

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της επίδρασης της χορήγησης
καφεΐνης στην υποκειμενική κόπωση

Study of the effect of caffeine administration
on subjective fatigue



Μαρία Κουτλιαδοπούλου (Α.Μ.: 3519088)

Ειρήνη Παπακωνσταντίνου (Α.Μ.: 3519135)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Αριστείδης Βεσκούκης, Επίκουρος Καθηγητής στην
Οξειδοαναγωγική Βιολογία της Διατροφής και της
Άσκησης

Τρίκαλα, 2022-2023

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Κόκκοι καφέ.....	10
Εικόνα 1.2. Η ιστορία του καφέ	11
Εικόνα 1.3. Κόκκοι Arabica	12
Εικόνα 1.4. Κόκκοι Robusta.....	13
Εικόνα 1.5. Η ανατομία του κερασιού.....	14
Εικόνα 1.6. Συγκομιδή κερασιών	15
Εικόνα 1.7. Υγρή μέθοδος επεξεργασίας κερασιού	15
Εικόνα 1.8. Ξηρή μέθοδος επεξεργασίας κερασιού.	16
Εικόνα 1.9. Αποθήκευση καφέ	17
Εικόνα 1.10. Ένα φλιτζάνι καφέ.....	17
Εικόνα 2.11. Χημικός τύπος του χλωρογενικού οξέος.....	18
Εικόνα 2.12. Χημικός τύπος καφεϊκού οξέος.....	18
Εικόνα 3.13. Χημικές δομές καφεΐνης και αδενοσίνης	20
Εικόνα 4.14. Μεταβολισμός καφεΐνης	23
Εικόνα 5.15. Καφές και καρδιαγγειακά νοσήματα.....	24
Εικόνα 5.16. Καφές και σακχαρώδης διαβήτης	25
Εικόνα 5.17. Καφές και καρκίνος.....	26
Εικόνα 5.18. Καφές και αυτοάνοσα νοσήματα	28
Εικόνα 6.19. Κόπωση	29
Εικόνα 6.20. Φυσιολογία κόπωσης	29
Εικόνα 6.21. Καφεΐνη και διάθεση.....	30
Εικόνα 6.22. Κόπωση και καφεΐνη.....	31
Εικόνα 7.23. Τοξικότητα καφεΐνης.....	32

Εικόνα 9.24. Ερωτηματολόγιο SFQ (Shortened Fatigue Questionnaire).....	36
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 9.1.1 Το σκεπτικό της μελέτης.....	34
Σχήμα 9.1.2 Πειραματικός σχεδιασμός μελέτης.....	37
Σχήμα 9.3.3 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού.....	38
Σχήμα 10.4 Η επίδραση της καφεΐνης στο αίσθημα της κόπωσης των συμμετεχόντων.....	41

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τον σεβασμό και την εκτίμησή μας στον επιβλέποντα καθηγητή Αριστείδη Βεσκούκη και να τον ευχαριστήσουμε για την αρωγή, την καθοδήγηση και την υποστήριξή του καθ' όλη την διάρκεια της άριστης συνεργασίας μας. Οι θεμελιώδεις γνώσεις που μας μεταλαμπάδευσε γύρω από την επιστήμη της Διαιτολογίας και Διατροφολογίας, θα είναι ιδιαιτέρως χρήσιμες για την μελλοντική μας πορεία.

Επίσης, ευχαριστούμε θερμά τα μέλη του εργαστηρίου και τους εθελοντές που ήτανε πάντοτε πρόθυμοι να μας βοηθήσουν σε οτιδήποτε χρειαζόμασταν.

Επιπλέον, η καθεμία ξεχωριστά εκφράζει τον σεβασμό, την αγάπη και την ευγνωμοσύνη στην συνάδερφο της για την άψογη συνεργασία μας.

Πάνω από όλα, είμαστε ευγνώμονες στις οικογένειές μας για την απεριόριστη καθημερινή υποστήριξη, συμπαράσταση και θετική σκέψη στην επίτευξη αυτής της εργασίας.

Πίνακας περιεχομένων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	2
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ	10
1.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ	12
1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΦΕ	13
1.3.1 ΦΥΤΕΥΣΗ.....	13
1.3.1.1 Ανατομία του καρπού	14
1.3.2 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	15
1.3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	15
1.3.3.1 Υγρή μέθοδος επεξεργασίας	15
1.3.3.2 Ξηρή μέθοδος επεξεργασίας	16
1.3.4 ΑΛΕΣΜΑ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ	16
1.3.5 ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ.....	17
1.3.6 ΨΗΣΙΜΟ ΤΟΥ ΚΑΦΕ.....	17
1.3.7 ΒΡΑΣΜΟΣ.....	17
2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΦΕ	18
3. ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΑΦΕ	20
4. ΦΑΡΜΑΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΚΑΦΕΙΝΗΣ	22
4.1 ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ.....	22
4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ	22
4.3 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ.....	22
4.4 ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ	23
5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΦΕ ΣΕ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	24

5.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ	24
5.2 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ	25
5.3 ΚΑΡΚΙΝΟΣ	26
5.4 ΑΥΤΟΑΝΑΣΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ	27
6. ΚΑΦΕΙΝΗ ΚΑΙ ΚΟΠΩΣΗ.....	29
7. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΦΕΙΝΗΣ	32
8. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	33
9. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	34
9.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	34
9.2 ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΦΕ.....	37
9.3 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ	38
9.4 ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ.....	39
9.5 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.....	39
9.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	40
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	41
11. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	42
12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η καφεΐνη αποτελεί την πιο δημοφιλή, ευρέως καταναλώσιμη και την κυριότερη χημική ουσία των κόκκων του καφέ και εντοπίζεται τόσο σε ροφήματα, όσο και σε τρόφιμα. Σε φυσιολογικές ποσότητες εμφανίζει αντιφλεγμονώδεις, αντισπασμωδικές και νευροδιεγερτικές ιδιότητες. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων της, η καφεΐνη σχετίζεται άμεσα με την κόπωση, δηλαδή την εξασθένηση των σωματικών και γνωστικών λειτουργιών, καθώς επιδρά στη διάθεση, τη συμπεριφορά και την απόδοση.

ΣΚΟΠΟΣ: Σκοπός της παρούσας μελέτης, είναι η διερεύνηση της επίδρασης της καφεΐνης στην υποκειμενική κόπωση υγιών ατόμων ηλικίας 18 έως 45 ετών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: Είκοσι υγιείς ενήλικες άνδρες και γυναίκες εθελοντές προσήλθαν στο Εργαστήριο Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Διατροφής του Τμήματος Διαιτολογίας και Διατροφολογίας στα Τρίκαλα και χωρίστηκαν τυχαία και ισάριθμα με διπλά τυφλοποιημένο τρόπο σε πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Έπειτα, για την αξιολόγηση της κόπωσης οι ίδιοι οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο Shortened Fatigue Questionnaire (SFQ), κατανάλωσαν τον καφέ με ή χωρίς καφεΐνη, ανάλογα με την ομάδα στην οποία είχαν τοποθετηθεί, και μία ώρα αργότερα συμπλήρωσαν ξανά το ίδιο ερωτηματολόγιο. Η καφεΐνη χορηγήθηκε σε ποσότητα ίση με 3 mg/kg σωματικού βάρους. Σημειώνεται ότι αυτή η δόση αντιστοιχεί σε ποσότητα καφέ (ένα φλυτζάνι) που είναι απολύτως ρεαλιστικό να καταναλώσει κάποιος κατά τη διάρκεια της ημέρας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Ύστερα από την επεξεργασία και τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, βελτιώθηκε η κόπωση στην ομάδα που έλαβε την καφεΐνη μετά την παρέμβαση ($p = 0,000$) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μία τάση βελτίωσης της κόπωσης ($p = 0,062$) μετά την κατανάλωση της καφεΐνης σε σύγκριση με τη χρονική στιγμή πριν, στην ομάδα της καφεΐνης.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ/ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Τα δεδομένα από τη βιβλιογραφία δείχνουν ότι η καφεΐνη μπορεί δυνητικά να βελτιώσει την κόπωση, αυτό ωστόσο εξαρτάται από συγκεκριμένες παραμέτρους όπως η μορφή χορήγησης και η δόση. Συμπερασματικά, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι η πρόσληψη καφεΐνης σε ποσότητα 3 mg/kg σωματικού βάρους βελτιώνει το αίσθημα της κόπωσης σε υγιή άτομα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: «καφεΐνη», «καφές», «κόπωση», «ερωτηματολόγιο κόπωσης».



ABSTRACT

INTRODUCTION: Caffeine is the most popular, widely consumed and main chemical substance of coffee beans and is found in both beverages and foods. In normal amounts, it exerts anti-inflammatory and antioxidant properties. Due to these properties, caffeine is directly related to fatigue, namely the impairment of physical and cognitive functions, since it affects mood, behavior and performance.

PURPOSE: The purpose of the present diploma project was to investigate the effect of caffeine on the subjective fatigue of healthy individuals between 18 and 45 years of age.

METHODOLOGY: Twenty healthy adult male and female volunteers visited the Laboratory of Clinical Exercise Physiology and Nutrition of the Department of Nutrition and Dietetics in Trikala and were randomly and equally divided in a double-blind manner into an experimental and a control group. Then, the participants completed the Shortened Fatigue Questionnaire (SFQ) in order to assess fatigue, they consumed coffee with or without caffeine, depending on the group they were assigned to, and one hour later they completed again the same questionnaire. Caffeine was administered in a dose equal to 3 mg/kg body weight. Noteworthy, this dose corresponds to an amount of coffee (i.e., one cup) that is completely realistic for someone to consume during the day.

RESULTS: Following processing and statistical analysis of the acquired data, it was found that fatigue was improved in the group of the participants who consumed caffeine compared to the control group ($p = 0,000$). Additionally, a trend towards improved fatigue ($p = 0,062$) was also observed after caffeine consumption compared to pre, in the caffeine group.

DISCUSSION/CONCLUSIONS: The available data of the literature shows that caffeine can potentially improve fatigue, but this beneficial effect depends on specific parameters such as administration form and dose. In conclusion, according to the main finding of the present study, caffeine intake in the dose of 3 mg/kg of body weight improves fatigue of healthy volunteers.

KEY WORDS: "caffeine", "coffee", "fatigue", "fatigue questionnaire".

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Εικόνα 1.1 Κόκκοι καφέ
(<https://i.pinimg.com/originals/89/ee/4a/89ee4a0235efbc568731d7ab0f6cfff3d.jpg>)

Η καφεΐνη είναι μία από τις πιο δημοφιλείς και ευρέως καταναλώσιμες ουσίες στον κόσμο. Ασκεί επιδράσεις στη συμπεριφορά του ανθρώπου λόγω της διεγερτικής της δράσης στο κεντρικό νευρικό σύστημα καθώς και λόγω του αρώματος και της γεύσης της (Nieber 2017). Η καφεΐνη είναι ένα αλκαλοειδές της ξανθίνης και αποτελεί την κύρια χημική ουσία των κόκκων του καφέ (Εικόνα 1.1) και ως εκ τούτου το κύριο συστατικό στο σύνθετο μίγμα του πόσιμου καφέ. Εντοπίζεται, επίσης, στους κόκκους του κακάο, στα φύλλα του τσαγιού, στο μούρο guarana, στα καρύδια ενώ χρησιμοποιείται και ως πρόσθετο σε ενεργειακά ποτά και αναψυκτικά.

Συχνά καταναλώνεται με τη μορφή δισκίων ή σκόνης (Higdon and Frei 2007, Nieber 2017, Evans *et al.* 2022).

1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

Η ιστορία του καφέ είναι πολύ ενδιαφέρουσα και η εισαγωγή του καφέ στην καθημερινότητα του ανθρώπου τοποθετείται πολλούς αιώνες πριν (Εικόνα 1.2). Συγκεκριμένα, οι ευεργετικές επιδράσεις του καφέ ανακαλύφθηκαν πρωτίστως από τους Αιθίοπες πριν από περίπου 2.000 χρόνια (Stefanello *et al.* 2019). Η πιο δημοφιλής ιστορία του καφέ σχετίζεται με τον Kaldi, έναν Αιθίοπα βοσκό το 700 μ.Χ. (Jovana 2022). Συγκεκριμένα, ο Kaldi ανακάλυψε τον καφέ όταν παρατήρησε ότι οι κατσίκες του απέκτησαν πολλή ενέργεια ύστερα από την κατανάλωση μούρων από ένα συγκεκριμένο δέντρο. Η γνώση για την ύπαρξη των ευεργετικών μούρων άρχισε να διαδίδεται όταν ο Kaldi μοιράστηκε τα ευρήματά του με τον ηγούμενο ενός τοπικού μοναστηριού (NCA 2022). Ενώ αρχικά ο μοναχός το χαρακτήρισε ως «έργο του διαβόλου», στη συνέχεια διαπίστωσε τη δράση τους, καταφέροντας να παραμένει σε εγρήγορση για πολλές ώρες κατά τη βραδινή προσευχή (Jimma 2014, NCA 2022). Η είδηση μεταφέρθηκε προς τα ανατολικά και ο καφές έφτασε έως την Αραβική Χερσόνησο (NCA 2022).

Μέχρι και τον 15^ο αιώνα ο καφές καταναλωνόταν αποκλειστικά εντός της Αραβικής Χερσονήσου και καλλιεργούνταν στην περιοχή της Υεμένης στα μοναστήρια των Σούφι. (Nieber 2017, Luwak 2021, NCA 2022). Ο καφές έγινε ένα ευρέως διαδεδομένο ρόφημα, καθώς η δημοτικότητά του εξαπλώθηκε μέσα στα επόμενα 100 χρόνια στην Περσία, την

Τουρκία, την Αίγυπτο και τη Συρία, με τους κατοίκους των περιοχών αυτών να τον απολαμβάνουν σε σπίτια και δημόσια καφενεία. Στη μέση Ανατολή, λοιπόν, ο καφές θεωρούνταν σύμβολο φιλοξενίας και γενναιοδωρίας και αποτέλεσε άρρηκτο κομμάτι της κουλτούρας των λαών της (Luwak 2021). Παρόλο αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι ο σουλτάνος Μουράτ Γ΄ απαγόρευσε την κατανάλωση του καφέ στην Οθωμανική Αυτοκρατορία την περίοδο μεταξύ του 16^{ου} και του 18^{ου} αιώνα.

Τον 17^ο αιώνα ο καφές εξαπλώθηκε στην Ιταλία, τα Βαλκάνια, την Ινδονησία, την υπόλοιπη Ευρώπη και την Αμερική και κέρδισε μία καθοριστική θέση στον πολιτισμό (Nieber 2017). Παρότι οι υποψίες και ο φόβος για το ασυνήθιστο μαύρο ρόφημα ήταν έντονες, οι Ευρωπαίοι γρήγορα το ενέταξαν στην καθημερινότητά τους και σε διάφορες εκφάνσεις της ζωής τους. Πρώτοι οι Ολλανδοί μετέφεραν στους βοτανικούς κήπους του Άμστερνταμ το νέο δέντρο του καφέ και έπειτα οι καρποί στάλθηκαν σε Ολλανδικές αποικίες, στο Σουρινάμ και την Καραϊβική. Η επιθυμία των Γάλλων να εισαχθούν στο εμπόριο του καφέ ξεκίνησε όταν ο δήμαρχος του Άμστερνταμ έδωσε στον βασιλιά της Γαλλίας Λουδοβίκο ΙΔ΄ έναν καρπό για να τον φυτέψει στον βασιλικό κήπο στο Παρίσι. Ύστερα, οι Γάλλοι αγόρασαν σπόρους και δέντρα και μετά από πολλές αποτυχίες λόγω των κλιματικών συνθηκών, γεννήθηκε η πρώτη φυτεία (Pendergrast 2019). Το 1723, ένα δενδρύλλιο από τους κήπους του βασιλιά μεταφέρθηκε στο νησί Μαρτινίκα από έναν αξιωματικό του ναυτικού της Γαλλίας. Αφού φυτεύτηκε, αναπτύχθηκε με επιτυχία και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εξάπλωση εκατομμυρίων καφεόδεντρων στο νησί τα επόμενα 50 χρόνια. Μάλιστα, το συγκεκριμένο δέντρο αποδείχτηκε ο απόγονος όλων των καφεόδεντρων στην Καραϊβική, τη Νότια και την Κεντρική Αμερική (NCA 2022).

