



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ



ΑΣΠΑΣΙΑ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ ΠΕΤΡΑΔΑΚΗ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Που υποβλήθηκε στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

“Διατροφή Ευζωία και Δημόσια Υγεία”

του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής

ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση

Διπλώματος Ειδίκευση

Μύρινα, Λήμνος

Φεβρουάριος, 2022

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Αξιολόγηση Διπλωματικής Διατριβής της: Ασπασίας Πετραδάκη.

Θέμα: **Η επίδραση των συμπληρωμάτων προβιοτικών στην υγεία των αθλητών.**

Ημερομηνία παρουσίασης: 17/02/2022

Η παρούσα διπλωματική διατριβή αφού εξετάστηκε ως προς:

τη δομή/μορφή της εργασίας, τη σαφήνεια του ερευνητικού ερωτήματος, τη βιβλιογραφική έρευνα, τη θεωρητική τεκμηρίωση, τη μεθοδολογία, το εμπειρικό μέρος, την αυτονομία της έρευνας, την ποιότητα παρουσίασης καθώς και τελικά συμπεράσματα της έρευνας, από την τριμελή επιτροπή αξιολόγησης που αποτελείται από τους:

Ευστάθιος Γκιαούρης

Αναγνώστης Αργυρίου

Ιωάννης Κουρκουτάς

Αναπλ. Καθηγητής

Καθηγητής

Αναπλ. Καθηγητής

(Επιβλέπων)

Συνολικά αξιολογήθηκε με βαθμό _____

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ

Κωνσταντίνος Γιαγκίνης

Αναπλ. Καθηγητής

Είμαι συγγραφέας αυτής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων ή ιδεών, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία.

Λήμνος, Φεβρουάριος 2022

Ασπασία Πετραδάκη

Αφιερώνεται στον μπαμπά μου...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα εργασία, θα ήθελα να αδράξω την ευκαιρία και να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συντέλεσαν στην περάτωση των Μεταπτυχιακών μου Σπουδών. Ήταν ένα ταξίδι εμπειριών, γνώσεων και προβληματισμών, το οποίο με ώθησε στη βελτίωση και την εξέλιξή μου τόσο σε επαγγελματικό και όσο και σε προσωπικό επίπεδο.

Πιο συγκεκριμένα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής και ιδιαίτερα τον υπεύθυνο καθηγητή της Διπλωματικής μου εργασίας Δρ. Γκιαούρη Ευστάθιο, ο οποίος με τις οδηγίες, τις υποδείξεις, τις οργανωτικές του ικανότητες, βοήθησε στην επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά μου ευγνωμοσύνη στον υπεύθυνο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Δρ. Γιαγκίνη Κωνσταντίνο για την αμέριστη συμπαράσταση του και για την εξαιρετική οργάνωση του παρόντος ΠΜΣ. Ακόμη, ευχαριστώ από καρδιάς τους όλους τους καθηγητές μου, οι οποίοι μοιράστηκαν απλόχερα μαζί μου τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου η οποία με στήριξε σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών και ιδιαίτερα στο απαιτητικό διάστημα συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας.

ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Γεννήθηκα και μεγάλωσα στη Θεσσαλονίκη. Σε μικρή ηλικία ασχολήθηκα με το άθλημα της κολύμβησης, στο οποίο μεγαλώνοντας κατόρθωσα να επιτύχω υψηλές διακρίσεις σε πανελλήνιο, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Σπούδασα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Στη συνέχεια, λόγω και της πρότερης αθλητικής μου ιδιότητας, φοίτησα στα ΤΕΦΑΑ Θεσσαλονίκης αποκτώντας την ειδικότητα της κολύμβησης και του υγρού στίβου. Το πτυχίο της Γυμναστικής Ακαδημίας το αξιοποίησα επαγγελματικά, καθώς εργάστηκα σαν προπονήτρια κολύμβησης σε αναπτυξιακές ηλικίες και σε τμήματα ενηλίκων σε προαγωνιστικό και αγωνιστικό επίπεδο. Τα τελευταία χρόνια, είμαι αναπληρώτρια εκπαιδευτικός δημοτικής εκπαίδευσης, διατηρώντας παράλληλα την ιδιότητα μου ως προπονήτρια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ

Ασπασία Πετραδάκη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Τα προβιοτικά είναι εξ ορισμού ζωντανοί μικροοργανισμοί, οι οποίοι, όταν χορηγηθούν σε επαρκείς ποσότητες προσφέρουν ευνοϊκά αποτελέσματα στην υγεία του ξενιστή τους. Τα συμπληρώματα προβιοτικών έχουν την δυνατότητα να τροποποιήσουν τη σύνθεση του μικροβιώματος (μικροχλωρίδας) του εντέρου προάγοντας την αυξημένη μικροβιακή ποικιλομορφία εντός αυτού και υποστηρίζοντας την εγκαθίδρυση μικροοργανισμών οι οποίοι προάγουν την υγεία. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν στην προσπάθεια αποκατάστασης του διαταραγμένου εντερικού μικροβιώματος και να το υποστηρίξουν, όταν αυτό βρίσκεται υπό συνθήκες στρες. Ο αθλητισμός, είναι «η συστηματική σωματική καλλιέργεια και δράση, με συγκεκριμένο τρόπο, μεθοδολογία και παιδαγωγική, με κύριο σκοπό της ύψιστη σωματική απόδοση ως επίδοση σε αθλητικούς αγώνες αλλά και στο κοινωνικό γίνεσθαι». Δισεκατομμύρια άνθρωποι σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη ασκούνται συστηματικά ή και περιστασιακά σε μία μεγάλη ποικιλία αθλημάτων.

ΣΚΟΠΟΣ: Ο σκοπός της παρούσας αφηγηματικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας είναι η διερεύνηση και παρουσίαση των νεώτερων ερευνητικών δεδομένων σε σχέση με την επίδραση που έχουν τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής στην υγεία αλλά και την επίδοση των αθλητών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Τα ευρήματα της πρόσφατης έρευνας δείχνουν ότι υπάρχουν ορισμένα προκαταρκτικά ερευνητικά δεδομένα τα οποία να αποδεικνύουν ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων προβιοτικών μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην λειτουργία του εντέρου των αθλητών, κυρίως μέσω της παραγωγής, από το μικροβίωμά του, σεροτονίνης, ντοπαμίνης και άλλων νευροδιαβιβαστών αλλά και τον καλύτερο έλεγχο του άξονα υποθαλάμου – υπόφυσης – επινεφριδίων. Επιπλέον, φαίνεται ότι η συμπλήρωση της δίαιτας των αθλητών με προβιοτικά τα οποία διεγείρουν την παραγωγή και αύξηση της συγκέντρωσης μικροοργανισμών όπως είναι τα μπιφιντοβακτηρίδια και οι γαλακτοβάκιλλοι, ενισχύουν σε σημαντικό βαθμό τον εντερικό φραγμό, καθώς και τη μεταβολική και ανοσολογική λειτουργία του εντέρου, με θετικά αποτελέσματα για την υγεία και τις επιδόσεις τους. Ανάμεσα στους πιθανολογούμενους μηχανισμούς δράσης περιλαμβάνονται η ενίσχυση των ανοσολογικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού και γαστρεντερικού επιθηλίου, η θετική ρύθμιση του μικροβιώματος του εντέρου, καθώς και η δευτερογενής παραγωγή μεταβολιτών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Το κύριο συμπέρασμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ότι τα προβιοτικά αποτελούν ασφαλή και χωρίς κλινικά ουσιαστικές ανεπιθύμητες ενέργειες και παρενέργειες συμπληρώματα διατροφής για τους αθλητές. Υπάρχουν ενδείξεις σύμφωνα με τις οποίες είναι πιθανόν να βελτιώνουν μία σειρά από παραμέτρους της υγείας τους, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και τις επιδόσεις τους στο άθλημα το οποίο ασκούν. Είναι σαφές ότι χρειάζεται περαιτέρω επιστημονική έρευνα με τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων, προκειμένου να διαπιστωθεί ο βέλτιστος συνδυασμός και δοσολογία των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής, και εάν είναι δυνατόν με εξειδίκευση για τις διαφορετικές κατηγορίες των αθλητικών δραστηριοτήτων.

Λέξεις κλειδιά: Προβιοτικά συμπληρώματα, Αθλητές, Υγεία, Επίδοση

ABSTRACT

THE EFFECTS OF PROBIOTICS SUPPLEMENTATION ON HEALTH STATUS OF THE ATHLETES

Aspasia Petradaki

INTRODUCTION: Probiotics are living organisms, which, when administered in sufficient quantities, offer beneficial effects on the health of their hosts. Probiotic supplements could modify the composition of the gut microbiota (microflora) by promoting increased microbial diversity within it and supporting the establishment of health – promoting microorganisms. In addition, they could help restore and support the disturbed intestinal microbiome when it is under stress. Sport is “the systematic physical action in a specific methodology, in order to achieve the highest physical performance, as well as social development”. Billions of people across the globe are occasionally or regularly engaged in a wide variety of sports.

PURPOSE: The purpose of the current narrative literature review is to investigate and present the latest scientific research data regarding the effects that the probiotic supplements have on the health and the performance of the athletes.

RESULTS: The findings of the recent research show that there is some preliminary evidence that probiotic supplements might have beneficial effects on athletes’ gut function, mainly through the production of the microbiome of serotonin, dopamine, and other neurotransmitters, and through the most effective control of the hypothalamic – pituitary – adrenal axis. In addition, it seems that supplementing the athletes’ diet with probiotics which stimulate the production and the concentration of microorganisms such as bifidobacteria and lactobacilli that significantly enhance the intestinal barrier as well as the metabolic and immune function of the intestine, has positive results for their health and performance. Possible mechanisms of action include the enhancement of immune properties of the respiratory and gastric epithelium, the positive regulation of the intestinal microbiome, as well as the secondary production of various metabolites.

CONCLUSION: The main conclusion of the present dissertation is that probiotics are safe and without clinically significant side-effects, nutritional supplements for the athletes. There are indications that they can improve several parameters of the athletes’ health, while improving their sport’s performance. Definitely, further scientific research with randomized controlled trials is needed in order to determine their optimal combination and dosage, and if possible, with specialization for the different categories of sports activities.

Keywords: **Probiotic supplements, Athletes, Health, Performance**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	VII
ABSTRACT	IX
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	XI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ / ΣΧΕΔΙΩΝ	XII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	XIII
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΤΑ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	2
1.2 ΟΙ ΒΑΣΙΚΟΙ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ	4
1.3 ΟΙ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	5
1.4 Η ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ	6
1.5 ΟΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ.....	9
1.6 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ	10
1.7 Η ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	12
2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	16
4.1 ΤΑ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΕΝΑ ΕΙΔΟΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ	16
4.2 ΤΑ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ ΓΕΝΟΥΣ.....	22
4.3 ΤΑ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΓΕΝΩΝ.....	25
5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	34
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	42

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ / ΣΧΕΔΙΩΝ

Εικόνα 1: Η επίδραση του προβιοτικού συμπληρώματος στο βιολογικό αντιοξειδωτικό δυναμικό του πλάσματος των αθλητών	23
Εικόνα 2: Τα διάφορα στάδια της παρασκευής του κεφίρ	26
Εικόνα 3: Τα αποτελέσματα της χορήγησης κεφίρ στον χρόνο άσκησης των αθλητών μέχρι την πλήρη εξάντληση.	28
Εικόνα 4: Η συχνότητα των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος	30
Εικόνα 5: Οι συγκεντρώσεις της ζονουλίνης στα κόπρανα των αθλητών	32
Εικόνα 6: Ο μηχανισμός της διαταραχής του εντερικού επιθηλίου κατά την διάρκεια της έντονης άσκησης	36
Εικόνα 7: Οι μηχανισμοί της ευεργετικής επίδρασης των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής σε αθλητές αγωνισμάτων αντοχής.....	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι πιο συνηθισμένοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως προβιοτικά συμπληρώματα.	3
Πίνακας 2: Οι κυριότερες ενδείξεις των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων προβιοτικών	8
Πίνακας 3: Οι πιθανοί μηχανισμοί με τους οποίους τα προβιοτικά ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα	13
Πίνακας 4: Οι κλινικές μελέτες με χρήση ενός μικροοργανισμού	21
Πίνακας 5: Οι κλινικές μελέτες με την χορήγηση συνδυασμού προβιοτικών μικροοργανισμών πολλαπλών ειδών του ίδιου γένους.	24
Πίνακας 6: Οι κλινικές μελέτες με την χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων που περιέχουν μικροοργανισμούς διαφορετικών γενών	33

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αθλητισμός, σύμφωνα με τον I. Ζέρβα (1993), είναι «η συστηματική σωματική καλλιέργεια και δράση, με συγκεκριμένο τρόπο, μεθοδολογία και παιδαγωγική, με κύριο σκοπό την ύψιστη σωματική απόδοση ως επίδοση σε αθλητικούς αγώνες αλλά και στο κοινωνικό γίνεσθαι». Δισεκατομμύρια άνθρωποι σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη ασκούνται συστηματικά ή και περιστασιακά σε μία μεγάλη ποικιλία αθλημάτων, σε μία από τις πέντε κύριες μορφές των αθλητικών δραστηριοτήτων:

- Ερασιτεχνικό αθλητισμό,
- Επαγγελματικό αθλητισμό,
- Μαζικό αθλητισμό,
- Συστηματική φυσική δραστηριότητα και τέλος,
- Διάφορες μορφές παιχνιδιών.

Ο επαγγελματικός αθλητισμός, φυσικά, έχει τελείως διαφορετικές ανάγκες και απαιτήσεις συγκριτικά με τις υπόλοιπες προαναφερόμενες μορφές. Η έντονη προπόνηση, η υπερβολική σωματική άσκηση, η ανεπαρκής ξεκούραση, τα συνεχή ταξίδια και η μη σωστή διατροφή αποτελούν παράγοντες, οι οποίοι ασκούν έντονη πίεση (σωματική αλλά και ψυχική) στους επαγγελματίες αθλητές, καθιστώντας τους επιρρεπείς στην εμφάνιση μιας σειράς προβλημάτων και επιπλοκών της υγείας τους, ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνονται (Sivamaruthi et al., 2019):

- Διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος,
- Φλεγμονώδεις καταστάσεις,
- Λοιμώξεις του ανώτερου και κατώτερου αναπνευστικού συστήματος,
- Οξειδωτικό στρες,
- Διαταραχές του συναισθηματικού και ψυχικού πεδίου του αθλητή.

Είναι χαρακτηριστικό ότι μία σειρά από συμπτώματα προερχόμενα από το γαστρεντερικό σύστημα, από σχετικά ήπια έως και ιδιαίτερα σοβαρά (για παράδειγμα τοξιναιμία) έχουν αναφερθεί σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων (μαραθωνοδρόμους, υπερ-μαραθωνοδρόμους και αθλητές του τριάθλου) (Pugh et al., 2018).

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, τα τελευταία χρόνια η έρευνα στον τομέα της άθλησης επικεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό στην βελτίωση της υγείας των αθλητών με στόχο την πρόληψη αλλά και την άμεση αντιμετώπιση των προβλημάτων της υγείας που πιθανόν να εμφανιστούν ως αποτέλεσμα της εντατικής άσκησης, με την βοήθεια μιας σειράς εξειδικευμένων συμπληρωμάτων διατροφής.

1.1 Τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής

Ο όρος «προβιοτικά» (“probiotics”), χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά κατά την δεκαετία του 1960 – πρόκειται για ακόμα έναν επιστημονικό όρο που έχει τις ρίζες του στην ελληνική γλώσσα, με την ετυμολογική ερμηνεία του να είναι «προς την ζωή». Τα προβιοτικά είναι εξ ορισμού ζωντανοί μικροοργανισμοί, οι οποίοι, όταν χορηγηθούν σε επαρκείς ποσότητες προσφέρουν ευνοϊκά αποτελέσματα στην υγεία του ξενιστή τους (Hill et al., 2014). Τα συμπληρώματα προβιοτικών έχουν την δυνατότητα να τροποποιήσουν τη σύνθεση του μικροβιώματος (μικροχλωρίδας) του εντέρου προάγοντας την αυξημένη μικροβιακή ποικιλομορφία εντός αυτού και υποστηρίζοντας την εγκαθίδρυση μικροοργανισμών οι οποίοι προάγουν την υγεία. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν στην προσπάθεια αποκατάστασης του διαταραγμένου εντερικού μικροβιώματος και να το υποστηρίξουν, όταν αυτό βρίσκεται υπό συνθήκες στρες (Kim et al., 2018). Οι τρόποι με τους οποίους τα προβιοτικά ασκούν τις συγκεκριμένες δράσεις είναι ποικίλοι, με τους σημαντικότερους των οποίων να είναι οι εξής (Hill et al., 2014):

- Η παραγωγή μιας σειράς βιοδραστικών χημικών ενώσεων, όπως για παράδειγμα αντιμικροβιακές ενώσεις,
- Η αναστολή της προσκόλλησης των παθογόνων μικροοργανισμών στον βλεννογόνο του εντέρου,
- Η βελτίωση των μηχανισμών του φραγμού του εντερικού βλεννογόνου ενάντια στην εισβολή παθογόνων μικροοργανισμών και τέλος,
- Η ευνοϊκή ρύθμιση του ανοσολογικού συστήματος του οργανισμού.

Παρά το γεγονός όμως, ότι πολλοί προβιοτικοί μικροοργανισμοί έχουν την δυνατότητα να υποστηρίξουν τη γενική βελτίωση της υγείας και της λειτουργίας του ανθρώπινου γαστρεντερικού συστήματος, οι παραπάνω αναφερόμενοι μηχανισμοί δράσης σε πολλές των περιπτώσεων χαρακτηρίζονται από μεγάλη ειδικότητα και παρατηρούνται μόνο σε συγκεκριμένα στελέχη ορισμένων μικροβιακών ειδών.

Τα συμπληρώματα προβιοτικών μπορεί να περιέχουν έναν μικροοργανισμό, ή έναν συνδυασμό πολλών ειδών. Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα σήμερα, περιέχουν οξυγαλακτικά βακτήρια (ειδικά *Lactobacillus* spp.) και υποχρεωτικά αναερόβια είδη (*Bifidobacterium* spp.). Επίσης, ο μύκητας *Saccharomyces boulardii* είναι ιδιαίτερα δημοφιλής, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα στο εντερικό μικρόβιομα. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι πιο συνηθείς μικροοργανισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στα συμπληρώματα των προβιοτικών (Williams, 2010).

Πίνακας 1: Οι πιο συνηθισμένοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως προβιοτικά συμπληρώματα.

Βακτήρια

Είδη *Lactobacillus*

L. acidophilus

L. bulgaricus

L. casei

L. crispatus

L. fermentum

L. gasseri

L. johnsonii

L. lactis

L. plantarum

L. reuteri

L. rhamnosus GG

Είδη *Bifidobacterium*

B. adolescentis

B. animalis

B. bifidum

B. breve

B. infantis

B. lactis

B. longum

Bacillus cereus

*Enterococcus faecalis**

*Enterococcus faecium**

Escherichia coli Nissle

Streptococcus thermophilus

Μύκητες

Saccharomyces boulardii

* Υπάρχουν αμφιβολίες σε σχέση με την χρήση εντεροκόκκων ως προβιοτικών συμπληρωμάτων, λόγω πιθανής παθογένειας αλλά και πρόκλησης αντίστασης στην βανκομυκίνη.

