σχετικά με την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, ιδίως εκείνων με χαμηλά λιπαρά, συσχετίζεται με μειωμένη αρτηριακή πίεση (Nestel, 2019). Η ανασκόπηση των Park και Cifelli αναφέρει ότι τα περισσότερα στοιχεία υποδεικνύουν ότι η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων δρα ευεργετικά στην αρτηριακή πίεση (Park & Cifelli, 2013). Η μελέτη των Wang et al. με περίπου 15 χρόνια παρακολούθησης διαπίστωσε μια αντίστροφη συσχέτιση της πρόσληψης γαλακτοκομικών προϊόντων με τη μέση μεταβολή της αρτηριακής πίεσης ανά έτος και τη μακροπρόθεσμη εμφάνιση υπέρτασης

(Wang et al., 2015). Η μετά-ανάλυση των Fontecha et al. επιβεβαίωσε ότι η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων με κανονική ή χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά δεν επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων. Συγκεκριμένα, από 17 μελέτες κοορτής, ο συγκεντρωτικός λόγος κινδύνου που εκτιμήθηκε για τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων και των καρδιαγγειακών νοσημάτων έδειξε μια στατιστικά σημαντική αρνητική σχέση με τις τιμές του σχετικού κινδύνου να είναι μικρότερες από 1 ( $RR < 1$ ) ή δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική σχέση (Fontecha et al., 2019). Το ίδιο συμπέρασμα εξάγεται και από τη μετά-ανάλυση των Soedamah-Muthu et al. (Soedamah-Muthu et al., 2012).

Τα όσπρια, παρόλο που δεν αποτελούν μια συχνά καταναλισκόμενη ομάδα τροφίμων, είναι πλούσια σε φυτικές ίνες, φυτικές πρωτεΐνες και διάφορα μικροθρεπτικά συστατικά και έχουν αναγνωριστεί για τα οφέλη τους σε ποικίλα νοσήματα. Όσον αφορά την αρτηριακή πίεση, έχει βρεθεί ότι η πρόσληψη οσπρίων μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων εξαιτίας των ευνοϊκών τους επιδράσεων στην αρτηριακή πίεση σύμφωνα με τη μετά-ανάλυση των Anderson και Major (Anderson & Major, 2002). Το εύρημα της μετά-ανάλυσης των Jayalath et al. είναι το ίδιο με αυτό της προαναφερθείσας μετά-ανάλυσης (Jayalath et al., 2014). Στη μετά-ανάλυση των Vigiouliouk et al. συμπεριλήφθηκαν επτά μελέτες κοορτής και βρέθηκε προστατευτική συσχέτιση της πρόσληψης οσπρίων με την υπέρταση ( $RR = 0,91$ ). Συνεπώς, η πρόσληψη οσπρίων σχετίζεται με μειωμένη συχνότητα εμφάνισης υπέρτασης (Vigiouliouk et al., 2019).

## **1.2 Διατροφικές μελέτες της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια Τροφίμων (EFSA)**

Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) μελετά και εκτιμά τους κινδύνους που έχουν σχέση με τα τρόφιμα. Εκδίδει επιστημονικές γνωμοδοτήσεις που αφορούν τα τρόφιμα και τη διατροφική πρόσληψη τόσο θρεπτικών συστατικών όσο και ομάδων τροφίμων. Συγκεκριμένα, προτείνει οι προσεγγίσεις αυτές να καθορίζονται λαμβάνοντας ιδίως υπ' όψιν:

- τις ποσότητες ορισμένων θρεπτικών συστατικών και άλλων ουσιών που περιέχονται στο τρόφιμο, όπως λιπίδια, κορεσμένα λιπαρά οξέα, trans-λιπαρά οξέα, σάκχαρα, αλάτι και νάτριο.
- το ρόλο και τη σημασία του τροφίμου (ή των ομάδων τροφίμων) και τη συνεισφορά του στη διατροφή του πληθυσμού γενικά ή, κατά περίπτωση, ορισμένων ομάδων κινδύνου συμπεριλαμβανομένων των παιδιών.
- τη συνολική θρεπτική σύνθεση του τροφίμου και την παρουσία θρεπτικών συστατικών που έχουν αναγνωριστεί επιστημονικά ότι επηρεάζουν την υγεία.

[efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2008.EN-119](https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2008.EN-119)

Ένα από τα κριτήρια για την επιλογή των θρεπτικών συστατικών που περιλαμβάνονται στις γνωμοδοτήσεις είναι η σχέση θρεπτικών συστατικών και υγείας ή νόσου. Πιο συγκεκριμένα, η σχέση μεταξύ θρεπτικών συστατικών και παχυσαρκίας και χρόνιων παθήσεων είναι το πιο σημαντικό κριτήριο κατά την επιλογή αξιολόγησης θρεπτικών συστατικών. Η έκθεση του World Health Organization (WHO) του 2003 για τη διατροφή και τις χρόνιες ασθένειες θα μπορούσε να θεωρηθεί ως αναφορά.

[www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/)

### **1.3 Πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ**

Το πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ πραγματοποιήθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Υγείας (Ε.Ι.Υ. - [www.hhf-greece.gr](http://www.hhf-greece.gr)) σε συνεργασία με το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων του Υπουργείου Υγείας (ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ.), το οποίο έχει μετονομαστεί πλέον σε Εθνικό Οργανισμό Δημόσιας Υγείας (Ε.Ο.Δ.Υ. - [eody.gov.gr](http://eody.gov.gr)) προκειμένου να αποτυπωθεί η κατάσταση της υγείας, οι διατροφικές επιλογές και οι συνήθειες διαβίωσης του πληθυσμού της Ελλάδας με γνώμονα τη βελτίωση των πολιτικών προαγωγής και προστασίας της Δημόσιας Υγείας. Πρόκειται για μια συγχρονική μελέτη που εξετάζει με προτυποποιημένες διαδικασίες τη σχέση της υγείας και της διατροφής του ενήλικου ελληνικού πληθυσμού διερευνώντας τη συσχέτιση διαφόρων

διατροφικών επιλογών και συνηθειών με τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα του πληθυσμού αυτού. Οι κύριοι στόχοι της μελέτης ήταν οι εξής:

- Η συλλογή υψηλής ποιότητας δεδομένων, από αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού για την υγεία, τη διατροφή και τις συνήθειες διαβίωσης, τα οποία θα είναι συγκρίσιμα σε διεθνές επίπεδο.
- Η άντληση πληροφοριών για σημαντικούς δείκτες υγείας του πληθυσμού για την ενημέρωση και τον εμπλουτισμό του Υγειονομικού Χάρτη του Υπουργείου Υγείας.
- Η αξιοποίηση των πληροφοριών για την υγεία, τη διατροφή και τη διαβίωση του πληθυσμού στη διαμόρφωση και αξιολόγηση δράσεων προστασίας και προαγωγής της Δημόσιας Υγείας.
- Η εδραίωση ενιαίου δικτύου, βασισμένου στα Κέντρα Υγείας, για τη διαχρονική συλλογή δεδομένων υγείας, διατροφής και διαβίωσης.
- Αποτύπωση της κατάστασης της υγείας του πληθυσμού μέσω της καταγραφής δεικτών υγείας κατά ηλικιακή ομάδα, φύλο και κοινωνικοοικονομική κατάσταση και υπολογισμός του επιπολασμού χρόνιων νοσημάτων ή καταστάσεων (π.χ. υπέρταση, παχυσαρκία).
- Πρόβλεψη της μελλοντικής κατάστασης της υγείας του πληθυσμού, βασισμένη σε δεδομένα που σχετίζονται με παράγοντες κινδύνου.
- Καθορισμός διαφοροποιήσεων και ανάλυση ανισοτήτων όσον αφορά την υγεία διαφόρων πληθυσμιακών ομάδων.
- Αξιολόγηση προγραμμάτων προαγωγής υγείας και στρατηγικών ελέγχου των παραγόντων κινδύνου.
- Εκτίμηση των τρεχουσών και μελλοντικών αναγκών περίθαλψης.
- Διαμόρφωση στρατηγικής για την διενέργεια επιδημιολογικών μελετών και δράσεων προαγωγής υγείας.

- Διαμόρφωση προτάσεων για την αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας, την επιτήρηση και βελτίωση της κατάστασης της υγείας του πληθυσμού, τη μείωση του κόστους περίθαλψης και την εξομάλυνση των ανισοτήτων στην υγεία του πληθυσμού της χώρας.

[www.hhf-greece.gr/%5C/hydria-nhns.gr/index.html](http://www.hhf-greece.gr/%5C/hydria-nhns.gr/index.html)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **Μέθοδοι μέτρησης διατροφικής πρόσληψης**

Η αξιολόγηση της διατροφικής πρόσληψης προϋποθέτει την καταγραφή πληροφοριών για τις διατροφικές συνήθειες ατόμων ή ομάδων και την αναγνώριση στη συνέχεια πιθανών διατροφικών εκτροπών και παραγόντων που επηρεάζουν την πρόσληψη τροφής. Η συλλογή αξιόπιστων πληροφοριών σχετικά με αυτήν και η μετέπειτα ανάλυσή τους αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία. Για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη διατροφική πρόσληψη των ατόμων και τη μέτρησή της, χρησιμοποιούνται τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι. Οι ποσοτικές μέθοδοι αφορούν μετρήσιμα χαρακτηριστικά, όπως η πρόσληψη μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών. Οι ποιοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για το σύνολο των πληροφοριών που οδηγούν στο χαρακτηρισμό μιας δίαιτας ως ισορροπημένη, επαρκή ή ανεπαρκή, πλούσια ή φτωχή σε ορισμένα τρόφιμα ή ομάδες τροφίμων. Συγκεκριμένα, οι 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις (24h recalls) αποτελούν ποσοτικά μέσα αξιολόγησης της διατροφικής πρόσληψης, ενώ τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (Food Frequency Questionnaires - FFQ) μπορεί να προσεγγίζουν την κατανάλωση με διαφορετικά μέσα αξιολόγησης.

#### **2.1 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις**

Από τις 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις (24h dietary recalls) αντλούμε πληροφορίες σχετικά με τα τρόφιμα, τα ποτά και τυχόν διατροφικά συμπληρώματα που καταναλώθηκαν μια συγκεκριμένη ημέρα. Μια 24ωρη

ανάκληση αποτελεί μια συνέντευξη κατά την οποία ο ερωτώμενος αναφέρει όλα τα τρόφιμα και τα ποτά που κατανάλωσε από τα μεσάνυχτα έως τα μεσάνυχτα της επόμενης μέρας, δίνοντας σημασία στη μέθοδο παρασκευής, στην ώρα κατανάλωσης, στην προέλευση του τροφίμου καθώς επίσης και στην ποσότητα της μερίδας που κατανάλωσε. Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει από 20 έως 60 λεπτά. Η μέθοδος αυτή στοχεύει στην καταγραφή των τροφίμων και των ποσοτήτων που πραγματικά καταναλώνονται από ένα άτομο σε συγκεκριμένες ημέρες. Διαφέρει από τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων, τα οποία βασίζονται στην αντίληψη ενός ατόμου για τη συνήθη πρόσληψη σε μια λιγότερο ακριβώς καθορισμένη χρονική περίοδο (Trichoroulou et al., 2018).

Οι 24ωρες ανακλήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διεξαγωγή συγχρονικών μελετών ώστε να εξεταστούν συσχετίσεις μεταξύ υγείας και διατροφής, όπου η διατροφή θα αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα. Εάν ένας κατάλληλος αριθμός ανακλήσεων συλλέγεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης. Δεδομένου, ωστόσο, ότι η συλλογή μεγάλου αριθμού ανακλήσεων δεν είναι πρακτική και συχνά δεν είναι εφικτή, διάφορες στατιστικές διαδικασίες έχουν αναπτυχθεί για την εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης των διαφόρων ομάδων τροφίμων και θρεπτικών συστατικών και των κατανομών τους, με βάση βραχυπρόθεσμες μετρήσεις. Ο σκοπός τους είναι να προσεγγίσουν την κατανομή των συνήθων προσλήψεων μειώνοντας το σφάλμα που υπάρχει στις βραχυπρόθεσμες μετρήσεις μετά την αφαίρεση της επίδρασης της καθημερινής μεταβλητότητας (Trichoroulou et al., 2018). Για την εκτίμηση της πρόσληψης ομάδων ατόμων απαιτούνται τουλάχιστον δύο 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις (Balogh et al., 1971). Αυτό συμβαίνει λόγω της ενδοδιακύμανσης που παρουσιάζει η διατροφική πρόσληψη (διακύμανση πρόσληψης από μέρα σε μέρα, δηλαδή του ίδιου του ατόμου). Ο αριθμός των ημερών που απαιτούνται εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον επιθυμητό βαθμό ακρίβειας, το μελετούμενο θρεπτικό συστατικό και τα χαρακτηριστικά του ατόμου.

## 2.2 Ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων

Τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (Food Frequency Questionnaires (FFQ)) μας δίνουν πληροφορίες σχετικά με τη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων, ποτών και πιθανών διατροφικών συμπληρωμάτων, ενώ αντλούμε πληροφορίες για την ποσότητα αυτών για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (συνήθως για τον περασμένο μήνα ή για το προηγούμενο έτος). Ένα FFQ περιλαμβάνει μια λίστα τροφίμων και ποτών με απαντήσεις που υποδεικνύουν τη συνήθη συχνότητα κατανάλωσης κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου που ερωτώνται. Τέτοιου είδους προσχηματισμένες λίστες τροφίμων είναι χρήσιμες, καθώς βοηθούν τον ερωτώμενο να ανακαλεί ταχέως την κατανάλωση του εκάστοτε τροφίμου. Συγκεκριμένοι συνδυασμοί τροφίμων μπορούν να συμπεριληφθούν σε ένα τέτοιο ερωτηματολόγιο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμηθεί η πρόσληψη συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών που περιέχονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις σε περιορισμένο αριθμό τροφίμων. Ο αριθμός των τροφίμων και των ποτών στο ερωτηματολόγιο κυμαίνεται από 80 έως 120 ώστε να εκτιμηθεί η συνολική διατροφή. Όσον αφορά στη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων, που συνθέτουν τη λίστα του ερωτηματολογίου, οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια με πολλαπλές επιλογές. Επιπλέον, υπάρχουν ερωτήσεις σχετικά με την πρόσληψη και τη δοσολογία διατροφικών συμπληρωμάτων. Για να συμπληρωθεί ένα FFQ απαιτούνται συνήθως 30 με 60 λεπτά.

Μπορούν να διακριθούν δύο βασικά είδη ερωτηματολογίων: τα απλά ή μη ποσοτικά και τα ημιποσοτικά. Στα απλά ή μη ποσοτικά ερωτηματολόγια ζητείται από τον εξεταζόμενο να δηλώσει πόσες φορές το χρόνο, το μήνα, την εβδομάδα ή την ημέρα καταναλώνει κάποια τρόφιμα (π.χ. μακαρόνια ή ρύζι). Στα ημιποσοτικά ερωτηματολόγια προστίθενται και πληροφορίες για το μέγεθος των μερίδων. Ειδικότερα, αναφέρονται κάποιες μερίδες αναφοράς και ο ερωτώμενος καλείται να συγκρίνει τη μερίδα που καταναλώνει συνήθως με την αντίστοιχη μερίδα αναφοράς.

Το FFQ είναι μια κατεξοχήν ποιοτική μέθοδος και χρησιμοποιείται για την ανίχνευση διατροφικών συνηθειών σε πληθυσμούς. Μπορεί όμως, υπό



ορισμένες συνθήκες να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της πρόσληψης συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών. Σε αυτήν την περίπτωση, η διατροφική πρόσληψη μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας τη σχετική συχνότητα με την οποία ένα τρόφιμο καταναλώνεται με τη συγκέντρωση του συγκεκριμένου θρεπτικού συστατικού στη μερίδα του τροφίμου.

Τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της συνολικής διατροφικής πρόσληψης ανάλογα με το εύρος των αντικειμένων που ερωτήθηκαν. Ανάλογα με το αν προσδιορίζεται η ποσότητα της μερίδας, οι πληροφορίες μπορεί να αντιπροσωπεύουν μόνο τη συνήθη συχνότητα κατανάλωσης ή τη συνολική ποσότητα που συνήθως καταναλώνεται.

Τα FFQ μπορεί να είναι καλύτερα από βραχυπρόθεσμα μέσα (π.χ. 24ωρη διατροφική ανάκληση) για την αξιολόγηση της πρόσληψης τροφίμων που καταναλώνονται εποχικά, διότι προσπαθούν να αποτυπώσουν τη συνήθη πρόσληψη σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη διατροφική πρόσληψη του πληθυσμού σε συγχρονικές μελέτες, ωστόσο δε συνιστώνται λόγω του υψηλού συστηματικού σφάλματος και της μεροληψίας τους. Χρησιμοποιούνται, τέλος, για να εξεταστούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ της υγείας και της συνηθισμένης διατροφής.

### **2.3 Ερωτηματολόγια τάσεων κατανάλωσης τροφίμων**

Τα ερωτηματολόγια τάσεων κατανάλωσης τροφίμων (Food Propensity Questionnaires (FPQ)) είναι σύντομα, και εστιάζουν στη συχνότητα κατανάλωσης τροφίμων και όχι στην ποσότητα. Καθίστανται συμπληρωματικά για την πληροφορία που προσφέρουν οι 24ωρες ανακλήσεις και συνεισφέρουν στην εκτίμηση της ημερήσιας κατανάλωσης ενός περιστασιακά καταναλισκόμενου διατροφικού συστατικού (Subar et al., 2006).

Έχουν βρεθεί ισχυρές και συνεπείς σχέσεις μεταξύ της αναφερόμενης συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων από ένα FFQ και ομάδων τροφίμων και της πιθανότητας κατανάλωσης τους σε ανακλήσεις 24ωρων. Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι τα δεδομένα συχνότητας ενδέχεται να προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες ως ανεξάρτητοι παράγοντες για τη συμπλήρωση πολλαπλών

ανακλήσεων για την εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης ομάδων τροφίμων (Subar et al., 2006).

Τα FPQ δε θα χρησιμοποιηθούν για την απόλυτη εκτίμηση της θρεπτικής πρόσληψης ή της συχνότητας πρόσληψης ομάδων τροφίμων (Subar et al., 2006). Αντίθετα, οι αναφερόμενες συχνότητες θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά ως ανεξάρτητοι παράγοντες σε ένα στατιστικό μοντέλο δύο μερών για την ενίσχυση της εκτίμησης των συνήθων διατροφικών προσλήψεων (Janet A Tooze et al., 2006).

Τα FPQ που χρησιμοποιήθηκαν στη συλλογή των δεδομένων από τον ελληνικό πληθυσμό στο ΥΔΡΙΑ περιλάμβαναν ερωτήσεις για 88 κατηγορίες τροφίμων. Ο κατάλογος τροφίμων κάλυπτε τις διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού και διέθετε στοιχεία για την αξιολόγηση παραγόντων κινδύνου, για την παρακολούθηση της διατροφής, καθώς και για τις προτεραιότητες της δημόσιας υγείας.

Όσον αφορά το πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ, οι συμμετέχοντες έπρεπε να γνωρίσουν τα τρόφιμα που περιλαμβάνονταν σε ερωτήσεις με τις συγκεντρωτικές ομάδες τροφίμων και να υπολογίσουν κατά μέσο όρο την ετήσια συχνότητα κατανάλωσής τους με τη βοήθεια των ερευνητών. Επιπροσθέτως, υπήρχαν διαθέσιμα πεδία που υποδείκνυαν την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών σε διαφορετικές χρονικές περιόδου (Trichoroulou et al., 2018).

Όταν παρουσιάζεται το πρόβλημα των μηδενικών προσλήψεων που αντικατοπτρίζουν συχνά την περιστασιακή κατανάλωση τροφίμων στις 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις, συνιστάται η χρήση συμπληρωματικών δεδομένων σχετικά με τη συχνότητα της κατανάλωσης τροφίμων που συλλέγεται από ένα FPQ. Το FPQ στοχεύει να αξιολογήσει την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης ξεχωριστά από την αναφερόμενη ποσότητα που καταναλώθηκε και στη συνέχεια να συνδυάσει τις δύο εκτιμήσεις για να περιγράψει την κατανομή της συνήθους πρόσληψης (Trichoroulou et al., 2018).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### Σφάλματα μέτρησης

Τα σφάλματα μέτρησης αναφέρονται στη διαφορά μεταξύ της τιμής που πήραμε από μια μέτρηση και της πραγματικής τιμής μιας μεταβλητής. Όσον αφορά τη διατροφή, τα σφάλματα μέτρησης δηλώνουν τη διαφορά ανάμεσα σε μια μέτρηση που πήραμε από ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας τροφίμων ή από μια 24ωρη ανάκληση και στην πραγματική συνήθη πρόσληψη ενός τροφίμου ή διατροφικού στοιχείου από ένα συγκεκριμένο άτομο. Το γεγονός ότι βασιζόμαστε σε τέτοιου είδους μεθόδους εκτίμησης της συνήθους πρόσληψης όπως αυτές που προαναφέρθηκαν, καθιστά το σφάλμα μέτρησης μεγαλύτερο λόγω της υποκειμενικότητας που ενέχουν οι απαντήσεις των ατόμων.

### 3.1 Συστηματικό σφάλμα

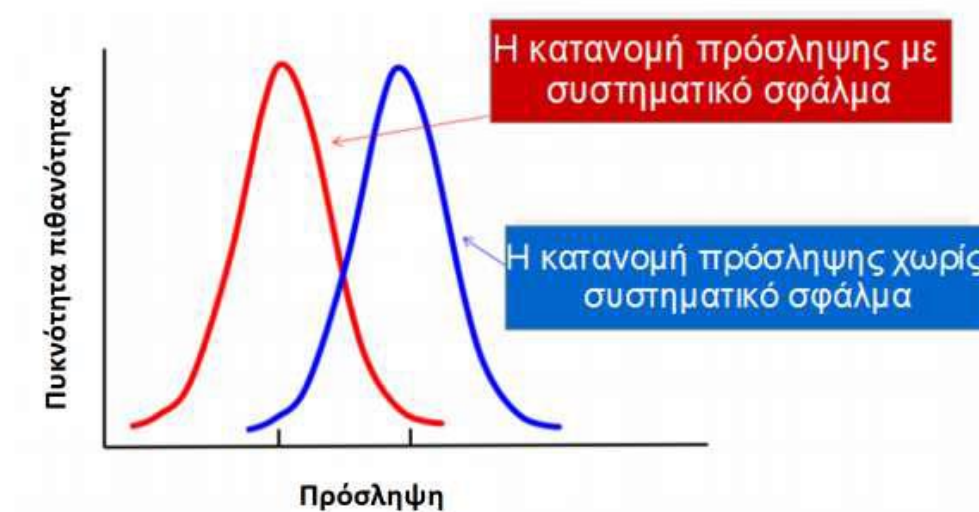
Το συστηματικό σφάλμα, το οποίο είναι γνωστό και ως μεροληψία, είναι ένας τύπος σφάλματος που οδηγεί σε εκτίμηση της μέσης τιμής των παρατηρήσεων που αποκλίνει από την πραγματική τιμή προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Σε αντίθεση με το τυχαίο σφάλμα, τα δεδομένα που επηρεάζονται από συστηματικό σφάλμα είναι μεροληπτικά και αυτός ο τύπος σφάλματος δεν μπορεί να μειωθεί ή να εξαλειφθεί κάνοντας επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Τα βασικά στοιχεία του συστηματικού σφάλματος περιλαμβάνουν:

- Μεροληψία που σχετίζεται με την πρόσληψη: το μέρος του συστηματικού σφάλματος που είναι συνάρτηση της πραγματικής συνήθους πρόσληψης (π.χ. πεπλατυσμένη κλίση, όπου άτομα με υψηλότερη συνήθη πρόσληψη υποεκτιμώνται, ενώ άτομα με χαμηλότερη συνήθη πρόσληψη υπερεκτιμώνται).
- Μεροληψία μεταξύ των ατόμων: η διαφορά ανάμεσα στο συνολικό συστηματικό σφάλμα και στη μεροληψία της πρόσληψης. Σχετίζεται με

ατομικά χαρακτηριστικά (όπως κοινωνικοπολιτισμική επιθυμία) που επηρεάζει το πώς ένα άτομο αναφέρει διατροφική πρόσληψη.