Η μεταφορά των σπόρων συνεχίστηκε από ιεραπόστολους, ταξιδιώτες, έμπορους και αποίκους σε καινούρια εδάφη, με απόρροια την εισαγωγή και καλλιέργεια δέντρων του καφέ σε ολόκληρο τον κόσμο. Επομένως, ο καφές αποτελούσε μέχρι το τέλος του 18^{ου} αιώνα την πιο επικερδή εξαγωγίμη καλλιέργεια και το πιο ποθητό εμπόρευμα παγκοσμίως (NCA 2022).



Εικόνα 1.2. Η ιστορία του καφέ (<https://www.exclusivebrandstorino.com/guides/origins-and-history-of-coffee/>)

1.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

Τον 18ο αιώνα ο Σουηδός βοτανολόγος Carl Linneaus περιέγραψε για πρώτη φορά ένα γένος φυτών γνωστό ως *Coffea*, το οποίο περιλαμβάνει 103 είδη παγκοσμίως (Bastian *et al.* 2021, NCA 2022). Τα δύο βασικότερα είδη καφεόδεντρων που καλλιεργούνται είναι η *Coffea Arabica* (*Arabica*) και η *Coffea Canephora* (*Robusta*) (Bastian *et al.* 2021).

Τα δύο παραπάνω είδη καφεόδεντρων εμφανίζουν το καθένα την δική του ιστορία και χώρα προέλευσης. Συγκεκριμένα, τα αρχικά δέντρα του *Coffea Arabica* πρωτοεμφανίστηκαν στα νοτιοδυτικά υψίπεδα της Αιθιοπίας και καλλιεργούνταν πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας σε ύψος από 610 έως 1830 μέτρα (Haines 2022, NCA 2022). Το φυτό *Arabica* ευδοκimeί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (Coffetales 2019). Ο πιο καθοριστικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία, η οποία θα πρέπει να παραμένει ήπια μεταξύ 15° C έως 24° C. Η υγρασία και η βροχόπτωση είναι απαραίτητες για την καλλιέργεια του δέντρου, ενώ ένας παγετός μπορεί να αποβεί καταστροφικός. Ο χρόνος ωρίμανσής του είναι περίπου τα επτά έτη και το μέγιστο ύψος του κυμαίνεται από 9 έως 12 μέτρα στη φύση (Haines 2022). Επιπλέον, το σχήμα των κόκκων είναι μεγάλο και ελλειπτικό και εξαρτάται από τις συνθήκες ανάπτυξής τους (Coffetales 2019) (Εικόνα 1.3). Η γεύση του καφέ *Arabica* σχετίζεται πρωτίστως με την ποιότητά του. Ο υψηλής ποιότητας καφές *Arabica* χαρακτηρίζεται από μία γλυκιά γεύση με ευχάριστη οξύτητα και ελαφριά πικρία με άρωμα σοκολάτας, ξηρών καρπών και καραμέλας (Coffetales 2019, Haines 2022).



Εικόνα 1.3. Κόκκοι *Arabica*

(<https://coffetales.gr/blog/7-arabica-vs-robusta/>)

Η πλειοψηφία των δέντρων *Robusta* καλλιεργείται σε μέρη της Νοτιοανατολικής Ασίας, στην Κεντρική και Δυτική Αφρική και στη Βραζιλία σε χαμηλά υψόμετρα. Το φυτό *Robusta* θεωρείται ανθεκτικό σε ασθένειες και παράσιτα, για αυτό το λόγο η καλλιέργειά του χαρακτηρίζεται οικονομική και εύκολη (NCA 2022). Οι περιβαλλοντικές συνθήκες για την ανάπτυξή του πρέπει να είναι συγκεκριμένες, και ειδικότερα, η θερμοκρασία θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 18° C και 36° C και η παρουσία υγρασίας και βροχόπτωσης κρίνεται απαραίτητη. Επίσης, το ύψος του φυτού κυμαίνεται από 4,5 έως 6,5 μέτρα (Coffetales 2019).

Το σχήμα των κόκκων Robusta χαρακτηρίζεται ελαφρώς στρογγυλό και η γεύση τους βαριά και πικρή χωρίς μεγάλη ποικιλία, ενώ συχνά παρομοιάζεται με γεύση βρώμης ή καμένου λάστιχου (Coffetales 2019, NCA 2022) (Εικόνα 1.4).



Robusta

Εικόνα 1.4. Κόκκοι Robusta
(<https://coffetales.gr/blog/7-arabica-vs-robusta/>)

Συγκριτικά, τα δύο είδη καφέ παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές. Συγκεκριμένα, ο Arabica περιέχει λιγότερη καφεΐνη και περισσότερη ζάχαρη από ό,τι ο Robusta. Επιπλέον, η ποικιλία καφέ Arabica έχει υψηλότερη οξύτητα που οφείλεται στις φρουτώδεις νότες της. Τέλος, οι ιδιαίτερες συνθήκες καλλιέργειας της ποικιλίας Arabica την καθιστούν πιο ακριβή στην αγορά και η υψηλή της ζήτηση απορρέει από την ευχάριστη γεύση της σε σχέση με την ποικιλία Robusta (Haines 2022).

1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΦΕ

Η διαδικασία μέσω της οποίας ο καφές φτάνει στο φλιτζάνι του ανθρώπου αποτελείται από διάφορα στάδια και είναι αρκετά χρονοβόρος. Το πρώτο στάδιο είναι η φύτευση, η οποία ακολουθείται από τη συγκομιδή της καλλιέργειας. Ύστερα, πραγματοποιείται η υγρή και η ξηρή επεξεργασία του καρπού, ενώ η ξήρανση και το άλεσμα γίνονται μόνο εφόσον έχει προηγηθεί η υγρή επεξεργασία. Μόλις οι καρποί ταξινομηθούν κατά μέγεθος και βάρος και ελεγχθούν για τυχόν χρωματικές ή άλλες ατέλειες, αποθηκεύονται για κάποιο χρονικό διάστημα. Αργότερα, καβουρδίζονται προκειμένου να απελευθερώσουν το άρωμά τους. Τέλος, διεξάγεται η διαδικασία του αλέσματος και της ζυθοποίησης, ώστε να επιτευχθεί καλύτερη γεύση και ποιότητα του καφέ (Bastian *et al.* 2021, NCA 2022).

1.3.1 ΦΥΤΕΥΣΗ

Αρχικά, οι σπόροι του καφέ φυτεύονται σε σκιερά φυτώρια, ώστε να προστατευτούν από το έντονο ηλιακό φως σε ήπια θερμοκρασία, ενώ το έδαφος θα πρέπει να είναι αρκετά υγρό για να παραμένουν οι ρίζες σταθερές. Το μέγιστο ύψος των καφεόδεντρων είναι τα εννέα μέτρα, όμως συχνά κλαδεύονται προκειμένου η διαδικασία της συγκομιδής να είναι εύκολη. Τα δέντρα αποτελούνται από πράσινα κηρώδη φύλλα κατά μήκος των οποίων φυτρώνουν οι

καρποί του καφέ. Η ωρίμανση ενός καρπού απαιτεί σχεδόν ένα χρόνο μετά την ανθοφορία και η πλήρης παραγωγή του ολοκληρώνεται στα πέντε χρόνια. Η πιο παραγωγική περίοδος των καφεόδεντρων βρίσκεται μεταξύ των επτά και 20 ετών και ο χρόνος ζωής τους μπορεί να πλησιάζει τα 100 χρόνια. Τέλος, το μέγεθος της παραγωγής των καρπών από ένα δέντρο είναι συνήθως 10 κιλά ετησίως, αλλά εξαρτάται από την ποικιλία και τη φροντίδα που θα λάβουν (NCA 2022).

1.3.1.1 Ανατομία του καρπού

Οι επεξεργασμένοι και καβουρδισμένοι κόκκοι που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του καφέ προέρχονται στην πραγματικότητα από ένα φρούτο, το οποίο είναι γνωστό με την ονομασία «κεράσι» (NCA 2022). Ο καρπός του κερασίου αποτελείται από ένα εξωτερικό δέρμα, το οποίο περιέχει χλωροπλάστες και ονομάζεται εξωκάρπιο ή φλούδα. Το αμέσως επόμενο στρώμα είναι το μεσοκάρπιο, γνωστό και ως βλέννα, το οποίο θεωρείται η σάρκα του κερασίου. Στη συνέχεια, βρίσκεται το ενδοκάρπιο ή αλλιώς περγαμνή που αποτελείται από στρώματα κυττάρων σκληρεγχύματος, τα οποία καλύπτουν τον κόκκο του καφέ. Μέσα στο ενδοκάρπιο εντοπίζονται δύο φασόλια καλυμμένα από έναν λεπτό φλοιό, ο



Εικόνα 1.5. Η ανατομία του κερασίου

(<https://www.ncausa.org/About-Coffee/What-is-Coffee>)

ο οποίος ονομάζεται σπερματοζώριο και περιέχει άμυλο, πρωτεΐνες και έλαια (Bastian *et al.* 2021, NCA 2022) (Εικόνα 1.5). Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι κόκκοι καφέ αποτελούνται από πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες, σακχαρόζη, λιπίδια και χλωρογενικά οξέα που προσδίδουν στον καφέ όλες τις ιδιότητές του (Bastian *et al.* 2021).

1.3.2 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ



Εικόνα 1.6. Συγκομιδή κερασιών

(<https://www.ncausa.org/About-Coffee/10-Steps-from-Seed-to-Cup>)

Οι διάφορες κλιματικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία του αέρα, η βροχόπτωση και η ξηρασία επιδρούν στον χρόνο της συγκομιδής και στην ποιότητα του καφέ (Bastian *et al.* 2021). Ειδικότερα, η κατάλληλη ώρα για τη συγκομιδή του καφέ είναι μόλις ο καρπός αποκτήσει φωτεινό, βαθύ κόκκινο χρώμα, όταν δηλαδή ωριμάσει (NCA 2022) (Εικόνα 1.6). Προκειμένου, να

αποφευχθεί ο κίνδυνος της απώλειας της φρεσκάδας θα πρέπει η διαδικασία της συγκομιδής των κερασιών να πραγματοποιείται άμεσα (Bastian *et al.* 2021). Η συλλογή της καλλιέργειας μπορεί να υλοποιηθεί με δύο τρόπους, είτε χειρωνακτικά, είτε με τη βοήθεια μηχανημάτων (Bastian *et al.* 2021, NCA 2022).

1.3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα ώριμα κεράσια περνούν από διάφορες διαδικασίες ώστε να γίνουν πράσινοι κόκκοι καφέ. Γενικά, χρησιμοποιούνται δύο τύποι επεξεργασίας, η υγρή και η ξηρή μέθοδος που έχουν ως στόχο να αφαιρεθεί το ασημένιο δέρμα, η περγαμινή, το βλεννογόνο, ο πολτός και το δέρμα (Bastian *et al.* 2021).

1.3.3.1 Υγρή μέθοδος επεξεργασίας

Κατά τη διάρκεια της υγρής επεξεργασίας αφαιρείται μηχανικά η φλούδα και ο πολτός των κερασιών του καφέ και συμπιέζεται η σάρκα των καρπών. Σε αυτό το σημείο



Εικόνα 1.7. Υγρή μέθοδος επεξεργασίας κερασιού

(<https://www.coffeemag.gr/2022/02/04/ygri-epexergasia-kafe/>)

πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του άγουρου και του ώριμου καρπού (Bastian *et al.* 2021). Τα βλεννώδη υπολείμματα (παρέγχυμα) αποικοδομούνται από φυσικά ένζυμα μέσα σε δεξαμενές ζύμωσης, τα οποία προκαλούν τη διάλυση αυτού του στρώματος. Έπειτα, όταν ξεπλυθούν με νερό είναι έτοιμα για ξήρανση, προκειμένου να παραχθεί ο πράσινος κόκκος του καφέ (Bastian *et al.* 2021, NCA 2022) (Εικόνα 1.7). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε αρχικά

στον καφέ Arabica, όμως πλέον εφαρμόζεται και στην παραγωγή του καφέ Robusta (Zhang *et al.*, 2019).

1.3.3.2 Ξηρή μέθοδος επεξεργασίας

Η ξηρή μέθοδος είναι η παλαιότερη και ευκολότερη διαδικασία επεξεργασίας του καφέ και χρησιμοποιείται κυρίως από χώρες με περιορισμένους υδάτινους πόρους (NCA 2022). Ωστόσο, ο καφές που παράγεται δεν είναι τόσο υψηλής ποιότητας. Η ξηρή μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή του καφέ Robusta (Bastian *et al.* 2021). Τα κεράσια μπορούν να ξηραθούν με δύο τρόπους, και συγκεκριμένα είτε απλώνοντάς τα σε μεγάλες επιφάνειες (αίθρια) που παραμένουν εκτεθειμένες στον ήλιο ώστε να στεγνώσουν, είτε χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα μηχανήματα στεγνωτηρίων (Castellano 2020, NCA 2022) (Εικόνα 1.8). Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, αυτή η διαδικασία μπορεί να διαρκέσει 2-4 εβδομάδες, έως ότου η περιεκτικότητα σε υγρασία φτάσει το 12% (Bastian *et al.* 2021). Εντούτοις, η ξήρανση στον ήλιο ελλοχεύει κινδύνους, όπως η μόλυνση από ζώα, η ανεξέλεγκτη ζύμωση και οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες, οι οποίοι έχουν άμεση επίδραση στην ποιότητα του ροφήματος του καφέ (Castellano 2020).



Εικόνα 1.8. Ξηρή μέθοδος επεξεργασίας κερασιού.

(<https://www.coffees.gr/washed-or-non-washed-coffees/>)

1.3.4 ΑΛΕΣΜΑ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ

Το άλεσμα των κόκκων του καφέ προηγείται της εξαγωγής του και πραγματοποιείται με μηχανήματα αποφλοιώσης. Η διαδικασία περιλαμβάνει την αφαίρεση ολόκληρου του επεξεργασμένου φλοιού, του εξωκαρπίου, του μεσοκαρπίου και του ενδοκαρπίου. Το ξεφλούδισμα του κελύφους των κόκκων επιτυγχάνεται με τη διαδικασία του γυαλίσματος μέσω μηχανημάτων και είναι μία προαιρετική διαδικασία. Ακολουθεί η ταξινόμηση των κόκκων κατά μέγεθος, χρώμα και βάρος και ο έλεγχός τους για τυχόν χρωματικές ή άλλες ατέλειες. Ο τελικός διαχωρισμός των κόκκων γίνεται είτε χειρωνακτικά είτε με μηχανήματα και αποσκοπεί στον αποκλεισμό εκείνων που έχουν υποστεί υπερβολική ζύμωση, έχουν καταστραφεί από

μικροοργανισμούς, δεν έχουν ξεφλουδιστεί ή δεν έχουν τις κατάλληλες προδιαγραφές χρώματος και μεγέθους (NCA 2022).

1.3.5 ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ

Η ποιότητα του καφέ εξαρτάται από τις συνθήκες αποθήκευσής του και από διάφορους παράγοντες όπως, το περιβάλλον και ο χρόνος (Bastian *et al.* 2021). Οι πράσινοι κόκκοι καφέ, όπως πλέον αναφέρονται, μεταφέρονται σε πλοία και βρίσκονται μέσα σε σακούλες από γιούτα, που είναι ένα οικολογικό και βιώσιμο υφασμάτινο υλικό, σε σιζάλ ή σε πλαστικά δοχεία (NCA 2022) (Εικόνα 1.9). Για την ασφαλή τους αποθήκευση, η θερμοκρασία θα πρέπει να διατηρείται στους 22° C, ώστε να μην προκληθούν βλάβες στους πράσινους κόκκους καφέ, ενώ ο μέγιστος χρόνος αποθήκευσής τους είναι τρία χρόνια (Bastian *et al.* 2021).