1.2 Οι βασικοί φαρμακολογικοί μηχανισμοί δράσης των προβιοτικών

Αν και ο ακριβής μηχανισμός δράσης των προβιοτικών δεν έχει πλήρως διασαφηνιστεί, εντούτοις έχουν προταθεί μία σειρά από θεωρίες. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα προβιοτικά είναι μικροοργανισμοί, οι οποίοι παράγουν γαλακτικό οξύ και ειδικότερα τα είδη του γένους *Lactobacillus* καθώς και αυτοί του γένους *Bifidobacterium*. Το γαλακτικό, προπιονικό και οξικό οξύ, τα οποία παράγουν τα συγκεκριμένα βακτήρια, καθώς ελαττώνουν το pH του εντερικού σωλήνα, πιθανολογείται ότι καταστέλλουν την ανάπτυξη εντός αυτού διαφόρων παθογόνων μικροοργανισμών, με τελικό αποτέλεσμα την επαναφορά της ισορροπίας της μικροχλωρίδας του εντέρου (Doron & Gorbach, 2006).

Άλλος ένας μηχανισμός δράσης των προβιοτικών θεωρείται ότι είναι η παραγωγή διαφόρων ουσιών, όπως για παράδειγμα του υπεροξειδίου του υδρογόνου, επιπλέον οργανικών οξέων, βακτηριοσινών και επιφανειοδραστικών παραγόντων, που έχουν τοξική δράση ενάντια σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Για παράδειγμα, ο *Lactobacillus rhamnosus* GG έχει αποδειχθεί ότι παράγει μία χημική ουσία χαμηλού μοριακού βάρους η οποία αναστέλλει την ανάπτυξη ενός ευρέου φάσματος Gram- θετικών και Gram- αρνητικών βακτηρίων (Silva et al., 1987). Επίσης, ο *Saccharomyces boulardii*, ένας μη τοξικός μύκητας, διαδραματίζει πιθανότατα σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της προσβολής από τον μικροοργανισμό *Clostridium difficile*, παράγοντας μία πρωτεάση, η οποία ελαττώνει σε μεγάλο βαθμό την τοξικότητα των τοξινών A και B του συγκεκριμένου κλωστριδίου (Castagliuolo et al., 1999).

Τα προβιοτικά, επιπλέον, ελαττώνουν σε σημαντικό βαθμό τον αποικισμό του επιθηλίου του γαστρεντερικού και ουροποιητικού συστήματος από παθογόνους μικροοργανισμούς, καθώς ανταγωνίζονται με αυτούς, εμποδίζοντας την προσκόλλησή τους στο επιθήλιο των συστημάτων αυτών. Έτσι οι γαλακτοβάκιλλοι (*Lactobacilli*) έχουν αποδειχθεί ότι αναστέλλουν την προσκόλληση των βακτηρίων *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* και *Pseudomonas aeruginosa* στα ουροεπιθηλιακά, καθώς και στα επιθηλιακά κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου, προάγοντας τον σχηματισμό γλυκοπρωτεϊνών υψηλού μοριακού βάρους, μέσω των οποίων σχηματίζεται ένας προστατευτικός, ενάντια των βλαβερών μικροοργανισμών, φραγμός. Ταυτόχρονα, οι γαλακτοβάκιλλοι ενισχύουν τον εντερικό επιθηλιακό φραγμό σταθεροποιώντας σφιχτά τις συνδέσεις ανάμεσα στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου αυτού και ελαττώνοντας την διαπερατότητα του εντέρου (Mack et al., 1999).

Ένας άλλος μηχανισμός δράσης των προβιοτικών συμπληρωμάτων που έχει προταθεί, είναι η ανοσορρύθμιση (*immunomodulation*). Έτσι, μία σειρά από πειραματικές μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι ορισμένα προβιοτικά στελέχη αυξάνουν την ανοσολογική απόκριση του ανθρώπινου οργανισμού, μέσω της διέγερσης της φαγοκυτταρικής δραστηριότητας των λεμφοκυττάρων και

των μακροφάγων. Χαρακτηριστική στο συγκεκριμένο πεδίο είναι η μελέτη των Kaila et al., (1993), οι οποίοι έδειξαν σε παιδιά, τα οποία είχαν προσβληθεί από οξεία διαρροϊκή γαστρεντερίτιδα οφειλόμενη σε ροταϊό, η χορήγηση του *Lactobacillus rhamnosus* GG, είχε ως αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ανοσοσφαιρινών IgA, IgG και IgM, με άμεσο αποτέλεσμα τη σημαντική ελάττωση της διάρκειας των συμπτωμάτων.

1.3 Οι ευεργετικές επιδράσεις των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής

Σύμφωνα με τους παραπάνω αναφερόμενους ποικίλους μηχανισμούς δράσης των προβιοτικών, η χρήση τους έχει συσχετιστεί μ' έναν σημαντικό αριθμό ευεργετικών επιδράσεων στον ανθρώπινο οργανισμό. Βέβαια, ενώ για ορισμένες από τις ενδείξεις χρήσης τους υπάρχει σαφής επιστημονική τεκμηρίωση, για μία σειρά παθολογικών καταστάσεων για τις οποίες χρησιμοποιούνται υπάρχουν ασαφή ή ακόμα και αντικρουόμενα ευρήματα. Οι πιο συνηθισμένες και επιστημονικά αποδεδειγμένες χρήσεις τους είναι οι παρακάτω (Williams, 2010):

- *Οξεία διαρροϊκά σύνδρομα:* Χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο, οι *Lactobacillus rhamnosus* GG και *Lactobacillus reuteri*.
- *Διαρροϊκή συνδρομή οφειλόμενη σε αντιβιοτικά καθώς και λοίμωξη από το C. difficile:* Χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο, γαλακτοβάκιλλοι και *S. boulardii*.
- *Σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου:* Το σύνδρομο χαρακτηρίζεται από επιγαστραλγία, κωλικούς, μετεωρισμό και αλλαγές στον συνήθη τρόπο λειτουργίας του εντέρου του ασθενούς· σε πολλές των περιπτώσεων οφείλεται στην υπέρμετρη ανάπτυξη μικροοργανισμών εντός του λεπτού εντέρου, οι οποίοι προκαλούν αυξημένη δραστηριότητα ζυμώσεων και παραγωγή αερίων. Οι γαλακτοβάκιλλοι και τα μπιφιντοβακτηρίδια χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την αντιμετώπιση της συγκεκριμένης παθολογικής κατάστασης, με αποτελέσματα όμως τα οποία δεν έχουν έως τώρα επιβεβαιωθεί.
- *Φλεγμονώδης νόσος του εντέρου:* Πρόκειται για την ελκώδη κολίτιδα, την τελική ειλεΐτιδα και την νόσο Crohn· σε αυτές τις παθολογικές καταστάσεις παρατηρείται μία σημαντική ανισορροπία της μικροχλωρίδας του εντέρου, που πιθανολογείται ότι αποτελεί έναν από τους αιτιολογικούς παράγοντες. Τα προβιοτικά φαίνονται ότι έχουν την δυνατότητα να βελτιώσουν τις συγκεκριμένες ανισορροπίες, αποτελώντας μία εναλλακτική επιλογή, σε σύγκριση με τα αντιβιοτικά, για την πρόληψη αλλά και την θεραπεία των συγκεκριμένων παθήσεων (Doron and Gorbach, 2006).

- **Αλλεργικές καταστάσεις:** Υπάρχουν μελέτες οι οποίες έχουν δείξει τα ευεργετικά αποτελέσματα του *L. rhamnosus* GG στην αντιμετώπιση της ατοπικής δερματίτιδας (Kalliomaki et al., 2001) σε μικρά παιδιά, με μείωση της συμπτωματολογίας σε ποσοστά έως και 50%.
- **Λοιμώξεις του ουρογεννητικού συστήματος:** Οι γαλακτοβάκιλλοι, και ειδικά οι *Lactobacillus crispatus* και *Lactobacillus iners* αποτελούν τους κατεξοχήν μικροοργανισμούς που βρίσκονται στον κόλπο των υγείων προεμμηνοπαυσιακών γυναικών· η διαταραχή της φυσιολογικής μικροχλωρίδας, ειδικά μετά από χορήγηση αντιβιοτικών ευρέως φάσματος, σε πολλές περιπτώσεις προκαλεί την υπερ-ανάπτυξη της ζύμης *Candida albicans*, με αποτέλεσμα την πρόκληση κολπίτιδας. Η αποκατάσταση της φυσιολογικής χλωρίδας του κόλπου με την χορήγηση συμπληρωμάτων γαλακτοβάκιλλων φαίνεται ότι έχει την δυνατότητα να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τις συγκεκριμένες λοιμώξεις (Reid and Bruce, 2003).

1.4 Η δοσολογία και η επιλογή του κατάλληλου σκευάσματος

Τα προβιοτικά συμπληρώματα σήμερα είναι διαθέσιμα είτε με τη μορφή ειδικών σκευασμάτων (δισκία, κάψουλες ή/και σκόνη), είτε με τη μορφή προϊόντων του γάλακτος, τα οποία έχουν συνήθως υποστεί ζύμωση (γιαούρτι, ξινόγαλο). Η αποτελεσματικότητά τους στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ικανότητα που έχουν να επιβιώνουν κατά την διέλευσή τους από το στομάχι και τελικά να αποικίζουν τμήματα του επιθηλίου του γαστρεντερικού συστήματος. Προκειμένου να αποτραπεί η καταστροφή τους από τα οξέα του στομάχου ή από τα εντερικά χολικά άλατα, ορισμένα από τα σκευάσματα αυτά μπορεί να έχουν ειδική προστατευτική επικάλυψη, ή να είναι τοποθετημένα σε ειδικές κάψουλες. Προκειμένου να επιτευχθεί ο αποικισμός του γαστρεντερικού συστήματος, θα πρέπει τα σκευάσματα αυτά να περιέχουν ζωντανούς μικροοργανισμούς και να προσλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να επιτύχουν τις κατάλληλες συγκεντρώσεις κυττάρων στο γαστρεντερικό σύστημα. Δυστυχώς, σε αρκετές των περιπτώσεων η διαδικασία της βιομηχανικής παραγωγής των προβιοτικών συμπληρωμάτων έχει ως αποτέλεσμα οι μικροοργανισμοί να καθίστανται μη-βιώσιμοι, ελαττώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητά τους (Sutton, 2008).

Η ποσότητα, η ποιότητα καθώς και η καθαρότητα των μικροοργανισμών στα προβιοτικά συμπληρώματα μπορεί να ποικίλει ανάμεσα στα διάφορα προϊόντα, εξαιτίας της πολυπλοκότητας στην διαδικασία πραγματοποίησης ποιοτικών ελέγχων σε ζωντανούς μικροοργανισμούς αλλά και την απουσία καθολικών προγραμμάτων διασφάλισης της ποιότητας. Χαρακτηριστική είναι η

μελέτη των Katz et al. (2002), οι οποίοι μετά από λεπτομερή ανάλυση 18 διαθέσιμων στο εμπόριο προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής στις Η.Π.Α., κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε 7 από αυτά (ποσοστό 39%) υπήρχαν πολύ σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στην αναγραφόμενη και την πραγματική τους σύσταση.

Η δοσολογία της χορήγησης των προβιοτικών συμπληρωμάτων ποικίλει ανάλογα με την θεραπευτική ένδειξη και το σκεύασμα· δεν υπάρχουν έως και σήμερα σαφείς κατευθυντήριες οδηγίες σε σχέση με τον ελάχιστο αριθμό των μικροοργανισμών που θα πρέπει να χορηγηθεί προκειμένου να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο θεραπευτικό αποτέλεσμα. Σε όλες τις περιπτώσεις βέβαια, το προβιοτικό συμπλήρωμα θα πρέπει να περιέχει πολλά δισεκατομμύρια μικροοργανισμών προκειμένου να αυξηθούν οι πιθανότητες αποικισμού του εντέρου. Για παράδειγμα, για τους διάφορους γαλακτοβάκιλλους στις διάφορες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν δοσολογίες 1 – 20 δισεκατομμύρια μονάδων σχηματισμού αποικιών (colony-forming units) την ημέρα ($1-20 \times 10^9$ CFU/d), ενώ για το *S. boulardii* χρησιμοποιούνται δοσολογίες 250 – 500 mg / ημέρα (Williams, 2010).

Τα συμπληρώματα θα πρέπει να διατηρούνται σε κατάλληλες συνθήκες, ακολουθώντας με ακρίβεια τις οδηγίες των παρασκευαστών, με αρκετά από αυτά να απαιτούν παραμονή στο ψυγείο. Επίσης τα περισσότερα από αυτά έχουν συγκεκριμένο χρόνο ζωής, ενώ εκείνα τα οποία περιέχουν ποικιλία μικροοργανισμών, απαιτούν ακόμα μεγαλύτερη προσοχή στη συντήρηση και την δοσολογία χρήσης τους. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι κυριότερες θεραπευτικές ενδείξεις των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων προβιοτικών (Williams, 2010).

Πίνακας 2: Οι κυριότερες ενδείξεις των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων προβιοτικών.

Θεραπευτική ένδειξη	Προβιοτικός μικροοργανισμός
Οξεία διαρροϊκή συνδρομή σε νήπια και παιδιά	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>Lactobacillus reuteri</i>
Διαρροϊκή συνδρομή σχετιζόμενη με χορήγηση αντιβιοτικών	<i>Saccharomyces boulardii</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>L. acidophilus</i> και <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>L. acidophilus</i> και <i>Bifidobacterium longum</i> <i>L. acidophilus</i> και <i>Bifidobacterium lactis</i>
Προσβολή από το <i>Clostridium difficile</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
Διάρροια των ταξιδιωτών (travelers' diarrhea)	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>Saccharomyces boulardii</i>
Σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου	<i>Bifidobacterium infantis</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
Ελκώδης κολίτιδα	<i>Escherichia coli</i> Nissle <i>Saccharomyces boulardii</i> μείγμα VSL#3 *
Νόσος του Crohn	<i>Saccharomyces boulardii</i>
Ειλείτιδα	μείγμα VSL#3 *
Πρόληψη ατοπικών – αλλεργικών καταστάσεων	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
Μυκητίαση κόλπου	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GR-1 και <i>Lactobacillus fermentum</i> RC-14 <i>Lactobacillus acidophilus</i>

*: Συνδυασμός 8 προβιοτικών μικροοργανισμών: *Lactobacillus casei*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *B. longum*, *Bifidobacterium breve*, *B. infantis* και *Streptococcus thermophilus*.

1.5 Οι πιθανές αλληλεπιδράσεις και ανεπιθύμητες ενέργειες των προβιοτικών συμπληρωμάτων

Αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα

Καθώς τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής περιέχουν ζώντες μικροοργανισμούς, είναι φανερό ότι η συγχορήγησή τους με αντιβιοτικά φαρμακευτικά σκευάσματα πιθανόν να εξουδετερώσει έναν μεγάλο αριθμό των μικροοργανισμών, περιορίζοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα ειδικά των ειδών *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*. Έτσι λοιπόν, η βασική οδηγία, η οποία δίδεται, είναι να μεσολαβεί χρονικό διάστημα τουλάχιστο δύο ωρών ανάμεσα στην χορήγησή τους. Αντίστοιχα, ο *S. boulardii* πιθανόν να αλληλοεπιδρά με τα αντιμυκητιακά φαρμακευτικά σκευάσματα και έτσι να περιορίζεται η δράση του – στην περίπτωση αυτή η βασική σύσταση είναι η κατά το δυνατόν αποφυγή της συγχορήγησης των δύο. Τέλος, ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων σε ασθενείς, οι οποίοι λαμβάνουν ανοσοκατασταλτικούς χημειοθεραπευτικούς παράγοντες, (για παράδειγμα κυκλοσπορίνη ή αζαθειοπρίνη) καθώς υπάρχει η πιθανότητα λοίμωξης από τους χορηγούμενους μικροοργανισμούς (Boyle et al., 2006).

Οι βασικές αντενδείξεις

Τα προβιοτικά συμπληρώματα τα οποία περιέχουν είδη *Lactobacillus* έχει περιγραφεί ότι προκαλούν σε ορισμένες περιπτώσεις βακτηριαιμία σε ασθενείς, οι οποίοι πάσχουν από σύνδρομο βραχέος εντέρου, καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις η λειτουργία και η ακεραιότητα του εντέρου έχει μεταβληθεί. Άλλη μία σχετική αντένδειξη είναι η χορήγησή τους σε ασθενείς που φέρουν κεντρικό φλεβικό καθετήρα, καθώς έχουν περιγράψει περιστατικά σηψαιμίας μετά από χορήγηση σκευασμάτων *Saccharomyces*. Τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν *Lactobacillus* αντενδείκνυται σε άτομα που έχουν υπερευαισθησία στην λακτόζη ή στο γάλα αγελάδας. Ο *Saccharomyces boulardii* αντενδείκνυται σε άτομα που έχουν αλλεργία στην ζύμη (yeast). Από την άλλη πλευρά, δεν έχουν αναφερθεί ανεπιθύμητες ενέργειες και ουσιαστικές αντενδείξεις στην χορήγηση των μπιφιντοβακτηριδίων τα οποία θεωρούνται μη-τοξικά και μη-παθογόνα (Kligler & Cohrssen, 2008).

Σε όλες τις περιπτώσεις, οι επαγγελματίες υγείας, οι οποίοι συνιστούν την χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής, θα πρέπει να έχουν υπ' όψη τους ότι τα σκευάσματα αυτά θεωρούνται ως συμπληρώματα διατροφής και δεν υπόκεινται στους ιδιαίτερα αυστηρούς ελέγχους που πραγματοποιούνται στα φαρμακευτικά θεραπευτικά σκευάσματα. Επιπλέον, το γεγονός ότι περιέχουν διαφορετικούς ζώντες μικροοργανισμούς αποτελεί σημαντική πρόκληση για τον λεπτομερή έλεγχο των δράσεων αλλά και των πιθανών ανεπιθύμητων ενεργειών τους.

Επιπλέον, οι περισσότερες από τις έως τώρα δημοσιευμένες μελέτες αναφέρονται σε μικρό δείγμα συμμετεχόντων, χωρίς την κατάλληλη τυχαιοποίηση ή ύπαρξη ομάδας ελέγχου, κάτι που σημαίνει ότι τα συμπεράσματά τους υπόκεινται σε πολλούς περιορισμούς. Παρά το ότι υπάρχουν σαφέστατες ενδείξεις σε σχέση με την αποτελεσματικότητά τους στην πρόληψη αλλά και αντιμετώπιση μιας σειράς παθολογικών καταστάσεων, εντούτοις χρειάζεται περαιτέρω επιστημονική έρευνα προκειμένου να εξαχθούν ακόμα πιο στέρεες αποδείξεις (Williams, 2010).

