



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

“ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ & ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση δεικτών σύστασης σώματος και οστικής κατάστασης σε παιδιά που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες

Αναστασία Γκάχτσου [Α.Ε.Μ. 13095]

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη «Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική» στην Ειδίκευση “Προπονητική”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αλεξάνδρα Αυλωνίτη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Αθανάσιος Χατζηνικολάου, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Αντώνιος Καμπάς, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2024



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE
SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE
DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM
"EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE"

MASTER DISSERTATION

**Assessment of body composition and bone condition indices in children
participating in sports activities**

Gkachtsou Anastasia [R.N. 13095]

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Master's Degree in "Exercise Physiology and Sports Training Science" of the Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, specialized in Sports Training

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Alexandra Avloniti, Associate Professor D.P.E.S.S. - DUTH
Member 2: Athanasios Chatzinikolaou, Professor D.P.E.S.S. - DUTH
Member 3: Antonios Kampas, Professor D.P.E.S.S. – DUTH

Komotini, 2024

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αναστασία Γκάχτσου: Αξιολόγηση δεικτών σύστασης σώματος και οστικής κατάστασης σε παιδιά που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες

(Με την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Αλεξάνδρας Αυλωνίτη)

Η συστηματική συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, της σύστασης του σώματος και της υγείας των οστών, ενώ μειώνει τον κίνδυνο αθλητικών τραυματισμών. Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) ήταν η αξιολόγηση της οστικής κατάστασης και των δεικτών σύστασης σώματος σε παιδιά 9-12 ετών που συμμετέχουν σε διάφορα αθλήματα. Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 92 παιδιά, εκ των οποίων 37 αθλητές μπάσκετ ($11,3 \pm 0,9$ έτη), 36 αθλητές ποδοσφαίρου ($11,2 \pm 0,6$ έτη), 9 αθλητές στίβου ($10,3 \pm 1,2$ έτη) και 10 παιδιά χωρίς συμμετοχή σε οργανωμένη φυσική δραστηριότητα ($9,9 \pm 0,5$ έτη) που ελήφθησαν ως ομάδα Ελέγχου. Στα πλαίσια της ΜΔΕ αξιολογήθηκε η οστική κατάσταση και η σύσταση σώματος. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα με τέσσερα επίπεδα (άθλημα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στο ποδόσφαιρο και το μπάσκετ παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη οστική μάζα και πυκνότητα, καθώς και αυξημένες τιμές σε επιμέρους ανατομικά σημεία, συγκριτικά με τα παιδιά του στίβου και της ομάδας ελέγχου. Όσον αφορά στη σύσταση σώματος, οι συμμετέχοντες στις ομάδες μπάσκετ και ποδοσφαίρου παρουσίασαν υψηλότερες τιμές άλιπης μάζας σε σύγκριση με τους συμμετέχοντες στις ομάδες στίβου και ελέγχου. Συμπερασματικά, η συστηματική ενασχόληση με το μπάσκετ και το ποδόσφαιρο συνδέεται με ευεργετικές επιδράσεις στην οστική κατάσταση και τη μυϊκή μάζα.

Λέξεις κλειδιά: οστική κατάσταση, σύσταση σώματος, αθλητικές δραστηριότητες

ABSTRACT

Anastasia Gkachtsou: Assessment of body composition and bone condition indices in children participating in sports activities

(Under the supervision of Associate Professor Avloniti Alexandra)

Regular participation in sports activities significantly enhances muscular strength, cardiorespiratory fitness, body composition, and bone health while reducing the risk of sports injuries through increased bone density and mass. This study aimed to evaluate bone status and body composition parameters in children aged 9–12 years participating in different sports. The study included 37 children involved in basketball (mean age 11.3 ± 0.9 years), 36 in soccer (11.2 ± 0.6 years), 9 in track and field (10.3 ± 1.2 years), and 10 not engaged in organized physical activity (9.9 ± 0.5 years) and served as Control team. Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) assessed bone status and body composition. Statistical analysis was performed using a one-way analysis of variance with four levels. Results revealed that children participating in soccer and basketball exhibited significantly better overall bone mass and bone density and higher values in specific anatomical areas compared to those in track and field and the control group. Regarding body composition, the basketball group demonstrated the highest lean and muscle mass, followed by the soccer group. In conclusion, systematic engagement in basketball and soccer is associated with beneficial effects on bone status and muscle mass.

Keywords: bone status, body composition, physical activities

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1. Σκοπός της έρευνας.....	11
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	11
1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί.....	12
1.4. Ορισμοί και Συντομογραφίες.....	13
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	14
2.1. Δείγμα.....	14
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	14
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης.....	14
2.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	15
2.3.2. Αξιολόγηση της οστικής κατάστασης και της σύστασης σώματος.....	15
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	15
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	16
3.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	16
3.1. Σύγκριση ομάδων ως προς την ηλικίας.....	17
3.2. Σύγκριση ομάδων ως προς το σωματικό ύψος.....	18
3.3. Σύγκριση ομάδων ως προς το σωματικό βάρος.....	19
3.4. Σύγκριση των ομάδων ως προς τον δείκτη μάζας σώματος.....	20
3.5. Σύγκριση των ομάδων ως προς τον δείκτη άλιπης μάζας.....	21
3.6. Σύγκριση των ομάδων ως προς την λιπώδη μάζα.....	22
3.7. Σύγκριση των ομάδων ως προς την άλιπη μάζα.....	23
3.8. Σύγκριση των ομάδων ως προς την ολική οστική πυκνότητα.....	24

3.9.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των χεριών.....	25
3.10.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των ποδιών.....	26
3.11.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα του κορμού.....	27
3.12.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα της λεκάνης.....	28
3.13.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την ολική οστική μάζα	29
3.14.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα των χεριών.....	30
3.15.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα των ποδιών.....	31
3.16.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα του κορμού.....	32
3.17.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα της λεκάνης.....	33
3.18.	Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα ολοκλήρου του σώματος εκτός κεφαλής προσαρμοσμένη στην ηλικία.....	34
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	35
4.1.	Οστική κατάσταση.....	35
4.2.	Σύσταση σώματος	36
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την ηλικία	17
Σχήμα 2.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς το σωματικό ύψος	18
Σχήμα 3.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς το σωματικό βάρος	19
Σχήμα 4.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς τον δείκτη μάζας σώματος.....	20
Σχήμα 5.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς τον δείκτη άλιπης μάζας.....	21
Σχήμα 6.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την λιπώδη μάζα.....	22
Σχήμα 7.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την άλιπη μάζα.....	23
Σχήμα 8.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την ολική οστική πυκνότητα.....	24
Σχήμα 9.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των χεριών.....	25
Σχήμα 10.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των ποδιών.....	26
Σχήμα 11.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα του κορμού.....	27
Σχήμα 12.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα λεκάνης.....	28
Σχήμα 13.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς ολική οστική μάζα.....	29
Σχήμα 14.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική μάζα των χεριών.....	30
Σχήμα 15.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική μάζας των ποδιών.....	31
Σχήμα 16.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική μάζα του κορμού.....	32
Σχήμα 17.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική μάζας της λεκάνης.....	33

Σχήμα 18.	Αποτελέσματα σύγκρισης των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα ολόκληρου του σώματος εκτός κεφαλής προσαρμοσμένη στην ηλικία.....	34
------------------	---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Βασικά περιγραφικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη δείγματος.....	16
-------------------	---	----

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επαρκής σωματική δραστηριότητα αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα για τη διασφάλιση της υγείας και της ομαλής ανάπτυξης των παιδιών. Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO, 2020), τα παιδιά και οι έφηβοι ηλικίας 5-17 ετών πρέπει να συμμετέχουν καθημερινά σε τουλάχιστον 60 λεπτά μέτριας έως έντονης φυσικής δραστηριότητας. Επιπλέον, δραστηριότητες που περιλαμβάνουν υψηλότερη ένταση ή μεγαλύτερη διάρκεια έχουν αποδειχθεί ότι προσφέρουν σημαντικά πρόσθετα οφέλη. Σε αυτές περιλαμβάνονται αθλήματα που προάγουν τη μυϊκή ενδυνάμωση, την οστική υγεία και τη συνολική φυσική κατάσταση.

Η συμμετοχή σε οργανωμένες αθλητικές δραστηριότητες δεν περιορίζεται μόνο στα φυσιολογικά οφέλη, αλλά έχει ευρύτερες θετικές επιδράσεις στην ψυχοκοινωνική ανάπτυξη των παιδιών. Ενισχύει τη συνεργασία, την αυτοπεποίθηση, και τη διαχείριση του άγχους, ενώ προάγει τη γνωστική λειτουργία και τη σχολική απόδοση (Gesek et al., 2023; Landry & Driscoll, 2012). Μακροπρόθεσμα, η υιοθέτηση ενός δραστήριου τρόπου ζωής από την παιδική ηλικία συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου χρόνιων νοσημάτων, όπως η παχυσαρκία, ο διαβήτης τύπου 2 και οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Schuit, 2006).