Γράφημα 1: Κατανομή πρόσληψης με συστηματικό σφάλμα και χωρίς συστηματικό σφάλμα

(National Cancer Institute – Division of Cancer Control & Population Sciences - Measurement Error [epi.grants.cancer.gov](http://epi.grants.cancer.gov))



### 3.2 Τυχαίο σφάλμα

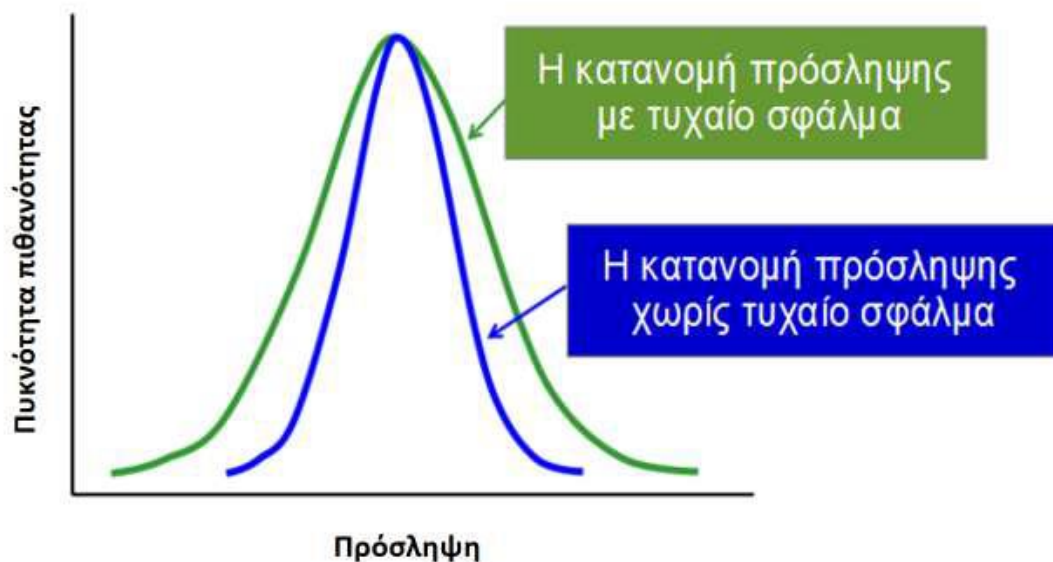
Το τυχαίο σφάλμα εντός του ατόμου (ή διαφορετικά η από μέρα σε μέρα ενδοατομική μεταβλητότητα) είναι η διαφορά μεταξύ μιας ατομικής αναφερόμενης πρόσληψης σε μια συγκεκριμένη χορήγηση του μέσου διατροφικής αξιολόγησης και της μακροπρόθεσμης ατομικής μέσης αναφερόμενης πρόσληψης σε πολλαπλές χορηγήσεις του ίδιου οργάνου. Ένα όργανο που θεωρείται ότι δε φέρει συστηματικό σφάλμα (είναι δηλαδή αυθεντικό), δε σημαίνει ότι δε φέρει τυχαίο σφάλμα (είναι δηλαδή και ακριβές). Ωστόσο, το πλεονέκτημα που δίνει ένα τέτοιο όργανο, που έχει μόνο τυχαίο σφάλμα, είναι ότι με μεγάλο πλήθος επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και μέσο όρο επί αυτών γίνεται προσέγγιση της κατανομής της διατροφικής πρόσληψης χωρίς τυχαίο σφάλμα (National Cancer Institute – Division of

## Cancer Control & Population Sciences – Introduction to the Problem of Measurement Error in Dietary Intake Data).

Τα δεδομένα που επηρεάζονται μόνο από το τυχαίο σφάλμα εντός του ατόμου, και όχι από συστηματικό σφάλμα, δεν είναι μεροληπτικά, αλλά μπορεί να είναι ανακριβή (δηλαδή εκτιμούν κατ' αρχήν σωστά την μέση τιμή της κατανομής και οι όποιες αποκλίσεις οφείλονται σε τυχαία διακύμανση). Ό,τι τρώμε και ό,τι πίνουμε τείνει να αλλάζει από μέρα σε μέρα. Χαρακτηριστική απόδειξη αυτού είναι η εποχικότητα, δηλαδή οι διαφορετικές διατροφικές συνήθειες που έχουν τα άτομα ανά εποχή (Brown et al., 1982). Για να αποφευχθούν σφάλματα τέτοιου τύπου, πρέπει η μελέτη να πραγματοποιείται σε μια μεγάλη χρονική περίοδο (π.χ. κατά τη διάρκεια ενός έτους) έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνονται τυχαίες ημέρες που θα αντιστοιχούν σε όλες τις εποχές του έτους. Άλλη ένδειξη για τις αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες είναι ότι τις καθημερινές καταναλώνονται άλλου είδους τρόφιμα από αυτά που καταναλώνονται τα Σαββατοκύριακα λόγω άλλου προγράμματος (Zhang et al., 2011). Προκειμένου να εξαλειφθεί η περίπτωση σφάλματος εξαιτίας της ημέρας της εβδομάδας, είναι προτιμότερο όλες οι ημέρες να εκπροσωπούνται αναλογικά (Gibson et al., 1985). Τέλος, βασικό ρόλο στις αλλαγές στη διατροφή παίζουν τόσο οι ψυχολογικοί παράγοντες (π.χ. σε περίοδο έντονου στρες τα άτομα τείνουν να τρώνε λιγότερο ή περισσότερο) όσο και κάποια ενδεχόμενη δίαιτα που είναι πιθανόν να ακολουθούν κάποιοι είτε για λόγους υγείας είτε για λόγους απώλειας βάρους. Ωστόσο, στις εκτιμήσεις της συνήθους πρόσληψης, η μεταβλητότητα από μέρα σε μέρα θεωρείται πηγή τυχαίου σφάλματος εντός του ατόμου ακόμα κι αν υπάρχει ακριβής αναφορά πρόσληψης για μια συγκεκριμένη ημέρα. Επίσης, είναι πιθανό να υπάρχει και σφάλμα μέτρησης τη συγκεκριμένη ημέρα.

Γράφημα 2: Κατανομή πρόσληψης με τυχαίο σφάλμα και χωρίς τυχαίο σφάλμα

(National Cancer Institute – Division of Cancer Control & Population Sciences - Measurement Error [epi.grants.cancer.gov](http://epi.grants.cancer.gov))



### 3.3 Σφάλματα στη διατροφική πρόσληψη

Επειδή η λήψη τροφής μπορεί σπάνια να παρατηρηθεί άμεσα, βασιζόμαστε συνήθως σε προσεγγιστικές μεθόδους μέτρησης, όπως οι 24ωρες ανακλήσεις και τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ). Η επιλογή μιας μεθόδου διατροφικής αξιολόγησης με βάση την αυτοαναφορά περιλαμβάνει αρκετά προβλήματα σχετικά με τους τύπους και την έκταση των σφαλμάτων μέτρησης που χαρακτηρίζουν τα δεδομένα που συλλέγονται χρησιμοποιώντας αυτές τις διαφορετικές μεθόδους.

Για τα διατροφικά δεδομένα, το σφάλμα μέτρησης αναφέρεται στη διαφορά μεταξύ της αναφερόμενης διατροφικής πρόσληψης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και της πραγματικής συνήθους διατροφικής πρόσληψης. Αυτό το πρόβλημα επηρεάζει, εκτός από τα δεδομένα διατροφικής πρόσληψης, και δεδομένα που αφορούν το βάρος, το ύψος ή την αρτηριακή πίεση. Παρόλο που τα δεδομένα που συλλέγονται από ορισμένα μέσα διατροφικής αξιολόγησης είναι γνωστό ότι είναι πιο επιρρεπή σε σφάλματα από άλλα, οι ερευνητές μπορούν να επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν ένα συγκεκριμένο όργανο σε μια συγκεκριμένη μελέτη για πρακτικούς λόγους, όπως το κόστος.

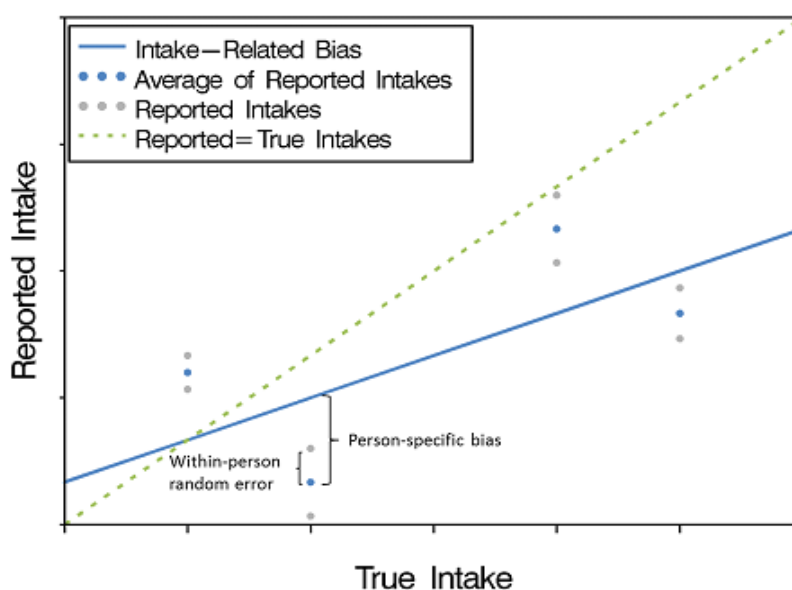
Ωστόσο, αν αγνοήσουμε το σφάλμα, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι παραπλανητικά.

Στην διατροφική αξιολόγηση, συχνά ενδιαφερόμαστε για την αξιολόγηση της συνήθους πρόσληψης τροφής (δηλαδή του μέσου όρου μακροπρόθεσμα) και όχι για την πρόσληψη σε μια δεδομένη ημέρα ή άλλη βραχυπρόθεσμη χρονική περίοδο. Το σφάλμα μέτρησης αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για την εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης με τη χρήση οργάνων αυτοαναφοράς.

Ένα βασικό πρόβλημα των 24ωρων ανακλήσεων είναι ότι πολλά άτομα δηλώνουν μηδενική κατανάλωση για τρόφιμα που δεν καταναλώνονται καθημερινά, όταν η καταγραφή γίνεται σε ημέρα μη κατανάλωσης κι επομένως προκύπτει σφάλμα μέτρησης. Αν υπάρχουν όμως λίγες μηδενικές προσλήψεις για ένα συστατικό ή τρόφιμο, το αντιμετωπίζουμε ως καθημερινά καταναλισκόμενο και τις αντικαθιστούμε με το  $\frac{1}{2}$  της ελάχιστης τιμής των μη μηδενικών προσλήψεων γι' αυτό το τρόφιμο (Zhang et al., 2011).

Γράφημα 3: Συστηματικό σφάλμα (που σχετίζεται με την πρόσληψη και το άτομο) και τυχαίο σφάλμα εντός του ατόμου

(National Cancer Institute – Dietary Assessment Primer – Types of Measurement Error [dietassessmentprimer.cancer.gov](http://dietassessmentprimer.cancer.gov))



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### Επαναληψιμότητα των μεθόδων μέτρησης διατροφικής πρόσληψης

Μια μέθοδος θεωρείται ότι έχει υψηλή επαναληψιμότητα αν παράγει παρόμοια αποτελέσματα μετά από επαναλαμβανόμενες εφαρμογές. Η επαναληψιμότητα μιας μεθόδου μπορεί να αξιολογηθεί αν αναπαραχθούν οι συνθήκες μέτρησης. Αυτό είναι περίπλοκο στην περίπτωση της διατροφικής εκτίμησης, διότι τα άτομα καταναλώνουν διαφορετικά τρόφιμα με διαφορετική συχνότητα και ποσότητα ανά ημέρα. Για να καταστεί δυνατή η επαναληψιμότητα ενός μέσου εκτίμησης της διατροφικής πρόσληψης πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η ενδοατομική μεταβλητότητα (ή εναλλακτικά η ενδοδιακύμανση, δηλαδή η διακύμανση εντός του ατόμου).

Γενικά, η επαναληψιμότητα μιας μεθόδου αποτύπωσης της διατροφικής πρόσληψης εξαρτάται από την ενδοατομική μεταβλητότητα, από τη διακύμανση μεταξύ των ατόμων, τον υπό μελέτη πληθυσμό, το θρεπτικό συστατικό που εξετάζεται και το διάστημα που θα μεσολαβήσει μεταξύ των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (το οποίο εξαρτάται από την αρχική διάρκεια της εκάστοτε μεθόδου). Είναι επίσης καίριο να μην επηρεαστεί η δεύτερη μέτρηση από την πρώτη, γεγονός που συμβαίνει αν ο ερωτώμενος δώσει τις ίδιες απαντήσεις ανακαλούμενος την πρώτη μέτρηση. Επιπλέον, πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις της εποχής καθώς και της διαχρονικής αλλαγής των διατροφικών συνηθειών.

Στα αποτελέσματα που προκύπτουν από κάθε επαναλαμβανόμενη μέτρηση υπάρχουν διαφορές ακόμα κι αν έχουν ελαχιστοποιηθεί τα πιθανά συστηματικά ή τυχαία σφάλματα. Είναι γεγονός ότι οι διατροφικές συνήθειες διαφορετικών ατόμων διαφέρουν μεταξύ τους (διακύμανση μεταξύ των ατόμων), όπως ακριβώς συμβαίνει και με τις διατροφικές συνήθειες του ίδιου ατόμου (διακύμανση εντός του ατόμου). Ωστόσο, αυτές οι δύο διακυμάνσεις δεν πρέπει να διορθώνονται όπως συμβαίνει με τα σφάλματα, αλλά να συμπεριλαμβάνονται στα μοντέλα, όπως θα δούμε παρακάτω. Με αυτόν τον



τρόπο, θα καταφέρουμε να καταστήσουμε πιο ακριβή την εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης.

#### **4.1 Ενδοατομική μεταβλητότητα**

Η ενδοατομική μεταβλητότητα υπολογίζεται άμεσα για κάθε άτομο ως η διακύμανση των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων των διατροφικών προσλήψεων του στις ημέρες που εφαρμόστηκε το μέσο αξιολόγησης. Η συνολική ενδοατομική διακύμανση είναι ένας σταθμισμένος μέσος της διακύμανσης των ατόμων της μελέτης. Έχει αποδειχθεί ότι τα άτομα με μεγαλύτερες μέσες προσλήψεις εμφανίζουν μεγαλύτερη ενδοατομική μεταβλητότητα σε σχέση με τα άτομα με μικρότερες διατροφικές προσλήψεις (Nusser et al., 1996). Η ενδοδιακύμανση πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν σε επιδημιολογικές μελέτες που εξετάζουν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ διατροφικής πρόσληψης θρεπτικών συστατικών ή τροφίμων με δείκτες υγείας. Μεγάλη ενδοατομική μεταβλητότητα είναι πιθανό να προκαλέσει σφάλματα, όπως για παράδειγμα λανθασμένες συσχετίσεις ή λανθασμένη εκτίμηση κατανομής της πρόσληψης των θρεπτικών συστατικών και τροφίμων. Τέτοιου είδους σφάλματα είναι δυνατόν να επιδράσουν αρνητικά σε επιδημιολογικές μελέτες οι οποίες έχουν ως στόχο να ερευνήσουν ενδεχόμενες συσχετίσεις της διατροφής με την εμφάνιση μιας νόσου (Willett, 1998).

Για να αποφευχθεί η αύξηση της ενδοατομικής μεταβλητότητας και για να μπορέσουμε να έχουμε ακριβέστερη εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης ενός ατόμου, πρέπει να αυξήσουμε τον αριθμό των ημερών καταγραφής της διατροφικής πρόσληψης. Προφανώς, η αύξηση των ημερών καταγραφής δεν επιφέρει κάποια αλλαγή στη διακύμανση μεταξύ των ατόμων.

Προκειμένου να επιτευχθεί πιο ακριβής εκτίμηση της διατροφικής πρόσληψης των ατόμων, κρίνεται σκόπιμο η διακύμανση εντός του ατόμου να είναι μικρή σε σχέση με τη διακύμανση μεταξύ των ατόμων. Στην περίπτωση που ισχύσει το αντίθετο, απαιτούνται περισσότερα διατροφικά δεδομένα (π.χ. περισσότερες ημέρες) για την εκτίμηση της διατροφικής πρόσληψης (Beaton et al., 1979).

## 4.2 Διατομική μεταβλητότητα

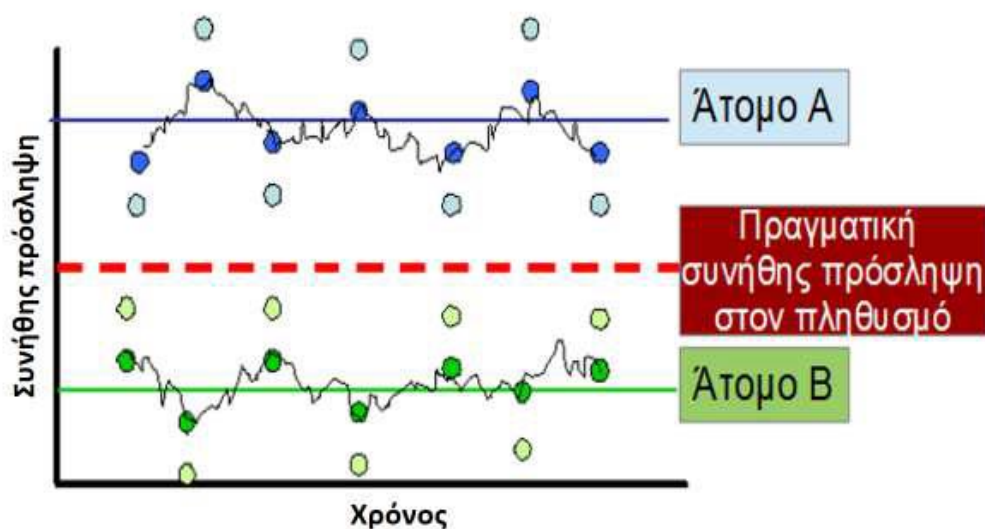
Η καθημερινή συνήθης διατροφική πρόσληψη διαφέρει από άτομο σε άτομο. Για να ληφθεί αυτό υπ' όψιν ορίζεται η διατομική μεταβλητότητα (δηλαδή η διακύμανση μεταξύ των ατόμων), η οποία διαφοροποιείται ανάλογα με τα θρεπτικά συστατικά, την ηλικία και το φύλο. Επομένως, καθίσταται καίριο η πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και τροφίμων να καταγράφεται και να παρουσιάζεται ανά φύλο και ηλικία. Η διακύμανση αυτή, μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους δείγματος. Η διακύμανση μεταξύ των ατόμων ορίζεται έμμεσα ως η διαφορά της ενδοατομικής διακύμανσης από τη συνολική διακύμανση.

## 4.3 Προσδιορισμός ενδοατομικής και διατομικής μεταβλητότητας

Έστω  $T_i$  η πραγματική συνήθης πρόσληψη για ένα διατροφικό στοιχείο του ατόμου  $i$  και  $R_{ij}$  η πρόσληψη του ατόμου  $i$  την  $j$  ημέρα ανάκλησης. Μπορούμε να προσεγγίσουμε την κατανομή της συνήθους πρόσληψης δεδομένου ότι έχουμε για κάθε άτομο επαρκή εικόνα του διατροφικού ερωτηματολογίου που του δόθηκε. Τότε έχουμε:  $T_i = E(R_{ij} | i)$  και  $R_{ij} = T_i + \varepsilon_{ij}$ , όπου  $\varepsilon_{ij}$  η απόκλιση της μέτρησης της διατροφικής πρόσληψης της  $j$  ημέρας από τη συνήθη πρόσληψη του ατόμου  $i$ . Αν ορίσουμε  $\mu$  τον πληθυσμιακό μέσο της συνήθους πρόσληψης, έχουμε:  $R_{ij} = \mu + (T_i - \mu) + (R_{ij} - T_i) \Leftrightarrow R_{ij} = \mu + u_i + \varepsilon_{ij}$ , όπου  $u_i$  η απόκλιση του κάθε ατόμου από τον πληθυσμιακό μέσο.

Η συνολική μεταβλητότητα των παρατηρήσεων αποτελείται από την ενδοατομική μεταβλητότητα (within person variability  $\sigma_w^2$ ) και τη διατομική μεταβλητότητα (between person variability  $\sigma_b^2$ ). Συνεπώς, η συνολική διακύμανση είναι  $\sigma_{R_i}^2 = \sigma_w^2 + \sigma_b^2$ . Η  $\sigma_{R_i}^2$  είναι η διακύμανση της μέσης διατροφικής πρόσληψης των υπό μελέτη ατόμων.

Γράφημα 4: Ενδοατομική μεταβλητότητα και μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων  
([www.cdc.gov/nchs/tutorials/dietary/Advanced/ModelUsualIntake/Info1.html](http://www.cdc.gov/nchs/tutorials/dietary/Advanced/ModelUsualIntake/Info1.html))



Στο παραπάνω γράφημα, η διατομική μεταβλητότητα δηλώνεται ως η διαφορά της συνήθους διατροφικής πρόσληψης των ατόμων Α και Β από την πραγματική συνήθη πρόσληψη σε πληθυσμιακό επίπεδο. Η πραγματική κατανάλωση ενός διατροφικού στοιχείου αναπαρίσταται με τις πιο έντονες τελείες, ενώ η παρατηρούμενη παρουσιάζεται με τις πιο αχνές τελείες.

#### 4.4 Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις 24ωρων ανακλήσεων

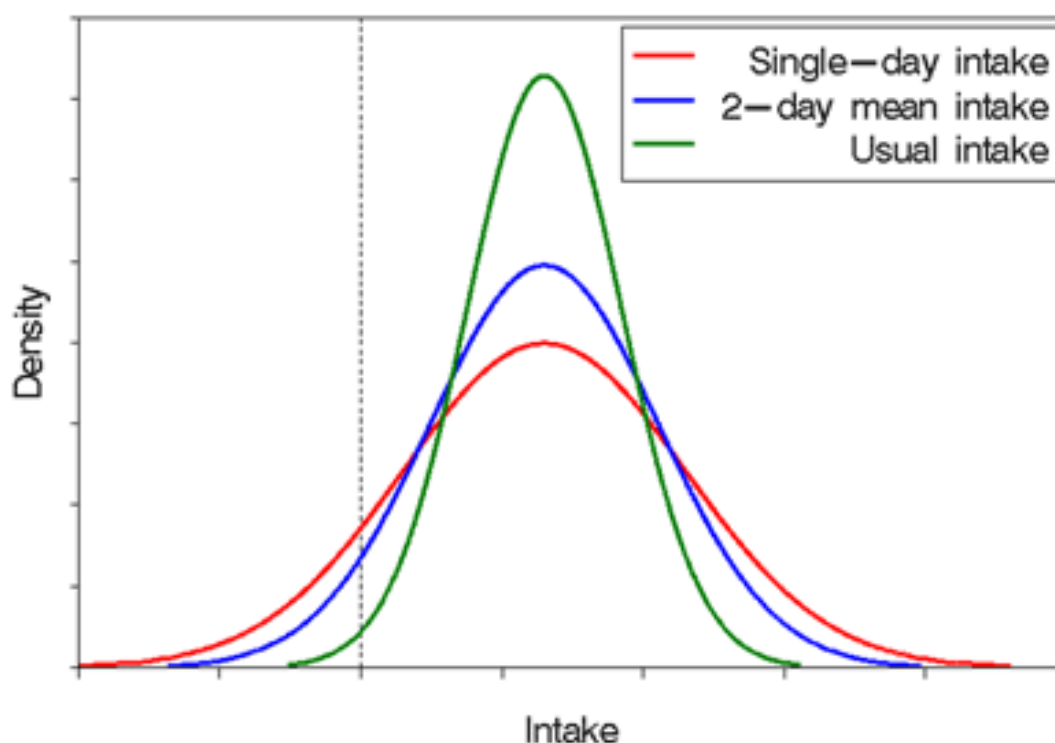
Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις 24ωρων ανακλήσεων είναι απαραίτητες λόγω ενδοατομικής μεταβλητότητας, έτσι ώστε η εκτίμηση της κατανομής της συνήθους πρόσληψης να είναι πιο ακριβής.

Η υπερβολική διακύμανση εντός του ατόμου μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα στην ερμηνεία δεδομένων. Για παράδειγμα, η κατανομή των διατροφικών προσλήψεων ανά ημέρα έχει μεγαλύτερη διακύμανση από την πραγματική συνήθη κατανομή πρόσληψης. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση μίας 24ωρης ανάκλησης ή ακόμη και ο μέσος όρος δύο ανακλήσεων θα οδηγούσε σε μια μεροληπτική εκτίμηση του κλάσματος του πληθυσμού με τη συνήθη διατροφική πρόσληψη πάνω ή κάτω από κάποιο πρότυπο, καθώς θα γινόταν

λανθασμένη εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης κυρίως στις ουρές των κατανομών αυτών.

Γράφημα 5: Επίδραση ενδοατομικής μεταβλητότητας στην κατανομή της συνήθους πρόσληψης

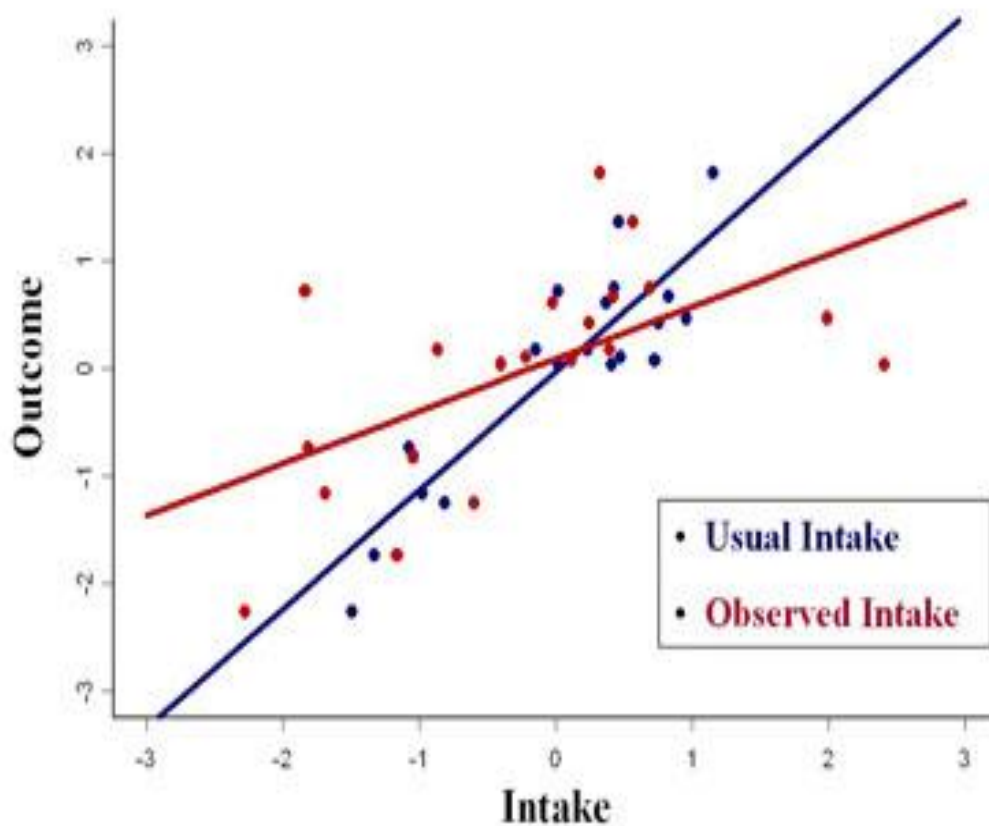
([epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/difficulties.html](http://epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/difficulties.html))



Επιπλέον, το γεγονός ότι η υπερβολική διακύμανση εντός του ατόμου είναι εγγενής στις ημερήσιες διατροφικές προσλήψεις την καθιστά ως έναν τύπο σφάλματος μέτρησης. Όλοι οι τύποι σφαλμάτων διατροφικής μέτρησης οδηγούν γενικά σε μεροληπτική εκτίμηση, σε απώλεια στατιστικής ισχύος και ενδέχεται να ακυρώσουν τους στατιστικούς ελέγχους που χρησιμοποιούνται σε αναλύσεις παλινδρόμησης. Επομένως, προκύπτει ένα άλλο πρόβλημα σχετικά με την ερμηνεία των αναλύσεων παλινδρόμησης κατά την εξέταση πιθανών σχέσεων διατροφής και νόσων.

