ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΘΛΗΣΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ»

Δ Ι Π Λ Ω Μ Α Τ Ι Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

ΠΑΡΙ ΧΡΗΣΤΟΓΕΩΡΓΟΥ

Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΤΗΣ Α' ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΑΘΛΗΜΑΤΟΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 1981-2013

ΑΘΗΝΑ 2022

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

«ΆΘΛΗΣΗ & ΥΓΕΙΑ»

που απονέμει η Ιατρική Σχολή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Εγκρίθηκε την……. από την εξεταστική επιτροπή:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	**ΒΑΘΜΙΔΑ**	**ΥΠΟΓΡΑΦΗ**
Κουλουβάρης Παναγιώτης (Επιβλέπων)	Επίκουρος Καθηγητής, Α' Ορθοπαιδική Χειρουργική Κλινική, Ιατρική Σχολή, Ε.Κ.Π.Α.	.....
Τσολάκης Χαρίλαος	Καθηγητής Σ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α.	.....
Σαββίδου Όλγα	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Α' Ορθοπαιδική Χειρουργική Κλινική, Ιατρική Σχολή, Ε.Κ.Π.Α.	.....

Περίληψη

Εισαγωγή

Το σύγχρονο επαγγελματικό ποδόσφαιρο είναι άθλημα υψηλών σωματικών απαιτήσεων. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, οι εξελίξεις στην ταχύτητα του ποδοσφαίρου, τη δομή των αγώνων και τα πρότυπα παιχνιδιού έκαναν το επαγγελματικό ποδόσφαιρο πιο απαιτητικό από τεχνική και σωματική άποψη. Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διαχρονική μελέτη των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, της σύστασης του σώματος και επιλεγμένων φυσιολογικών παραμέτρων ποδοσφαιριστών της ελληνικής Super League, από το 1981 ως το 2013.

Υλικό και μέθοδοι

Πρόκειται για αναδρομική μελέτη που αξιολόγησε και συνέκρινε τις ανθρωπομετρικές παραμέτρους (ύψος, βάρος, BMI, ποσοστό σωματικού λίπους) και τις φυσιολογικές παραμέτρους (VO_2max, αναερόβιο κατώφλι, πνευμονικός αερισμός, μέγιστη αναερόβια ισχύς, ύψος κάθετου άλματος, μέγιστη καρδιακή συχνότητα) στους ποδοσφαιριστές ομάδων της Super League σε βάθος 30ετίας. Στη μελέτη περιλήφθηκαν 834 ποδοσφαιριστές οι οποίοι χωρίστηκαν σε 5 χρονικές ομάδες: Ομάδα A (1981 – 1989, n = 202), ομάδα B (1990 – 1995, n = 223), ομάδα C (2000 – 2004, n = 98), ομάδα D (2005 – 2010, n = 210) και ομάδα E (2011 – 2013, n = 101).

Αποτελέσματα

Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε βάρος, BMI και μέγιστη καρδιακή συχνότητα. Σε σχέση με τη δεκαετία του 1980, οι ποδοσφαιριστές της δεκαετίας του 2010 είχαν μεγαλύτερο ύψος, μικρότερο ποσοστό σωματικού λίπους,

αυξημένη VO_2max, αυξημένο αναερόβιο κατώφλι, αυξημένο πνευμονικό αερισμό, αυξημένο ύψος κάθετου άλματος και αυξημένη μέγιστη αναερόβια ισχύ.

Συμπεράσματα

Οι διαφοροποιήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών αλλά και των παραμέτρων φυσικής κατάστασης στους Έλληνες επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κατά την περίοδο 1981 – 2013, αντικατοπτρίζουν τις υψηλές απαιτήσεις του σύγχρονου επαγγελματικού ποδοσφαίρου, αλλά και τα ευεργετικά αποτελέσματα των σύγχρονων προπονητικών τεχνικών.

Λέξεις – κλειδιά: διαχρονική εξέλιξη, ανθρωπομετρικές παράμετροι, παράμετροι φυσικής κατάστασης, επαγγελματίες ποδοσφαιριστές

Abstract

Introduction

Modern professional football is a sport of high physical demands. Over the last few decades, developments in football speed, match structure and game standards have made professional football more technically and physically demanding. The purpose of this study is the comparison of anthropometric characteristics, body composition and selected physiological parameters of football players of the Greek Super League, from 1981 to 2013.

Material and methods

This is a retrospective study that evaluated and compared the anthropometric parameters (height, weight, BMI, body fat percentage) and physiological parameters (VO2max, anaerobic threshold, pulmonary ventilation, maximum anaerobic power, height of vertical jump, maximum heart rate) in football players of the Super League in 30 years. The study included 834 football players who were divided into 5 time groups: Group A (1981 - 1989, n = 202), Group B (1990 - 1995, n = 223), Group C (2000 - 2004, n = 98), Group D (2005 - 2010, n = 210) and Group E (2011 - 2013, n = 101).

Results

No statistically significant differences in weight, BMI and maximum heart rate were found. Compared to the 1980s, football players in 2010s had higher height, lower body fat percentage, increased VO2max, increased anaerobic threshold, increased pulmonary ventilation, increased vertical jump height, and increased maximal anaerobic power.

Conclusions

The differences of the anthropometric characteristics and the parameters of physical condition in the Greek professional football players during the period 1981 - 2013, reflect the high demands of the modern professional football, but also the beneficial results of the modern coaching techniques.

Key-Words: evolution over time, anthropometric parameters, fitness parameters, professional footballers

Περιεχόμενα

Περίληψη _____ *IV*

Abstract _____ *VI*

Περιεχόμενα _____ *VIII*

Κατάλογος Πινάκων _____ *X*

Κατάλογος Εικόνων _____ *XIII*

Κατάλογος Διαγραμμάτων _____ *XIV*

Κεφάλαιο 1ο. Εισαγωγή _____ *1*

1.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά _____ **2**

1.1.1 Ύψος και βάρος _____ 2

1.1.2 Σύσταση του σώματος _____ 3

1.2 Παράμετροι φυσικής κατάστασης _____ **4**

1.2.1 Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) _____ 4

1.2.2 Αναερόβιο κατώφλι _____ 5

1.2.3 Πνευμονικός αερισμός _____ 5

1.2.4 Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax) _____ 6

1.2.5 Μέγιστη αναερόβια ισχύς _____ 6

1.2.6 Κατακόρυφο άλμα _____ 7

1.3 Σκοπός της μελέτης _____ **7**

Κεφάλαιο 2ο. Υλικό και μέθοδος _____ *8*

2.1 Σχεδιασμός της μελέτης _____ **8**

2.2 Πληθυσμός της μελέτης _____ **8**

2.2.1 Κριτήρια ένταξης _____ 9

2.2.2 Κριτήρια αποκλεισμού _____ 9

2.3 Μέθοδοι _____ **10**

2.3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά – σύσταση σώματος _____ 10