1.6 Τα προβλήματα της υγείας των αθλητών

Τα πλεονεκτήματα της σωματικής άσκησης και ειδικά της συστηματικής, είτε αυτή πραγματοποιείται σε καθαρά ερασιτεχνικό πλαίσιο, είτε σε ημι-επαγγελματικό ή και επαγγελματικό, είναι αναμφισβήτητα, για κάθε ηλικιακή ομάδα και για τα δύο φύλα. Ένας από τους πιο περιεκτικούς ορισμούς για την έννοια της συστηματικής σωματικής δραστηριότητας και άθλησης έχει δοθεί από τους Caspersen et al. (1985), σύμφωνα με τους οποίους «ως άθληση ορίζεται η σκόπιμη, επαναλαμβανόμενη, προγραμματισμένη και δομημένη σωματική δραστηριότητα, η οποία έχει ως βασικό σκοπό την διατήρηση αλλά και βελτίωση μιας σειράς συστατικών και παραμέτρων της φυσικής κατάστασης του αθλούμενου». Σύμφωνα με τους ίδιους, η συστηματική άσκηση βοηθάει σε σημαντικό βαθμό μία σειρά από παραμέτρους τόσο της σωματικής, όσο και της ψυχικής υγείας του ατόμου, που αφορούν σχεδόν το σύνολο των οργάνων και συστημάτων οργάνων του σώματος του αθλούμενου, όπως για παράδειγμα:

- Βελτιστοποίηση της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος,
- Ενδυνάμωση του μυοσκελετικού συστήματος, με ενίσχυση της οστικής πυκνότητας σε όλες της ηλικίες των αθλουμένων,
- Ελάττωση τόσο της συστολικής, όσο και της διαστολικής αρτηριακής πίεσης με ταυτόχρονη ελάττωση τόσο των σφίξεων του καρδιακού μυός, όσο και την συχνότητας των αναπνοών,
- Σημαντική βελτίωση της μεταβολικής δραστηριότητας του οργανισμού με αύξηση της ανοχής στην γλυκόζη, ελάττωση των τιμών σακχάρου νηστείας και βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ (ελάττωση της LDL χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων, με ταυτόχρονη αύξηση των τιμών της καρδιοπροστατευτικής HDL χοληστερόλης).
- Βελτίωση του ρυθμού μεταβολισμού των λιπών και υδατανθράκων ως αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας, με τελικό αποτέλεσμα την διατήρηση του δείκτη μάζας σώματος στα αποδεκτά επίπεδα,

- Με την αύξηση της κυκλοφορίας των ενδογενών ενδορφινών κατά την διάρκεια της έντονης σωματικής δραστηριότητας αναμφισβήτητη είναι η βελτίωση της ψυχολογικής κατάστασης του αθλούμενου, της πνευματικής του διαύγειας αλλά και της ποιότητας του ύπνου του με καταπολέμηση των πιθανών διαταραχών του.

Παρά τις παραπάνω αναφερόμενες ευεργετικές επιδράσεις που έχει στον ανθρώπινο οργανισμό η άθληση και η συστηματική φυσική δραστηριότητα, εντούτοις οι αθλητές και μάλιστα οι επαγγελματίες υψηλού επιπέδου, αντιμετωπίζουν μία σειρά από προβλήματα στην υγείας τους, ανάμεσα στα οποία τα σημαντικότερα είναι τα παρακάτω (Clarsen et al., 2014):

- Αθλητικές κακώσεις και τραυματισμοί του μυοσκελετικού συστήματος (οξείας αλλά και από υπέρχρηση). Ιδιαίτερα συχνά είναι τα σύνδρομα υπέρχρησης (overuse syndromes) διαφόρων τμημάτων του μυοσκελετικού συστήματος, τα οποία σε πολλές των περιπτώσεων συνδυάζονται με την εμφάνιση καταγμάτων κόπωσης (κνήμη, μετατάρσια, αστράγαλος, αυχέννας μηριαίου οστού),
- Η «τριάδα των αθλητριών» - “female athlete triad”, ένα ιδιαίτερα σημαντικό και πολύ συχνά εμφανιζόμενο σύνδρομο σε νεαρές αθλήτριες, που χαρακτηρίζεται από το τρίπτυχο: διαταραχή των διατροφικών συνηθειών, ανωμαλίες του καταμήνιου κύκλου και ελάττωση της οστικής μάζας με οστεοπενία ή και εμφάνιση οστεοπόρωσης,
- Διαταραχές της συναισθηματικής και ψυχικής υγείας των αθλητών / αθλητριών, με πολύ συχνή εμφάνιση αγχωδών διαταραχών, κατάθλιψης ή και σε ακραίες των περιπτώσεων ιδέες αυτοκτονίας.
- Τέλος, σε αυτή την κατηγορία θα υπαχθούν και τα πολύ σημαντικά προβλήματα στην υγεία των αθλητών που προκαλούνται από την ανεξέλεγκτη χρήση από αυτούς πολλαπλών συμπληρωμάτων διατροφής, χωρίς καμία επιστημονική τεκμηρίωση τις περισσότερες φορές, αλλά και απαγορευμένων για τη χρήση τους στον αθλητισμό χημικών – φαρμακευτικών ουσιών, με σκοπό να αυξήσουν την απόδοση στο άθλημά τους – πρόκειται για το ντόπινγκ, τη σύγχρονη μάλιστα του αθλητισμού.

1.7 Η υγεία των αθλητών και τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής

Τα τελευταία χρόνια η χρήση των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής από τους επαγγελματίες αθλητές με στόχο την βελτιστοποίηση της υγείας τους, της προπόνησης και τελικά των επιδόσεων που επιτυγχάνουν στο άθλημά τους έχει αποκτήσει ολοένα και αυξανόμενο ενδιαφέρον από την επιστημονική κοινότητα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα προβιοτικά συμπληρώματα περιέχουν έναν μεγάλο αριθμό βακτηρίων, ειδικά εκείνων του γαλακτικού οξέος και μετά από τον αποικισμό του γαστρεντερικού συστήματος παρέχουν μία σειρά από ευεργετικές δράσεις στην υγεία των ατόμων που τα καταναλώνουν. Όμως, σύμφωνα με τους Pyne et al., (2015), η επιστημονική έρευνα σχετικά με την επίδραση που έχουν στην ειδική ομάδα των αθλητών (και ιδιαίτερα αυτών των υψηλών επιδόσεων) υστερεί σημαντικά σε σύγκριση με την αντίστοιχη έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί τόσο στα ζώα, όσο και για τις διάφορες παθολογικές καταστάσεις που προσβάλλουν το γενικό πληθυσμό.

Πολύ συχνά αποδεικνύεται ιδιαίτερα δύσκολο να μελετηθούν οι αθλητές κατά την διάρκεια της προπόνησης ή των αγωνιστικών δραστηριοτήτων τους, καθώς υπεισέρχεται ένα ευρύ φάσμα αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στη διατροφή, τη φυσική δραστηριότητα αλλά και στους πολλούς στρεσογόνους παράγοντες και ερεθίσματα που υφίστανται. Σε όλες τις περιπτώσεις η επιτυχής διαχείριση του συνδυασμού της προπόνησης, του τρόπου ζωής και των διατροφικών συνηθειών αποτελεί μία σημαντική πρόκληση για τους αθλητές υψηλών επιδόσεων, οι οποίοι εκτός από τον αθλητισμό έχουν πολλαπλές δραστηριότητες στην υπόλοιπη κοινωνική και οικογενειακή τους ζωή, στην εργασία και τα ταξίδια τους. Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω, οι αθλητές θα πρέπει να δίνουν υψηλή προτεραιότητα στη διατήρηση της υγείας τους σε άριστη κατάσταση προκειμένου να επιτύχουν υψηλές επιδόσεις στο άθλημά τους. Το σκοπό αυτόν εξυπηρετεί και η χρήση των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής, τα οποία κατά κύριο λόγο λαμβάνονται από αυτούς προκειμένου να προάγουν την υγεία του εντέρου τους, καθώς ακόμα και ήπιου βαθμού διαταραχές του είναι δυνατόν να έχουν πολύ αρνητικές επιπτώσεις στην προπόνηση και τα αθλητικά επιτεύγματά τους (Pyne et al., 2005).

Από ανοσολογικής άποψης, τόσο το αναπνευστικό σύστημα, όσο και το γαστρεντερικό έχουν πρωταρχικό ρόλο στη μεσολάβηση των αμυντικών μηχανισμών του ανθρώπινου οργανισμού και της ρύθμισης της ομοιόστασης των βλεννογόνων του. Οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί άμυνας, εντοπιζόμενοι στις επιφάνειες των βλεννογόνων του αναπνευστικού (ειδικά στο στοματοφάρυγγα) και γαστρεντερικού συστήματος προστατεύουν σε μεγάλο ποσοστό τον αθλητή από την προσβολή από τους συνήθεις παθογόνους μικροοργανισμούς. Όμως, κατά τη διάρκεια της έντονης ή παρατεταμένης άσκησης (ή και του συνδυασμού τους), σε πολλές των

περιπτώσεων διαταράσσεται η ακεραιότητα του βλεννογόνου με αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας σειράς δυσάρεστων συμπτωμάτων για τον αθλητή, όπως είναι για παράδειγμα η ναυτία, ο μετεωρισμός, κωλικοειδή κοιλιακά άλγη, διάρροια ή ακόμα και αιμορραγία από το γαστρεντερικό σύστημα. Έτσι λοιπόν, οι επαγγελματίες υγείας με ειδικευση στον τομέα της αθλητιατρικής επιδίωκαν ανέκαθεν την εφαρμογή μιας σειράς διατροφικών πρακτικών, συμπεριλαμβανομένων και των διαφόρων συμπληρωμάτων διατροφής, προκειμένου να επιτύχουν την κατά το δυνατόν, ελαχιστοποίηση του κινδύνου εξασθένησης του αναπνευστικού και γαστρεντερικού συστήματος των αθλητών, κατά την διάρκεια της εντατικής προπόνησης και άσκησής τους (Lamprecht & Frauwallner, 2012).

Σε αυτό ακριβώς το πλαίσιο της ενίσχυσης των μηχανισμών άμυνας του οργανισμού του αθλητή και ειδικά του ανώτερου αναπνευστικού και του γαστρεντερικού συστήματος υπεισέρχεται και η χρήση των προβιοτικών διατροφικών συμπληρωμάτων, η χρήση των οποίων, αλλά και η αντίστοιχη έρευνα σε σχέση με τους μηχανισμούς δράσης και την αποτελεσματικότητά τους, έχει αυξηθεί κατά την τελευταία δεκαετία. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι πιθανοί μηχανισμοί ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος στο ανώτερο αναπνευστικό και γαστρεντερικό σύστημα μετά από την χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής (Pyne et al., 2015).

Πίνακας 3: Οι πιθανοί μηχανισμοί με τους οποίους τα προβιοτικά ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα.

Ενίσχυση των μηχανισμών φραγμού των επιθηλιακών κυττάρων

Τροποποίηση της έκκρισης κυτοκινών από τα μακροφάγα και τα λεμφοκύτταρα

Αντιμικροβιακή δράση κατά τον αποικισμό του γαστρεντερικού συστήματος

Αύξηση της παραγωγής αντιμικροβιακών πεπτιδίων και αντιοξειδωτικών ενζύμων

Επαγωγή της λειτουργίας των ρυθμιστικών T – Λεμφοκυττάρων

Αύξηση της επικοινωνίας ανάμεσα στο ανοσοποιητικό σύστημα του οργανισμού και του μικροβιώματος του αναπνευστικού και γαστρεντερικού συστήματος

Συμμετοχή λιπαρών οξέων βραχείας αλύσου στην ομοίωση των κυττάρων Treg

2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας, μετά την παραπάνω αναλυτική παρουσίαση των επιδράσεων που έχουν στον ανθρώπινο οργανισμό τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής, είναι η διερεύνηση και παρουσίαση των νεώτερων ερευνητικών δεδομένων σε σχέση με την επίδραση που έχουν αυτά τα συμπληρώματα ειδικά στην υγεία αλλά και την επίδοση των αθλητών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι αθλητές αποτελούν μία ειδική ομάδα πληθυσμού, που έχουν σε πολύ υψηλή προτεραιότητα την διατήρηση άριστου επιπέδου υγείας τους προκειμένου να επιτύχουν το μέγιστο της αθλητικής επίδοσης. Τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής στοχεύουν κατά κύριο λόγο στην προαγωγή της υγείας του εντέρου, του οποίου ακόμα και ήπια ενοχλήματα και συμπτωματολογία είναι δυνατόν να έχουν ως καταστροφικά αποτελέσματα στην επίδοση του αθλητή, ειδικά εάν αυτός αγωνίζεται σε πολύ υψηλό επίπεδο. Επιπλέον, ακόμα πιο πρόσφατα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον απέκτησε η μελέτη της επίδρασης των προβιοτικών και στην πρόληψη των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος και ειδικά του κοινού κρυολογήματος, συνδέοντας με τον τρόπο αυτόν τις ανοσολογικές ιδιότητες του λεπτού εντέρου με την επαγωγή της άμυνας του οργανισμού έναντι στις συγκεκριμένες λοιμώξεις (Otczyk and Cripps, 2010).

Έτσι λοιπόν, θα παρουσιαστούν μία σειρά από πρόσφατα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την επίδραση που έχουν τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής στην υγεία και την επίδοση των αθλητών, δίδοντας έμφαση τόσο στην αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων που περιέχουν ένα είδος μικροοργανισμού, όσο και αυτών που περιέχουν πολλαπλούς μικροοργανισμούς, διαφορετικού είδους, αλλά και διαφορετικού γένους. Τέλος, θα παρουσιαστούν οι πιο σύγχρονες συστηματικές ανασκοπήσεις της πρόσφατης βιβλιογραφίας οι οποίες συνοψίζουν την αποτελεσματικότητα αυτών των συμπληρωμάτων.

3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω αναφερόμενος σκοπός της διπλωματικής, επελέγη το εργαλείο της αφηγηματικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας (narrative literature review). Η αφηγηματική ανασκόπηση, σύμφωνα με τους Day and Gastel (2012), αν και σε ένα μεγάλο τμήμα της μεθοδολογίας της ακολουθεί τα πρότυπα της συστηματικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας (systematic literature review), εντούτοις χαρακτηρίζεται από την λιγότερο αυστηρή και τυποποιημένη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της, ενώ βέβαια δεν πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση και παρουσίαση των ευρημάτων της ανασκόπησης, όπως συμβαίνει με την μετα-ανάλυση (meta-analysis).

Οι βάσεις επιστημονικών δεδομένων οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των σχετικών δεδομένων της βιβλιογραφίας ήταν οι: *Pubmed/NCBI*, *Cochrane Library of Systematic Reviews*, *Google Scholar*, *Scopus* και *Embase*. Οι λέξεις κλειδιά (mesh terms) οι οποίες εισήχθησαν στις παραπάνω βάσεις δεδομένων για την αναζήτηση ήταν οι: *probiotics*, *supplements*, *athletes*, *health*, *performance*, σε διάφορους συνδυασμούς μεταξύ των, και με την χρήση των διαζευκτικών AND και OR. Τα κριτήρια εισόδου των επιλεγθέντων άρθρων ήταν τα εξής:

- Ημερομηνία δημοσίευσης μετά το έτος 2005,
- Γλώσσα δημοσίευσης η αγγλική,
- Πρωτότυπες κλινικές μελέτες (τυχαιοποιημένες ή μη), μελέτες σειράς καθώς και συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις της βιβλιογραφίας,
- Άρθρα των οποίων είναι διαθέσιμο το πλήρες κείμενο.

Από την άλλη πλευρά, τα κριτήρια αποκλεισμού των μελετών ήταν τα παρακάτω:

- Μελέτες που αναφερόταν σε ζώα,
- Παρουσιάσεις μεμονωμένων περιστατικών και άρθρα απόψεων ειδικών.
- Μελέτες στις οποίες εκτός από τα προβιοτικά χρησιμοποιούνταν ταυτόχρονα και άλλου είδους διατροφικά συμπληρώματα για τους αθλητές.

Στη συνέχεια θα γίνει η αναλυτική παρουσίαση των ευρημάτων της παρούσας αφηγηματικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας.

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο συγκεκριμένο τμήμα της διπλωματικής εργασίας θα παρουσιαστούν ορισμένες από τις πλέον χαρακτηριστικές πρωτότυπες κλινικές μελέτες οι οποίες επιλέχθηκαν σύμφωνα με τα παραπάνω αναφερόμενα κριτήρια – ενώ στο τμήμα της συζήτησης θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στα ευρήματα των πιο πρόσφατων συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων της βιβλιογραφίας.

4.1 Τα προβιοτικά συμπληρώματα τα οποία περιέχουν ένα είδος μικροοργανισμού.

Στο πρώτο τμήμα της παρούσας ενότητας θα παρουσιαστούν ορισμένες από τις πιο χαρακτηριστικές κλινικές μελέτες οι οποίες αφορούν την χρήση από αθλητές προβιοτικών συμπληρωμάτων τα οποία περιείχαν έναν μόνο συγκεκριμένο μικροοργανισμό. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται περιληπτικά τα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων κλινικών μελετών.

Η έντονη άσκηση και προπόνηση, σε καθημερινή σχεδόν βάση, όπως αυτή πραγματοποιείται από τους δρομείς μεγάλων αποστάσεων και ειδικά τους μαραθωνοδρόμους, σχετίζεται σε μεγάλο αριθμό των περιπτώσεων με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, ενώ ταυτόχρονα δεν είναι ασυνήθεις και οι διαταραχές των δρομέων από το γαστρεντερικό τους σύστημα. Σε μία από τις πρώτες ανάλογες κλινικές μελέτες, οι Kekkonen et al., (2007), σε μία τυχαίοποιημένη, τυφλή μελέτη με ομάδα ελέγχου, στην οποία συμμετείχαν συνολικά 141 μαραθωνοδρόμοι, διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα που έχει το συμπλήρωμα του *Lactobacillus rhamnosus* GG. Το συμπλήρωμα αυτό χορηγήθηκε για χρονικό διάστημα τριών μηνών, και αμέσως μετά οι αθλητές αγωνίστηκαν σε έναν αγώνα μαραθωνίου δρόμου. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι:

- Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τις λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος αλλά και του συνολικού αριθμού των υγιών ημερών των αθλητών της ομάδας παρέμβασης και την ομάδα ελέγχου (placebo),
- Δεν διαπιστώθηκε στατιστική διαφορά σε σχέση με τον αριθμό των συμβάντων από το γαστρεντερικό σύστημα των αθλητών, όμως,
- Οι αθλητές οι οποίοι έλαβαν το προβιοτικό συμπλήρωμα είχαν στατιστικά σημαντικά πιο γρήγορη ανάρρωση από τα ενοχλήματα που προέκυψαν κατά την διάρκεια της προπόνησής τους από το γαστρεντερικό σύστημα, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (2,9 ημέρες η μέση περίοδος αποθεραπείας έναντι 4,3), γεγονός που σαφώς και αποτελεί

σημαντικό πλεονέκτημα καθώς έστω και μία επιπλέον ημέρα προπόνησης μπορεί να κάνει τη διαφορά για αθλητές που αγωνίζονται σε επίπεδα πρωταθλητισμού.

