



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία λόγω της σχετικής ενεργειακής ανεπάρκειας στον αθλητισμό

Διπλωματική εργασία

Χάρμπας Σωτήρης Παναγιώτης

Προπτυχιακός Φοιτητής
Ειδικότητα «Ειδική Φυσική Αγωγή»

Επιβλέπων καθηγητής: Αναπληρωτής Καθηγητής Ανδρέας Φλουρής

Επιστημονικός Σύμβουλος: Πέτρος Ντίνας

2023

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κατά το έτος 2013. Η ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη του αναπληρωτή καθηγητή κ. Ανδρέα Φλουρή, ο οποίος είναι ο ιδρυτής της ερευνητικής ομάδας FAME Lab [(F)unctional (A)rchitecture of (M)ammals in their (E)nvironment], καθώς και του ομότιμου καθηγητή κ. Γιάννη Κουτεντάκη. Τους εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ για όλη τη βοήθεια που μου προσέφεραν. Χρωστάω, επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Πέτρο Ντίνα διδάσκων στο Τμήμα Διαιτολογίας και Διατροφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την άριστη συνεργασία που είχαμε στο πλαίσιο εκπόνησης αυτής της μελέτης, τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για να μου δώσει σημαντικά στοιχεία και εξηγήσεις πάνω στη μελέτη καθώς και στην συγγραφή της, αλλά και για την προθυμία του και τη βοήθεια, που ποτέ δε δίστασε να μου δώσει. Ευχαριστώ πολύ και την γραμματεία του τμήματος γιατί χωρίς την υποστήριξη και τη συμβουλή της δεν θα είχα γνωρίσει αυτούς τους ανθρώπους. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού για τη συμβολή τους στην επιστημονική μου συγκρότηση στα χρόνια της φοίτησής μου. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όσους με πίστεψαν και με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η «Γυναικεία Αθλητική Τριάδα», επινοήθηκε πρώτη φορά το 1992 από το Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητικής (ACSM). Αποτελεί ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από διατροφική διαταραχή, διαταραχές εμμήνου ρύσεως και χαμηλή οστική πυκνότητα. Η σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια στον αθλητισμό (RED-S) περιγράφει ένα σύνδρομο κακής υγείας και φθίνουσας αθλητικής απόδοσης που συμβαίνει όταν οι αθλητές δεν λαμβάνουν αρκετό „καύσιμο“ μέσω της τροφής για να υποστηρίξουν τις ενεργειακές απαιτήσεις της καθημερινής ζωής και των προπονήσεών τους. Το RED-S μπορεί και επηρεάζει αθλητές οποιουδήποτε φύλου και επιπέδου ικανότητας και σχετίζεται με την αθλητική τριάδα λόγω της σχετικής ενεργειακής ανεπάρκειας, της μειωμένης οστικής πυκνότητας καθώς επίσης δεν λαμβάνει υπόψη το φύλο. Τόσο η αθλητική τριάδα όσο και το RED-S είναι συνέπειες μιας συχνά χαμηλής ενεργειακής διαθεσιμότητας στους αθλητές ($\leq 30 \text{ kcal/kg fat free mass (FFM) \cdot d}^{-1}$). Οι περισσότεροι επιστήμονες πιστεύουν ότι η μειωμένη ενεργειακή διαθεσιμότητα επιδρά αρνητικά στην υγεία των αθλητών και στην απόδοσή τους.

Σκοπός: Είναι να διερευνηθεί αν το RED-S σχετίζεται με επιπτώσεις στην υγεία των αθλητών, μη αθλητών, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ., συγκεκριμένα της οστικής πυκνότητας.

Μεθοδολογία: Συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας. Αναλύθηκαν 2900 μελέτες που εντοπίστηκαν στις βάσεις δεδομένων PubMed, EMBASE και SportDiscus, από αυτές 27 πληρούσαν τα κριτήρια επιλογής για εισαγωγή στην ανασκόπηση. Τα κριτήρια ήταν: α) Πληθυσμός: Άνδρες, γυναίκες, παιδιά (υγιείς ή ασθενείς) που έχουν υιοθετήσει οποιαδήποτε μορφής σωματικής δραστηριότητας (αθλητές, μη αθλητές, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ.), β) Σαφή περιγραφή μετρήσεων διαθεσιμότητας ενέργειας, αξιολογήσεις για την υγεία των οστών με έγκυρη μέθοδο (DXA κλπ.), διαταραχών της εμμήνου ρύσεως, καθώς και διατροφικών διαταραχών, γ) Μελέτες με οποιοδήποτε μεθοδολογικό σχεδιασμό, εκτός από ανασκοπήσεις βιβλιογραφίας, δημοσιεύσεις σε συνέδρια, γκρι βιβλιογραφία.

Αποτελέσματα: Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της σχετικής ενεργειακής ανεπάρκειας ($<30 \text{ kcal/kg FFM/ημέρα}$), και της χαμηλής οστικής πυκνότητας T-score <0 στους αθλητές, ενώ δεν αναφέρονται δεδομένα στη βιβλιογραφία σχετικά με την ενεργειακή ανεπάρκεια για πληθυσμούς μη αθλητών.

Συμπεράσματα: Αν και υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι οι αθλητές είχαν καλύτερη οστική πυκνότητα από τους μη αθλητές, τα αίτια για τις διατυπωμένες ανωμαλίες στην οστική υγεία σωματικά δραστήριων ατόμων, ίσως θα πρέπει να αναζητηθούν σε λόγους ανεξάρτητους από αυτούς που περιγράφουν το RED-S στον αθλητισμό.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακή ανεπάρκεια, διαταραχές εμμήνου ρύσεως, χαμηλή οστική πυκνότητα, energy deficiency, menstrual disorders, low bone mineral density, female athletes, male athletes, female athlete triad.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	5
2	Σκοπός	7
2.1	Ερευνητικές υποθέσεις	7
2.2	Σκοπός μελέτης	7
3	Μεθοδολογία	7
3.1	Στρατηγική αναζήτησης	7
3.2	Κριτήρια επιλογής μελετών	8
3.3	Εξαγωγή δεδομένων	8
3.4	Κίνδυνος μεροληψίας επιλέξιμων μελετών	9
3.5	Σύνθεση δεδομένων	9
4	Αποτελέσματα	9
4.1	Αποτελέσματα αναζήτησης	9
4.2	Χαρακτηριστικά επιλέξιμων μελετών	12
4.3	Κίνδυνος μεροληψίας επιλέξιμων μελετών	40
4.4	Αποτελέσματα σύνθεσης δεδομένων	41
5	Συζήτηση	45
5.1	Γενική περίληψη κύριων ευρημάτων	45
5.2	Πληρότητα και εφαρμοσιμότητα των δεδομένων	45
5.3	Δυνατά σημεία και περιορισμοί της μελέτης	46
6	Συμπεράσματα και προτάσεις	46
7	Βιβλιογραφία	48

1 Εισαγωγή

Η «Γυναικεία Αθλητική Τριάδα», επινοήθηκε πρώτη φορά το 1992 από το Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητικής (ACSM), αποτελεί ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από διατροφική διαταραχή, διαταραχές εμμήνου ρύσεως και χαμηλή οστική πυκνότητα [1]. Το 2007 με νέα επίσημη δημοσίευση τόνισε τους κινδύνους για την υγεία σε σωματικά δραστήρια κορίτσια και γυναίκες καθώς επίσης, τη σημασία της ενεργειακής επάρκειας στις αθλήτριες και επαναπροσδιόρισε τη σύνθεση του συνδρόμου. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ACSM, η «Γυναικεία Αθλητική Τριάδα» αποτελείται: 1. χαμηλή διαθεσιμότητα ενέργειας (LEA) με ή χωρίς διατροφική διαταραχή, 2. διαταραχές της εμμήνου ρύσεως, 3. χαμηλή οστική πυκνότητα (BMD) [2]. Κυρίως επικεντρώνεται στην ενεργειακή κατάσταση του αθλητή, η οποία είναι και το επίκεντρο της αθλητικής τριάδας. Συνεχόμενα μειωμένα επίπεδα ενέργειας συμβάλλουν στην εμφάνιση όλων των συμπτωμάτων του συνδρόμου, όπως διαταραχές στην έμμηνο ρύση και οστεοπενία έως αμηνόρροια και οστεοπόρωση [3]. Αν και αναφέρεται ως τριάδα, ο αθλητής μπορεί να μην εμφανίσει απαραίτητα και τα τρία στοιχεία ταυτόχρονα [4]. Σε αρκετές μελέτες δεν βρέθηκε να υπάρχουν και τα τρία στοιχεία μαζί.

Η διαθεσιμότητα ενέργειας (Energy Availability) αντανακλά τη διαφορά στην ενεργειακή πρόσληψη και στην ενεργειακή δαπάνη της άσκησης σε σχέση με τη μάζα χωρίς λίπος, αναφέρεται ως ($\leq 30 \text{ kcal/kg fat free mass (FFM) \cdot d}^{-1}$). Συνήθως ένα ωφέλιμο ενεργειακό επίπεδο πρέπει να βρίσκεται σε $>45 \text{ kcal/kg FFM/ημέρα}$, όταν η διαθεσιμότητα ενέργειας πέφτει κάτω από αυτό επίπεδο $<45 \text{ kcal/kg FFM/ημέρα}$ υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης διαταραχής της εμμηνορροϊκής κατάστασης και της υγείας των οστών. Αρχικά, με ανωορρηξία και ελαττώματα ωχρινικής φάσης ως αποτέλεσμα της καταστολής του άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης των ωοθηκών [5-6]. Στη συνέχεια, τόσο η μειωμένη ενεργειακή διαθεσιμότητα όσο και οι διαταραχές της εμμήνου ρύσεως μπορεί να προκαλούν μείωση της οστικής πυκνότητας λόγω συνεχόμενης μεταβολής ορμονών με βαθμολογία Z-score μεταξύ -1.0 και -2.0, που υποδηλώνει παράγοντα κινδύνου για οστεοπενία και κατά συνέπεια εμφάνιση οστεοπόρωσης. Περαιτέρω μείωση των ενεργειακών αποθεμάτων κάτω από το επίπεδο των $<30 \text{ kcal/kg FFM/ημέρα}$, χαμηλή LEA οδηγεί σε ολοκλήρωση των συμπτωμάτων της αθλητικής τριάδας, οι οποίες είναι αμηνόρροια και οστεοπόρωση ($Z\text{-score} \leq 2.0$) [52] επίσης σχετίζεται με μείωση της ινσουλίνης, IGF1 ορμόνης, αύξηση των επιπέδων κορτιζόλης, μείωση της ωχρινοτρόπος ορμόνης (LH- Lutenizing hormone, [47]. Η διάγνωση της οστεοπόρωσης σε παιδιά και εφήβους απαιτεί την παρουσία ιστορικού καταγμάτων όσο και την εξέταση με ειδικό μηχάνημα π.χ. DEXA για την αξιολόγηση της χαμηλής οστικής πυκνότητας BMD [7].

Η LEA μπορεί να προέρχεται από διάφορες διατροφικές διαταραχές όπως νευρική ανορεξία, βουλιμία καθώς και υπερφαγία. Οι συγκεκριμένες διατροφικές διαταραχές αποτελούν κύριες αιτίες για LEA στις αθλήτριες [8]. Η συχνή εμφάνιση αυτής της νόσου καθώς και η εξάπλωση αυτών των διαταραχών εξαρτάται από το είδος του αθλήματος, με συχνότερη εμφάνιση σε αδύνατους (εκτόμορφο σωματότυπο)

αθλητές και σε αθλήματα δύναμης και ταχύτητας. Εκτός όμως από τις διατροφικές διαταραχές, σημαντικό ρόλο λαμβάνει χώρα η ακούσια μείωση της ενεργειακής πρόσληψης ή αποτυχία πρόσληψης ενέργειας που μπορεί να σχετίζεται με διάφορους παράγοντες όπως π.χ. κοινωνικούς.

Η παρατεταμένη εξαντλητική άσκηση, καθώς και η μη σωστή ποσοστιαία πρόσληψη διατροφικών στοιχείων, αναλόγως με τις ανάγκες κάθε ατόμου καθώς και του αθλήματος που απαιτούνται μπορεί να προκαλέσουν εμφάνιση χαμηλής ενεργειακής διαθεσιμότητας ως φυσική συνέχεια ενός αποτελέσματος της μη διατροφικής διαταραχής [9]. Επομένως η διατροφική διαταραχή είναι ένας γενικός όρος και δεν μπορεί να συμπεριληφθεί ως αξιόπιστη αξιολόγηση υγείας. Πολλές μελέτες εξέτασαν την «Γυναικεία Αθλητική Τριάδα» και επικεντρώνονται στις διατροφικές διαταραχές ως η μοναδική αιτία της LEA ενώ παραμελούνται οι εναλλακτικές αιτίες. Σε αυτές περιλαμβάνονται η νευρική ανορεξία, νευρική βουλιμία και η άτυπη διατροφική διαταραχή [10-11].

Αρκετές μελέτες δεν υπολόγισαν την συνολική ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη θερμίδων και την συνολική δαπάνη ενέργειας με βάση την ημερήσια διατροφή και άσκηση του εκάστοτε ατόμου αλλά με ερωτηματολόγιο διατροφικής διαταραχής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλοίωση του στόχου της «Γυναικείας Αθλητικής Τριάδας».

Τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα εμφάνισε μια ευρύτερη έννοια της αθλητικής τριάδας τη σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια στον αθλητισμό (RED-S). Το RED-S περιγράφει ένα σύνδρομο κακής υγείας και φθίνουσας αθλητικής απόδοσης που συμβαίνει όταν οι αθλητές δεν λαμβάνουν αρκετό καύσιμο μέσω της τροφής για να υποστηρίξουν τις ενεργειακές απαιτήσεις της καθημερινής ζωής και των προπονήσεών τους. Το RED-S μπορεί και επηρεάζει αθλητές οποιουδήποτε φύλου και επιπέδου ικανότητας [12]. Σχετίζεται με την αθλητική τριάδα λόγω της σχετικής ενεργειακής ανεπάρκειας, της μειωμένης οστικής πυκνότητας καθώς επίσης δεν λαμβάνει υπόψιν το φύλο. Τόσο η αθλητική τριάδα όσο και το RED-S είναι συνέπειες μιας συχνά χαμηλής ενεργειακής διαθεσιμότητας στους αθλητές (<30 kcal/kg FFM/ημέρα). Οι περισσότεροι επιστήμονες πιστεύουν ότι η μειωμένη ενεργειακή διαθεσιμότητα επιδρά αρνητικά στην υγεία των αθλητών και στην απόδοσή τους. Επίσης οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα φαινόμενα είναι πιο έντονα σε Elite αθλητές δρομείς όπου οδηγούνται σε ακραία δαπάνη ενέργειας καθώς το πρόγραμμά τους είναι συχνά >30hours of training/week [51].

Υπάρχει μια σύγχυση στη βιβλιογραφία μεταξύ της χαμηλής οστικής πυκνότητας και της ενεργειακής διαθεσιμότητας και θα πρέπει να γίνουν περισσότερες μελέτες για να καλυφθεί το κενό. Η παρούσα μελέτη έχει ως στόχο την διαπίστωση κατά πόσον και αν το RED-S και η «Γυναικεία Αθλητική Τριάδα», μπορούν πράγματι να υποστηριχθούν με ερευνητικά δεδομένα.