2.3.1.1 Ηλικία 10

2.3.1.2 Βάρος 10

2.3.1.3 Ύψος 10

2.3.1.4 Δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI) 11

2.3.1.5 Ποσοστό σωματικού λίπους 11

2.3.2 Φυσιολογικοί παράμετροι 12

2.4 Στατιστική ανάλυση 14

Κεφάλαιο 3ο. Αποτελέσματα 15

3.1 Περιγραφική στατιστική δείγματος 16

3.1.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά πληθυσμού μελέτης 16

3.1.2 Φυσιολογικές παράμετροι πληθυσμού μελέτης 19

3.2 Μονοπαραγοντική ανάλυση ανά ομάδα 20

3.2.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά πληθυσμού μελέτης 21

3.2.1.1 Ηλικία 21

3.2.1.2 Ύψος 25

3.2.1.3 Βάρος 29

3.2.1.4 BMI 33

3.2.1.5 Ποσοστό (%) λίπους 39

3.2.2 Φυσιολογικές παράμετροι πληθυσμού μελέτης 43

3.2.2.1 VO_2max 43

3.2.2.2 Ύψος κάθετου άλματος 47

3.2.2.3 Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax) 51

3.2.2.4 Μέγιστη Αναερόβια Ισχύς 55

3.2.2.5 Πνευμονικός αερισμός (VE) 59

3.2.2.6 Αναερόβιο κατώφλι 63

Κεφάλαιο 4ο. Συζήτηση 67

Κεφάλαιο 5ο. Συμπεράσματα 72

Βιβλιογραφία 73

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Ταξινόμηση BMI σε ενήλικα άτομα 11

Πίνακας 2. Περιγραφή πρωτόκολλου Bruce 13

Πίνακας 3. Έλεγχος κανονικότητας των ποσοτικών μεταβλητών του δείγματος 15

Πίνακας 4. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης. SD: Τυπική απόκλιση. IQR: Ενδοτεταρτημοριακό εύρος..... 16

Πίνακας 5. Φυσιολογικές παράμετροι του πληθυσμού μελέτης. SD: Τυπική απόκλιση. IQR: Ενδοτεταρτημοριακό εύρος 19

Πίνακας 6. Αριθμός αθλητών ανά ομάδα μελέτης..... 20

Πίνακας 7. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της ηλικίας των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 21

Πίνακας 8. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών των ηλικιών των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 23

Πίνακας 9. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του ύψους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 25

Πίνακας 10. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του ύψους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 27

Πίνακας 11. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του βάρους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 29

Πίνακας 12. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του βάρους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 31

Πίνακας 13. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του BMI των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 33

Πίνακας 14. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του BMI των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 35

Πίνακας 15. Συχνότητα υπέρβαρων αθλητών ανάμεσα στον πληθυσμό της μελέτης 37

Πίνακας 16. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του ποσοστού % του λίπους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 39

Πίνακας 17. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του % ποσοστού λίπους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 41

Πίνακας 18. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της VO_2max των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 43

Πίνακας 19. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών της VO_2max των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 45

Πίνακας 20. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 47

Πίνακας 21. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 49

Πίνακας 22. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 51

Πίνακας 23. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05..... 53

Πίνακας 24. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 55

Πίνακας 25. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05..... 57

Πίνακας 26. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 59

Πίνακας 27. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 61

Πίνακας 28. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του αναερόβιου κατωφλιού (%) των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση 63

Πίνακας 29. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05 65

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Διαδικασία δερματοπτυχομέτρησης στο βραχίονα ("https://nutritionalassessment.mumc.nl/en/skinfold-measurements,") 12

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Κατανομή ηλικιών στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης. 17

Διάγραμμα 2. Κατανομή ύψους στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης..... 18

Διάγραμμα 3. Κατανομή βάρους στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης 18

Διάγραμμα 4. Αριθμός αθλητών ανά ομάδα μελέτης 20

Διάγραμμα 5. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών των ηλικιών των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα 22

Διάγραμμα 6. Σύγκριση μέσων τιμών της ηλικίας των αθλητών ανά χρονική ομάδα 24

Διάγραμμα 7. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του ύψους των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα..... 26

Διάγραμμα 8. Σύγκριση μέσων τιμών του ύψους των αθλητών ανά χρονική ομάδα . 28

Διάγραμμα 9. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του βάρους των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα 30

Διάγραμμα 10. Σύγκριση μέσων τιμών του βάρους των αθλητών ανά χρονική ομάδα 32

Διάγραμμα 11. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του BMI των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα..... 34

Διάγραμμα 12. Σύγκριση μέσων τιμών του BMI των αθλητών ανά χρονική ομάδα . 36

Διάγραμμα 13. Καταγραφή ποσοστών υπέρβαρων αθλητών κατά τις 5 χρονικές περιόδους, στον πληθυσμό μελέτης 38

Διάγραμμα 14. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του % ποσοστού λίπους των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα 40

Διάγραμμα 15. Σύγκριση μέσων τιμών του % ποσοστού λίπους των αθλητών ανά χρονική ομάδα..... 42

Διάγραμμα 16. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών της VO_2max των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα 44

Διάγραμμα 17. Σύγκριση μέσων τιμών της VO_2max των αθλητών ανά χρονική ομάδα 46

Διάγραμμα 18. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα..... 48

Διάγραμμα 19. Σύγκριση μέσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανά χρονική ομάδα..... 50

Διάγραμμα 20. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα 52

Διάγραμμα 21. Σύγκριση μέσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών ανά χρονική ομάδα 54

Διάγραμμα 22. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα..... 56

Διάγραμμα 23. Σύγκριση μέσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανά χρονική ομάδα..... 58

Διάγραμμα 24. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα..... 60

Διάγραμμα 25. Σύγκριση μέσων τιμών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών ανά χρονική ομάδα..... 62

Διάγραμμα 26. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα..... 64

Διάγραμμα 27. Σύγκριση μέσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού (%) των αθλητών ανά χρονική ομάδα..... 66