Ωστόσο, η έλλειψη επαρκούς φυσικής δραστηριότητας αποτελεί μια παγκόσμια ανησυχία, καθώς έχει συνδεθεί με την αύξηση της παιδικής παχυσαρκίας. Σύμφωνα με δεδομένα του WHO, τα ποσοστά παχυσαρκίας στα παιδιά έχουν τριπλασιαστεί τις τελευταίες δεκαετίες, επηρεάζοντας σοβαρά τη συνολική υγεία και ποιότητα ζωής. Η καθιστική συμπεριφορά, η υπερβολική χρήση οθονών και η έλλειψη προσβάσιμων αθλητικών προγραμμάτων συμβάλλουν σημαντικά σε αυτό το φαινόμενο (Fleck, 1983). Αντίθετα, η συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες προάγει την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης και επηρεάζει θετικά τη σύνθεση του σώματος, ενισχύοντας τη μυϊκή μάζα και μειώνοντας το σωματικό λίπος (DiPietro, 1995).

Οι δείκτες σύστασης σώματος, όπως η λιπώδης και η άλιπη μάζα, παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τη γενική υγεία και τη μεταβολική λειτουργία (Andreoli et al., 2016). Η ανάπτυξη του σκελετικού και μυϊκού συστήματος κατά την παιδική ηλικία είναι ζωτικής σημασίας, καθώς επηρεάζει την απόδοση στην άσκηση και τη μακροπρόθεσμη υγεία (Golden et al., 2014; Torres-Costoso et al., 2020).

Επιπλέον, η οστική υγεία αποτελεί άλλο έναν σημαντικό δείκτη ανάπτυξης και γενικής υγείας. Η οστική μάζα (Bone Mineral Content - BMC) και η οστική πυκνότητα (Bone Mineral Density - BMD) αντικατοπτρίζουν την ανθεκτικότητα του σκελετικού συστήματος και επηρεάζονται από παράγοντες όπως η σωματική δραστηριότητα, η διατροφή, και οι ορμόνες (Pisani et al., 2016). Κατά την παιδική ηλικία και εφηβεία, όταν ο σκελετός αναπτύσσεται ραγδαία, η μηχανική φόρτιση που προκαλείται από αθλητικές δραστηριότητες ενισχύει την οστεοσύνθεση και συμβάλλει στη βελτίωση της οστικής υγείας (Troy et al., 2018).

Μελέτες έχουν καταδείξει ότι τα αθλήματα υψηλής μηχανικής φόρτισης, όπως το μπάσκετ και το ποδόσφαιρο, σχετίζονται με υψηλότερες τιμές BMD (Ferry et al., 2011; Fiore et al., 1996; Maillane-Vanegas et al., 2020; Vlachopoulos et al., 2015). Για παράδειγμα, οι Agostinete et al. (2016) παρατήρησαν ότι τα παιδιά που συμμετείχαν σε μπάσκετ είχαν υψηλότερες τιμές BMD σε σύγκριση με συνομηλίκους που δεν ασκούσαν. Αντίστοιχα, οι Vicente-Rodriguez et al. (2003) διαπίστωσαν ότι η συμμετοχή σε ποδόσφαιρο ενισχύει τη φυσική κατάσταση, τη λιπώδη και την άλιπη μάζα, καθώς και την οστική πυκνότητα, ιδιαίτερα στα κάτω άκρα.

Η μέγιστη οστική μάζα αποκτάται μέχρι την ηλικία των 18 ετών, καθιστώντας την παιδική και εφηβική ηλικία κρίσιμη για την πρόληψη οστεοπόρωσης στην ενήλικη ζωή (Baxter-Jones et al., 2011). Εντούτοις, παρά την πλούσια βιβλιογραφία για την επίδραση της άσκησης στην οστική υγεία, οι συγκριτικές μελέτες που εξετάζουν διαφορετικά αθλήματα παραμένουν περιορισμένες.

1.1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει τους δείκτες σύστασης σώματος και οστικής κατάστασης παιδιών κατά τις αναπτυξιακές ηλικίες με τη συμμετοχή τους στα αθλήματα του μπάσκετ, του ποδοσφαίρου, του στίβου και με παιδιά που δεν συμμετέχουν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Για τις ανάγκες της έρευνας σχηματίστηκαν τέσσερις ομάδες με βάση το άθλημα. Οι ομάδες αποτελούνταν από αγόρια ηλικίας 9-11 ετών, τα οποία συμμετείχαν σε

προπονήσεις ποδοσφαίρου, μπάσκετ, στίβου, καθώς και από αγόρια που δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης.

Οι ερευνητικές υποθέσεις διατυπώνονται ως εξής:

- **Ερευνητική Υπόθεση 1 (H1a):** Τα αγόρια που συμμετείχαν σε προπονήσεις ποδοσφαίρου, μπάσκετ ή στίβου θα παρουσιάσουν υψηλότερες τιμές στους δείκτες οστικής κατάστασης σε σύγκριση με τα αγόρια που δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης.
- **Μηδενική Υπόθεση 1 (H0a):** Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους δείκτες οστικής κατάστασης μεταξύ των αγοριών που συμμετείχαν σε προπονήσεις ποδοσφαίρου, μπάσκετ ή στίβου και των αγοριών που δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης.
- **Ερευνητική Υπόθεση 2 (H1b):** Τα αγόρια που συμμετείχαν σε προπονήσεις ποδοσφαίρου, μπάσκετ ή στίβου θα παρουσιάσουν πιο ευνοϊκά χαρακτηριστικά στη σύσταση του σώματος σε σύγκριση με τα αγόρια που δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης.
- **Μηδενική Υπόθεση 2 (H0b):** Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη σύσταση του σώματος μεταξύ των αγοριών που συμμετείχαν σε προπονήσεις ποδοσφαίρου, μπάσκετ ή στίβου και των αγοριών που δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης.

1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

Οι τροποποιήσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την οστική κατάσταση και τη σύσταση του σώματος περιλαμβάνουν τη συμμετοχή σε οστεογενή αθλήματα, τη φυσική δραστηριότητα και τη διατροφή. Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, δεν εξετάστηκαν οι παράμετροι της διατροφής και της φυσικής δραστηριότητας. Οι περιορισμοί αυτοί θεωρείται ότι είχαν σημαντικό αντίκτυπο στα αποτελέσματα, ιδίως για τα παιδιά της ομάδας ελέγχου, καθώς η απουσία δεδομένων σχετικών με τη διατροφή και τη φυσική δραστηριότητα ενδέχεται να επηρέασε τους δείκτες οστικής πυκνότητας και σύστασης σώματος.

Επιπλέον, η ηλικιακή ομάδα των παιδιών (9-12 ετών) αποτελεί έναν ακόμη περιορισμό της έρευνας, καθώς ορισμένα παιδιά ενδέχεται να βρίσκονται στα αρχικά στάδια της εφηβείας. Η εφηβεία συνδέεται με σημαντικές φυσιολογικές και αναπτυξιακές

αλλαγές, οι οποίες πιθανόν να έχουν επηρεάσει τις τιμές που καταγράφηκαν, οδηγώντας σε διαφοροποιήσεις από το μέσο όρο του δείγματος. Αυτό το φαινόμενο θα μπορούσε να επηρεάσει τη γενικότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, ιδίως σε σχέση με την οστική πυκνότητα και τη σύσταση του σώματος, καθώς οι βιολογικές μεταβολές κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου είναι δύσκολο να απομονωθούν.

1.4. Ορισμοί και Συντομογραφίες

- Οστική κατάσταση: οστική μάζα (BMC) και οστική πυκνότητα (BMD)
- Οστική πυκνότητα - Bone Mineral Density (BMD): ποσότητα οστικού ιστού στον σκελετό.
- Οστική μάζα - bone mineral content (BMC): Περιεκτικότητα μεταλλικών στοιχείων στον σκελετό.
- Βιοηλεκτρική εμπέδηση (BIA): μέθοδος ανάλυσης σύστασης σώματος μέσω της αντίστασης του σε ένα μικρό εναλλασσόμενο ρεύμα.
- DXA - Dual energy X-ray Absorptiometry: Απορροφησιμετρία ακτινών X διπλής ενέργειας.
- Ανάπτυξη (development): Αναφέρεται στη διαφοροποίηση και εξειδίκευση των κυττάρων (αποκτούν χαρακτηριστικά και εξειδικευμένη λειτουργία) κατά την εμβρυϊκή φάση. Η ανάπτυξη των συστημάτων ολοκληρώνεται μετά τη γέννηση και εξελίσσεται έως την ενήλικη ζωή με διαφορετικό ρυθμό για το κάθε σύστημα.
- Ωρίμανση (maturation): είναι η διαδικασία μέσω της οποίας ο άνθρωπος από την εμβρυϊκή φάση ενηλικιώνεται και αναφέρεται κυρίως στη λειτουργικότητα των οργάνων, των βιολογικών συστημάτων και του οργανισμού στο σύνολό του.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 37 παιδιά-αθλητές μπάσκετ, 36 ποδοσφαίρου, 9 στίβου και 10 που δεν συμμετείχαν σε οργανωμένη μορφή άσκησης. Για τη συμμετοχή στη μελέτη, απαραίτητη προϋπόθεση ήταν η απουσία μυοσκελετικών τραυματισμών ή άλλων ιατρικών καταστάσεων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα. Επιπλέον, καταγράφηκε η προπονητική ηλικία των παιδιών, η οποία για τους αθλητές του μπάσκετ και του ποδοσφαίρου ήταν κατά μέσο όρο πέντε έτη, ενώ για τους αθλητές του στίβου ήταν δύο έτη.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Η μελέτη διεξήχθη στις εγκαταστάσεις του ΤΕΦΑΑ ΔΠΘ. Πριν την έναρξη της μελέτης, τα παιδιά και οι γονείς ή κηδεμόνες τους ενημερώθηκαν προφορικά και γραπτά σχετικά με τον σκοπό της μελέτης, τις διαδικασίες μέτρησης, τα οφέλη από τη συμμετοχή και τους πιθανούς κινδύνους. Στην ενημέρωση συμπεριλήφθηκε η διευκρίνιση ότι η συμμετοχή μπορούσε να διακοπεί οποιαδήποτε στιγμή από το παιδί ή τον γονέα/κηδεμόνα χωρίς καμία αρνητική συνέπεια. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες υπέγραψαν τη συγκατάθεσή τους για συμμετοχή στη μελέτη. Για τις ανάγκες της μελέτης, οι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν σε τέσσερις ομάδες με βάση το άθλημα στο οποίο συμμετείχαν. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε κλειστό εσωτερικό χώρο στις εγκαταστάσεις του ΤΕΦΑΑ ΔΠΘ, όπου οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν ως προς τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, τους δείκτες σύστασης σώματος και την οστική τους κατάσταση.