Εικόνα 1.9. Αποθήκευση καφέ

(<https://www.ncausa.org/About-Coffee/10-Steps-from-Seed-to-Cup>)

1.3.6 ΨΗΣΙΜΟ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

Οι πράσινοι κόκκοι καφέ μετατρέπονται σε καβουρδισμένους, αρωματικούς κόκκους μέσω της διαδικασίας του ψήσιματος (NCA 2022). Είναι ένα καθοριστικό σημείο στην παραγωγή του καφέ, διότι βελτιώνει τη γεύση, το χρώμα και το άρωμά του. Το άρωμα του ελαίου «καφεόλη» αρχίζει να γίνεται αντιληπτό και οι κόκκοι μετατρέπονται σε καφέ χρώμα κατά τη διάρκεια του καβουρδίσματος (Bastian *et al.* 2021). Τέλος, πραγματοποιείται η ψύξη τους με αέρα ή με νερό (NCA 2022).



Εικόνα 1.10. Ένα φλιτζάνι καφέ

(<https://pin.it/5mA4k1H>)

1.3.7 ΒΡΑΣΜΟΣ

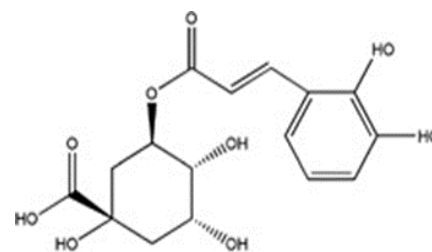
Ο βρασμός είναι ένας τρόπος παραγωγής καβουρδισμένων κόκκων καφέ, προκειμένου να καταναλωθούν και μπορεί να επιτευχθεί με κρύες ή ζεστές μεθόδους (Bastian *et al.* 2021) (Εικόνα 1.10).

2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΦΕ

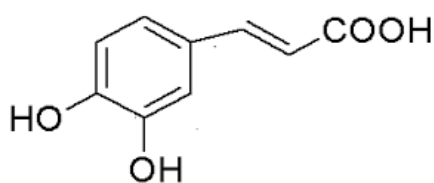
Ο καφές χαρακτηρίζεται ως ένα σύνθετο χημικό μείγμα φυτικής προέλευσης με κύριο συστατικό την καφεΐνη, η οποία θεωρείται ασφαλής σε συγκεκριμένες ποσότητες (Higdon and Frei 2007, Kolb *et al.* 2020, Evans *et al.* 2022). Η κατανάλωσή του αρχίζει από την παιδική ηλικία καθώς εντοπίζεται σε γλυκά και χυμούς (Ösz *et al.* 2022). Στους ενήλικες η μέση δόση καφεΐνης που συνιστάται είναι 2,4 mg/kg την ημέρα και ένα συνηθισμένο φλυτζάνι καφέ περιέχει 85-100 mg καφεΐνης (Higdon and Frei 2007, Evans *et al.* 2022). Ωστόσο, περιλαμβάνει και άλλες χημικές ουσίες όπως, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη, σακχαρόζη, πολυσακχαρίτες, αζωτούχες και φαινολικές ενώσεις, βιταμίνες, μέταλλα, αλκαλοειδή, διτερπένια, καφεστόλη, καβεόλη και χλωρογενικό οξύ (Higdon and Frei 2007, Kolb *et al.* 2020, Bastian *et al.* 2021).

Τα μακροθρεπτικά συστατικά του καφέ, και κυρίως οι πρωτεΐνες και τα λιπίδια, εμφανίζουν διαφορετική συγκέντρωση στα στάδια ωρίμανσης του καρπού. Συγκεκριμένα, όσο ωριμάζει ο καρπός τόσο οι πρωτεΐνες (σφαιρίνες), όσο και τα λιπίδια που αποθηκεύονται σε τριακυλογλυκερόλες και λινολεϊκό οξύ μειώνονται (Bastian *et al.* 2021). Στα κύρια μικροθρεπτικά συστατικά του καφέ περιλαμβάνονται το μαγνήσιο, το κάλιο, η νιασίνη (βιταμίνη B3) και η βιταμίνη E, τα οποία επιδρούν θετικά στην υγεία (Higdon and Frei 2007).

Στα κυριότερα συστατικά του καφέ περιλαμβάνονται, επίσης, το χλωρογενικό και το καφεϊκό οξύ (Εικόνες 2.11 και 2.12), τα οποία ανήκουν στις διαιτητικές φαινόλες και βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στους πράσινους κόκκους καφέ (Higdon and Frei 2007, Bastian *et al.* 2021). Στον καφέ εντοπίζεται υψηλότερη



Εικόνα 2.11. Χημικός τύπος χλωρογενικού οξέος



Εικόνα 2.12. Χημικός τύπος του καφεϊκού οξέος

(http://gaia.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/6299/Simpoura_F.pdf?sequence=1)

περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις (https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408390500400009) από ό,τι στα φρούτα και τα λαχανικά

(Kolb *et al.* 2020). Κατά τη διαδικασία του ψησίματος των κόκκων, τα επίπεδά τους ελαττώνονται στο 90% και το χλωρογενικό οξύ διασπάται σε λακτόνες καφεοϋλοκινικού οξέος, λακτόνες

φερουλοϋλοκινικού οξέος και λακτόνες π-κουμαρυλκινικού οξέος, στις οποίες οφείλεται η γεύση (Bastian *et al.* 2021).

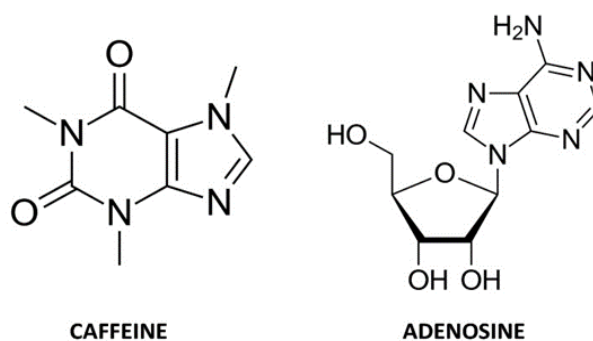
Επίσης, ο τρόπος παρασκευής του καφέ επιδρά αρνητικά στη συγκέντρωση της ολικής χοληστερόλης και της LDL στον ορό. Συγκεκριμένα, ο φιλτραρισμένος καφές προκαλεί μικρή αύξηση της LDL, ενώ ο βρασμένος καφές αυξάνει πολύ τα επίπεδά της. Παράγοντες αύξησης της χοληστερόλης θεωρούνται τα διτερπένια, η καφεστόλη και η καβεόλη (Higdon and Frei 2007). Τέλος, ο καφές διαθέτει αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες, λόγω της συμβολής του στην παραγωγή ενδογενών ενζύμων και στη δέσμευση ελεύθερων ριζών (Kolb *et al.* 2020). Πιο συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι ο καφές διαθέτει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε κυτταρικές σειρές (Priftis *et al.* 2018α) μέσω ενεργοποίησης σημαντικών οξειδοαναγωγικών σηματοδοτικών μονοπατιών (Priftis *et al.* 2018β). Επιπρόσθετα, οι ευεργετικές αυτές ιδιότητές του παρατηρούνται και *in vivo*, μετά από τη χορήγησή του σε επίμυες, καθώς ενισχύει τη σύνθεση γλουταθειόνης, ενός από τα σημαντικότερα ενδογενή αντιοξειδωτικά των κυττάρων (Priftis *et al.* 2019).

3. ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΑΦΕ

Ο μηχανισμός δράσης της καφεΐνης και οι διεγερτικές επιδράσεις της οφείλονται στο γεγονός ότι είναι ανταγωνιστής των υποδοχέων της αδενοσίνης (υποδοχείς P1 πουρινών) (Nieber 2017, Stefanello *et al.* 2019). Οι υποδοχείς της αδενοσίνης ταξινομούνται σε τέσσερις υποτύπους, τους A1, A2A, A2B και A3 και είναι συζευγμένοι με πρωτεΐνη G στην επιφάνεια του κυττάρου (Stefanello *et al.* 2019, Ósz *et al.* 2022). Η καφεΐνη λόγω των λιποδιαλυτών και υδατοδιαλυτών ιδιοτήτων της διαπερνά με ευκολία τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό, με απόρροια να δρα ως ανταγωνιστής και των τεσσάρων υποτύπων υποδοχέων της αδενοσίνης (Evans *et al.* 2022). Η εμπλοκή των υποδοχέων σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες, τόσο φυσιολογικές όσο και παθολογικές, οφείλεται στην ευρεία έκφρασή τους στο ανθρώπινο σώμα (Nieber 2017).

Το μόριο της καφεΐνης έχει παρόμοια χημική δομή με το μόριο της αδενοσίνης (Nieber 2017) (Εικόνα 3.13). Η αδενοσίνη είναι ένας μεταβολίτης που κατά μία έννοια δρα ως νευροδιαβιβαστής και βοηθάει στη ρύθμιση της απελευθέρωσης διεγερτικών μεσολαβητών μειώνοντας την εισροή ασβεστίου και συγκεκριμένα μειώνει τον μεταβολικό ρυθμό και συμβάλλει στη διατήρηση της ηρεμίας (Higdon and Frei 2007, Rodak *et al.* 2021). Η καφεΐνη δεσμεύεται στους υποδοχείς της αδενοσίνης και μπλοκάρει τις επιδράσεις της στους υποτύπους υποδοχέων A2A και A1 σε μέτρια και χαμηλή συγκέντρωση, δηλαδή όση περιέχεται σε ένα φλιτζάνι καφέ (40-180 mg καφεΐνης) (Nieber 2017, Stefanello *et al.* 2019, Rodak *et al.* 2021).

Σε φυσιολογικές ποσότητες η καφεΐνη διαθέτει αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, καθώς εμπλέκεται στη δράση των υποδοχέων του γ-αμινοβουτυρικού οξέος (gamma-aminobutyric acid, GABA) τύπου A, μειώνοντας τα επίπεδα της C-αντιδρώσας πρωτεΐνης (C-reactive protein. CRP), των προφλεγμονωδών ιντερλευκινών και του παράγοντα νέκρωσης όγκων (tumor necrosis factor, TNF) και αυξάνοντας τα επίπεδα αντιφλεγμονωδών δεικτών



Εικόνα 3.13. Χημικές δομές καφεΐνης και αδενοσίνης

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8467199/>)

(αδιπονεκτίνη) (Rodak *et al.* 2021). Συχνά, η συγκέντρωση καφεΐνης που λαμβάνεται από τον άνθρωπο είναι υψηλότερη από ό,τι χρειάζεται για να ανταγωνιστεί τους υποδοχείς της αδενοσίνης, με αποτέλεσμα να επιδρά στην απελευθέρωση ασβεστίου, την αναστολή της φωσφοδιεστεράσης και του υποδοχέα A του GABA (Stefanello *et al.* 2019).

Η καφεΐνη σε υψηλές δόσεις θεωρείται και αγωνιστής των υποδοχέων ρυανοδίνης συμβάλλοντας στη σύσπαση των γραμμωτών μυών. Έτσι, βοηθάει στην απελευθέρωση του ασβεστίου από το ενδοπλασματικό δίκτυο και των ενζύμων που αποικοδομούν την κυκλική μονοφωσφορική αδενοσίνη, με αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων της στο κύτταρο (Rodak *et al.* 2021, Ösz *et al.* 2022). Επίσης, αναστέλλει τη δράση της φωσφοδιεστεράσης, του ενζύμου που συμμετέχει στην αδρανοποίηση της κυκλικής μονοφωσφορικής αδενοσίνης και της κυκλικής μονοφωσφορικής γουανοσίνης, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα ενδοκυττάρια επίπεδά τους (Ösz *et al.* 2022).

Οι ανοσοτροποποιητικές επιδράσεις της καφεΐνης σχετίζονται με τη δράση της ως ανταγωνιστή των υποδοχέων της αδενοσίνης, καθώς πολλά ανοσοκύτταρα εκφράζουν αυτούς τους υποδοχείς (Romero-Martínez *et al.* 2021). Η διέγερση των υποδοχέων προάγει τις προφλεγμονώδεις λειτουργίες των ουδετερόφιλων και των ηωσινοφίλων και καταστέλλει τη φαγοκυττάρωση στα μονοπύρρηνα φαγοκύτταρα, προσφέροντας αντιφλεγμονώδη δράση (Rodak *et al.* 2021, Romero-Martínez *et al.* 2021).

Έχει αποδειχτεί ότι η αδενοσίνη συμμετέχει στη ρύθμιση της φλεγμονής. Συγκεκριμένα, στη χρόνια φλεγμονή έχει παρατηρηθεί αύξηση της έκκρισης κυτοκινών και διήθηση των ανοσοκυττάρων στους πνεύμονες, λόγω συνεχόμενης διέγερσης της αδενοσίνης. Αντίθετα, στην οξεία φλεγμονή φαίνεται να ελαττώνεται η διαπερατότητα των αγγείων, η μετανάστευση κυττάρων του ανοσοποιητικού και η παραγωγή κυτοκινών. Επομένως, αξιοσημείωτος μηχανισμός της αντιφλεγμονώδους δράσης της καφεΐνης θεωρείται η καταστολή της παρατεταμένης δράσης της αδενοσίνης μέσω της χορήγησής της (Romero-Martínez *et al.* 2021).

Έχει βρεθεί ότι η καφεΐνη έχει ευεργετικές επιδράσεις στον οργανισμό κατά την άσκηση καθώς βελτιώνει την απόδοση, προάγει την εγρήγορση και μειώνει την κόπωση (Romero-Martínez *et al.* 2021). Ειδικότερα, η καφεΐνη αυξάνει την παραγωγή των μιτοχονδρίων στα κύτταρα των σκελετικών μυών, την οξειδωση του λίπους και την πρόσληψη

γλυκόζης, καθώς δρα ως ενεργοποιητής της σηματοδοτικής οδού ασβεστίου/κυκλικής μονοφωσφορικής αδενοσίνης/πρωτεϊνικής κινάσης A. Τέλος, μέσω της παραπάνω οδού, ενεργοποιείται η έκφραση της μυοσφαιρίνης και προκαλείται χαλάρωση των λείων μυών (Rodak *et al.* 2021).

4. ΦΑΡΜΑΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΚΑΦΕΪΝΗΣ

4.1 ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ

Η κύρια οδός χορήγησης της καφεΐνης είναι μέσω του στόματος. Ακολουθώντας, απορροφάται ταχέως στο στομάχι και το λεπτό έντερο με βιοδιαθεσιμότητα 99-100%, περίπου 45 λεπτά μετά την κατάποσή της (Higdon and Frei 2007, Stefanello *et al.* 2019, Evans *et al.* 2022, Ösz *et al.* 2022). Η μέγιστη απορρόφηση επιτυγχάνεται περίπου στα 60 λεπτά, διαρκεί τρεις έως πέντε ώρες και εξαρτάται από το pH, ενώ η πρόσληψη τροφής την παρατείνει (Stefanello *et al.* 2019, Rodak *et al.* 2021, Evans *et al.* 2022). Τέλος, η καφεΐνη λόγω των υδρόφοβων ιδιοτήτων της, διαπερνά από όλες τις βιολογικές μεμβράνες και τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και εισχωρεί σε όλα τα σωματικά υγρά, όπως ο ορός, το σπέρμα, το γάλα και το σάλιο (Nieber 2017, Stefanello *et al.* 2019).