Κεφάλαιο 1ο. Εισαγωγή

Το σύγχρονο επαγγελματικό ποδόσφαιρο είναι άθλημα υψηλών σωματικών απαιτήσεων. Ο επαγγελματίας ποδοσφαιριστής πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει σωματικές καταπονήσεις από διαδοχικούς αγώνες και συνεχείς μετακινήσεις και ταυτόχρονα να διατηρεί ένα υψηλό επίπεδο φυσικής κατάστασης. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, οι εξελίξεις στην ταχύτητα του ποδοσφαίρου, τη δομή των αγώνων και τα πρότυπα παιχνιδιού έκαναν το επαγγελματικό ποδόσφαιρο πιο απαιτητικό από τεχνική και σωματική άποψη (Wallace & Norton, 2014). Μεταξύ των περιόδων 2006-2007 και 2012-2013, η συνολική απόσταση που κάλυψαν οι παίκτες της Αγγλικής Premier League παρέμεινε σχετικά σταθερή (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007). Αντίθετα, οι δραστηριότητες υψηλής έντασης και τα σπριντ αυξήθηκαν σημαντικά τόσο σε απόσταση όσο και στη συχνότητα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (Barnes, Archer, Hogg, Bush, & Bradley, 2014). Στη δεκαετία του 1960 ένας ποδοσφαιριστής κάλυπτε κατά τη διάρκεια του αγώνα γύρω στα 3-4 km (Zelenka, Seliger, & Ondrej, 1967). Στη δεκαετία του 1980, οι αντίστοιχες αποστάσεις έφταναν τα 9 km (Ekblom, 1986), ενώ στο σύγχρονο ποδόσφαιρο, επιπέδου Champions League, οι ποδοσφαιριστές διανύουν μέχρι και 12 km ανά αγώνα. Εκτός από την αύξηση της διανυόμενης απόστασης, με την πάροδο των ετών, παρατηρείται και αύξηση της έντασης του παιχνιδιού, και των απαιτήσεων για ταχύτητα (Lottermann, 1990). Δεδομένου ότι οι δραστηριότητες υψηλής έντασης είναι καθοριστικές σε καταστάσεις νίκης (Faude, Koch, & Meyer, 2012), θα ήταν αναμενόμενο ότι η αύξηση των δραστηριοτήτων υψηλής έντασης κατά τη διάρκεια του αγώνα συνοδεύεται επίσης από αλλαγές στη φυσική κατάσταση των παικτών.

Οι εθνικές ποδοσφαιρικές ενώσεις καθώς και οι επαγγελματικοί ποδοσφαιρικοί σύλλογοι ξοδεύουν όλο και περισσότερα χρήματα και χρόνο για να εντοπίσουν, να επιλέξουν και να αναπτύξουν νέους ποδοσφαιριστές. Η αποτελεσματική διαχείριση πόρων, συμπεριλαμβανομένης της έγκαιρης επιλογής και της επακόλουθης προώθησης ταλέντων (Williams & Reilly, 2000), και η οικονομική

ανταμοιβή οδήγησαν στην εγκατάσταση εθνικών αναπτυξιακών προγραμμάτων και ακαδημιών ποδοσφαίρου σε όλο τον κόσμο (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Προσφάτως, οι τακτικές δοκιμασίες φυσικής κατάστασης έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη αποδοχή στις επαγγελματικές ποδοσφαιρικές ομάδες (Paul & Nassis, 2015). Εκτός από την παρακολούθηση των βελτιώσεων της απόδοσης, οι προπονητές είναι σε θέση να προσαρμόσουν αποτελεσματικά τις προπονητικές τους παρεμβάσεις στις ατομικές δυνατότητες και αδυναμίες των παικτών (Svensson & Drust, 2005). Η αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης, των ανθρωπομετρικών και των φυσιολογικών παραμέτρων των αθλητών είναι κοινή πρακτική στις ποδοσφαιρικές ομάδες, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η απόδοση και να μειωθούν οι τραυματισμοί.

1.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά θα μπορούσαν να καθορίσουν την επιλογή των παικτών και την εξέλιξή τους στο επαγγελματικό επίπεδο (Milsom et al., 2015). Πολλές μελέτες αναδεικνύουν τη σημασία των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στη διαδικασία της ανίχνευσης και της επιλογής των ταλαντούχων ποδοσφαιριστών. Η συλλογή ανθρωπομετρικών στοιχείων από ένα μεγάλο δείγμα αθλητών βοηθά στη διαμόρφωση μίας αντιπροσωπευτικής εικόνας για το συγκεκριμένο άθλημα, ενώ είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις επιλογής νέων αθλητών.

1.1.1 Ύψος και βάρος

Η μέτρηση του σωματικού βάρους είναι πολύ σημαντική για τους αθλητές. Δίνει πληροφορίες για την υγεία των αθλητών και αξιολογεί τις επιδράσεις της προπόνησης και της διατροφής στο σώμα τους. Εντούτοις, η μεμονωμένη μέτρηση

του σωματικού βάρους δε δίνει πληροφορίες για τη σύσταση του σώματος. Έτσι, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αν οι μεταβολές του σωματικού βάρους οφείλονται σε μεταβολές στη λιπώδη ή στη μυϊκή μάζα.

Εκτός από το σωματικό βάρος, η μέτρηση του ύψους αποτελεί βασικό ανθρωπομετρικό χαρακτηριστικό στους αθλητές. Γνωρίζοντας το βάρος και το ύψος ενός αθλητή, μπορεί να υπολογιστεί ο δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI).

1.1.2 Σύσταση του σώματος

Η σύσταση του σώματος καθορίζει την απόδοση σε όλα τα αθλήματα. Το ποσοστό σωματικού λίπους αποτελεί μία βασική παράμετρο, η οποία μπορεί να επηρεάσει την αθλητική απόδοση (Brocherie et al., 2014). Διαπιστώθηκε επίσης ότι το σωματικό λίπος και η άλιπη σωματική μάζα διαχωρίζει τους ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου σε σύγκριση με παίκτες στα χαμηλότερα επίπεδα ανταγωνισμού (Slimani & Nikolaidis, 2019). Ποδοσφαιριστές με υψηλό ποσοστό λίπους δέχονται επιπρόσθετο σωματικό φορτίο, γεγονός που τους δυσκολεύει να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις του ποδοσφαίρου, όπου απαιτούνται συχνές οριζόντιες ή κάθετες μετακινήσεις του σώματος. Ειδικότερα, τα επίπεδα σωματικού λίπους συσχετίζονται αρνητικά με την αερόβια ικανότητα και με την ταχύτητα σε elite αθλητές ποδοσφαίρου (Brocherie, et al., 2014; Reilly, Williams, Nevill, & Franks, 2000). Παρομοίως, ο αυξημένος δείκτης μάζας σώματος και ένα χαμηλό ποσοστό λίπους έχουν αναγνωριστεί ως παράγοντες κινδύνου τραυματισμού σε νεαρούς ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου (Kemper et al., 2015).

1.2 Παράμετροι φυσικής κατάστασης

Η φυσική κατάσταση αποτελεί έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες αγωνιστικής επιτυχίας στο ποδόσφαιρο. Οι απαιτήσεις της φυσικής κατάστασης σε αγώνες ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου έχουν αυξηθεί τα τελευταία χρόνια (Barnes, et al., 2014), ενώ η φυσική κατάσταση των ποδοσφαιριστών στις επαγγελματικές ομάδες ποικίλει σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (Castillo, Los Arcos, & Martínez-Santos, 2018; Haugen, Tønnessen, & Seiler, 2013; Martinez-Santos, Castillo, & Los Arcos, 2016). Εξαιτίας του γεγονότος αυτού έχουν γίνει πολλές εργασίες με σκοπό τον καθορισμό των μεταβολικών απαιτήσεων που έχει ένας ποδοσφαιρικός αγώνας (Aslan et al., 2012; Bangsbo, Iaia, & Krustrup, 2007; Bangsbo, Mohr, & Krustrup, 2006; Bekris et al., 2019; Gaudino, Alberti, & Iaia, 2014; Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, & di Prampero, 2010).