2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης, οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν στα εξής σωματομετρικά χαρακτηριστικά: ύψος από όρθια θέση (Seca bodymeter) και σωματικό βάρος (Seca alpha 770). Μέσω της αξιολόγησης με DXA προσδιορίστηκαν η οστική μάζα και πυκνότητα όλου του σώματος και επιμέρους ανατομικών σημείων, η λιπώδης μάζα, η μυϊκή μάζα όλου του σώματος και επιμέρους ανατομικών σημείων.

2.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών

Κατά την καταγραφή του ύψους από όρθια θέση, οι αθλητές δεν φορούσαν παπούτσια και στέκονταν όρθιοι στο αναστημόμετρο. Το σωματικό βάρος καταγράφηκε ενώ οι συμμετέχοντες φορούσαν ελαφρύ ρουχισμό. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της μέτρησης δεν έφεραν μεταλλικά αντικείμενα.

2.3.2. Αξιολόγηση της οστικής κατάστασης και της σύστασης σώματος

Με τη μέθοδο DXA αναλύθηκε η σύσταση ολόκληρου του σώματος, συμπεριλαμβανομένης της μυϊκής μάζας και της λιπώδους μάζας, καθώς και η ολική οστική πυκνότητα και μάζα. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε τμηματική ανάλυση της σύστασης σώματος για τα άνω και κάτω άκρα, καθώς και για τον κορμό. Παρομοίως, πραγματοποιήθηκε τμηματική ανάλυση της οστικής κατάστασης για τα άνω άκρα, τα κάτω άκρα, τον κορμό και τη λεκάνη.

Κατά τη διάρκεια της μέτρησης, οι συμμετέχοντες αφαίρεσαν όλα τα μεταλλικά αντικείμενα που φορούσαν και παρέμειναν ακίνητοι για να διασφαλιστεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Η μέθοδος DXA βασίζεται στην αρχή της διαφορετικής εκθετικής εξασθένισης της προσπίπτουσας δέσμης ακτίνων Χ σε δύο διαφορετικά επίπεδα ενέργειας. Η δόση ακτινοβολίας που έλαβαν οι συμμετέχοντες ήταν 1-10 μSv , επίπεδο σημαντικά χαμηλότερο από την ημερήσια έκθεση ακτινοβολίας που δέχεται ο μέσος άνθρωπος.

2.4. Στατιστική ανάλυση

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της οστικής κατάστασης και της σύστασης σώματος σε παιδιά που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες. Ο παράγοντας που εξετάστηκε ήταν το άθλημα, διαμορφωμένο σε τέσσερα επίπεδα: α) καλαθοσφαίριση, β) ποδόσφαιρο, γ) στίβος και δ) ομάδα ελέγχου. Για την ανάλυση των δεδομένων εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ενός παράγοντα. Σε περιπτώσεις όπου διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni. Το επίπεδο σημαντικότητας για όλες τις αναλύσεις καθορίστηκε στο 0,05.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

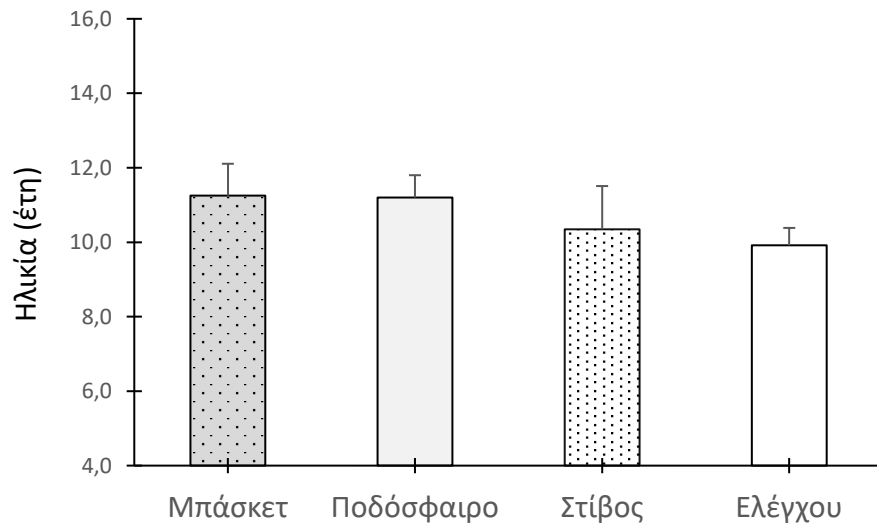
Ο σκοπός της μεταπτυχιακής εργασία ήταν να εκτιμήσει την οστική κατάσταση και τους δείκτες σύστασης σώματος των παιδιών που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες και των παιδιών που δεν συμμετέχουν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης. Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται οι διάφορες στο ύψος και το βάρος και στην συνέχεια οι παράμετροι της οστικής κατάστασης , του λίπους, της άλιπης, της μυϊκής. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι $\pm$ τυπική απόκλιση

Πίνακας 1. Βασικά περιγραφικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη δείγματος

Μεταβλητές	Ομάδες			
	Μπάσκετ (n=37)	Ποδοσφαίρου (n=36)	Στίβου (n=9)	Ελέγχου (n=10)
Ηλικία (έτη)	11,3 $\pm$ 0,9	11,2 $\pm$ 0,6	10,3 $\pm$ 1,2	9,9 $\pm$ 0,5
Ύψος (cm)	154,6 $\pm$ 9,5	149,6 $\pm$ 8,8	143,4 $\pm$ 8,8	146,4 $\pm$ 4,7
Βάρος (kg)	50,43 $\pm$ 11,1	42,9 $\pm$ 10,6	35,5 $\pm$ 6,9	37,96 $\pm$ 8,2
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m ²)	20,6 $\pm$ 3,5	19,14 $\pm$ 3,3	17,2 $\pm$ 2,7	17,82 $\pm$ 3,7
% Σωματικού Λίπους	26,3 $\pm$ 9,3	23,05 $\pm$ 10,6	17,73 $\pm$ 0,9	19 $\pm$ 10,1

3.1. Ηλικία

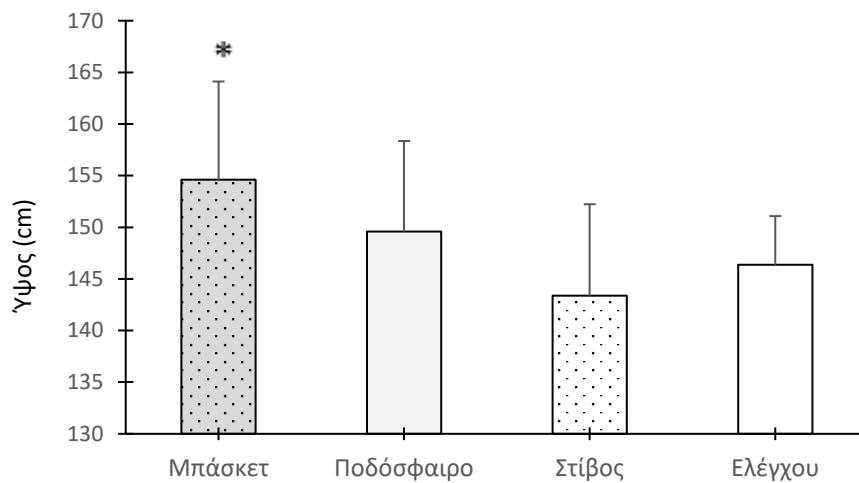
Από της ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ως προς την ηλικία [$F(3,90) = 0.69$; $p > 0.05$] Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Σύγκριση των ομάδων ως προς την ηλικία.