2 Σκοπός

2.1 Ερευνητικές υποθέσεις

Κύρια ερευνητική υπόθεση: Η «σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια», σχετίζεται θετικά με επιπτώσεις στην υγεία των αθλητών, μη αθλητών, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ., συγκεκριμένα της οστικής πυκνότητας.

Εναλλακτική ερευνητική υπόθεση: Η «σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια», σχετίζεται αρνητικά με επιπτώσεις στην υγεία των αθλητών, μη αθλητών, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ., συγκεκριμένα της οστικής πυκνότητας

Μηδενική ερευνητική υπόθεση: Η «σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια», δεν σχετίζεται με επιπτώσεις στην υγεία των αθλητών, μη αθλητών, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ., συγκεκριμένα της οστικής πυκνότητας.

2.2 Σκοπός μελέτης

Ο στόχος της συστηματικής ανασκόπησης βιβλιογραφίας και μετα-ανάλυσης είναι να διερευνηθεί σε βάθος εάν η «σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια» στους αθλητές, μη αθλητές, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ. ανεξαρτήτως επιπέδου μπορεί να επηρεάσει την υγεία των οστών σε βαθμό που να τους οδηγήσει σε χαμηλή οστική πυκνότητα σε σχέση με ανθρώπους που δεν γυμνάζονται. Επίσης θα δοθούν πληροφορίες για την διατροφική διαταραχή και την εμμηνόπαυση με βάση τα στοιχεία που συλλέχτηκαν. Η παρούσα μελέτη μπορεί να συμβάλει στα ερωτηματικά-κενά που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και τους επιστήμονες καθώς και σε όσους εγείρουν ερωτήματα ανεξαρτήτως ιδιότητας εάν η γυναικεία αθλητική τριάδα και το RED-S μπορεί να εμφανιστεί σε ένα μεγάλο ποσοστό των αθλητών και αθλούμενων ανεξαρτήτως επιπέδου.

3 Μεθοδολογία

Για την παρούσα συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας ακολουθήθηκαν οι οδηγίες του Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses PRISMA [13] και του Cochrane Handbook [14].

3.1 Στρατηγική αναζήτησης

Η αναζήτηση των σχετικών με την ερευνητική ερώτηση άρθρων πραγματοποιήθηκε στις βάσεις δεδομένων PubMed, Embase και SportDiscus έως τον Μάρτιο του 2023. Ο αλγόριθμος των λέξεων κλειδίων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα παρακάτω:

1 bone mass.ab, ti.2 bone loss.ab, ti.3 bone density.ab, ti.4 bone mineral density.ab, ti.5 bone mineral content.ab, ti.6 bone metabolism.ab, ti.7 bone disease.ab, ti.8 osteoporosis.ab, ti.9 bone remodelling.ab, ti.10 bone remodeling.ab, ti.11 bone formation.ab, ti.12 "fracture*".ab, ti.13 "osteocyte*".ab, ti.14 "osteoblast*".ab, ti.15 "osteoclast*".ab, ti.16 osteogenesis.ab, ti.17 bone growth.ab, ti.18 bone microarchitecture.ab, ti.19 femur.ab, ti.20 bone resorption.ab, ti.21 osteocalcin.ab, ti.22 osteopontin.ab, ti.23 BMD.ab, ti.24 osteopenia.ab, ti.25 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7

or 8 or 9 or 10 or 11 or 12 or 13 or 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 20 or 21 or 22 or 23 or 24 26 colostrum.ab, ti. 27 first milk.ab, ti. 28 beestings.ab.

3.2 Κριτήρια επιλογής μελετών

Τα κριτήρια ένταξης των επιλέξιμων μελετών είναι τα παρακάτω:

- Πληθυσμός: άνθρωποι (υγιείς ή ασθενείς) που εκτελούν οποιαδήποτε μορφή ή σωματική δραστηριότητα (αθλητές, μη αθλητές, στρατιωτικό προσωπικό, χορευτές κ.λπ.).
- Αξιολογήσεις γυναικείας αθλητικής τριάδας ή RED-S μαζί με όλα ή ένα από τα ακόλουθα: εκτιμήσεις για την υγεία των οστών (οποιοσδήποτε δείκτης το υποδεικνύει), διαταραχές της εμμήνου ρύσεως (σε περίπτωση γυναικών που συμμετέχουν) και διαταραχές στη διατροφή.
- Πρωτότυπες μελέτες σε οποιοδήποτε μεθοδολογικό σχεδιασμό

Κριτήρια αποκλεισμού των επιλέξιμων μελετών είναι τα παρακάτω:

- Μελέτες που έγιναν σε ζώα.
- Δεν γίνεται αξιολόγηση της γυναικείας αθλητικής τριάδας ή RED-S μαζί με όλα ή ένα από τα ακόλουθα: αξιολογήσεις για την υγεία των οστών (οποιοσδήποτε δείκτης το υποδεικνύει), διαταραχές της εμμήνου ρύσεως (σε περίπτωση γυναικών που συμμετέχουν) και διαταραχές στη διατροφή.
- Κριτικές, εκδοτικά άρθρα, γνωμοδοτήσεις, πρακτικά συνεδρίων, συναινετικές δηλώσεις, διατριβές.

3.3 Εξαγωγή δεδομένων

Η εξαγωγή δεδομένων έγινε από δύο ανεξάρτητους ερευνητές (Ντίνας Πέτρος και Χάρμπας Σωτήρης) χρησιμοποιώντας έναν συγκεκριμένο πίνακα συλλογής δεδομένων όπου αναγραφόταν:

- Ο συγγραφέας καθώς και το έτος της δημοσίευσης της μελέτης
- Ο σχεδιασμός της μελέτης (π.χ. cross-sectional, case control study)
- Τύπος παρέμβασης
- Χαρακτηριστικά πληθυσμού (sex, age, healthy, athletes, weight, height, bmi, body fat, bone mass, lean body mass)
- Μέθοδος μέτρησης τιμών των μελετών (DEXA, ερωτηματολόγιο διατροφικών διαταραχών, πλάνο διατροφής, σύνολο θερμιδικής δαπάνης, κύκλος εμμήνου ρύσης)
- Αποτελέσματα υγείας των οστών (T-score, Z-score)
- Αποτέλεσμα εμμηνορροϊκών διαταραχών
- Αποτέλεσμα διαταραγμένης διατροφής (π.χ. EAT-26)
- Αποτελέσματα θερμιδικής πρόσληψης και δαπάνης
- Αποτέλεσμα αναλογίας πιθανοτήτων. Σε κάποιες μελέτες βρέθηκαν στοιχεία που μετρούσαν τους παράγοντες που σχετίζονται με BMD με βάση ένα μοντέλο τακτικής λογιστικής παλινδρόμησης.

3.4 Κίνδυνος μεροληψίας επιλέξιμων μελετών

Ο κίνδυνος μεροληψίας των επιλέξιμων μελετών πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά από δύο ανεξάρτητους ερευνητές (Ντίνιας Πέτρος και Χάρμπαρ Σωτήρης). Ο έλεγχος μεροληψίας πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο Item Bank for Assessment of Risk of Bias and Precision for Observational Studies of Interventions or Exposures [15] το οποίο περιλαμβάνει 13 ερωτήσεις:

- Η μεροληψία επιλογής αποτελείται από: Ερώτηση 1 (προκατάληψη επιλογής) και ερωτήσεις 2 και 3 (selective outcome confounding).
- Μεροληψία απόδοσης που αποτελείται από την ερώτηση 4 (προκατάληψη απόδοσης)
- Η μεροληψία ανίχνευσης αποτελείται από: Ερώτηση 5 (προκατάληψη ανίχνευσης) και ερώτηση 6 (σύγχυση μεροληψίας ανίχνευσης).
- Η μεροληψία τριβής αποτελείται από: Ερώτηση 7 (προκατάληψη τριβής) και ερώτηση 8 (προκατάληψη τριβής – ανίχνευση προκατάληψης).
- Επιλεκτική μεροληψία αποτελέσματος που αποτελείται από: Ερώτηση 9 και 10 (επιλεκτική αναφορά αποτελεσμάτων).
- Μεροληψία συγχυτικών παραγόντων που αποτελείται από: Ερώτηση 11, 12 και 13 (confounding)

3.5 Σύνθεση δεδομένων

Δημιουργήθηκε ένας πίνακας που συνοψίζει τα αποτελέσματα των μελετών ώστε να αξιολογηθούν ως προς την παρουσία ή απουσία στοιχείων του RED-S. Ο πίνακας περιλάμβανε τα εξής:

- Συγγραφέα και έτος
- Υγεία οστών
- Διαταραχές εμμήνου ρύσεως
- Ενεργειακή ανεπάρκεια
- Διατροφική διαταραχή

Τα σύμβολα όπου εμφανίζονται στον πίνακα είναι τα εξής :

- + =απουσία (πράσινο χρώμα)
- -=παρουσία (κόκκινο χρώμα)
- NI= Χωρίς πληροφορίες (γκρι χρώμα).
- NA=Δεν ισχύει (κίτρινο χρώμα)
- *= παρουσία/απουσία στοιχείου λόγω διαγνωσμένης κατάστασης υγείας

Θεωρήσαμε ότι για την απουσία ή την παρουσία όταν αναφέρεται το μέγεθος του δείγματος θα πρέπει να είναι >50%.

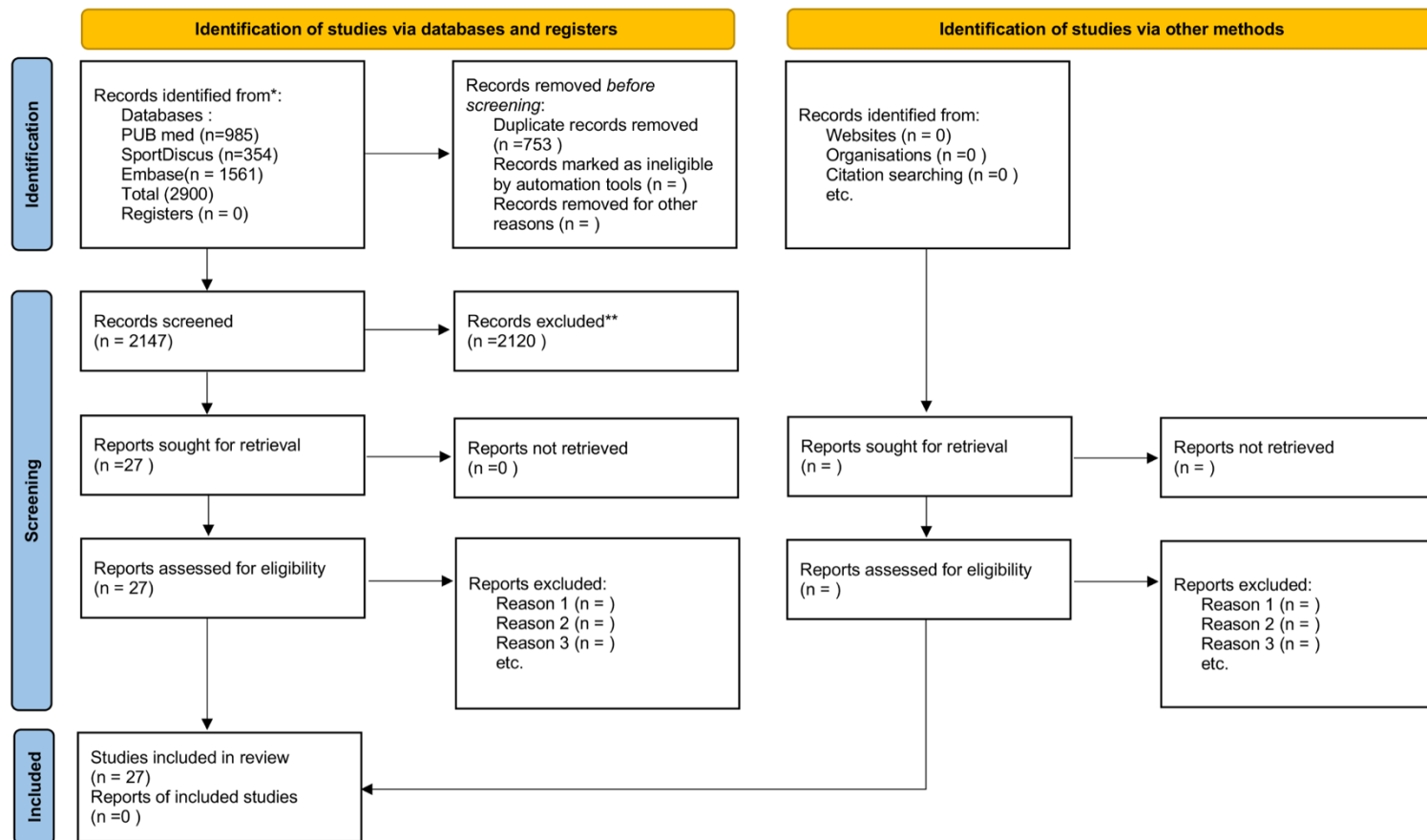
4 Αποτελέσματα

4.1 Αποτελέσματα αναζήτησης

Τα αποτελέσματα αναζήτησης εμφανίζονται στην εικόνα 1 (PRISMA flow diagram). Από την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων Pubmed, Embase και SportDiscus συλλέχτηκαν

2147 μελέτες από τις οποίες οι 2120 αποκλείστηκαν με βάση τα κριτήρια ένταξης ή αποκλεισμού. Οι επιλέξιμες μελέτες με βάση τα κριτήρια επιλογής ήταν 27 [16-44].

Εικόνα 1: PRISMA flow diagram



*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).

**If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

4.2 Χαρακτηριστικά επιλέξιμων μελετών

Τα χαρακτηριστικά των επιλέξιμων μελετών εμφανίζονται στον Πίνακα 1. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν είναι cross-sectional (n=22), control-trial (n=3), καθώς και case control (n=1) και randomized controlled trial crossover design (n=1). Ο συνολικός αριθμός του πληθυσμού των γυναικών χωρίς αναπηρία που περιλαμβάνεται στις μελέτες είναι 847 από τις οποίες 785 είναι αθλήτριες. Ο αριθμός των αντρών είναι 104 αθλητές. Ο αριθμός των ατόμων με αναπηρία είναι 9 άντρες και 22 γυναίκες αθλητές και αθλήτριες.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά επιλέξιμων μελετών. Οι πληροφορίες παρέχονται στην αγγλική γλώσσα λόγω του ότι τα επιλέξιμα άρθρα είναι γραμμένα στα αγγλικά.