1.2.1 Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max)

Η αερόβια ικανότητα είναι βασική παράμετρος για τις αθλητικές επιδόσεις. Ως η αντιπροσωπευτικότερη παράμετρος της καλής καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, η αερόβια ικανότητα έχει μελετηθεί περισσότερο από κάθε άλλη φυσιολογική παράμετρο στο ποδόσφαιρο. Πρόκειται για την ικανότητα του οργανισμού να χρησιμοποιεί οξυγόνο για την παραγωγή ενέργειας. Ο προσδιορισμός της αερόβιας ικανότητας γίνεται με βάση τη μέτρηση της VO_2max, η οποία παρουσιάζει μεγάλο εύρος τιμών. Η VO_2max ορίζεται ως ο μέγιστος όγκος οξυγόνου που καταναλώνεται από τα κύτταρα κατά τη μέγιστη προσπάθεια στη μονάδα του χρόνου. Η VO_2max αποτιμάται σε λίτρα ανά λεπτό (L/min) και αντικατοπτρίζει τη μέγιστη λειτουργική προσαρμοστικότητα του αναπνευστικού, καρδιαγγειακού και μυϊκού συστήματος. Υψηλές τιμές της VO_2max σχετίζονται με την καλή φυσική κατάσταση αλλά και την καλή γενική υγεία (Metaxas, 2021).

Η VO_2max εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο, την προπονητική κατάσταση, το ποσοστό μυϊκής μάζας του αθλητή, συνυπάρχουσες ασθένειες ή τυχόν φαρμακευτική αγωγή που λαμβάνει ο αθλητής (Arena et al., 2007; Mancini, LeJemtel, & Aaronson, 2000). Η VO_2max βελτιώνεται μέχρι την ηλικία των 20 ετών (Lund & Mancini, 2008) ενώ περαιτέρω ελαττώνεται κατά 10% ανά δεκαετία, λόγω της μείωσης του όγκου παλμού, της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, της αιματικής ροής και της συσταλτικότητας των σκελετικών μυών (Arena, et al., 2007).

1.2.2 Αναερόβιο κατώφλι

Το αναερόβιο κατώφλι είναι ένας βασικός δείκτης αερόβιας αντοχής και αντιπροσωπεύει την ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνει ο οργανισμός κατά την άσκηση πριν αρχίσει η συστηματική συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Ο όρος «αναερόβιο κατώφλι» αφορά την ταχύτητα της κίνησης ή το ποσοστό της VO_2max μιας αερόβιας δραστηριότητας, όπου παρατηρείται μια συγκεκριμένη συσσώρευση γαλακτικού στο αίμα ή όπου η συσσώρευση του γαλακτικού αυτού παρουσιάζει αύξηση μεγαλύτερη από τα επίπεδα ηρεμίας. Το αναπνευστικό κατώφλι αντιπροσωπεύει το σημείο εκείνο όπου η αύξηση του πνευμονικού αερισμού δεν συνοδεύεται από ανάλογη αύξηση στη VO_2. Οι τιμές του αναερόβιου κατωφλιού κυμαίνονται από το 50% ως το 75% της VO_2max (Sales et al., 2019; Wasserman, 1986; Wasserman, Beaver, & Whipp, 1990).

1.2.3 Πνευμονικός αερισμός

Ο πνευμονικός αερισμός (VE) ονομάζεται ο όγκος αέρα που εισπνέεται και εκπνέεται σε 1 λεπτό και υπολογίζεται από το γινόμενο: VE = Αναπνευστική συχνότητα x Αναπνεόμενο όγκο. Οι τιμές του κυμαίνονται από 5 lt / min στην ηρεμία

ως τα 150 lt / min στη μέγιστη άσκηση. Ο πνευμονικός αερισμός αυξάνεται όσο αυξάνεται το επίπεδο προπόνησης των αθλητών, ενώ επηρεάζεται άμεσα από την ατμοσφαιρική πίεση (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005).

1.2.4 Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax)

Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (Maximum Heart Rate, HRmax) είναι η καρδιακή συχνότητα που καταγράφεται στο τέλος της σταδιακής δοκιμασίας άσκησης. Εξαρτάται από την ηλικία, τη λήψη φαρμάκων (β-blockers), τα ανατομικά χαρακτηριστικά της καρδιάς και ενδοκρινείς παράγοντες. Υπολογίζεται από τον τύπο 220 – ηλικία ασθενούς. Στη σωματική δραστηριότητα μέτριας έντασης, ο στόχος της καρδιακής συχνότητας είναι το 64% - 76% της HRmax. Αντίστοιχα, για έντονη σωματική δραστηριότητα, ο στόχος της καρδιακής συχνότητας είναι το 77% - 93% της HRmax (García García, Rial Boubeta, & Real Deus, 2012).

1.2.5 Μέγιστη αναερόβια ισχύς

Εκτός από ένα καλό επίπεδο αερόβιας ικανότητας, το σύγχρονο ποδόσφαιρο απαιτεί και αναερόβια παραγωγή ενέργειας, λόγω των απότομων αλλαγών κατεύθυνσης, εκκινήσεων και επιταχύνσεων. Η αναερόβια ικανότητα μπορεί να οριστεί ως η μέγιστη ποσότητα τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) που σχηματίζεται από τις αναερόβιες διεργασίες κατά τη διάρκεια μιας μόνο περιόδου μέγιστης άσκησης. Η μέγιστη αναερόβια ισχύς αποτελεί μέτρο εκτίμησης της αναερόβιας ικανότητας (Gastin, 1994).

Συγκριτικά με τους αθλητές καλαθοσφαίρισης και πετοσφαίρισης, οι ποδοσφαιριστές διαθέτουν μεγαλύτερη αναερόβια ισχύ, ενώ υπερτερούν σημαντικά σε σχέση με δρομείς μεγάλων αποστάσεων. Η κυριότερη μέθοδος εκτίμησης της

μέγιστης αναερόβιας ισχύος γίνεται με τη δοκιμασία Wingate (Barthelemy, Sebert, Vander-Marquers, & Guillodo, 1992; Bergh & Ekblom, 1979).