3.2. Ύψος

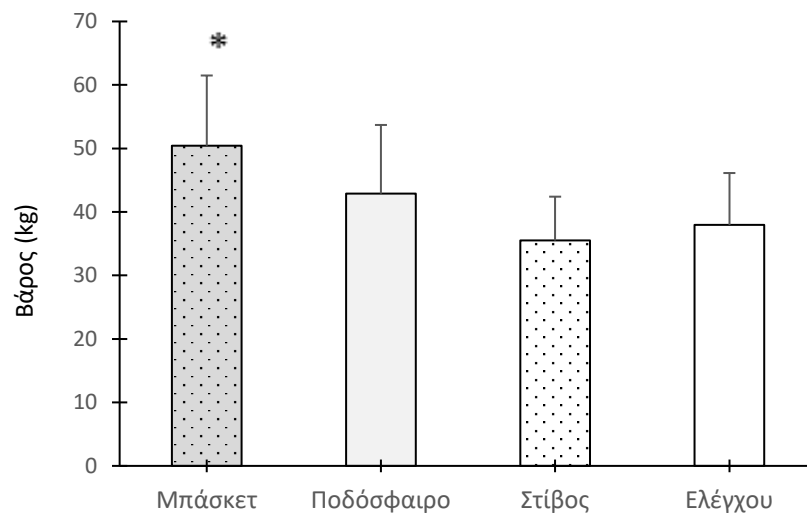
Από της ανάλυση διακύμανσης προς ένα παράγοντα(ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς το ύψος [$F(3,90)= 5,54$; $p < 0.05$]. Από την περαιτέρω εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni, διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ και του στίβου με την ομάδα του μπάσκετ να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Σύγκριση των ομάδων ως προς το ύψος. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.3. Βάρος

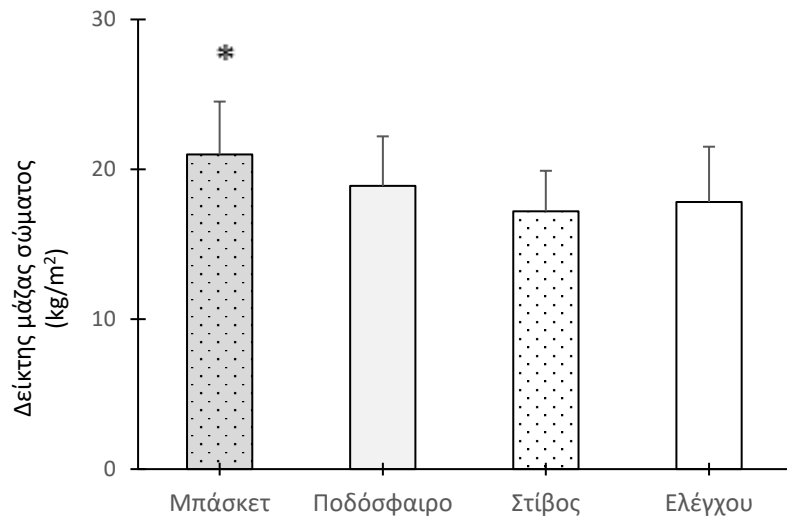
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε, στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς το σωματικό βάρος [$F(3,90)= 7,88$; $p < 0,05$]. Από την περαιτέρω εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ και του στίβου με την ομάδα του μπάσκετ να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Σύγκριση των ομάδων ως προς το σωματικό βάρος. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.4. Δείκτης μάζας σώματος

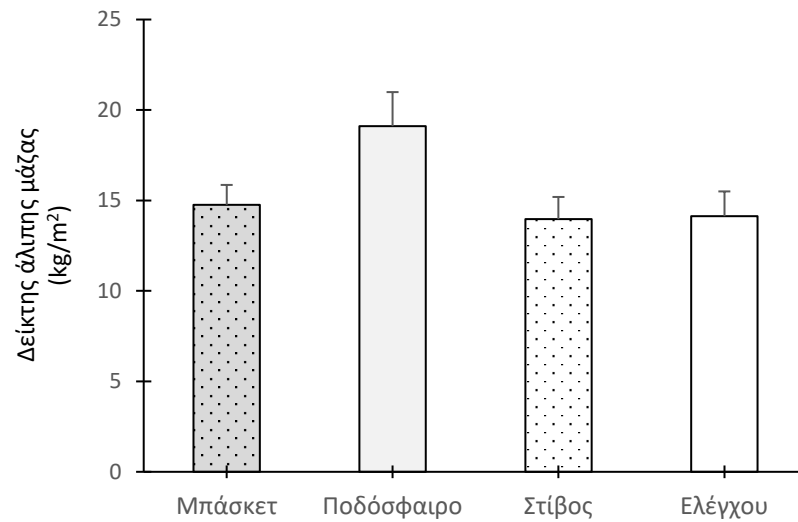
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη μάζας σώματος [$F(3,90) = 4,96$; $p < 0,05$]. Από την περαιτέρω εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Σύγκριση των ομάδων ως προς τον δείκτη μάζας σώματος. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.5. Δείκτης άλιπης μάζας

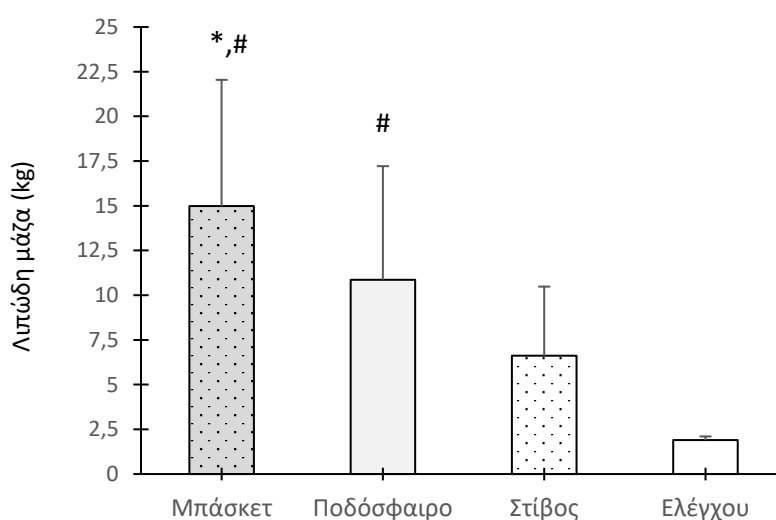
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη άλιπη μάζα [$F(3,90) = 1,44$; $p < 0,05$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5. Σύγκριση των ομάδων ως προς τον δείκτη άλιπης μάζας.

3.6. Λιπώδης μάζα

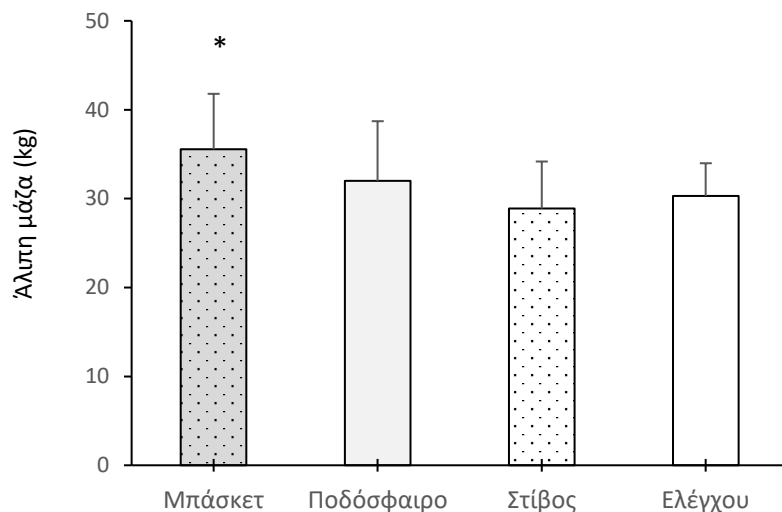
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα(ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την λιπώδη μάζα [$F(3,90) = 14,00$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του ποδοσφαίρου, του στίβου και του ελέγχου. Ακόμη διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά της ομάδα του ποδοσφαίρου με την ομάδα του ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 6.



Σχήμα 6. Σύγκριση των ομάδων ως προς την λιπώδη μάζα. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου και με # με την ομάδα ελέγχου.

3.7. Άλιπη μάζα

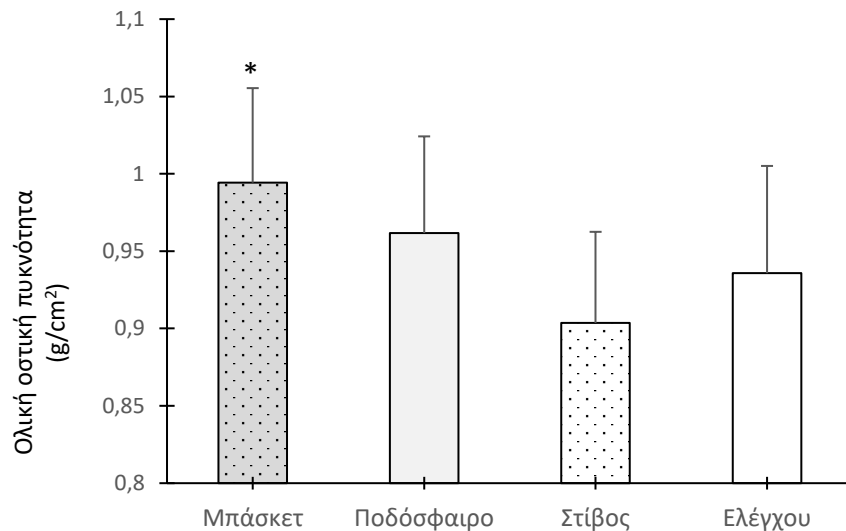
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την άλιπη μάζα [$F(3,90) = 4,43$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7. Σύγκριση των ομάδων ως προς την άλιπη μάζα. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.8. Ολική οστική πυκνότητα