Γράφημα 6: Επίδραση σφάλματος μέτρησης στην ανάλυση παλινδρόμησης

([epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/difficulties.html](http://epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/difficulties.html))



Η στατιστική μοντελοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να μετριάσει αυτόν τον περιορισμό των 24ωρων ανακλήσεων. Το Εθνικό Αντικαρκινικό Ινστιτούτο των Η.Π.Α έχει αναπτύξει μια μέθοδο εκτίμησης του μακροπρόθεσμου μέσου όρου ή της συνήθους διατροφικής πρόσληψης που βασίζεται στις δυνατότητες των 24ωρων ανακλήσεων και μπορεί να χρησιμοποιήσει ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων όταν μπορεί να εφαρμοστεί. Με αυτόν τον τρόπο, η αποτύπωση του τί τρώνε πραγματικά οι άνθρωποι βελτιώνεται κι έτσι επιτυγχάνεται η διαμόρφωση στοχευμένων συστάσεων και η αξιολόγηση της προόδου προς τους εθνικούς στόχους για την υγεία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### Μέθοδος NCI

Η αποτύπωση της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης διατροφικών στοιχείων ή τροφίμων αποτελεί ένα δύσκολο έργο. Για να μπορέσουμε να την εκτιμήσουμε μπορούμε να εφαρμόσουμε τη μέθοδο που αναπτύχθηκε από το Εθνικό Αντικαρκινικό Ινστιτούτο των Η.Π.Α. (USA National Cancer Institute (NCI)). Η μέθοδος του NCI αποτελεί μια πρωτοπόρα στατιστική μέθοδο, η οποία αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα του τμήματος ελέγχου καρκίνου και επιστημών του πληθυσμού (Division of Cancer Control and Population Sciences) του Εθνικού Αντικαρκινικού Ινστιτούτου της Αμερικής. Η μέθοδος αυτή αποτελεί μια διαδικασία ώστε να μοντελοποιηθεί η διατροφική πληροφορία των 24ωρων ανακλήσεων, με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το σφάλμα μέτρησης κατά την εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης των διατροφικών στοιχείων, τόσο σε επίπεδο θρεπτικών συστατικών όσο και σε επίπεδο συγκεκριμένων τροφίμων ή ομάδων τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται με σκοπό να:

- εκτιμήσει την κατανομή της συνήθους διατροφικής πρόσληψης για έναν πληθυσμό ή για έναν υποπληθυσμό.
- αξιολογήσει την επίδραση μη διαιτητικών παραγόντων στη συνήθη κατανάλωση.
- διορθώσει τη μεροληψία που προκλήθηκε από σφάλμα μέτρησης στις εκτιμώμενες συσχετίσεις μεταξύ συνήθους διατροφικής πρόσληψης και δεικτών υγείας.

Βασική προϋπόθεση της μεθόδου είναι ότι η συνήθης πρόσληψη είναι ίση με την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης μια συγκεκριμένη ημέρα επί τη μέση ποσότητα που καταναλώθηκε την ημέρα κατανάλωσης.

### 5.1 Εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης

Προκειμένου να εκτιμηθεί η κατανομή της συνήθους πρόσληψης θρεπτικών ουσιών για έναν πληθυσμό από επαναλαμβανόμενες 24ωρες διατροφικές

ανακλήσεις, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο μεικτών επιδράσεων (mixed-effects) και μια διαδικασία για την εκτίμηση εκατοστημορίων από το NCI. Το μοντέλο αυτό ενσωματώνει μια παράμετρο Box-Cox, προκειμένου να μετασχηματίσει την ποσότητα κατανάλωσης τροφίμων, ώστε αυτή να ακολουθεί την κανονική κατανομή (στην περίπτωση του μοντέλου εκτίμησης της ποσότητας κατανάλωσης, όπου η διατροφή αποτελεί εξαρτημένη μεταβλητή) και μεταβλητές για την εκτίμηση της συνήθους ημερήσιας πρόσληψης θρεπτικών ουσιών. Οι εκτιμήσεις των παραμέτρων γίνονται με μια διαδικασία Monte Carlo για τη δημιουργία εμπειρικών εκατοστημορίων. Η μέθοδος NCI μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της κατανομής της συνήθους πρόσληψης θρεπτικών συστατικών για πληθυσμούς και υποπληθυσμούς, ως μέρος ενός ενιαίου πλαισίου εκτίμησης της συνήθους πρόσληψης διατροφικών συστατικών (Janet A. Tooze et al., 2010).

Η συνήθης πρόσληψη ορίζεται ως η μέση ημερήσια κατανάλωση ενός διατροφικού στοιχείου από ένα άτομο μακροχρόνια. Η 24ωρη ανάκληση είναι η συνήθης μέθοδος εκτίμησης της διατροφικής πρόσληψης στις μελέτες παρατήρησης στις ΗΠΑ (Conway et al., 2003). Η ενδοατομική μεταβλητότητα στην ημερήσια πρόσληψη είναι γενικά μεγάλη, εξαιτίας της διακύμανσης από μέρα σε μέρα στη διατροφή και άλλων τυχαίων πηγών σφάλματος μέτρησης, σε σύγκριση με τη διατομική μεταβλητότητα για τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά (Beaton et al., 1979), (Beaton et al., 1983).

Επειδή τις 24ωρες ανακλήσεις τις διαχειρίζεται ο ερευνητής και συλλέγεται μια μεγάλη ποσότητα λεπτομερών πληροφοριών για τα τρόφιμα που πρέπει να είναι κωδικοποιημένα, είναι συχνά ανέφικτο να χορηγούνται περισσότερες από δύο ανακλήσεις ανά άτομο, που αποτελούν τον ελάχιστο απαιτούμενο αριθμό για να διαχωριστεί η εντός του ατόμου μεταβλητότητα από εκείνη μεταξύ των ατόμων.

Κάποιες προγενέστερες μέθοδοι εκτίμησης της συνήθους πρόσληψης διαχωρίζουν την ενδοατομική από τη διατομική μεταβλητότητα ώστε να εξασφαλίσουν μια κατανομή που αντανάκλα τη διακύμανση στη συνήθη πρόσληψη (Dodd et al., 2006). Οι μέθοδοι είναι πιο βολικό να εφαρμοστούν όταν οι προσλήψεις κατανέμονται κανονικά, αλλά αυτό είναι σπάνιο. Στην

πραγματικότητα, οι κατανομές πρόσληψης για τα περισσότερα διατροφικά στοιχεία είναι θετικά λοξές. Επομένως, οι στατιστικές μέθοδοι εφαρμόζουν ένα μετασχηματισμό στις παρατηρούμενες προσλήψεις για να επιτευχθεί κατά προσέγγιση η κανονικότητα, να εκτιμηθούν οι απαιτούμενες παράμετροι και στη συνέχεια να μετατραπούν τα δεδομένα στην αρχική κλίμακα. Για τα διατροφικά στοιχεία που καταναλώνονται σχεδόν καθημερινά από σχεδόν όλους, όπως τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά, οι κατανομές των 24ωρων παρατηρήσεων μπορούν γενικά να μετασχηματιστούν ώστε να προσεγγίσουν την κανονική κατανομή με τη χρήση ισχύος ή λογαριθμικών μετασχηματισμών. Στη μετασχηματισμένη κλίμακα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο σφάλματος μέτρησης για να προσαρμόσει την ενδοατομική μεταβλητότητα.

## **5.2 Συσχέτιση διατροφής και δεικτών υγείας**

Εκτός από την εκτίμηση της κατανομής της συνήθους διατροφικής πρόσληψης των ατόμων, είναι επίσης σημαντικό να διερευνείται και η συσχέτισή της με εκβάσεις υγείας. Χρησιμοποιώντας μια επέκταση της μεθόδου NCI για την εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης περιστασιακά καταναλισκόμενων τροφίμων, που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, είναι δυνατό να διερευνηθούν οι σχέσεις μεταξύ της συνήθους διατροφικής πρόσληψης και εκβάσεων υγείας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι μέθοδοι αξιολόγησης της διατροφής βασίζονται στην αυτοαναφορά κι επομένως αποτυγχάνουν να μετρήσουν την πραγματική συνήθη πρόσληψη. Το σφάλμα μέτρησης οδηγεί σε συστηματικά σφάλματα κατά την εκτίμηση των σχέσεων της διατροφής με την υγεία, συνήθως προς την κατεύθυνση της υποεκτίμησης τους. Μια δημοφιλής μέθοδος διόρθωσης του σφάλματος μέτρησης είναι η βαθμονόμηση της παλινδρόμησης (regression calibration) (Carroll et al., 2006), η οποία χρησιμοποιεί την βέλτιστη πρόβλεψη του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (MSE) (η οποία είναι η εκτιμώμενη αναμενόμενη τιμή, δοθέντων των παρατηρούμενων 24ωρων ανακλήσεων και άλλων ανεξάρτητων παραγόντων στο μοντέλο με την έκβαση υγείας) αντί της άγνωστης συνήθους πρόσληψης. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την προσαρμογή με βάση επιπρόσθετους



ανεξάρτητους παράγοντες που σχετίζονται με την πρόσληψη, οι οποίοι μπορούν να αυξήσουν την ακρίβεια των εκτιμήσεων της συνήθους πρόσληψης και των συσχετίσεων διατροφής και υγείας. Παρακάτω περιγράφεται το μοντέλο σφάλματος μέτρησης και γίνεται η αντίστοιχη παλινδρόμηση πρόβλεψης.

Για το άτομο  $i$  την ημέρα  $j$ ,  $i = 1, \dots, n$  και  $j = 1, \dots, J_i$ , έστω ότι τα  $T_{ij}$  και  $R_{ij}$  υποδηλώνουν την πραγματική πρόσληψη ενός θρεπτικού συστατικού ή τροφίμου και την αναφερόμενη 24ωρη ανάκλιση, αντίστοιχα. Ορίζουμε την πραγματική ατομική συνήθη πρόσληψη  $T_i$  ως την ενδοατομική αναμενόμενη τιμή της πραγματικής ημερήσιας πρόσληψης,  $T_i = E(T_{ij} | i)$ . Το  $Y_i$  δηλώνει την έκβαση υγείας που σχετίζεται με το  $T_i$  μέσω του μοντέλου παλινδρόμησης:

$$E(Y_i | T_i, \mathbf{Z}_i) = m(\alpha_0 + \alpha_T T_i + \alpha_Z^t \mathbf{Z}_i),$$

όπου  $\mathbf{Z}_i = (Z_{i1}, \dots, Z_{ip})^t$  είναι ένα διάνυσμα παραγόντων που μετριοούνται χωρίς σφάλμα και το  $m^{-1}$  είναι μια link function. Για παράδειγμα, η  $m(v) \equiv v$  οδηγεί σε γραμμική παλινδρόμηση, ενώ η  $m(v) \equiv H(v) = 1/(1+e^{-v})$  οδηγεί σε λογαριθμιστική παλινδρόμηση. Το κύριο ενδιαφέρον μας είναι η εκτίμηση της διατροφικής επίδρασης όταν η διατροφική πρόσληψη μεταβάλλεται από  $T_0$  σε  $T_1$ .

$$\Delta_T = m^{-1}\{E(Y_i | T_1, \mathbf{Z}_i)\} - m^{-1}\{E(Y_i | T_0, \mathbf{Z}_i)\},$$

Για παράδειγμα, για τη γραμμική παλινδρόμηση, η παραπάνω έκφραση αντιπροσωπεύει μια μεταβολή στη μέση τιμή, ενώ για τη λογαριθμιστική παλινδρόμηση, ένα λογαριθμημένο λόγο odds.

Έστω  $\mathbf{X}_i = (Z_{it}, C_{it})^t$  ένα διάνυσμα των παραγόντων που σχετίζονται με τη συνήθη πρόσληψη. Περιέχει γενικά τους παράγοντες  $\mathbf{Z}_i$  στο μοντέλο έκβασης της υγείας και ορισμένους πρόσθετους παράγοντες  $\mathbf{C}_i = (C_{i1}, \dots, C_{iq})^t$  που σχετίζονται με τη συνήθη πρόσληψη  $T_i$  δοθέντος  $\mathbf{Z}_i$ , αλλά δε σχετίζεται με την έκβαση  $Y_i$  δοθέντων  $T_i$  και  $\mathbf{Z}_i$ .

Η προσαρμογή της παλινδρόμησης απαιτεί την αξιολόγηση του καλύτερου προγνωστικού MSE  $E(i | R_i, \mathbf{X}_i)$  δοθέντων των αναφερόμενων προσλήψεων  $R_i = (R_{i1}, \dots, R_{ij})^t$  και των παραγόντων  $\mathbf{X}_i$  για το άτομο  $i$ . Υποθέτοντας ότι το

σφάλμα στο  $R_i$  δεν είναι διαφοροποιημένο σε σχέση με το  $Y_i$ , δηλαδή η δεσμευμένη κατανομή του  $Y_i$  δοθέντος  $(T_i, X_i)$  είναι ανεξάρτητη από το  $R_i$ , και χρησιμοποιώντας τον προβλεπτικό παράγοντα  $E(T_i|R_i, X_i)$  στο παραπάνω μοντέλο παλινδρόμησης στη θέση του άγνωστου  $T_i$ , ο συντελεστής παλινδρόμησης ατ παραμένει ο ίδιος (π.χ. γραμμική παλινδρόμηση), ή περίπου ο ίδιος (π.χ. λογαριθμιστική παλινδρόμηση). Όταν ο προγνωστικός παράγοντας  $E(T_i|R_i, X_i)$  εκτιμάται με συνέπεια, η προσαρμογή της παλινδρόμησης αποδίδει μια συνεπή (σχεδόν συνεπή για τα περισσότερα μη γραμμικά μοντέλα) εκτίμηση του ατ. Είναι απαραίτητο ο  $X_i$  να περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες  $Z_i$  στο μοντέλο έκβασης της υγείας (Kipnis et al., 2009).

### 5.3 Μοντέλο

Η μέθοδος που αναπτύχθηκε από το NCI περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ημερών μη κατανάλωσης (συνηθισμένο πρότυπο στην κατανάλωση πολλών τροφίμων) που προκύπτουν από τα τρόφιμα διαχωρίζοντας την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης από την ποσότητα την ημέρα κατανάλωσης, χρησιμοποιώντας μοντέλο δύο σταδίων. Παράγοντες, όπως το φύλο, η ηλικία, η φυλή ή η πληροφορία από ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας τροφίμων (FFQ), μπορούν να συμπληρώσουν την πληροφορία από δύο ή περισσότερες 24ωρες ανακλήσεις χρησιμοποιώντας μοντέλο μικτών επιδράσεων. Το μοντέλο επιτρέπει τη συσχέτιση μεταξύ της πιθανότητας κατανάλωσης ενός τροφίμου σε μια μόνο ημέρα και της ποσότητας την ημέρα κατανάλωσης. Τα εκατοστημόρια της κατανομής της συνήθους πρόσληψης υπολογίζονται από τις εκτιμώμενες παραμέτρους του μοντέλου.

Για να υπολογιστεί η συσχέτιση, όλες οι παράμετροι του μοντέλου εκτιμώνται ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας ένα μη γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων. Επιπλέον, εκτιμάται η παράμετρος μετασχηματισμού Box-Cox επίσης ως μέρος της διαδικασίας μέγιστης πιθανοφάνειας. Το πλεονέκτημα της χρήσης του μετασχηματισμού κανονικότητας στο στάδιο μοντελοποίησης, και όχι πριν από τη μοντελοποίηση όπως σε άλλες μεθόδους, είναι ότι η ποσότητα που αναφέρεται στην 24ωρη ανάκληση μετασχηματίζεται σε κανονική, δεδομένων των ανεξάρτητων παραγόντων του μοντέλου. Οι εκτιμήσεις λαμβάνονται για

τις παραμέτρους του μοντέλου, του οποίου οι εξισώσεις παρουσιάζονται παρακάτω, και για τη συσχέτιση μεταξύ των τυχαίων επιδράσεων μεταξύ των ατόμων (Janet A Tooze et al., 2006).

### **5.3.1 Μοντέλο για εποχικά καταναλισκόμενο τρόφιμο**

Η μέθοδος NCI (Janet Austin Tooze et al., 2002), (Janet A Tooze et al., 2006) έχει προταθεί για την εκτίμηση των κατανομών συνήθους πρόσληψης για διατροφικά συστατικά που καταναλώνονται επεισοδιακά, όπως τρόφιμα τα οποία παρουσιάζουν μεγάλο ποσοστό μηδενικών προσλήψεων σε οποιαδήποτε δοθείσα ημέρα. Το επίκεντρο της μεθόδου NCI είναι ένα μοντέλο δύο μερών για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις δεδομένων με συσχετισμένες τυχαίες επιδράσεις.

Το πρώτο μέρος του μοντέλου εκτιμά την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης (λογαριθμιστική παλινδρόμηση) με τυχαία επίδραση ατόμου (person-specific random effect). Η τυχαία επίδραση ατόμου αποτελεί έναν όρο ο οποίος είναι συγκεκριμένος για κάθε άτομο και αναφέρεται στο πόσο η τιμή του ατόμου αποκλίνει από τη μέση τιμή. Επιτρέπει στην πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης ενός διατροφικού στοιχείου μέσα στην ημέρα από ένα άτομο να διαφοροποιείται από εκείνη που θα προέκυπτε σε πληθυσμιακό επίπεδο, η οποία καθορίζεται από το γραμμικό συνδυασμό των παραγόντων που περιλαμβάνονται σε αυτό. Το δεύτερο μέρος προσδιορίζει την ποσότητα ημερήσιας κατανάλωσης (γραμμική παλινδρόμηση με μετασχηματισμένη κλίμακα), επίσης με τυχαία επίδραση ατόμου.

Τα δύο αυτά μέρη συνδέονται επιτρέποντας τη συσχέτιση των δύο τυχαίων επιδράσεων (two person-specific effects) και συμπεριλαμβάνοντας κοινούς παράγοντες και στα δύο μέρη του μοντέλου. Συγκεκριμένα, η πιθανή αυτή συσχέτιση γίνεται μέσω κοινής διμετάβλητης κανονικής κατανομής για τις δύο ατομικές αυτές επιδράσεις με μέση τιμή 0 και διασπορά τον αντίστοιχο πίνακα διακύμανσης - συνδιακύμανσης αυτών. Τα δεδομένα πρόσληψης από τις 24ωρες ανακλήσεις παρέχουν τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ η μέση ημερήσια πρόσληψη εκτιμάται από το ερωτηματολόγιο συχνότητας τροφίμων (FFQ), το οποίο μπορεί να ενσωματωθεί ως ανεξάρτητος παράγοντας (Janet A Tooze et al., 2006).

Δύο ή περισσότερες 24ωρες ανακλήσεις ατόμων με αναφορές σχετικά με το φαγητό ενδιαφέροντος απαιτούνται ώστε να διαχωριστεί η μεταβλητότητα μεταξύ και εντός του ατόμου. Το μοντέλο προσδιορίζεται στην μετασχηματισμένη κλίμακα όπου η ατομική και η ενδοατομική μεταβλητότητα κατανέμονται κανονικά (Janet A Tooze et al., 2006).

Έστω  $T_{ij}$  η πραγματική πρόσληψη θρεπτικών συστατικών για ένα άτομο  $i$  ( $i = 1, \dots, N$ ) την ημέρα  $j$  στην αρχική κλίμακα. Η συνήθης πρόσληψη για το άτομο είναι  $T_i = E(T_{ij} | i)$ , δηλαδή η αναμενόμενη τιμή των πραγματικών προσλήψεων μιας ημέρας για το άτομο  $i$ . Έστω επίσης  $R_{ij}$  οι μετρήσεις διατροφικής πρόσληψης από την 24ωρη ανάκληση, στις οποίες βασιζόμαστε. Υποθέτουμε ότι η 24ωρη ανάκληση είναι μια τυχαία (αμερόληπτη) παρατήρηση για την ποσότητα της ημερήσιας κατανάλωσης, δηλαδή  $E(R_{ij} | i) = T_i$ . Ακολουθώντας τη συνήθη υπόθεση στη διατροφή, υποθέτουμε ότι το ερωτηματολόγιο 24ωρης ανάκλησης είναι αμερόληπτο στην αρχική κλίμακα. Ωστόσο, απαιτείται σχεδόν πάντα ένας μετασχηματισμός των διατροφικών δεδομένων μιας 24ωρης ανάκλησης, εξαιτίας των λοξών κατανομών και του σφάλματος εντός των παρατηρήσεων του ατόμου που εξαρτάται από τη μέση διατροφική πρόσληψη. Μια απλή, αλλά ευέλικτη προσέγγιση είναι να εφαρμοστεί ένας μετασχηματισμός Box-Cox. Ορίζουμε

$$R_{ij}^* = g(R_{ij}, \lambda)$$

το μετασχηματισμό Box-Cox των δεδομένων 24ωρης ανάκλησης,  $g(r, \lambda) = (r^\lambda - 1) \cdot \lambda^{-1}$ ,  $\lambda \neq 0$ . Όταν  $\lambda = 0$ , τότε ορίζεται ο φυσικός λογαριθμικός μετασχηματισμός. Ο μετασχηματισμός επιλέγεται έτσι ώστε, στη μετασχηματισμένη κλίμακα, να έχουμε

$$R_{ij}^* = \mu_i^* + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2),$$

όπου τα σφάλματα  $e_{ij}$  εντός ατόμου είναι προσθετικά, δε σχετίζονται με τον ατομικό μέσο όρο  $\mu_i^*$  και ανεξάρτητα μεταξύ τους. Μπορούμε επίσης να ενσωματώσουμε ένα διάνυσμα με ανεξάρτητους παράγοντες  $X_i$ , οι οποίοι μπορεί να σχετίζονται με το  $\mu_i^*$  στο μοντέλο

$$\mu_i^* = \mathbf{X}'_i \boldsymbol{\beta} + u_i, \quad u_i \sim N(0, \sigma_u^2).$$

Συνδυάζοντας τις δύο παραπάνω σχέσεις οδηγούμαστε σε ένα μη γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων (mixed effects) για τις 24ωρες ανακλήσεις

$$g(R_{ij}, \lambda) = \mathbf{X}'_i \boldsymbol{\beta} + u_i + e_{ij}.$$

(Janet A. Tooze et al., 2010)

Το μοντέλο δύο μερών μπορεί να γραφτεί στη γενική του μορφή ως εξής:

1ο μέρος μοντέλου (πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης):

Logit(24h probability) = intercept<sub>i</sub> + slope<sub>i</sub> × covariate<sub>i</sub> + person-specific effect<sub>i</sub>,

όπου  $\text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right)$ .

2ο μέρος μοντέλου (ποσότητα κατανάλωσης σε μετασχηματισμένη κλίμακα):

Transformed 24h amount = intercept<sub>ii</sub> + slope<sub>ii</sub> × covariate<sub>ii</sub> + person-specific effect<sub>ii</sub> + within-person variability<sub>ii</sub>

### 5.3.2 Μοντέλο για καθημερινά καταναλισκόμενο τρόφιμο

Για τα συστατικά που καταναλώνονται καθημερινά από τα περισσότερα άτομα, η διαδικασία είναι η ίδια με εκείνη για τα εποχικά καταναλισκόμενα. Το σημείο στο οποίο διαφοροποιείται είναι το μέρος που αφορά την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης του στοιχείου, η οποία παραλείπεται, διότι είναι ίση με 1.

### 5.3.3 Εφαρμογή μοντέλου και εκτίμηση εκατοστημορίων

Η συμβολή στην πιθανοφάνεια για το *i* άτομο (*j* = 1, ..., *m*) είναι

$$L_i(\lambda, \boldsymbol{\beta}, \sigma_u, \sigma_e; r_{i1}, \dots, r_{im}) = \int_{u_i} \prod_{j=1}^m g(r_{ij} | \lambda, \boldsymbol{\beta}, u_i, \sigma_e) f(u_i | \sigma_u) du_i,$$

όπου

$$g(r_{ij} | \lambda, \boldsymbol{\beta}, u_i, \sigma_e) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_e^2}} e^{-\left(\frac{(r_{ij}^\lambda - 1)/\lambda - \mathbf{X}'_i \boldsymbol{\beta} - u_i}{\sigma_e}\right)^2 / 2} r_{ij}^{\lambda-1}.$$

Η πλήρης πιθανοφάνεια για το μοντέλο μπορεί να μεγιστοποιηθεί χρησιμοποιώντας quasi-Newton βελτιστοποίηση μιας πιθανοφάνειας που προσεγγίστηκε από το προσαρμοστικό τεταρτημόριο Gauss (Pinheiro & Bates, 1995).