1.2.6 Κατακόρυφο άλμα

Στο σύγχρονο ποδόσφαιρο, σε όλους τους ποδοσφαιριστές, είναι απαραίτητο ένα ικανοποιητικό επίπεδο μυϊκής ισχύος. Το κατακόρυφο άλμα (vertical jump) είναι η συνηθέστερη δοκιμασία για την έμμεση αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων. Υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου προπόνησης και του ύψους του κάθετου άλματος ενώ τιμές μεγαλύτερες από 45 cm θεωρούνται ικανοποιητικές για επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (Sebert, Barthelemy, Dietman, Douguet, & Boulay, 1990). Συγκριτικά με άλλα αθλήματα, οι ποδοσφαιριστές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στο κάθετο άλμα, με εξαίρεση τους βολεϊμπολίστες (Kirkendall, 1985).

1.3 Σκοπός της μελέτης

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διαχρονική μελέτη των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, της σύστασης του σώματος και επιλεγμένων φυσιολογικών παραμέτρων ποδοσφαιριστών της ελληνικής Super League, από το 1981 ως το 2013. Η μελέτη αυτή έγινε για την διερεύνηση πιθανών αλλαγών στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά σε βάθος 30 ετών, γεγονός το οποίο αποδεικνύει ότι οι διαδικασίες ανίχνευσης (scouting) ή και οι μεταγραφικές επιλογές στηρίζονται σε συγκεκριμένες γραμμικές διαστάσεις και απαιτήσεις για υψηλή απόδοση. Επιπλέον, συγκρίνοντας τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά έγινε προσπάθεια τεκμηρίωσης των σημαντικών αλλαγών και απαιτήσεων του σύγχρονου ποδοσφαίρου.

Κεφάλαιο 2ο. Υλικό και μέθοδος

2.1 Σχεδιασμός της μελέτης

Πρόκειται για αναδρομική μελέτη που αξιολόγησε και συνέκρινε τις ανθρωπομετρικές και τις φυσιολογικές παραμέτρους στους ποδοσφαιριστές ομάδων της Super League σε βάθος 30ετίας. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από το Ε.Κ.Α.Ε, το ιδιωτικό εργομετρικό κέντρο Fitness Tech (Κος Μπαλαμπίνης), το Ergofit και το Πνευμονολογικό τμήμα του Νοσοκομείου Αγ.Σάββας – Εργαστήριο Πειραματικής Φυσιολογίας της Ιατρικής σχολής Αθηνών.

2.2 Πληθυσμός της μελέτης

Οι συμμετέχοντες είναι μέλη των ποδοσφαιρικών ομάδων που συμμετείχαν στην Α' Εθνική ή στη μετέπειτα Super League, ηλικίας 18 – 40 ετών. Με βάση την ημερομηνία αξιολόγησης, οι ποδοσφαιριστές χωρίστηκαν σε 5 ομάδες:

- Ομάδα Α: 1981 – 1989
- Ομάδα Β: 1990 - 1995
- Ομάδα C: 2000 – 2004
- Ομάδα D: 2005 - 2010
- Ομάδα Ε: 2011 – 2013

2.2.1 Κριτήρια ένταξης

Τα κριτήρια ένταξης της μελέτης ήταν τα εξής:

- Μέλη των ποδοσφαιρικών ομάδων της Α' Εθνικής κατηγορίας και μετέπειτα Super League, ηλικίας 18 – 40 ετών
- Έγγραφη άδεια συμμετοχής στη μελέτη από την ομάδα του ποδοσφαιριστή
- Επαγγελματικό συμβόλαιο σε ομάδα της Α' Εθνικής κατηγορίας και μετέπειτα Super League
- Συμμετοχή σε τουλάχιστον έναν αγώνα κατά την επαγγελματική περίοδο που λήφθηκαν οι μετρήσεις

2.2.2 Κριτήρια αποκλεισμού

Τα κριτήρια αποκλεισμού από τη μελέτη ήταν τα εξής:

- Ηλικία μικρότερη των 18 ή μεγαλύτερη των 40 ετών
- Πρόσφατος τραυματισμός, εντός 2 εβδομάδων, από τη συμμετοχή στις δοκιμασίες της μελέτης
- Αδυναμία εκτέλεσης των δοκιμασιών της μελέτης

2.3 Μέθοδοι

2.3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά – σύσταση σώματος

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν είναι το ύψος, το σωματικό βάρος, ο δείκτης μάζας σώματος (Bone Mass Index, BMI) και το % ποσοστό σωματικού λίπους.

2.3.1.1 Ηλικία

Η ηλικία καταγραφόταν με βάση την ημερομηνία γέννησης στο ατομικό δελτίο συμμετοχής του ποδοσφαιριστή.

2.3.1.2 Βάρος

Το βάρος του σώματος μετρήθηκε σε kg σε ζυγό ακριβείας. Οι δοκιμαζόμενοι δεν φορούσαν υποδήματα κατά την συγκεκριμένη μέτρηση, παρά μόνο το σορτς και το μπλουζάκι που φορούσαν και κατά τις υπόλοιπες δοκιμασίες.

2.3.1.3 Ύψος

Το ύψος ορίζεται ως η μεγαλύτερη απόσταση του άνω μέρους του κρανίου από το έδαφος, με τον εξεταζόμενο σε όρθια θέση και κοιτώντας ευθεία μπροστά. Το

ύψος μετρήθηκε με αναστημόμετρο σε cm. Πρόκειται για ειδική συσκευή που αποτελείται από μια βάση, ένα βαθμονομημένο μέτρο αναστήματος περίπου 2 – 2,5 m και ένα κινούμενο στέλεχος πάνω στο μέτρο. Η μέτρηση του ύψους έγινε χωρίς υποδήματα, με τα πέλματα ενωμένα και τα χέρια χαλαρά στο πλάι του σώματος, μετά από πλήρη εισπνοή.

2.3.1.4 Δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI)

Το BMI υπολογίστηκε ως ο λόγος ΒΑΡΟΣ / ΥΨΟΣ^2 και μετρήθηκε σε kg / m^2. Ο πίνακας δείχνει την ταξινόμηση του BMI σε ενήλικα άτομα, η οποία και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΑΡΟΥΣ	**BMI**
Ελλιποβαρής	< 18
Φυσιολογικό βάρος	18 – 25
Υπέρβαρος	25 – 30
Παχύσαρκος	< 30

Πίνακας 1. Ταξινόμηση BMI σε ενήλικα άτομα

2.3.1.5 Ποσοστό σωματικού λίπους

Το % ποσοστό σωματικού λίπους υπολογίστηκε με τα μηχανήματα Maltron και Tanita και με την μέθοδο των δερματοπτυχών (εικόνα 1). Όλες οι μετρήσεις δερματοπτυχών, διαχρονικά, έγιναν σε 7 σημεία μέτρησης, πάντα στη δεξιά πλευρά του σώματος και με το δοκιμαζόμενο να βρίσκεται σε χαλαρή στάση σώματος και να

παραμένει ακίνητος. Ο υπολογισμός του ποσοστού του λίπους έγινε με βάση τις εξισώσεις των Durnin & Womersley (Durnin & Womersley, 1974).