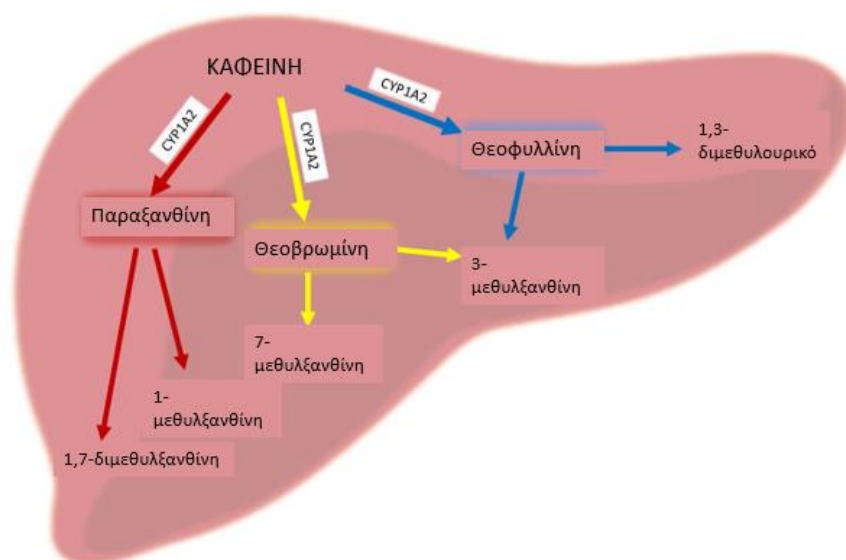
4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Η καφεΐνη κατανέμεται σε όλους τους ιστούς του σώματος, συμπεριλαμβανομένου και του εγκεφάλου (Ösz *et al.* 2022).

4.3 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Ο μεταβολισμός της καφεΐνης πραγματοποιείται στο ήπαρ μέσω του ενζυμικού συστήματος της οξειδάσης του κυτοχρώματος P450. Το ένζυμο CYP1A2 είναι υπεύθυνο για το 80% του πρωτογενούς μεταβολισμού της (Rodak *et al.* 2021, Evans *et al.* 2022). Αυτό το ένζυμο προκαλεί την 3-απομεθυλίωση της καφεΐνης με αποτέλεσμα τον σχηματισμό τριών μεταβολιτών και, συγκεκριμένα, της 1,7-διμεθυλξανθίνης (παραξανθίνη 84%), της 3,7-διμεθυλξανθίνης (θεοβρωμίνη 12%) και της 1,3-διμεθυλξανθίνης (θεοφυλλίνη 4%), καθεμία από τις οποίες επιδρούν διαφορετικά στον οργανισμό (Higdon and Frei 2007, Stefanello *et al.* 2019, Evans *et al.* 2022). Έπειτα, οι μεταβολίτες αυτοί μπορούν να απομεθυλωθούν μέσω του ενζύμου CYP1A2, να ακετυλιωθούν μέσω της N-ακετυλοτρανσφεράσης 2 και, τέλος, να

οξειδωθούν μέσω της οξειδάσης της ξανθίνης ή του ενζύμου CYP3A, προκειμένου να παραχθούν κύριοι μεταβολίτες (Rodak *et al.* 2021) (Εικόνα 4.14).



Εικόνα 4.14. Μεταβολισμός καφεΐνης

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8467199/>)

4.4 ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ

Μετά τον μεταβολισμό, η απέκκριση της καφεΐνης γίνεται μέσω των νεφρών στα ούρα, κυρίως με τη μορφή μεταβολιτών (Ősz *et al.* 2022). Ωστόσο, ένα μικρό ποσοστό της καφεΐνης (0,5–4%) απεκκρίνεται αμετάβλητο στη χολή και στα ούρα (Rodak *et al.* 2021).

5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΦΕ ΣΕ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

5.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Η ραγδαία εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων και η αυξημένη πρόσληψη καφέ τα τελευταία χρόνια, έχει αυξήσει το ενδιαφέρον των ερευνητών προς περαιτέρω μελέτη, προκειμένου να εξεταστεί η συσχέτισή τους. Ειδικότερα, αρκετές μετα-αναλύσεις δείχνουν αβέβαιες συσχετίσεις, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν άλλες έρευνες, σύμφωνα με τις οποίες η μέτρια κατανάλωση καφέ (3 – 5 φλιτζάνια/ημέρα) συσχετίστηκε με χαμηλό κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου και η αυξημένη κατανάλωση καφέ (≥ 6 φλιτζάνια/ημέρα) δεν συσχετίστηκε ούτε με υψηλό ούτε με χαμηλό κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου (Nieber 2017). Ο κυριότερος τρόπος επίδρασης της καφεΐνης στην εμφάνιση καρδιαγγειακής νόσου είναι η ενεργοποίηση των υποδοχέων της. Συγκεκριμένα, επιδρά στο καρδιαγγειακό σύστημα μέσω της μείωσης του καρδιακού ρυθμού, της εξασθένησης της διεγερτικής δράσης των κατεχολαμινών στην καρδιά και της κολπικής συσταλτικότητας. Εντούτοις, και τα άλλα



Εικόνα 5.15. Καφές και καρδιαγγειακά νοσήματα

(<https://stir-tea-coffee.com/tea-coffee-news/coffee-is-good-for-your-health-period/>)

όσο και της διαστολικής (Higdon and Frei 2007, Rodak *et al.* 2021). Το παραπάνω, οφείλεται στη θετική ινοτρόπο δράση της καφεΐνης, η οποία επιφέρει απελευθέρωση νορεπινεφρίνης και αύξηση των υποδοχέων ντοπαμίνης (Rodak *et al.* 2021). Ωστόσο, έχουν εντοπιστεί και περιπτώσεις που η αύξησή της δεν είναι μόνιμη (Voskoboinik *et al.* 2019).

Επιπλέον, το είδος του καφέ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των λιπιδίων. Ειδικότερα, ο φιλτραρισμένος καφές δεν μεταβάλλει σημαντικά τα επίπεδα χοληστερόλης, ενώ ο βρασμένος καφές αυξάνει τις συγκεντρώσεις των τριγλυκεριδίων, της ολικής και της LDL χοληστερόλης στον ορό (Higdon and Frei 2007, Rodak *et al.* 2021).

συστατικά του καφέ, όπως τα χλωρογενικά οξέα και οι μεταβολίτες τους, είναι πιθανόν να συμβάλλουν στις καρδιαγγειακές παθήσεις, καθώς ελαττώνουν το οξειδωτικό στρες και την αρτηριακή πίεση (Nieber 2017) (Εικόνα 5.15).

Γενικά, έχει φανεί ότι η πρόσληψη καφέ μπορεί να οδηγήσει σε μέτρια αύξηση της αρτηριακής πίεσης, τόσο της συστολικής

όσο και της διαστολικής (Higdon and Frei 2007, Rodak *et al.* 2021). Το παραπάνω, οφείλεται στη θετική ινοτρόπο δράση της καφεΐνης, η οποία επιφέρει απελευθέρωση νορεπινεφρίνης και αύξηση των υποδοχέων ντοπαμίνης (Rodak *et al.* 2021). Ωστόσο, έχουν εντοπιστεί και περιπτώσεις που η αύξησή της δεν είναι μόνιμη (Voskoboinik *et al.* 2019).

Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί ότι η κατανάλωση καφέ συσχετίζεται με την ολική ομοκυστεΐνη στο πλάσμα και το είδος του επιδρά στη συνολική συγκέντρωσή της, καθώς ο φιλτραρισμένος καφές αυξάνει περισσότερο την ομοκυστεΐνη στο πλάσμα (18%) σε σχέση με τον βρασμένο (10%), γεγονός που μπορεί να συνδέεται με την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων (Higdon and Frei 2007).

Συμπερασματικά, η κατανάλωση καφέ επιφέρει τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα. Σύμφωνα με τις διατροφικές κατευθυντήριες γραμμές, η μέτρια πρόσληψη (3 φλιτζάνια/ημέρα) προσφέρει ποικίλα οφέλη, ενώ η υψηλή κατανάλωση (6 φλιτζάνια/ ημέρα) συμβάλλει αρνητικά στις καρδιαγγειακές παθήσεις (Stefanello *et al.* 2019, Voskoboinik *et al.* 2019). Επιπλέον, παράγοντες που είναι πιθανόν να εμποδίσουν την συγκέντρωση των βιοδραστικών ενώσεων στον καφέ και κατά συνέπεια την επίδρασή του στην καρδιά είναι οι ποικιλίες καφέ, η συχνότητα και η ποσότητα κατανάλωσης, η διαδικασία ψήσιματος, και η προετοιμασία του ροφήματος (Stefanello *et al.* 2019).

5.2 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ



Εικόνα 5.16. Καφές και σακχαρώδης διαβήτης

(<https://lifeboat.com/blog.images/can-coffee-prevent-type-2-diabetes.jpg>)

Η υψηλή πρόσληψη καφεΐνης έχει συσχετιστεί με μειωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη, ωστόσο τα αποτελέσματα σχετικά με την ανοχή στη γλυκόζη φαίνεται να είναι διφορούμενα (Higdon and Frei 2007, Rodak *et al.* 2021). Διάφορες μελέτες έχουν δείξει την αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης καφέ και του κινδύνου εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη (Higdon and Frei 2007). Η δοσοεξαρτώμενη

αυτή σχέση εξηγείται από διάφορους μηχανισμούς. Συγκεκριμένα, έχει φανεί ότι η πρόσληψη καφεΐνης επιφέρει αύξηση της έκκρισης των γαστρεντερικών πεπτιδίων, ενώ οι πολυφαινόλες προκαλούν διέγερση της κύριας εντερικής ορμόνης που ενεργοποιεί την επαγόμενη από την γλυκόζη έκκριση ινσουλίνης από τα β κύτταρα (ανταγωνιστές υποδοχέων, Glucagon-like peptide-1, GLP-1). Επομένως, η μείωση του σακχαρώδη διαβήτη τύπου II προκύπτει από την συνεχόμενη ενεργοποίηση του σήματος GLP-1, καθώς η δράση των πολυφαινολών είναι

αθροιστική, ελαττώνοντας το σωματικό βάρος, αυξάνοντας την ευαισθησία στην ινσουλίνη και διεγείροντας την κυτταρική πρόσληψη γλυκόζης με τη μεσολάβηση ινσουλίνης μέσω της ενεργοποίησης του μεταφορέα γλυκόζης τύπου 4 (Glucose transporter type 4, GLUT4) και του υποδοχέα ινσουλίνης (Nieber 2017, Voskoboinik *et al.* 2019) (Εικόνα 5.16).

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο τρόπος παρασκευής του καφέ επηρεάζει την εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη τύπου II. Ειδικότερα, η πιθανότητα εκδήλωσης της συγκεκριμένης νόσου αυξανόταν με την κατανάλωση βρασμένου καφέ (Higdon and Frei 2007). Επιπλέον, τα επίπεδα της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (Hemoglobin A1C, HbA1c) που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και τη διάγνωση της γλυκαιμίας, μειωνόταν με την κατανάλωση καφέ χωρίς καφεΐνη αντί καφεϊνούχου (Rodak *et al.* 2021).

5.3 ΚΑΡΚΙΝΟΣ

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών συμπεριλαμβανομένων και των ερευνών που πραγματοποιήθηκαν από τον Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο (International Agency for Research on Cancer, IARC) και το Παγκόσμιο Ταμείο Έρευνας (World Cancer Research Fund, WCRF) υποστηρίζουν ότι η εμφάνιση ορισμένων τύπων καρκίνου σχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με την κατανάλωση καφέ (Loftfield *et al.* 2015, Zhao *et al.* 2020) (Εικόνα 5.17). Οι μηχανισμοί δράσης, οι οποίοι μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισής του μέσω της χορήγησης καφέ είναι η μειωμένη φλεγμονή, η βελτιωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη, η ρύθμιση της επιδιόρθωσης του DNA, η αναστολή της νεοαγγειογένεσης και του πολλαπλασιασμού και η ελαττωμένη παρουσία ελεύθερων ριζών. Συγκεκριμένα, ο καφές ως πλούσια πηγή πολυφαινολικών, αντιοξειδωτικών και αντιφλεγμονωδών παραγόντων επιδρά θετικά στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και τη χρόνια φλεγμονή, καθώς φαίνεται να μειώνει διάφορους φλεγμονώδεις δείκτες, όπως η C- αντιδρώσα πρωτεΐνη (CPR), η ιντερλευκίνη-6 (IL-6), οι κυτοκίνες (IFN γ , sTNFRII), οι χημειοκίνες (CX3CL1/fractalkine, CCL4/MIP-1 β) και ο



Εικόνα 5.17. Καφές και καρκίνος

(https://patch.com/img/cdn20/users/2249993/20180831/073854/styles/raw/public/processed_images/08-31-1535715222-9776.jpg)

βασικός αυξητικός παράγοντας ινοβλαστών (FGF-2) (Loftfield *et al.* 2015, Pauwels and Volterrani 2021).

Η εμφάνιση διάφορων τύπων καρκίνου έχει εξεταστεί σε σχέση με την πρόσληψη καφέ, με ποικίλα αποτελέσματα. Ειδικότερα, η αυξημένη κατανάλωση καφέ προκάλεσε υψηλότερο κίνδυνο οξείας λεμφοκυτταρικής λευχαιμίας, σε αντίθεση με τον καρκίνο του δέρματος, του στόματος, του φάρυγγα και του οισοφάγου (Zhao *et al.* 2020, Pauwels and Volterrani 2021). Σχετικά με τον καρκίνο του μαστού, οι ενδείξεις και τα αποτελέσματα των ερευνών είναι περιορισμένα. Ωστόσο, θετική επίδραση του καφέ φάνηκε σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, οι οποίες κατανάλωναν περισσότερα από τέσσερα φλιτζάνια του καφέ ανά ημέρα (Pauwels and Volterrani 2021). Επιπλέον, τα αποτελέσματα μελετών σχετικά με τον καρκίνο του στομάχου, του παχέος εντέρου, της ουροδόχου κύστης, του προστάτη και των ωοθηκών φάνηκαν να είναι διφορούμενα, ενώ θετική συσχέτιση εμφανίζεται μεταξύ της πρόσληψης καφεΐνης και του καρκίνου του ήπατος, ιδιαίτερα με την κατανάλωση φιλτραρισμένου καφέ (Higdon and Frei 2007, Pauwels and Volterrani 2021). Τέλος, όσον αφορά τον καρκίνο του παγκρέατος και των νεφρών δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση (Pauwels and Volterrani 2021). Συμπερασματικά, απαιτούνται περισσότερα πειραματικά δεδομένα για να εξακριβωθεί η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης του καφέ και του κινδύνου εμφάνισης διάφορων μορφών καρκίνου.

5.4 ΑΥΤΟΑΝΑΣΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

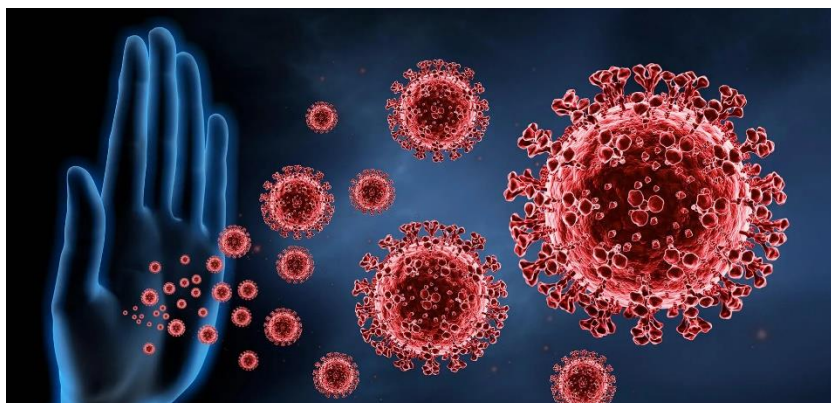
Τα αυτοάνοσα νοσήματα αποτελούν μία ομάδα ασθενειών που προκαλούνται από την επίθεση του ανοσοποιητικού συστήματος στους ιστούς του οργανισμού (Sharif *et al.* 2017) (Εικόνα 5.18). Η αιτιολογία τους είναι ένας συνδυασμός γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Σημαντικός εξωτερικός παράγοντας θεωρείται η διατροφή, καθώς έχει αποδειχθεί ότι επιδρά στην εξέλιξη διάφορων αυτοάνοσων νοσημάτων (Iris *et al.* 2018).