Μία ανάλογη, αλλά πολύ πιο πρόσφατη τυχαίοποιημένη μελέτη με ομάδα ελέγχου δημοσιεύθηκε από τους Vaisberg et al., (2019), με συμμετοχή 42 ανδρών μαραθωνοδρόμων, οι οποίοι για ένα χρονικό διάστημα 30 ημερών της προετοιμασίας τους έλαβαν καθημερινά ποσότητα γάλακτος το οποίο είχε υποστεί ζύμωση και περιείχε 40 δισεκατομμύρια κύτταρα του *Lactobacillus casei* Shirota, με την ομάδα ελέγχου να λαμβάνει σκεύασμα το οποίο δεν περιείχε προβιοτικό οργανισμό (placebo). Τα κριτήρια έκβασης τα οποία διερευνήθηκαν ήταν μία σειρά από φλεγμονώδεις και ανοσολογικούς παράγοντες στον ορό του αίματος αλλά και στον ρινικό βλεννογόνο των συμμετεχόντων, καθώς και οι συγκεντρώσεις των εκκριτικών ανοσοσφαιρινών IgA και των αντιμικροβιακών πεπτιδίων στο σάλιο των αθλητών, με τις συγκεκριμένες μετρήσεις να πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της προπόνησης, αμέσως μετά τον τερματισμό του μαραθωνίου δρόμου και εν συνεχεία μετά από 3 και 14 ημέρες. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι:

- Στην ομάδα ελέγχου (αθλητές οι οποίοι ελάμβαναν το εικονικό σκεύασμα), μετρήθηκαν αυξημένα επίπεδα προ-φλεγμονωδών κυτοκινών στον ορό καθώς και στον ρινικό βλεννογόνο, ταυτόχρονα με ελαττωμένα επίπεδα IgA και αντιμικροβιακών πεπτιδίων αμέσως μετά τον τερματισμό του μαραθωνίου δρόμου σε σύγκριση με την ομάδα παρέμβασης.
- Σε όλα τα υπόλοιπα χρονικά διαστήματα οι αθλητές οι οποίοι λάμβαναν το προβιοτικό συμπλήρωμα είχαν υψηλότερους αντιφλεγμονώδεις δείκτες και ελαττωμένο αριθμό ουδετερόφιλων λευκών αιμοσφαιρίων στον ρινικό βλεννογόνο σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (Vaisberg et al., 2019), ήταν ότι η συστηματική χορήγηση συμπληρώματος *Lactobacillus casei* Shirota σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων έχει την δυνατότητα να τροποποιήσει την ανοσολογική αντίδραση, τόσο στο τοπικό επίπεδο της ανώτερης αναπνευστικής οδού, όσο και σε συστηματικό επίπεδο, προσφέροντας σημαντικό προστατευτικό πλεονέκτημα στους αθλητές ενάντια στις λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Τα συγκεκριμένα συμπεράσματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά, καθώς θεωρείται ότι οι εκκριτικές ανοσοσφαιρίνες IgA αποτελούν την «πρώτη γραμμή» άμυνας του ανθρώπινου οργανισμού ενάντια σε μικροβιακούς παθογόνους παράγοντες, και κατά πάσα πιθανότητα η ελάττωση των επιπέδων τους στο σάλιο των αθλητών συσχετίζεται άμεσα με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, μετά από έναν αγώνα μαραθωνίου δρόμου ο οποίος εξουθενώνει σε μεγάλο βαθμό τον οργανισμό ακόμα και του πιο καλά προπονημένου αθλητή, αλλά και κατά την διάρκεια των περιόδων της εντατικής προπόνησης (Walsh et al., 2011).

Το 2011 οι West et al., (2011), μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της χορήγησης συμπληρώματος του *Lactobacillus fermentum* στην καταπολέμηση των συμπτωμάτων από το γαστρεντερικό σύστημα καθώς και των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, σε ποδηλάτες υψηλού επιπέδου. Πρόκειται για μία τυχαίοποιημένη μελέτη με ομάδα ελέγχου, στην οποία συμμετείχαν 64 αθλητές και 35 αθλήτριες, μέσου όρου ηλικίας τα 35 έτη, οι οποίοι για χρονικό διάστημα 11 εβδομάδων έλαβαν το συμπλήρωμα το οποίο περιείχε τουλάχιστον 1×10^9 του *L. fermentum* (ομάδα παρέμβασης), με την ομάδα ελέγχου να λαμβάνει για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα εικονικό συμπλήρωμα (placebo). Τα κριτήρια έκβασης της μελέτης ήταν 1) Η συγκέντρωση του μικροοργανισμού στα κόπρανα των αθλητών, 2) Η από τους ίδιους αναφερόμενη πιθανή συμπτωματολογία οποιονδήποτε παθήσεων και 3) τα επίπεδα κυτοκινών του ορού. Τα βασικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης ήταν τα εξής:

- Διαπιστώθηκε πολύ σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του *L. fermentum* στα κόπρανα των αθλητών της ομάδας παρέμβασης σε σύγκριση με αυτούς της ομάδας ελέγχου (7,7 φορές κατά μέσο όρο). Αντίθετα, στις γυναίκες τα αποτελέσματα ήταν αμφίβολα, με αύξηση μόλις 2,2 φορές των επιπέδων του μικροοργανισμού.
- Ο αριθμός καθώς και η διάρκεια των ήπιων συμπτωμάτων από το γαστρεντερικό σύστημα ήταν δύο φορές μεγαλύτερος στους αθλητές και της αθλήτριες οι οποίοι έλαβαν το προβιοτικό συμπλήρωμα διατροφής.
- Εντούτοις διαπιστώθηκε ελάττωση κατά 30% της εμφάνισης σοβαρής συμπτωματολογίας από το γαστρεντερικό σύστημα στους αθλητές και τις αθλήτριες της ομάδας παρέμβασης.
- Η βαρύτητα των συμπτωμάτων των λοιμώξεων από το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα ήταν κατά 30% πιο ελαττωμένη στους άνδρες αθλητές της ομάδας παρέμβασης· αντίθετα, η βαρύτητα αυτή ήταν 2,2 φορές πιο αυξημένη στις γυναίκες. Και στις δύο περιπτώσεις, η συχνότητα και ποσότητα χρήσης φαρμακευτικών σκευασμάτων ενάντια στο κοινό κρυολόγημα αντανάκλούσε με ακρίβεια τα παραπάνω αναφερόμενα ευρήματα.
- Συνολικά, δεν ήταν δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σε σχέση με την επίδραση του συγκεκριμένου συμπληρώματος στην πρόληψη των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος.
- Διαπιστώθηκε, τέλος, στατιστικά σημαντική ελάττωση ορισμένων κατηγοριών των κυτοκινών οι οποίες παράγονται μετά από την έντονη άσκηση στους αθλητές και τις αθλήτριες της ομάδας παρέμβασης.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (West et al., 2011), ήταν ότι τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής τα οποία περιέχουν τον μικροοργανισμό *L. fermentum* πιθανόν να είναι ευεργετικά για την υγεία των αθλητών υψηλών επιδόσεων οι οποίοι τα χρησιμοποιούν,

ειδικά για το γαστρεντερικό και το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα· οι συγκεκριμένες δράσεις πιθανολογείται ότι οφείλονται σε ελάττωση μιας σειράς διαταραχών του ανοσοποιητικού συστήματος των αθλητών, που προκαλούνται εξαιτίας της έντονης – συστηματικής άσκησης. Εντούτοις, δεν μπορεί να εξαχθούν σαφή συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση που έχουν στην πρόληψη των παθήσεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, ούτε επίσης και την αποτελεσματικότητά τους στο γυναικείο φύλο, πεδία, τα οποία σύμφωνα με τους συγγραφείς χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Σε μία από τις πιο πρόσφατα δημοσιευθείσες τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες (διπλή – τυφλή μελέτη) με ομάδα ελέγχου, οι Huang et al., (2019), διερεύνησαν την επίδραση που είχε το προβιοτικό συμπλήρωμα του *Lactobacillus plantarum* PS128 σε μία σειρά από παραμέτρους του ανοσολογικού συστήματος, αλλά και το επίπεδο της απόδοσης αθλητών τριάθλου υψηλού επιπέδου. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα απαιτητικό και εξαντλητικό άθλημα – στην ουσία συνδυασμό τριών αθλημάτων: 3,8 χιλιόμετρα κολύμβηση, 180 χιλιόμετρα ποδηλασία και 42,2 χιλιόμετρα αγώνας δρόμου, όλα σε διάστημα μιας ημέρας. Πρόκειται λοιπόν για επίπονο αγώνισμα κατά την διάρκεια του οποίου παρατηρούνται πολλοί μυϊκοί τραυματισμοί αλλά και μεγάλη κόπωση των αθλητών. Στην μελέτη συμμετείχαν συνολικά 18 αθλητές (9 στην ομάδα παρέμβασης και 9 στην ομάδα ελέγχου), με τους αθλητές της ομάδας παρέμβασης να λαμβάνουν καθημερινά 1 κάψουλα η οποία περιείχε περίπου $1,5 \times 10^{10}$ μονάδες σχηματισμού αποικιών (colony forming units) του μικροοργανισμού για χρονικό διάστημα τεσσάρων εβδομάδων κατά το οποίο οι αθλητές προπονούνταν με ιδιαίτερη ένταση. Κατά το χρονικό διάστημα αυτό οι οδηγίες που τους δόθηκε ήταν να αποφεύγουν πλήρως την κατανάλωση προβιοτικών, πρεβιοτικών και άλλων προϊόντων ζύμωσης (για παράδειγμα γιαούρτι). Στο τέλος της περιόδου αυτής μελετήθηκαν μία σειρά από ανοσολογικοί παράγοντες των αθλητών, με τα κύρια αποτελέσματα να είναι τα εξής:

- Διαπιστώθηκε ότι στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης τροποποιήθηκαν προς το ευνοϊκό μία σειρά από παράγοντες ενδεικτικούς του οξειδωτικού στρες: πρόκειται πιο συγκεκριμένα για τα επίπεδα της κρεατινικής κινάσης, της θειορεδοξίνης (thioredoxin) και της μυελοϋπεροξειδάσης (myeloperoxidase).
- Επιπλέον διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική ελάττωση (6% -13%) μιας σειρά από προ-φλεγμονώδεις κυτοκίνες, όπως για παράδειγμα είναι οι TNF- α , IL-6, με ταυτόχρονη μεγάλη αύξηση (55%) της αντιφλεγμονώδους κυτοκίνης IL-10.
- Τέλος διαπιστώθηκε στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης στατιστικά σημαντική αύξηση (24% - 69%, $p < 0.05$) των κυκλοφορούντων στο πλάσμα αμινοξέων αλλά και αύξηση του συνολικού επιπέδου της αγωνιστικής τους απόδοσης σε σύγκριση με τους αθλητές της ομάδας ελέγχου.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (Huang et al., 2019), ήταν ότι το προβιοτικό συμπλήρωμα *Lactobacillus plantarum* PS128 έχει θετικά αποτελέσματα στην διατήρηση της επίδοσης των αθλητών του τρίαθλου, κατά πάσα πιθανότητα μέσω της τροποποίησης των οξειδωτικών, φλεγμονωδών και μεταβολικών οδών. Καθώς λοιπόν οι αθλητές υψηλών επιδόσεων σε αθλήματα αντοχής (όπως το τρίαθλο ή και ο μαραθώνιος δρόμος) είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοποιημένοι σε σχέση με παράγοντες και μέσα τα οποία προάγουν την υγεία και τις επιδόσεις τους με φυσικό τρόπο, το συγκεκριμένο προβιοτικό συμπλήρωμα μπορεί να αποδειχθεί πολύτιμο όχι μόνο για την απόδοση, αλλά και για την φυσιολογική προσαρμογή του οργανισμού τους στις συνθήκες της εντατικής προπόνησης και άσκησης.

Η τελευταία κλινική μελέτη η οποία θα παρουσιαστεί στην παρούσα ενότητα είναι η τυχαίοποιημένη διπλή-τυφλή μελέτη με ομάδα ελέγχου των Gleeson et al., (2012), οι οποίοι διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα του προβιοτικού συμπληρώματος *Lactobacillus salivarius* σε σχέση με τις πιθανές μεταβολές στην ανοσοαπόκριση αθλητών (ανδρών και γυναικών αγωνισμάτων αντοχής). Συνολικά συμμετείχαν 66 αθλητές, με αυτούς της ομάδος παρέμβασης να λαμβάνουν καθημερινά, για διάρκεια 16 εβδομάδων, τον συγκεκριμένο προβιοτικό οργανισμό (2×10^{10} μονάδες σχηματισμού αποικιών). Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες της μελέτης σε μία σειρά από κριτήρια έκβασης, στα οποία συμπεριλαμβάνονταν:

- Ο αριθμός, η βαρύτητα και η διάρκεια των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος,
- Τα επίπεδα των λευκών αιμοσφαιρίων, ουδετερόφιλων, μονοκυττάρων και λεμφοκυττάρων,
- Τα επίπεδα ανοσοσφαιρινών IgA του σιέλου των αθλητών και τέλος,
- Τα επίπεδα της λυσοζύμης του σιέλου.

Φαίνεται λοιπόν ότι το συγκεκριμένο προβιοτικό συμπλήρωμα δε προσφέρει στατιστικά σημαντικά οφέλη και πλεονεκτήματα στους αθλητές αγωνισμάτων αντοχής.

Πίνακας 4: Οι κλινικές μελέτες με χρήση ενός μικροοργανισμού.

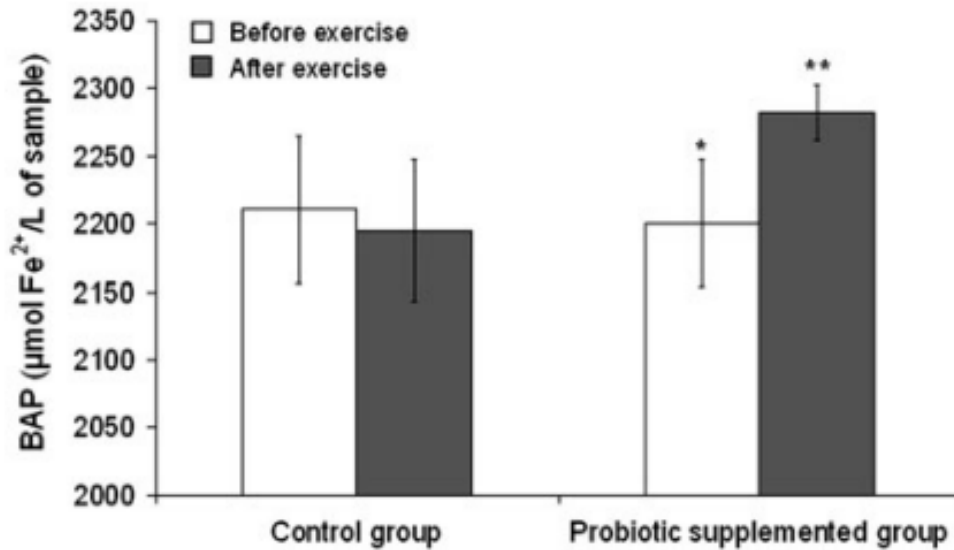
Μελέτη	Μικροοργανισμός	Συμμετέχοντες	Αποτελέσματα
Kekkonen et al., (2007)	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	141 μαραθωνοδρόμοι	Πιο γρήγορη αποκατάσταση των συμπτωμάτων από το γαστρεντερικό σύστημα
Vaisberg et al., (2019)	<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	42 μαραθωνοδρόμοι	Προστασία έναντι των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού
West et. al, (2011)	<i>Lactobacillus fermentum</i>	Ποδηλάτες – 64 άνδρες και 35 γυναίκες	Ενδείξεις προστατευτικής δράσης στο γαστρεντερικό και κατώτερο αναπνευστικό σύστημα των ανδρών
Huang et al., (2019)	<i>Lactobacillus plantarum</i> PS128	18 αθλητές του τριάθλου	Βελτίωση της απόδοσης των αθλητών με θετική τροποποίηση μιας σειράς από μεταβολικούς, οξειδωτικούς και φλεγμονώδεις δείκτες
Gleeson et al., (2012)	<i>Lactobacillus salivarius</i>	66 αθλητές αγωνισμάτων αντοχής	Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικά οφέλη από την χρήση του προβιοτικού συμπληρώματος

4.2 Τα προβιοτικά συμπληρώματα τα οποία περιέχουν μικροοργανισμούς πολλαπλών ειδών του ίδιου γένους

Οι Martarelli et al., (2011), μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της χορήγησης προβιοτικού διατροφικού συμπληρώματος το οποίο περιελάμβανε το συνδυασμό των μικροοργανισμών *Lactobacillus rhamnosus* και *Lactobacillus paracasei* σε σχέση με το οξειδωτικό στρες σε αθλητές κατά την περίοδο τεσσάρων εβδομάδων εντατικής προπόνησής τους. Πιο συγκεκριμένα, στην ομάδα παρέμβασης χορηγήθηκε συμπλήρωμα που περιείχε τους δύο αυτούς μικροοργανισμούς σε αναλογία 1:1 (περίπου 10^9 μικροοργανισμοί / ημέρα), ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν χορηγήθηκε κανένα συμπλήρωμα. Τα κριτήρια έκβασης τα οποία μελετήθηκαν ήταν τα επίπεδα στο πλάσμα μιας σειράς μεταβολιτών και αντιοξειδωτικών παραγόντων, αμέσως πριν και μετά από την χορήγηση των συγκεκριμένων συμπληρωμάτων, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε και ανάλυση των κοπράνων των αθλητών πριν την έναρξη και μετά το τέλος της μελέτης. Συνολικά συμμετείχαν 24 εθελοντές (12 στην ομάδα παρέμβασης και 12 στην ομάδα ελέγχου), με τα βασικά αποτελέσματα της μελέτης να δείχνουν ότι:

- Η έντονη αθλητική δραστηριότητα και προπόνηση των αθλητών είχε ως αποτέλεσμα την πρόκληση οξειδωτικού στρες
- Η χορήγηση του συγκεκριμένου συνδυασμού των προβιοτικών μικροοργανισμών είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων στο πλάσμα αντιοξειδωτικών παραγόντων, οι οποίοι εξουδετέρωναν τις οξειδωτικές ρίζες (Εικόνα 1).
- Ο συγκεκριμένος συνδυασμός των μικροοργανισμών *L. rhamnosus* και *L. paracasei* είχε ισχυρή αντιοξειδωτική επίδραση στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (Martarelli et al., 2011), ήταν ότι οι αθλητές αλλά και όλα τα άτομα τα οποία εκτίθενται σε συνθήκες οι οποίες προάγουν το οξειδωτικό στρες, κατά πάσα πιθανότητα θα ωφεληθούν από το συγκεκριμένο συνδυασμό προβιοτικών μικροοργανισμών, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να αυξάνουν τα επίπεδα των αντιοξειδωτικών μεταβολιτών στο πλάσμα, εξουδετερώνοντας τις δραστικές ρίζες οξυγόνου.