Εικόνα 1. Διαδικασία δερματοπτυχομέτρησης στο βραχίονα ("https://nutritionalassessment.mumc.nl/en/skinfold-measurements,")

2.3.2 Φυσιολογικοί παράμετροι

Οι φυσιολογικές παράμετροι που αξιολογήθηκαν είναι η μέγιστη αερόβια ικανότητα, το αναερόβιο κατώφλι, ο πνευμονικός αερισμός, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και το κατακόρυφο άλμα.

Η μέγιστη αερόβια ικανότητα (VO2max), το αναερόβιο κατώφλι, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax) και ο πνευμονικός αερισμός (VE) υπολογίστηκαν

μέσω της σταδιακής δοκιμασίας άσκησης (graded exercise test) με το πρωτόκολλο Bruce, κατά την οποία ο εξεταζόμενος βαδίζει σε ένα μηχανικά κυλιόμενο τάπητα, όπου το φορτίο έργου αυξάνεται κατά βαθμίδες (στάδια κόπωσης), μέχρι να επιτευχθεί η μέγιστη προβλεπόμενη καρδιακή συχνότητα (Bruce, Blackmon, Jones, & Strait, 1963; Lear, Brozic, Myers, & Ignaszewski, 1999; Miller, 2008).

ΣΤΑΔΙΟ	ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΚΛΙΣΗ (%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (km / hr)
I	3	10	2.74
II	6	12	4.02
III	9	14	5.47
IV	12	16	5.76
V	15	18	8.05
VI	18	20	8.85
VII	21	22	9.65

Πίνακας 2. Περιγραφή πρωτοκόλλου Bruce

Το κατακόρυφο άλμα (Vertical Jump), σε όλα τα εργαστήρια, υπολογίστηκε μέσω των διαφόρων εκδόσεων του δυναμοδάπεδου Force Platform Kistler (3 άλματα από ημικαθιστή θέση και καταγραφή του καλύτερου άλματος). Είναι η δημοφιλέστερη δοκιμασία πεδίου για την έμμεση αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων (Castagna & Castellini, 2013; Petridis et al., 2019; Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004).

Η μέγιστη αναερόβια ισχύς (Watt) μετρήθηκε με την κλασσική δοκιμασία Wingate, σε κυκλοεργόμετρο Monarch (Bar-Or, 1987). Η δοκιμασία Wingate έχει διάρκεια 30 sec και στον χρόνο αυτόν εξαντλείται η φωσφοκρεατίνη και παράγεται σχεδόν η μέγιστη ποσότητα γαλακτικού οξέος στους συμμετέχοντες μυς (Bogdanis, Nevill, Boobis, & Lakomy, 1996; Bogdanis, Nevill, Boobis, Lakomy, & Nevill, 1995). Η δοκιμασία διεξάγεται σε ειδικό κυκλοεργόμετρο που είναι εξοπλισμένο με σύστημα μέτρησης του ρυθμού περιστροφής (ταχύτητας) των πεταλιών ή του τροχού

με τη χρήση μαγνητών ή οπτικών συστημάτων/φωτοκυττάρων (Cipryan & Gajda, 2011; Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001).

2.4 Στατιστική ανάλυση

Οι τιμές των συνεχών μεταβλητών παρουσιάστηκαν χρησιμοποιώντας τον αριθμό των συμμετεχόντων (N), τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση (standard deviation, SD). Για τις συνεχείς μεταβλητές που δεν ακολούθησαν την κανονική κατανομή χρησιμοποιήθηκε και η διάμεση τιμή και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος.

Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το Kolmogorov-Smirnov test. Ο έλεγχος της ομοιογένειας της διασποράς μεταξύ των συγκρινόμενων δειγμάτων έγινε με τη δοκιμασία Levene. Για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή, η μονοπαραγοντική ανάλυση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία one-way ANOVA προκειμένου να συγκριθούν οι μέσες τιμές των συνεχών μεταβλητών ανάμεσα στις 5 ομάδες. Για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή, η μονοπαραγοντική ανάλυση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία Kruskall Wallis. Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS version 21.00 (IBM Corporation, Somers, NY, USA). Η τιμή p-value < 0.05 καθορίσθηκε σαν επίπεδο στατιστικά σημαντικής διαφοράς.

Κεφάλαιο 3ο. Αποτελέσματα

Μετά από εφαρμογή του Kolmogorov-Smirnov test, διαπιστώθηκε ότι το BMI, ο VE και το αναερόβιο κατώφλι είχαν κανονική κατανομή, ενώ η ηλικία, το ύψος, το βάρος, το ποσοστό % λίπους, η VO_2max, το ύψος του κάθετου άλματος, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα και η μέγιστη αναερόβια ισχύς δεν ακολούθησαν κανονική κατανομή (πίνακας 3).

	N	Κανονικές παράμετροι[a,,b]		Πιο ακραίες διαφορές			p - value
		Μέση	SD	Απόλυτες	Θετικές	Αρνητικές	
ΗΛΙΚΙΑ (έτη)	834	27,35	4,75	0,07	0,07	-0,05	**0,000**
ΥΨΟΣ (cm)	834	176,18	6,33	0,1	0,1	-0,07	**0,000**
ΒΑΡΟΣ (kg)	834	73,91	5,81	0,05	0,05	-0,05	**0,016**
BMI (kg/m^2)	834	23,90	2,54	0,02	0,01	-0,02	0,933
% ΛΙΠΟΥΣ	834	15,7	4,68	0,11	0,09	-0,11	**0,000**
VO2max	834	60,62	6,03	0,09	0,09	-0,05	**0,000**
ΚΑΘΕΤΟ ΑΛΜΑ (cm)	834	40,48	4,73	0,13	0,13	-0,11	**0,000**
HRmax	834	192,22	4,88	0,14	0,14	-0,14	**0,000**
Max ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΣΧΥΣ	834	776,48	77,9	0,1	0,1	-0,06	**0,000**
VE	834	147,77	17,93	0,03	0,02	-0,03	0,476
ΑΝΑΕΡΟΒΙΟ ΚΑΤΩΦΛΙ (%)	834	45,33	7,34	0,03	0,03	-0,03	0,264