Study ID	Design	Intervention	Characteristics of population	Measurements of RED-S	Outcome bone health	Outcome menstrual disturbances	Outcome disordering eating	Outcome kcal
Hoch 2007	Cross-sectional	No	<ul style="list-style-type: none"> Sex = Female Age = 35±6y (n=15) Athletes: Triathlon Team Healthy 	<ul style="list-style-type: none"> Disordered eating: questionnaires Menstrual status: questionnaire. Energy status: 3-day food record and Resting energy expenditure (REE) Bone mineral density (BMD) by dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). 	<p>BMD ± SD (standard deviation) of 1.3±0.1g/cm² in the lumbar spine (L2-4)</p> <p>T score of 0.7</p> <p>Z score of 0.8</p>	No Data	The average score on the EAT-26 was 4.3±4.4 (>15 is abnormal)	<p>60% of the triathletes were in a calorie deficit. Fifty-three percent had a carbohydrate deficit, 47% had a fat deficit, 40% had a protein deficit, and 33% had a calcium deficit</p> <p>average calcium deficit was -307±283mg.</p> <p>Average calorie deficit of the affected group was -245±187kcal.</p> <p>Average fat deficit was -15±11g.</p> <p>Average carbohydrate and protein deficits were -70±30g and -15±7g, respectively.</p>

Hoch 2011	Cross-sectional study	The prevalence of the female athlete triad and its relationship to endothelial dysfunction	<p>Sex: Female</p> <ul style="list-style-type: none"> • Athletes: Ballet dancers (n22) • Age: 23.2 ± 4.7 • Height, in :64.8 ± 2.8 • Weight, lb: 114.8 ± 10.3 • Body fat, % 16.7 ± 4.9 • Body mass index, kg/m2 19.29 ± 1.1 <p>Healthy</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Subjects completed questionnaires to assess disordered eating 2. menstrual status/history. 3. completed a 3-day food record 4. accelerometer for 3 days to determine energy availability <p>Bone mineral density and body composition were measured with a GE Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry</p>	Z-score < - 1.0	<ul style="list-style-type: none"> • 4 (18%) had a history of primary amenorrhea • 14 (64%) had a history of secondary amenorrhea <ul style="list-style-type: none"> • 6 (27%) reported a history of oligomenorrhea • At the time of the study, 2 dancers were amenorrheic (9%) (2.0 ± 0.1 years), 6 (27%) were oligomenorrheic <p>Collectively, 36% self-reported current menstrual dysfunction</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seven dancers (32%) had elevated EDE-Q scores of .4.0 in one or more subcategories, accounting for a total of 14 elevated scores. • Eighty-six percent either had abnormal EDE-Q scores and/or low/negative EA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seventeen dancers (77%) had low/negative EA (-547.8 ± 359.9 kcal/d) • Thirteen dancers (59%) were in a calcium deficit (2441.3 ± 347.7 mg/d) • 10 (46%) were in an iron deficit (mean deficit of 5.5 mg/d)
Civil 2018	cross-sectional study		<ul style="list-style-type: none"> • Sex: female • Athletes: Elite Ballet dancers (n20) • Age 18.1 ± 1.1 • Body mass index: 19.0 ± 1.6 kg·m² • Body fat: 22.8 ± 3.4 % • Height(m) 1.69 ± 0.54 	<ul style="list-style-type: none"> • body composition, dual x-ray absorptiometry • eating behaviours LEAF-Q score, (questionnaire) & 7 days period energy intake • menstrual function, questionnaire 	Z-score: 1.1 ± 0.9	<ul style="list-style-type: none"> • n8=40% of participants 15% and 25% reported oligomenorrhea and secondary amenorrhea 	No Data éivai REDs	<ul style="list-style-type: none"> • EI (energy intake) (kcal·day) 2013 ± 398 • TEE (total energy expenditure) (kcal·day) 2319 ± 221 • EA (energy availability) (kcal·kg FFM(fat free mass)·day) 39.5 ± 10.8

				<ul style="list-style-type: none"> • risk of RED-S questionnaire 				<ul style="list-style-type: none"> • LEAF-Q(low energy availability in females) scores ≥ 8
Moore 2021	cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> • Age 26.4 ± 4.2 years • Sex Male • Endurance Athletes(n=14) • Weight: 70.6 ± 6.4 kg • Height: 179.5 ± 4.3 cm • BMI: 21.9 ± 1.8 	<ul style="list-style-type: none"> • Record food and drink for 7 days • bone mineral density Dual-Energy X-Ray Absorptiometry DXA • Eating disorders was evaluated (ED) Eating Disorder Inventory 3 (EDI-3) and Symptom Checklist (EDI-3 SC) 	<p>Zero participants demonstrated low BMD, 29% (n = 4) participants ranged from -0.4 to 0.9, 2 participants were well-over a Z-score of 2</p> <p>BMD (1.31 ± 0.09 g/cm²)</p>	No data	<p>Overall, 35.7% presented with an increased ED risk with 7.1% specific to Bulimia subscale.</p> <p>Eating Disorders Risk Scale</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Drive for thinness (DT) 1.6 ± 2.4 2. Bulimia (B) 0.9 ± 1.9 3. Body dissatisfaction (BD) 1.6 ± 2.4 <p>Eating disorder risk composite (EDRC) 82.3 ± 5.8</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Energy Intake (kcal) $2,658 \pm 887$ • Exercise Energy Expenditure (kcal) 865 ± 566 • Energy Availability (kcal/kgFFM·d) 27.6 ± 12.1
Melin 2015	cross-sectional	Associations between energy availability(EA) / menstrual dysfunction(MD) and energy	<ul style="list-style-type: none"> • Sex Female • Age 26.2 ± 5.7 • N= 40 • Height (cm) 168.9 ± 0.05 • (BMI) 20.5 ± 1.9kg/m² 	<ul style="list-style-type: none"> • Diet and exercise measured 7 days to assess EA • eating disorder (ED) 	Subjects were classified as having normal BMD: Z-scores > -1 in all measured sites, low BMD: Z-	Sixty percent (n = 24) were diagnosed with MD: oligomenorrhea (n = 6), primary FHA (n = 4),	<p>BD risk score 5.0 (2.0–10.0)</p> <p>DT risk score 4.0 (1.0–9.0)</p> <p>4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Energy intake (kcal/day) 2580 (2398–2761) • EA (kcal/kg FFM/day) 39.6 [35.3–43.9]

		metabolism and the prevalence of Triad-associated conditions in endurance athletes	<ul style="list-style-type: none"> • Body fat 11.9 ± 3.2% • Exercising 11.4 ± 4.5 h/week • Weight (kg) 58.4 ± 6.9 	(EDI-3), questionnaire <ul style="list-style-type: none"> • menstrual dysfunction • BMD was determined by DXA for whole body, lumbar spine (L1-L4) and hip. 	score -1 to -2 in at least one site, and osteoporosis: Z-score < -2 in at least one site	and secondary functional hypothalamic amenorrhea (FHA) (n = 14).		<ul style="list-style-type: none"> • Total EE (kcal/day) 2972 [2817–3126] • exercise energy expenditure EEE (kcal/day) 879 [743–1015]
Mathisen 2019	Control trail		<ul style="list-style-type: none"> • Sex female • 1 group • female fitness athletes FA n=25 • Age 28.1 ± 5.5 • BMI, kg m⁻² 22.5 ±(2.1) • Fat mass, kg 15.1 ±(4.5) • Lean body mass, kg 45.4± (4.3) • Experience with regular exercise ≥ 5 y, n (%)16 (64.0%) • Exercising ≥ 5 times per week current year, n (%)14 (56.0%) • 2 group • Female references (FR) during a competitive season. N = 26 • Age, years 29.8 (6.0) • BMI, kg m⁻² 23.2 (2.9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eating Disorder Examination Questionnaire (EDE-Q) • Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q) • dual-energy x-ray absorptiometry scan for body composition, bone mineral density Period of four days (three weekdays and one weekend day), participants weighed and registered all food, beverages, and supplements consume.	<ul style="list-style-type: none"> • Only six (24%) FA and two (8%) FR had changes of detectable extent in spine BMD (of which five FA and one FR decreased spine BMD). At T1, estimated mean (99% CI) spine Z-score was -0.04 (-0.52, 0.43) in FA and 0.43 (-0.03, 0.89) in FR, with no significant change by time within any of the groups. The mean (99% CI) femur Z-score was 0.27 (-0.17, 0.72) in FA and 0.60 (0.16, 1.03) in FR at T1, with 	No data	<ul style="list-style-type: none"> • EDE-Q global score at T1 was 1.4 (0.8, 2.0) in FA and 1.1 (0.5, 1.6) in FR. EDE-Q global score above cutoff at T1 were 2 (8%; 1, 39) in FA and 2 (8%; 0, 38) in FR. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. FA Energy, kcal intake <ul style="list-style-type: none"> • T1 1783 (1565, 2000) • T2 1502 (1270, 1733) • T3 2018 (1774, 2263) 2. FR Energy, Kcal intake <ul style="list-style-type: none"> • T1 1832 (1616, 2048) • T2 1955 (1729, 2182) • T3 1900 (1677, 2123) <p><u>T1, baseline</u></p> <p><u>T2, 2 weeks pre-competition</u></p> <p><u>T3, 1 month post-competition</u></p>

			<ul style="list-style-type: none"> • Body weight, kg 64.3 (8.3) • Fat mass, kg 18.1 (5.7) • Lean body mass, kg 44.1 (4.2) • Experience with regular exercise ≥ 5 y, n (%) 21 (80.8%) • Exercising ≥ 5 times per week current year, n (%) 8 (30.8%) 		no significant change by time within any of the groups			
--	--	--	---	--	--	--	--	--

Coelho 2013	cross-sectional controlled study		<ul style="list-style-type: none"> Sex female Athletes n=24 Age (years) 14.77 ±2.16 Exercise duration (h/week) 10.62 ±3.46 Total body mass (kg) 52.28 ±7.74 Height (cm) 159.50 ±6.06 <ul style="list-style-type: none"> Body fat percentage (%) 27.30 ±6.74 Lean body mass (kg) 35.02 ±3.78 Controls (n = 21) Age (years) 15.41 ±1.86 Exercise duration (h/week) 0.95± 0.22 Total body mass (kg) 54.41± 9.15 Height (cm) 156.29 ±5.73 <ul style="list-style-type: none"> Body fat percentage (%)35.62 ±9.29 Lean body mass (kg) 31.97± 2.97 	<ul style="list-style-type: none"> body composition (dual energy X-ray absorptiometry-DXA) dietary intake (food record) presence of disordered eating (EAT-26, BITE and BSQ) menstrual status (questionnaire) bone mineral density (DXA) 	<p>The mean lumbar spine (L1–L4) BMD was</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1.092 (SD = 0.145) for the athletes 2. 1.070 (SD = 0.106) for the controls <p>The mean total body BMD was</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1.087 (SD = 0.088) for the athletes 2. 1.077 (SD = 0.064) for the controls <p>BMD Z-score below –1.0 SD was observed in 25% (n = 6) of tennis players and 33.3% (n = 7) of sedentary adolescents</p> <ul style="list-style-type: none"> Similarly, a 	<p>Irregular menstrual cycles after the first year of menarche was reported by 25% of the athletes (n = 6) but none of the control. One athlete (4.2%) and two controls (9.5%) reported oligomenorrhea</p> <p>In total, 33.3% (n = 8) of the athletes had some type of MI, compared to 9.5% (n = 2) of controls (p = 0.08 by Fisher's Exact test). It is noteworthy that athletes had an almost fivefold higher incidence of MI (OR = 4.750; CI = 0.88, 25.65; p = 0.048)</p>	<p>EAT26</p> <p>Athletes 3 (12.5%)</p> <p>Controls 3 (14.3%)</p> <p>BITE severity(BITE – Bulimic Investigatory Test Edinburgh)</p> <p>Athletes Significant severity 1 (4.2%)</p> <p>High severity 0 (0%)</p> <p>Total 1 (4.2%)</p> <p>Controls Significant severity 3 (14.3%)</p> <p>High severity 0 (0%)</p> <p>Total 3 (14.3%)</p>	<p>Athletes (M = 1715.46 kcal/day SD = 321.40)</p> <p>Controls (M = 2167.00 kcal/day; SD = 309.65) (t = -4.79; p < 0.001)</p> <p>Average carbohydrate intakes of the athletes 4.23 g/kg/day (SD = 1.42)</p> <p>Average carbohydrate intakes of the controls 4.34 g/kg/day (SD = 1.37)</p> <p>protein intakes of the athletes 1.43 g/kg/day (SD = 0.43)</p> <p>protein intakes of the controls 1.80 g/kg/day</p>
Goodwin 2014	Case control		<ul style="list-style-type: none"> SEX female Athletes runners n=25 Age (years) 25 ± 3.2 Age at Menarche (years) 15.8 ±2.0 	<ul style="list-style-type: none"> Energy and nutrient intake (EI) measure EI during three consecutive days Eating Disorder 	<p>Athletes (n=25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Lumbar Spine (L1-L4) (g/cm2) .945 ± .021 Neck of Left Proximal 	<p>Athletes (n=25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Eumenorrhea 15 (60%) Oligomenorrhea 10 (40%) 	<p>Global EBP</p> <p>Athletes n=25 .62 ± .56</p> <p>Non-Athletes (n=14) .57 ± .66</p>	<p>Athletes (n=25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Estimated Energy Requirements (EER) (kcal) 4648.10 ± 224.63

			<ul style="list-style-type: none"> • Weight (kg) 49.8 ± 5.5 • Height(m) 1.62 ± 0.05 • BMI (kg/m²) 18.7 ± 1.3 • Fat Free Mass (FFM)(kg) 38.6 ± 3.8 • Control Non-Athletes (n=14) • Age (years) 25 ± 3.2 • Age at Menarche (years) 14.1 ± 1.0 • Weight (kg) 58.6 ± 5.8 • Height(m) 1.60 ± 0.04 • BMI (kg/m²) 22.8 ± 2.8 • Fat Free Mass (FFM)(kg) 38.6 ± 2.6 	<p>Examination Questionnaire (EDE-Q)</p> <ul style="list-style-type: none"> • body composition assessments completed using dual energy x-ray absorptiometry (DXA) • <i>Menstrual function (MF)</i> was based on a nine-month daily temperature-menstruation log 	<p>Femur (g/cm²) .945 ± .0731</p> <ul style="list-style-type: none"> • Total Body BMD (g/cm²) 1.045 ± .584 • Z-score (g/cm²) 1.24 ± 0.44 • Low BMD 19 (76%) • Normal BMD 6 (24%) <p>Non-Athletes (n=14)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lumbar Spine (L1-L4) (g/cm²) 0.968 ± 0.3 • Neck of Left Proximal Femur (g/cm²) 983 ± .0995. • Total Body BMD (g/cm²) 1.016 ± .0710 • Z-score (g/cm²) 1.14 ± 0.40 • Low BMD 12 (86%) • Normal BMD 2 (14.3%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Amenorrhoea 0 • Primary Amenorrhoea 15 (60%) <p>Non-athletes (n=14)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eumenorrhoea 10 (71.4%) • Oligomenorrhoea 2 (14.3%) • Amenorrhoea 2 (14.3%) • Primary Amenorrhoea 2 (14.3%) 	<p>p-value .813</p> <p>Overall prevalence of low EA was 69% (Athletes=23, Non-athletes=4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Energy Intake (kcal) 1894.0 ± 516.1 • Exercise Energy Expenditure (kcal/kgFFM.d-1) 760.3 ± 222.1 • Energy Availability (kcal/kgFFM.d-1) 28.1 ± 11.5 • Non-Athletes (n=14) • Estimated Energy Requirements (EER) (kcal) 2406.85 ± 58.88 • Energy Intake (kcal) 2258 ± 799.0 • Exercise Energy Expenditure (kcal/kgFFM.d-1) 78.14 ± 19.34 • Energy Availability (kcal/kgFFM.d-1) 57.0 ± 21.4
--	--	--	---	---	--	---	--	---