Εικόνα 1: Η επίδραση του προβιοτικού συμπληρώματος στο βιολογικό αντιοξειδωτικό δυναμικό του πλάσματος των αθλητών

BAP: Biologic Antioxidant Potential (Βιολογικό αντιοξειδωτικό δυναμικό). Στην ομάδα παρέμβασης τα επίπεδα BAP αυξήθηκαν, παρά την έντονη άσκηση και σωματική δραστηριότητα. Επιπλέον, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την ομάδα των αθλητών που δεν έλαβαν κανένα συμπλήρωμα (control group). Πηγή: Martarelli et al., (2011).

Τον ίδιο ακριβώς αυτόν συνδυασμό προβιοτικών μικροοργανισμών (*L. rhamnosus* και *L. paracasei*) μελέτησαν οι Coman et al., (2017), όσον αφορά την επίδραση που είχαν στην υγεία 10 νεαρών Ιταλών αθλητών, στους οποίους χορηγήθηκε το συμπλήρωμα αυτό για χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε και μία έρευνα σε 164 αθλητές σχετικά με την γνώση αλλά και τις απόψεις που έχουν αυτοί σε σχέση με τα συγκεκριμένα συμπληρώματα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι:

- Μόλις το 17% των νεαρών αθλητών είχε αντιληφθεί την έννοια του όρου «λειτουργική διατροφή» (“functional food”), αν και το σύνολό τους γνώριζε την άμεση σχέση που έχει το είδος της διατροφής με την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού,
- Στους αθλητές στους οποίους χορηγήθηκε ο συνδυασμός των δύο προβιοτικών μικροοργανισμών, διαπιστώθηκε:
 - Σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης στα κόπρανα των *Lactobacillus* spp. και *Bifidobacterium* spp.,
 - Σημαντική βελτίωση της λειτουργίας του εντέρου τους (τόσο του λεπτού όσο και του παχέος) και τέλος,

- Ελάττωση της παθολογίας από το ανώτερο αναπνευστικό σύστημα.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (Coman et al., 2017) ήταν ότι ο συγκεκριμένος συνδυασμός μικροοργανισμών μπορεί να προσφέρει σημαντική βελτίωση στη λειτουργία του εντέρου, την οξειδωτική και ανοσολογική κατάσταση αλλά και γενικά την ευζωία των νεαρών αθλητών που τα λαμβάνουν.

Τα αποτελέσματα των δύο προαναφερθέντων κλινικών μελετών, ειδικά σε σχέση με την αντιοξειδωτική δράση του συνδυασμού των ειδών των γαλακτοβάκιλλων, είναι σύμφωνα με άλλες ερευνητικές μελέτες, όπως αυτή των Uskova and Kravchenko (2009), που μελέτησαν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες 14 διαφορετικών ειδών βακτηρίων του γαλακτικού οξέος και διαπίστωσαν ότι όλα τους είχαν υψηλές αντιοξειδωτικές ιδιότητες· ανάμεσα στα είδη ξεχώρισαν τα *Lactobacillus casei* και *Lactobacillus fermentum*, για τα οποία διαπιστώθηκε πολύ σημαντική ικανότητα καταστολής της οξείδωσης της λουμινόλης (σε ποσοστά 43% - 65.8%) καθώς και της υπεροξειδωσης των μικροσωματικών λιπιδίων (σε ποσοστά 57,9% - 89,5%).

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται περιληπτικά τα ευρήματα των παραπάνω παρουσιασθέντων κλινικών μελετών.

Πίνακας 5: Οι κλινικές μελέτες με την χορήγηση συνδυασμού προβιοτικών μικροοργανισμών πολλαπλών ειδών του ίδιου γένους.

Μελέτη	Μικροοργανισμοί	Συμμετέχοντες	Αποτελέσματα
Martarelli et al., (2011)	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> και <i>Lactobacillus paracasei</i>	24 αθλητές υψηλών επιδόσεων	Ο συγκεκριμένος συνδυασμός μικροοργανισμών αύξησε τα επίπεδα των αντιοξειδωτικών μεταβολιτών στο πλάσμα, εξουδετερώνοντας τις δραστικές ρίζες οξυγόνου.
Coman et al., (2017)	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> και <i>Lactobacillus paracasei</i>	10 νεαροί αθλητές	Διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση στην λειτουργία του εντέρου, την οξειδωτική και ανοσολογική κατάσταση των αθλητών

4.3 Τα προβιοτικά συμπληρώματα τα οποία περιέχουν μικροοργανισμούς διαφορετικών γενών

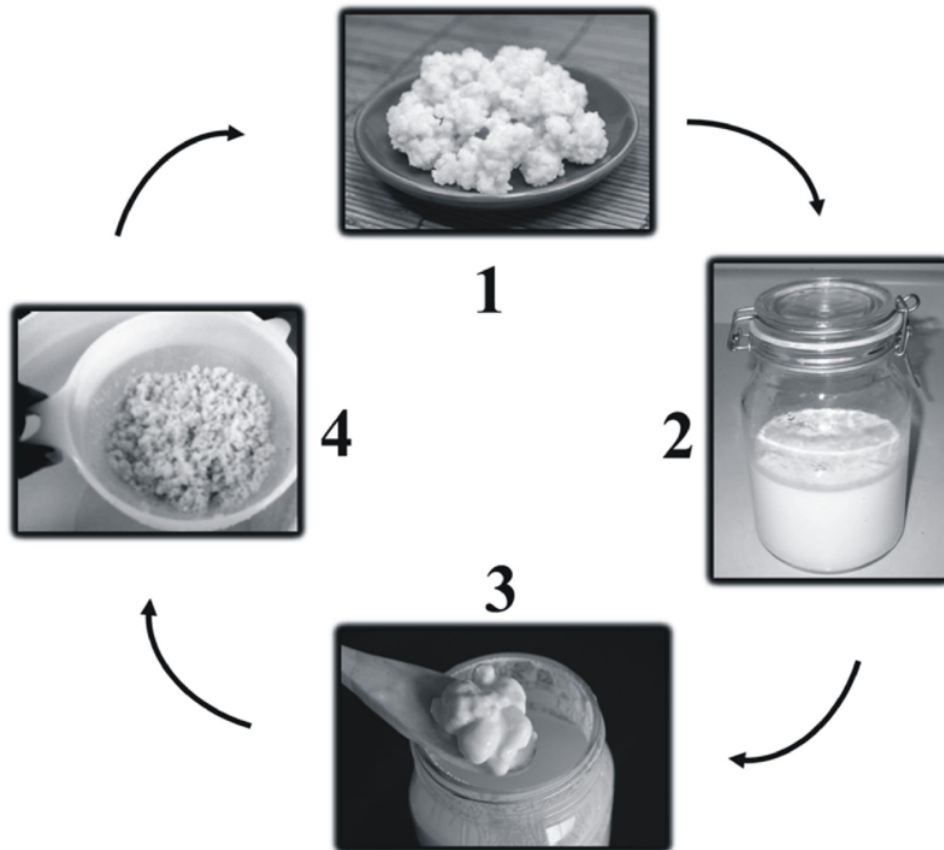
Το κεφίρ αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή, στις περισσότερες χώρες του πλανήτη, προϊόν ζύμωσης ρόφημα, στο οποίο μία μεγάλη ποικιλία προβιοτικών οργανισμών συνυπάρχουν σε συμβιωτική σχέση με άλλους μικροοργανισμούς, του οποίου η κατανάλωση έχει συσχετιστεί με μία σειρά από ωφέλιμες για τον ανθρώπινο οργανισμό δράση, όπως για παράδειγμα αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, αντικαρκινικές, αντι-υπερτασικές, αντιδιαβητικές και αντι-υπερχοληστερινικές. Σύμφωνα με τους Azizi et al., (2012), στο κεφίρ συνυπάρχουν μία ποικιλία από είδη του *Lactobacillus*, συμπεριλαμβανομένων των:

- *Lactobacillus kefiranofaciens*,
- *Lactobacillus paracasei*,
- *Lactobacillus plantarum*,
- *Lactobacillus acidophilus* και τέλος,
- *Lactobacillus delbrueckii* - υποείδος *bulgaricus*,

Με, επιπλέον μία σειρά ζυμομυκήτων, ανάμεσα στους οποίους ξεχωρίζουν οι:

- *Saccharomyces cerevisiae*,
- *Saccharomyces unisporus*,
- *Candida kefir*, και τέλος,
- *Kluyveromyces marxianus*.

Βέβαια, σε όλες τις περιπτώσεις η μικροχλωρίδα των κόκκων κεφίρ διαφέρει ανάλογα με την γεωγραφική τους προέλευση – σε άμεση συσχέτιση με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, αλλά σε όλες τις περιπτώσεις θεωρείται ότι αυτήν ακριβώς η μικροβιακή πολυποικιλότητα είναι υπεύθυνη για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και της βιολογικές δράσης του ροφήματος αυτού. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται σχηματικά τα διάφορα στάδια της παρασκευής του κεφίρ.



Εικόνα 2: Τα διάφορα στάδια της παρασκευής του κεφίρ

Πηγή: <https://www.researchgate.net/profile/Disney-Dias/publication/276426064/figure/fig2/AS:391835278168067@1470432218746/Milk-kefir-beverage-production-Kefir-grains-1-are-added-to-milk-and-are-left-to-stand.png>

Οι O'Brien et al., (2015), δημοσίευσαν μία τυχαιοποιημένη μελέτη με ομάδα ελέγχου (67 συνολικά συμμετέχοντες αθλητές, άνδρες και γυναίκες, ηλικίας 18 – 24 ετών), προκειμένου να μελετήσουν σε χρονικό διάστημα 15 εβδομάδων, την επίδραση που είχε η χορήγηση ροφήματος κεφίρ αμέσως μετά την προπόνηση, στην αγωνιστική επίδοση αλλά και στην αποθεραπεία των αθλητών μετά από εντατική προπόνηση αγωνισμάτων αντοχής. Οι συμμετέχοντες αθλητές χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες μελέτης:

Ομάδα 1: Εντατική προπόνηση αντοχής και χορήγηση ροφήματος ελέγχου (placebo),

Ομάδα 2: : Εντατική προπόνηση αντοχής και χορήγηση ροφήματος κεφίρ,

Ομάδα 3: Ομάδα ελέγχου και χορήγηση ροφήματος ελέγχου (placebo) και τέλος,

Ομάδα 4: Ομάδα ελέγχου και χορήγηση ροφήματος κεφίρ.

Οι συμμετέχοντες των ομάδων ελέγχου (3 και 4), ακολούθησαν ένα ήπιο πρόγραμμα καθημερινής εκγύμνασης. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι:

- Δεν διαπιστώθηκε καμία παρενέργεια / ανεπιθύμητη ενέργεια του ροφήματος κεφίρ, το οποίο έγινε πολύ καλά ανεκτό από το σύνολο των αθλητών.
- Δεν διαπιστώθηκε κάποια στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση όσον αφορά την σύσταση του σώματος των αθλητών (πυκνότητα και ποσοστό σωματικού λίπους) σε καμία από τις ομάδες μελέτης.
- Από τις υπόλοιπες παραμέτρους οι οποίες μελετήθηκαν (καρδιακός ρυθμός, αρτηριακή πίεση, βιοχημική ανάλυση αίματος), διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση ($p < 0.05$) των επιπέδων της C – αντιδρώσας πρωτεΐνης (CRP), μόνο στους αθλητές της Ομάδας 1. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από το ότι η έντονη προπόνηση είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου της σωματικής φλεγμονής, αύξηση από την οποία φαίνεται ότι «προστατεύθηκαν» οι αθλητές της Ομάδας 2, οι οποίοι αμέσως μετά την προπόνησή τους λάμβαναν το ρόφημα κεφίρ.

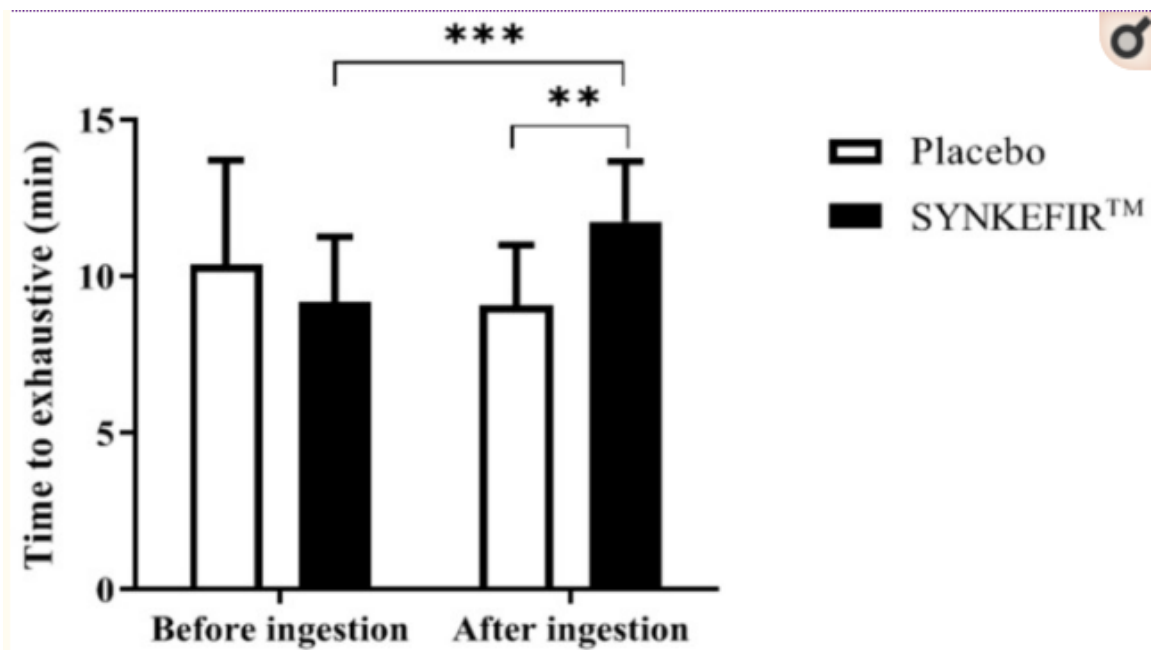
Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (O'Brien et al., 2015), ήταν ότι το ρόφημα κεφίρ παρέχει ένα ευχάριστο συμπλήρωμα διατροφής, πλήρως ανεκτό από τους αθλητές αμέσως μετά από την εντατική προπόνησή τους, το οποίο φαίνεται ότι μπορεί να έχει επίδραση στην ελάττωση του καρδιαγγειακού κινδύνου των αθλητών ελαττώνοντας τους δείκτες φλεγμονής.

Μία από τις πλέον πρόσφατες δημοσιευθείσες ερευνητικές μελέτες σχετικά με το συγκεκριμένο ρόφημα, είναι αυτή των Lee et al., (2021), οι οποίοι διερεύνησαν την επίδραση που έχει το συγκεκριμένο συμπλήρωμα προβιοτικών οργανισμών στην αντοχή των αθλητών σε προπόνηση αλλά και στην καταπολέμηση της κόπωσης. Πρόκειται για μία τυχαίοποιημένη, διπλή – τυφλή κλινική μελέτη, στην οποία συμμετείχαν συνολικά 16 αθλητές ηλικίας 20 – 30 ετών, οι οποίοι για χρονικό διάστημα 28 ημερών ασκούσαν εντατικά, χωρισμένοι στην ομάδα που ελάμβανε το συμπλήρωμα κεφίρ (ομάδα παρέμβασης) και στην ομάδα ελέγχου, η οποία ελάμβανε εικονικό (placebo) συμπλήρωμα διατροφής. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι:

- Οι αθλητές της ομάδας παρέμβασης είχαν αυξημένη δυνατότητα άσκησης μέχρι την εξάντλησή τους κατά 1,29 φορές περισσότερο σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ($p=0.0004$). Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται τα συγκεκριμένα ευρήματα.
- Οι αθλητές της ομάδας παρέμβασης είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερα επίπεδα γαλακτικού οξέος αμέσως μετά το πέρας της προπόνησης ($p<0.05$) και πολύ καλύτερα επίπεδα αποθεραπείας.

- Δεν διαπιστώθηκε η οποιαδήποτε ανεπιθύμητη ενέργεια εξαιτίας της λήψης του συμπληρώματος κεφίρ.
- Τέλος, δεν διαπιστώθηκε ουσιαστική μεταβολή του μικροβιώματος του εντέρου, αλλά και της σωματικής σύνθεσης των αθλητών και των δύο ομάδων της μελέτης.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (Lee et al., 2021), ήταν ότι το συμπλήρωμα κεφίρ είναι ένα απολύτως ασφαλές προβιοτικό διατροφικό συμπλήρωμα, το οποίο αν και δεν φαίνεται να προκαλεί ουσιαστικές μεταβολές στο εντερικό μικροβίωμα των αθλητών, εντούτοις αυξάνει σε σημαντικό βαθμό την ικανότητα άσκησής τους σε συνθήκες πλήρους εξάντλησης, ελαττώνει την παραγόμενη ποσότητα γαλακτικού οξέος αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης και άρα βελτιώνει σημαντικά την διαδικασία της αποθεραπείας τους.



Εικόνα 3: Τα αποτελέσματα της χορήγησης κεφίρ στον χρόνο άσκησης των αθλητών μέχρι την πλήρη εξάντληση.

Οι αθλητές της ομάδας που το λαμβάνουν (μαύρες ράβδοι) παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα, τόσο συγκρίνοντας τις επιδόσεις τους πριν και μετά την λήψη του, όσο και σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Πηγή: Lee et al., (2021).