Συγκεκριμένα, ο καφές ως φαρμακολογικά ενεργό προϊόν φαίνεται να συμβάλλει στις διάφορες λειτουργίες του οργανισμού λόγω των αντιφλεγμονωδών, νευροδιεργετικών και ανοσοτροποποιητικών ιδιοτήτων του (Sharif *et al.* 2017, Iris *et al.* 2018). Η πρόσληψη καφεΐνης συνδέεται άμεσα με τη μείωση των ουδετερόφιλων και μονοκυττάρων, τα οποία επιδρούν στην εμφάνιση των αυτοάνοσων νοσημάτων, καθώς ασκούν σημαντική επιρροή στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος και των Τ κυττάρων. Επιπλέον, βασικό ρόλο στην έναρξη και την εξέλιξη των αυτοάνοσων νοσημάτων διαδραματίζουν οι προφλεγμονώδεις

κυτοκίνες, όπως ο παράγοντας νέκρωσης όγκου-α (TNF-α), η ιντερφερόνη-γ (IFN-γ) και η ιντερλευκίνη-2 (IL-2), η απελευθέρωση των οποίων μειώνεται με την πρόσληψη καφεΐνης. Αντίθετα, η απελευθέρωση της αντιφλεγμονώδους κυτοκίνης ιντερλευκίνη-10 (IL-10) αυξάνεται (Sharif *et al.* 2017). Έτσι, η συνεχής παραγωγή των T κυττάρων και των φλεγμονωδών κυτοκινών προκαλεί βλάβη στους ιστούς και χρόνια φλεγμονή (Iris *et al.* 2018). Τέλος, άλλα συστατικά του καφέ, συμπεριλαμβανομένων των πολυφαινόλων, προκαλούν μείωση των ελεύθερων ριζών και κατά συνέπεια του οξειδωτικού στρες που σχετίζονται με την εμφάνιση των αυτοάνοσων νοσημάτων (Sharif *et al.* 2017).

Η ρευματοειδής αρθρίτιδα είναι η χρόνια αυτοάνοση νόσος που προκαλεί φλεγμονή στις αρθρώσεις και οιδήματα (Sharif *et al.* 2017). Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης καφέ και της νόσου είναι διφορούμενη, με τις περισσότερες να υποστηρίζουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισής της (Lamichhane *et al.* 2019, Kim *et al.* 2021).

Η σκλήρυνση κατά πλάκας είναι μία αυτοάνοση νόσος του κεντρικού νευρικού συστήματος (Ivashynka *et al.* 2022). Σε ποικίλες μελέτες εντοπίστηκαν σχέσεις δόσης-απόκρισης μεταξύ της υψηλής πρόσληψης καφέ και του ελαττωμένου κινδύνου εμφάνισης της πάθησης (Hedström *et al.* 2016). Ειδικότερα, η καφεΐνη ασκεί νευροπροστατευτική δράση, ενώ συγχρόνως αυξάνει την έκφραση των υποδοχέων αδενοσίνης και μειώνει την παραγωγή προφλεγμονώδους κυτοκίνης (Hedström *et al.* 2016, Sharif *et al.* 2017).

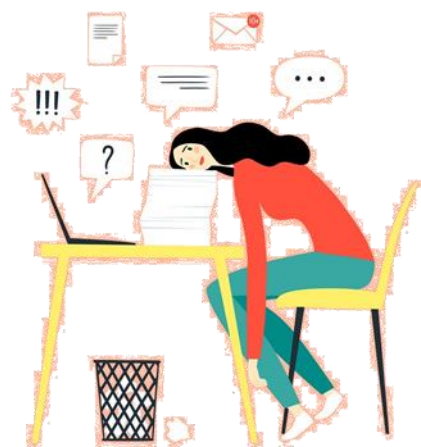


Εικόνα 5.18. Καφές και αυτοάνοσα νοσήματα

(https://dubaihomeopathy.ae/disease_category/immune-system-disorders/)

6. ΚΑΦΕΙΝΗ ΚΑΙ ΚΟΠΩΣΗ

Η κόπωση χαρακτηρίζεται από περιορισμένη γνωστική και σωματική λειτουργία, εξασθένηση της κινητικής απόδοσης λόγω ελαττωμένης δυνατότητας των μυών να παράγουν τη μέγιστη ισχύ τους και αίσθημα αδυναμίας και ατονίας (Κλεισούρας 2011, Enoka and Duchateau 2016) (Εικόνα 6.19). Επιπλέον, περιγράφεται ως ένα φαινόμενο συνεχόμενης εξάντλησης το οποίο ακολουθείται από ανικανότητα εκτέλεσης δραστηριοτήτων (Zielinski *et al.* 2019).

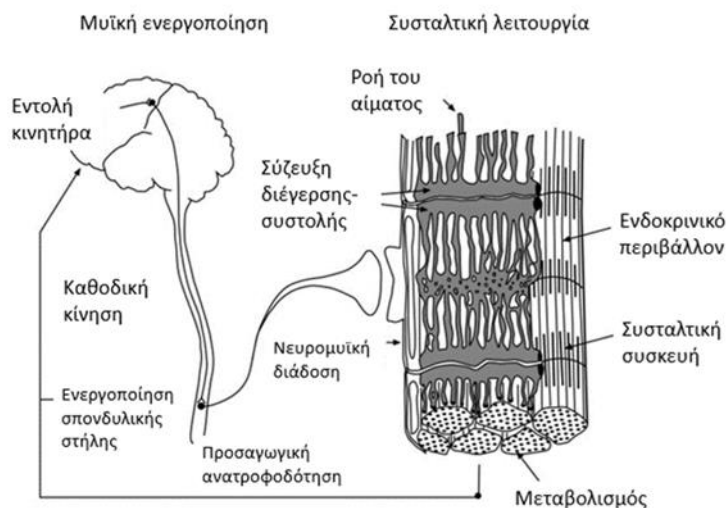


Εικόνα 6.19. Κόπωση

(<https://www.modernenglishteacher.com/procrastination-laziness-and-trauma-informed-teaching>)

Ο φυσιολογικός κάματος, συνήθως, προκαλείται από σωματική, ψυχική καταπόνηση, μυϊκή προσπάθεια, έντονη δραστηριότητα, εξάντληση αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου και ανεπαρκή ανάπαυση ή διάφορους ρυθμιστικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, τα επίπεδα ενυδάτωσης, ο πόνος και το βάρος (Rosenthal *et al.* 2008, Κλεισούρας 2011, Enoka and Duchateau 2016). Αντιθέτως, στη χρόνια κόπωση, η οποία διαρκεί περισσότερο από έξι μήνες,

συμβάλλουν διάφορα λοιμώδη, καρδιοπνευμονικά, ψυχολογικά νοσήματα, διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος, ορισμένες ορμονικές δυσλειτουργίες, ή η χρήση φαρμάκων (Rosenthal *et al.* 2008, Κλεισούρας 2011).



Εικόνα 6.20. Φυσιολογία κόπωσης

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5035715/>)

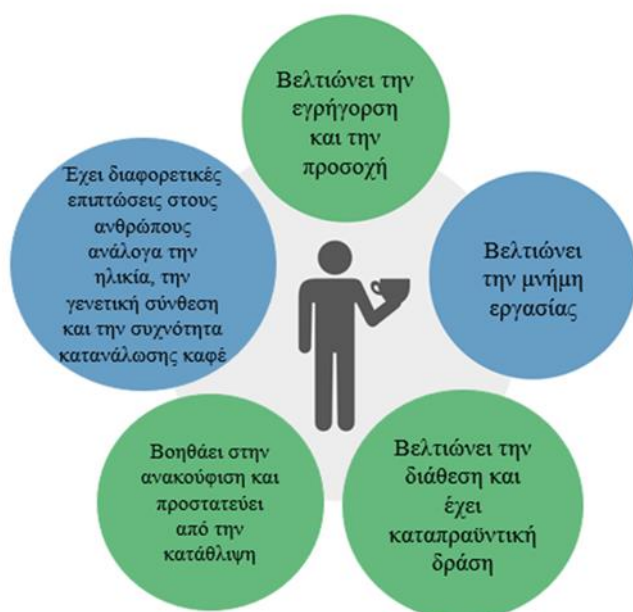
σύναψη, η οποία ορίζεται ως η θέση που πραγματοποιείται η μεταφορά του κεντρικού σήματος

Η κόπωση κατηγοριοποιείται σε κεντρική και περιφερική. Η βασική τους διαφορά έγκειται στην νευρομυϊκή

από τη νευρική απόληξη του εγκεφάλου έως τη μυϊκή ίνα. Συγκεκριμένα, κεντρικός κάματος εμφανίζεται όταν μειώνεται η μυϊκή δύναμη λόγω αδυναμίας των κινητικών νευρώνων να μεταφέρουν το διεγερτικό σήμα από τον εγκεφαλο στον μυ. Ο περιφερικός κάματος προκαλείται από την ελαττωμένη κινητικότητα των μυών για ποικίλους λόγους, παρά τη φυσιολογική λειτουργία των κινητικών νευρώνων (Κλεισούρας 2011) (Εικόνα 6.20). Η κόπωση επιφέρει ποικίλες επιπτώσεις σε διάφορες πτυχές της ζωής του ανθρώπου. Ειδικότερα, είναι πιθανό να οδηγήσει σε μειωμένη διάθεση, γεγονός που υπονομεύει τις κοινωνικές συναναστροφές του ατόμου, περιορίζει τις καθημερινές δραστηριότητες και επιδρά αρνητικά στην εργασιακή επίδοση. Όλα τα παραπάνω επηρεάζουν σημαντικά τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο (Rosenthal *et al.* 2008, Zielinski *et al.* 2019).

Ως μία αποτελεσματική μέθοδος θεραπείας όλων των ειδών κάματος προτείνεται η έναρξη ενός δομημένου και εξατομικευμένου προγράμματος αερόβιας άσκησης και η σταδιακή

Καφεΐνη και διάθεση



Εικόνα 6.21. Καφεΐνη και διάθεση

(https://assets-global.website-files.com/6294d8900a1bd34b397bb901/62b9b2cc97a407ff3f58a72f_615d57205fae67b997f4b18e_ISIC2-993x1024.png)

αποδεικνύουν ότι ύστερα, από τη χορήγηση καφεΐνης το αίσθημα κόπωσης μειώνεται και η

μέτρια αύξηση της σωματικής δραστηριότητας, ώστε να αποφευχθεί η επιδείνωση της κατάστασης και η πρόκληση χρόνιου συνδρόμου κόπωσης. Επιπλέον, η καφεΐνη είναι πιθανό να είναι αποτελεσματική σε έντονες συνθήκες που απαιτούν ενέργεια, ταχύτητα και εγρήγορση (Rosenthal *et al.* 2008, Κλεισούρας 2011).

Η καφεΐνη σχετίζεται άμεσα με την κόπωση, λόγω των νευροδιεργετικών ιδιοτήτων της, οι οποίες επιδρούν στη συμπεριφορά, τη διάθεση και σε αυξημένο αριθμό γνωστικών και κινητικών λειτουργιών (Lorist and Tops 2003) (Εικόνα 6.21). Ειδικότερα, διάφορες έρευνες

απόδοση αυξάνεται, καθώς η καφεΐνη διεγείρει το κεντρικό νευρικό σύστημα και οδηγεί σε αυξημένη δραστηριότητα του νευρικού ιστού και της γνωστικής και κινητικής απόδοσης, λειτουργώντας ως ανταγωνιστής των υποδοχέων της αδενοσίνης (Mumford *et al.* 2016, Temple *et al.* 2018). Εντούτοις, σε καταστάσεις στέρησης ύπνου η καφεΐνη σε υψηλές ποσότητες φαίνεται να ασκεί αντίθετη δράση (Temple *et al.* 2018).

Διάφορα δεδομένα ερευνών υποστηρίζουν ότι η κόπωση σχετίζεται με την ομοίωση ηλεκτρολυτών, καθώς οι διαταραχές νατρίου-καλίου, έχουν ως απόρροια τη μειωμένη παραγωγή δύναμης και αδυναμία κίνησης. Επομένως, η χορήγηση της καφεΐνης δημιουργεί ένα καταλληλότερο ενδοκυτταρικό ιοντικό περιβάλλον στους ενεργούς μύες, με αποτέλεσμα την παραγωγή ισχύος. Συγχρόνως, η καφεΐνη διεγείρει τον μυελό των επινεφριδίων, τον εγκέφαλο και προκαλεί καρδιαγγειακές μεταβολές, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη έκκριση της ορμόνης επινεφρίνη (αδρεναλίνη), η οποία προάγει την εργογονική δράση. Τέλος, δεν υπάρχουν πολλές μελέτες σχετικά με τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της καφεΐνης και των καρδιαγγειακών επιπτώσεων, ωστόσο ορισμένα στοιχεία αποδεικνύουν πολύ μικρή μεταβολή στον καρδιακό ρυθμό και την αρτηριακή πίεση (Graham 2001) (Εικόνα 6.22).



Εικόνα 6.22. Κόπωση και καφεΐνη

(<https://www.vecteezy.com/vector-art/19154999-young-woman-exhausted-sit-at-table-drink-coffee-feel-fatigue-or-drowsiness-tired-female-suffer-from-overwork-lack-energy-need-caffeine-flat-vector-illustration-isolated-on-white-background>)

7. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΦΕΪΝΗΣ

Είναι γεγονός ότι η καφεΐνη έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις ανάλογα με τη δόση στην οποία καταναλώνεται (Willson 2018) (Εικόνα 7.23). Συγκεκριμένα, σε χαμηλές έως μέτριες δόσεις (250 mg) η εγρήγορση, η διέγερση, η συγκέντρωση και η ευεξία αυξάνονται, ενώ το αίσθημα της κόπωσης μειώνεται (Willson 2018, Czajkowski *et al.* 2021). Αντιθέτως, σε υψηλότερες δόσεις (500 mg) η καφεΐνη είναι πιθανό να ασκήσει τοξική δράση και να οδηγήσει στην εμφάνιση συμπτωμάτων όπως, γαστρεντερικές διαταραχές (ναυτία, εμετός), ανησυχία, ευερεθιστότητα, άγχος, νευρική κατάσταση, αϋπνία, εφίδρωση, ταχυπαλμία και ζάλη (Cappelletti *et al.* 2018, Willson 2018, Czajkowski *et al.* 2021). Τα τελευταία χρόνια οι περιπτώσεις υπερδοσολογίας (~7-10 mg/kg) είτε σκόπιμα, μέσω της κατανάλωσης φαρμάκων, συμπληρωμάτων διατροφής που περιέχουν καφεΐνη ή διεγερτικών του κεντρικού νευρικού συστήματος, είτε ακούσια κυρίως από τυχαία κατάποση, έχουν αυξηθεί οδηγώντας ορισμένες φορές σε θάνατο ιδιαίτερα εάν τα άτομα δεν υποβληθούν άμεσα σε θεραπεία (Willson 2018, Murray and Traylor 2022). Όσον αφορά την τοξική δράση της καφεΐνης στο καρδιαγγειακό σύστημα, φαίνεται να ασκείται μέσω των νευροενδοκρινικών συστημάτων ελέγχου, της καρδιακής λειτουργίας, της αγγειακής αντίστασης και της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας (Cappelletti *et al.* 2018).



Εικόνα 7.23. Τοξικότητα καφεΐνης

(https://gr.pinterest.com/pin/2462974789464791/feedback/?invite_code=ffe0a60803e74befbaa1f67401962112&sender_id=936889666139948446)

Η θεραπεία των ατόμων που έχουν καταναλώσει υπερβολική ποσότητα καφεΐνης εξαρτάται από τα συμπτώματα που θα εμφανίσουν, τη συχνότητα και την ποσότητα πρόσληψης και τη φυσική τους κατάσταση (Willson 2018). Η βασικότερη θεραπεία περιλαμβάνει την ενυδάτωση των ασθενών είτε μέσω του στόματος, είτε ενδοφλέβια, ενώ σε κρίσιμες περιπτώσεις απειλητικές για την ζωή, η αιμοκάθαρση αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο για την μείωση της καφεΐνης στο πλάσμα (Willson 2018, Murray and Traylor 2022).