Doyle-Baker 2018	cross-sectional		<p>SEX female</p> <ul style="list-style-type: none"> • Athletes ice hockey players n=12 • age 21.1 ± 3.4 yrs • height (HT) 165.9 ± 4.6 cm • weight (WT) 64.7 ± 8.1 kg • body fat percent (BF %) 2.8 ± 3.8% • 12 non-athlete controls • age 21.4 ± 2.8 yrs • HT 169.5 ± 5.5 cm • WT 65.4 ± 5.4 kg • BF % 20.0 ± 3.1 %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) • Eating Disorder Inventory (EDI-2) • Menstrual Cycle question • Energy intake 7-day diet record 	<p><u>Hockey (n = 11)</u></p> <p><u>Lumbar spine L1-L4</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • BMD g/cm² 1.047 • T-Score 0.0 • Z-score 0.2 <p><u>Total Hip</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • BMD g/cm² 1.064 • T-Score 1.0 • Z-score 1.1 <p><u>Control (n = 12)</u></p> <p><u>Lumbar spine L1-L4</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • BMD g/cm² 1.059 • T-Score 0.1 • Z-score 0.2 <p><u>Total Hip</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • BMD g/cm² 1.07 • T-Score 1.0 • Z-score 1.2 <p>No group BMD differences were observed in lumbar spine (p = 0.9), hip (p = 0.5), and radial (p = 0.7) sites</p>	<p>%Anovulatory Athletes 50%</p> <p>%Anovulatory Non athletes 43.1</p> <p>Hockey Pl. MC (35.8 ± 11.2 days) was longer than Control (29.8 ± 4.3 days) and HP luteal phase (10.1 ± 2.1 days) was also longer than Control (9.6 ± 2.8 days).</p>	No data	<p>Hockey n = 12 kcal / day</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daily Energy Intake 1882.89 ± 366.37 • Total Energy Expenditure 2901.26 ± 206.1 • Mean Energy Balance - 1018.37 ± 464.9 <p>Control n=12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daily Energy Intake 1777.3 l ± 328.62 • Total Energy Expenditure 2557.38 ± 136.06 • Mean Energy Balance - 780.07 ± 310.62 <p>A negative EB was identified (HP = -1026.52 ± 450.1; C = - 780.00 ± 310.19 kcal / day)</p>
------------------	-----------------	--	---	--	--	---	---------	---

Burrows 2007	cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> Sex female Physical active n=82 Age years 31.1 ± 6.7 Body mass kg 58.4 ± 6.6 Body fat (%) 24.2 ± 6.3 Menarche age (years) 13.4 + 1.3 Average training sessions per week 6 ± 3 	<ul style="list-style-type: none"> Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) Questionnaires for osteoporosis, menstrual Energy intake 24-hour food recall questionnaire and a 7-day prospective food diary Disorder eating (SIAB-S) 	<ul style="list-style-type: none"> T-scores +0.40 to – 0.08 81% classified as normal, 17% as osteopaenic, 2% as osteoporotic at the femoral neck Ninety-two percent of participants were classified as normal, 7% as osteopaenic, and 1% as osteoporotic at the lumbar spine <p><u>Menstrual groups</u></p> <p>Eumenorrhoeic</p> <ul style="list-style-type: none"> Lumbar spine size-adjusted BMD (g * cm³) 0.16±0.24* (0.15 – 0.17) Femoral neck size-adjusted BMD (g * cm³) 	<ul style="list-style-type: none"> 78% of participants were classified as eumenorrhoeic, 20% as oligomenorrhoeic, 2% as amenorrhoeic 	<p><u>Disorder eating groups</u></p> <ul style="list-style-type: none"> No disorder Energy intake (MJ * day⁻¹) 8.71 ± 2.13 (8.19 – 9.22) Disorder eating Energy intake MJ * day⁻¹ 8.45±1.47 (7.5 – 9.4) 	<p><u>Menstrual groups</u></p> <p>Eumenorrhoeic</p> <ul style="list-style-type: none"> Energy intake (MJ *day⁷¹) 8.68±2.13 (8.13 – 9.23) <p>Oligo/amenorrhoeic</p> <ul style="list-style-type: none"> Energy intake (MJ *day⁷¹) 8.67±1.82 (7.76 – 9.57)
-----------------	-----------------	--	---	--	--	---	--	--

					<p>0.19±0.38 (0.18 – 0.21) Oligo/amenorrhoeic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lumbar spine size-adjusted BMD (g * cm73) 0.14±0.19 (0.12 – 0.15) • Femoral neck size-adjusted BMD (g * cm73) 0.20±0.32 (0.18 – 0.22) <p><u>Disordered eating groups</u></p> <p>No disorder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lumbar spine size-adjusted BMD (g * cm73) 0.16±0.02 (0.15 – 0.16) • Femoral neck size-adjusted BMD (g * cm73) 0.24±0.03* (0.21 – 0.27) <p>Disordered eating</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lumbar spine size-adjusted BMD (g * cm73) 0.16±0.03 (0.13 – 0.19) • Femoral neck size-adjusted BMD (g * 			
--	--	--	--	--	---	--	--	--

					cm73) 0.19+0.03 (0.18 – 0.20)			
--	--	--	--	--	-------------------------------------	--	--	--

Cobb 2002	cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> Sex Female competitive female distance runners N=91 Age years 18-26 <p><u>Eumenorrhic (N = 58)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Weight LB 129.1 ± 1.9 Height (inches) 65.1 ± 0.3 BMI (kg*m-2) 21.5 ± 0.2 Body fat (%)23.9 ± 0.6 Menses in past year (no. cycles) 11.5 ± 0.1 Menarche (age in yr) 12.6 ± 0.2 Total lifetime menstrual periods (no. cycles) 89.5 ± 4.4 Started running (age in yr) 14.5 ± 0.5 <ul style="list-style-type: none"> Amount of running (miles*wk-1 in past 12 months) 33.0 ± 1.2 <p><u>Oligo/Amenorrhic* (N =33)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Weight LB 128.1 2.7 Height (inches) 65.4 ± 0.5 BMI (kg*m-2) 21.1 ± 0.3 Body fat (%)22.7 ± 1.0 	<ul style="list-style-type: none"> Disordered eating was measured by the Eating Disorder Inventory (EDI) Menstrual irregularity was defined as oligo/amenorrhea (0-9 menses per year) BMD was measured by dual x-ray absorptiometry <ul style="list-style-type: none"> food frequency questionnaire (4) was used to estimate usual nutrient intake during the prior 6 month 	<p><u>Menstrual Group</u></p> <p><u>Eumenorrhic n=58</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Spine BMD Observed 1.01 ± 0.013 Adjusted* 1.00 ± 0.013 Total hip BMD Observed 1.00±0.015 Adjusted* 1.00 ± 0.014 Whole body BMD Observed 1.12 ± 0.011 Adjusted* 1.11 ± 0.010 <p><u>Oligo/Amenorrhic† (N = 33)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Spine BMD Observed 0.94 ± 0.018‡ Adjusted* 0.95 ± 0.019§ Total hip BMD Observed 0.95 ± 0.020§ Adjusted*0.94 ± 0.020§ Whole body BMD Observed 1.08 ± 0.015§ Adjusted* 1.08 ± 0.015 	<p>Normal Eumenorrhia N=50</p> <p>Normal Oligo/amenorrhia N=17</p> <p>Elevated Eumenorrhia N=8</p> <p>Elevated Oligo/Eumenorrhia N=15</p>	<p><u>Eating disorder inventory (EDI) group</u></p> <p><u>Normal EDI (N =67)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Bulimia subscale (0-21) 0.8 ± 0.2 Drive for thinness subscale (0-21) 1.6 ± 0.3 Body dissatisfaction subscale (0-27) 3.6 ± 0.5 Total 6.0± 0.8 <p><u>Elevated EDI* (N = 23)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Bulimia subscale (0-21) 16.3 ± 0.8‡ Drive for thinness subscale (0-21) 3.2 ± 0.7‡ Body dissatisfaction subscale (0-27) 16.0 ± 1.2‡ Total 35.6 ± 1.8‡ <p><u>Menstrual Group Eumenorrhic N=58</u></p> <ul style="list-style-type: none"> EDI scores* Drive for thinness 	<p>Eating disorder inventory (EDI) group</p> <p><u>Normal EDI (N=67)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Calories (kcal*d-1) 2346 ± 112 Fat (% of total calories) 18.7 ± 0.8 Protein (% of total calories) 16.4 ± 0.3 <p><u>Elevated EDI* (N = 23)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Calories (kcal*d-1) 1904 ± 148§ Fat (% of total calories) 14.0 ± 1.0 Protein (% of total calories) 16.0 ± 0.8 <p><u>Menstrual Group Eumenorrhic N=58</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Daily nutrient intake Calories (kcal*d-1) 2241±121 Fat (% of total calories) 18.7 ± 0.9
-----------	-----------------	--	---	--	--	---	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> • Menses in past year (no. cycles) $5.0 \pm 0.5^{\dagger}$ • Menarche (age in yr) $13.8 \pm 0.2^{\ddagger}$ • Total lifetime menstrual periods (no. cycles) $49.5 \pm 4.0^{\ddagger}$ • Started running (age in yr) 14.7 ± 0.7 • Amount of running (miles*wk-1 in past 12 months) $39.0 \pm 2.2^{\S}$ 				<ul style="list-style-type: none"> • subscale (0–21) 3.3 ± 0.7 • Bulimia subscale (0–21) 0.9 ± 0.2 <ul style="list-style-type: none"> • Body dissatisfaction subscale (0–27) 5.4 ± 0.8 • total (0–69) 9.6 ± 1.5 <p><u>Oligo/Amenorrheic (N = 33)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EDI scores* <ul style="list-style-type: none"> • Drive for thinness subscale (0–21) $9.3 \pm 1.4^{\dagger}$ • Bulimia subscale (0–21) $2.3 \pm 0.5^{\ddagger}$ • Body dissatisfaction subscale (0–27) $9.3 \pm 1.5^{\ddagger}$ • total (0–69) $20.9 \pm 3.0^{\dagger}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Protein (% of total calories) 16.3 ± 0.4 <p><u>Oligo/Amenorrheic (N = 33)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Daily nutrient intake <ul style="list-style-type: none"> • Calories (kcal*d-1) 2219 ± 147 • Fat (% of total calories) $15.3 \pm 1.0^{\S}$ • Protein (% of total calories) 16.3 ± 0.5
De Souza 2008	cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> • Sex= female • N=44 exercising women • Energy Replete <ul style="list-style-type: none"> • n=22 • Age years 24.1 ± 1.1 • Weight (kg) 59.4 ± 1.2 	<ul style="list-style-type: none"> • Dietary energy intake was assessed from 3-day and 7day nutritional logs (two weekdays) 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete Group</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete n=22</u> • Total body BMD (g/cm²) • 1.180 ± 0.014 	No data	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete Group</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete n=22</u> • Dietary cognitive restraint • 8.1 ± 1.0 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete Group</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete n=22</u> • Dietary intake (kcal/day) 1957.9 ± 115.4

		<ul style="list-style-type: none"> • Height (cm) 166.5 ± 1.2 • BMI (kg/m²) 21.5 ± 0.3 • Estrogen Deficient <ul style="list-style-type: none"> • N= 7 • Age years 24.7 ± 2.0 • Weight(kg) 57.0 ± 3.4 • Height (cm) 165.5 ± 1.8 • BMI (kg/m²) 20.8 ± 1.3 • Energy Deficient • Estrogen Replete <ul style="list-style-type: none"> • N=7 • Age years 25.3 ± 2.0 • Weight(kg) 59.0 ± 2.1 • Height (cm) 165.3 ± 1.1 • BMI (kg/m²) 21.4 ± 0.6 • Estrogen Deficient <ul style="list-style-type: none"> • N= 8 • Age years 22.1 ± 1.9 • Weight (kg) 55.3 ± 2.0 • Height (cm) 164.2 ± 1.5 • BMI (kg/m²) 20.5 ± 0.7 	<ul style="list-style-type: none"> and one weekend day) • Dual-energy X-ray for BMD • REE was determined by indirect calorimetry using a ventilated hood (SensorMedics Vmax Series) • Questionnaire ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Total body Z-score 0.9 ± 0.2 <ul style="list-style-type: none"> • <u>Estrogen Deficient n=7</u> • Total body BMD (g/cm²) • 1.107 ± 0.025 • Total body Z-score -0.1 ± 0.3 <ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Deficient group</u> • <u>Energy Replete n=7</u> • Total body BMD (g/cm²) • 1.165 ± 0.025 • Total body Z-score 0.8 ± 0.2 <ul style="list-style-type: none"> • <u>Estrogen Deficient n=8</u> • Total body BMD (g/cm²) • 1.155 ± 0.020 • Total body Z-score 0.8 ± 0.2 		<ul style="list-style-type: none"> • Drive for thinness 2.5 ± 0.8 <ul style="list-style-type: none"> • <u>Estrogen Deficient n=7</u> • <u>Dietary cognitive restraint</u> • 12.5 ± 1.7 • Drive for thinness 3.5 ± 2.0 • <u>Estrogen Deficient Group</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete n=7</u> • Dietary cognitive restraint 7.5 ± 2.2 • Drive for thinness 0.9 ± 0.9 • <u>Estrogen Deficient n=8</u> <ul style="list-style-type: none"> • Dietary cognitive restraint 14.4 ± 1.5 • Drive for thinness 6.0 ± 2.0 	<ul style="list-style-type: none"> • REE/FFM (kcal/day*kg FFM) 31.7 ± 0.6 • <u>Estrogen Deficient n=7</u> • Dietary intake (kcal/day) 1935.3 ± 122.4 • REE/FFM (kcal/day*kg FFM) 30.9 ± 0.8 • <u>Estrogen Deficient Group</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Energy Replete n=7</u> • Dietary intake (kcal/day) 1911.8 ± 146.0 • REE/FFM (kcal/day*kg FFM) 30.4 ± 0.8 • <u>Estrogen Deficient n=8</u> • Dietary intake (kcal/day) 1660.0 ± 297.2 • REE/FFM (kcal/day*kg FFM) 28.1 ± 1.2
Lane 2021	Cross- sectional	Sex Male <ul style="list-style-type: none"> • Endurance athletes N=60 	<ul style="list-style-type: none"> • 7–days of training logs 	<ul style="list-style-type: none"> • Total body BMD (Z- 	No data	No data	<ul style="list-style-type: none"> • Energy availability

			<ul style="list-style-type: none"> • Age (years) 43.4 ± 11.6 • Height (m) 1.78 ± 0.06 • Mass (kg) 76.6 ± 9.6 • FFM (kg) 62.7 ± 6.2 • % BF 17.9 ± 5.0 • Training (h · wk⁻¹) 10.9 ± 2.7 • Training (years) 7.1 ± 8.8 	<ul style="list-style-type: none"> and 4-days of diet records • BMD DXA 	<ul style="list-style-type: none"> score) 0.73 ± 0.95 (g/cm²) 1.34 ± 0.13 • Lumbar BMD (Z-score) 1.46 ± 1.36 (g/cm²) 1.23 ± 0.18 • Femoral neck BMD (Z-score) 1.59 ± 1.33 (g/cm²) 1.07 ± 0.17 • Bone alkaline phosphatase (ng/mL) 10.68 ± 0.30 			<ul style="list-style-type: none"> (kcal/kg FFM) 28.7 ± 13.4 • Energy intake (EI) (kcal/d) 3073.8 ± 777.1 • Exercise energy expenditure (EEE) (kcal/d) 1296.0 ± 466.7 • Resting metabolic rate (RMR) (kcal/d) 1795.5 ± 209.4
Pritchett 2021	cross-sectional		<p>Sex female Paralympic Athletes N=9 Age (yrs) 27 ± 7 Height (cm) 152 ± 15 Weight (kg) 47.8 ± 10.3 Body Fat (%) 34.0 ± 5.7</p> <p>Sex male Paralympic Athletes N=9 Age (yrs) 27 ± 8 Height (cm) 166 ± 5 Weight (kg) 64.5 ± 8.7 Body Fat (%) 25.4 ± 5.7</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dietary intake recorded • BMD DXA • Eating Attitudes and Behaviors Questionnaires • Menstrual Status Questionnaires 	<p>Females Bone Characteristics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Whole body (g.cm²-1) 1.11 ± 0.22 • Hip z-score -1.6 ± 1.2 <p>Males Bone Characteristics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Whole body (g.cm²-1) 1.22 ± 0.16 • Hip z-score -1.7 ± 0.7 	Phase of the menstrual cycle was noted but not controlled for in this study	<p>Females</p> <ul style="list-style-type: none"> • LEAF-Q score 9 ± 4 • EDE-Q Global score 0.93 ± 1.30 <p>Males</p> <ul style="list-style-type: none"> • EDE-Q Global score 0.38 ± 0.41 	<p>Females</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy intake (EI) 1717 ± 280 • CHO (g·kg⁻¹·day⁻¹) 3.7 ± 0.8 • PRO (g·kg⁻¹·day⁻¹) 1.9 ± 0.9 • Fat (%kcal·day⁻¹) 38 ± 1 • Exercise Energy Expenditure (EEE) 216 ± 196 • Energy Availability (EA) cutoff values 50 ± 11