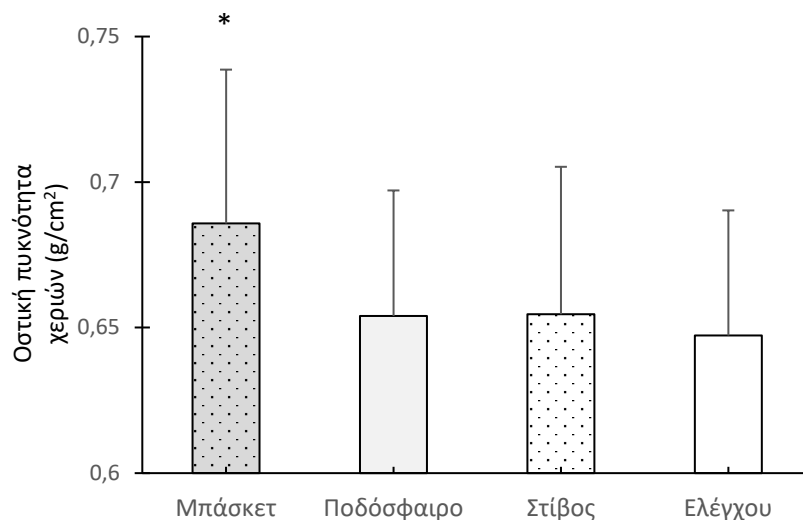
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα(ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς την ολική οστική πυκνότητα [$F(3,90) = 6,39$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 8.



Σχήμα 8. Σύγκριση των ομάδων ως προς την ολική οστική πυκνότητα. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.9. Οστική πυκνότητα χεριών

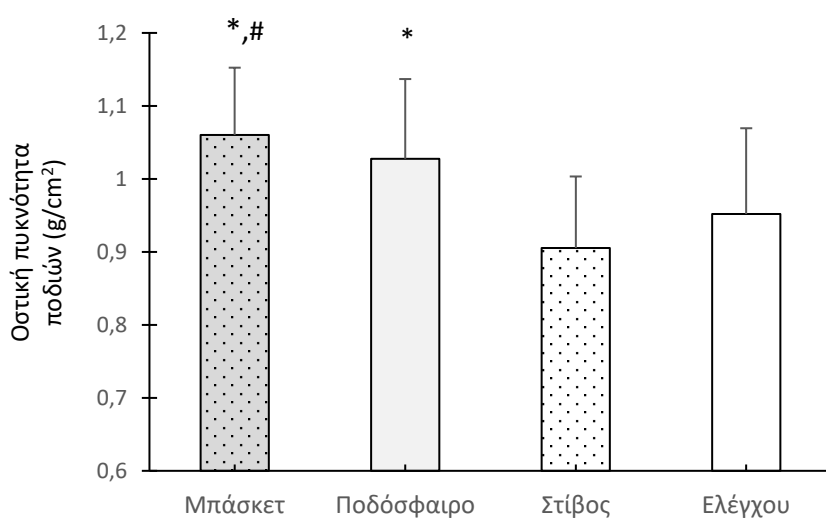
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των χεριών [$F(3,90) = 3,5$; $p < 0,05$]. Από την περαιτέρω εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ και του στίβου, με την ομάδα του μπάσκετ να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των χεριών. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.10.Οστική πυκνότητα ποδιών

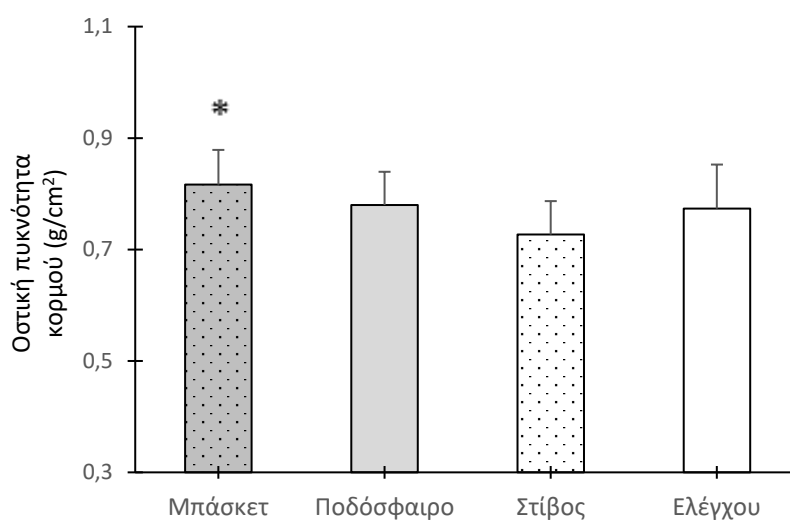
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των ποδιών [$F(3,90) = 7,19$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου και του ελέγχου. Ακόμη διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά της ομάδα του ποδοσφαίρου με την ομάδα του στίβου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 10.



Σχήμα 10. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα των ποδιών. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου και με # με την ομάδα ελέγχου.

3.11. Οστική πυκνότητα κορμού

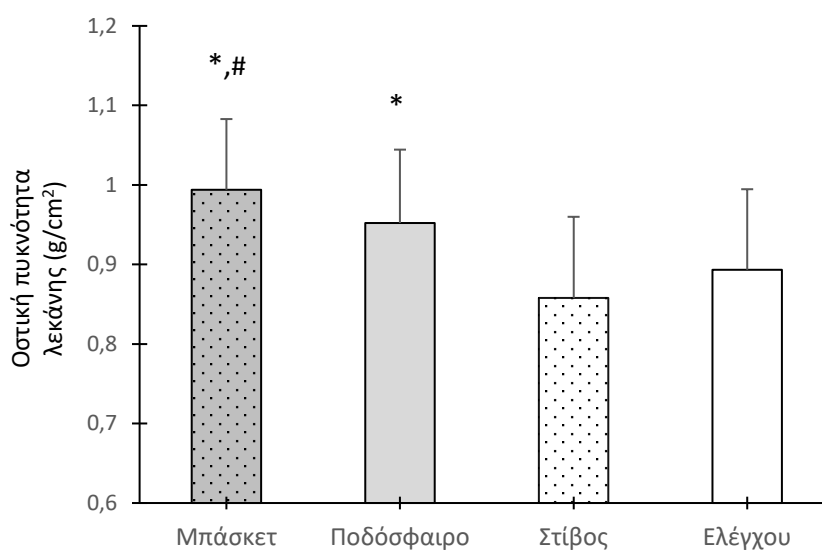
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα του κορμού [$F(3,90) = 5,72$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 11.



Σχήμα 11. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα του κορμού. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου.

3.12. Οστική πυκνότητα λεκάνης

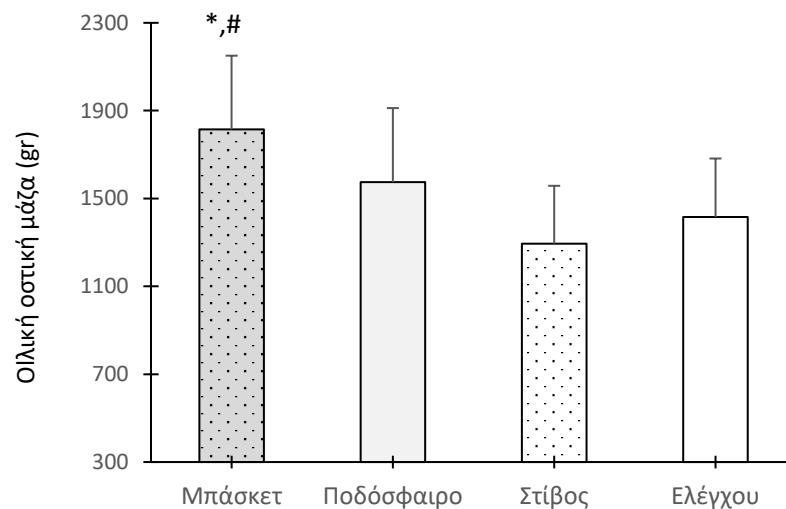
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα της λεκάνης [$F(3,90) = 6,93$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου και του ελέγχου (Σχήμα 22). Ακόμα διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά της ομάδα του ποδοσφαίρου με την ομάδα του στίβου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 12.



Σχήμα 12. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική πυκνότητα της λεκάνης. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου και με # με την ομάδα ελέγχου.

3.13. Ολική οστική μάζα

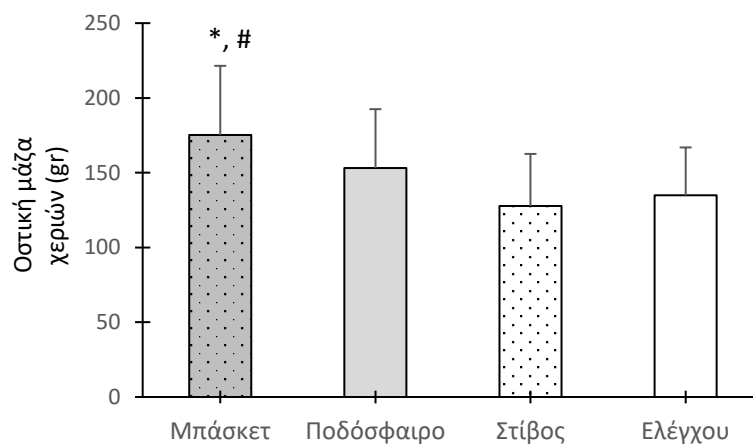
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα(ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την ολική οστική μάζα [$F(3,90) = 9,04$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του ποδοσφαίρου, του στίβου και του ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 13.