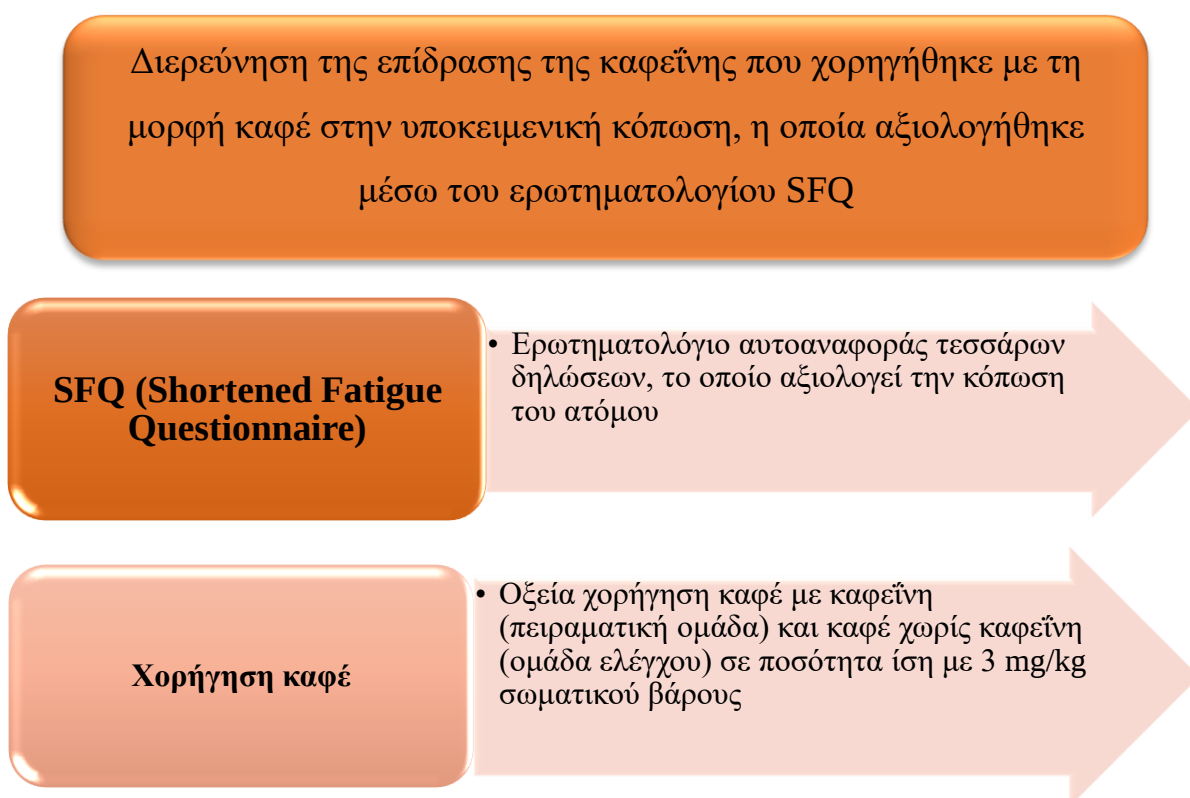
8. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Είναι γεγονός ότι στη σύγχρονη εποχή το αίσθημα της κόπωσης και τα μειωμένα επίπεδα ενέργειας παρατηρούνται ολοένα και πιο έντονα, επηρεάζοντας διάφορες πτυχές της ζωής του υγιούς ανθρώπου. Το αίσθημα της κόπωσης είναι, επίσης, έντονο σε πληθυσμούς που πάσχουν από μη μεταδιδόμενα νοσήματα, λόγω των συμπτωμάτων και της παθοφυσιολογίας της εκάστοτε νόσου τους. Ως απόρροια, οι ασθενείς δεν έχουν τη διάθεση ούτε και τη σωματική δύναμη να ακολουθήσουν ένα ήπιο πρόγραμμα φυσικής δραστηριότητας, η σημασία της οποίας έχει τονιστεί από τη βιβλιογραφία αναφορικά με την ηπιότερη εξέλιξη πολλών μη μεταδιδόμενων νοσημάτων. Έτσι, ελλείψει κάποιου παράγοντα παρακίνησης, οι ασθενείς χάνουν τα πολύτιμα οφέλη της άσκησης. Η καφεΐνη, ως ρόφημα με ποικίλες ιδιότητες, κυρίως νευροδιεγερτικές, είναι πιθανόν να μειώσει το αίσθημα του κάματος. Επομένως, η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης της καφεΐνης στην υποκειμενική κόπωση. Απώτερος στόχος της έρευνας αυτής είναι να εξεταστεί εάν η χορήγηση καφεΐνης, σε μία δοσολογία που είναι απολύτως ρεαλιστικό να καταναλώσει κάποιος καθημερινά, μπορεί να αποτελέσει μία διατροφική παρέμβαση σε ασθενείς με μη μεταδιδόμενα νοσήματα προς την κατεύθυνση της παρακίνησής τους να ακολουθήσουν ένα ήπιο πρόγραμμα άσκησης που θα έχει θετικές επιδράσεις στην πορεία της νόσου τους.

9. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

9.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε είναι μία διπλά τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και ο σχεδιασμός της απεικονίζεται στο Σχήμα 9.1.1. Για την πραγματοποίησή της, λήφθηκε σχετική άδεια από την Εσωτερική Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Διαιτολογίας και Διατροφολογίας.



Σχήμα 9.1.1 Το σκεπτικό της μελέτης

Σύμφωνα με τον πειραματικό σχεδιασμό της μελέτης που φαίνεται στο Σχήμα 9.1.2, οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου από άτομο, το οποίο δεν συμμετείχε στη συλλογή δεδομένων και τη διαδικασία αξιολόγησής της. Ούτε οι συμμετέχοντες, ούτε οι ερευνητές γνώριζαν την ομάδα στην οποία είχαν συμπεριληφθεί οι συμμετέχοντες, επομένως η μελέτη πραγματοποιήθηκε με διπλή τυφλοποίηση. Οι εθελοντές στο σύνολο ήταν 20 και χωρίστηκαν στην ομάδα ελέγχου ($n=10$) και στην πειραματική ομάδα

(n=10). Η καφεΐνη, η οποία αποτελεί τη διατροφική παρέμβαση που μελετάται στη συγκεκριμένη μελέτη, χορηγήθηκε της συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας, ενώ ο καφές χωρίς καφεΐνη καταναλώθηκε από της συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου (ως placebo). Οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων κατανάλωσαν ποσότητα καφεΐνης ίση 3 mg/kg σωματικού βάρους μία φορά. Η ποσότητα που χορηγήθηκε, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, επιδρά στη συμπεριφορά, στη διάθεση και στην κόπωση, λόγω των νευροδιεργετικών ιδιοτήτων της (Lorist and Tops 2003). Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο SFQ (Shortened Fatigue Questionnaire), το οποίο περιελάμβανε τέσσερις ερωτήσεις αξιολόγησης της κόπωσης που αισθάνονται τις τελευταίες δύο εβδομάδες (Alberts *et al.* 2013). Οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν (1) εάν αισθάνονται κουρασμένοι, (2) εάν κουράζονται εύκολα, (3) εάν αισθάνονται ότι είναι σε φόρμα και (4) εάν νιώθουν σωματικά εξαντλημένοι. Η κάθε ερώτηση αξιολογήθηκε με βάση μία κλίμακα από το 1 έως το 7 (Likert scale). Τις ερωτήσεις (1), (2) και (4) το 7 της κλίμακας υποδήλωνε ότι η δήλωση ήταν εντελώς αληθής και το 1 υποδήλωνε ότι η δήλωση δεν ήταν αληθής. Αντιθέτως, στην ερώτηση (3) το 1 της κλίμακας υποδήλωνε ότι η δήλωση ήταν εντελώς αληθής και το 7 υποδήλωνε ότι η δήλωση δεν ήταν αληθής. Σε περίπτωση που η απάντηση δεν ήταν ούτε αληθής ούτε μη αληθής σημείωναν το κουτάκι που αντικατόπτριζε καλύτερα το πώς αισθάνονταν (Εικόνα 9.24).

Σύντομο Ερωτηματολόγιο Κόπωσης (SFQ)

Πανεπιστημιακά Ιατρικά Κέντρα του Άμστερνταμ

Εξειδικευμένο Κέντρο για την Χρόνια Κόπωση

Όνομα: Φύλο : αρσενικό/θηλυκό

Ημερομηνία γέννησης:

Ημερομηνία αξιολόγησης:

Αυτή η σελίδα περιλαμβάνει τέσσερις δηλώσεις. Παρακαλείστε να δηλώσετε τον βαθμό στον οποίο αυτές οι δηλώσεις ισχύουν για εσάς, σημειώνοντας ένα από τα επτά κουτάκια που υπάρχουν δίπλα από την κάθε δήλωση. Κάθε κουτάκι αντανάκλα τον βαθμό στον οποίο η δήλωση ίσχυσε για εσάς κατά τις **τελευταίες δύο εβδομάδες**.

Για παράδειγμα, αν αισθάνεστε ότι η δήλωση είναι εντελώς αληθής, σημειώστε το αριστερό κουτάκι όπως φαίνεται παρακάτω:

Ναι, αυτό είναι αληθές ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Όχι, αυτό δεν είναι αληθές

Εάν αισθάνεστε ότι η απάντηση δεν είναι ούτε 'ναι, αυτό είναι αληθές', ούτε 'όχι, αυτό δεν είναι αληθές', σημειώστε το κουτάκι που αντικατοπτρίζει καλύτερα το πώς αισθανθήκατε.

Για παράδειγμα:

Ναι, αυτό είναι αληθές

			X			
--	--	--	---	--	--	--

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές

Παρακαλείστε να απαντήσετε σε και στις τέσσερις δηλώσεις και να σημειώσετε μόνο ένα κουτάκι σε κάθε δήλωση.

1. Αισθάνομαι κουρασμένος/η Ναι, αυτό είναι αληθές

--	--	--	--	--	--	--

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές
2. Κουράζομαι εύκολα Ναι, αυτό είναι αληθές

--	--	--	--	--	--	--

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές
3. Αισθάνομαι ότι είμαι σε φόρμα Ναι, αυτό είναι αληθές

--	--	--	--	--	--	--

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές
4. Σωματικά, αισθάνομαι εξαντλημένος/η Ναι, αυτό είναι αληθές

--	--	--	--	--	--	--

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές

Βαθμολογία SFQ

Πανεπιστημιακά Ιατρικά Κέντρα του Άμστερνταμ
Εξειδικευμένο Κέντρο για την Χρόνια Κόπωση

1. Αισθάνομαι κουρασμένος/η Ναι, αυτό είναι αληθές

7	6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές
2. Κουράζομαι εύκολα Ναι, αυτό είναι αληθές

7	6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές
3. Αισθάνομαι ότι είμαι σε φόρμα Ναι, αυτό είναι αληθές

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές
4. Σωματικά, αισθάνομαι εξαντλημένος/η Ναι, αυτό είναι αληθές

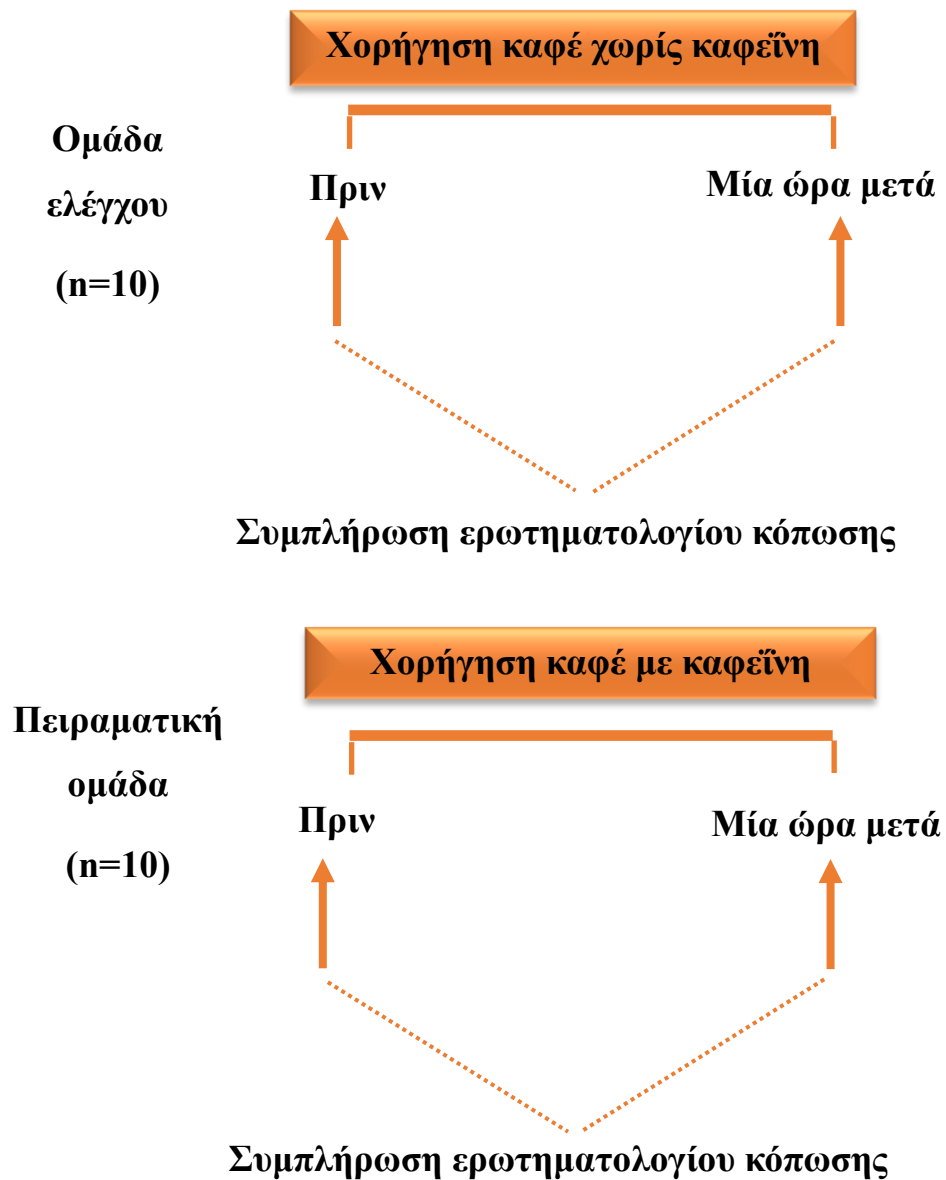
7	6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---

 Όχι, αυτό δεν είναι αληθές

Τελική Βαθμολογία SFQ:

Εικόνα 9.24. Ερωτηματολόγιο SFQ (Shortened Fatigue Questionnaire)

Στη συνέχεια, κατανάλωναν τον καφέ με καφεΐνη ή χωρίς ανάλογα με την ομάδα στην οποία είχαν τοποθετηθεί. Για την παραγωγή του καφέ, μετρήθηκε το βάρος και καταγράφηκε το ύψος για τον κάθε εθελοντή (Σχήμα 9.1.2).