								<p>Males</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy intake (EI) 2566 ± 651 • CHO (g·kg⁻¹·day⁻¹) 4.1 ± 1.3 • PRO (g·kg⁻¹·day⁻¹) 2.2 ± 1.1 <ul style="list-style-type: none"> • Fat (%kcal·day⁻¹) 33 ± 10 • Exercise Energy Expenditure (EE) 198 ± 47 <ul style="list-style-type: none"> • Energy Availability (EA) cutoff values 41 ± 12
Papageorgiou 2018	crossover design		<p>Sex Female</p> <ul style="list-style-type: none"> • Active women N=10 • Age (y) 24±3 • Height (m) 1.66±0.05 • Body mass (kg) 61.1±7.0 • BMI (kg·m⁻²) 22.3±2.4 • Body fat (%) 29.3±5.1 • LBM (kg) 41.3±4.1 • Fat-free mass (kg) 44.3±4.3 <p>Physical activity (MET·min·week⁻¹) 4634±2382</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BMD DXA • Dietary intake 3 days food record self-reported menstrual cycles 	BMD T-score 1.10±0.84	<ul style="list-style-type: none"> • Length of menstrual cycle (d) 28.5±3.7 Length of flow (d) 4.9±0.9 	NO DATA reds	<ul style="list-style-type: none"> • Habitual dietary energy intake (kcal·d⁻¹) 2092±262 • Lifestyle energy expenditure (kcal·d⁻¹) 422±123 Habitual EA (kcal·kgLBM·d⁻¹) 39.0±5.6

Doyle-Lucas 2010	Control trial		<p>Sex Female</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ellit dancer N= 15 • Age, yrs 24.3 ± 1.3 • Weight, kg 51.9 ± 0.7 • Height, cm 166 ± 1.0 • BMI, kg/m2 18.9 ± 0.2 • Fat-free mass, kg 44.3 ± 0.8 • Lean body mass, kg 41.8 ± 0.8 • Body fat, % 15.5 ± 1.3 <p>Controls N=15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age, yrs 23.7 ± 0.9 • Weight, kg 56.5 ± 0.9* • Height, cm 170 ± 1.0* • BMI, kg/m2 19.4 ± 0.2 • Fat-free mass, kg 44.1 ± 0.9 • Lean body mass, kg 41.5 ± 0.8 • Body fat, % 22.6 ± 1.0* 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD DXA <ul style="list-style-type: none"> • eating attitudes test (EAT-26) • Four day record dietary intake • Menstrual cycle questionnaire s 	<p>Dancers</p> <ul style="list-style-type: none"> • Total Z-score 0.99 ± 0.2 • Total BMD, g/cm2 1.16 ± 0.01 • Left Femur Z-score 1.00 ± 0.2 • Posterior-Anterior Spine Z-score 0.23 ± 0.2 • Total Z-score 1.20 ± 0.3 • Total BMD, g/cm2 1.19 ± 0.02 • Left Femur Z-score 0.64 ± 0.3 • Posterior-Anterior Spine Z-score 0.07 ± 0.2 	<p>Dancers <u>Menstrual Status, n</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Normal 9 • Irregular 3 • Amenorrheic 0 <p>Controls <u>Menstrual Status, n</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Normal 14 • Irregular 1 • Amenorrheic 0 	<p>Eating Attitudes Test-26 score</p> <p>Dancers 7.9 ± 2.0</p> <p>Controls 4.5 ± 1.7</p>	<p>Dancers (N = 15)</p> <ul style="list-style-type: none"> *Energy Intake, kcal/d 1557 ± 89 *EA, kcal/kg FFM/d 3.75 ± 2.2 *Resting Metabolic Rate RMR 1367 ± 27 <p>Controls (N = 15)</p> <ul style="list-style-type: none"> *Energy Intake, kcal/d 2075 ± 163* * EA, kcal/kg FFM/d 41.1 ± 4.6† • *Resting Metabolic Rate RMR 1454 ± 34*
Drinkwater 1984	cross-sectional		<p>Sex Female Athletes N=28 <u>Amenorrheic 14</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Age years 24.9±1.3 • Height (cm)166.1±2.5 • Weight (kg)54.4±2.3 • Body fat %15.8±1.4 • LBM 45.6±1.6 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD by Single photon and Dual photon absorptiometry • Dietary intake 3 day dietary history • Menstrual cycle questionnaire 	<p><u>Amenorrheic N= 14</u></p> <p>Radius S1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mineral content 0.89±0.03 • Mineral density 0.53±0.02 <p>Radius S2</p>	<p><u>Amenorrheic 14</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Age at menarche (yr)12.5±0.5 • Duration of amenorrhea (mo)41.7±7.4 		<p><u>Amenorrheic N= 14</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Total calorie intake/day(Kcal) 1622.7±145.1 • Protein/day 66.43±6.72 • Carbs/day 222.2±19.6 • Fat/day 56.7±8.0

			<ul style="list-style-type: none"> • Age at menarche (yr) 12.5±0.5 • Duration of amenorrhea (mo) 41.7±7.4 <p><u>Eumenorrheic 14</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Age years 25.5±1.4 • Height (cm) 165.7±2.2 • Weight (kg) 57.9±2.2 • Body fat % 16.9±0.8 • LBM 48.0±1.6 • Age at menarche (yr) 12.8±0.4 	during previous 12 months	<ul style="list-style-type: none"> • Mineral content 0.91±0.02 • Mineral density 0.67±0.02 <p>Vertebrae (g/cm²) 1.12±0.04</p> <p><u>Eumenorrheic N=14</u></p> <p>Radius S1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mineral content 0.85±0.03 • Mineral density 0.54±0.01 <p>Radius S2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mineral content 0.88±0.03 • Mineral density 0.67±0.02 <p>Vertebrae (g/cm²) 1.30±0.03</p>			<p><u>Eumenorrheic N=14</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Total calorie intake/day (Kcal) 1965.1±98.4 • Protein/day 66.46±6.87 • Carbs/day 255.4±14.8 • Fat/day 79.3±8.2
Marcus 1985	cross-sectional		<p>Sex Female</p> <p>Elite runners n=17</p> <p><u>Cyclic n=6</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Age (yrs) 23.8 ± 1.7 • Weight(kg) 53.8 ± 1.6 • Height (cm) 163.7 ± 1.0 • Fat% 11.1 ± 2.0 <p><u>Amenorrheic n=11</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 day food record for dietary intake • BMD measured by computed tomography and photon absorptiometry • Menstrual cycle questionnaire 	<p>Bone density</p> <p><u>Cyclic</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Spine 182 ± 9 • Radius 0.72 ± 0.01 <p><u>Amenorrheic</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Spine 151 ± 8.0 • Radius 0.69 ± 0.01 <p><u>Normal</u></p>	Age of menarche was similar for both groups, 13 ± 0.4 and 13.5 ± 0.3 years, but whereas the cyclic women began to train intensively 5.0 ± 1.7 years after menarche ,	No data	<p>Dietary intake</p> <p>Cyclic Women</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calories 1715 ± 281 • Protein, g 72 ± 8 <p>Amenorrheic Women</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calories 1272 ± 136 • Protein 49 ± 7.4

			<ul style="list-style-type: none"> • Age (yrs) 20.0 ± 0.4* • Weight(kg) 49.7 ± 1.5* • Height (cm) 163.5 ± 1.6 • Fat% 10.0 ± 1.1 		<ul style="list-style-type: none"> • Spine 166 + 4 Radius 0.71 ± 0.01 	amenorrheic women had begun serious training very close to the onset of menses, 0.91 ± 0.55 years		
Quintas 2003	Control trial		<p>Sex females <u>Athletes N=74</u></p> <p><u>N=15 skiers</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • age years 17.1±2.9 • Weight (kg) 70.5±11.02 • Height (cm) 174.9±8.0 • BMI (kg/m²) 23.0±2.9 • Age at menarche (years) 12.9±1.6 • Training (h/week) 24.1±4.6 <p><u>N=26 basketball players</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • age years 17.2±2.1 • Weight (kg) 59.7±4.9 • Height (cm) 163.7±3.9 • BMI (kg/m²) 22.2±1.34 • Age at menarche (years) 12.3 ± 0.91 • Training (h/week) 12.0±2.3 <p><u>N=33 ballet dancers</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dietary intake food record for 5 days • Bone densities were measured using dual energy X-ray absorptiometry • Menstrual cycle questionnaire 	<p><u>BMC and BMD for lumbar spine:</u></p> <p>Control</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 40.8±7.1 • BMD (g/cm²) 1.01±0.10 <p>Ballet</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 41.2±6.4 • BMD (g/cm²) 1.02±0.10 <p>Basketball players</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 55.8±6.7 • BMD (g/cm²) 1.2±0.10 <p>Skiers</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 52.5±8.1 • BMD (g/cm²) 1.2±0.12 <p><u>BMC and BMD for Right hip:</u></p> <p>Control</p>		No data	<p><u>Energy intake (kj/day)</u></p> <p>Control 8489 ± 1674</p> <p><u>Dancers</u> 7912 ± 1766</p> <p><u>Basketball players</u> 10 807 ± 2921</p> <p><u>Skiers</u> • 9272 ± 1799</p>

			<ul style="list-style-type: none"> • age years 16.2±2.0 • Weight (kg) 49.5±3.9 • Height (cm) 162.8±4.3 • BMI (kg/m²) 18.7±1.1 • Age at menarche (years) 13.3±1.05 • Training (h/week) 25.2±4.9 <p><u>Control group N=90</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Age years 16.7±1.0 • Weight (kg) 55.7±6.7 • Height (cm) 162.1±6.2 • BMI (kg/m²) 21.2±2.19 • Age at menarche (years) 12.8±1.03 Training (h/week) 0 		<ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 30.8±4.9 • BMD (g/cm²) 0.95±0.10 <p><u>Ballet</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 32.1±4.9 • BMD (g/cm²) 0.97±0.09 <p><u>Basketball players</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 44.0±6.4 • BMD (g/cm²) 1.1±0.11 <p><u>Skiers</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 39.9±5.7 • BMD (g/cm²) 1.1±0.14 <p><u>BMC and BMD for right forearm</u></p> <p><u>Control</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 36.2±0.75 • BMD (g/cm²) 0.53± 0.03 <p><u>Ballet</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 5.8 ±0.61 • BMD (g/cm²) 0.51±0.04 		
--	--	--	--	--	--	--	--

					<u>Basketball players</u> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 6.8±0.87 • BMD (g/cm²) 0.54±0.04 <u>Skiers</u> <ul style="list-style-type: none"> • TOTAL BMC (g) 7.7±0.77 • BMD (g/cm²) 0.60±0.05 			
Battista 2011	cross-sectional		Sex Female Athlete n=35 <ul style="list-style-type: none"> • Age (years) 20.8 ±1.6 • Height (cm) 166.02 ± 6.1 • Weight (kg) 61.2 ± 6.9 • Fat mass (kg) 17.1 ± 5.4 • Lean body mass (kg) 41.8 ± 3.8 • Body fat (%) 27.3 ± 0.1 	<ul style="list-style-type: none"> • Recorder their physical activity for three days • Recorder nutrient intake for 24 hours in order • Recorder information concerning their menstrual cycle history • DEXA used to obtain bone mineral density and body composition 	<ul style="list-style-type: none"> • Bone Mineral Density (g/cm²) 1.2 ± 0.06 • Bone Mineral Content (kg) 2.7 ± 0.28 	<u>Self-reported menstrual cycle history of all participants. Regularity of Cycle</u> <ul style="list-style-type: none"> • Yes n=19 n%=54.3 • No n=12 n%=35.3 • Irregular n=4 n%=11.4 <u>Two Months without a menstrual cycle at any time since 1st cycle</u> <ul style="list-style-type: none"> Yes n=10 n%= 28.6 No n=25 n%=71.4 	Eating Disorder Inventory (EDI) Drive for Thinness (DT) score greater than 15, EDI Body Dissatisfaction (BD) score greater than 14	<ul style="list-style-type: none"> • Absolute energy intake (kcal) 1876.5 ± 624.3 • Relative energy intake (kcal/kg) 30.8 ± 9.9 • Energy expenditure (kcal) 480.2 ± 190.1 • Energy availability (kcal/kg Lean body mass) 33.6 ± 14.1 • Relative macronutrient intake <ul style="list-style-type: none"> • Protein (kcal/kg) 1.2 ± 0.5 • Carbohydrate (kcal/kg) 4.4 ± 1.6 • Fat (kcal/kg) 1.0 ± 0.5

Nelson 1986			<p>Sex female Runners n=28 Eumenorrhic n=17</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age (yr) 29.2 ± 1.23 • Weight(kg) 55.4 ± 1.32 • Height (cm) 165.4 ± 1.52 • Fat (%) 19.70 ± 0.82 • Miles per week run 39.8 ± 2.83 • Years of training 6.2 ± 0.6 <p>Amenorrhic n=11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age (yr) 25.2 ± 1.47 • Weight(kg) 55.4 ± 1.32 • Height (cm) 167.8 ± 1.77 • Fat (%) 21.59 ± 1.72 • Miles per week run 34.7 ± 4.62 • Years of training .9 ± 0.80 • 	<ul style="list-style-type: none"> • 3-day dietary record • Menstrual questionnaire <ul style="list-style-type: none"> • BMD measured by dual photon absorptiometry 	<p>Eumenorrhic n=17</p> <ul style="list-style-type: none"> • BMD L,-L., (g/cm²)t 1.196 ± ± 0.02 • BMC radius shaft (g/cm²)f 0.708 ± 0.0 10 • Amenorrhic n=11 • BMD L,-L., (g/cm²)t 1.099 ± 0.027 • BMC radius shaft (g/cm²)f 0.701 ± 0.022 	<p><u>Eumenorrhic n=17</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Age at menarche (yr) 12.8 ± 0.30 <p>Amenorrhic n=11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age at menarche (yr) 14.7 ± 0.6 <p>Duration of amenorrhea (mo) 24.9 ± 3.8</p>	-	<p><u>Eumenorrhic n17</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy 2250 ±141 • Energy (kcal/kg body wt 40.5 ± 2.1 • Carbohydrate (g/day) 263 ± 17.5 • Fat(g.kg.day) 0.8± 0.1 • Protein (g/day) 55.3 ± 7.3 <p><u>Amenorrhic n-11</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy 1730 ± 152 • Energy (kcal/kg body wt 30.2 ±2.6 • Carbohydrate (g/day) 196 ± 17.0 • Fat(g.kg.day) 0.6± 0.0 • Protein (g/day) 41.9 ± 6.7 •
Shimizu 2019	cross-sectional		<p>Sex female Elite Wheelchair Basketball Players n=13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age years 28.9 ± 8.1 	<ul style="list-style-type: none"> • Total energy intakes based on age-specific requirements • BMD DEXA 	<p>BMD (g/cm²)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Both arms 0.79 ± 0.07 • Both legs 1.07 ± 0.32 • Total 1.20 ± 0.16 	<p>Menstrual cycle disorder n=6 46.2%</p> <p>Menstrual pain n=9 69.2%</p>	-	<ul style="list-style-type: none"> • Total energy (kcal) 1636.1 ± 439.5 • Protein (g) 57.5 ± 18.9