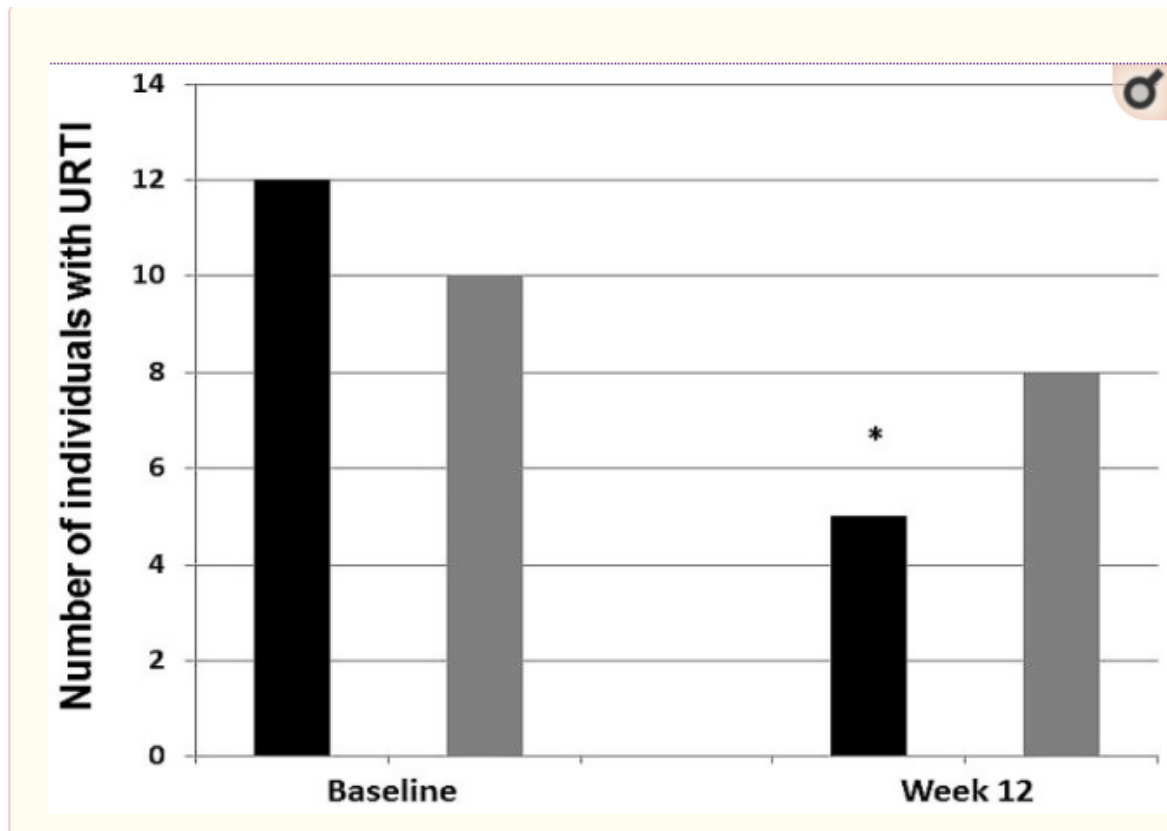
Οι Salarkia et al. (2013), μελέτησαν την αποτελεσματικότητα ενός προβιοτικού συμπληρώματος γιαουρτιού στην επίδοση και την υγεία του αναπνευστικού και γαστρεντερικού συστήματος σε γυναίκες κολυμβήτριες μεγάλων αποστάσεων. Πρόκειται για μία τυχαίοποιημένη κλινική μελέτη με ομάδα ελέγχου, στην οποία πήραν μέρος συνολικά 46 κολυμβήτριες, μέσου όρου ηλικίας τα 13,8 ($\pm 1,8$) έτη. Το προβιοτικό συμπλήρωμα γιαουρτιού το οποίο τους χορηγήθηκε (400 mL για χρονικό διάστημα οκτώ εβδομάδων), περιείχε τους μικροοργανισμούς *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *B. bifidum* και *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, σε συγκέντρωση 4×10^9 CFU / mL, με την ομάδα ελέγχου να λαμβάνει εικονικό (placebo) σκεύασμα.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι ορισμένοι παράμετροι της υγείας των αθλητριών είχαν στατιστικά σημαντική βελτίωση: πιο συγκεκριμένα, στην ομάδα παρέμβασης διαπιστώθηκε ελάττωση της διάρκειας των συμπτωμάτων (δύσπνοια και ωταλγία) μετά από λοιμώξεις του ανώτερου και κατώτερου αναπνευστικού τους συστήματος, ενώ από την άλλη πλευρά δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε μία σειρά από συμπτώματα, όπως είναι ο πονόλαιμος, ο βήχας, ο πυρετός, η ρινίτιδα, η επιγαστραλγία, οι έμετοι και οι διάρροιες. Επιπλέον, στην ομάδα παρέμβασης (χρήσης του προβιοτικού γιαουρτιού) διαπιστώθηκε μικρότερη συχνότητα λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού και του γαστρεντερικού συστήματος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Δεν διαπιστώθηκαν τέλος στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση των αθλητριών (βελτίωση 3,4 δευτερολέπτων, $p = 0.22$). Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων (Salarkia et al., 2013) ήταν ότι οι αθλήτριες οι οποίες καταναλάωναν το συγκεκριμένο συμπλήρωμα προβιοτικού γιαουρτιού είχαν σε γενικές γραμμές βελτίωση σε αρκετές παραμέτρους της υγείας τους, με ελάττωση τόσο των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, όσο και της διάρκειας των συμπτωμάτων. Οι ίδιοι συγγραφείς συνιστούν την πραγματοποίηση κλινικών μελετών μεγαλύτερου μεγέθους δείγματος προκειμένου να καθοριστεί πλήρως η δοσολογία και ο τρόπος χρήσης του προβιοτικού συμπληρώματος προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη του στην υγεία και την απόδοση των αθλητών.

Οι Strasser et al., (2016), δημοσίευσαν τα αποτελέσματα μιας τυχαίοποιημένης μελέτης με ομάδα ελέγχου, κατά την οποία 33 αθλητές υψηλού επιπέδου, για ένα χρονικό διάστημα τριών μηνών κατά τη διάρκεια της έντονης χειμερινής προπόνησής τους ελάμβαναν μία φορά την ημέρα ένα προβιοτικό συμπλήρωμα το οποίο περιείχε τους μικροοργανισμούς *Bifidobacterium bifidum* W23, *Bifidobacterium lactis* W51, *Enterococcus faecium* W54, *Lactobacillus acidophilus* W22, *Lactobacillus brevis* W63 και *Lactobacillus lactis* W58, σε ποσότητα 1×10^{10} CFU, με την ομάδα ελέγχου να λαμβάνει με την ίδια συχνότητα εικονικό συμπλήρωμα διατροφής (placebo). Τα κριτήρια έκβασης τα οποία διερευνήθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης ήταν η συγκέντρωση στον ορό του αίματος των αθλητών των βιοδεικτών τρυπτοφάνης και φαινυλαλανίνης (σημαντικών δεικτών της ανοσολογικής λειτουργίας του ανθρώπινου οργανισμού), των βασικών μεταβολιτών

τους κυνουρενίνης και τυροσίνης, καθώς και η συγκέντρωση του βιοδείκτη ανοσολογικής ενεργοποίησης της νεοπερίνης. Τέλος, μελετήθηκε και η συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος των αθλητών των δύο ομάδων (παρέμβασης και ελέγχου).

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι, κατά το πέρας των 12 εβδομάδων της μελέτης, τα επίπεδα της τρυπτοφάνης αμέσως μετά την έντονη προπόνηση ήταν ελαττωμένα κατά 11% ($p=0.02$ – στατιστικά σημαντική διαφορά) στους αθλητές της ομάδας ελέγχου (placebo), ενώ αντίθετα στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης δεν διαπιστώθηκε καμία διαφορά. Επιπλέον, ένα σημαντικό εύρημα ήταν ότι ο αριθμός των αθλητών της ομάδας ελέγχου που κατά την διάρκεια της μελέτης εμφάνισαν μία ή περισσότερες λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος ήταν 2,2 φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο αριθμό της ομάδος παρέμβασης ($p=0.02$, Εικόνα 4). Από την άλλη πλευρά, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή της αθλητικής επίδοσης των αθλητών των δύο ομάδων της μελέτης.

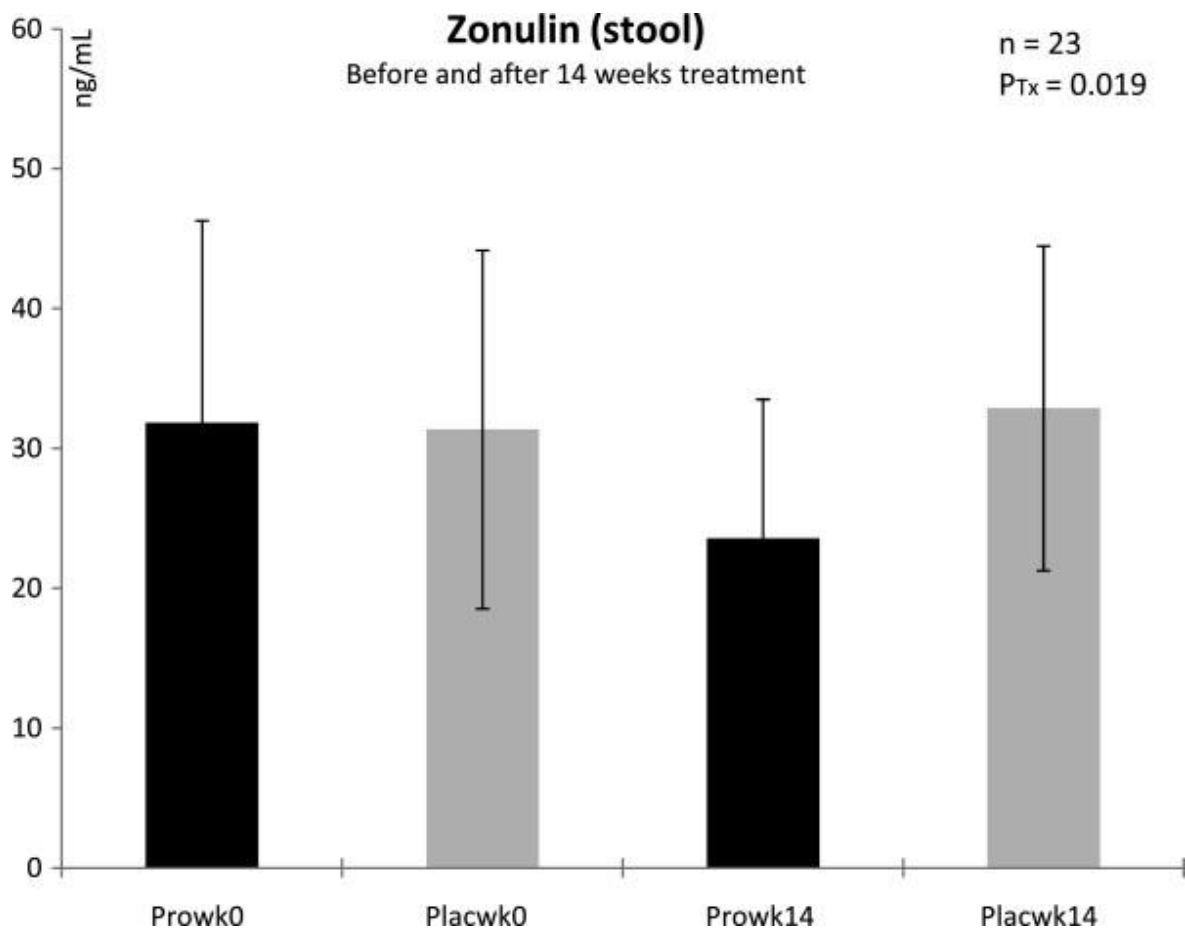


Εικόνα 4: Η συχνότητα των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος

Η μαύρη στήλη απεικονίζει τους αθλητές της ομάδας παρέμβασης. Κατά το πέρας των 12 εβδομάδων της μελέτης οι αθλητές αυτοί είχαν στατιστικά σημαντικά λιγότερες λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος (* $p=0.02$), σε σύγκριση με την ομάδα placebo (γκρι στήλη). Πηγή: Strasser et al., (2016).

Η τελευταία μελέτη η οποία θα παρουσιαστεί στην παρούσα ενότητα αφορά μια τυχαίοποιημένη, διπλή – τυφλή μελέτη με ομάδα ελέγχου των Lamprecht et al., (2012), κατά την οποία διερευνήθηκε η επίδραση που έχει ένας συνδυασμός προβιοτικών μικροοργανισμών σε συγκεκριμένους βιολογικούς δείκτες οι οποίοι χαρακτηρίζουν τη λειτουργία φραγμού του εντερικού επιθηλίου, της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες σε 23 νεαρούς άνδρες αθλητές αγωνισμάτων αντοχής (αθλητές τριάθλου, ποδηλάτες, δρομείς μεγάλων αποστάσεων). Το προβιοτικό συμπλήρωμα το οποίο χορηγήθηκε για χρονικό διάστημα 14 εβδομάδων στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης περιλάμβανε τους μικροοργανισμούς: *B. bifidum* W23, *B. lactis* W51, *E. faecium* W54, *L. acidophilus* W22, *L. brevis* W63 και *L. lactis* W58, σε δοσολογία 10^{10} CFU / ημέρα.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν στατιστικά σημαντική ελάττωση των επιπέδων της ζουουλίνης στα κόπρανα των αθλητών (σημαντικός βιοδείκτης της διαπερατότητας του επιθηλίου του λεπτού εντέρου) στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης σε σύγκριση με αυτούς της ομάδας ελέγχου (Εικόνα 5). Επιπλέον διαπιστώθηκε μία μικρή, αλλά όχι στατιστικά σημαντική, ελάττωση των επιπέδων του παράγοντα TNF- α (προ-φλεγμονώδης βιοδείκτης), καθώς και μία επίσης μικρή, αλλά και πάλι όχι στατιστικά σημαντική, ελάττωση των επιπέδων της καρβονυλικής πρωτεϊνικής ομάδας, στην οποία περιλαμβάνονται πρωτεΐνες που αποτελούν χαρακτηριστικούς δείκτες οξειδωτικού στρες. Και σε αυτήν την μελέτη, οι συγγραφείς (Lamprecht et al., 2012) , διαπίστωσαν μία σειρά από πιθανές σημαντικές ωφέλιμες επιδράσεις των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής, ειδικά σε σχέση με τον επιθηλιακό φραγμό του εντερικού επιθηλίου που πιθανόν να εμπλέκεται στην τοξιναιμία και στην πρόκληση χαμηλού βαθμού φλεγμονής σε αθλητές αγωνισμάτων αντοχής των οποίων ο οργανισμός υφίσταται μεγάλης έντασης καταπονήσεις και σε αυτή την περίπτωση χρειάζονται περαιτέρω μελέτες με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων προκειμένου να ελεγχθεί η εγκυρότητα των συγκεκριμένων συμπερασμάτων.



Εικόνα 5: Οι συγκεντρώσεις της ζονουλίνης στα κόπρανα των αθλητών.

Σύγκριση των τιμών κατά την έναρξη της μελέτης (wk0) και το πέρας της (wk14). Pro: Ομάδα παρέμβασης, Plac: Ομάδα ελέγχου (placebo). Διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες της μελέτης ($P_{Tx} < 0.05$). Πηγή: (Lamprecht et al., 2012).

Πίνακας 6: Οι κλινικές μελέτες με την χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων που περιέχουν μικροοργανισμούς διαφορετικών γενών.

Μελέτη	Προβιοτικό συμπλήρωμα	Συμμετέχοντες	Αποτελέσματα
O'Brien et al., (2015)	Ρόφημα κεφίρ	67 αθλητές (άνδρες και γυναίκες), αγωνισμάτων αντοχής	Ελάττωση των τιμών της CRP αμέσως μετά την προπόνηση στους αθλητές οι οποίοι λάμβαναν το ρόφημα κεφίρ.
Lee et al., (2021)	Προβιοτικό συμπλήρωμα κεφίρ	16 αθλητές αγωνισμάτων αντοχής	Το συμπλήρωμα κεφίρ αύξησε σε σημαντικό βαθμό την ικανότητα άσκησης σε συνθήκες πλήρους εξάντλησης, ελάττωσε την παραγόμενη ποσότητα γαλακτικού οξέος αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης και άρα βελτίωσε σημαντικά την διαδικασία της αποθεραπείας τους.
Salarkia et al., (2013)	Συμπλήρωμα προβιοτικού γιαουρτιού	46 κολυμβήτριες μεγάλων αποστάσεων	Ελάττωση της συχνότητας των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού και του γαστρεντερικού συστήματος, με ελάττωση της διάρκειας των συμπτωμάτων.
Strasser et al., (2016)	Προβιοτικό συμπλήρωμα συνδυασμού μικροοργανισμών	33 αθλητές υψηλών επιδόσεων αγωνισμάτων αντοχής	Ελάττωση της συχνότητας των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού, καθώς και βελτίωση των επιπέδων τρυπτοφάνης (βιοδείκτης ανοσολογικής λειτουργίας) – Δεν διαπιστώθηκε βελτίωση στις επιδόσεις των αθλητών της ομάδος παρέμβασης.
Lamprecht et al., 2012	Προβιοτικό συμπλήρωμα συνδυασμού μικροοργανισμών	23 αθλητές αγωνισμάτων αντοχής	Στατιστικά σημαντική ελάττωση των επιπέδων της ζονουλίνης (βιοδείκτης διαπερατότητας εντερικού επιθηλίου).

5 Συζήτηση

Η μετάβαση του ανθρώπινου οργανισμού σε κατάσταση έντασης – αυξημένης εγρήγορσης (κατάσταση στρες), αποτελεί μία προσαρμογή η οποία είναι τελείως απαραίτητη για την ομοιόσταση, την απόδοση αλλά και τελικά την επιβίωσή του. Η απάντηση του οργανισμού με μετάβασή του σε κατάσταση στρες συμβαίνει στις περιπτώσεις κατά τις οποίες το άτομο έρχεται αντιμέτωπο με μία ενδογενή ή εξωγενή πρόκληση, η οποία γίνεται από αυτό αντιληπτή ως δυσάρεστη, δυσμενής ή απειλητική· η αντίδραση αυτή μπορεί να προκληθεί από ερεθίσματα φυσικά, φυσιολογικά ή και ψυχολογικά (Galley et al., 2014). Η έντονη άσκηση και σωματική δραστηριότητα συνεπάγεται μία σειρά από προσαρμοστικές διεργασίες οι οποίες περιλαμβάνουν φυσιολογικές, βιοχημικές, συναισθηματικές και γνωστικές – συμπεριφορικές αποκρίσεις του οργανισμού του αθλητή, στην προσπάθειά του να ανακτηθεί η πρότερη κατάσταση της ομοιόστασής του. Καθώς είναι σχεδόν αδύνατο να ξεχωρίσουν οι επιπτώσεις του σωματικού στρες από αυτές του ψυχολογικού, θεωρείται ότι και οι δύο κατηγορίες μαζί συνεισφέρουν στο συνολικό προκαλούμενο από την έντονη άσκηση στρες (Morgan et al., 2015).

Σύμφωνα με τους Purvis et al., (2010), ένα σημαντικά μεγάλο ποσοστό αθλητών, που φθάνει έως και το 60%, υπολογίζεται ότι βρίσκεται σε μία συνεχή κατάσταση έντονου στρες, εξαιτίας του συνδυασμού της έντονης άσκησης με την ανεπαρκή αποθεραπεία και ανάπαυσή τους. Η κατάσταση αυτή εμφανίζεται στις περισσότερες των περιπτώσεων σε αθλητές αγωνισμάτων αντοχής, όπως για παράδειγμα είναι το κολύμπι, η κωπηλασία, η ποδηλασία, το τρίαθλο αλλά και οι δρόμοι μεγάλων αποστάσεων, κατά τα οποία οι αθλητές προπονούνται 4 – 6 ώρες την ημέρα, 6 ημέρες την εβδομάδα, για χρονικό διάστημα αρκετών εβδομάδων χωρίς να έχουν την παραμικρή περίοδο ανάπαυσης. Οι φυσιολογικές αλλά και ψυχολογικές απαιτήσεις κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης παρατεταμένης περιόδου της έντονης άσκησης είναι δυνατόν να εκκινήσουν μία αντίδραση του οργανισμού κατά την οποία ενεργοποιούνται οι άξονες συμπαθητικού συστήματος – μυελού των επινεφριδίων καθώς και υποθαλάμου – υπόφυσης – επινεφριδίων, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων ορμονών, φλεγμονωδών κυτοκινών και μικροβιακών μακρομορίων (Clark and Mach, 2016).