Σχήμα 9.1.2 Πειραματικός σχεδιασμός μελέτης

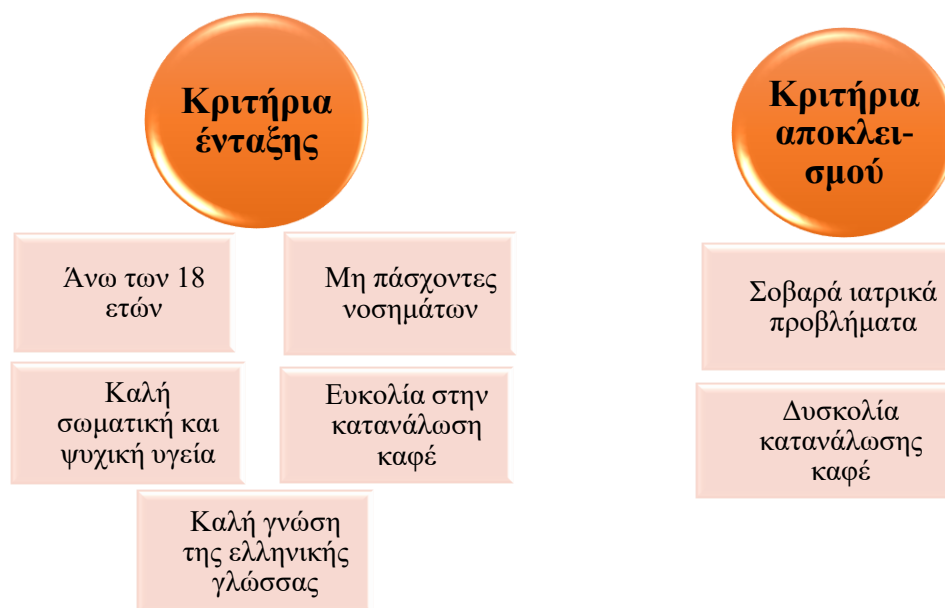
9.2 ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΦΕ

Ο καφές που επιλέχθηκε για το πείραμα αγοράστηκε από τοπικό κατάστημα με είδη καφέ. Ήταν της εταιρίας NESCAFE της σειράς CLASSIC και DECAF που διανέμεται από την Nestle Hellas, η οποία είναι πιστοποιημένη σε όλες τις εγκαταστάσεις τις σύμφωνα με τα

Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001:2015 και Ενεργειακής Διαχείρισης ISO 50001:2018, καθώς και κατά το πρότυπο OHSAS 18001/2007 Υγιεινής και Ασφάλειας στην εργασία.

9.3 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Οι συμμετέχοντες που επιλέχθηκαν για τη συγκεκριμένη έρευνα ήταν στο σύνολο 20, εκ των οποίων 14 γυναίκες και 6 άνδρες, ηλικίας 18 έως 45 ετών. Όλοι ενημερώθηκαν μέσω των κοινωνικών δικτύων καθώς και διά ζώσης για τη διεξαγωγή και τον σκοπό της συγκεκριμένης έρευνας. Πριν την πραγματοποίηση του πειράματος, οι εθελοντές συμπλήρωσαν και υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης, στο οποίο αναφερόταν αναλυτικά ο σχεδιασμός της μελέτης. Όλες οι πληροφορίες και τα προσωπικά δεδομένα διατηρήθηκαν σε υπολογιστές με κωδικούς πρόσβασης, ώστε να εξασφαλιστεί η πλήρης προστασία τους, ενώ πρόσβαση σε αυτά είχαν αποκλειστικά οι ερευνητές. Τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού των συμμετεχόντων απεικονίζονται στο Σχήμα 9.3.3.



Σχήμα 9.3.3 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού

9.4 ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ

Οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες πριν την προσέλευσή τους ήταν:

- ✓ Απαγόρευση κατανάλωσης καφέ για 24 ώρες
- ✓ Ελαφρύ γεύμα
- ✓ Ελαφριά ή καθόλου σωματική δραστηριότητα και σχετικά ξεκούραστοι και συγκεντρωμένοι
- ✓ Ελαφρύ ρουχισμό για αντικειμενική μέτρηση του σωματικού βάρους

9.5 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Διατροφής του Τμήματος Διαιτολογίας και Διατροφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στα Τρίκαλα. Οι συμμετέχοντες προσήλθαν στο Εργαστήριο, που ήταν ειδικά διαμορφωμένο για την πραγματοποίηση του πειράματος, καθώς διέθετε όλο τον αναγκαίο εξοπλισμό, ενώ συνάμα τηρούσε τα πρωτόκολλα για την αποφυγή της μετάδοσης του ιού SARS-CoV-2. Στον απαραίτητο εξοπλισμό συμπεριλαμβάνονταν προστατευτικές μάσκες και γάντια, στυλό, κομπιουτεράκι, φάκελοι, ζυγαριά για μέτρηση σωματικού βάρους, ζυγαριά ακριβείας για την μέτρηση της ποσότητας του καφέ, βραστήρας νερού, πλαστικά ποτήρια και κουτάλια, αποθηκευτικά δοχεία καφέ, μπουκάλια με νερό, χυμό και σνακ.

Οι εθελοντές είχαν ενημερωθεί 48 ώρες πριν την ημέρα της πειραματικής διαδικασίας, μέσω μηνύματος, για την ακριβή ώρα προσέλευσής τους στον χώρο και τις αναλυτικές οδηγίες που θα έπρεπε να ακολουθήσουν. Οι συμμετέχοντες εισέρχονταν στον χώρο ατομικά με χρονική διαφορά μεταξύ τους 15 λεπτά, που ήταν ο απαραίτητος χρόνος για την πραγματοποίηση της διαδικασίας. Με την είσοδό τους, η ερευνητική ομάδα παρείχε προστατευτική μάσκα κατά του ιού SARS-CoV-2 και τηρούνταν αυστηρά όλα τα μέτρα προστασίας. Ο κάθε εθελοντής αντιστοιχούσε σε έναν τυχαίο κωδικό, τον οποίο γνώριζε ο ίδιος, οι δύο ερευνητές και το άτομο που παρασκεύαζε τον καφέ. Αμέσως μετά, γινόταν μέτρηση του σωματικού βάρους, ώστε να παρασκευαστεί η κατάλληλη ποσότητα για τον κάθε συμμετέχοντα και καταγραφή του ύψους του. Το αρμόδιο άτομο για τον καφέ, ήταν υπεύθυνο για την τυχαιοποίηση, καθότι αποφάσιζε τον τύπο καφέ που θα χορηγούνταν στον κάθε συμμετέχοντα, χωρίς να γίνεται γνωστό στους ερευνητές. Στη συνέχεια, ο κωδικός του καθενός

αναγραφόταν επάνω στο ερωτηματολόγιο και στο έντυπο συναίνεσης που επρόκειτο να συμπληρώσει. Ύστερα, από αναλυτικές οδηγίες των ερευνητών οι συμμετέχοντες είχαν στην διάθεσή τους επαρκή χρόνο και ήρεμο περιβάλλον για την συμπλήρωσή τους. Για την εξασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων, τα άτομα τοποθετούσαν τα έντυπα σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Έπειτα, έπιναν τον καφέ και αποχωρούσαν από την αίθουσα. Η ώρα κατανάλωσης του καφέ αναγραφόταν από τον ερευνητή, προκειμένου να γνωρίζει την ώρα άφιξης του κάθε συμμετέχοντα για την επανάληψη της διαδικασίας. Η αναμονή διαρκούσε μία ώρα και απαγορεύονταν στους εθελοντές η κατανάλωση καφέ, γεύματος και το κάπνισμα. Μετά από μία ώρα, χρόνος που μετά το πέρας του οποίου σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οδηγεί στη μέγιστη συγκέντρωση της καφεΐνης στο αίμα (Skinner *et al.* 2013), τα άτομα καλούνταν για επαναληπτική συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση της καφεΐνης στην κόπωσή τους. Το ερωτηματολόγιο και το έντυπο συναίνεσης αποθηκεύονταν σε ξεχωριστούς φακέλους. Τέλος, η ερευνητική ομάδα πρόσφερε χυμό και σνακ, προκειμένου να ευχαριστήσει τα άτομα για τη συμμετοχή τους.

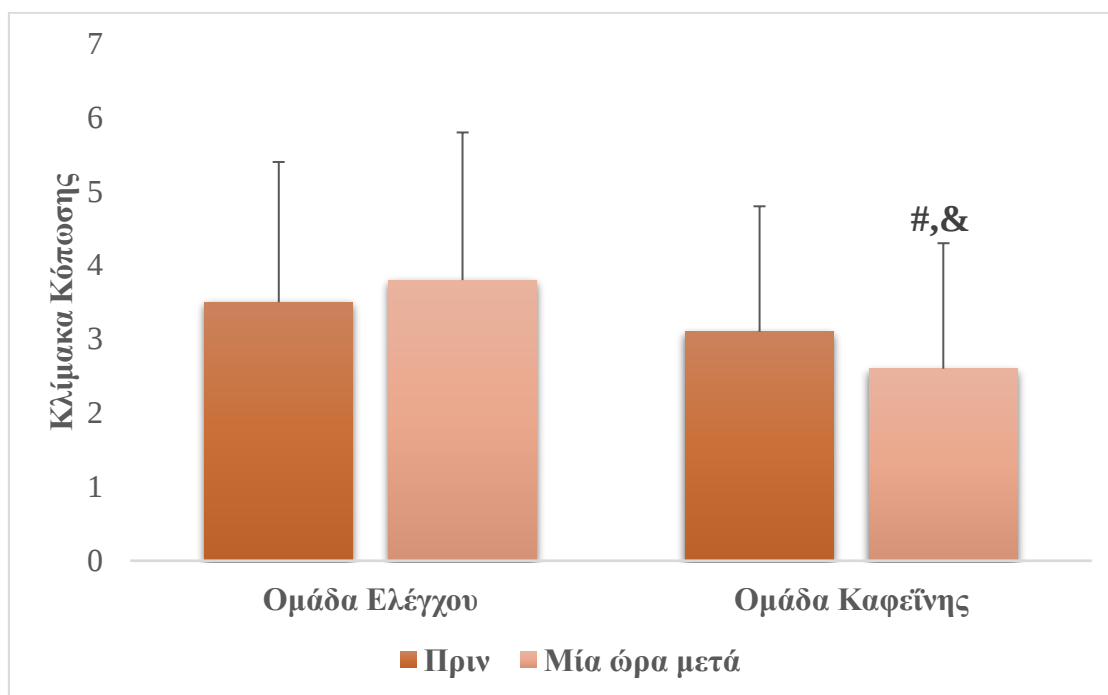
9.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (παρέμβαση $\times$ χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (2-way ANOVA, repeated measures). Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση (Mean $\pm$ SD). Το επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$. Για τις στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα για τις κοινωνικές επιστήμες (statistical package for social sciences, SPSS) (Inc., Chicago, Ill), version 20.0.

10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της μελέτης απεικονίζονται στο Σχήμα 10.4 και αφορούν την επίδραση του χρόνου και της παρέμβασης (χορήγηση καφεΐνης) στην κόπωση των συμμετεχόντων. Συγκεκριμένα, βρέθηκε κύρια επίδραση της παρέμβασης, φάνηκε δηλαδή ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της καφεΐνης ($p=0,038$).

Αναφορικά με τις ζευγαρωτές συγκρίσεις, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντικά μειωμένη κόπωση μετά τη χορήγηση καφεΐνης στην πειραματική ομάδα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ($p = 0,000$). Επιπλέον, παρατηρήθηκε μία τάση βελτίωσης της κόπωσης μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών, πριν και μετά, στην ομάδα της καφεΐνης ($p = 0,062$).



Σχήμα 10.4 Η επίδραση της καφεΐνης στο αίσθημα της κόπωσης των συμμετεχόντων.

#: Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας καφεΐνης και της ομάδας ελέγχου στην ίδια χρονική στιγμή (μία ώρα μετά τη χορήγηση)

&: Τάση για βελτίωση της κόπωσης μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών, πριν και μετά, στην ομάδα της καφεΐνης

11. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της καφεΐνης σε ποσότητα 3 mg/kg σωματικού βάρους, με την μορφή ροφήματος καφέ με καφεΐνη, στην υποκειμενική κόπωση υγιών ατόμων. Σημειώνεται ότι αυτή η δόση αντιστοιχεί σε ποσότητα καφέ (ένα φλυτζάνι) που είναι απολύτως ρεαλιστικό να καταναλώσει κάποιος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στην πειραματική διαδικασία συμμετείχαν 20 εθελοντές ηλικίας 18 έως 45 ετών, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία και ισάριθμα σε πειραματική ομάδα (κατανάλωσαν καφέ με καφεΐνη) και ομάδα ελέγχου (κατανάλωσαν καφέ χωρίς καφεΐνη). Πριν και μετά την κατανάλωση του καφέ, οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν το αυτοαναφερόμενο ερωτηματολόγιο SFQ για την αξιολόγηση της κόπωσης. Ύστερα από την επεξεργασία και τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στο αίσθημα της κόπωσης στους συμμετέχοντες που εντάχθηκαν στην ομάδα καφεΐνης. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μία τάση βελτίωσης της κόπωσης μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών, πριν και μετά, στην ομάδα της καφεΐνης. Συνολικά, βρέθηκε ότι η κατανάλωση καφεΐνης στη συγκεκριμένη δόση μειώνει το αίσθημα της κόπωσης σε υγιείς εθελοντές.

Είναι γενικώς γνωστό, ότι η καφεΐνη επιδρά στη διάθεση, τη συμπεριφορά, την κόπωση και τις γνωστικές και κινητικές λειτουργίες, λόγω των νευροδιεργετικών της ιδιοτήτων (Lorist and Tops 2003). Έτσι, έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες, τα αποτελέσματα των οποίων έδειξαν ότι επηρεάζει θετικά στη μείωση του κάματος και την αύξηση της απόδοσης, ενώ σε άλλες φάνηκε ότι δεν ασκεί καμία επίδραση. Συγκεκριμένα, σε έρευνα που συμμετείχαν 18 εθελοντές ηλικίας 20 έως 30 ετών, εκ των οποίων 14 άνδρες και 4 γυναίκες με ελαττωμένη κατανάλωση καφεΐνης, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Η καφεΐνη χορηγήθηκε με τη μορφή τσίχλας καφεΐνης (Stay Alert) στην ομάδα παρέμβασης, ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε τσίχλα ζαχαροπλαστικής (AmuroI), κατά τη διάρκεια 77 ωρών συνεχούς εγρήγορσης, ύστερα από 8 ώρες ύπνου. Μέσω ενός τεστ ψυχοκινητικής επαγρύπνησης (Psychomotor Vigilance Task, PVT), φάνηκε ότι η απόκριση στην κόπωση εξαρτάται από την ώρα της ημέρας και ότι η καφεΐνη δρα ως ανταγωνιστής του αναστολέα απόδοσης, ο οποίος αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου σε συνεχή εγρήγορση (Benitez *et al.* 2009). Επιπρόσθετα, μετανάλυση που αναφέρεται σε τέσσερις μελέτες υποστήριξε με βάση τις τρεις από αυτές, ότι η κόπωση

μειώνεται στις 2 έως 8 ώρες μετά τη χορήγηση καφεΐνης είτε με τη μορφή τσίχλας, είτε ενεργειακού ποτού, είτε ροφήματος. Ωστόσο, μία εκ των τεσσάρων ανέφερε ότι δεν υπήρχε καμία επίδραση στην κόπωση. Τα παραπάνω αποτελέσματα προέκυψαν από διάφορες κλίμακες κόπωσης (Temple *et al.* 2018). Επιπλέον, σε μελέτη που αφορούσε 124 ασθενείς με σκλήρυνση κατά πλάκας ηλικίας άνω των 18 ετών, αξιολογήθηκε το αίσθημα της κόπωσης μέσω ερωτηματολογίων, τα οποία αφορούσαν ερωτήσεις σχετικά με την καθημερινή κατανάλωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καφεΐνη δεν είχε καμία αρνητική επίδραση στην κόπωση, ενώ οι γνωστικές ικανότητες και η διάθεση των ασθενών βελτιώθηκαν (Herden and Weissert 2020). Ακόμη, σε μία διπλά τυφλή ελεγχόμενη δοκιμή που συμμετείχαν 30 υγιή άτομα ηλικίας 18 έως 45 ετών, διεξήχθησαν τρεις παρεμβάσεις στις οποίες χορηγήθηκαν εικονικό φάρμακο, καφεΐνη και ρόφημα φυσικής πηγής καφεΐνης φυτικής προέλευσης (e⁺™ Energy Shot). Μέσω ερωτηματολογίων, φάνηκε ότι η καφεΐνη μείωσε την ψυχική και σωματική ενέργεια και κόπωση (Fuller *et al.* 2021).