			<ul style="list-style-type: none"> • Athletic career (years) 10.3 ± 3.6 • BMI (kg/m²) 21.7 ± 1.6 • spinal cord disorders (n = 8) <ul style="list-style-type: none"> • skeletal system disorders (n = 5) • Menstrual cycle disorder n= 6 • Menstrual pain n= 9 • Daily-life Wheelchair User n=8 • Daily-life Wheelchair Non-user n=5 	<ul style="list-style-type: none"> • Menstrual questionnaire <ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • LBM (kg) <ul style="list-style-type: none"> • Both arms 4.97 ± 0.56 • Both legs 9.35 ± 3.83 • Total 34.85 ± 6.55 • 	<ul style="list-style-type: none"> • Severe menstrual pain n=3 23.1% • Subjective menstrual flow n=3 23.1% 		
Robbeson 2019	Cross-sectional descriptive study design		<ul style="list-style-type: none"> • Sex female • Age years 19 • Healthy runners n=16 <ul style="list-style-type: none"> • Track n=8 • Field = 8 • Age of menarche (years) 14 • Weight (kg) 60.2 • Height (cm) 171 • BMI (kg/m²) 21.5 <ul style="list-style-type: none"> • Body fat percentage (%) 19.4 • Fat-free mass (kg) 48.5 • Training hours per week = 10 • 	<ul style="list-style-type: none"> • energy availability was calculated using a three-day dietary • bmd DEXA • Menstrual questionnaire • Three-Factor Eating Questionnaire for disordered eating behaviour 	<ul style="list-style-type: none"> • Athletes with menstrual pattern changes had lower spine [1.043 (0.975-1.059) vs 1.166 , p-value = 0.043 (1.090-1.234) g/cm² • femoral neck [0.905 ± 0.045 vs. 1.025 ± 0.027 g/cm² p-value = 0.042) BMD • Spine BMD (g/cm²) 	<ul style="list-style-type: none"> • Menstrual pattern changes were identified in 25% of athletes, three with secondary amenorrhea (one with a medically diagnosed reproductive problem), and one with irregular cycles. Seventyfive per cent of athletes were eumenorrheic, of whom two used contraceptives to regulate their cycles. Changes in 	<ul style="list-style-type: none"> • Three-Factor Eating Questionnaire Cognitive dietary restraint 8.5 (2.5-13) Cognitive dietary restraint ≥ 9 (%) 50 • Eating Disorder Inventory Drive for thinness 5 (1.5-11) Drive for thinness ≥ 15 (%) 6.3 Bulimia 0 (0-3.5) Bulimia > 5 (%) 6.3 Body dissatisfaction 7 (2.5-13.5) 	<ul style="list-style-type: none"> • energy availability was 18.5 (14.1-40.9) kcal/ kg fat-free mass/day • Low estimated energy availability is regarded as a value below 30 kcal/kg FFM/day • healthy estimated energy availability as ≥ 45 kcal/kg FFM/day. • N=11 athletes (73.3%) presented with a low estimated

					<p>1.130 median</p> <ul style="list-style-type: none"> Femoral neck BMD (g/cm²) 0.983 median <p>Total hip BMD (g/cm²) 1.086median</p>	<p>menstrual cycles (shorter or longer cycles or heavier bleeding) during training and/or competition season were reported by 50% (6/12) of eumenorrheic athletes</p>	<p>Body dissatisfaction ≥ 14 (%) 25</p>	<p>energy availability</p> <ul style="list-style-type: none"> N=1 athlete had an estimated energy availability ≥ 45 kcal/kg FFM/day Habitual intake* <p>(n = 16)Energy intake (megajoule (MJ)) 6.6 (4.9-8.5)</p> <ul style="list-style-type: none"> Heavy training day intake** (n = 15) 7.5 (5.3-9.2)
Lee 2021	cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> Sex male N=10 Age years 19.1 ± 0.6 Healthy Collegiate Soccer Players Height (cm) 175.8 ± 5.5 Weight (kg) 69.81 ± 6.14 BMI (kg/m²) 22.5 ± 1.3 Body fat (kg) 9.4 ± 2.4 Body fat (%) 13.3 ± 2.4 VO₂ max (mL/kg/min) 55.6 ± 6.0 	<ul style="list-style-type: none"> energy availability was calculated using a seven dietary Body composition was measured using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) 	<ul style="list-style-type: none"> BMD (g/cm²) 1.378 ± 0.081 Z-score 1.6 ± 0.8 	No data	-	<ul style="list-style-type: none"> EI (kcal/day) 3342 ± 522 TEE (kcal/day) 3903 ± 415
Mursu 2023	cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> Sex female Total N= 69 	<ul style="list-style-type: none"> body composition 	<ul style="list-style-type: none"> Bone mineral density was 	<ul style="list-style-type: none"> PA 28.6% reported to 	-	<p>Female</p> <ul style="list-style-type: none"> PA (n = 50)

		<ul style="list-style-type: none"> • physique athletes (PA) n=50 • Age (years) 27.7 ± 4.1 • Height (cm) 165.7 ± 5.4 • Weight (kg) 65.0 ± 6.9 • BMI (kg/m2) 23.6 ± 1.7 • BF (%) 23.4 ± 5.5 • FFM (kg) 50.4 ± 4.7 • Resistance training (RT) years 4.1 ± 1.9 <ul style="list-style-type: none"> • Total training volume (h/week) 6.8 ± 2.5 • gym enthusiasts (GE) n=19 • Age (years) 26.4 ± 4.2 • Height (cm) 164.7 ± 4.2 • Weight (kg) 63.5 ± 5.5 • BMI (kg/m2) 23.4 ± 1.7 • BF (%) 23.5 ± 5.8 • FFM (kg) 49.3 ± 4.2 • RT years 3.6 ± 1.2 <ul style="list-style-type: none"> • Total training volume (h/week) 5.1 ± 2.4 • Sex male • Total n=20 • physique athletes (PA) n=11 • Age (years) 28.0 ± 5.6 	<p>was measured by DXA</p> <ul style="list-style-type: none"> • EI a 4-day food diary • Exercise energy expenditure was estimated using exercise diaries and exercise programs. Menstrual status investigated using questionnaires 	<p>similar in female and male physique athletes when compared to gym enthusiasts (Figure 3A), while in males, the BMD (1.33 ± 0.08 g/cm²) was higher than in females (1.23 ± 0.08 g/cm², p < 0.001). The z-scores were on average very good and only one physique athlete man had a z-score</p>	<p>have no menstrual bleeding,</p> <ul style="list-style-type: none"> • GE 11.1% <p>Amenorrhea</p> <ul style="list-style-type: none"> • PA 27%(6/22) • GE no amenorrhea reported 	<ul style="list-style-type: none"> • EI (kcal) 2444 ± 435 • EEE (kcal) 386 ± 175 • GE (n = 19) • EI (kcal) 2352 ± 502 • EEE (kcal) 418 ± 317 <p><u>Males</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • PA (n = 11) • EI (kcal) 3165 ± 357 • EEE (kcal) 340 ± 114 • GE (n = 9) • EI (kcal) 2907 ± 225 • EEE (kcal) 361 ± 261 •
--	--	---	--	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> • Height (cm) 180.4 ± 3.9 • Weight (kg) 89.1 ± 8.8 • BMI (kg/m²) 27.4 ± 2.7 • BF (%) 14.9 ± 4.2 • FFM (kg) 76.7 ± 9.1 • RT years 6.5 ± 2.3 <ul style="list-style-type: none"> • Total training volume (h/week). 5.0 ± 1.3 • gym enthusiasts (GE) n=9 • Age (years) 32.0 ± 4.7 • Height (cm) 180.8 ± 2.0 • Weight (kg) 86.1 ± 6.0 • BMI (kg/m²) 26.3 ± 1.7 • BF (%) 15.7 ± 6.8 • FFM (kg) 72.4 ± 3.8 • RT years 6.4 ± 3.7 <ul style="list-style-type: none"> • Total training volume (h/week) 4.6 ± 2.2 • 					
Łuszczki 2021	Cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> • Sex female, girls • N=56 34 consents were received, 22 did not meet the inclusion criteria <ul style="list-style-type: none"> • Football player • (Age years] 15.41 • Weight [kg] 55.89 • Height [cm] 166.38 • BMI [kg/m²] 20.16 	<ul style="list-style-type: none"> • Energy intake (EI) data was collected by a 24-hour food recall method from three days <ul style="list-style-type: none"> • body composition D XA 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD [g/cm²] 1.17 Z-score BMD 1.24 	<p>Number of periods in the last year (if still menstruating)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12 or more n=9 (27.27%) • 9-11 n=4 (12.13%) 	No data reds	<ul style="list-style-type: none"> • EI [kcal] 1872.29 • REE [kcal] 1599.56 <p>Almost the two thirds (64.7%) of participants are classified as being at risk for the</p>

			<ul style="list-style-type: none"> • FFM [kg] 40.72 BMD [g/cm²] 1.17 	<ul style="list-style-type: none"> • LEAF-Q score for low energy availability and female athlete triad. 		<ul style="list-style-type: none"> • 6-8 n=11 (33.33%) • 3-5 n=9 (27.27%) 		FAT/Red-S according to the LEAF-Q scores.
Smith 2021	Cross-sectional		<ul style="list-style-type: none"> • Sex female • N=19 • Height Measured Height (cm) 160.70 • Weight Measured Weight (kg) 58.67 • BMI Measured BMI (kg/m²) 22.62 • Body Fat Percent DXA Body Fat (%) 26.11 	<ul style="list-style-type: none"> • Eating disorder EDI-3 survey • body composition DXA • EI was assessed from a 7-day diet log • Self-Reported Menstrual Cycle Assessment 	Bone Mineral Density <ul style="list-style-type: none"> • Total Z-score 1.7 • Total Score (g/cm²) 1.2 	<ul style="list-style-type: none"> • Self-Reported Menstrual Dysfunction 52.6% (n=10) • Self-Reported Primary Menstrual Dysfunction 21.1% (n=4) <ul style="list-style-type: none"> • Self-Reported Secondary Menstrual Dysfunction 52.3% (n=10) 	There were no cheerleaders who demonstrated ED risk by only the EDI-3; however, 42.1% (n = 8) were at risk according to the EDI-3 SC only, while 10.5% (n = 2) were at risk for ED according to both the EDI-3 and the EDI-3 SC	<ul style="list-style-type: none"> • Energy Intake (kcal)* 1384.7 • Resting Metabolic Rate (kcal) 1263.68 • Total Daily Energy Expenditure (kcal) 2467.60 • Energy Balance (kcal) -1043.14 • Exercise Energy Expenditure (kcal)* 746.04

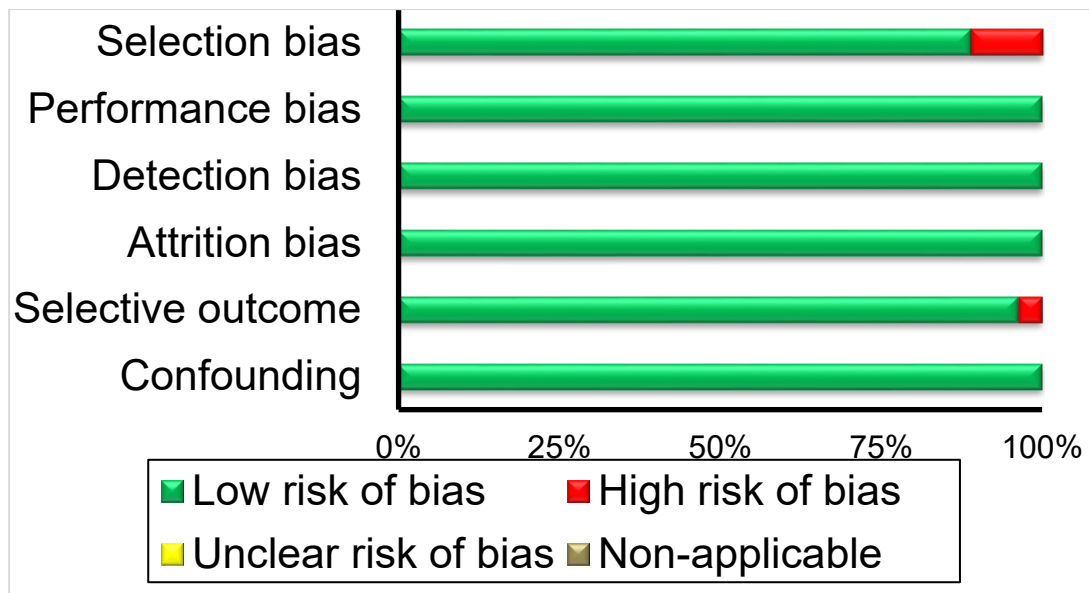
4.3 Κίνδυνος μεροληψίας επιλέξιμων μελετών

Τα αποτελέσματα μεροληψίας εμφανίζονται στον Πίνακα 1 και Εικόνα 2. Όλες οι μελέτες γενικά παρουσίασαν χαμηλό κίνδυνο μεροληψίας με ποσοστό selection bias 89%, performance bias 100%, detection bias 100%, Attrition bias 100%, Selective outcome 96% και confounding 100%. Τρεις (3) μελέτες έδειξαν υψηλό ρίσκο στην μεροληψία επιλογής (selection bias) διότι υπήρχε διαφορά πληθυσμού στα γκρουπ που αξιολόγησαν [39,35,19]. Μια 1 μελέτη [38] δεν παρουσίασε τα αποτελέσματα της εμμήνου ρήσεως με αποτέλεσμα να εμφανίσει υψηλό ρίσκο στην επιλεκτική μεροληψία αποτελέσματος (selective outcome).

Πίνακας 2: Αποτελέσματα κινδύνου μεροληψίας

First author	Selection	Performance	Detection	Attrition	Selective Outcome	Confounding
Hoch 2007	+	+	+	+	+	+
Hoch 2011	+	+	+	+	+	+
Civil 2018	+	+	+	+	+	+
Moore 2021	+	+	+	+	+	+
Melin 2015	+	+	+	+	+	+
Coelho 2013	-	+	+	+	+	+
Doyle-Baker 2018	+	+	+	+	+	+
Burrows 2007	+	+	+	+	+	+
Cobb 2002	+	+	+	+	+	+
De Souza 2008	+	+	+	+	+	+
Lane 2021	+	+	+	+	+	+
Pritchett 2021	+	+	+	+	-	+
Drinkwater 1984	+	+	+	+	+	+
Marcus 1985	+	+	+	+	+	+
Battista 2011	+	+	+	+	+	+
Nelson 1986	+	+	+	+	+	+
Shimizu 2019	+	+	+	+	+	+
Lee 2021	+	+	+	+	+	+
Mursu 2023	+	+	+	+	+	+
Łuszczki 2021	+	+	+	+	+	+
Smith 2021	+	+	+	+	+	+
Quintas 2003	-	+	+	+	+	+
Mathisen 2019	+	+	+	+	+	+
Doyle-Lucas 2010	+	+	+	+	+	+
Papageorgiou 2018	+	+	+	+	+	+
Goodwin 2014	-	+	+	+	+	+
Robbeson JG 2019	+	+	+	+	+	+

Εικόνα 2: Σύνοψη αποτελεσμάτων μεροληψίας



4.4 Αποτελέσματα σύνθεσης δεδομένων

Τα αποτελέσματα της σύνθεσης δεδομένων βρίσκονται στον πίνακα 3. Από τα αποτελέσματα που συλλέχτηκαν διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

Διαταραχή στην οστική πυκνότητα: Σε 1 μελέτη [38] από τις 27 υπήρχε παρουσία χαμηλής οστικής πυκνότητας, συγκεκριμένα στο ισχίο (Z-score <-2) με ποσοστό 56% των γυναικών και 25% των ανδρών. Τα άτομα ήταν αθλητές παραολυμπιακών αγώνων. Στις υπόλοιπες μελέτες το Z-score ήταν μεγαλύτερο του >0.