Σχήμα 13. Σύγκριση των ομάδων ως προς την ολική οστική μάζα. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του ποδοσφαίρου, με # με την ομάδα του στίβου και με c με την ομάδα ελέγχου.

3.14. Οστική μάζα χεριών

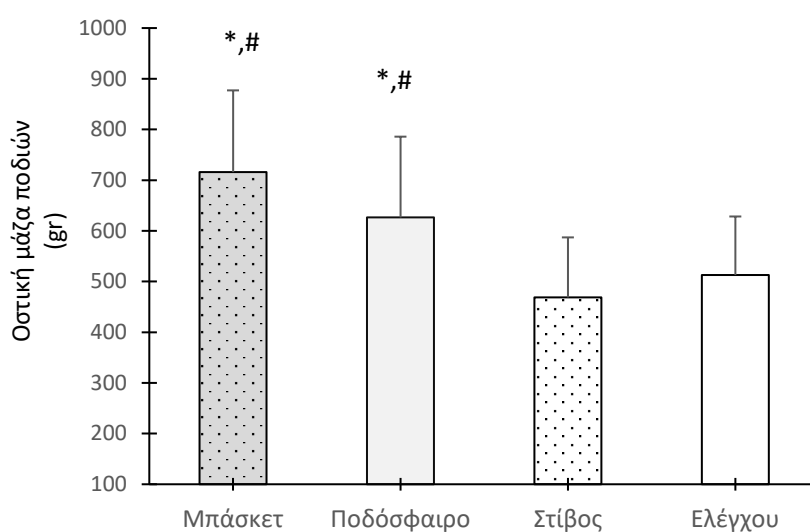
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ομάδων ως προς την οστική μάζα των χεριών [$F(3,90) = 4,95$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου και του ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 14.



Σχήμα 14. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα των χεριών. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου και με # με την ομάδα ελέγχου.

3.15. Οστική μάζα ποδιών

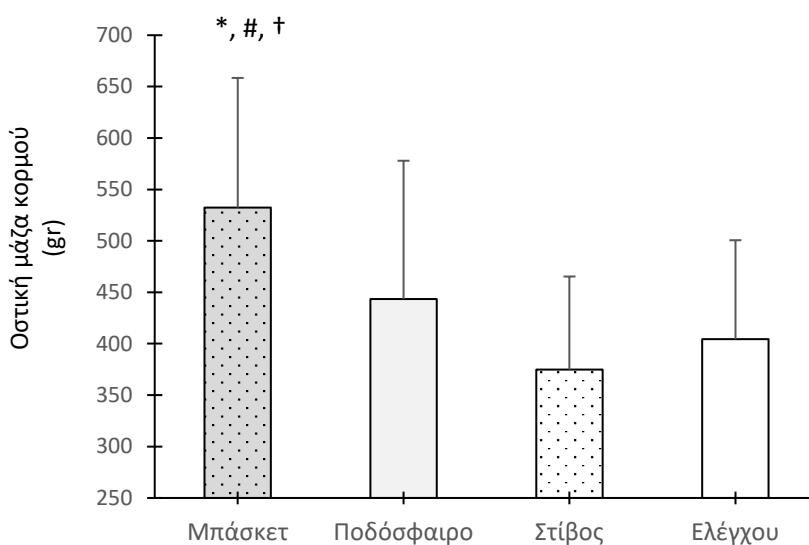
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την οστική μάζα των ποδιών [$F(3,90) = 9,18$; $p < 0,05$]. Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου και του ελέγχου. Ακόμη διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά της ομάδα του ποδοσφαίρου με την ομάδα του στίβου και του ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 15.



Σχήμα 15. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα των ποδιών. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου και με # με την ομάδα ελέγχου.

3.16. Οστική μάζα κορμού

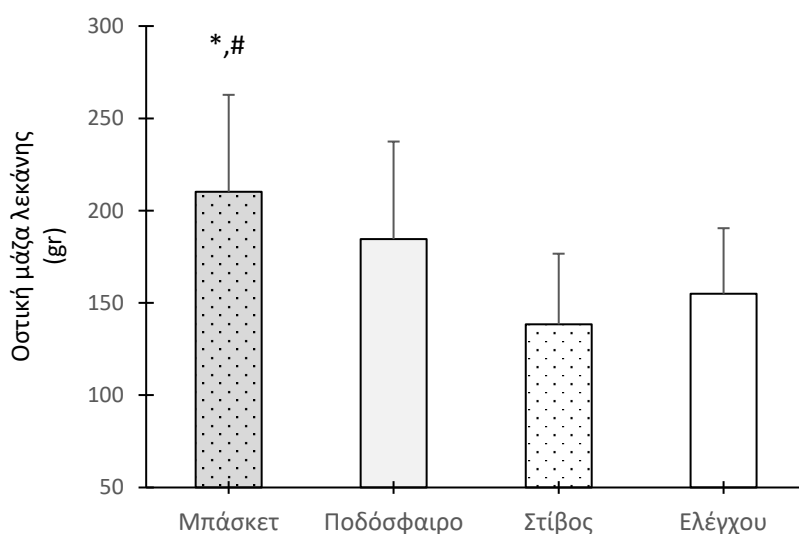
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα(ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την οστική μάζα του κορμού [$F(3,90) = 6,36$; $p < 0,05$]. Από την περαιτέρω εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του ποδοσφαίρου, του στίβου και του ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 16.



Σχήμα 16. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα του κορμού. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του ποδοσφαίρου, με # με την ομάδα του στίβου και με † με την ομάδα ελέγχου.

3.17. Οστική μάζα λεκάνης

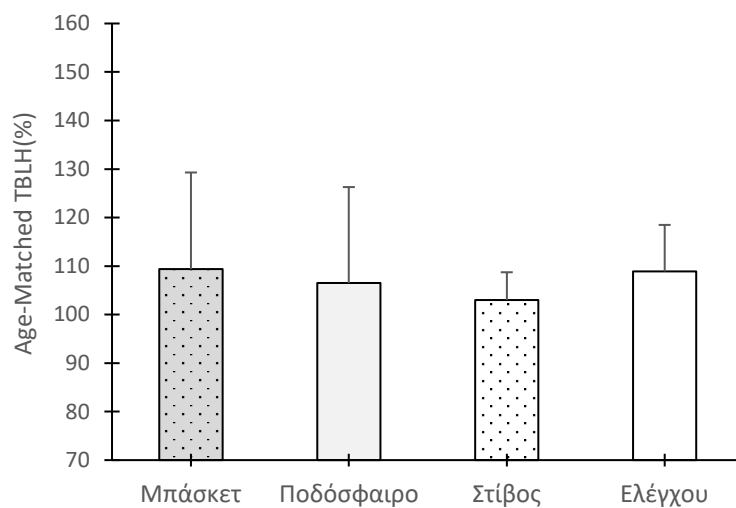
Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την οστική μάζα της λεκάνης [$F(3,90) = 6,89$; $p < 0,05$]. Από την περαιτέρω εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας του μπάσκετ με του στίβου και του ελέγχου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 17.



Σχήμα 17. Σύγκριση των ομάδων ως προς την οστική μάζα της λεκάνης. Με * παρουσιάζεται η στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα του στίβου και με # με την ομάδα ελέγχου.

3.18. Οστική Πυκνότητα Ολόκληρου του Σώματος Εκτός Κεφαλής Προσαρμοσμένη στην Ηλικία

Από την ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (ομάδα με 4 επίπεδα) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τη συμφωνία της οστικής πυκνότητας ολόκληρου το σώματος εκτός κεφαλής με την ηλικιακή κατηγορία [$F(3,90) = 0,37$; $p > 0,05$]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Σχήμα 18.



Σχήμα 18. Σύγκριση των ομάδων ως προς την συμφωνία με την ηλικιακή κατηγορία.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει τους δείκτες σύστασης σώματος και τις οστικής κατάστασης σε παιδιά που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες. Επίσης, να αξιολογήσει τις επιδράσεις του μπάσκετ, του ποδοσφαίρου, του στίβου και της αποχής από οποιαδήποτε μορφής άσκησης κατά τις αναπτυξιακές ηλικίες.

4.1. Οστική Κατάσταση

Η αξιολόγηση της οστικής κατάστασης, τόσο σε συνολικό επίπεδο όσο και μέσω τμηματικής ανάλυσης, ανέδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, με την ομάδα του μπάσκετ να παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές οστικής πυκνότητας (BMD) και μάζας (BMC). Συγκεκριμένα, τα παιδιά της ομάδας του μπάσκετ παρουσίασαν 10,04% μεγαλύτερη ολική οστική πυκνότητα σε σύγκριση με την ομάδα του στίβου, όπως και 4,77% μεγαλύτερη στα χέρια, 17,1% στα πόδια και 15,8% στη λεκάνη. Παράλληλα, παρατηρήθηκε 11,4% καλύτερη οστική πυκνότητα στα πόδια και 11,3% στη λεκάνη από την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, η ομάδα του μπάσκετ υπερερεύσε στις μετρήσεις ολικής οστικής μάζας κατά 40,2% και 28,2%, της μάζας του κορμού κατά 41,3% και 31,6%, της μάζας των χεριών κατά 37,2% και 29,9%, και της μάζας των ποδιών κατά 52,7% και 39,6%, σε σύγκριση με τις ομάδες του στίβου και ελέγχου, αντίστοιχα. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τη μελέτη των Agostinete et al. (2016), όπου τα παιδιά που συμμετείχαν σε μπάσκετ παρουσίασαν υψηλότερες τιμές BMD από άλλες ομάδες αθλημάτων και μη ενεργούς συμμετέχοντες. Η υπεροχή των αθλητών του μπάσκετ αποδίδεται στη φύση του αθλήματος, που περιλαμβάνει συχνά άλματα και αιφνίδιες αλλαγές κατεύθυνσης, προκαλώντας έντονη μηχανική φόρτιση στα οστά.