Πίνακας 3. Έλεγχος κανονικότητας των ποσοτικών μεταβλητών του δείγματος

3.1 Περιγραφική στατιστική δείγματος

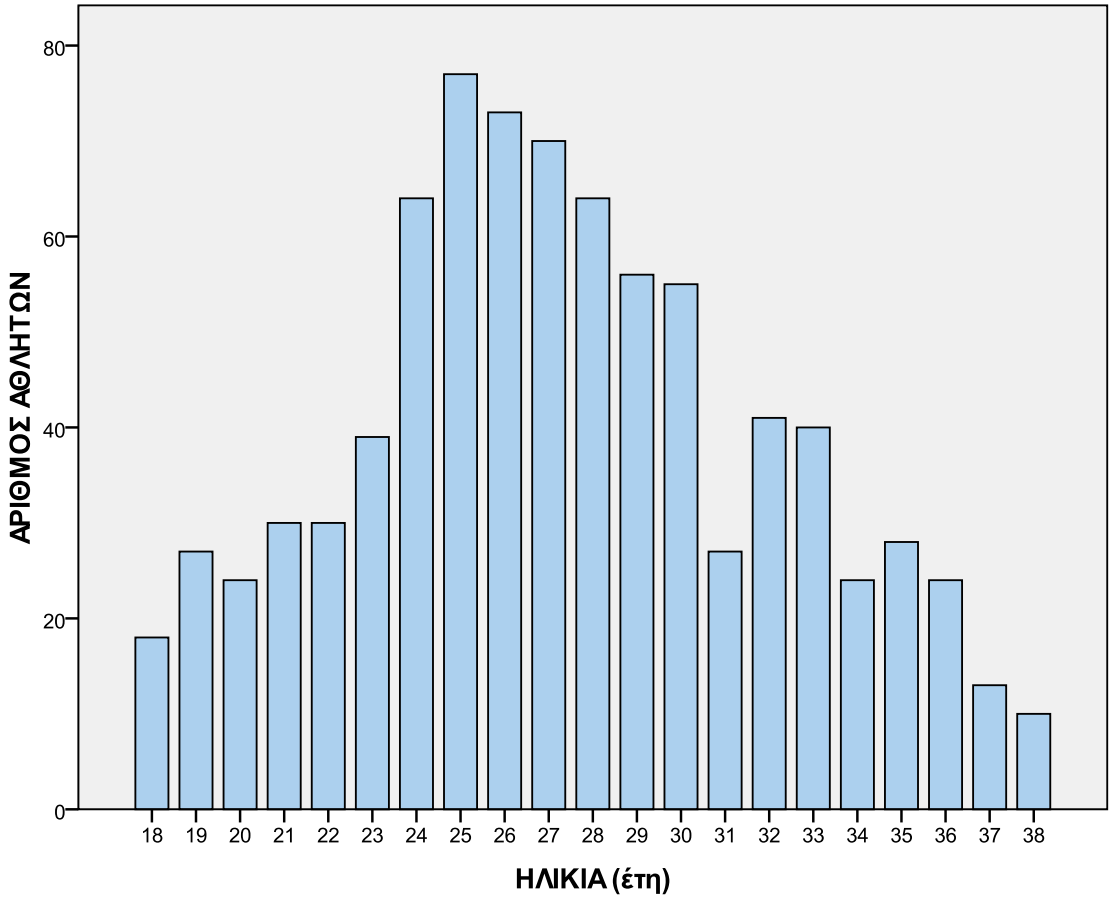
3.1.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά πληθυσμού μελέτης

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης συνοψίζονται στον πίνακα 4. Ο πληθυσμός μελέτης αποτελείται από 834 άνδρες αθλητές μέσης ηλικίας 27,35 ± 4,75 έτη.

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Διάμεση τιμή**	**IQR**	**Minimum**	**Maximum**
ΗΛΙΚΙΑ (έτη)	834	27,35	4,75	27,00	6	18	38
ΥΨΟΣ (cm)	834	176,18	6,33	175,00	9	163	196
ΒΑΡΟΣ (kg)	834	73,91	5,81	74,00	8	54	91
BMI (kg/m^2)	834	23,90	2,54	23,95	3,43	16,31	32,20
ΠΟΣΟΣΤΟ ΛΙΠΟΥΣ %	834	15,70	4,68	16,4	7,2	6,1	24,4

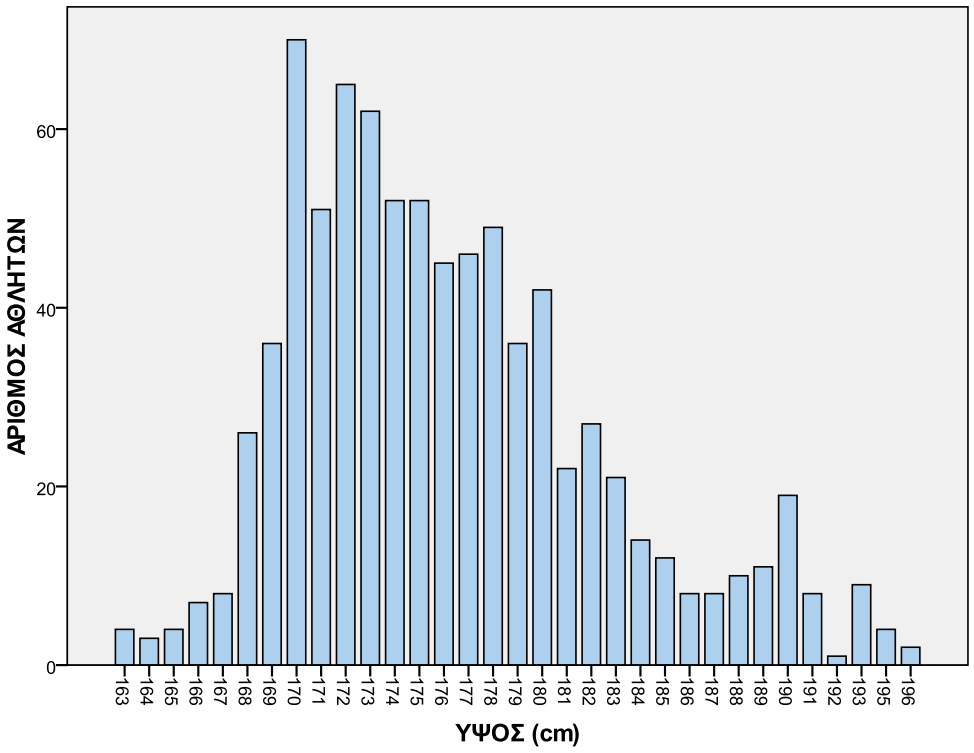
Πίνακας 4. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης. SD: Τυπική απόκλιση. IQR: Ενδοτεταρτημοριακό εύρος

Το διάγραμμα 1 απεικονίζει την κατανομή των ηλικιών στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης. Οι περισσότεροι αθλητές ανήκαν στο ηλικιακό εύρος των 25 – 27 ετών.