Διαταραχές εμμήνου ρύσεως: Τέσσερις μελέτες δεν παρείχαν πληροφορίες για τον κύκλο εμμήνου ρύσεως [29,44,42,26]. Σε πέντε μελέτες υπήρχε παρουσία εμμηνόπαυσης [30,41,17,37,23]. Πιο συγκεκριμένα σε μία μελέτη [30] διαπιστώθηκε δευτεροπαθής αμηνόρροια σε δύο επαγγελματίες χορεύτριες με ποσοστό 9% του συνόλου, ολιγομηνόρροια σε έξι με ποσοστό 27%, και εμμηνόρροια σε έντεκα με ποσοστό 50%. Σε άλλη μελέτη [41] το 60% του πληθυσμού των elite αθλητών αντοχής (n = 24) διαγνώστηκαν με διαταραχές εμμηνορροϊκού κύκλου: ολιγομηνόρροια (n = 6), πρωτογενές FHA (λειτουργική υποθαλαμική αμηνόρροια) (n = 4) και δευτερεύον FHA (n = 14). Μία μελέτη [17] που έγινε σε αθλήτριες Hockey το 75 έως 100 % των επιλέξιμων κύκλων ορίστηκε ως ανωορρηξία, ενώ σε άλλη εργασία [37] οι δεκαεφτά (17) δρομείς από τις είκοσι τρεις (23) παρουσίασαν ολιγομηνόρροια. Σε μελέτη που έγινε σε μαζορέτες [23], το 52% αυτών (n=10/19) ανέφεραν μόνες τους διαταραχές εμμηνορροϊκού κύκλου: συγκεκριμένα το 21,1% (n = 4/19) ανέφερε πρωτοπαθή αμηνόρροια, και το 52,6% (n = 10/19) ανέφερε δευτεροπαθής αμηνόρροια. Τέλος στις υπόλοιπες έξι μελέτες οι συμμετέχοντες ήταν άντρες και όπως είναι κατανοητό δεν μπορεί να υπάρξει αξιολόγηση εμμηνορροϊκού κύκλου [40,25,22,Error! Bookmark not defined.,36].

Ενεργειακή ανεπάρκεια: Δέκα μελέτες έδειξαν ότι υπήρχε ενεργειακή ανεπάρκεια [40,29,39,19,17,31,30,16,23,18,] στο μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων. Συγκεκριμένα μία μελέτη έδειξε [29] ότι το 60% των τριαθλητών είχε έλλειμμα θερμίδων, συγκεκριμένα το μέσο έλλειμμα θερμίδων της πληγείσας ομάδας ήταν -245 ± 187 kcal/d. Άλλη μελέτη [30] έδειξε ότι δεκαεπτά επαγγελματίες χορεύτριες (77%) από τις 22 του συνόλου είχαν ενδείξεις χαμηλής/αρνητικής διαθεσιμότητας ενέργειας -547.8 ± 359.9 kcal/d. Επίσης το 64,3% αντρών αθλητών αντοχής, παρουσίασε χαμηλή ενεργειακή διαθεσιμότητα (≤ 30 kcal/kgFFM·d⁻¹), συγκεκριμένα το ενεργειακό έλλειμμα ήταν -39 ± 201 kcal/d [40]. Επιπλέον, αθλητές τένις (n=24) έναντι των μη αθλητών (n=21) παρουσίασαν διαφορά ενεργειακής πρόσληψης ($-451,54$ Kcal) [39], από τους οποίους οι οκτώ αθλητές με ποσοστό 33% παρουσίασαν ενεργειακή διαθεσιμότητα ≤ 30 kcal/kgFFM·d⁻¹, έναντι των μη αθλητών που δεν παρουσίασε κανένα. Το 87% (n=21) παρουσίασε (≤ 45 kcal/kgFFM·d⁻¹) έναντι των μη αθλητών που παρουσίασε το 9.5% (n=2) [39]. Να σημειώσουμε ακόμα ότι το 54,2% (n = 13) είχαν ενεργειακή πρόσληψη <1800 kcal/ημέρα [39], που είναι σύμφωνα με την ADA (2009), η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τη διατήρηση ενός θετικού ενεργειακού ισοζυγίου και για την πρόληψη της διαταραχής ενδοκρινικής λειτουργίας. Σε άλλη μελέτη [17] το αρνητικό θερμιδικό ισοζύγιο που εντοπίστηκε ήταν ομάδα ελέγχου = -780.00 ± 310.19 kcal / day ενώ για τους αθλητές Hockey Players(HP) = -1026.52 ± 450.1 .

Ο συνολικός επιπολασμός της χαμηλής ενεργειακής διαθεσιμότητας ήταν 69% του συνόλου των αθλητών και μη αθλητών αντοχής (Elite αθλητές αντοχής= 23, μη αθλητές= 4) [19], συγκεκριμένα η χαμηλή διαθεσιμότητα ενέργειας ≤ 30 kcal/kgFFM·d⁻¹ στους αθλητές είχε ποσοστό 92% (n=23), ενώ στους μη αθλητές 29% (n=4). Πιο αναλυτικά η διαφορά διαθεσιμότητας ενέργειας για τους αθλητές ήταν 28.1 ± 11.5 (kcal/kgFFM·d⁻¹) ενώ για τους μη αθλητές 57.0 ± 21.4 (kcal/kgFFM·d⁻¹) [19]. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες αθλήτριες [31], στα δύο γκρουπ χαμηλής ενεργειακής πρόσληψης, η διαφορά θερμίδων ήταν 15 kcal·kgLBM-1·d⁻¹ στην πειραματική ομάδα, ενώ στην ομάδα ελέγχου 45 kcal·kgLBM-1·d⁻¹. Από τα 34 νέα κορίτσια ηλικίας 15.41 ± 1.42 , η θερμιδική πρόσληψη υπολογίστηκε σε 1872.29 ± 255.32 ενώ η ενεργειακή δαπάνη ανάπαυσης υπολογίστηκε κατά μέσο όρο σε 1599.56 ± 218.61 [16]. Πιο συγκεκριμένα οι αθλήτριες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, συγκεκριμένα σε ομάδα κινδύνου με $1.773,18 \pm 232,57$ kcal, και σε ομάδα μη κινδύνου με $2.054,00 \pm 191,39$ kcal [16]. Το ποσοστό των κοριτσιών που ταξινομούνται σε κίνδυνο με βάση τις ενεργειακές συστάσεις, όπως αναφέρουν οι ερευνητές ήταν: κάτω από τα διατροφικά πρότυπα για την ομάδα σε κίνδυνο n=20 76.9%, ενώ για την ομάδα χωρίς κίνδυνο ήταν n=6 23.1% [16]. Σε μελέτη που έγινε σε μαζορέτες [23], το 52,6% των συμμετεχόντων επέδειξαν χαμηλή ενεργειακή διαθεσιμότητα ≤ 30 kcal/kgFFM·d⁻¹ για τις ημέρες που συμμετείχαν στην πρακτική άσκηση καθώς και κίνδυνο διατροφικής διαταραχής. Συγκεκριμένα η ενεργειακή διαθεσιμότητα υπολογίστηκε σε 1384.7 ± 391.8 kcal, ενώ η ενεργειακή τους δαπάνη κατά την άσκηση υπολογίστηκε σε 746.0 ± 218.6 kcal. Σε έρευνα που έγινε σε αθλητές στίβου [18], έντεκα από τους δεκαπέντε (73,3%) παρουσίασαν χαμηλή ενεργειακή διαθεσιμότητα ≤ 30 kcal/kgFFM·d⁻¹. Τέλος 12 μελέτες έδειξαν ότι δεν υπήρχε ενεργειακή ανεπάρκεια

[44,41,42,26,25,38,34,36,35,20,22,24] στο μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων δηλαδή ≥ 45 kcal·kgLBM⁻¹·d⁻¹ ενώ 5 μελέτες δεν παρείχαν πληροφορίες για την ενεργειακή ανεπάρκεια [32,33,37,28,27].

Διατροφική διαταραχή: Δέκα μελέτες έδειξαν ότι δεν υπήρχε διατροφική διαταραχή [29,42,40,41,39,19,33,21,34,23]. Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν είναι: EAT-26 (όπου για να ισχύει η διατροφική διαταραχή το σύνολο θα πρέπει να είναι >20), το IDI-3 Eating disorder risk composite και το ερωτηματολόγιο EDE-Q <4 (όπου για να ισχύει η διατροφική διαταραχή το σύνολο θα πρέπει να είναι ≥ 4). Τρεις μελέτες μας έδειξαν ότι υπάρχει διατροφική διαταραχή [**Error! Bookmark not defined.**,32,18]. Πιο συγκεκριμένα [29] το $n=19$ (86%) των αθλητών παρουσίασαν διατροφική διαταραχή με βάση το EDE-Q τεστ με μέση βαθμολογία $\geq 4,0$ σε οποιαδήποτε υποκλίμακα, στη μελέτη αυτή. Επίσης, Το 55% των συμμετεχόντων ανέφερε μια σειρά από διαταραγμένες διατροφικές πρακτικές, όπως η νευρική ανορεξία και η νευρική βουλιμία σε μία άλλη μελέτη [32]. Τέλος σε άλλη μελέτη, συνολικά το 62,5% των αθλητών βαθμολογήθηκαν πάνω από τα όρια με βάση το EDI και TFEQ τεστ, επομένως ταξινομήθηκαν ως διατροφική διαταραχή [18]. Οι υπόλοιπες 14 επιλέξιμες μελέτες δεν παρείχαν πληροφορίες για την διατροφική διαταραχή.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα σύνθεσης δεδομένων. Παρουσία ή απουσία στοιχείων του συνδρόμου της τριάδας του αθλητή. (+) = απουσία (πράσινο χρώμα); (-) = παρουσία (κόκκινο χρώμα). (NI) = Χωρίς πληροφορίες (γκρι χρώμα). (NA) = Δεν ισχύει (κίτρινο χρώμα). (*)= παρουσία/απουσία στοιχείου λόγω διαγνωσμένης κατάστασης υγείας. Θεωρούμε την απουσία όταν αναφέρεται $<50\%$ και την παρουσία όταν αναφέρεται $>50\%$ του μεγέθους του δείγματος.

	Study	Bone health	Menstrual disturbances	Energy deficiency	Disorder eating
1	Hoch 2007	+	NI	-	+
2	Hoch 2011	+	-	-	-
3	Civil 2018	+	NI	+	NI
4	Moore 2021	+	NA	-	+
5	Melin 2015	+	-	+	+
6	Mathisen 2019	+	NI	+	+
7	Coelho 2013	+	+	-	+
8	Goodwin 2014	+	+	-	+
9	Doyle-Baker 2018	+	-	-	NI
10	Burrows 2007	+	+	NI	-
11	Cobb 2002	+	+	NI	+
12	De Souza 2008	+	NI	+	NI
13	Lane 2021	+	NA	+	NI
14	Pritchett 2021	-*	+*	+*	+*
15	Papageorgiou 2018	+	NA	-	NI
16	Doyle-Lucas 2010	+	+	+	+
17	Drinkwater 1984	+	NA	+	NI
18	Marcus 1985	+	-	NI	NI
19	Quintas 2003	+	NA	+	NI
20	Battista 2011	+	+	+	NI
21	Nelson 1986	+	+	NI	NI
22	Shimizu 2019	+*	+*	NI	NI
23	Lee 2021	+	NA	+	NI
24	Mursu 2023	+	+*	+	NI
25	Łuszczki 2021	+	+	-	NI
26	Smith 2021	+	-	-	+
27	Robbeson 2019	+	+	-	-

5 Συζήτηση

5.1 Γενική περίληψη κύριων ευρημάτων

Από τα συνολικά δεδομένα που συλλέχθηκαν δεν φαίνεται να σχετίζεται η μείωση της οστικής πυκνότητας με την ενεργειακή ανεπάρκεια στους αθλητές. Επίσης σε καμία μελέτη δεν υπάρχει ένδειξη T-score <-1 [52] με ποσοστό αθλητών >50% του συνόλου του δείγματος. Όμως υπάρχουν επιλέξιμες μελέτες που δείχνουν ότι οι αθλητές είχαν score που να δείχνει οστεοπενία σε σχέση με τους μη αθλητές. Όπως στη μελέτη του Goodwin et al. [19] όπου οι μη αθλητές (γυναίκες) παρουσίασαν Low BMD σε ποσοστό 86% ενώ οι αθλητές (γυναίκες δρομείς) σε ποσοστό 76%. Επίσης φαίνεται σε αρκετές μελέτες ότι δεν επηρεάζεται ο κύκλος εμμήνου ρύσεως όλων των γυναικών αθλητών με τον ίδιο τρόπο. Σε υψηλού επιπέδου αθλητές φαίνεται πως τα φαινόμενα να είναι πιο έντονα. Η διατροφική διαταραχή δεν φαίνεται να είναι έντονη στον αθλητισμό αλλά σίγουρα υπάρχουν μελέτες όπου εμφανίζεται. Σε μια μελέτη [39] παρατηρήθηκε μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης συμπτωμάτων διατροφικής διαταραχής σε μαθήτριες που δεν λάμβαναν μέρος σε δραστηριότητες εκτός σχολείου, παρά μόνο εντός του σχολικού ωραρίου με συμμετοχή $0.92 \pm 0,22$ ώρες. Ενώ οι μαθήτριες-αθλήτριες που λάμβαναν μέρος σε δραστηριότητες $10.62 \pm 3,46$ ώρες εντός και εκτός σχολείου είχαν μικρότερο ποσοστό εμφάνισης συμπτωμάτων διατροφικής διαταραχής [39]. Η ενεργειακή ανεπάρκεια είναι από τα βασικότερα στοιχεία όπου μπορούν να επηρεάσουν την οστική πυκνότητα σύμφωνα με την βιβλιογραφία και το RED-S. Σημαντικό ενεργειακό έλλειμα θεωρείται όταν ένας αθλητής προσλαμβάνει λιγότερες από ≤ 30 kcal/kgFFM.d-1 [45,47,48]. Ένα μεγάλο μέρος των μελετών μας έδειξε ότι σε πολλούς αθλητές υπάρχει αυτό το έλλειμα ενέργειας. Από την άλλη όμως δεν φαίνεται να επηρεάζει την υγεία των οστών όπως έδειξαν τα αποτελέσματα.