Ωστόσο, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης έρχονται σε αντίθεση με τη μελέτη των Faustino-da-Silva et al. (2018), όπου οι αθλητές του στίβου παρουσίασαν σημαντικά πλεονεκτήματα στην οστική κατάσταση σε σχέση με παιδιά που δεν ασκούσαν. Αυτή η διαφορά μπορεί να εξηγηθεί από την ηλικία των συμμετεχόντων, καθώς οι έφηβοι της μελέτης Faustino-da-Silva (11-18 ετών) βρίσκονταν πιθανώς σε προχωρημένο στάδιο βιολογικής ωρίμανσης, με υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης και οιστρογόνων, τα οποία είναι κρίσιμα για την ανάπτυξη των οστών (Golden et al., 2014). Στη ΜΔΕ, η μικρότερη

ηλικία των συμμετεχόντων (9-12 ετών) και η απουσία καταγραφής της βιολογικής ηλικίας περιορίζουν την ερμηνεία αυτών των διαφορών.

Επιπλέον, η μη καταγραφή της διατροφικής πρόσληψης αποτελεί έναν ακόμη περιορισμό, καθώς η επαρκής κατανάλωση ασβεστίου και βιταμίνης D είναι απαραίτητη για την οστική ανάπτυξη (Pisani et al., 2016). Η διατροφή επηρεάζει άμεσα την ικανότητα του οργανισμού να απορροφά ασβέστιο και να ενισχύει την οστεοσύνθεση, γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκη για μελλοντική συμπερίληψη αυτής της παραμέτρου στις μελέτες.

Όσον αφορά την ομάδα του ποδοσφαίρου, η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει τα ευρήματα των Vicente-Rodriguez et al. (2003), σύμφωνα με τα οποία η συμμετοχή σε ποδόσφαιρο κατά την προεφηβική ηλικία ενισχύει την οστική πυκνότητα. Η φύση του ποδοσφαίρου, που περιλαμβάνει συνεχείς αλλαγές κατεύθυνσης, τρεξίματα και άλματα, προσφέρει ευεργετική μηχανική φόρτιση στα οστά. Ωστόσο, η έλλειψη δεδομένων για τον προπονητικό όγκο και την πρόσληψη ασβεστίου αποτελεί έναν ακόμη περιορισμό της παρούσας μελέτης.

Ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα είναι η έλλειψη πληροφοριών για τα συγκεκριμένα αγωνίσματα στα οποία συμμετείχαν οι αθλητές του στίβου. Διαφορετικά αγωνίσματα, όπως τα άλματα, οι ρίψεις, και οι δρόμοι αντοχής ή ταχύτητας, προκαλούν διαφορετική μηχανική φόρτιση και, συνεπώς, έχουν διαφορετική επίδραση στην οστική υγεία. Η διαφοροποίηση αυτή δυσχεραίνει τη συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Η έλλειψη καταγραφής της βιολογικής ηλικίας αποτελεί έναν κοινό περιορισμό τόσο της παρούσας όσο και άλλων μελετών. Ειδικότερα, η μέτρηση της απόστασης από τον μέγιστο ρυθμό αύξησης του ύψους (PHV) ή η χρήση της μεθόδου Tanner, όπως στις μελέτες των Agostinete et al. (2016) και Vicente-Rodriguez et al. (2003), θα μπορούσε να προσφέρει καλύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ βιολογικής ωρίμανσης και οστικής κατάστασης.

4.2. Σύσταση Σώματος

Η αξιολόγηση της σύστασης σώματος ανέδειξε αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των ομάδων, επιβεβαιώνοντας την επίδραση του είδους αθλήματος στα ανθρωπομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Οι αθλητές του μπάσκετ παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα λιπώδους μάζας στον κορμό συγκριτικά με τους

αθλητές του στίβου και της ομάδας ελέγχου. Το εύρημα αυτό ενδέχεται να αποδοθεί στην υψηλότερη προπονητική ποσότητα και στις ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος που ευνοούν την ανάπτυξη μεγαλύτερης μυϊκής μάζας, η οποία συνοδεύεται από αυξημένη λιπώδη μάζα λόγω συνολικής σωματικής ανάπτυξης (Toselli et al., 2021).

Η ομάδα του στίβου εμφάνισε τις χαμηλότερες τιμές λιπώδους μάζας σε όλα τα μέρη του σώματος, εύρημα που επιβεβαιώνει προηγούμενα αποτελέσματα της μελέτης των Faustino-da-Silva et al. (2018), όπου αθλητές αγωνισμάτων αντοχής παρουσίασαν χαμηλά επίπεδα λιπώδους ιστού λόγω της έντονης συμμετοχής σε αερόβιες δραστηριότητες. Παρόλα αυτά, η άλιπη μάζα των αθλητών του στίβου δεν διέφερε σημαντικά από την ομάδα ελέγχου, πιθανώς λόγω της μικρότερης ηλικίας και του περιορισμένου προπονητικού ιστορικού τους, το οποίο ενδέχεται να μην επαρκεί για σημαντικές σκελετικές και μυϊκές προσαρμογές.

Ένας βασικός περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι η έλλειψη δεδομένων για τη διατροφική πρόσληψη και την ενυδάτωση, παράμετροι που σχετίζονται τη σύσταση σώματος. Στο μέλλον, θα ήταν χρήσιμη η καταγραφή αυτών των παραμέτρων, καθώς και η ανάλυση των διαφορετικών αγωνισμάτων του στίβου, προκειμένου να επιτευχθεί πιο ολοκληρωμένη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο στόχος της μελέτης ήταν η αξιολόγηση των δεικτών σύστασης σώματος και της οστικής κατάστασης σε παιδιά που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης, σε συνδυασμό με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας, δείχνουν ότι τα παιδιά ηλικίας 9-12 ετών που συμμετέχουν σε οργανωμένες μορφές άσκησης έχουν υψηλότερη οστική κατάσταση. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της ΜΔΕ υποδεικνύουν ότι η ομάδα του μπάσκετ εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές. Ωστόσο, εγείρεται αμφισβήτηση σχετικά με την ομάδα του στίβου, καθώς, σύμφωνα με τη μελέτη των Faustino-da-Silva et al. (2018), τα παιδιά που συμμετέχουν στο άθλημα του στίβου εμφανίζουν καλύτερη οστική κατάσταση από τα παιδιά που δεν ασκούνται. Αντίθετα, στα αποτελέσματα της ΜΔΕ διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά της ομάδας ελέγχου υπερέχουν στην οστική κατάσταση, γεγονός που ενδέχεται να οφείλεται στη βιολογική τους ωρίμανση, στην έλλειψη πληροφοριών για τη διατροφή τους και στα προπονητικά ερεθίσματα που λαμβάνουν.

Ως εκ τούτου, ο προσδιορισμός της βιολογικής ηλικίας των παιδιών, η καταγραφή της διατροφής, της προπονητικής ποσότητας και της έντασης της προπόνησης αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για την κατανόηση των θετικών προσαρμογών που επιφέρει η φυσική δραστηριότητα στα προεφηβικά παιδιά. Επιπλέον, οι διαφορές στις τιμές οστικής μάζας και πυκνότητας μεταξύ των ομάδων μπορεί να συσχετίζονται με την προπονητική ηλικία, δεδομένου ότι οι αθλητές του μπάσκετ και του ποδοσφαίρου ανέφεραν προπονητική ηλικία πέντε ετών, ενώ οι αθλητές του στίβου μόλις δύο.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ΜΔΕ για τη σύσταση σώματος, οι αθλητές του μπάσκετ και του ποδοσφαίρου εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα λίπους, μυϊκής και άλιπης μάζας. Σε συνδυασμό με το γεγονός ότι βρίσκονται σε αναπτυξιακή ηλικία, παρατηρούνται διαφορές στους παραπάνω δείκτες μεταξύ συνομηλίκων, οι οποίες αποδίδονται στην ανάπτυξη και τη βιολογική ωρίμανση, που διαφέρει από παιδί σε παιδί (Siervogel et al., 2003). Επιπλέον, η διαφορά στην προπονητική ηλικία των συμμετεχόντων φαίνεται να επηρεάζει την άλιπη μάζα, καθώς παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά που ασχολούνται με το μπάσκετ και το ποδόσφαιρο, με προπονητική ηλικία πέντε ετών, παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές. Παράλληλα, παράγοντες όπως η ποσότητα και η ένταση της προπόνησης φαίνεται να επηρεάζουν τις παραπάνω τιμές. Ωστόσο, αυτοί οι παράγοντες δεν καταγράφηκαν στη μελέτη (Barbosa-Silva et al., 2005; Koury et al., 2014). Άρα, η

σύσταση του σώματος στην προεφηβεία πιθανόν να επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από τη βιολογική ωρίμανση των παιδιών καθώς και από την ενασχόλησή τους με το εκάστοτε άθλημα. Περιορισμοί της μελέτης περιλαμβάνουν τον μη υπολογισμό της βιολογικής ηλικίας, της διατροφικής πρόσληψης και της προπονητικής επιβάρυνσης, οι οποίοι αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για τη σύσταση σώματος.