Τα εκατοστημόρια της κατανομής της συνήθους πρόσληψης θρεπτικών ουσιών για τον πληθυσμό εκτιμώνται από τη διαδικασία Monte Carlo. Για τη δημιουργία μιας κατανομής που να αντικατοπτρίζει το μοτίβο των συμμεταβλητών στον πληθυσμό, χρησιμοποιούμε τα μοτίβα των συμμεταβλητών των ατόμων του δείγματος, σε συνδυασμό με τις εκτιμήσεις των  $\beta$  και των διακυμάνσεων  $\sigma_u^2$  και  $\sigma_e^2$ . Επομένως, εφόσον το μοτίβο των συμμεταβλητών είναι ανάλογο με αυτό που βρίσκουμε στο δείγμα, υπολογίζουμε αρχικά το  $X_i'\hat{\beta}$  για κάθε  $i$  άτομο του δείγματος. Προσομοιώνουμε  $k$  πραγματοποιήσεις του  $u_i$ , μια  $N(0, \hat{\sigma}_u^2)$  τυχαία μεταβλητή για κάθε άτομο προς σχηματισμό προσομοιωμένης  $\mu_i^* = X_i'\hat{\beta} + u_i$ , όπου  $l = 1, \dots, kN$  και  $X_l = X_i$  για  $l = i, \dots, ki$ . Η επέκταση της σειράς Taylor μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσεγγίσει την  $T_l = E(R_l | X_l, u_l) = E(g^{-1}(R_l^*, \lambda) | X_l, u_l; \beta)$ .

Για το μετασχηματισμό Box-Cox, ο αναδρομικός μετασχηματισμός (backtransformation) είναι:

$$T_l \cong g^{-1}(\mu_l^*, \lambda) + \frac{1}{2}\sigma_e^2 \frac{\partial^2 \{g^{-1}(\mu_l^*, \lambda)\}}{\partial \mu_l^{*2}} = (\mu_l^* \lambda + 1)^{1/\lambda} + \frac{1}{2}\sigma_e^2 (1-\lambda)(\mu_l^* \lambda + 1)^{1/\lambda - 2}.$$

Οι εκτιμήσεις των  $\lambda$  και  $\sigma_e^2$  χρησιμοποιούνται για την εύρεση του  $T_l$  (Janet A. Tooze et al., 2010).

## ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

#### Σκοπός

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως σκοπό να εκτιμήσει την κατανομή της συνήθους διατροφικής πρόσληψης βάσει των ερωτηματολογίων 24ωρων ανακλήσεων και στη συνέχεια να διερευνήσει πιθανές συσχετίσεις αυτής με εκβάσεις στον τομέα της υγείας, και συγκεκριμένα με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτό του προγράμματος ΥΔΡΙΑ, δηλαδή 4011 άτομα. Από αυτά, τα 3951 άτομα διαθέτουν πλήρη διατροφική πληροφορία. Ωστόσο, έπειτα από την εξαίρεση των ελλειπουσών τιμών ορισμένων συμμεταβλητών στα στατιστικά μοντέλα που εφαρμόστηκαν για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της κατανομής της συνήθους διατροφικής πρόσληψης και για τις συσχετίσεις της συνήθους διατροφικής πρόσληψης με εκβάσεις στον τομέα της υγείας αποτελείτο από 3873 ενήλικες (1788 άντρες και 2085 γυναίκες). Η διατροφική πρόσληψη στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ αξιολογήθηκε από δύο 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις (οι 24ωρες ανακλήσεις πραγματοποιήθηκαν με συνέντευξη, η καταγραφή της 1<sup>ης</sup> ανάκλησης έγινε πρόσωπο με πρόσωπο κατά την έναρξη της μελέτης και της 2<sup>ης</sup> περίπου ένα μήνα αργότερα μέσω τηλεφώνου) και από ένα ερωτηματολόγιο τάσεων κατανάλωσης τροφίμων (FPQ). Οι συμμετέχοντες ανέφεραν λεπτομερώς όλα τα τρόφιμα και τα ποτά που κατανάλωσαν σε δύο συγκεκριμένες ημέρες. Ωστόσο, δε διέθεταν όλοι οι συμμετέχοντες δύο καταγεγραμμένες 24ωρες ανακλήσεις. Ειδικότερα, για 3793 άτομα είχαμε δύο διατροφικές ανακλήσεις, ενώ για τα υπόλοιπα 80 άτομα διαθέταμε μόνο την 1<sup>η</sup> ή τη 2<sup>η</sup> ανάκληση (για 78 άτομα μόνο την 1<sup>η</sup> και για 2 άτομα μόνο τη 2<sup>η</sup>).

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, έγινε η εκτίμηση της διατροφικής πρόσληψης με δύο μεθόδους. Εφαρμόστηκε αρχικά μια αδρή μέθοδος, όπου ως διατροφικός παράγοντας χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο διατροφικών ανακλήσεων για τα άτομα που διέθεταν και τις δύο, ενώ για

εκείνα που διέθεταν μόνο τη μία χρησιμοποιήθηκε μόνο αυτή που υπήρχε ως διατροφικός παράγοντας. Έπειτα εφαρμόστηκε η μέθοδος του NCI για τον ίδιο σκοπό, όπου εκεί χρησιμοποιήθηκαν οι 7666 ανακλήσεις για την εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης.

Στη συνέχεια διερευνήθηκαν οι συσχετίσεις της διαστολικής πίεσης με τη διατροφή (με ορισμένες ομάδες τροφίμων που καταναλώνονται είτε καθημερινά είτε επεισοδιακά, οι οποίες θα αναφερθούν αναλυτικά παρακάτω), της συστολικής πίεσης με τη διατροφή και τέλος της υπέρτασης με τη διατροφή. Υπέρταση θεωρείται όταν η τιμή της αρτηριακής πίεσης είναι άνω των 140 mm Hg για τη συστολική ή άνω των 90 mm Hg για τη διαστολική. Η διερεύνηση αυτών των συσχετίσεων διεξήχθηκε πρωτίστως με την αδρή μέθοδο που περιγράφηκε παραπάνω.

Παρόλο που η καταγραφή δύο διατροφικών ανακλήσεων ανά άτομο επιτρέπει τον υπολογισμό της μέσης ημερήσιας διατροφικής πρόσληψης ομάδων, δεν αρκεί ώστε να εκτιμηθεί πλήρως η κατανομή της συνήθους ατομικής ημερήσιας πρόσληψης λόγω σφάλματος μέτρησης, διότι τα δεδομένα για την κατανάλωση τροφίμων ποικίλλουν καθώς ορισμένα είδη τροφίμων καταναλώνονται καθημερινά σχεδόν από όλους, ενώ άλλα καταναλώνονται περιστασιακά. Συνεπώς, τα δεδομένα 24ωρης ανάκλησης έχουν καταγεγραμμένες πολλές μηδενικές τιμές που αντιστοιχούν σε μηδενικές προσλήψεις για πολλά τρόφιμα. Οι Kirnis et al. πρότειναν την επέκταση της μεθόδου του NCI, που χρησιμοποιήσαμε για την εκτίμηση της κατανομής της συνήθους πρόσληψης, για την πρόβλεψη της ατομικής συνήθους πρόσληψης τροφίμων που προέρχονται από δύο 24ωρες ανακλήσεις και για την αξιολόγηση των σχέσεων των συνήθων προσλήψεων με εκβάσεις υγείας. Ένα χαρακτηριστικό της επέκτασης της μεθόδου ήταν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετοι παράγοντες που σχετίζονται με τις συνήθεις προσλήψεις για να αυξήσουν την ακρίβεια των εκτιμήσεων της συνήθους πρόσληψης και των συσχετίσεων διατροφής-υγείας. Επομένως, εφαρμόστηκε για τη διερεύνηση των συσχετίσεων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, εκτός από την αδρή μέθοδο και η επέκταση της μεθόδου του NCI.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>**

### **7.1 Μέθοδοι δειγματοληψίας του ΥΔΡΙΑ**

Ο πληθυσμός της μελέτης ΥΔΡΙΑ περιελάμβανε όλους τους ενήλικες άνω των 18 ετών που διαμένουν μόνιμα στους νομούς των 13 περιφερειών της Ελλάδας. Έγινε δειγματοληψία ανά ηλικιακές ομάδες 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 και  $\geq 75$  έτη βάσει της απογραφής του ελληνικού πληθυσμού του 2011. Η κατανομή των 14 αντίστοιχων ομάδων ηλικίας - φύλου βασίστηκε στην αντίστοιχη πραγματική κατανομή του μόνιμου πληθυσμού της Ελλάδας όπως προέκυψε από την απογραφή.

Η επιλογή των ατόμων του δείγματος πραγματοποιήθηκε μέσω τυχαίας προσέγγισης νοικοκυριών με τη χρήση λίστας τηλεφωνικών αριθμών. Έγιναν δύο στάδια επιλογής των μονάδων του δείγματος. Η πρωτογενής δειγματοληπτική μονάδα (primary sampling unit, PSU) περιελάμβανε τη δημοτική/τοπική κοινότητα και τελική μονάδα έρευνας ήταν το άτομο. Εν τέλει, το δείγμα της μελέτης, έπειτα από τη διαμόρφωσή του, αποτελείται από 4011 άτομα.

### **7.2 Συλλογή δεδομένων και μετρήσεις**

Η συλλογή των δεδομένων περιελάμβανε τη συμπλήρωση (με τη μέθοδο της προσωπικής συνέντευξης) ερωτηματολογίου για τη συλλογή πληροφοριών υγείας και τρόπου ζωής (ιατρικό ιστορικό και στοιχεία διαβίωσης όπως η σωματική δραστηριότητα και οι καπνιστικές συνήθειες) και για την καταγραφή των διατροφικών επιλογών των ατόμων. Έγιναν μετρήσεις σφυγμού και αρτηριακής πίεσης, μετρήσεις αναστήματος, σωματικού βάρους, περιμέτρου μέσης και περιμέτρου ισχίων, καθώς επίσης και λήψη δείγματος αίματος για τη διενέργεια εργαστηριακών αναλύσεων (σάκχαρο, ουρικό οξύ, ολική και HDL χοληστερόλη, κρεατινίνη, ασβέστιο, ολικά λευκώματα, τρανσαμινάσες).

Στην ανάλυση για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθούν επίσης πληροφορίες για το φύλο (Άνδρας / Γυναίκα), την ηλικία (οι ηλικιακές ομάδες έχουν οριστεί ως εξής: 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 και άνω των 75 ετών), το εκπαιδευτικό επίπεδο (Χαμηλό / Μεσαίο / Υψηλό), την

περιφέρεια (Αττική / Βόρεια Ελλάδα / Κεντρική Ελλάδα / Αιγαίο, Κρήτη), το κάπνισμα (Καθημερινά / Περιστασιακά / Πρώην καπνιστής / Μη καπνιστής), τη φυσική δραστηριότητα (Met-hours/day), το δείκτη μάζας σώματος (kg/m<sup>2</sup>) και το μέσο όρο κατανάλωσης ενέργειας δυο 24ωρων ανακλήσεων (kcal/day).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κάποια περιγραφικά στοιχεία για τις μεταβλητές αυτές:

Πίνακας 1: Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά, σωματομετρικά χαρακτηριστικά, φυσική δραστηριότητα, κατανάλωση ενέργειας και αρτηριακή πίεση 3873 συμμετεχόντων στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ

Μεταβλητές	n=3873
<b>Φύλο</b>	<b>Αριθμός παρατηρήσεων</b>
Ανδρας (n (%))	1788 (46.2)
Γυναίκα (n (%))	2085 (53.8)
<b>Ηλικία</b>	
18-24 έτη (n (%))	341 (8.8)
25-34 έτη (n (%))	627 (16.2)
35-44 έτη (n (%))	750 (19.3)
45-54 έτη (n (%))	733 (18.9)
55-64 έτη (n (%))	658 (17.0)
65-74 έτη (n (%))	484 (12.5)
≥75 έτη (n (%))	280 (7.3)
<b>Εκπαιδευτικό Επίπεδο</b>	
Χαμηλό (n (%))	1079 (27.9)
Μεσαίο (n (%))	1583 (40.9)
Υψηλό (n (%))	1211 (31.2)
<b>Περιφέρεια</b>	
Αττική (n (%))	1331 (34.4)
Βόρεια Ελλάδα (n (%))	1137 (29.4)
Κεντρική Ελλάδα (n (%))	975 (25.1)
Αιγαίο, Κρήτη (n (%))	430 (11.1)

<b>Κάπνισμα</b>	
Καθημερινά (n (%))	1261 (32.6)
Περιστασιακά (n (%))	175 (4.5)
Πρώην Καπνιστής (n (%))	813 (21.0)
Μη Καπνιστής (n (%))	1624 (41.9)
<b>Φυσική Δραστηριότητα (MET-hours/day; Μέση τιμή (τυπική απόκλιση))</b>	44.1 (9.3)
<b>Δείκτης Μάζας Σώματος (kg/m<sup>2</sup>; Μέση τιμή (τυπική απόκλιση))</b>	28.4 (5.6)
<b>Μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων (kcal/day; μέση τιμή (τυπική απόκλιση))</b>	1871.1 (817.4)
<b>Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mm Hg; μέση τιμή (τυπική απόκλιση))</b>	122.7 (16.0)
<b>Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mm Hg; μέση τιμή (τυπική απόκλιση))</b>	76.8 (10.5)
<b>Υπέρταση (n (%))<sup>†</sup></b>	769 (19.9)

† Αν η συστολική αρτηριακή πίεση είναι  $\geq 140$  mm Hg ή η διαστολική αρτηριακή πίεση είναι  $\geq 90$  mm Hg, τότε έχουμε ύπαρξη υπέρτασης.

Οι συγκεκριμένες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν ως συμμεταβλητές στα μοντέλα αρτηριακής πίεσης - διατροφής και υπέρτασης - διατροφής. Οι μεταβλητές που αφορούν την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση θα συσχετιστούν με ορισμένες από τις 17 αδρές ομάδες τροφίμων του ΥΔΡΙΑ. Οι 17 αυτές ομάδες είναι οι εξής:

- Πατάτες και κόνδυλοι
- Λαχανικά
- Όσπρια
- Ξηροί καρποί, σπόροι και επαλειφόμενα προϊόντα
- Φρούτα
- Γαλακτοκομικά προϊόντα
- Δημητριακά και προϊόντα δημητριακών
- Κρέας και προϊόντα κρέατος

- Ψάρια και οστρακοειδή
- Αυγά και προϊόντα αυγών
- Λίπη και έλαια
- Ζάχαρη και προϊόντα ζαχαροπλαστικής
- Μη αλκοολούχα ροφήματα
- Αλκοολούχα ποτά
- Σάλτσες
- Διάφορα
- Πρόσθετα γεύσης και βοηθητικά μέσα επεξεργασίας

### **7.3 Μηδενικές προσλήψεις**

Για τις 17 αυτές ομάδες τροφίμων υπάρχουν καταγεγραμμένες πολλές μηδενικές προσλήψεις στις ανακλήσεις 24ώρου. Αυτό συμβαίνει διότι όλα τα τρόφιμα δεν καταναλώνονται καθημερινά από όλους, παρόλο που τα περισσότερα από αυτά που ανήκουν στις συγκεκριμένες ομάδες τροφίμων καταναλώνονται συχνά. Πιο συγκεκριμένα, οι μηδενικές προσλήψεις για κάθε ομάδα τροφίμων αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα, όπως επίσης και τα αντίστοιχα ποσοστά επί των 3873 ατόμων (μέσος όρος δύο 24ωρων ανακλήσεων ανά άτομο).

Πίνακας 2: Μηδενικές προσλήψεις 3873 συμμετεχόντων στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ

Ομάδες τροφίμων	Μηδενικές προσλήψεις (αριθμός ημερών)
Πατάτες και κόνδυλοι (γρ/ημέρα)	1789 (46.2%)
Λαχανικά (γρ/ημέρα)	51 (1.3%)
Όσπρια (γρ/ημέρα)	3037 (78.4%)
Ξηροί καρποί, σπόροι και επαλειφόμενα προϊόντα (γρ/ημέρα)	2770 (71.5%)
Φρούτα (γρ/ημέρα)	904 (23.3%)
Γαλακτοκομικά προϊόντα (γρ/ημέρα)	125 (3.2%)
Δημητριακά και προϊόντα δημητριακών (γρ/ημέρα)	21 (0.5%)
Κρέας και προϊόντα κρέατος (γρ/ημέρα)	563 (14.5%)
Ψάρια και οστρακοειδή (γρ/ημέρα)	2716 (70.1%)
Αυγά και προϊόντα αυγών (γρ/ημέρα)	1303 (33.6%)
Λίπη και έλαια (γρ/ημέρα)	11 (0.3%)
Ζάχαρη και προϊόντα ζαχαροπλαστικής (γρ/ημέρα)	358 (9.2%)
Μη αλκοολούχα ροφήματα (γρ/ημέρα)	181 (4.7%)
Αλκοολούχα ποτά (γρ/ημέρα)	1906 (49.2%)
Σάλτσες (γρ/ημέρα)	3012 (77.8%)
Διάφορα (γρ/ημέρα)	2010 (51.9%)
Πρόσθετα γεύσης και βοηθητικά μέσα επεξεργασίας (γρ/ημέρα)	2706 (69.9%)

Θεωρήσαμε ένα τρόφιμο καθημερινώς καταναλισκόμενο όταν το ποσοστό των μηδενικών προσλήψεων του είναι  $\leq 5\%$  και περιστασιακά καταναλισκόμενο όταν το αντίστοιχο ποσοστό είναι  $\geq 10\%$ . Στην περίπτωση που το ποσοστό των μηδενικών προσλήψεων είναι μεταξύ 5% και 10%, αποφασίσαμε ξεχωριστά για κάθε περίπτωση. Βάσει αυτού και των στοιχείων του ανωτέρω πίνακα, για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιλέξαμε ως καθημερινώς καταναλισκόμενα τρόφιμα τα λαχανικά και τα γαλακτοκομικά

προϊόντα και ως επεισοδιακά καταναλισκόμενα τρόφιμα τα όσπρια και τα ψάρια και οστρακοειδή.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>**

### **Μεθοδολογία**

Στην ενότητα αυτή, θα περιγραφεί η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία. Θα δοθούν επίσης διευκρινίσεις για τον τρόπο που εφαρμόστηκαν οι τεχνικές και τα μοντέλα που περιγράφηκαν στο γενικό μέρος στα δεδομένα του ΥΔΡΙΑ.

### **8.1 Εφαρμογή αδρής μεθόδου**

Πραγματοποιήθηκε μια αδρή εκτίμηση της κατανομής της συνήθους διατροφικής πρόσληψης για τις τέσσερις ομάδες τροφίμων που αναφέρθηκαν παραπάνω (λαχανικά, γαλακτοκομικά προϊόντα, όσπρια, ψάρια και οστρακοειδή) και διερευνήθηκε η συσχέτισή τους με την αρτηριακή πίεση (συστολική / διαστολική) και την υπέρταση. Ως διατροφικός παράγοντας στην προσέγγιση αυτή χρησιμοποιήθηκε μια μεταβλητή που εκφράζει το μέσο όρο κατανάλωσης μιας ομάδας τροφίμων από τις δύο 24ωρες ανακλήσεις για όσα άτομα διέθεταν και τις δύο, ενώ για εκείνα που διέθεταν μόνο μία 24ωρη ανάκληση ως διατροφικός παράγοντας χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή που δηλώνει αυτήν την ανάκληση. Η στατιστική ανάλυση έγινε με το λογισμικό STATA 11.

Όσον αφορά τη διερεύνηση της συσχέτισης κάθε ομάδας τροφίμων με την αρτηριακή πίεση, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο όπου εξαρτημένη μεταβλητή (έκβαση) ήταν μια συνεχής μεταβλητή που δηλώνει τη διαστολική αρτηριακή πίεση και ένα μοντέλο όπου εξαρτημένη μεταβλητή ήταν μια συνεχής μεταβλητή που δηλώνει τη συστολική αρτηριακή πίεση. Και στα δύο μοντέλα ως ανεξάρτητη μεταβλητή (έκθεση) χρησιμοποιήθηκε μία ομάδα τροφίμων από τις τέσσερις προαναφερθείσες κάθε φορά και έγινε έλεγχος ως προς τις μεταβλητές που δηλώνουν το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, την περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος

και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων με την εισαγωγή αυτών των μεταβλητών ως ανεξάρτητες μεταβλητές στο στατιστικό μοντέλο. Χρησιμοποιήθηκε, λοιπόν, απλή γραμμική παλινδρόμηση για τη συσχέτιση αυτή.

Προκειμένου να μελετηθεί η σχέση την κάθε ομάδας τροφίμων με την υπέρταση, εφαρμόστηκε ένα μοντέλο λογαριθμιστικής παλινδρόμησης όπου εξαρτημένη μεταβλητή (έκβαση) ήταν μια δίτιμη μεταβλητή (ναι / όχι) που δηλώνει αν το άτομο έχει υπέρταση ή όχι. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή (έκθεση) χρησιμοποιήθηκε μία ομάδα τροφίμων κάθε φορά και έγινε έλεγχος ως προς τις μεταβλητές που δηλώνουν το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, την περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων.

## **8.2 Εφαρμογή της μεθόδου του NCI**

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η μέθοδος του NCI με σκοπό την καλύτερη εκτίμηση της συνήθους πρόσληψης της διατροφής και την επανεξέταση της συσχέτισής της με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση. Η βασική διαφορά αυτής της μεθόδου από την αδρή μέθοδο είναι ότι για τη μέθοδο του NCI χρησιμοποιούνται και οι δύο 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις, πράγμα το οποίο αποτελεί το βασικό προτέρημά της. Συνεπώς, ο διατροφικός παράγοντας δηλώνεται από δύο μεταβλητές, μία για την κατανάλωση κατά την πρώτη 24ωρη ανάκληση και μία για τη δεύτερη ανάκληση. Για τη συγκεκριμένη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SAS 9.3.

Η μέθοδος NCI, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να εκτιμήσει την κατανομή της συνήθους διατροφικής πρόσληψης ενός πληθυσμού ή ενός υποπληθυσμού, να διορθώσει τη μεροληψία που προκλήθηκε από την παλινδρόμηση σε ένα μοντέλο με έκβαση στον τομέα της υγείας, όπου η συνήθης πρόσληψη θεωρείται συνεχής έκθεση και να εκτιμήσει τις επιδράσεις μη διατροφικών συμμεταβλητών στη συνήθη κατανάλωση τροφίμων ή θρεπτικών συστατικών. Επίσης με την επέκταση της μεθόδου από τους Kirpnis et al., εκτιμάται και η συνήθης ατομική διατροφική

πρόσληψη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μοντέλα για συσχέτιση με εκβάσεις υγείας.

Οι συγκεκριμένες στατιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από:

- τις πρωταρχικές μεθόδους διατροφικής αξιολόγησης (όπως είναι για παράδειγμα οι 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις ή τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων)
- το αν τα τρόφιμα καταναλώνονται σχεδόν καθημερινά ή περιστασιακά
- τον αριθμό των διατροφικών συστατικών που θα μοντελοποιηθούν ταυτόχρονα.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη μοντελοποίηση μιας μεμονωμένης ομάδας τροφίμων διεξάγεται σε τρία στάδια, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στις ακόλουθες παραγράφους. Το πρώτο στάδιο (πραγματοποιείται με τη μακροεντολή *mixtran* στο SAS) είναι επαρκές για τον έλεγχο των επιδράσεων των συμμεταβλητών στην πρόσληψη μιας ομάδας τροφίμων, ενώ το δεύτερο (πραγματοποιείται με τη μακροεντολή *distrib* στο SAS) και το τρίτο στάδιο (πραγματοποιείται με τη μακροεντολή *indivint* στο SAS) αναπτύσσονται σε συνδυασμό με το πρώτο στάδιο. Η σύνταξη της κάθε μακροεντολής βρίσκεται σε αντίστοιχους πίνακες στο παράρτημα.

Οι παρακάτω πληροφορίες έχουν ληφθεί από το *User's Guide for Analysis of Usual Intakes*: [epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/Users\\_Guide\\_v2.1.pdf](http://epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/Users_Guide_v2.1.pdf).

### **8.2.1 Προσαρμογή στατιστικού μοντέλου**

Στο πρώτο στάδιο της μεθόδου, έγινε η προσαρμογή του μοντέλου με συσχετισμένες τυχαίες επιδράσεις της μεθόδου του NCI, που περιγράφηκε στο γενικό μέρος, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ της συνήθους πρόσληψης και των συμμεταβλητών και εκτιμά τη μεταβλητότητα της πρόσληψης εντός των παρατηρήσεων του ατόμου και μεταξύ των ατόμων.