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Με βάση τις παραπάνω έρευνες συμπεριλαμβανομένης και της παρούσας μελέτης, προκύπτει σε γενικές γραμμές το συμπέρασμα ότι η καφεΐνη λόγω των δραστικών της ιδιοτήτων, βελτιώνει το αίσθημα της κόπωσης, τόσο σε υγιή άτομα, όσο και σε ασθενείς. Επομένως, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία υποσχόμενη διατροφική παρέμβαση και σε ασθενείς με μη μεταδιδόμενα νοσήματα, ώστε να βελτιωθεί η πορεία της νόσου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κλεισούρας, Σ. (2011). *Εργοφυσιολογία*. Nicosia: Broken Hill, Πασχαλίδης
- Alberts, M., Vercoulen, J.H., Bleijenberg, G. (2013). *Assessment of fatigue—the practical utility of the subjective feeling of fatigue in research and clinical practice*, in *Assessment in behavioral medicine*, Routledge, pp. 321–348.
- Bastian, F., Hutabarat, O. S., Dirpan, A., Nainu, F., Harapan, H., Emran, T. B., & Simal-Gandara, J. (2021). From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing. *Foods* (Basel, Switzerland), 10(11), 2827. <https://doi.org/10.3390/foods10112827>
- Benitez, P. L., Kamimori, G. H., Balkin, T. J., Greene, A., & Johnson, M. L. (2009). Modeling fatigue over sleep deprivation, circadian rhythm, and caffeine with a minimal performance inhibitor model. *Methods in enzymology*, 454, 405–421. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(08\)03816-0](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(08)03816-0)
- Cappelletti, S., Piacentino, D., Fineschi, V., Frati, P., Cipolloni, L., & Aromatario, M. (2018). Caffeine-Related Deaths: Manner of Deaths and Categories at Risk. *Nutrients*, 10(5), 611. <https://doi.org/10.3390/nu10050611>
- Castellano, N. (2020). A Guide To Coffee Drying. *PERFECT DAILY GRIND*. <https://perfectdailygrind.com/2020/11/a-guide-to-coffee-drying/>
- Coffeetales (2019). Οι βασικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών Arabica και Robusta. <https://coffeetales.gr/blog/7-arabica-vs-robusta/>
- Czajkowski, N., Kendler, K. S., Torvik, F. A., Ystrom, E., Rosenström, T., Gillespie, N. A., & Reichborn-Kjennerud, T. (2021). Caffeine consumption, toxicity, tolerance and withdrawal; shared genetic influences with normative personality and personality disorder traits. *Experimental and clinical psychopharmacology*, 29(6), 650–658. <https://doi.org/10.1037/pha0000429>
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating Fatigue to Human Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2228–2238. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000929>
- Evans, J., Richards, J. R., & Battisti, A. S. (2022). Caffeine. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519490/>

- Fuller, D. T., Smith, M. L., & Boolani, A. (2021). Trait Energy and Fatigue Modify the Effects of Caffeine on Mood, Cognitive and Fine-Motor Task Performance: A Post-Hoc Study. *Nutrients*, 13(2), 412. <https://doi.org/10.3390/nu13020412>
- Graham T. E. (2001). Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(11), 785–807. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131110-00002>
- Haines, D. (2022). What is Arabica Coffee? Arabica vs. Robusta: 11 Tasty Differences. *EnjoyJava*. <https://enjoyjava.com/arabica-coffee/>
- Hedström, A. K., Mowry, E. M., Gianfrancesco, M. A., Shao, X., Schaefer, C. A., Shen, L., Olsson, T., Barcellos, L. F., & Alfredsson, L. (2016). High consumption of coffee is associated with decreased multiple sclerosis risk; results from two independent studies. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 87(5), 454–460. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2015-312176>
- Herden, L., & Weissert, R. (2020). The Effect of Coffee and Caffeine Consumption on Patients with Multiple Sclerosis-Related Fatigue. *Nutrients*, 12(8), 2262. <https://doi.org/10.3390/nu12082262>
- Higdon, J. V., & Frei, B. (2007). Coffee and health: a review of recent human research. *Critical reviews in food science and nutrition*, 46(2), 101–123. <https://doi.org/10.1080/10408390500400009>
- Iris, M., Tsou, P. S., & Sawalha, A. H. (2018). Caffeine inhibits STAT1 signaling and downregulates inflammatory pathways involved in autoimmunity. *Clinical immunology (Orlando, Fla.)*, 192, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2018.04.008>
- Ivashynka, A., Leone, M. A., Barizzzone, N., Cucovici, A., Cantello, R., Vecchio, D., Zuccalà, M., Pizzino, A., Copetti, M., D'Alfonso, S., & Fontana, A. (2022). The impact of lifetime coffee and tea loads on Multiple Sclerosis severity. *Clinical nutrition ESPEN*, 47, 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.12.014>
- Jimma (2014). In Kaldi's Footsteps: A Journey to the Birthplace of Coffee. *The world bank*. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/10/07/in-kaldis-footsteps-a-journey-to-the-birthplace-of-coffee>
- Jovana, D. (2022). History Of Coffee: Where Did Coffee Originate And How Was It Discovered? *Home grounds*. <https://www.homegrounds.co/history-of-coffee/#>

- Kim, S. G., Kang, J. W., Jeong, S. M., Song, G. G., Choi, S. J., & Jung, J. H. (2021). Is Rheumatoid Arthritis Related to Coffee Consumption in Korea? A Nationwide Cross-Sectional Observational Study. *International journal of environmental research and public health*, 18(15), 7880. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157880>
- Kolb, H., Kempf, K., & Martin, S. (2020). Health Effects of Coffee: Mechanism Unraveled?. *Nutrients*, 12(6), 1842. <https://doi.org/10.3390/nu12061842>
- Lamichhane, D., Collins, C., Constantinescu, F., Walitt, B., Pettinger, M., Parks, C., & Howard, B. V. (2019). Coffee and Tea Consumption in Relation to Risk of Rheumatoid Arthritis in the Women's Health Initiative Observational Cohort. *Journal of clinical rheumatology : practical reports on rheumatic & musculoskeletal diseases*, 25(3), 127–132. <https://doi.org/10.1097/RHU.0000000000000788>
- Loftfield, E., Shiels, M. S., Graubard, B. I., Katki, H. A., Chaturvedi, A. K., Trabert, B., Pinto, L. A., Kemp, T. J., Shebl, F. M., Mayne, S. T., Wentzensen, N., Purdue, M. P., Hildesheim, A., Sinha, R., & Freedman, N. D. (2015). Associations of Coffee Drinking with Systemic Immune and Inflammatory Markers. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 24(7), 1052–1060. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-15-0038-T>
- Lorist, M. M., & Tops, M. (2003). Caffeine, fatigue, and cognition. *Brain and cognition*, 53(1), 82–94. [https://doi.org/10.1016/s0278-2626\(03\)00206-9](https://doi.org/10.1016/s0278-2626(03)00206-9)
- Luwak, K. (2021). Coffee Culture and History in the Middle East. *KoriLuwakDirect*. <https://kopiluwakdirect.com/middle-east-history-culture/>
- Mumford, P. W., Tribby, A. C., Poole, C. N., Dalbo, V. J., Scanlan, A. T., Moon, J. R., Roberts, M. D., & Young, K. C. (2016). Effect of Caffeine on Golf Performance and Fatigue during a Competitive Tournament. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(1), 132–138. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000753>
- Murray, A., & Traylor, J. (2022). Caffeine Toxicity. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532910/>
- National Coffee Association (2022). The History of Coffee. <https://www.ncausa.org/About-Coffee/History-of-Coffee>

- National Coffee Association (2022). What is Coffee? <https://www.ncausa.org/About-Coffee/What-is-Coffee>
- National Coffee Association (2022). 10 Steps from Seed to Cup. <https://www.ncausa.org/About-Coffee/10-Steps-from-Seed-to-Cup>
- National Coffee Association (2022). How to Store Coffee. <https://www.ncausa.org/About-Coffee/How-to-Store-Coffee>
- Nieber K. (2017). The Impact of Coffee on Health. *Planta medica*, 83(16), 1256–1263. <https://doi.org/10.1055/s-0043-115007>
- Ősz, B. E., Jítcă, G., Ștefănescu, R. E., Pușcaș, A., Tero-Vescan, A., & Vari, C. E. (2022). Caffeine and Its Antioxidant Properties-It Is All about Dose and Source. *International journal of molecular sciences*, 23(21), 13074. <https://doi.org/10.3390/ijms232113074>
- Pauwels, E. K. J., & Volterrani, D. (2021). Coffee Consumption and Cancer Risk: An Assessment of the Health Implications Based on Recent Knowledge. *Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre*, 30(5), 401–411. <https://doi.org/10.1159/000516067>
- Pendergrast, P. (2019). A Bean That Traveled the World. *Watchtower ONLINE LIBRARY*. <https://wol.jw.org/en/wol/d/r1/lp-e/102006087#h=2>
- Priftis, A., Panagiotou, E. M., Lakis, K., Plika, C., Halabalaki, M., Ntasi, G., Veskoukis, A. S., Stagos, D., Skaltsounis, L. A., & Kouretas, D. (2018α). Roasted and green coffee extracts show antioxidant and cytotoxic activity in myoblast and endothelial cell lines in a cell specific manner. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 114, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.029>
- Priftis, A., Angeli-Terzidou, A. E., Veskoukis, A. S., Spandidos, D. A., & Kouretas, D. (2018β). Cell-specific and roasting-dependent regulation of the Keap1/Nrf2 pathway by coffee extracts. *Molecular medicine reports*, 17(6), 8325–8331. <https://doi.org/10.3892/mmr.2018.8924>
- Priftis, A., Soursou, V., Makiou, A. S., Tekos, F., Veskoukis, A. S., Tsantarliotou, M. P., Taitzoglou, I. A., & Kouretas, D. (2019). A lightly roasted coffee extract improves

blood and tissue redox status in rats through enhancement of GSH biosynthesis. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 125, 305–312.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.01.012>

- Rodak, K., Kokot, I., & Kratz, E. M. (2021). Caffeine as a Factor Influencing the Functioning of the Human Body-Friend or Foe?. *Nutrients*, 13(9), 3088.
<https://doi.org/10.3390/nu13093088>
- Romero-Martínez, B. S., Montaña, L. M., Solís-Chagoyán, H., Sommer, B., Ramírez-Salinas, G. L., Pérez-Figueroa, G. E., & Flores-Soto, E. (2021). Possible Beneficial Actions of Caffeine in SARS-CoV-2. *International journal of molecular sciences*, 22(11), 5460. <https://doi.org/10.3390/ijms22115460>
- Rosenthal, T. C., Majeroni, B. A., Pretorius, R., & Malik, K. (2008). Fatigue: an overview. *American family physician*, 78(10), 1173–1179.
<https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2008/1115/p1173.html>
- Sharif, K., Watad, A., Bragazzi, N. L., Adawi, M., Amital, H., & Shoenfeld, Y. (2017). Coffee and autoimmunity: More than a mere hot beverage!. *Autoimmunity reviews*, 16(7), 712–721. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2017.05.007>
- Skinner, T. L., Jenkins, D. G., Taaffe, D. R., Leveritt, M. D., & Coombes, J. S. (2013). Coinciding exercise with peak serum caffeine does not improve cycling performance. *Journal of science and medicine in sport*, 16(1), 54–59.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.04.004>
- Stefanello, N., Spanevello, R. M., Passamonti, S., Porciúncula, L., Bonan, C. D., Olabiyi, A. A., Teixeira da Rocha, J. B., Assmann, C. E., Morsch, V. M., & Schetinger, M. R. C. (2019). Coffee, caffeine, chlorogenic acid, and the purinergic system. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 123, 298–313.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.10.005>
- Temple, J. L., Hostler, D., Martin-Gill, C., Moore, C. G., Weiss, P. M., Sequeira, D. J., Condle, J. P., Lang, E. S., Higgins, J. S., & Patterson, P. D. (2018). Systematic Review and Meta-analysis of the Effects of Caffeine in Fatigued Shift Workers: Implications

- for Emergency Medical Services Personnel. *Prehospital emergency care*, 22(sup1), 37–46. <https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1382624>
- Voskoboinik, A., Koh, Y., & Kistler, P. M. (2019). Cardiovascular effects of caffeinated beverages. *Trends in cardiovascular medicine*, 29(6), 345–350. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.09.019>
 - Willson C. (2018). The clinical toxicology of caffeine: A review and case study. *Toxicology reports*, 5, 1140–1152. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.11.002>
 - Zielinski, M. R., Systrom, D. M., & Rose, N. R. (2019). Fatigue, Sleep, and Autoimmune and Related Disorders. *Frontiers in immunology*, 10, 1827. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01827>
 - Zhang, S. J., De Bruyn, F., Pothakos, V., Torres, J., Falconi, C., Moccand, C., Weckx, S., & De Vuyst, L. (2019). Following Coffee Production from Cherries to Cup: Microbiological and Metabolomic Analysis of Wet Processing of *Coffea arabica*. *Applied and environmental microbiology*, 85(6), e02635-18. <https://doi.org/10.1128/AEM.02635-18>
 - Zhao, L. G., Li, Z. Y., Feng, G. S., Ji, X. W., Tan, Y. T., Li, H. L., Gunter, M. J., & Xiang, Y. B. (2020). Coffee drinking and cancer risk: an umbrella review of meta-analyses of observational studies. *BMC cancer*, 20(1), 101. <https://doi.org/10.1186/s12885-020-6561-9>
 - https://www.123rf.com/photo_102415937_stock-illustration-sack-of-coffee-beans-and-cup-of-coffee-watercolor-hand-drawn-illustration-isolated-on-white-backgrou.html?vti=mvd5c8vr7wxlpg4da1-19-21
 - <https://gr.pinterest.com/pin/401242648064105069/>
 - <https://i.pinimg.com/originals/89/ee/4a/89ee4a0235efbc568731d7ab0f6cff3d.jpg>
 - <https://www.exclusivebrandstorino.com/guides/origins-and-history-of-coffee/>
 - <https://coffeetales.gr/blog/7-arabica-vs-robusta/>
 - <https://www.ncausa.org/About-Coffee/What-is-Coffee>
 - <https://www.ncausa.org/About-Coffee/10-Steps-from-Seed-to-Cup>
 - <https://www.coffeemag.gr/2022/02/04/ygri-epexergasia-kafe/>
 - <https://www.coffees.gr/washed-or-non-washed-coffees/>
 - <https://pin.it/5mA4k1H>

- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408390500400009>
- http://gaia.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/6299/Simpoura_F.pdf?sequence=1
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8467199/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8467199/>
- <https://stir-tea-coffee.com/tea-coffee-news/coffee-is-good-for-your-health-period/>
- [https://lifeboat.com/blog.images/can-coffee-prevent-type-2-diabetes.jpg](https://lifeboat.com/blog/images/can-coffee-prevent-type-2-diabetes.jpg)
- https://patch.com/img/cdn20/users/2249993/20180831/073854/styles/raw/public/processed_images/08-31-1535715222-9776.jpg
- https://dubaihomeopathy.ae/disease_category/immune-system-disorders/
- <https://www.modernenglishteacher.com/procrastination-laziness-and-trauma-informed-teaching>
- https://assets-global.website-files.com/6294d8900a1bd34b397bb901/62b9b2cc97a407ff3f58a72f_615d57205fae67b997f4b18e_ISIC2-993x1024.png
- <https://www.vecteezy.com/vector-art/19154999-young-woman-exhausted-sit-at-table-drink-coffee-feel-fatigue-or-drowsiness-tired-female-suffer-from-overwork-lack-energy-need-caffeine-flat-vector-illustration-isolated-on-white-background>
- https://gr.pinterest.com/pin/2462974789464791/feedback/?invite_code=ffe0a60803e74befbaa1f67401962112&sender_id=936889666139948446