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι η συστηματική ενασχόληση με τον αθλητισμό συμβάλλει στη βελτίωση της οστικής κατάστασης και στην αύξηση της άλιπης μάζας. Τα ευρήματα της παρούσας διατριβής, σε συνδυασμό με τη βιβλιογραφία, υπογραμμίζουν τη σημασία της συστηματικής αξιολόγησης και της εξατομίκευσης των προπονητικών προγραμμάτων με βάση τη βιολογική ωρίμανση των παιδιών.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Agostinete, R. R., Lynch, K. R., Gobbo, L. A., Lima, M. C. S., Ito, I. H., Luiz-de-Marco, R., Rodrigues-Junior, M. A., & Fernandes, R. A. (2016). Basketball Affects Bone Mineral Density Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. *Journal of Clinical Densitometry : The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 19(3), 375–381. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2016.04.006>
2. Andreoli, A., Garaci, F., Cafarelli, F. P., & Guglielmi, G. (2016). Body composition in clinical practice. *European Journal of Radiology*, 85(8), 1461–1468. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.005>
3. Barbosa-Silva, M. C. G., Barros, A. J., Wang, J., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 49–52. <https://doi.org/10.1093/ajcn.82.1.49>
4. Baumgartner, R. N., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. (1988). Bioelectric impedance phase angle and body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 48(1), 16–23. <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.1.16>
5. Baxter-Jones, A. D., Faulkner, R. A., Forwood, M. R., Mirwald, R. L., & Bailey, D. A. (2011). Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: An estimation of peak bone mass. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(8), 1729–1739. <https://doi.org/10.1002/jbmr.412>
6. Di Vincenzo, O., Marra, M., & Scalfi, L. (2019). Bioelectrical impedance phase angle in sport: a systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0319-2>
7. DiPietro, L. (1995). Physical activity, body weight, and adiposity: an epidemiologic perspective. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 23, 275–303. <http://europepmc.org/abstract/MED/7556354>
8. Faustino-da-Silva, Y. da S. V., Agostinete, R. R., Werneck, A. O., Maillane-Vanegas, S., Lynch, K. R., Exupério, I. N., Ito, I. H., & Fernandes, R. A. (2018). Track and Field Practice and Bone Outcomes among Adolescents: A Pilot Study (ABCD-Growth Study). *Journal of Bone Metabolism*, 25(1), 35. <https://doi.org/10.11005/jbm.2018.25.1.35>
9. Ferry, B., Duclos, M., Burt, L., Therre, P., Le Gall, F., Jaffré, C., & Courteix, D. (2011). Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: comparison between elite female soccer players and swimmers. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 29(3), 342–351. <https://doi.org/10.1007/s00774-010-0226-8>

10. Fiore, C. E., Dieli, M., Vintaloro, G., Gibilaro, M., Giaccone, G., & Cottini, E. (1996). Body composition and bone mineral density in competitive athletes in different sports. *International Journal of Tissue Reactions*, 18(4–6), 121–124. <http://europepmc.org/abstract/MED/9195248>
11. Fleck, S. J. (1983). Body composition of elite American athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(6), 398–403. <https://doi.org/10.1177/036354658301100604>
12. Garlini, L. M., Alves, F. D., Ceretta, L. B., Perry, I. S., Souza, G. C., & Clausell, N. O. (2019). Phase angle and mortality: a systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(4), 495–508. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0159-1>
13. Gesek, M., Fornal, A. D., & Zarzycka, D. (2023). Promoting Health in Pediatric Obesity: A Decade's Research of Physical Activity's Influence on Cardiometabolic Parameters. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 29, e940742. <https://doi.org/10.12659/MSM.940742>
14. Gobbo, L., & Sardinha, L. (2016). Hypertrophy-type resistance training improves phase angle in young adult men and women Hypertrophy-type Resistance Training Improves Phase Angle in Young Adult Men and Women. February, 10–16. <https://doi.org/10.1055/s-0042-102788>
15. Golden, N. H., Abrams, S. A., Daniels, S. R., Abrams, S. A., Corkins, M. R., de Ferranti, S. D., Golden, N. H., Magge, S. N., & Schwarzenberg, S. J. (2014). Optimizing Bone Health in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 134(4), e1229–e1243. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-2173>
16. Koury, J. C., Trugo, N. M. F., & Torres, A. G. (2014). Phase Angle and Bioelectrical Impedance Vectors in Adolescent and Adult Male Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 798–804. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0397>
17. Landry, B. W., & Driscoll, S. W. (2012). Physical Activity in Children and Adolescents. *PM&R*, 4(11), 826–832. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.09.585>
18. Langer, R. D., da Costa, K. G., Bortolotti, H., Fernandes, G. A., de Jesus, R. S., & Gonçalves, E. M. (2020). Phase angle is associated with cardiorespiratory fitness and body composition in children aged between 9 and 11 years. *Physiology & Behavior*, 215, 112772. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112772>
19. Maillane-Vanegas, S., Agostinete, R. R., Lynch, K. R., Ito, I. H., Luiz-de-Marco, R., Rodrigues-Junior, M. A., Turi-Lynch, B. C., & Fernandes, R. A. (2020). Bone Mineral Density and Sports Participation. *Journal of Clinical Densitometry*, 23(2), 294–302. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.05.041>

20. Marra, M., Sammarco, R., Speranza, E., Di Vincenzo, O., Morlino, D., Cioffi, I., Scalfi, L., & Pasanisi, F. (2018). Body Composition and Segmental Phase Angle in Physically Active Men. 154–157. <https://doi.org/10.5220/0007232101540157>
21. Matias, C. N., Monteiro, C. P., Santos, D. A., Martins, F., Silva, A. M., Lares, M. J., & Sardinha, L. B. (2015). Magnesium and phase angle: A prognostic tool for monitoring cellular integrity in judo athletes. *Magnesium Research*, 28(3), 92–98. <https://doi.org/10.1684/mrh.2015.0389>
22. Mattiello, R., Amaral, M. A., Mundstock, E., & Ziegelmann, P. K. (2020). Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clinical Nutrition*, 39(5), 1411–1417. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004>
23. Mattiello, R., Mundstock, E., & Ziegelmann, P. K. (2022). Brazilian Reference Percentiles for Bioimpedance Phase Angle of Healthy Individuals. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.912840>
24. Nabuco, H. C. G., Silva, A. M., Sardinha, L. B., Rodrigues, F. B., Tomeleri, C. M., Ravagnani, F. C. P., Cyrino, E. S., & Ravagnani, C. F. C. (2019). Phase Angle is Moderately Associated with Short-term Maximal Intensity Efforts in Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 40(11), 739–743. <https://doi.org/10.1055/a-0969-2003>
25. Pisani, P., Renna, M. D., Conversano, F., Casciaro, E., Di Paola, M., Quarta, E., Muratore, M., & Casciaro, S. (2016). Major osteoporotic fragility fractures: Risk factor updates and societal impact. *World Journal of Orthopedics*, 7(3), 171. <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i3.171>
26. Schuit, A. J. (2006). Physical activity, body composition and healthy ageing. *Science & Sports*, 21(4), 209–213. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scispo.2006.06.004>
27. Siervogel, R. M., Demerath, E. W., Schubert, C., Remsberg, K. E., Chumlea, W. C., Sun, S., Czerwinski, S. A., & Towne, B. (2003). Puberty and Body Composition. *Hormone Research in Paediatrics*, 60(Suppl. 1), 36–45. <https://doi.org/10.1159/000071224>
28. Torres-Costoso, A., López-Muñoz, P., Martínez-Vizcaíno, V., Álvarez-Bueno, C., & Caverio-Redondo, I. (2020). Association Between Muscular Strength and Bone Health from Children to Young Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(6), 1163–1190. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01267-y>
29. Toselli, S., Campa, F., Maietta Latessa, P., Greco, G., Loi, A., Grigoletto, A., & Zaccagni, L. (2021). Differences in Maturity and Anthropometric and Morphological Characteristics among Young Male Basketball and Soccer Players and Non-Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3902. <https://doi.org/10.3390/ijerph18083902>

30. Troy, K. L., Mancuso, M. E., Butler, T. A., & Johnson, J. E. (2018). Exercise Early and Often: Effects of Physical Activity and Exercise on Women's Bone Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 878. <https://doi.org/10.3390/ijerph15050878>
31. Vicente-Rodriguez, G., Jimenez-Ramirez, J., Ara, I., Serrano-Sanchez, J. A., Dorado, C., & Calbet, J. A. L. (2003). Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone*, 33(5), 853–859. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2003.08.003>
32. Vlachopoulos, D., Barker, A. R., Williams, C. A., Knapp, K. M., Metcalf, B. S., & Gracia-Marco, L. (2015). Effect of a program of short bouts of exercise on bone health in adolescents involved in different sports: The PRO-BONE study protocol Health behavior, health promotion and society. *BMC Public Health*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1633-5>