Όσον αφορά τα όσπρια και τα ψάρια και οστρακοειδή, εφαρμόστηκε το μοντέλο δύο μερών, καθώς αυτά αποτελούν περιστασιακά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων. Το πρώτο μέρος αυτού του μοντέλου εκτιμά την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης των συγκεκριμένων ομάδων τροφίμων



με συσχετισμένες τυχαίες επιδράσεις, ενώ το δεύτερο προσδιορίζει την ποσότητα κατανάλωσης αυτών επίσης με συσχετισμένες τυχαίες επιδράσεις. Τα δύο αυτά μέρη συνδέονται επιτρέποντας τη συσχέτιση των δύο τυχαίων επιδράσεων (two person-specific effects) και συμπεριλαμβάνοντας κοινές συμμεταβλητές και στα δύο μέρη του μοντέλου. Οι συμμεταβλητές που εισήχθησαν ήταν: το φύλο, η ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, η γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, η φυσική δραστηριότητα, ο δείκτης μάζας σώματος και η μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων. Στις συμμεταβλητές αυτές συμπεριλαμβάνονται το ερωτηματολόγιο τάσεων κατανάλωσης τροφίμων (FPQ) γραμμικά, η τετραγωνική ρίζα του FPQ και το FPQ υψωμένο στο τετράγωνο. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι να διερευνηθεί μια πιθανή μη γραμμική συσχέτιση του FPQ με την πιθανότητα και την ποσότητα κατανάλωσης (Janet A Tooze et al., 2006). Επίσης συμπεριλήφθηκαν μια μεταβλητή που δηλώνει αν η μέρα κατανάλωσης είναι καθημερινή (Δευτέρα έως Πέμπτη) ή Σαββατοκύριακο (Παρασκευή έως Κυριακή) και μια μεταβλητή που δηλώνει αν πρόκειται για την 1<sup>η</sup> ή τη 2<sup>η</sup> ανάκληση για τα άτομα που διαθέτουν δύο ανακλήσεις, ενώ για τα υπόλοιπα άτομα λαμβάνεται υπ' όψιν η μοναδική ανάκλησή τους.

Για την ομάδα των λαχανικών και των γαλακτοκομικών προϊόντων, εφαρμόστηκε μόνο το μοντέλο που υπολογίζει την ποσότητα κατανάλωσής τους, κι αυτό διότι πρόκειται για ομάδες τροφίμων που καταναλώνονται καθημερινά κι επομένως η πιθανότητα κατανάλωσής τους είναι ίση με 1.

Όπως προαναφέρθηκε, οι συμμεταβλητές που εισήχθησαν στα δύο μοντέλα είναι κοινές. Εκτός από τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση ενέργεια των δύο ανακλήσεων, οι οποίες αποτελούν συνεχείς μεταβλητές, οι υπόλοιπες είναι κατηγορικές μεταβλητές. Αυτές εισάγονται στα μοντέλα του NCI ως ψευδομεταβλητές, δηλαδή η πρώτη κατηγορία αυτών (0) παραλείπεται, καθώς θεωρείται η κατηγορία αναφοράς, και εισάγονται οι υπόλοιπες κατηγορίες. Συγκεκριμένα, στο φύλο η κατηγορία αναφοράς είναι οι άνδρες, στην ηλικία είναι η ηλικιακή ομάδα των 18-24 ετών, στο επίπεδο εκπαίδευσης είναι το χαμηλό επίπεδο, στη γεωγραφική περιφέρεια είναι η Αττική, στο κάπνισμα είναι εκείνοι που καπνίζουν καθημερινά, στην ημέρα

κατανάλωσης είναι η καθημερινή (Δευτέρα έως Πέμπτη) και στη σειρά της 24ωρης ανάκλησης είναι η 1<sup>η</sup> ανάκληση.

### **8.2.2 Εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης πληθυσμού**

Για την εκτίμηση της κατανομής της συνήθους πρόσληψης, κατά το δεύτερο στάδιο της μεθόδου, οι εκτιμήσεις των μεταβλητών του μοντέλου από το πρώτο στάδιο χρησιμοποιήθηκαν ώστε να προσομοιωθεί ένας πληθυσμός που έχει τα ίδια χαρακτηριστικά (όπως περιγράφεται από τις τιμές των συμμεταβλητών) και την ίδια μεταξύ των ατόμων μεταβλητότητα. Η ενδοατομική μεταβλητότητα από το μοντέλο εκτίμησης της ποσότητας κατανάλωσης δεν περιλήφθηκε στη διαδικασία αυτή, καθώς δε συνεισφέρει στη μακροχρόνια διατροφική πρόσληψη.

Αρχικά, οι εκτιμώμενες κλίσεις των συμμεταβλητών από το πρώτο στάδιο χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να εξαχθεί για κάθε άτομο μια εκτίμηση για κάθε συμμεταβλητή του μοντέλου. Επίσης, κρίθηκε απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί και η εκτιμώμενη τιμή των ατομικών τυχαίων επιδράσεων. Επειδή αυτές οι επιδράσεις δεν είναι παρατηρήσιμες, δημιουργήσαμε μια εκτίμηση από τη στατιστική τους κατανομή (διμετάβλητη κανονική κατανομή με μέση τιμή 0 και διασπορά τον αντίστοιχο πίνακα διακύμανσης - συνδιακύμανσης αυτών). Προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια της εκτιμώμενης κατανομής συνήθους διατροφικής πρόσληψης, προσομοιώνουμε 100 ψευδοάτομα για κάθε άτομο με ίδιες συμμεταβλητές, αλλά με διαφορετικές ατομικές τυχαίες επιδράσεις με τη μέθοδο Monte Carlo. (Janet A Tooze et al., 2006).

Επίσης, επειδή οι μεταβλητές που δηλώνουν τη διατροφική πρόσληψη, μετασχηματίστηκαν σύμφωνα με τον Box-Cox μετασχηματισμό κατά την προσαρμογή των μοντέλων εκτίμησης της ποσότητας κατανάλωσης (όπου είναι οι εξαρτημένες μεταβλητές), κρίθηκε σκόπιμο να μετασχηματιστούν ξανά στην αρχική κλίμακα ώστε να εκτιμήσουμε στη συνέχεια την κατανομή τους. Έπειτα από αυτό, ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση και τα εκατοστημόρια των λαχανικών, των γαλακτοκομικών προϊόντων, των οσπρίων και των ψαριών και οστρακοειδών υπολογίστηκαν από τον προσομοιωμένο πληθυσμό.

### **8.2.3 Συσχετίσεις με εκβάσεις στον τομέα της υγείας**

Το τελευταίο στάδιο της ανάλυσης αφορούσε τη συσχέτιση των τεσσάρων ομάδων τροφίμων με την αρτηριακή πίεση (διαστολική/συστολική) κι έπειτα με την υπέρταση. Εφαρμόστηκε η επέκταση της μεθόδου του NCI από τους Kirnis et al. Χρησιμοποιήθηκαν οι εκτιμήσεις των μεταβλητών των μοντέλων από το πρώτο στάδιο και βάσει αυτών, έγινε η πρόβλεψη των ατομικών διατροφικών προσλήψεων. Αυτές στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν ως έκθεση στα μοντέλα με εξαρτημένη μεταβλητή τη διαστολική αρτηριακή πίεση, τη συστολική αρτηριακή πίεση και την υπέρταση. Στα μοντέλα αυτά έγινε έλεγχος ως προς τις μεταβλητές που δηλώνουν το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, τη γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων με την εισαγωγή τους ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Για τη διερεύνηση της συσχέτισης με την αρτηριακή πίεση πραγματοποιήθηκαν δύο γραμμικές παλινδρομήσεις για κάθε ομάδα τροφίμων ξεχωριστά, ενώ για τη διερεύνηση της συσχέτισης με την υπέρταση εφαρμόστηκε λογαριθμιστική παλινδρόμηση.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>**

### **Αποτελέσματα**

Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα τόσο της αδρής μεθόδου όσο και της μεθόδου του NCI που ακολουθήθηκαν στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και γίνεται η ερμηνεία τους.

#### **9.1 Αποτελέσματα αδρής μεθόδου**

Στις επόμενες δύο ενότητες παρατίθενται οι εκτιμώμενες κατανομές της συνήθους πρόσληψης των ομάδων τροφίμων που αναφέρθηκαν παραπάνω, όπως επίσης και τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων για τις συσχέτισεις αυτών με την αρτηριακή πίεση (διαστολική/συστολική) και την υπέρταση σύμφωνα με την αδρή μέθοδο.

### 9.1.1 Αδρή εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης

Αρχικά, έγινε η εκτίμηση της κατανομής της συνήθους πρόσληψης των τεσσάρων αδρών ομάδων τροφίμων του προγράμματος ΥΔΡΙΑ που έχουν επιλεχθεί για την παρούσα διπλωματική εργασία. Οι μεταβλητές που δηλώνουν την κατανάλωση κάθε ομάδας τροφίμων σε γραμμάρια ανά ημέρα αποτελούν τον αδρό μέσο όρο δύο 24ωρων διατροφικών ανακλήσεων για κάθε έναν από τους 3793 συμμετέχοντες στο πρόγραμμα που διαθέτουν δύο ανακλήσεις, ενώ για τους 80 συμμετέχοντες που διαθέτουν μία και μόνο ανάκληση οι μεταβλητές για την κατανάλωση τροφίμων αντιστοιχούν στην ανάκληση αυτή. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία για την κατανομή της συνήθους πρόσληψης της εκάστοτε ομάδας τροφίμων και παρακάτω παρατίθενται τα αντίστοιχα ιστογράμματά τους.

Πίνακας 3: Συνολική κατανάλωση (σε γραμμάρια/ημέρα) ομάδων τροφίμων 3873 συμμετεχόντων στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ, όπως υπολογίστηκε από το μέσο όρο δύο ερωτηματολογίων 24ωρων ανακλήσεων (αδρές εκτιμήσεις)

Ομάδες τροφίμων	Μέση τιμή (Τυπική απόκλιση)	5 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	25 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	50 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	75 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	95 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο
Λαχανικά (γρ/ημέρα)	193.1 (148.3)	26.4	90.6	160.9	262.4	464.5
Γαλακτοκομικά προϊόντα (γρ/ημέρα)	203.6 (178.1)	10.1	64.9	157.2	297.9	546.2
Όσπρια (γρ/ημέρα)	15.7 (38.7)	0	0	0	0	58.7
Ψάρια και οστρακοειδή (γρ/ημέρα)	22.3 (51.3)	0	0	0	21.6	120.8

Από τις κατανομές της συνήθους πρόσληψης των ομάδων τροφίμων, αναφέρουμε ενδεικτικά τα εξής:

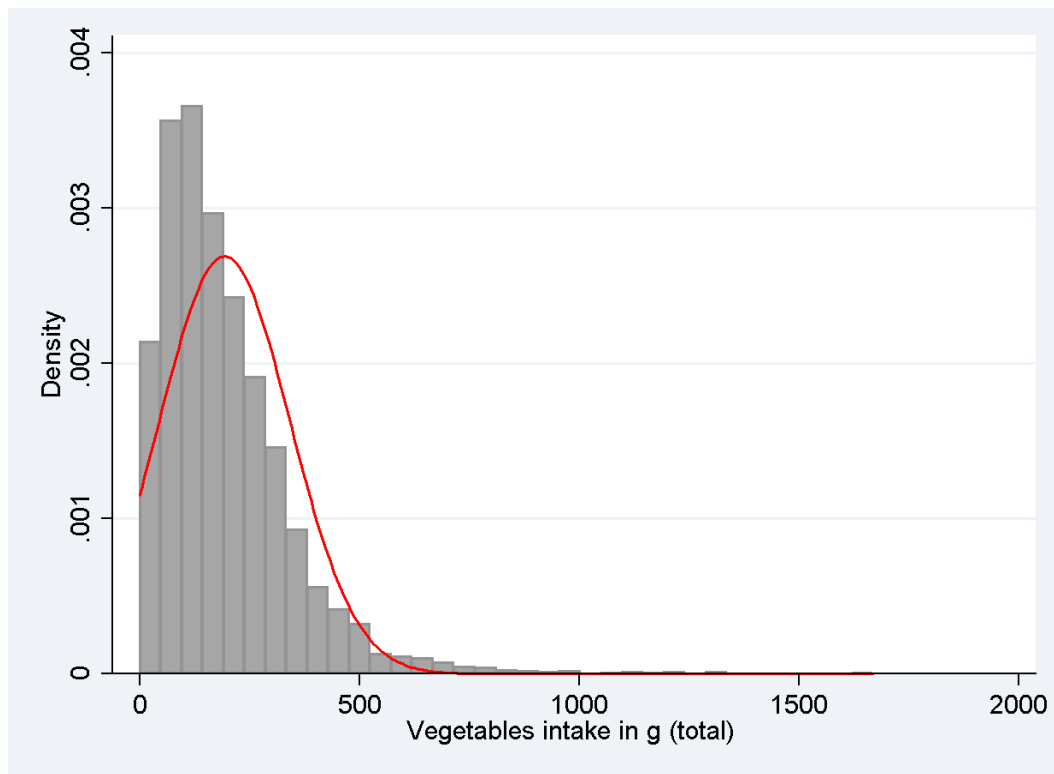
- Ο μέσος όρος κατανάλωσης λαχανικών είναι 193.1 γραμμάρια ανά ημέρα. Το 5% των συμμετεχόντων καταναλώνει 26.4 γραμμάρια λαχανικών ανά ημέρα ή λιγότερο, ενώ επίσης 5% καταναλώνει 464.5 γραμμάρια ανά ημέρα ή περισσότερο. Η διάμεση κατανάλωση ανά ημέρα ανέρχεται στα 160.9 γραμμάρια.

- Η μέση κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων είναι 203.6 γραμμάρια ανά ημέρα. Το 5% των συμμετεχόντων καταναλώνει έως και 10.1 gr γαλακτοκομικών προϊόντων ανά ημέρα και το 5% αυτών καταναλώνει 546.2 γραμμάρια ανά ημέρα ή περισσότερο. Η διάμεση κατανάλωση των συμμετεχόντων ανά ημέρα είναι 157.2 γραμμάρια.
- Η μέση τιμή κατανάλωσης οσπρίων είναι 15.7 γραμμάρια ανά ημέρα. Το 75% των συμμετεχόντων δεν καταναλώνει καθόλου όσπρια, ενώ το 5% αυτών καταναλώνει περισσότερα από 58.7 γραμμάρια ανά ημέρα. Επομένως, η διάμεση τιμή της κατανάλωσης οσπρίων ανά ημέρα είναι 0 γραμμάρια.
- Τέλος, ο μέσος όρος κατανάλωσης ψαριών και οστρακοειδών είναι 22.3 γραμμάρια ανά ημέρα. Το 75% των συμμετεχόντων καταναλώνει 21.6 γραμμάρια ψαριών και οστρακοειδών ανά ημέρα ή λιγότερο με τη διάμεση κατανάλωσή τους να είναι 0. Επίσης 5% καταναλώνει 120.8 ή περισσότερα γραμμάρια ανά ημέρα.

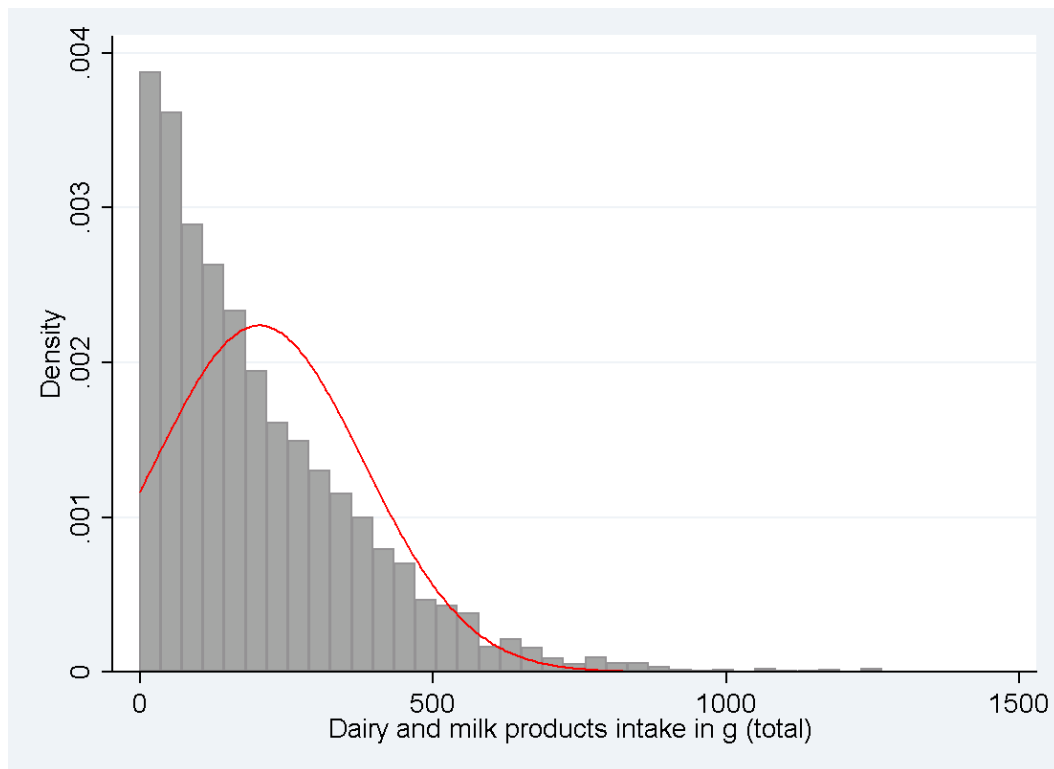
Παρατηρούμε, επομένως, μια θετική ασυμμετρία στην κατανομή της συνήθους πρόσληψης των ομάδων τροφίμων, καθώς η μέση τιμή κατανάλωσής τους είναι μεγαλύτερη από τη διάμεση τιμή τους.

Ακολουθούν τα ιστογράμματα κατανάλωσης των προαναφερθεισών ομάδων τροφίμων.

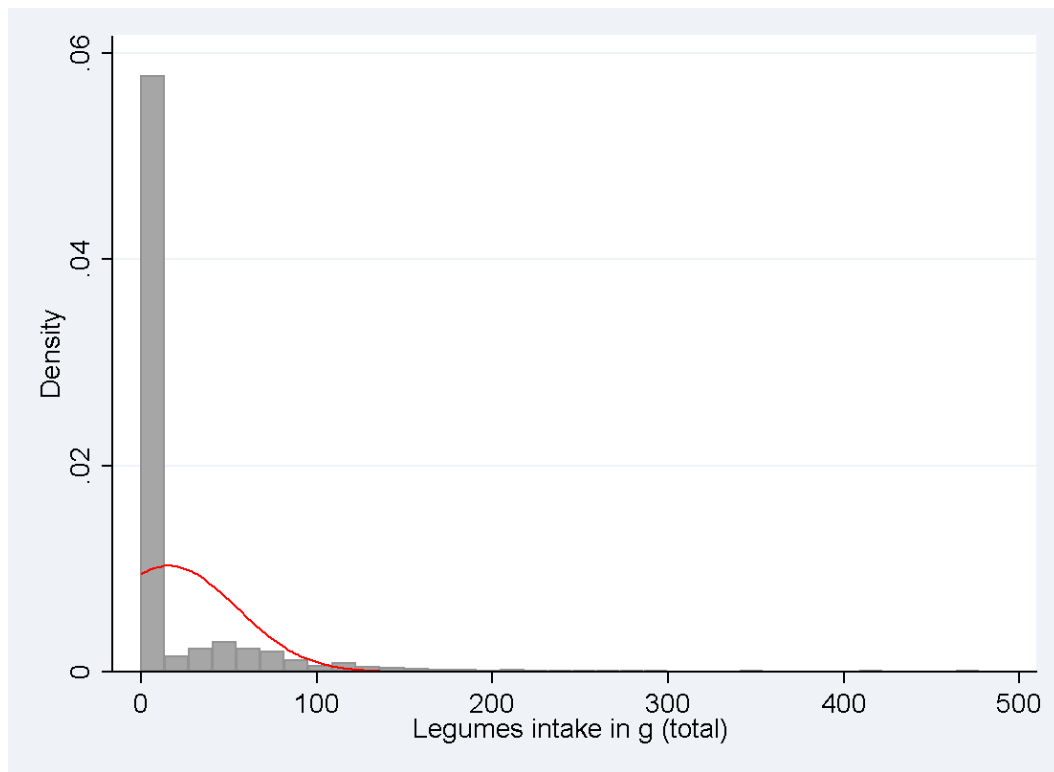
Γράφημα 7: Ιστόγραμμα κατανάλωσης λαχανικών, όπως προκύπτει από το μέσο όρο δύο 24ωρων ανακλήσεων 3873 ατόμων



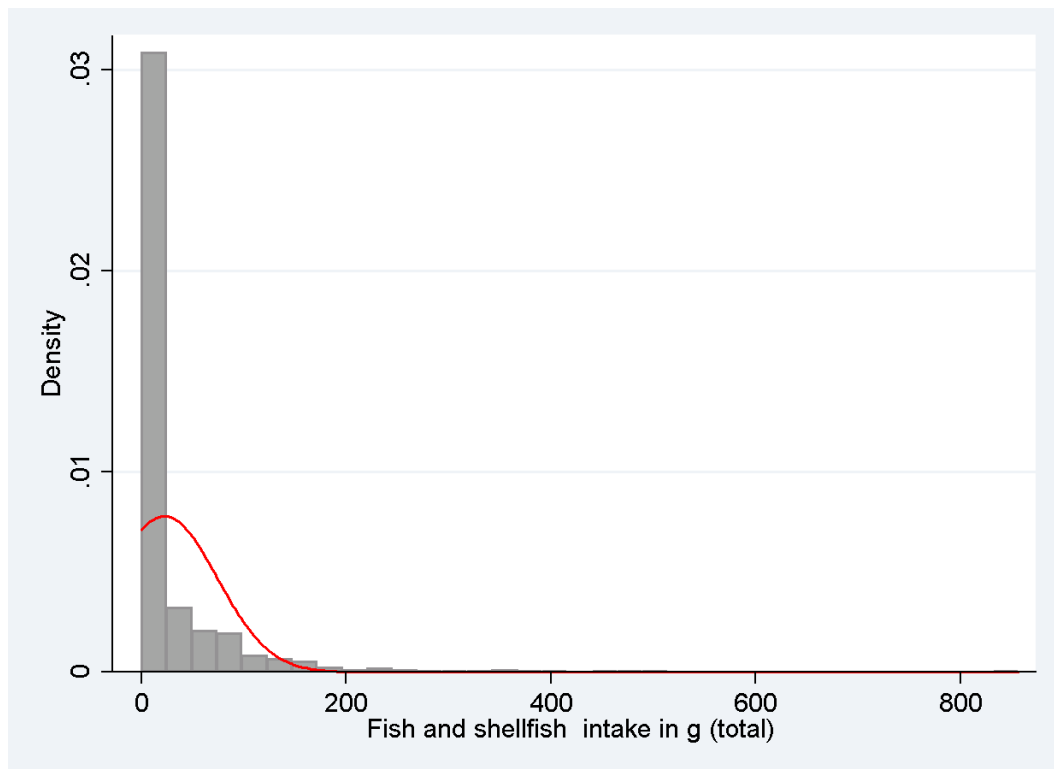
Γράφημα 8: Ιστόγραμμα κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως προκύπτει από το μέσο όρο δύο 24ωρων ανακλήσεων 3873 ατόμων



Γράφημα 9: Ιστόγραμμα κατανάλωσης οσπρίων, όπως προκύπτει από το μέσο όρο δύο 24ωρων ανακλήσεων 3873 ατόμων



Γράφημα 10: Ιστόγραμμα κατανάλωσης ψαριών και οστρακοειδών, όπως προκύπτει από το μέσο όρο δύο 24ωρων ανακλήσεων 3873 ατόμων



Στα ιστογράμματα των κατανομών της συνήθους πρόσληψης των συγκεκριμένων ομάδων τροφίμων, παρατηρούμε τα εξής:

- Στο ιστόγραμμα τόσο των λαχανικών όσο και των γαλακτοκομικών προϊόντων έχουμε αρκετές μη μηδενικές προσλήψεις, γεγονός που δικαιολογεί την επιλογή μας να τα αντιμετωπίσουμε ως καθημερινώς καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων.
- Στο ιστόγραμμα τόσο των οσπρίων όσο και των ψαριών και οστρακοειδών φαίνεται ότι η κατανάλωσή τους από τα περισσότερα άτομα είναι συγκεντρωμένη γύρω από το 0, πράγμα που σημαίνει ότι οι συγκεκριμένες ομάδες τροφίμων αποτελούν ομάδες περιστασιακά καταναλισκόμενες.

### **9.1.2 Μοντέλα παλινδρόμησης αδρής μεθόδου**

Όσον αφορά τη διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων της διαστολικής και της συστολικής αρτηριακής πίεσης με την εκάστοτε ομάδα τροφίμων, πραγματοποιήθηκαν οχτώ αναλύσεις για τον κάθε συνδυασμό αρτηριακής πίεσης με κάθε τρόφιμο εναλλακτικά, έχοντας κάνει έλεγχο ως προς τους πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες στη συγκεκριμένη συσχέτιση σε όλα αυτά τα μοντέλα.

Τα αποτελέσματα των απλών γραμμικών παλινδρομήσεων παρατίθενται στον πίνακα 4.