Στο σημείο αυτό ακριβώς υπεισέρχεται ο ρόλος και η λειτουργία του εντέρου, το οποίο αποτελεί την «κατοικία» τρισεκατομμυρίων μικροοργανισμών οι οποίοι έχουν βασικούς ρόλους σε πολλές πτυχές των βιολογικών εξεργασιών του ανθρώπινου οργανισμού, συμπεριλαμβανομένου του μεταβολισμού, της παραγωγής ορμονών, της λειτουργίας του νευρικού αλλά και του ανοσοποιητικού συστήματος. Το μικροβίωμα του εντέρου και η επίδραση που έχει αυτό στην συμπεριφορά του οργανισμού του ξενιστή του, στον εντερικό φραγμό αλλά και στις ανοσολογικές αντιδράσεις θεωρείται πλέον ότι αποτελεί μία πολύ σημαντική πτυχή του

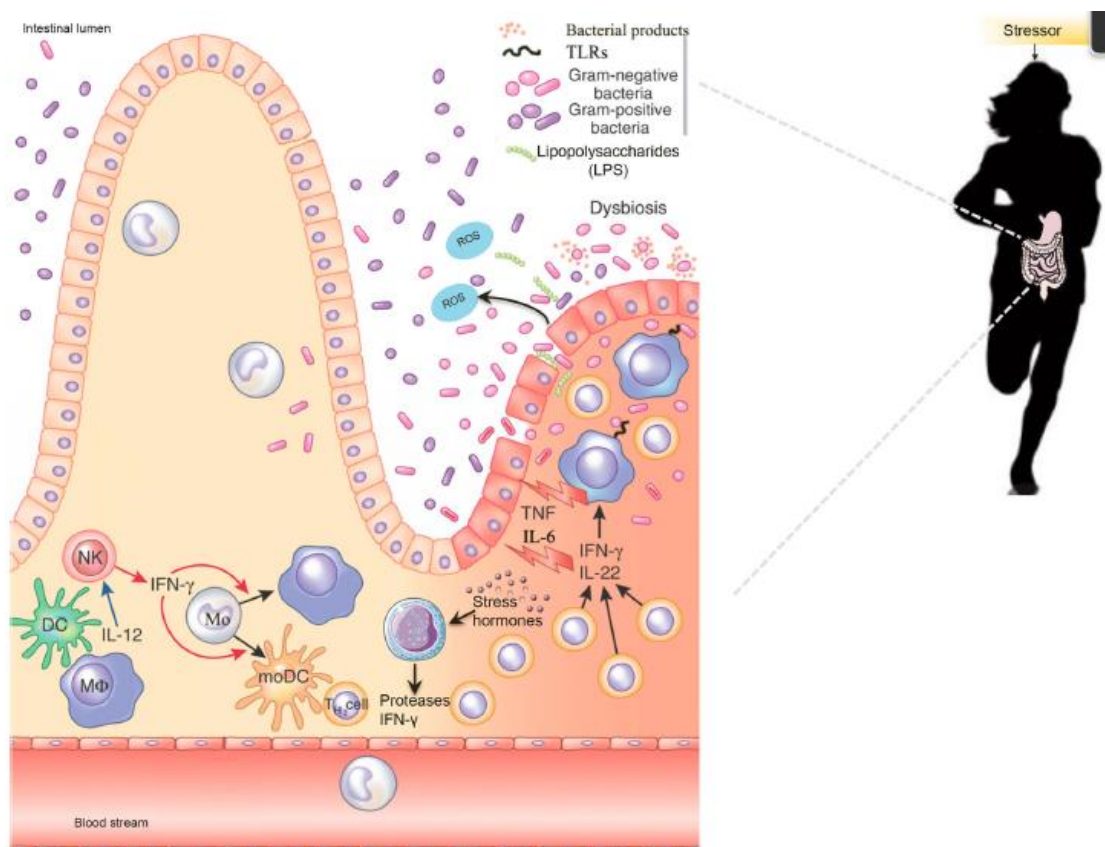
άξονα εγκεφάλου – εντέρου (brain – gut axis). Η διαταραχή της ακεραιότητας του εντερικού επιθηλίου κατά την σωματική άσκηση υψηλής έντασης μπορεί να έχει δυσμενή αποτελέσματα, όχι μόνο για την επίδοση του αθλητή, αλλά και για την συνολική εξέλιξη της υγείας του (Εικόνα 6).

Το 2016, οι Clark and Mach, (2016), βασισμένοι στα παραπάνω αναφερόμενα ερευνητικά δεδομένα δημοσίευσαν μία συστηματική ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας σε σχέση με την συσχέτιση του προκαλούμενου από την έντονη άσκηση στρες με τον άξονα εντέρου – εγκεφάλου και την δίαιτα των αθλητών (βλ. Εικόνα 6). Τα βασικά συμπεράσματα της συγκεκριμένης συστηματικής ανασκόπησης μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Κατά τα φαινόμενα υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ του σωματικού και του συναισθηματικού στρες το οποίο προκύπτει λόγω της έντονης άσκησης και των μεταβολών της σύστασης της μικροχλωρίδας του εντερικού σωλήνα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ελάττωση, λόγω της έντονης άσκησης, της συγκέντρωσης στα κόπρανα του βακτηριακού γένους *Turicibacter* και της ταυτόχρονης αύξησης της συγκέντρωσης του βακτηριακού είδους *Ruminococcus gnavus*, τα οποία έχουν σημαντικό ρόλο στην αποδόμηση της εντερικής βλέννας αλλά και στην ανοσολογική συμβολή του εντέρου (Allen et al., 2015).
- Αν και είναι πλέον παραδεκτό ότι η δίαιτα μπορεί να ρυθμίσει και να μεταβάλλει το μικροβίωμα του ανθρώπινου εντέρου, η μεγάλη πολυπλοκότητα των αντιδράσεων στρες στους αθλητές υψηλού επιπέδου καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την πρόταση συγκεκριμένων διαιτητικών προτύπων γι' αυτούς.
- Υπάρχουν ορισμένα προκαταρκτικά ερευνητικά δεδομένα τα οποία αποδεικνύουν ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων προβιοτικών μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην λειτουργία του εντέρου των αθλητών, κυρίως μέσω της παραγωγής από το μικροβίωμά τους σεροτονίνης, ντοπαμίνης και άλλων νευροδιαβιβαστών αλλά και να συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο του άξονα υποθαλάμου – υπόφυσης – επινεφριδίων.
- Το βασικό πρόβλημα είναι ότι οι έως τώρα συνιστώμενες δίαιτες για τους αθλητές υψηλών επιδόσεων προκρίνουν την κατανάλωση μικρών ποσοτήτων προερχομένων από φυτά πολυσακχαριτών, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την ελαττωμένη ποικιλότητα και λειτουργικότητα του εντερικού μικροβιώματος – πρόβλημα στο οποίο μία πιθανή λύση μπορεί να δώσουν τα προβιοτικά συμπληρώματα διατροφής,
- Καθώς όλο και περισσότεροι αθλητές υψηλών επιδόσεων υποφέρουν από ψυχολογικά και γαστρεντερικά προβλήματα των οποίων η προέλευση πιθανολογείται ότι είναι το έντερο, η θεραπευτική στόχευση της μικροχλωρίδας του (με την συμπερίληψη και των

προβιοτικών συμπληρωμάτων) πιθανότατα θα πρέπει να συμπεριληφθεί στην συστηματική διατροφική αγωγή τους.

- Τελικά φαίνεται ότι η συμπλήρωση της διαίτας των αθλητών με προβιοτικά τα οποία διεγείρουν την παραγωγή και αύξηση της συγκέντρωσης μικροοργανισμών όπως είναι τα μπιφιντοβακτηρίδια και οι γαλακτοβάκิลλοι, φαίνεται ότι ενισχύουν σε σημαντικό βαθμό τον εντερικό φραγμό καθώς και την μεταβολική και ανοσολογική λειτουργία του εντέρου, με θετικά αποτελέσματα για την υγεία και τις επιδόσεις τους.



Εικόνα 6: Ο μηχανισμός της διαταραχής του εντερικού επιθηλίου κατά την διάρκεια της έντονης άσκησης.

Αφορά μία σειρά από μηχανισμούς, στους οποίους συμπεριλαμβάνεται η ελαττωμένη αιμάτωση του εντέρου, η αύξηση της κυκλοφορίας ορμονών και λιποπολυσακχαριτών που προάγουν το στρες, η αύξηση της παραγωγής ελευθέρων ριζών αλλά και η προς το χειρότερο σύνθεση και δραστηριότητα του εντερικού μικροβιώματος (δυσβίωση). Αντίθετα, παραγωγή από το μικροβίωμα του εντέρου βουτυρικού και προπιονικού οξέος αυξάνει την αντίσταση των επιθηλιακών κυττάρων, βελτιώνει τον εντερικό φραγμό και ελαττώνει τα επίπεδα φλεγμονής. Πηγή: Clark and Mach, (2016).

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, και καθώς έχει ήδη διαπιστωθεί ότι η υψηλής έντασης άσκηση έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση οξειδωτικού στρες, βλάβης των μυϊκών ινών, γενικευμένη φλεγμονώδη αντίδραση και διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος σε αθλητές υψηλών επιδόσεων, η χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων πιθανολογείται ότι αναστέλλει σε ένα ποσοστό τις συγκεκριμένες διαδικασίες μέσω της ενεργοποίησης των T και B λεμφοκυττάρων, την αύξηση της παραγωγή των κυτοκινών IFN- γ , IgA και IL-10, αλλά και της καταστολής των προ-φλεγμονωδών κυτοκινών TNF- α , IL-6 και IL-8. Με βάση τους συγκεκριμένους σύνθετους παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς πιθανολογείται ότι επιτυγχάνεται η ελάττωση της συχνότητας των λοιμώξεων του ανώτερου και κατώτερου αναπνευστικού συστήματος των αθλητών μετά από την χορήγηση προβιοτικών συμπληρωμάτων, που έχει διαπιστωθεί σε μία σειρά από κλινικές μελέτες (Sivamarutji et al., 2019).

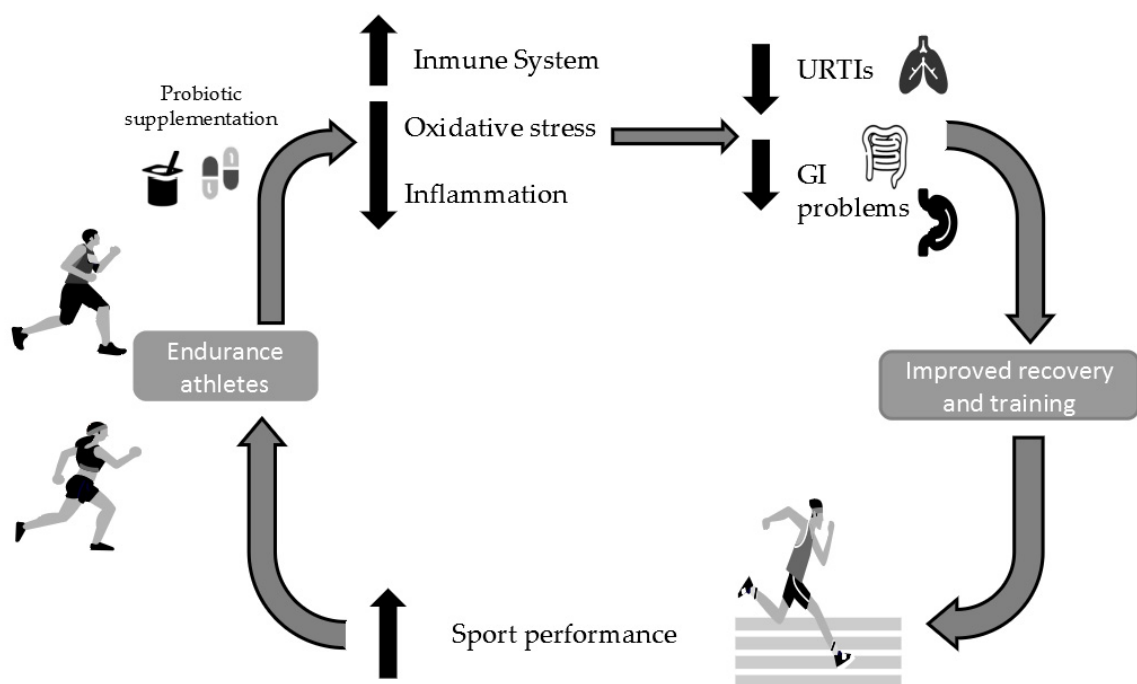
Μία από τις πιο πρόσφατες δημοσιευμένες συστηματικές ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας σχετικά με την αποτελεσματικότητα των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής στην απόδοση αθλητών αγωνισμάτων αντοχής είναι αυτή των Diaz-Jimenez et al., (2021), κατά την οποία ανασκοπήθηκαν συνολικά 9 κλινικές μελέτες με χρονολογία δημοσίευσης μετά το 2015. Τα κύρια συμπεράσματα της συγκεκριμένης βιβλιογραφικής ανασκόπησης μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- 1) Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις άμεσης συσχέτισης ανάμεσα στην χρήση προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής ως εργογενικών βοηθημάτων και την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών αγωνισμάτων αντοχής, καθώς παρατηρείται βελτίωση της διαχείρισης της προπόνησης των αθλητών, αλλά και ευνοϊκές προσαρμογές στην έντονη άσκηση, κατά κύριο λόγο εξαιτίας της ελάττωσης της προκαλούμενης μυϊκής βλάβης μετά το πέρας της έντονης αθλητικής δραστηριότητας.
- 2) Υπάρχουν ενδείξεις βελτίωσης της VO₂max των αθλητών καθώς και ελάττωσης του υποκειμενικού αισθήματος της κόπωσης που έχουν μετά από το πέρας της προπόνησης. Αν και δεν έχει ξεκαθαριστεί πλήρως ο μηχανισμός για την επίτευξη των συγκεκριμένων ευνοϊκών επιδράσεων, θεωρείται ότι είναι συνδυασμός πολλών παραγόντων, όπως για παράδειγμα είναι το μικρότερο ποσοστό των διακοπών των προπονήσεων εξαιτίας μυϊκών τραυματισμών, η ελάττωση της συχνότητας προσβολής των αθλητών από λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, αλλά και η ελάττωση της κυκλοφορίας στον οργανισμό τους προ-φλεγμονωδών κυτοκινών.
- 3) Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις σημαντικής βελτίωσης του ανοσοποιητικού συστήματος των αθλητών με ελάττωση της συχνότητας προσβολής τους από λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος (Strasser et al., 2016). Η συγκεκριμένη δράση οφείλεται στον συνδυασμό της αύξησης της κυκλοφορίας των αντιφλεγμονωδών κυτοκινών, της

ελάττωσης της κυκλοφορίας των προ-φλεγμονωδών κυτοκινών, και στην ελάττωση του βαθμού του οξειδωτικού στρες. Όλα αυτά συνεπάγονται την ελάττωση των αρνητικών επιπτώσεων που έχει στον οργανισμό των αθλητών η εντατική προπόνηση συντελώντας ταυτόχρονα στην βελτίωση των αθλητικών επιδόσεών τους.

- 4) Σε όλες τις κλινικές μελέτες οι οποίες ανασκοπήθηκαν δεν διαπιστώθηκαν κλινικά σημαντικές παρενέργειες ή ανεπιθύμητες ενέργειες των προβιοτικών συμπληρωμάτων.

Όλοι οι παραπάνω αναφερόμενοι ευεργετικοί μηχανισμοί της δράσης των προβιοτικών συμπληρωμάτων τους αθλητές αγωνισμάτων αντοχής συνοψίζονται με χαρακτηριστικό τρόπο στην Εικόνα 7.



Εικόνα 7: Οι μηχανισμοί της ευεργετικής επίδρασης των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής σε αθλητές αγωνισμάτων αντοχής.

Ο συνδυασμός της ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος, της ελάττωσης του οξειδωτικού στρες, της γενικευμένης φλεγμονώδους αντίδρασης του οργανισμού και της ελάττωσης της συχνότητας των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, καθώς και της συμπτωματολογίας από το γαστρεντερικό σύστημα, έχουν ως αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας της προπόνησης, την καλύτερη αποθεραπεία και επομένως την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών. Πηγή: Diaz-Jimenez et al., (2021).

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων της πρόσφατης αυτής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Diaz-Jimenez et al., 2021), είναι ότι, παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχουν ακόμα στέρεες επιστημονικές αποδείξεις σχετικά με την άμεση θετική επίδραση των προβιοτικών συμπληρωμάτων στην βελτίωση της απόδοσης των αθλητών αγωνισμάτων αντοχής, εντούτοις υπάρχουν ενδείξεις της έμμεσης επίδρασής τους μέσω της βελτίωσης του ανοσοποιητικού συστήματος των αθλητών και της ελάττωσης των λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Χρειάζονται περαιτέρω κλινικές μελέτες στον τομέα αυτό, με έμφαση στις πιθανές μεταβολές που προκαλούνται στο μικροβίωμα του εντέρου των αθλητών από την χρήση των συμπληρωμάτων αυτών, πριν δοθούν σαφείς κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την συστηματική τους χρήση.

Δύο χρόνια νωρίτερα, οι Moller et al., (2019), δημοσίευσαν μία συστηματική ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας σχετικά με τα αποτελέσματα που έχουν τα προβιοτικά συμπληρώματα σε δραστήρια ενήλικα άτομα και σε αθλητές. Συνολικά συμπεριέλαβαν 24 δημοσιευθέντα άρθρα, στα οποία συμμετείχαν 1680 άτομα (67,5% άνδρες και 32,5% γυναίκες), μέσου όρου ηλικίας τα 30,9 (\pm 6,1) έτη. Τα συμπεράσματα της ανασκόπησης σε σχέση με τα διάφορα κριτήρια έκβασης των μελετών ήταν τα εξής:

Συμπτωματολογία από το αναπνευστικό σύστημα

Μία σειρά από μελέτες έδειξαν θετική επίδραση των προβιοτικών στα παρακάτω κριτήρια έκβασης:

- Μικρότερη συνολική διάρκεια της προσβολής του αναπνευστικού συστήματος (ανώτερου και κατώτερου),
- Μικρότερη συχνότητα εμφάνισης συμπτωμάτων,
- Ελάττωση της βαρύτητας των συμπτωμάτων και τέλος,
- Μικρότερο κίνδυνο προσβολής από φλεγμονές του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος.

Συμπτωματολογία από το γαστρεντερικό σύστημα

Όσον αφορά τη συμπτωματολογία από το γαστρεντερικό σύστημα τα ευρήματα των μελετών δεν ήταν ξεκάθαρα (με στατιστικά σημαντική δηλαδή ισχύ) – διαπιστώθηκε σχετική υποχώρηση της έντασης των συμπτωμάτων, χωρίς όμως αντίστοιχη ελάττωση της συχνότητάς τους· μάλιστα, οι Wet et al., (2011) κατέγραψαν αύξηση των συμπτωμάτων στον γυναικείο πληθυσμό μελέτης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, τέλος, είναι το εύρημα των Lamprecht et al., (2012), οι

οποίοι διαπίστωσαν ελάττωση της συγκέντρωσης της ζονουλίνης των κοπράνων, η οποία αποτελεί έναν από τους σημαντικούς δείκτες της διαπερατότητας του εντερικού επιθηλίου.