5.2 Πληρότητα και εφαρμοσιμότητα των δεδομένων

Θα πρέπει να γίνουν περισσότερες μελέτες για να εξακριβωθεί εάν όντως και κατά πόσο ισχύει ο όρος διατροφική διαταραχή στους αθλητές. Η διατροφική διαταραχή είναι δύσκολο να προσδιοριστεί σε ειδικούς πληθυσμούς όπως οι χορτοφάγοι και οι vegan με συνέπεια και εγκυρότητα. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν κενά σε ότι αφορά την δομή των ερωτηματολογίων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της [46]. Ένα από τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκε σε αρκετές επιλέξιμες μελέτες είναι το (EAT-26) το οποίο δεν είναι ξεκάθαρο εγείροντας ανησυχίες για την εγκυρότητα αυτού του εργαλείου σε ειδικούς πληθυσμούς (vegan, vegetarian). Επίσης οι κλίμακες διαταραχής σε χορτοφάγους και vegans είναι σπάνιες. Καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει τη δομή των παραγόντων του EAT-26 σε αυτές τις ομάδες. Μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας εστιάζει στο EDE-Q ωστόσο και αυτό διεγείρει ερωτήματα σχετικά με την αξιοπιστία του [46]. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι οι μετρήσεις της EA και LEA δεν έχουν ένα στάνταρ πρότυπο. Κάθε ερευνητής μπορεί να μετρήσει σε ένα εύρος τιμών από ≤ 45 kcal/kgFFM.d-1 έως ≤ 30 kcal/kgFFM.d-1. Επίσης είναι αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα ότι ένας αθλητής μπορεί να περιορίσει την ενεργειακή του διαθεσιμότητα σε 125–189 kJ (30–45 kcal) kg FFM-1 ·day για ένα μικρό χρονικό διάστημα ώστε να πετύχει το σκοπό του [47-48]. Επομένως, είναι δύσκολο να

στοιχειοθετεί ότι υπάρχει έλλειψη διαθεσιμότητας ενέργειας σε αθλητές που να επηρεάζει την υγεία τους, τουλάχιστον με τα μέχρι τώρα δεδομένα που υπάρχουν.

5.3 Δυνατά σημεία και περιορισμοί της μελέτης

Στη παρούσα μελέτη υπάρχουν αρκετά δυνατά σημεία καθώς και περιορισμοί. Από τα κύρια πλεονεκτήματα είναι ότι αναλύθηκαν n=27 μελέτες όπου συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα από ~1650 ανθρώπους. Είναι η πρώτη συστηματική ανασκόπηση που αναλύει ένα αρκετά μεγάλο αριθμό μελετών. Επιπλέον δώσαμε έμφαση σε μελέτες που μας παρείχαν αναλυτικές πληροφορίες, όσο δυνατών περισσότερες για την ενεργειακή επάρκεια των αθλητών καθώς και την αξιολόγηση της οστικής πυκνότητας με αξιόπιστες μετρήσεις. Ένα αρκετά θετικό πρόσημο ήταν το ότι αναλύθηκαν μελέτες όπου αξιολογούσαν αθλητές και μη αθλητές ώστε να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης. Αυτό βοήθησε ώστε να κατανοήσουμε σε βάθος εάν και κατά πόσο είναι εμφανή τα συμπτώματα της μειωμένης οστικής πυκνότητας στους αθλητές. Θετικό είναι ότι είχαμε να διαχειριστούμε ένα αρκετά μεγάλο ηλικιακό εύρος σε ηλικίες από ~14 έως ~45 ετών, διαφόρων αθλημάτων και επιπέδου όπως, ελίτ δρομείς μέχρι και παιδιά γυμνασίου που ασχολούνται στον ελεύθερο τους χρόνο με το ποδόσφαιρο. Επίσης ένα σημαντικό κομμάτι της μελέτης είναι η συλλογή δεδομένων από άτομα με αναπηρία, παραολυμπιακούς αθλητές.

Στη μελέτη υπήρχαν περιορισμοί όπως το ότι δεν υπήρχε η αξιολόγηση του σωματότυπου των αθλητών ή μη αθλητών ώστε να μπορέσουμε να καταλάβουμε εάν στα άτομα που είχαν χαμηλότερη οστική πυκνότητα ίσως να οφείλεται σε γονιδιακούς παράγοντες και όχι στη διατροφική ανεπάρκεια ή την άσκηση. Αυτό θα ήταν ένα αρκετά δυνατό εύρημα για να ελεγχθούν τα αποτελέσματα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης βιβλιογραφίας. Οι μελέτες που αξιολογούσαν αθλητές και μη αθλητές είχαν δείγμα συμμετεχόντων το οποίο δεν γνωρίζουμε αν ήταν επαρκές για να απαντήσει στην ερευνητική τους ερώτηση. Επίσης δεν υπάρχει αυτή τη στιγμή καμία μέτρηση Gold Standard στην αξιολόγηση της EA. Χρησιμοποιείται μια ποικιλία τεχνικών και μεθόδων για τη μέτρηση του καθενός από τα συστατικά που αποτελούν την EA [47]. Πρέπει στο μέλλον να γίνουν μελέτες που να είναι πιο ξεκάθαρες σε ότι αφορά την ενεργειακή διαθεσιμότητα του αθλητή.

6 Συμπεράσματα και προτάσεις

Η παρούσα μελέτη δείχνει ότι η LEA δεν μπορεί να σχετίζεται με την μείωση της οστικής πυκνότητας. Για μελλοντικές μελέτες θα ήταν ένα ακόμα στοιχείο εάν αναγραφόταν ο σωματότυπος των αθλητών ή και των μη αθλητών για καλύτερη ανάλυση των δεδομένων. Ίσως ο σωματότυπος να επηρεάζει περισσότερο την πορεία της οστικής πυκνότητας σε βάθος χρόνου παρά η μειωμένη πρόσληψη τροφής ή η άσκηση, καθώς εμφανίστηκε σε επαγγελματίες χορεύτριες σε μεγαλύτερο ποσοστό απ' ότι στους υπόλοιπους αθλητές [30]. Επίσης θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρος ο ορισμός της LEA και να μην υπάρχει αυτό το μεγάλο εύρος τιμών [47-48]. Ο κύκλος εμμήνου ρύσεως φαίνεται να μην επηρεάζεται τόσο συχνά από την άσκηση με την ίδια συχνότητα.

Επίσης δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό όλες τις αθλήτριες ακόμα και τις ελίτ αθλήτριες [19]. Η διατροφική διαταραχή θα πρέπει να αναλυθεί περισσότερο για τους αθλητές καθώς τα ερωτηματολόγια δεν είναι φτιαγμένα μόνο για αθλητές [49-50]. Ίσως να ήταν ορθό να υπάρξουν ερωτηματολόγια αναλόγως το επίπεδο του αθλητή. Η εύρεση νέων ερωτηματολογίων, πιο συγκεκριμένων ανθρωπομετρικών και σωματομετρικών μετρήσεων αλλά ίσως και νέα τεχνολογικά προϊόντα μέτρησης της οστικής πυκνότητας να μας δώσουν πιο σύνθετα δεδομένα για ανάλυση.

7 Βιβλιογραφία

1. Otis CL, Drinkwater B, Johnson M, Loucks A, Wilmore J (1997) American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. DOI: 10.1097/00005768-199705000-00037
2. Aurelia Nattiv, M.D., FACSM (Chair); Anne B. Loucks, Ph.D., FACSM; Melinda M. Manore, Ph.D., R.D., FACSM; Charlotte F. Sanborn, Ph.D., FACSM; Jorunn Sundgot-Borgen, Ph.D.; and Michelle P. Warren, M.D DOI: 10.1249/mss.0b013e318149f111
3. Mary Jane De Souza, PhD,* Aurelia Nattiv, MD,† Elizabeth Joy, MD, MPH,‡ Madhusmita Misra, MD,§ Nancy I. Williams, ScD,* Rebecca J. Mallinson, PhD,* Jenna C. Gibbs, PhD,Marion Olmsted, PhD,k Marci Goolsby, MD,** and Gordon Matheson, MD, PhD†† DOI: 10.1097/JSM.0000000000000085
4. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Stefen K, Budgett R, Ljungqvist A (2014) The IOC consensus statement: Beyond the Female Athlete Triad-Relative Energy Deficiency in Sport (REDS). Br J Sports Med 48(7):491–497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502>
5. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, Volume 88, Issue 1, 1 January 2003, Pages 297–311, <https://doi.org/10.1210/jc.2002-020369>
6. A. B. Loucks, M. Verdun, E. M. Heath, and (With the Technical Assistance of T. Law, Sr. and J. R. Thuma)01 JAN 1998<https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.1.37>
7. Dose-Response Relationships Between Energy Availability and Bone Turnover in Young Exercising Women <https://doi.org/10.1359/JBMR.040410>
8. Classification, epidemiology and treatment of DSM-5 feeding and eating disorders DOI: 10.1097/YCO.0b013e328365b656
9. Energy balance and body composition in sports and exercise
10. Anne B Loucks <https://doi.org/10.1080/0264041031000140518>
11. Christopher G Fairburn 1 , Paul J Harrison (2003) DOI: 10.1016/S0140-6736(03)12378-1
12. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Scientific, Clinical, and Practical Implications for the Female Athlete HE Cabre, SR Moore,AE Smith-Ryan, and AC Hackney doi: 10.5960/dzsm.2022.546
13. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Br Med J. 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
14. Higgins JPT, Green S (eds) Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0. The Cochrane Collaboration. 2011. <http://handbook.cochrane.org>, Accessed 28 Sep 2018.
15. Viswanathan M Berkman ND Dryden DM Hartling L Assessing risk of bias and confounding in observational studies of interventions or exposures: further development of the RTI Item Bank. Agency for Healthcare Research and Quality (US), Rockville, MD2013
16. Edyta Łuszczki, Paweł Jagielski, Anna Bartosiewicz, Maciej Kuchciak, Katarzyna Dereń, Artur Stolarczyk , Paweł Pakosz and Lukasz

- Oleksy,(2021)The LEAF questionnaire is a good screening tool for the identification of the Female Athlete Triad/Relative Energy Deficiency in Sport among young football players DOI 10.7717/peerj.12118
17. Patricia K. DOYLE-BAKER, Leanne MCLEAN , Tak FUNG, Female Athlete Triad – probable but difficult to confirm in female ice hockey players UDC: 796.966-055.2:612.662
 18. Hattie H, Wright The female athlete triad in student track and field athletes DOI:10.1080/16070658.2013.11734446
 19. Y. GOODWIN , African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance (AJPHERD) Volume 20(2:2), June 2014, pp. 610-625.
 20. Rebecca A. Battista ,(2011) The female athlete triad in physically active college aged females
 21. Kelly Pritchett , (2021) Risk of Low Energy Availability in National and International Level Paralympic Athletes: An Exploratory Investigation doi.org/10.3390/nu13030979
 22. Sihyung Lee Within-Day Energy Balance and Metabolic Suppression in Male Collegiate Soccer Players <https://doi.org/10.3390/nu13082644>
 23. Allison B. Smith Examination of the Prevalence of Female Athlete Triad Components among Competitive Cheerleaders <https://doi.org/10.3390/ijerph19031375>
 24. Jaakko Mursu Dietary Intake, Serum Hormone Concentrations, Amenorrhea and Bone Mineral Density of Physique Athletes and Active Gym Enthusiasts <https://doi.org/10.3390/nu15020382>
 25. Amy R Lane Energy Availability and RED-S Risk Factors in Competitive, Nonelite Male Endurance Athletes
 26. Mary Jane De Souza The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.03.013>
 27. Yukiyo Shimizu Investigation of the Female Athlete Triad in Japanese Elite Wheelchair Basketball Players doi:10.3390/medicina56010010
 28. Miriam E (1985) Nelso Diet and bone status in amenorrheic runners
 29. Anne Z. Hoch, Prevalence of Female Athlete Triad Characteristics in a Club Triathlon Team doi:10.1016/j.apmr.2007.02.035
 30. Anne Z. Hoch, Association Between the Female Athlete Triad and Endothelial Dysfunction in Dancers Clin J Sport Med 2011;21:119–125
 31. Maria Papageorgiou, Bone metabolic responses to low energy availability achieved by diet or exercise in active eumenorrheic women doi:10.1016/j.bone.2018.06.016
 32. MELONIE BURROWS, The components of the female athlete triad do not identify all physically active females at risk DOI: 10.1080/02640410601129714
 33. KRISTIN L. COBB, Disordered Eating, Menstrual Irregularity, and Bone Mineral Density in Female Runners DOI: 10.1249/01.MSS.0000064935.68277.E7
 34. Ashley F. Doyle-Lucas, Ph.D., Energetic Efficiency, Menstrual Irregularity, and Bone Mineral Density in Elite Professional Female Ballet Dancers

35. ME Quintas, Influence of dietetic and anthropometric factors and of the type of sport practised on bone density in different groups of women .doi:10.1038/sj.ejcn.1601817
36. Barbara L.,(1984) Bone mineral content of amenorrhic and eumenorrhic athletes
37. ROBERT MARCUS, M.D. Menstrual Function and Bone Mass in Elite Women Distance Runners *Annals of Internal Medicine*. 1985;102:158-163.
38. Kelly Pritchett, Risk of Low Energy Availability in National and International Level Paralympic Athletes: An Exploratory Investigation <https://doi.org/10.3390/nu13030979>
39. Gabriela Morgado de Oliveira Coelho, The prevalence of disordered eating and possible health consequences in adolescent female tennis players from Rio de Janeiro, Brazil <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.01.001>
40. Erin M. Moore, Examination of Athlete Triad Symptoms Among Endurance-Trained Male Athletes: A Field Study , <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.737777>
41. A. Melin, Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes
42. Therese Fostervold Mathisen, Physical health and symptoms of relative energy deficiency in female fitness athletes DOI: 10.1111/sms.13568
43. Patricia K. DOYLE-BAKER, Female Athlete Triad – probable but difficult to confirm in female ice hockey players UDC: 796.966-055.2:612.662
44. Rita Civil, Nutrition and energy levels of pre-professional female ballet dancers at risk of RED-S doi:10.3389/fnut.2018.00136
45. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM, MacKillop M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J. Acad. Nutr. Diet.* 2016; 116:501Y28.
46. McLean, C.P.; Kulkarni, J.; Sharp, G. The 26-Item Eating Attitudes Test (EAT-26): Psychometric Properties and Factor Structure in Vegetarians and Vegans. *Nutrients* 2023, 15, 297. <https://doi.org/10.3390/nu15020297>
47. Burke LM, Lundy B, Fahrenholtz IL, Melin AK. Pitfalls of conducting and interpreting estimates of energy availability in free-living athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(4):350-363
48. Loucks, A.B., Kiens, B., & Wright, H.H. (2011). Energy availability in athletes. *Journal of Sports Sciences*, 29, S7–S15. doi:10.1080/02640414.2011.588958
49. [Deborah L. Nagel](#), PhD, RD, EdS,* [David R. Black](#), PhD, MPH, CHES,* [Larry J. Leverenz](#), PhD, ATC,* and [Daniel C. Coster](#), PhD[†] (2000) Evaluation of a Screening Test for Female College Athletes with Eating Disorders and Disordered Eating PMID: PMC1323370 PMID: [16558658](#)
50. Garcia et.al (2015) Ability of EDI-2 and EDI-3 to correctly identify patients and subjects at risk for eating disorders DOI: [10.1016/j.eatbeh.2015.06.010](https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2015.06.010)
51. Mountjoy M, et al. *Br J Sports Med* 2023;57:1073–1097. doi:10.1136/bjsports-2023-106994
52. John A. Shepherd¹ and Glen M. Blake, T-Scores and Z-Scores, *Journal of Clinical Densitometry*, vol. 10, no. 4, 349e350, 2007 DOI: 10.1016/j.jocd.2007.08.006