Πίνακας 4: Συσχέτιση ομάδων τροφίμων, βάσει του μέσου όρου δύο ερωτηματολογίων 24ωρων ανακλήσεων του προγράμματος ΥΔΡΙΑ, με τη διαστολική και τη συστολική αρτηριακή πίεση 3873 συμμετεχόντων (αδρή προσέγγιση)

Ομάδες τροφίμων	Διαστολική αρτηριακή πίεση (mm Hg)			Συστολική αρτηριακή πίεση (mm Hg)		
	$\beta$	p-value	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	$\beta$	p-value	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης
Λαχανικά (ανά 100 γραμ/ημέρα)	-0.47	<0.001	[-0.69, -0.26]	-0.32	0.045	[-0.63, -0.01]
Γαλακτοκομικά προϊόντα (ανά 100 γραμ/ημέρα)	-0.14	0.112	[-0.31, 0.03]	-0.27	0.032	[-0.52, -0.02]
Όσπρια (ανά 10 γραμ/ημέρα)	0.04	0.252	[-0.03, 0.12]	0.08	0.175	[-0.03, 0.19]
Ψάρια και οστρακοειδή (ανά 20 γραμ/ημέρα)	0.08	0.172	[-0.04, 0.20]	0.12	0.169	[-0.05, 0.28]

\*Στα μοντέλα αυτά έχει γίνει έλεγχος ως προς το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, τη γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα, όσον αφορά τη διαστολική και τη συστολική αρτηριακή πίεση, συμπεραίνουμε τα εξής:

- Η μέση μείωση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης είναι 0.47 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης λαχανικών ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου. Τα λαχανικά συνδέονται, επομένως, με μείωση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης. Η συσχέτιση αυτή είναι πολύ στατιστικά σημαντική στο επίπεδο 5% (p-value < 0.001). Επίσης, η συστολική αρτηριακή πίεση συνδέεται με μείωση κατά 0.32 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια περισσότερη κατανάλωση λαχανικών ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου.
- Η διαστολική αρτηριακή πίεση δε σχετίζεται με την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων σε στατιστικά σημαντικό βαθμό (p-value = 0.112). Σημειώνεται πάντως ότι η διαστολική πίεση συνδέεται

ενδεικτικά με μείωση 0.14 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου. Ωστόσο, η συσχέτιση της συστολικής αρτηριακής πίεσης με την κατανάλωση γαλακτοκομικών είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.032). Συγκεκριμένα, η συστολική πίεση συνδέεται με μείωση κατά 0.27 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια περισσότερη κατανάλωση γαλακτοκομικών ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου.

- Η κατανάλωση οσπρίων και ψαριών/οστρακοειδών δε σχετίζεται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ούτε με τα επίπεδα της διαστολικής αρτηριακής πίεσης (p-value = 0.252 και 0.172, αντίστοιχα) ούτε με εκείνα της συστολικής αρτηριακής πίεσης (p-value = 0.175 και 0.169, αντίστοιχα).

Ακολούθως, διερευνήθηκε η σχέση της υπέρτασης με τις τέσσερις ομάδες τροφίμων ξεχωριστά. Πραγματοποιήθηκε δηλαδή ανάλυση χρησιμοποιώντας λογαριθμιστική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την υπέρταση (ναι/όχι) και ανεξάρτητη την ομάδα τροφίμων, έχοντας σταθμίσει ως προς το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, τη γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων.

Τα αποτελέσματα της εκάστοτε λογαριθμιστικής παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5: Συσχέτιση ομάδων τροφίμων, βάσει του μέσου όρου δύο ερωτηματολογίων 24ωρων ανακλήσεων του προγράμματος ΥΔΡΙΑ, με την υπέρταση 3873 συμμετεχόντων (αδρή προσέγγιση)

Ομάδες τροφίμων	Υπέρταση		
	Odds Ratio	p-value	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης
Λαχανικά (ανά 100 γραμ/ημέρα)	0.92	0.011	[0.87, 0.98]
Γαλακτοκομικά προϊόντα (ανά 100 γραμ/ημέρα)	0.93	0.015	[0.88, 0.99]
Όσπρια (ανά 10 γραμ/ημέρα)	1.02	0.146	[0.99, 1.04]
Ψάρια και οστρακοειδή (ανά 20 γραμ/ημέρα)	1.03	0.054	[1.00, 1.06]

\*Στα μοντέλα αυτά έχει γίνει έλεγχος ως προς το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, τη γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων.

Από τα αποτελέσματα αυτά, εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα:

- Για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης λαχανικών ανά ημέρα, η πιθανότητα να αποκτήσουμε υπέρταση μειώνεται κατά 8%, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου. Επομένως, η κατανάλωση λαχανικών αποτελεί προστατευτικό παράγοντα για την υπέρταση. Η συσχέτιση αυτή είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.011).
- Για αύξηση κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων κατά 100 γραμμάρια ανά ημέρα η πιθανότητα απόκτησης υπέρτασης μειώνεται κατά 7%, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, πράγμα που σημαίνει ότι η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων είναι προστατευτικός παράγοντας για την εμφάνιση υπέρτασης. Η συσχέτιση αυτή είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.015).
- Όσον αφορά τη συσχέτιση της υπέρτασης με την κατανάλωση οσπρίων, αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.146).

Ωστόσο, μπορούμε να αναφέρουμε ενδεικτικά ότι για κάθε 10 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης οσπρίων ανά ημέρα, η πιθανότητα εμφάνισης υπέρτασης αυξάνεται κατά 2%.

- Τέλος, σχετικά με τη συσχέτιση της υπέρτασης με την κατανάλωση ψαριών και οστρακοειδών, συμπεραίνουμε ότι αυτή είναι οριακά στατιστικά σημαντική ( $p$ -value = 0.054). Συγκεκριμένα, η κατανάλωση ψαριών και οστρακοειδών αποτελεί επιβαρυντικό παράγοντα για την υπέρταση, καθώς για αύξηση της κατανάλωσής τους κατά 20 γραμμάρια ανά ημέρα, η πιθανότητα απόκτησης υπέρτασης αυξάνεται κατά 3%, έχοντας σταθμίσει για της υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου.

## **9.2 Αποτελέσματα μεθόδου του NCI**

Στις επόμενες τρεις ενότητες παρατίθενται οι εκτιμώμενες κατανομές της συνήθους πρόσληψης των ομάδων τροφίμων, όπως επίσης και τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων για τις συσχετίσεις αυτών με την αρτηριακή πίεση (διαστολική/συστολική) και την υπέρταση σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI και συγκρίνονται με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της αδρής προσέγγισης.

### **9.2.1 Μοντέλα του NCI**

Για τα λαχανικά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα προσαρμόστηκε ένα μοντέλο που εκτίμησε την ποσότητα κατανάλωσης αυτών των ομάδων τροφίμων, αφού πρόκειται για καθημερινά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων, ενώ για τα όσπρια και τα ψάρια και οστρακοειδή προσαρμόστηκε ένα μοντέλο δύο σταδίων που μοντελοποίησε την πιθανότητα κατανάλωσής τους και εκτίμησε επίσης την ποσότητα κατανάλωσής τους, αφού πρόκειται για επεισοδιακά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων. Στα μοντέλα δύο σταδίων οι τυχαίες επιδράσεις θεωρήθηκαν συσχετισμένες. Σε όλα αυτά τα μοντέλα εντάχθηκαν ως συμμεταβλητές οι εξής: το φύλο, η ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, η γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, η φυσική δραστηριότητα, ο δείκτης μάζας σώματος και η μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων. Επιπλέον, κατά την προσαρμογή αυτών των μοντέλων λαμβάνεται υπ' όψιν

αν η μέρα κατανάλωσης είναι καθημερινή (Δευτέρα έως Πέμπτη) ή Σαββατοκύριακο (Παρασκευή έως Κυριακή), διότι η διατροφή των ατόμων διαφοροποιείται το Σαββατοκύριακο. Επίσης, λαμβάνεται υπ' όψιν αν πρόκειται για την 1<sup>η</sup> ή τη 2<sup>η</sup> ανάκληση για τα άτομα που διαθέτουν δύο ανακλήσεις, ενώ για τα υπόλοιπα η μοναδική ανάκλησή τους. Κατά την εφαρμογή του πρώτου σταδίου, προκύπτει ένας πίνακας για κάθε μοντέλο, όπου αναφέρονται οι εκτιμήσεις των β των μεταβλητών αυτών. Οι εκτιμήσεις αυτές παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 6: Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση ποσότητας κατανάλωσης λαχανικών (εκτίμηση NCI)

Μεταβλητή	Ποσότητα κατανάλωσης λαχανικών
	β
Φύλο: Άνδρας (κατηγορία αναφοράς)	
Γυναίκα	-0.50
Ηλικία: 18-24 έτη (κατηγορία αναφοράς)	
Ηλικία 25-34 έτη	0.60
Ηλικία 35-44 έτη	0.97
Ηλικία 45-54 έτη	2.22
Ηλικία 55-64 έτη	2.70
Ηλικία 65-74 έτη	3.34
Ηλικία ≥75 έτη	2.69
Εκπαιδευτικό Επίπεδο: Χαμηλό (κατηγορία αναφοράς)	
Μεσαίο	0.31
Υψηλό	0.65
Γεωγραφική Περιφέρεια: Αττικής (κατηγορία αναφοράς)	
Βόρειας Ελλάδας	0.49
Κεντρικής Ελλάδας	-0.35
Αιγαίου / Κρήτης	-0.30

Κάπνισμα: Καθημερινά (κατηγορία αναφοράς)	
Περιστασιακά	0.10
Πρώην Καπνιστής	0.62
Μη Καπνιστής	0.06
Φυσική Δραστηριότητα	0.03
Δείκτης Μάζας Σώματος	0.02
Μέση ενέργεια κατανάλωσης δύο 24ωρων ανακλήσεων	0.01
Ημέρα εβδομάδας: Δευτέρα / Τρίτη / Τετάρτη / Πέμπτη (κατηγορία αναφοράς)	
Παρασκευή / Σάββατο / Κυριακή	-0.40
Ανάκληση 24ωρου: 1 <sup>η</sup> (κατηγορία αναφοράς)	
2 <sup>η</sup>	0.48
Παράμετρος λ μετασχηματισμού Box-Cox	0.39
Λογάριθμος καταλοίπων	1.94
Λογάριθμος ατομικής επίδρασης $u_2$	1.10

Πίνακας 7: Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση ποσότητας κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων (εκτίμηση NCI)

Μεταβλητή	Ποσότητα κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων
	$\beta$
Φύλο: Άνδρας (κατηγορία αναφοράς)	
Γυναίκα	0.67
Ηλικία: 18-24 έτη (κατηγορία αναφοράς)	
Ηλικία 25-34 έτη	-0.39
Ηλικία 35-44 έτη	-0.71
Ηλικία 45-54 έτη	-0.96
Ηλικία 55-64 έτη	-0.76

Ηλικία 65-74 έτη	-0.39
Ηλικία ≥75 έτη	0.34
Εκπαιδευτικό Επίπεδο: Χαμηλό (κατηγορία αναφοράς)	
Μεσαίο	0.34
Υψηλό	0.56
Γεωγραφική Περιφέρεια: Αττικής (κατηγορία αναφοράς)	
Βόρειας Ελλάδας	-0.22
Κεντρικής Ελλάδας	-0.88
Αιγαίου / Κρήτης	-0.98
Κάπνισμα: Καθημερινά (κατηγορία αναφοράς)	
Περιστασιακά	1.78
Πρώην Καπνιστής	1.08
Μη Καπνιστής	1.52
Φυσική Δραστηριότητα	-0.02
Δείκτης Μάζας Σώματος	-0.11
Μέση ενέργεια κατανάλωσης δύο 24ωρων ανακλήσεων	0.01
Ημέρα εβδομάδας: Δευτέρα / Τρίτη / Τετάρτη / Πέμπτη (κατηγορία αναφοράς)	
Παρασκευή / Σάββατο / Κυριακή	-0.27
Ανάκληση 24ωρου: 1 <sup>η</sup> (κατηγορία αναφοράς)	
2 <sup>η</sup>	-0.32
Παράμετρος λ μετασχηματισμού Box-Cox	0.34
Λογάριθμος καταλοίπων	1.75
Λογάριθμος ατομικής επίδρασης $u_2$	1.37

Πίνακας 8: Μοντέλο λογαριθμιστικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση πιθανότητας κατανάλωσης οσπρίων (εκτίμηση NCI)

Μεταβλητή	Πιθανότητα κατανάλωσης οσπρίων
	β
Φύλο: Άνδρας (κατηγορία αναφοράς)	
Γυναίκα	-0.04
Ηλικία: 18-24 έτη (κατηγορία αναφοράς)	
Ηλικία 25-34 έτη	0.03
Ηλικία 35-44 έτη	0.18
Ηλικία 45-54 έτη	0.05
Ηλικία 55-64 έτη	0.40
Ηλικία 65-74 έτη	0.29
Ηλικία ≥75 έτη	0.43
Εκπαιδευτικό Επίπεδο: Χαμηλό (κατηγορία αναφοράς)	
Μεσαίο	-0.12
Υψηλό	0.12
Γεωγραφική Περιφέρεια: Αττικής (κατηγορία αναφοράς)	
Βόρειας Ελλάδας	0.21
Κεντρικής Ελλάδας	0.14
Αιγαίου / Κρήτης	0.23
Κάπνισμα: Καθημερινά (κατηγορία αναφοράς)	
Περιστασιακά	-0.22
Πρώην Καπνιστής	0.04
Μη Καπνιστής	0.17
Φυσική Δραστηριότητα	-0.01
Δείκτης Μάζας Σώματος	-0.01
Μέση ενέργεια κατανάλωσης δύο 24ωρων ανακλήσεων	-0.01



FPQ οσπρίων	-6.75
Τετραγωνική ρίζα FPQ οσπρίων	6.95
Τετράγωνο FPQ οσπρίων	2.90
Ημέρα εβδομάδας: Δευτέρα / Τρίτη / Τετάρτη / Πέμπτη (κατηγορία αναφοράς)	
Παρασκευή / Σάββατο / Κυριακή	-0.47
Ανάκληση 24ωρου: 1 <sup>η</sup> (κατηγορία αναφοράς)	
2 <sup>η</sup>	0.10
Λογάριθμος ατομικής επίδρασης $u_1$	-1.03

Πίνακας 9: Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση ποσότητας κατανάλωσης οσπρίων (εκτίμηση NCI)

Μεταβλητή	Ποσότητα κατανάλωσης οσπρίων
	$\beta$
Φύλο: Άνδρας (κατηγορία αναφοράς)	
Γυναίκα	-0.29
Ηλικία: 18-24 έτη (κατηγορία αναφοράς)	
Ηλικία 25-34 έτη	0.19
Ηλικία 35-44 έτη	0.08
Ηλικία 45-54 έτη	0.39
Ηλικία 55-64 έτη	0.37
Ηλικία 65-74 έτη	0.07
Ηλικία $\geq 75$ έτη	0.08
Εκπαιδευτικό Επίπεδο: Χαμηλό (κατηγορία αναφοράς)	
Μεσαίο	-0.17
Υψηλό	-0.16
Γεωγραφική Περιφέρεια: Αττικής (κατηγορία αναφοράς)	
Βόρειας Ελλάδας	0.06

Κεντρικής Ελλάδας	-0.01
Αιγαίου / Κρήτης	-0.01
Κάπνισμα: Καθημερινά (κατηγορία αναφοράς)	
Περιστασιακά	0.01
Πρώην Καπνιστής	0.11
Μη Καπνιστής	0.15
Φυσική Δραστηριότητα	-0.01
Δείκτης Μάζας Σώματος	0.01
Μέση ενέργεια κατανάλωσης δύο 24ωρων ανακλήσεων	0.01
FPQ οσπρίων	3.57
Τετραγωνική ρίζα FPQ οσπρίων	-1.30
Τετράγωνο FPQ οσπρίων	-3.89
Ημέρα εβδομάδας: Δευτέρα / Τρίτη / Τετάρτη / Πέμπτη (κατηγορία αναφοράς)	
Παρασκευή / Σάββατο / Κυριακή	-0.07
Ανάκληση 24ωρου: 1 <sup>η</sup> (κατηγορία αναφοράς)	
2 <sup>η</sup>	-0.15
Παράμετρος λ μετασχηματισμού Box-Cox	0.12
Λογάριθμος καταλοίπων	-0.16
Λογάριθμος ατομικής επίδρασης $u_2$	-0.52
Συσχέτιση ατομικών επιδράσεων $u_1, u_2$	0.55

Πίνακας 10: Μοντέλο λογαριθμιστικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση πιθανότητας κατανάλωσης ψαριών και οστρακοειδών (εκτίμηση NCI)

Μεταβλητή	Πιθανότητα κατανάλωσης ψαριών και οστρακοειδών
	β
Φύλο: Άνδρας (κατηγορία αναφοράς)	
Γυναίκα	0.11
Ηλικία: 18-24 έτη (κατηγορία αναφοράς)	
Ηλικία 25-34 έτη	0.20
Ηλικία 35-44 έτη	0.21
Ηλικία 45-54 έτη	0.49
Ηλικία 55-64 έτη	0.53
Ηλικία 65-74 έτη	0.75
Ηλικία ≥75 έτη	0.68
Εκπαιδευτικό Επίπεδο: Χαμηλό (κατηγορία αναφοράς)	
Μεσαίο	0.14
Υψηλό	0.21
Γεωγραφική Περιφέρεια: Αττικής (κατηγορία αναφοράς)	
Βόρειας Ελλάδας	-0.17
Κεντρικής Ελλάδας	0.03
Αιγαίου / Κρήτης	0.29
Κάπνισμα: Καθημερινά (κατηγορία αναφοράς)	
Περιστασιακά	0.12
Πρώην Καπνιστής	0.06
Μη Καπνιστής	0.11
Φυσική Δραστηριότητα	-0.01
Δείκτης Μάζας Σώματος	0.01
Μέση ενέργεια κατανάλωσης δύο 24ωρων ανακλήσεων	0.01

FPQ ψαριών και οστρακοειδών	0.09
Τετραγωνική ρίζα FPQ ψαριών και οστρακοειδών	2.80
Τετράγωνο FPQ ψαριών και οστρακοειδών	-0.54
Ημέρα εβδομάδας: Δευτέρα / Τρίτη / Τετάρτη / Πέμπτη (κατηγορία αναφοράς)	
Παρασκευή / Σάββατο / Κυριακή	-0.02
Ανάκληση 24ωρου: 1 <sup>η</sup> (κατηγορία αναφοράς)	
2 <sup>η</sup>	0.01
Λογάριθμος ατομικής επίδρασης $u_1$	-0.95

Πίνακας 11: Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση ποσότητας κατανάλωσης ψαριών και οστρακοειδών (εκτίμηση NCI)

Μεταβλητή	Ποσότητα κατανάλωσης ψαριών και οστρακοειδών
	$\beta$
Φύλο: Άνδρας (κατηγορία αναφοράς)	
Γυναίκα	-0.19
Ηλικία: 18-24 έτη (κατηγορία αναφοράς)	
Ηλικία 25-34 έτη	0.13
Ηλικία 35-44 έτη	0.10
Ηλικία 45-54 έτη	0.85
Ηλικία 55-64 έτη	0.53
Ηλικία 65-74 έτη	0.31
Ηλικία $\geq 75$ έτη	0.77
Εκπαιδευτικό Επίπεδο: Χαμηλό (κατηγορία αναφοράς)	
Μεσαίο	-0.20
Υψηλό	-0.39
Γεωγραφική Περιφέρεια: Αττικής (κατηγορία αναφοράς)	

Βόρειας Ελλάδας	-0.18
Κεντρικής Ελλάδας	0.11
Αιγαίου / Κρήτης	-0.41
Κάπνισμα: Καθημερινά (κατηγορία αναφοράς)	
Περιστασιακά	0.35
Πρώην Καπνιστής	0.55
Μη Καπνιστής	0.26
Φυσική Δραστηριότητα	-0.01
Δείκτης Μάζας Σώματος	0.02
Μέση ενέργεια κατανάλωσης δύο 24ωρων ανακλήσεων	0.01
FPQ ψαριών και οστρακοειδών	6.43
Τετραγωνική ρίζα FPQ ψαριών και οστρακοειδών	-5.73
Τετράγωνο FPQ ψαριών και οστρακοειδών	-1.65
Ημέρα εβδομάδας: Δευτέρα / Τρίτη / Τετάρτη / Πέμπτη (κατηγορία αναφοράς)	
Παρασκευή / Σάββατο / Κυριακή	0.31
Ανάκληση 24ωρου: 1 <sup>η</sup> (κατηγορία αναφοράς)	
2 <sup>η</sup>	0.06
Παράμετρος λ μετασχηματισμού Box-Cox	0.30
Λογάριθμος καταλοίπων	1.09
Λογάριθμος ατομικής επίδρασης $u_2$	0.42
Συσχέτιση ατομικών επιδράσεων $u_1, u_2$	0.55

### 9.2.2 Εκτίμηση κατανομής συνήθους πρόσληψης με βάση τη μέθοδο του NCI και σύγκριση με την αδρή μέθοδο

Χρησιμοποιώντας τα μοντέλα του πρώτου σταδίου της μεθόδου, εκτιμήσαμε στη συνέχεια την κατανομή της συνήθους πρόσληψης της εκάστοτε ομάδας τροφίμων με τη μέθοδο του NCI.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές, οι τυπικές αποκλίσεις, καθώς και τα 5<sup>ο</sup>, 25<sup>ο</sup>, 50<sup>ο</sup>, 75<sup>ο</sup> και 95<sup>ο</sup> εκατοστημόρια των κατανομών αυτών σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI. Επίσης, παρατίθενται σε αντιδιαστολή οι αντίστοιχες εκτιμώμενες κατανομές σύμφωνα με την αδρή προσέγγιση.

Πίνακας 12: Συνολική κατανάλωση ομάδων τροφίμων (σε γραμμάρια/ημέρα) 3873 συμμετεχόντων στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI και την αδρή προσέγγιση

Ομάδες τροφίμων	Μέθοδος	Μέση τιμή (Τυπική απόκλιση)	5 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	25 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	50 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	75 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο	95 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο
Λαχανικά (γρ/ημέρα)	NCI	189.7 (0.14)	77.3	127.4	174.7	234.6	350.6
	Αδρή	193.1 (148.3)	26.4	90.6	160.9	262.4	464.5
Γαλακτοκομικά προϊόντα (γρ/ημέρα)	NCI	212.3 (0.23)	47.9	110.0	180.0	278.8	485.5
	Αδρή	203.6 (178.1)	10.1	64.9	157.2	297.9	546.2
Όσπρια (γρ/ημέρα)	NCI	16.2 (0.02)	3.6	8.0	13.1	20.9	39.1
	Αδρή	15.7 (38.7)	0	0	0	0	58.7
Ψάρια και οστρακοειδή (γρ/ημέρα)	NCI	21.9 (0.03)	4.1	9.7	16.7	28.2	56.9
	Αδρή	22.3 (51.3)	0	0	0	21.6	120.8

Συγκρίνοντας τις κατανομές της της πρόσληψης ομάδων τροφίμων, όπως προέκυψαν από τις δύο αυτές μεθόδους, έχουμε να σχολιάσουμε τα εξής:

- Οι μέσες τιμές των κατανομών της συνήθους πρόσληψης των ομάδων τροφίμων από της αδρή μέθοδο είναι περίπου ίδιες με τις αντίστοιχες από τη μέθοδο του NCI.
- Το 5<sup>ο</sup> της το 25<sup>ο</sup> εκατοστημόριο των κατανομών της αδρής μεθόδου έχουν μικρότερες τιμές σε σχέση με τα αντίστοιχα της μεθόδου του NCI. Το 75<sup>ο</sup> της το 95<sup>ο</sup> εκατοστημόριο των κατανομών της αδρής μεθόδου έχουν μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με τη μέθοδο του NCI. Συνεπώς, συμπεραίνουμε ότι η αδρή προσέγγιση υποεκτιμά τις τιμές των χαμηλών εκατοστημορίων και υπερεκτιμά εκείνες των υψηλών εκατοστημορίων.

- Η διαφορά ανάμεσα στη μέση και τη διάμεση τιμή (50<sup>ο</sup> εκατοστημόριο) των συγκρινόμενων κατανομών είναι αισθητά μικρότερη στη μέθοδο του NCI σε σχέση με την αδρή προσέγγιση. Επομένως, η θετική ασυμμετρία των κατανομών της συνήθους πρόσληψης έχει εξομαλυνθεί με τη μέθοδο του NCI.
- Η μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις εκτιμήσεις των κατανομών της συνήθους πρόσληψης, τις απορρέουν από τις δύο μεθόδους παρατηρείται στην τυπική απόκλιση. Όπως έχει προαναφερθεί, ο βασικός σκοπός της μεθόδου του NCI είναι η ελαχιστοποίηση της διασποράς. Οι τυπικές αποκλίσεις των εκτιμώμενων κατανομών της μεθόδου του NCI έχουν εμφανώς μικρότερες τιμές συγκριτικά με εκείνες των αδρά εκτιμώμενων κατανομών. Αυτό έγκειται στο γεγονός ότι στα μοντέλα της μεθόδου του NCI λαμβάνονται υπ' όψιν πρόσθετες πηγές μεταβλητότητας.

### **9.2.3 Συσχετίσεις με βάση την επέκταση της μεθόδου του NCI και σύγκριση με την αδρή μέθοδο**

Στη συνέχεια, διερευνήθηκαν οι συσχετίσεις της κατανάλωσης της κάθε ομάδας τροφίμων με τη διαστολική, τη συστολική αρτηριακή πίεση και την υπέρταση βάσει της επέκτασης της μεθόδου του NCI και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα των αδρών συσχετίσεων.