Ανοσολογικά και μεταβολικά κριτήρια έκβασης

Και σε αυτήν την κατηγορία, σύμφωνα με τους συγγραφείς της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Moller et al., 2019), δεν υπάρχουν ισχυρές ερευνητικές αποδείξεις σχετικά με την ωφέλεια των προβιοτικών συμπληρωμάτων. Υπάρχουν απλώς ενδείξεις για βελτίωση των δεικτών φλεγμονής και ελάττωσης των προ-φλεγμονωδών βιοδεικτών, δεν υπάρχουν ουσιαστικές αποδείξεις για την βελτίωση της ανοσολογικής ικανότητας και απόκρισης των ασθενών, ενώ μία μελέτη (Abbasi et al., 2015), η οποία πραγματοποιήθηκε σε αθλητές του body-building έδειξε στατιστικά σημαντική ελάττωση των τιμών της ολικής χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων στους αθλητές της ομάδας παρέμβασης, αλλά καμία μεταβολή στις τιμές της ινσουλίνης, της γλυκόζης και της HDL χοληστερόλης του ορού.

Αποτελέσματα στην αγωνιστική επίδοση των αθλητών

Όσον αφορά την επίδραση που είχαν τα προβιοτικά συμπληρώματα στις αγωνιστικές επιδόσεις των αθλητών, οι ενδείξεις είναι ασθενείς: υπάρχει βελτίωση σε μία σειρά από κριτήρια έκβασης, όπως για παράδειγμα είναι η μυϊκή αποκατάσταση και αποθεραπεία, η μέγιστη δύναμη ροπής των αθλητών, ή μία σχετική βελτίωση του χρόνου εντατικής προπόνησης έως την εξάντληση των αθλητών (Shing et al., 2014), χωρίς όμως να υπάρχουν συνολικά αναμφισβήτητες αποδείξεις σε σχετικά με την βελτίωση της αγωνιστικής επίδοσης των αθλητών.

Το τελικό συμπέρασμα των συγγραφέων της συγκεκριμένης (και μεγαλύτερης σχετικής) βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Moller et al., 2019), ήταν ότι παρά το γεγονός ότι διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές θετικές επιδράσεις σε μία σειρά από κριτήρια έκβασης (λοίμωξη αναπνευστικών οδών, γαστρεντερικό σύστημα, φλεγμονώδεις αντιδράσεις οργανισμού), τόσο σε συστηματικά αθλούμενους, όσο και σε άτομα που κάνουν καθιστική ζωή, εντούτοις οι σχετικές δημοσιευμένες κλινικές μελέτες έχουν διαφορετικά πρωτόκολλα και σχήματα λήψης των προβιοτικών, ενώ αρκετές από αυτές έχουν μικρό αριθμό συμμετεχόντων αθλητών, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να εξαχθούν σαφή αποτελέσματα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των τυποποιημένων σχημάτων των προβιοτικών συμπληρωμάτων.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το κύριο συμπέρασμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ότι τα προβιοτικά αποτελούν ασφαλή και χωρίς κλινικά ουσιαστικές ανεπιθύμητες ενέργειες και παρενέργειες συμπληρώματα διατροφής για τους αθλητές. Υπάρχουν ενδείξεις σύμφωνα με τις οποίες είναι πιθανόν να βελτιώνουν μία σειρά από παραμέτρους της υγείας τους, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και τις επιδόσεις τους στο άθλημα το οποίο ασκούν.

Επιπλέον, φαίνεται ότι η ικανότητα των προβιοτικών να προάγουν την υγεία των αθλητών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος και το στέλεχος του μικροοργανισμού, αλλά και τον ξενιστή στον οποίον ασκούν την επίδρασή τους. Υπάρχουν ενδείξεις για ελάττωση της συχνότητας προσβολής (εκδήλωσης λοιμώξεων) του αναπνευστικού και γαστρεντερικού συστήματος, αλλά και της μείωσης της διάρκειας των αντίστοιχων συμπτωμάτων. Οι περισσότερες από τις έως και σήμερα δημοσιευθείσες κλινικές μελέτες χρησιμοποίησαν είδη γαλακτοβάκιλλων (*L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. salivarius*) και μπιφιντοβακτηριδίων, αλλά τα αποτελέσματα του συνόλου σχεδόν των μελετών ήταν ασαφή, και εξαρτώνταν από το είδος, το στέλεχος, τη δοσολογία, τη διάρκεια και την μορφή των συγκεκριμένων παρεμβάσεων. Τέλος, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι συνδυασμοί προβιοτικών γαλακτοβάκιλλων (*L. rhamnosus* και *L. paracasei*) βελτιώνουν την ποιότητα του μικροβιώματος του εντέρου, ενώ προβιοτικά συμπληρώματα τα οποία περιέχουν μικροοργανισμούς πολλαπλών γενών πιθανόν να επιδρούν θετικά στην διαπερατότητα του εντερικού επιθηλίου των αθλητών.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό όλων των πρόσφατα δημοσιευθέντων κλινικών μελετών είναι το ότι δεν έχει διαπιστωθεί με ακρίβεια ο μηχανισμός της ευεργετικής δράσης των προβιοτικών. Ανάμεσα στους πιθανολογούμενους μηχανισμούς δράσεις περιλαμβάνονται η ενίσχυση των ανοσολογικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού και γαστρεντερικού επιθηλίου, η θετική ρύθμιση του μικροβιώματος του εντέρου, καθώς και η δευτερογενής παραγωγή μεταβολιτών, όπως για παράδειγμα είναι τα βραχείας αλυσίδας λιπαρά οξέα.

Είναι σαφές ότι χρειάζεται περαιτέρω επιστημονική έρευνα με τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων, προκειμένου να διαπιστωθεί ο βέλτιστος συνδυασμός και δοσολογία των προβιοτικών συμπληρωμάτων διατροφής, και εάν είναι δυνατόν με εξειδίκευση για τις διαφορετικές κατηγορίες των αθλητικών δραστηριοτήτων, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η ενίσχυση της υγείας, ευεξίας αλλά και των επιδόσεων των αθλητών όλων των κατηγοριών και επιδόσεων.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbasi, M. M., Moradi, N., Narimani-Rad, M., & Lotfi, A. (2015). Effects of probiotic supplementation on glycemic and lipidemic status in trained body builders. *Der Pharmacia Lettre*, 7(3), 29–32.
<http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>
- Allen, J. M., Berg Miller, M. E., Pence, B. D., Whitlock, K., Nehra, V., Gaskins, H. R., White, B. A., Fryer, J. D., & Woods, J. A. (2015). Voluntary and forced exercise differentially alters the gut microbiome in C57BL/6J mice. *Journal of Applied Physiology*, 118(8), 1059–1066.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01077.2014>
- Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., Osman, M. A., Mortadza, S. A. S., & Alitheen, N. B. (2021). Kefir and Its Biological Activities. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(6), 1210. <https://doi.org/10.3390/foods10061210>
- Boyle, R. J., Robins-Browne, R. M., & Tang, M. L. K. (2006). Probiotic use in clinical practice: What are the risks? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(6), 1256–1264; quiz 1446–1447.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1256>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, 100(2), 126–131.
- Castagliuolo, I., Riegler, M. F., Valenick, L., LaMont, J. T., & Pothoulakis, C. (1999). Saccharomyces boulardii protease inhibits the effects of Clostridium difficile toxins A and B in human colonic mucosa. *Infection and Immunity*, 67(1), 302–307. <https://doi.org/10.1128/IAI.67.1.302-307.1999>
- Clark, A., & Mach, N. (2016). Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: A systematic review for athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 43.
<https://doi.org/10.1186/s12970-016-0155-6>
- Clarsen, B., Rønsen, O., Myklebust, G., Flørenes, T. W., & Bahr, R. (2014). The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: A new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 48(9), 754–760.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092087>
- Coman, M., Verdenelli, M., Silvi, S., Cecchini, C., Gabbianelli, R., Amadio, E., Orpianesi, C., & Cresci, A. (2017). KNOWLEDGE AND ACCEPTANCE OF FUNCTIONAL FOODS: A PRELIMINARY STUDY ON INFLUENCE OF A SYNBIOTIC FERMENTED MILK ON ATHLETE HEALTH. *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 12(1).
- Day, R. A., & Gastel, B. (n.d.). *How to write and publish a scientific paper*. Cambridge University Press.

- Díaz-Jiménez, J., Sánchez-Sánchez, E., Ordoñez, F. J., Rosety, I., Díaz, A. J., Rosety-Rodríguez, M., Rosety, M. Á., & Brenes, F. (2021). Impact of Probiotics on the Performance of Endurance Athletes: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11576. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111576>
- Doron, S., & Gorbach, S. L. (2006). Probiotics: Their role in the treatment and prevention of disease. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 4(2), 261–275. <https://doi.org/10.1586/14787210.4.2.261>
- Galley, J. D., Nelson, M. C., Yu, Z., Dowd, S. E., Walter, J., Kumar, P. S., Lyte, M., & Bailey, M. T. (2014). Exposure to a social stressor disrupts the community structure of the colonic mucosa-associated microbiota. *BMC Microbiology*, 14, 189. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-14-189>
- Gleeson, M., Bishop, N. C., Oliveira, M., McCauley, T., Tauler, P., & Lawrence, C. (2012). Effects of a Lactobacillus salivarius probiotic intervention on infection, cold symptom duration and severity, and mucosal immunity in endurance athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(4), 235–242. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.22.4.235>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- Huang, W.-C., Wei, C.-C., Huang, C.-C., Chen, W.-L., & Huang, H.-Y. (2019). The Beneficial Effects of Lactobacillus plantarum PS128 on High-Intensity, Exercise-Induced Oxidative Stress, Inflammation, and Performance in Triathletes. *Nutrients*, 11(2), E353. <https://doi.org/10.3390/nu11020353>
- Kaila, M., Isolauri, E., Soppi, E., Virtanen, E., Laine, S., & Arvilommi, H. (1992). Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human Lactobacillus strain. *Pediatric Research*, 32(2), 141–144. <https://doi.org/10.1203/00006450-199208000-00002>
- Kalliomäki, M., Salminen, S., Poussa, T., Arvilommi, H., & Isolauri, E. (2003). Probiotics and prevention of atopic disease: 4-year follow-up of a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*, 361(9372), 1869–1871. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)13490-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)13490-3)
- Katz, J., Pirovano, F., Matteuzzi, D., & De Simone, C. (2002). *Commercially available probiotic preparations: Are you getting what you pay for?* 122(4), A459–A459. <http://dx.doi.org/10.2165/00063030-199912060-00005>
- Kekkonen, R. A., Vasankari, T. J., Vuorimaa, T., Haahtela, T., Julkunen, I., & Korpela, R. (2007). The effect of probiotics on respiratory infections and gastrointestinal symptoms during training in marathon runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(4), 352–363. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.4.352>

- Kim, N., Yun, M., Oh, Y. J., & Choi, H.-J. (2018). Mind-altering with the gut: Modulation of the gut-brain axis with probiotics. *Journal of Microbiology*, *56*(3), 172–182. <https://doi.org/10.1007/s12275-018-8032-4>
- Kligler, B., & Cohrssen, A. (2008). Probiotics. *American Family Physician*, *78*(9), 1073–1078.
- Lamprecht, M., & Frauwallner, A. (2012). Exercise, intestinal barrier dysfunction and probiotic supplementation. *Medicine and Sport Science*, *59*, 47–56. <https://doi.org/10.1159/000342169>
- Lamprecht, M., Bogner, S., Schippinger, G., Steinbauer, K., Fankhauser, F., Hallstroem, S., Schuetz, B., & Greilberger, J. F. (2012). Probiotic supplementation affects markers of intestinal barrier, oxidation, and inflammation in trained men; a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *9*(1), 45. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-45>
- Lee, M.-C., Jhang, W.-L., Lee, C.-C., Kan, N.-W., Hsu, Y.-J., Ho, C.-S., Chang, C.-H., Cheng, Y.-C., Lin, J.-S., & Huang, C.-C. (2021). The Effect of Kefir Supplementation on Improving Human Endurance Exercise Performance and Antifatigue. *Metabolites*, *11*(3), 136. <https://doi.org/10.3390/metabo11030136>
- Mack, D. R., Michail, S., Wei, S., McDougall, L., & Hollingsworth, M. A. (1999). Probiotics inhibit enteropathogenic E. coli adherence in vitro by inducing intestinal mucin gene expression. *The American Journal of Physiology*, *276*(4), G941-950. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.1999.276.4.G941>
- Martarelli, D., Verdenelli, M. C., Scuri, S., Cocchioni, M., Silvi, S., Cecchini, C., & Pompei, P. (2011). Effect of a probiotic intake on oxidant and antioxidant parameters in plasma of athletes during intense exercise training. *Current Microbiology*, *62*(6), 1689–1696. <https://doi.org/10.1007/s00284-011-9915-3>
- Möller, G. B., da Cunha Goulart, M. J. V., Nicoletto, B. B., Alves, F. D., & Schneider, C. D. (2019). Supplementation of Probiotics and Its Effects on Physically Active Individuals and Athletes: Systematic Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *29*(5), 481–492. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0227>
- Morgan, J. A., Corrigan, F., & Baune, B. T. (2015). Effects of physical exercise on central nervous system functions: A review of brain region specific adaptations. *Journal of Molecular Psychiatry*, *3*(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40303-015-0010-8>
- O'Brien, K. V., Stewart, L. K., Forney, L. A., Aryana, K. J., Prinyawiwatkul, W., & Boeneke, C. A. (2015). The effects of postexercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. *Journal of Dairy Science*, *98*(11), 7446–7449. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9392>
- Otczyk, D. C., & Cripps, A. W. (2010). Mucosal immunization: A realistic alternative. *Human Vaccines*, *6*(12), 978–1006. <https://doi.org/10.4161/hv.6.12.13142>

- Pugh, J. N., Fearn, R., Morton, J. P., & Close, G. L. (2018). Gastrointestinal symptoms in elite athletes: Time to recognise the problem? *British Journal of Sports Medicine*, 52(8), 487–488. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098376>
- Purvis, D., Gonsalves, S., & Deuster, P. A. (2010). Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: Overtraining and elite athletes. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 2(5), 442–450. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.025>
- Pyne, D. B., Hopkins, W. G., Batterham, A. M., Gleeson, M., & Fricker, P. A. (2005). Characterising the individual performance responses to mild illness in international swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 39(10), 752–756. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.017475>
- Pyne, D. B., West, N. P., Cox, A. J., & Cripps, A. W. (2015). Probiotics supplementation for athletes—Clinical and physiological effects. *European Journal of Sport Science*, 15(1), 63–72. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.971879>
- Reid, G., & Bruce, A. W. (2003). Urogenital infections in women: Can probiotics help? *Postgraduate Medical Journal*, 79(934), 428–432. <https://doi.org/10.1136/pmj.79.934.428>
- Salarkia, N., Ghadamli, L., Zaeri, F., & Sabaghian Rad, L. (2013). Effects of probiotic yogurt on performance, respiratory and digestive systems of young adult female endurance swimmers: A randomized controlled trial. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 27(3), 141–146.
- Shing, C. M., Peake, J. M., Lim, C. L., Briskey, D., Walsh, N. P., Fortes, M. B., Ahuja, K. D. K., & Vitetta, L. (2014). Effects of probiotics supplementation on gastrointestinal permeability, inflammation and exercise performance in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, 114(1), 93–103. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2748-y>
- Silva, M., Jacobus, N. V., Deneke, C., & Gorbach, S. L. (1987). Antimicrobial substance from a human Lactobacillus strain. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 31(8), 1231–1233. <https://doi.org/10.1128/AAC.31.8.1231>
- Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., & Chaiyasut, C. (2019). Effect of Probiotics Supplementations on Health Status of Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), E4469. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224469>
- Strasser, B., Geiger, D., Schauer, M., Gostner, J. M., Gatterer, H., Burtscher, M., & Fuchs, D. (2016). Probiotic Supplements Beneficially Affect Tryptophan-Kynurenine Metabolism and Reduce the Incidence of Upper Respiratory Tract Infections in Trained Athletes: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*, 8(11), E752. <https://doi.org/10.3390/nu8110752>
- Sutton, A. (2008). Product development of probiotics as biological drugs. *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 46 Suppl 2, S128-132; discussion S144-151. <https://doi.org/10.1086/523325>

- Vaisberg, M., Paixão, V., Almeida, E. B., Santos, J. M. B., Foster, R., Rossi, M., Pithon-Curi, T. C., Gorjão, R., Momesso, C. M., Andrade, M. S., Araujo, J. R., Garcia, M. C., Cohen, M., Perez, E. C., Santos-Dias, A., Vieira, R. P., & Bachi, A. L. L. (2019). Daily Intake of Fermented Milk Containing *Lactobacillus casei* Shirota (Lcs) Modulates Systemic and Upper Airways Immune/Inflammatory Responses in Marathon Runners. *Nutrients*, *11*(7), E1678. <https://doi.org/10.3390/nu11071678>
- Uskova, M. A., & Kravchenko, L. V. (2009). Antioxidant properties of lactic acid bacteria—Probiotic and yogurt strains. *Voprosy Pitaniia*, *78*(2), 18–23.
- Vaisberg, M., Paixão, V., Almeida, E. B., Santos, J. M. B., Foster, R., Rossi, M., Pithon-Curi, T. C., Gorjão, R., Momesso, C. M., Andrade, M. S., Araujo, J. R., Garcia, M. C., Cohen, M., Perez, E. C., Santos-Dias, A., Vieira, R. P., & Bachi, A. L. L. (2019). Daily Intake of Fermented Milk Containing *Lactobacillus casei* Shirota (Lcs) Modulates Systemic and Upper Airways Immune/Inflammatory Responses in Marathon Runners. *Nutrients*, *11*(7), E1678. <https://doi.org/10.3390/nu11071678>
- Walsh, N. P., Gleeson, M., Shephard, R. J., Gleeson, M., Woods, J. A., Bishop, N. C., Fleshner, M., Green, C., Pedersen, B. K., Hoffman-Goetz, L., Rogers, C. J., Northoff, H., Abbasi, A., & Simon, P. (2011). Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exercise Immunology Review*, *17*, 6–63.
- West, N. P., Pyne, D. B., Cripps, A. W., Hopkins, W. G., Eskesen, D. C., Jairath, A., Christophersen, C. T., Conlon, M. A., & Fricker, P. A. (2011). *Lactobacillus fermentum* (PCC®) supplementation and gastrointestinal and respiratory-tract illness symptoms: A randomised control trial in athletes. *Nutrition Journal*, *10*, 30. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-10-30>
- Williams, N. T. (2010). Probiotics. *American Journal of Health-System Pharmacy: AJHP: Official Journal of the American Society of Health-System Pharmacists*, *67*(6), 449–458. <https://doi.org/10.2146/ajhp090168>
- Ζέρβας, Ι. (1993). Ψυχολογία φυσικής αγωγής και αθλητισμού. Αθήνα: Έκδοση Ι Ζέρβα., Σελ, 15.