Για την εφαρμογή της επέκτασης της μεθόδου του NCI, ήταν σκόπιμο να υπολογιστούν αρχικά η προβλεπόμενη ατομική πρόσληψη της εκάστοτε ομάδας τροφίμων και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί στα μοντέλα παλινδρόμησης ως διατροφικός παράγοντας, ώστε να γίνει η συσχέτισή της με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση. Για τον υπολογισμό της προβλεπόμενης ατομικής πρόσληψης χρησιμοποιήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές το φύλο, η ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, η γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, η φυσική δραστηριότητα, ο δείκτης μάζας σώματος και η μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων, το FPQ, το τετράγωνο του FPQ, η τετραγωνική ρίζα του FPQ, η ημέρα της εβδομάδας και η σειρά της 24ωρης ανάκλησης. Το FPQ συμπεριλήφθηκε μόνο στα

προβλεπτικά μοντέλα των οσπρίων και των ψαριών/οστρακοειδών, διότι αυτές αποτελούν περιστασιακά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων.

Η κατανομή της προβλεπόμενης ατομικής πρόσληψης παρουσιάζεται στον πίνακα 13 για την κάθε ομάδα τροφίμων ξεχωριστά.

Πίνακας 13: Κατανομή προβλεπόμενης ατομικής διατροφικής πρόσληψης (γραμμάρια/ημέρα) 3873 συμμετεχόντων στο πρόγραμμα ΥΔΡΙΑ (επέκταση μεθόδου NCI)

Ομάδες τροφίμων	Μέση τιμή (Τυπική απόκλιση)	5 <sup>ο</sup> εκατοστη -μόριο	25 <sup>ο</sup> εκατοστη -μόριο	50 <sup>ο</sup> εκατοστη -μόριο	75 <sup>ο</sup> εκατοστη -μόριο	95 <sup>ο</sup> εκατοστη -μόριο
Λαχανικά (γρ/ημέρα)	191.3 (68.6)	105.0	145.6	181.0	224.5	312.9
Γαλακτοκομικά προϊόντα (γρ/ημέρα)	209.6 (102.7)	73.4	133.3	191.3	269.7	401.7
Όσπρια (γρ/ημέρα)	16.4 (6.9)	6.7	11.6	15.4	20.3	28.8
Ψάρια και οστρακοειδή (γρ/ημέρα)	21.9 (13.7)	7.7	13.3	18.6	26.8	45.0

\* Στα προβλεπτικά αυτά μοντέλα, εισήχθησαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές το φύλο, η ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, η γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, η φυσική δραστηριότητα, ο δείκτης μάζας σώματος και η μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων, το FPQ, το τετράγωνο του FPQ και η τετραγωνική ρίζα του FPQ (το FPQ συμπεριλήφθηκε μόνο στα μοντέλα των οσπρίων και των ψαριών/οστρακοειδών, διότι αυτές οι ομάδες τροφίμων είναι επεισοδιακά καταναλισκόμενες).

Τα αποτελέσματα της απλής γραμμικής παλινδρόμησης για τη συσχέτιση της διαστολικής και της συστολικής αρτηριακής πίεσης με τη συνήθη ατομική πρόσληψη των ομάδων τροφίμων ξεχωριστά, όπως προέκυψαν και από τις δύο μεθόδους, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.



Πίνακας 14: Συσχέτιση ομάδων τροφίμων με τη διαστολική και τη συστολική αρτηριακή πίεση 3873 συμμετεχόντων σύμφωνα με την επέκταση της μεθόδου του NCI και την αδρή προσέγγιση

Ομάδες τροφίμων	Μέθοδος	Διαστολική αρτηριακή πίεση (mm Hg)			Συστολική αρτηριακή πίεση (mm Hg)		
		β	p-value	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης	β	p-value	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης
Λαχανικά (ανά 100 γραμ/ημέρα)	NCI	-1.61	<0.001	[-2.42, -0.79]	-0.89	0.137	[-2.05, 0.28]
	Αδρή	-0.47	<0.001	[-0.69, -0.26]	-0.32	0.045	[-0.62, -0.01]
Γαλακτοκομικά προϊόντα (ανά 100 γραμ/ημέρα)	NCI	-0.34	0.057	[-0.69, 0.01]	-0.48	0.062	[-0.98, 0.02]
	Αδρή	-0.14	0.112	[-0.31, 0.03]	-0.27	0.032	[-0.52, -0.02]
Όσπρια (ανά 10 γραμ/ημέρα)	NCI	0.38	0.218	[-0.22, 0.98]	0.55	0.216	[-0.32, 1.41]
	Αδρή	0.04	0.252	[-0.03, 0.12]	0.08	0.175	[-0.03, 0.19]
Ψάρια και οστρακοειδή (ανά 20 γραμ/ημέρα)	NCI	-0.22	0.474	[-0.89, 0.40]	0.48	0.283	[-0.40, 1.37]
	Αδρή	0.08	0.172	[0.04, 0.20]	0.12	0.169	[-0.05, 0.29]

\* Στα μοντέλα απλής παλινδρόμησης και των δύο μεθόδων έχει γίνει έλεγχος ως προς το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, τη γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των απλών γραμμικών παλινδρομήσεων από τις δύο μεθόδους, εξάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η μέση μείωση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης είναι 1.61 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης λαχανικών ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, με τη μέθοδο του NCI σε αντιδιαστολή με τη μείωση κατά 0.47 mm Hg με την αδρή μέθοδο. Η συσχέτιση αυτή είναι πολύ στατιστικά σημαντική στο επίπεδο 5% (p-value < 0.001) σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους. Όσον αφορά τη συσχέτιση της συστολικής αρτηριακής πίεσης με την κατανάλωση λαχανικών, αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.137) με τη μέθοδο του NCI, ενώ είναι με την αδρή μέθοδο (p-value = 0.045). Μπορούμε, ωστόσο, να αναφέρουμε ενδεικτικά ότι για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης

λαχανικών ανά ημέρα, η συστολική αρτηριακή πίεση συνδέεται με μέση μείωση κατά 0.89 mm Hg, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου μας, με τη μέθοδο του NCI έναντι της μέσης μείωσης των 0.32 mm Hg που απορρέει από την αδρή προσέγγιση.

- Η διαστολική αρτηριακή πίεση συνδέεται με μέση μείωση 0.34 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερη κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για μας υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου μας, σε οριακά στατιστικά σημαντικό βαθμό ( $p$ -value = 0.057) σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI. Η συσχέτιση αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική στο 5% ( $p$ -value = 0.112) σύμφωνα με την αδρή μέθοδο. Σημειώνεται πάντως ότι από την αδρή προσέγγιση η διαστολική πίεση συνδέεται με μείωση 0.14 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων ανά ημέρα. Όσον αφορά τη συσχέτιση της συστολικής αρτηριακής πίεσης με την κατανάλωση γαλακτοκομικών, αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική ( $p$ -value = 0.062). Ειδικότερα, μέση μείωση της συστολικής αρτηριακής πίεσης είναι 0.48 mm Hg για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης γαλακτοκομικών ανά ημέρα, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, με τη μέθοδο του NCI, ενώ με μείωση 0.27 mm Hg σύμφωνα με την αδρή προσέγγιση.
- Η κατανάλωση οσπρίων και ψαριών/οστρακοειδών δε σχετίζεται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ούτε με τα επίπεδα της διαστολικής αρτηριακής πίεσης ( $p$ -value = 0.218 και 0.474, αντίστοιχα) ούτε με εκείνα της συστολικής αρτηριακής πίεσης ( $p$ -value = 0.216 και 0.283, αντίστοιχα) σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI. Το ίδιο συμπέρασμα εξάγεται και από τα αποτελέσματα της αδρής μεθόδου.

Τα αποτελέσματα της λογαριθμιστικής παλινδρόμησης για τη συσχέτιση της υπέρτασης (ναι/όχι) με τη συνήθη ατομική πρόσληψη των ομάδων τροφίμων ξεχωριστά, όπως προέκυψαν και από τις δύο μεθόδους, παρουσιάζονται στον πίνακα 15.

Πίνακας 15: Συσχέτιση ομάδων τροφίμων με την υπέρταση 3873 συμμετεχόντων σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI και την αδρή προσέγγιση

Ομάδες τροφίμων	Μέθοδος	Υπέρταση		
		Odds Ratio	p-value	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης
Λαχανικά (ανά 100 γρ/ημέρα)	NCI	0.77	0.023	[0.61, 0.96]
	Αδρή	0.92	0.011	[0.87, 0.98]
Γαλακτοκομικά προϊόντα (ανά 100 γρ/ημέρα)	NCI	0.88	0.015	[0.79, 0.97]
	Αδρή	0.93	0.015	[0.88, 0.99]
Όσπρια (ανά 10 γρ/ημέρα)	NCI	1.15	0.084	[0.98, 1.36]
	Αδρή	1.02	0.146	[0.99, 1.04]
Ψάρια και οστρακοειδή (ανά 20 γρ/ημέρα)	NCI	1.17	0.051	[0.99, 1.38]
	Αδρή	1.03	0.054	[1.00, 1.06]

\* Στα μοντέλα λογαριθμιστικής παλινδρόμησης και των δύο μεθόδων έχει γίνει έλεγχος ως προς το φύλο, την ηλικία, το εκπαιδευτικό επίπεδο, τη γεωγραφική περιφέρεια, το κάπνισμα, τη φυσική δραστηριότητα, το δείκτη μάζας σώματος και τη μέση κατανάλωση ενέργειας δύο 24ωρων ανακλήσεων.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των λογαριθμιστικών παλινδρομήσεων από τις δύο μεθόδους, συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

- Για κάθε 100 γραμμάρια μεγαλύτερης κατανάλωσης λαχανικών ανά ημέρα, η πιθανότητα να εμφανίσουμε υπέρταση μειώνεται κατά 23%, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI. Η συσχέτιση αυτή είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.023). Η ίδια πιθανότητα μειώνεται κατά 8% σύμφωνα με την αδρή προσέγγιση, συμπέρασμα επίσης στατιστικά σημαντικό (p-value = 0.011).
- Για αύξηση κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων κατά 100 γραμμάρια ανά ημέρα, η πιθανότητα εμφάνισης υπέρτασης μειώνεται κατά 12%, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI. Η συσχέτιση αυτή είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.015). Η αντίστοιχη πιθανότητα

μειώνεται κατά 7% σύμφωνα με την αδρή μέθοδο, αποτέλεσμα εξίσου στατιστικά σημαντικό ( $p$ -value = 0.015).

- Η κατανάλωση οσπρίων δε συσχετίζεται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό με την υπέρταση. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται και από τη μέθοδο του NCI και από την αδρή προσέγγιση ( $p$ -value = 0.084 και 0.146, αντίστοιχα).
- Όσον αφορά τη συσχέτιση της υπέρτασης με την κατανάλωση ψαριών/οστρακοειδών αυτή είναι οριακά στατιστικά σημαντική βάσει τόσο της μεθόδου του NCI όσο και της αδρής προσέγγισης ( $p$ -value = 0.051 και 0.054, αντίστοιχα). Ενδεικτικά, αναφέρουμε ότι για αύξηση κατανάλωσης ψαριών/οστρακοειδών κατά 20 γραμμάρια ανά ημέρα, η πιθανότητα εμφάνισης υπέρτασης αυξάνεται κατά 17%, έχοντας σταθμίσει για τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, σύμφωνα με τη μέθοδο του NCI.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>ο</sup>

### Συζήτηση

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι, η αδρή και η μέθοδος του NCI, ώστε να εκτιμηθεί η κατανομή της συνήθους διατροφικής πρόσληψης. Για την αδρή μέθοδο, χρησιμοποιήθηκε ως διατροφικός παράγοντας ο μέσος όρος των δύο 24ωρων διατροφικών ανακλήσεων τεσσάρων ομάδων τροφίμων του προγράμματος ΥΔΡΙΑ, ενώ για τη μέθοδο του NCI χρησιμοποιήθηκαν οι δύο 24ωρες ανακλήσεις ξεχωριστά για κάθε συμμετέχοντα συμπεριλαμβανομένου και του μη ποσοτικού ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FPQ) ως συμμεταβλητή, στην περίπτωση των περιστασιακά καταναλισκόμενων ομάδων τροφίμων. Το μοντέλο βασίζεται στην υπόθεση ότι η 24ωρη ανάκληση αποτελεί αμερόληπτη μέθοδο μέτρησης της συνήθους διατροφικής πρόσληψης. Η συμπερίληψη του FPQ στο μοντέλο μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη εκτίμηση των ουρών της κατανομής της συνήθους πρόσληψης, χωρίς ωστόσο να υποβληθούν οι τελικές εκτιμήσεις στο σφάλμα μέτρησης

του FPQ. Αυτό συμβαίνει διότι, στη μέθοδο του NCI, το FPQ δεν αντικαθιστά πληροφορίες από τις 24ωρες ανακλήσεις, αλλά βαθμονομείται χρησιμοποιώντας τις 24ωρες ανακλήσεις ως μέσο αναφοράς (Janet A Tooze et al., 2006). Χρησιμοποιώντας δύο επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για κάθε άτομο του δείγματος και την κατάλληλη στατιστική μοντελοποίηση μπορεί να γίνει έλεγχος ως προς την επίδραση της μεταβλητότητας από μέρα σε μέρα.

Ο αδρός μέσος όρος των δύο ανακλήσεων κάθε ατόμου μπορεί να αποτελέσει αμερόληπτο εκτιμητή της πραγματικής μέσης διατροφικής πρόσληψης του πληθυσμού, σε έρευνες με μεγάλο δείγμα, αλλά η διασπορά της αναφερόμενης πρόσληψης είναι τόσο μεγάλη που προκαλεί ευρείες μη πραγματικές κατανομές. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που αναπτύχθηκε η μέθοδος του NCI, καθώς επιδιώκει να διορθώσει την κατανομή της συνήθους πρόσληψης από βραχυπρόθεσμες μετρήσεις. Αυτό το επιτυγχάνει ορίζοντας τη συνήθη πρόσληψη ως το γινόμενο της πιθανότητας κατανάλωσης του τροφίμου και της ποσότητας κατανάλωσης σε μια ημέρα κατανάλωσης. Επιπλέον, το μοντέλο του NCI μετατρέπει τις λοξές κατανομές της ποσότητας κατανάλωσης την ημέρα κατανάλωσης σε κανονικές. Έχει επίσης τη δυνατότητα να διακρίνει τη μεταβλητότητα εντός των παρατηρήσεων του ατόμου, που προκύπτει από τις καθημερινές διαφορές στην πρόσληψη, και το τυχαίο σφάλμα αναφοράς από τη μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων. Μπορεί να ενσωματώνει συμμεταβλητές, προσθέτοντας περισσότερη πληροφορία, και να λαμβάνει υπ' όψιν τη συσχέτιση μεταξύ της πιθανότητας κατανάλωσης και της ποσότητας κατανάλωσης. Τέλος, μπορούν να ελεγχθούν συμμεταβλητές που αφορούν χρονικές επιδράσεις, όπως η ημέρα της εβδομάδας ή η εποχικότητα, όπως επίσης και τη μείωση των μέσων επιπέδων πρόσληψης που μπορεί να συμβεί με επαναλαμβανόμενες 24ωρες ανακλήσεις. Το τελευταίο επιτυγχάνεται συμπεριλαμβάνοντας μια ψευδομεταβλητή στο στατιστικό μοντέλο ως συμμεταβλητή για να δείξει ότι η δεύτερη ανάκληση είναι μοντελοποιημένη, επιτρέποντας στο μέσο όρο να προσαρμοστεί για επαναλαμβανόμενη εφαρμογή της ανάκλησης, εάν είναι απαραίτητο (Janet A Tooze et al., 2006).

Στη συνέχεια, με την επέκταση της μεθόδου του NCI από τους Kirpnis et al., ελήφθησαν υπ' όψιν όλα τα παραπάνω και έγινε η πρόβλεψη της συνήθους

πρόσληψης ενός ατόμου, η οποία στη συνέχεια συσχετίστηκε με δείκτες υγείας (Kipnis et al., 2009).

Όσον αφορά τους περιορισμούς της μεθόδου του NCI, το μοντέλο δεν παράγει ποτέ πραγματική μηδενική πρόσληψη, επειδή η λογαριθμική παλινδρόμηση που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση της πιθανότητας κατανάλωσης δεν προβλέπει μηδενική τιμή. Επιπλέον, το μοντέλο απαιτεί ότι ένα ικανοποιητικό πλήθος ατόμων καταναλώνει ένα συγκεκριμένο φαγητό σε τουλάχιστον δύο ημέρες ανάκλησης. Είναι εμφανές ότι για επεισοδιακά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων αυτή η προϋπόθεση μπορεί να μην είναι ικανοποιητική.

### **10.1 Σύγκριση δύο μεθόδων ως προς τις κατανομές συνήθους πρόσληψης**

Από τις εκτιμήσεις των κατανομών της συνήθους διατροφικής πρόσληψης για κάθε ομάδα τροφίμων που έγιναν για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, χρησιμοποιώντας το δείγμα του ΥΔΡΙΑ, συμπεραίνουμε ότι οι δύο μέθοδοι που εφαρμόστηκαν παρουσιάζουν ορισμένες σημαντικές διαφορές.

Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των κατανομών της συνήθους πρόσληψης των συγκεκριμένων ομάδων τροφίμων, παρατηρούμε ότι τόσο εκείνες που προκύπτουν από την αδρή μέθοδο όσο και εκείνες που πηγάζουν από τη μέθοδο του NCI είναι περίπου ίσες. Έτσι, μπορούμε να βασιστούμε στην αδρή μέθοδο για την εκτίμηση της μέσης διατροφικής πρόσληψης του πληθυσμού.

Όσον αφορά τα εκατοστημόρια των κατανομών, όπως αυτά απορρέουν από τις δύο μεθόδους, υπάρχουν διαφοροποιήσεις σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Συγκεκριμένα, η κατανομή της κάθε ομάδας τροφίμων με την προσέγγιση του NCI παρουσιάζει μικρότερη θετική ασυμμετρία συγκριτικά με την κατανομή της αδρής προσέγγισης. Αυτό εξάγεται ως συμπέρασμα από το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στη μέση και τη διάμεση τιμή των συγκρινόμενων κατανομών είναι μεγαλύτερη την αδρή εκτίμηση σε σχέση με τη μέθοδο του NCI. Συνεπώς, οι κατανομές της μεθόδου του NCI έχουν μικρότερη διασπορά συγκριτικά με εκείνες της αδρής μεθόδου. Αυτό έγκειται και στο γεγονός ότι η

ενδοατομική μεταβλητότητα τείνει να εξαλειφθεί λόγω επαναλαμβανόμενων μετρήσεων με τη μέθοδο του NCI κι έτσι αναπαρίσταται μόνο η διατομική μεταβλητότητα. Παρατηρώντας τα υπόλοιπα εκατοστημόρια των εκάστοτε κατανομών, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα χαμηλότερα εκατοστημόρια των κατανομών του NCI έχουν μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με τα χαμηλότερα εκατοστημόρια των αδρών κατανομών. Αντιθέτως, τα υψηλότερα εκατοστημόρια των κατανομών του NCI έχουν μικρότερες τιμές σε σχέση με τα αντίστοιχα εκατοστημόρια των αδρών κατανομών. Η αδρή προσέγγιση επομένως υποεκτιμά τις τιμές των χαμηλών εκατοστημορίων και υπερεκτιμά εκείνες των υψηλών εκατοστημορίων. Αυτό συμφωνεί και με τα ευρήματα της μελέτης των Toozee et al., όπου έγινε η εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης θρεπτικών συστατικών και συγκρίθηκε με την αντίστοιχη αδρή (Janet A. Toozee et al., 2010).

Η μεγαλύτερη διαφορά των δύο συγκρινόμενων μεθόδων παρατηρείται στις τυπικές αποκλίσεις των κατανομών σε πληθυσμιακό επίπεδο και κατ' επέκταση στις διασπορές τους. Σχετικά με τις τυπικές αποκλίσεις των εκτιμώμενων κατανομών του NCI, αυτές έχουν εξαιρετικά ελαχιστοποιημένες τιμές συγκριτικά με εκείνες των αδρών εκτιμώμενων κατανομών. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της διόρθωσης του σφάλματος μέτρησης στην οποία στοχεύει η μέθοδος του NCI. Πιο συγκεκριμένα, αυτό έγκειται στις πρόσθετες πηγές μεταβλητότητας που εισάγονται στα μοντέλα του NCI, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, και μέσω αυτών εκτιμώνται οι αντίστοιχες τιμές τους με σκοπό την καλύτερη εκτίμηση των κατανομών συνήθους πρόσληψης των ομάδων τροφίμων (Janet A Toozee et al., 2006).

## **10.2 Σύγκριση δύο μεθόδων ως προς τις συσχετίσεις με εκβάσεις υγείας**

Από τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων για τις συσχετίσεις των ομάδων τροφίμων με την αρτηριακή πίεση (διαστολική/συστολική) και την υπέρταση, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το είδος των συσχετίσεων δε διαφοροποιείται ανάλογα με τη μέθοδο. Συγκεκριμένα, τόσο τα λαχανικά όσο και τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν ευνοϊκή επίδραση στην αρτηριακή πίεση κι επομένως αποτελούν προστατευτικούς παράγοντες στην εμφάνιση

υπέρτασης. Τα συμπεράσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με εκείνα σχετικών μελετών για τις συσχετίσεις αρτηριακής πίεσης και υπέρτασης με τα λαχανικά (Tang et al., 2017), (Alonso et al., 2006) και με τα γαλακτοκομικά (Nestel, 2019), (Park & Cifelli, 2013), (Wang et al., 2015). Αυτό που θα μπορούσαμε να πούμε ότι διαφοροποιείται ανάμεσα στις δύο μεθόδους είναι ότι η μέση μείωση στην αρτηριακή πίεση είναι μικρότερη στην αδρή μέθοδο, ενώ στη μέθοδο του NCI η αντίστοιχη μείωση είναι μεγαλύτερη με την κατανάλωση λαχανικών και γαλακτοκομικών. Κάτι αντίστοιχο είχε αναφερθεί στη μελέτη των Kirpnis et al., όπου είχε μελετηθεί με τις δύο αυτές μεθόδους η συσχέτιση του υδραργύρου με την πρόσληψη ψαριών (Kirpnis et al., 2009). Βέβαια εκεί η διαφορά ανάμεσα στις δύο εκτιμήσεις ήταν εμφανώς μεγαλύτερη.

Όσον αφορά τα όσπρια και τα ψάρια και οστρακοειδή που αποτελούν επεισοδικά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων βρέθηκε ότι δε συσχετίζονται με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση. Για τη διερεύνηση των συσχετίσεων με αυτές τις ομάδες τροφίμων ίσως καθίσταται αναγκαία η αύξηση των επαναλαμβανόμενων 24ωρων ανακλήσεων ώστε να εξασφαλιστούν πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις, διότι η πιθανότητα κατανάλωσής τους ήταν πολύ χαμηλή εφόσον αποτελούν επεισοδικά καταναλισκόμενες ομάδες τροφίμων.



## Παράρτημα

Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά η εφαρμογή των τριών σταδίων της μεθόδου του NCI με τη χρήση των μακροεντολών mixtran, distrib και indivint του SAS στα δεδομένα του προγράμματος ΥΔΡΙΑ.

Παράρτημα 1: Εφαρμογή της μακροεντολής mixtran στα δεδομένα του ΥΔΡΙΑ

%mixtran (	
data=indata.hydria,	σύνολο δεδομένων SAS με δύο 24ωρες ανακλήσεις ανά άτομο
response=food_group,	μεταβλητή που δηλώνει την 24ωρη ανάκληση της κάθε ομάδας τροφίμων
modeltype=corr/amount,	τύπος μοντέλου corr: μοντέλο δύο μερών με συσχετισμένες τυχαίες επιδράσεις για επεισοδιακά καταναλισκόμενα τρόφιμα amount: μοντέλο ποσότητας για καθημερινώς καταναλισκόμενα τρόφιμα
subject=participantid,	id κάθε ατόμου
repeat=NCI_day,	μεταβλητή που υποδεικνύει τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις καθώς και ποια 24ωρη ανάκληση χρησιμοποιούμε
outlib=mylib,	βιβλιοθήκη στην οποία θα αποθηκευτούν τα αποτελέσματα
covars_prob=&covnlmixmod,	λίστα συμμεταβλητών για το πρώτο μέρος του μοντέλου που αφορά την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης  Στην περίπτωση καθημερινώς καταναλισκόμενου τροφίμου, η παράμετρος αυτή μένει κενή.
covars_amt=&covnlmixmod,	λίστα συμμεταβλητών για το δεύτερο μέρος του μοντέλου που αφορά την ποσότητα

	κατανάλωσης
foodtype=food_group_ov,	ονομασία της παραμέτρου και των προβλεπόμενων δεδομένων από τη μακροεντολή mixtran
seq=NCI_day2,	δηλώνει τον αριθμό της ανάκλησης
weekend=NCI_weekend,	δηλώνει αν πρόκειται για καθημερινή (Δευτέρα – Πέμπτη) ή για Σαββατοκύριακο (Παρασκευή – Κυριακή)
nloptions=qmax=61,	λίστα επιλογών που θα προστεθούν στην αναφορά της διαδικασίας μη γραμμικών μοντέλων μικτών επιδράσεων (NLMIXED)
titles=5,	πλήθος τίτλων
printlevel=2);	εκτυπώνει συνοπτικές αναφορές και αποτελέσματα από τη διαδικασία NLMIXED

Παράρτημα 2: Εφαρμογή της μακροεντολής distrib στα δεδομένα του ΥΔΡΙΑ

%distrib (	
call_type=Full,	επικαλείται τις δύο δευτερεύουσες μακροεντολές MC και PC
seed=5454768,	seed για τη γεννήτρια των τυχαίων επιδράσεων που χρησιμοποιείται για την προσομοίωση Monte Carlo
nsim_mc=100,	αριθμός επαναλήψεων για την προσομοίωση Monte Carlo
modeltype=corr/amount,	ίδιος τύπος μοντέλου με αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στη μακροεντολή mixtran
pred=mylib._pred_food_group_ov,	όνομα συνόλου δεδομένων που περιέχει τις προβλεπόμενες τιμές για κάθε άτομο Τα δεδομένα που εισάγουμε εξαρτώνται από τον τύπο του μοντέλου στη

	<p>μακροεντολή mixtran. Αν ήταν corr και το συσχετισμένο μοντέλο εφαρμόζει επιτυχώς, τότε το συσχετισμένο σύνολο δεδομένων μπορεί να εισαχθεί για τη μακροεντολή distrib. Αν ήταν amount, τότε μόνο το σύνολο δεδομένων με την ετικέτα "_unc" εισάγεται για τη μακροεντολή distrib.</p>
<p>param=mylib._param_food_group_ov,</p>	<p>όνομα του συνόλου δεδομένων που περιέχει τις εκτιμήσεις παραμέτρων</p> <p>Τα δεδομένα που εισάγουμε εξαρτώνται από τον τύπο του μοντέλου στη μακροεντολή mixtran. Αν ήταν corr και το συσχετισμένο μοντέλο εφαρμόζει επιτυχώς, τότε το συσχετισμένο σύνολο δεδομένων μπορεί να εισαχθεί για τη μακροεντολή distrib. Αν ήταν amount, τότε μόνο το σύνολο δεδομένων με την ετικέτα "_unc" εισάγεται για τη μακροεντολή distrib.</p>
<p>outlib=mylib,</p>	<p>βιβλιοθήκη στην οποία θα αποθηκευτούν τα αποτελέσματα</p>
<p>add_da=indata.hydra,</p>	<p>όνομα συνόλου δεδομένων</p>
<p>subject=participantid,</p>	<p>id κάθε ατόμου</p>
<p>titles=5,</p>	<p>πλήθος τίτλων</p>
<p>food=food_group_ov);</p>	<p>όνομα για τα αποτελέσματα της ανάλυσης</p>

Παράρτημα 3: Εφαρμογή της μακροεντολής indivint στα δεδομένα του ΥΔΡΙΑ

%indivint (	
model12=1/2,	τύπος μοντέλου που καλείται αρχικά για τη μακροεντολή  1: amount-only μοντέλο  2: μοντέλο δύο μερών (1 <sup>ο</sup> για την πιθανότητα και 2 <sup>ο</sup> για την ποσότητα κατανάλωσης)
subj1recdata=paramsbj1rec,	σύνολο δεδομένων με μία εγγραφή για κάθε άτομο
recid=subjectid,	id κάθε ατόμου
r24vars=R1 R2,	μεταβλητές που δηλώνουν τις δύο 24ωρες ανακλήσεις
min_amt=min_amt,	ελάχιστη ποσότητα πρόσληψης
var_u1=p_var_u1,	διακύμανση τυχαίας επίδρασης $u_1$ που προκύπτει από το μοντέλο πιθανότητας κατανάλωσης
var_u2=a_var_u2,	διακύμανση τυχαίας επίδρασης $u_2$ που προκύπτει από το μοντέλο ποσότητας κατανάλωσης
cov_u1u2=cov_u1u2,	συνδιακύμανση των $u_1, u_2$ στην περίπτωση που έχουμε μοντέλο δύο μερών
var_e=a_var_e,	διακύμανση σφάλματος εντός του ατόμου από το μοντέλο ποσότητας κατανάλωσης
lambda=a_lambda,	εκτίμηση Box-Cox παραμέτρου από το μοντέλο ποσότητας κατανάλωσης
xbeta1=x1b1	linear predictor που υπολογίζεται από τις συμμεταβλητές και τις εκτιμήσεις των παραμέτρων των κύριων επιδράσεων από το μοντέλο της πιθανότητας κατανάλωσης
xbeta2=x2b2	linear predictor που υπολογίζεται από τις συμμεταβλητές και τις εκτιμήσεις των

	παραμέτρων των κύριων επιδράσεων από το μοντέλο της ποσότητας κατανάλωσης
boxcox_t_lamt=n,	το n σημαίνει ότι η πρόβλεψη της συνήθους ατομικής πρόσληψης θα γίνει σε κανονική κλίμακα και όχι σε μετασχηματισμένη
lamt=n,	το n σημαίνει ότι δε χρησιμοποιούμε την τιμή της παραμέτρου Box-Cox Η μακροεντολή δεν επιτρέπει να είναι 0 η παράμετρος Box-Cox.
dencalc=y,	εκτελείται το ολοκλήρωμα του παρονομαστή
denopt=y,	πραγματοποιείται η βελτιστοποίηση του παρονομαστή ως μέρος των υπολογισμών του ολοκληρώματος του παρονομαστή
titles=5,	πλήθος τίτλων
notesprt=y);	οι σημειώσεις αποτυπώνονται στο log αρχείο

## Περίληψη

**Εισαγωγή:** Η διερεύνηση της εκτίμησης της συνήθους διατροφικής πρόσληψης και η συσχέτισή της με δείκτες υγείας αποτελεί καίριο θέμα μελέτης. Αυτό, ωστόσο, που δυσκολεύει το έργο αυτό είναι ότι η κατανάλωση τροφίμων ποικίλλει από άτομο σε άτομο. Άλλα τρόφιμα καταναλώνονται καθημερινά από όλους και άλλα επεισοδιακά κι έτσι η καταγραφή μηδενικών προσλήψεων στις μεθόδους μέτρησης της διατροφικής πρόσληψης είναι αρκετά μεγάλη.

**Σκοπός:** Σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν η σύγκριση των εκτιμώμενων κατανομών συνήθους διατροφικής πρόσληψης τεσσάρων ομάδων τροφίμων του προγράμματος ΥΔΡΙΑ - λαχανικών, γαλακτοκομικών προϊόντων, οσπρίων και ψαριών/οστρακοειδών - όπως αυτές προκύπτουν από μια αδρή προσέγγιση και από τη μέθοδο του National Cancer Institute (NCI). Η μέθοδος του NCI στοχεύει στη διόρθωση του σφάλματος μέτρησης της διατροφικής πρόσληψης. Επιπλέον, εφαρμόστηκαν η αδρή μέθοδος και η επέκταση της μεθόδου του NCI ώστε να συσχετιστούν οι συγκεκριμένες ομάδες τροφίμων με τη διαστολική, τη συστολική αρτηριακή πίεση και την υπέρταση.

**Μέθοδος:** Χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα του προγράμματος ΥΔΡΙΑ (3951 συμμετέχοντες). Τα δεδομένα αυτά μας τα παρείχε το Ελληνικό Ίδρυμα Υγείας. Η διατροφική πρόσληψη στην έρευνα ΥΔΡΙΑ αξιολογήθηκε από δύο 24ωρες διατροφικές ανακλήσεις και από ένα ερωτηματολόγιο τάσεων κατανάλωσης τροφίμων. Προκειμένου να εκτιμήσουμε τη συνήθη διατροφική πρόσληψη εφαρμόσαμε μια αδρή προσέγγιση (με το μέσο όρο των δύο αυτών 24ωρων ανακλήσεων) και τη μέθοδο του NCI. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο μεθόδων είναι ότι η μέθοδος NCI εφαρμόζει ένα στατιστικό μοντέλο δύο μερών ώστε να εκτιμήσει τόσο την πιθανότητα ημερήσιας κατανάλωσης όσο και την ποσότητα κατανάλωσης. Τα δύο αυτά μέρη συνδέονται επιτρέποντας τη συσχέτιση των δύο τυχαίων ατομικών επιδράσεων και συμπεριλαμβάνοντας κοινές συμμεταβλητές και στα δύο μέρη του μοντέλου.

Προκειμένου να διερευνήσουμε τις συσχετίσεις της διατροφικής πρόσληψης με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση, εφαρμόσαμε την αδρή προσέγγιση κι επιπλέον, μια επέκταση της μεθόδου του NCI, που προτάθηκε από τους Kirpnis et al., ώστε να προβλέψουμε την ατομική συνήθη διατροφική πρόσληψη που λαμβάνεται από δύο ανακλήσεις 24 ωρών. Ένα χαρακτηριστικό της επέκτασης της μεθόδου του NCI ήταν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετες συμμεταβλητές που σχετίζονται με τη συνήθη πρόσληψη ώστε να αυξήσουν την ακρίβεια των εκτιμήσεων της συνήθους πρόσληψης και κατ' επέκταση των συσχετίσεων αυτής με εκβάσεις στον τομέα της υγείας.

**Αποτελέσματα - Συμπεράσματα:** Σχετικά με την εκτίμηση της κατανομής της συνήθους διατροφικής πρόσληψης, το μόνο που δε διαφοροποιείται με τις δύο μεθόδους είναι η μέση τιμή, οπότε για τη μέση διατροφική πληθυσμιακή πρόσληψη μπορούμε να βασιστούμε στην αδρή μέθοδο. Ωστόσο, η αδρή προσέγγιση παρουσιάζει μια τάση υποεκτίμησης της συνήθους πρόσληψης στα χαμηλά εκατοστημόρια και μια τάση

υπερεκτίμησης στα υψηλά. Η μεγάλη διαφορά των δύο μεθόδων παρουσιάζεται στη διασπορά των εκτιμώμενων κατανομών, η οποία ελαχιστοποιείται με τη μέθοδο του NCI.

Όσον αφορά τις συσχετίσεις της διατροφικής πρόσληψης με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση, αυτές είναι προς την ίδια κατεύθυνση και με τις δύο μεθόδους. Η πρόσληψη λαχανικών παρουσιάζει ευνοϊκά αποτελέσματα στη διαστολική αρτηριακή πίεση ( $p$ -values<0.001) και την υπέρταση ( $p$ -values=0.023 (NCI) και 0.011 (αδρή)). Με την αδρή μέθοδο η αντίστροφη συσχέτιση των λαχανικών με τη συστολική πίεση είναι στατιστικά σημαντική ( $p$ -value=0.045). Η πρόσληψη γαλακτοκομικών προϊόντων έχει ευεργετική δράση στην υπέρταση, ενώ με τη συστολική η αντίστροφη συσχέτισή τους είναι στατιστικά σημαντική με την αδρή μέθοδο ( $p$ -value=0.032). Τα όσπρια δε συσχετίζονται με την αρτηριακή πίεση και την υπέρταση. Τα ψάρια/οστρακοειδή δε συσχετίζονται με την αρτηριακή πίεση, ενώ με την υπέρταση έχουμε οριακά στατιστικά επιβαρυντικά αποτελέσματα ( $p$ -values=0.051 (NCI) και 0.054 (αδρή)). Ίσως, για τη διερεύνηση των συσχετίσεων των οσπρίων και των ψαριών/οστρακοειδών να κρίνεται σκόπιμη η χρήση περισσότερων από δύο 24ωρων ανακλήσεων, καθώς είναι επεισοδικά καταναλισκόμενα τρόφιμα.

## Abstract

**Introduction:** The investigation of the assessment of usual dietary intake and its association with health outcomes is a common object of studies. This is difficult enough because food consumption data vary widely as some food items are consumed daily by almost everyone, while others are episodically consumed, so that dietary data have excess zeros.

**Objective:** The purpose of this thesis was the comparison of the estimated distributions of usual dietary intake of four food groups of the HYDRIA survey - vegetables, dairy products, legumes and fish/shellfish - as derived from a naive approach and a statistical method of the National Cancer Institute (NCI). The NCI method aims to correct the measurement error of usual intake. In addition, a naive approach and the extension of the NCI method were applied to associate these food groups with diastolic, systolic blood pressure and hypertension.

**Methods:** We used data from the HYDRIA survey (3951 participants). This data was provided by the Hellenic Health Foundation. Dietary intake in the HYDRIA survey was assessed by two 24-hour dietary recalls participant and by a non-quantitative food frequency questionnaire (Food Propensity Questionnaire). In order to estimate usual dietary intake, we applied a naive approach (where we used the average of two 24-hour recalls) and the NCI method. The difference between these two methods is that the NCI method fits a two-part statistical model for estimating both probability and amount of consumption. The two parts of the model are linked by allowing the two person-specific effects to be correlated and including the same covariates in both parts of the model.

In order to estimate diet-blood pressure/hypertension associations, we used the average of two 24-hour recalls in naive approach and an extension of the NCI method, proposed by Kipnis et al., in order to predict individual usual dietary intake obtained from two 24-hour recalls. One feature of the extended method was that additional covariates potentially related to usual intakes may be used to increase the precision of the estimates of usual intake and of diet-health outcome associations.

**Results - Conclusions:** Regarding to the estimation of the distribution of usual dietary intake, the only thing that does not differ between the two methods is the average, so we can rely on the naive method for the average population dietary intake. However, the naive approach tends to underestimate the usual intake on low percentiles and to overestimate it on high percentiles. The great difference between the two methods is in the variance of the estimated distributions, which is minimized by the NCI method.

Types of correlations of usual dietary intake with blood pressure and hypertension are the same with both methods, while small differences are presented in statistical significance. Vegetable intake has beneficial effects on diastolic blood pressure (p-values<0.001) and hypertension (p-values=0.023 (NCI) 0.011 naive)). The inverse correlation of vegetable intake with systolic pressure is statistically significant (p-value=0.045) only in naive approach. Dairy consumption beneficially affects hypertension, while its inverse



correlation with systolic pressure is statistically significant only in naive method (p-value= 0.032). Legumes and are not associated with blood pressure and hypertension. Also, fish/shellfish are not associated with blood pressure, but we noted a marginally significant association with an increased risk for hypertension. It may be appropriate to use more than two 24-hour recalls in order to investigate the associations of legumes and fish/shellfish because they are episodically consumed.

## Βιβλιογραφία

- Alonso, A., Beunza, J. J., Bes-Rastrollo, M., Pajares, R. M., & Martínez-González, M. Á. (2006). Vegetable Protein and Fiber from Cereal Are Inversely Associated with the Risk of Hypertension in a Spanish Cohort. *Archives of Medical Research*. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2006.01.007>
- Anderson, J. W., & Major, A. W. (2002). Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: Potential in the prevention of cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1079/bjn2002716>
- Balogh, M., Kahn, H. A., & Medalie, J. H. (1971). Random repeat 24-hour dietary recalls. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/24.3.304>
- Bao, D. Q., Mori, T. A., Burke, V., Puddey, I. B., & Beilin, L. J. (1998). Effects of dietary fish and weight reduction on ambulatory blood pressure in overweight hypertensives. *Hypertension*. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.32.4.710>
- Beaton, G. H., Milner, J., Corey, P., McGuire, V., Cousins, M., Stewart, E., de Ramos, M., Hewitt, D., Grambsch, P. V., Kassim, N., & Little, J. A. (1979). Sources of variance of 24-hour dietary recall data: Implications for nutrition study designing and interpretation. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/32.12.2546>
- Beaton, G. H., Milner, J., McGuire, V., Feather, T. E., & Little, J. A. (1983). Source of variance in 24-hour dietary recall data: Implications for nutrition study design and interpretation. Carbohydrate sources, vitamins, and minerals. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/37.6.986>
- Brown, K. H., Black, R. E., & Becker, S. (1982). Seasonal changes in nutritional status and the prevalence of malnutrition in a longitudinal study of young children in rural Bangladesh. *American Journal of Clinical Nutrition*.
- Carroll, R. J., Ruppert, D., Stefanski, L. A., & Crainiceanu, C. M. (2006). Measurement error in nonlinear models: A modern perspective, second edition. In *Measurement Error in Nonlinear Models: A Modern Perspective, Second Edition*.
- Casas, R., Castro-Barquero, S., Estruch, R., & Sacanella, E. (2018). Nutrition and cardiovascular health. In *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms19123988>
- Collese, T. S., Nascimento-Ferreira, M. V., de Moraes, A. C. F., Rendo-Urteaga, T., Bel-Serrat, S., Moreno, L. A., & Carvalho, H. B. (2017). Role of fruits and vegetables in adolescent cardiovascular health: A systematic review. *Nutrition Reviews*. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux002>
- Conway, J. M., Ingwersen, L. A., Vinyard, B. T., & Moshfegh, A. J. (2003). Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1171>
- Dodd, K. W., Guenther, P. M., Freedman, L. S., Subar, A. F., Kipnis, V., Midthune, D., Tooze, J. A., & Krebs-Smith, S. M. (2006). {A figure is presented}Statistical Methods for Estimating Usual Intake of Nutrients and Foods: A Review of the Theory. *Journal of the American Dietetic Association*.

<https://doi.org/10.1016/j.jada.2006.07.011>

- Erkkilä, A. T., Schwab, U. S., De Mello, V. D. F., Lappalainen, T., Mussalo, H., Lehto, S., Kemi, V., Lamberg-Allardt, C., & Uusitupa, M. I. J. (2008). Effects of fatty and lean fish intake on blood pressure in subjects with coronary heart disease using multiple medications. *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-0728-5>
- Fontecha, J., Calvo, M. V., Juarez, M., Gil, A., & Martínez-Vizcaino, V. (2019). Milk and Dairy Product Consumption and Cardiovascular Diseases: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. In *Advances in Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy099>
- Gibson, R. S., Gibson, I. L., & Kitching, J. (1985). A study of inter- and intrasubject variability in seven-day weighed dietary intakes with particular emphasis on trace elements. *Biological Trace Element Research*. <https://doi.org/10.1007/BF02917462>
- Jain, A. P., Aggarwal, K. K., & Zhang, P. Y. (2015). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. [https://doi.org/10.5005/jp/books/14130\\_101](https://doi.org/10.5005/jp/books/14130_101)
- Jayalath, V. H., De Souza, R. J., Sievenpiper, J. L., Ha, V., Chiavaroli, L., Mirrahimi, A., Di Buono, M., Bernstein, A. M., Leiter, L. A., Kris-Etherton, P. M., Vuksan, V., Beyene, J., Kendall, C. W. C., & Jenkins, D. J. A. (2014). Effect of dietary pulses on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *American Journal of Hypertension*. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpt155>
- Kipnis, V., Midthune, D., Buckman, D. W., Dodd, K. W., Guenther, P. M., Krebs-Smith, S. M., Subar, A. F., Tooze, J. A., Carroll, R. J., & Freedman, L. S. (2009). Modeling data with excess zeros and measurement error: Application to evaluating relationships between episodically consumed foods and health outcomes. *Biometrics*, 65(4), 1003–1010. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2009.01223.x>
- Lara, J. J., Economou, M., Wallace, A. M., Rumley, A., Lowe, G., Slater, C., Caslake, M., Sattar, N., & Lean, M. E. J. (2007). Benefits of salmon eating on traditional and novel vascular risk factors in young, non-obese healthy subjects. *Atherosclerosis*. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.06.018>
- Meneton, P., Jeunemaitre, X., De Wardener, H. E., & Macgregor, G. A. (2005). Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. In *Physiological Reviews*. <https://doi.org/10.1152/physrev.00056.2003>
- Nestel, P. J. (2019). Dietary Fat and Blood Pressure. In *Current Hypertension Reports*. <https://doi.org/10.1007/s11906-019-0918-y>
- Nusser, S. M., Carriquiry, A. L., Dodd, K. W., & Fuller, W. A. (1996). A Semiparametric Transformation Approach to Estimating Usual Daily Intake Distributions. *Journal of the American Statistical Association*. <https://doi.org/10.1080/01621459.1996.10476712>
- Oparil, S., Acelajado, M. C., Bakris, G. L., Berlowitz, D. R., Cifková, R., Dominiczak, A. F., Grassi, G., Jordan, J., Poulter, N. R., Rodgers, A., & Whelton, P. K. (2018). Hypertension. In *Nature Reviews Disease Primers*. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2018.14>

- Park, K. M., & Cifelli, C. J. (2013). Dairy and blood pressure: A fresh look at the evidence. In *Nutrition Reviews*. <https://doi.org/10.1111/nure.12017>
- Pinheiro, J. C., & Bates, D. M. (1995). Approximations to the log-likelihood function in the nonlinear mixed-effects model. *Journal of Computational and Graphical Statistics*. <https://doi.org/10.1080/10618600.1995.10474663>
- Psaltopoulou, T., Naska, A., Orfanos, P., Trichopoulos, D., Mountokalakis, T., & Trichopoulou, A. (2004). Olive oil, the Mediterranean diet, and arterial blood pressure: the Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.4.1012>
- Qi, L. (2014). Personalized nutrition and obesity. *Annals of Medicine*. <https://doi.org/10.3109/07853890.2014.891802>
- Ramel, A., Jonsdottir, M. T., & Thorsdottir, I. (2009). Consumption of cod and weight loss in young overweight and obese adults on an energy reduced diet for 8-weeks. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2008.12.013>
- Rosário, R., Santos, R., Lopes, L., Agostinis-Sobrinho, C., Moreira, C., Mota, J., Póvoas, S., Oliveira, A., Padrão, P., Moreira, P., & Abreu, S. (2018). Fruit, vegetable consumption and blood pressure in healthy adolescents: A longitudinal analysis from the LabMed study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2018.05.014>
- Rust, P., & Ekmekcioglu, C. (2017). Impact of salt intake on the pathogenesis and treatment of hypertension. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. [https://doi.org/10.1007/5584\\_2016\\_147](https://doi.org/10.1007/5584_2016_147)
- Sami, W., Ansari, T., Butt, N. S., & Hamid, M. R. A. (2017). Effect of diet on type 2 diabetes mellitus: A review. *Int J Health Sci (Qassim)*, *11*(2), 65–71. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28539866>  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5426415/pdf/IJHS-11-65.pdf>
- Soedamah-Muthu, S. S., Verberne, L. D. M., Ding, E. L., Engberink, M. F., & Geleijnse, J. M. (2012). Dairy consumption and incidence of hypertension: A dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension*. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.195206>
- Subar, A. F., Dodd, K. W., Guenther, P. M., Kipnis, V., Midthune, D., McDowell, M., Tooze, J. A., Freedman, L. S., & Krebs-Smith, S. M. (2006). {A figure is presented}{A figure is presented}The Food Propensity Questionnaire: Concept, Development, and Validation for Use as a Covariate in a Model to Estimate Usual Food Intake. *Journal of the American Dietetic Association*. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2006.07.002>
- Tang, G. Y., Meng, X., Li, Y., Zhao, C. N., Liu, Q., & Li, H. Bin. (2017). Effects of vegetables on cardiovascular diseases and related mechanisms. In *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu9080857>
- Tooze, Janet A., Kipnis, V., Buckman, D. W., Carroll, R. J., Freedman, L. S., Guenther, P. M., Krebs-Smith, S. M., Subar, A. F., & Dodd, K. W. (2010). A mixed-effects model approach for estimating the distribution of usual intake of nutrients: The NCI method. *Statistics in Medicine*, *29*(27), 2857–2868. <https://doi.org/10.1002/sim.4063>
- Tooze, Janet A, Midthune, D., Dodd, K. W., Freedman, L. S., Krebs-Smith, S. M.,

- Nutritionist, R. [., Subar, A. F., Guenther, P. M., Carroll, R. J., & Kipnis, V. (2006). A new method for estimating the usual intake of episodically-consumed foods with application to their distribution. In *J Am Diet Assoc* (Vol. 106, Issue 10).
- Tooze, Janet Austin, Grunwald, G. K., & Jones, R. H. (2002). Analysis of repeated measures data with clumping at zero. In *Statistical Methods in Medical Research*. <https://doi.org/10.1191/0962280202sm291ra>
- Tørris, C., Molin, M., & Cvancarova Småstuen, M. (2017). Lean fish consumption is associated with beneficial changes in the metabolic syndrome components: A 13-year follow-up study from the norwegian tromsø study. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu9030247>
- Tørris, C., Småstuen, M. C., & Molin, M. (2018). Nutrients in fish and possible associations with cardiovascular disease risk factors in metabolic syndrome. In *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu10070952>
- Trichopoulos, D. (2000). Evidence-based nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.2000.00174.x>
- Trichopoulou, A., Orfanos, P., Valanou, E., Martimianaki, G., Peppas, E., Androulidaki, A., Anifantis, E., Katsoulis, M., Kritikou, M., Pantzarlis, M., Vidalis, P., Ziara, G., & Naska, A. (2018). The EFSA-funded collection of dietary and related data in the general population aged 10-74 years in Greece. *EFSA Supporting Publications*. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.en-1499>
- Vigüiliouk, E., Glenn, A. J., Nishi, S. K., Chiavaroli, L., Seider, M., Khan, T., Bonaccio, M., Iacoviello, L., Mejia, S. B., Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Kahleová, H., Rahelić, D., Salas-Salvadó, J., & Sievenpiper, J. L. (2019). Associations between Dietary Pulses Alone or with Other Legumes and Cardiometabolic Disease Outcomes: An Umbrella Review and Updated Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. In *Advances in Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz113>
- Wang, H., Fox, C. S., Troy, L. M., McKeown, N. M., & Jacques, P. F. (2015). Longitudinal association of dairy consumption with the changes in blood pressure and the risk of incident hypertension: The Framingham Heart Study. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1017/S0007114515003578>
- Willett, W. C. (1998). Nutritional Epidemiology. In *Nutritional Epidemiology*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195122978.001.0001>
- Zhang, S., Midthune, D., Guenther, P. M., Krebs-Smith, S. M., Kipnis, V., Dodd, K. W., Buckman, D. W., Tooze, J. A., Freedman, L., & Carroll, R. J. (2011). A new multivariate measurement error model with zero-inflated dietary data, and its application to dietary assessment. *Annals of Applied Statistics*, 5(2 B), 1456–1487. <https://doi.org/10.1214/10-AOAS446>
- Zheng, J., Zhou, Y., Li, S., Zhang, P., Zhou, T., Xu, D. P., & Li, H. Bin. (2017). Effects and mechanisms of fruit and vegetable juices on cardiovascular diseases. In *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms18030555>