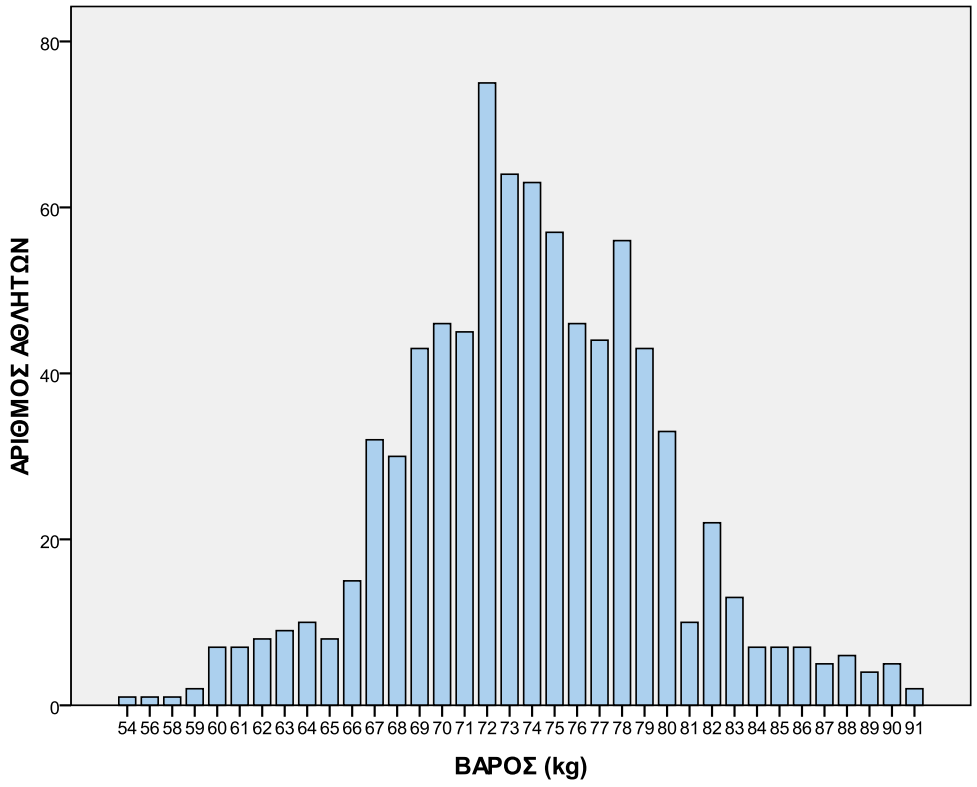


Διάγραμμα 1. Κατανομή ηλικιών στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης.

Τα διαγράμματα 2 - 3 απεικονίζουν την κατανομή του ύψους και του βάρους στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης. Οι περισσότεροι αθλητές είχαν ύψος 170 – 175 cm και βάρος 72 – 74 kg. Το συνολικό ποσοστό υπέρβαρων αθλητών ήταν 32,7% και το ποσοστό παχυσαρκίας ήταν 0,6%.



Διάγραμμα 2. Κατανομή ύψους στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης



Διάγραμμα 3. Κατανομή βάρους στους αθλητές του πληθυσμού μελέτης

3.1.2 Φυσιολογικές παράμετροι πληθυσμού μελέτης

Οι φυσιολογικές παράμετροι του πληθυσμού μελέτης συνοψίζονται στον πίνακα 5.

	N	Μέση τιμή	SD	Διάμεση τιμή	IQR	Minimum	Maximum
VO_2max	834	60,62	6,03	59,8	9,3	45,2	74,5
ΚΑΘΕΤΟ ΑΛΜΑ (cm)	834	40,48	4,73	40,0	6	33	61
HRmax	834	192,22	4,88	192,0	4	171	218
ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΣΧΥΣ (Watt)	834	776,48	77,90	770,0	133	483	998
VE	834	147,77	17,93	149,0	24	99	210
ΑΝΑΕΡΟΒΙΟ ΚΑΤΩΦΛΙ (%)	834	45,33	7,34	45,2	10,0	31,0	72,0

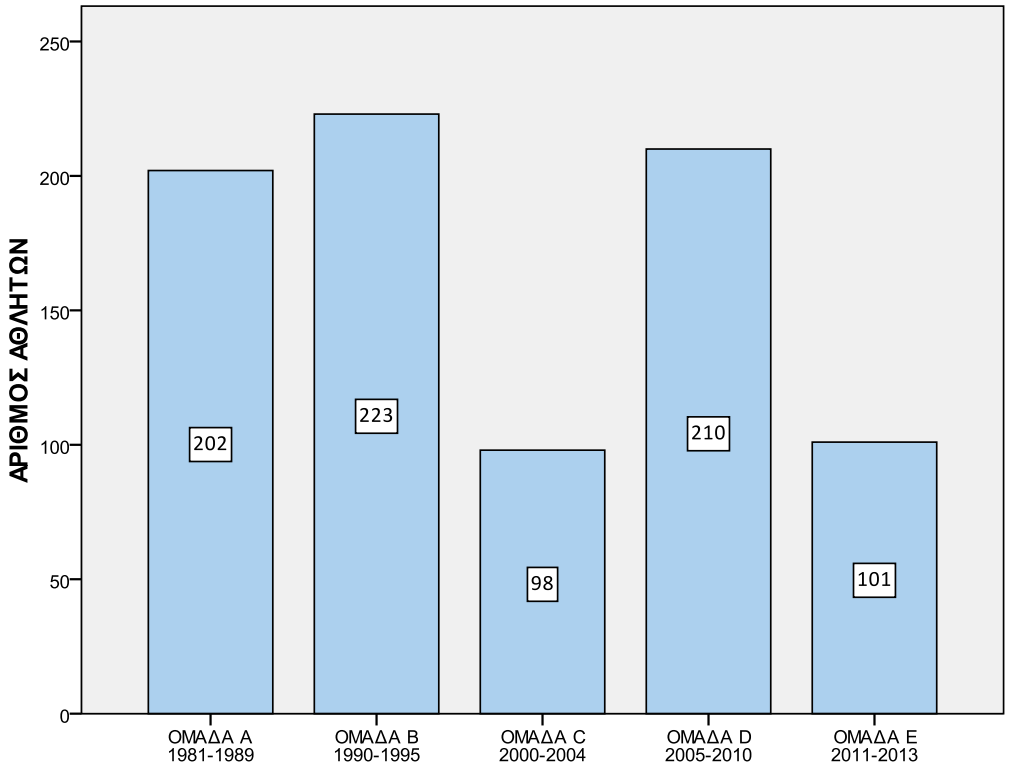
Πίνακας 5. Φυσιολογικές παράμετροι του πληθυσμού μελέτης. SD: Τυπική απόκλιση. IQR: Ενδοτεταρτημοριακό εύρος

3.2 Μονοπαραγοντική ανάλυση ανά ομάδα

Όπως φαίνεται στον πίνακα 6 και στο διάγραμμα 4, οι 834 αθλητές της μελέτης, χωρίστηκαν σε 5 ομάδες:

ΟΜΑΔΑ	ΕΤΗ	N
A	1981 – 1989	202
B	1990 – 1995	223
C	2000 – 2004	98
D	2005 – 2010	210
E	2011 - 2013	101

Πίνακας 6. Αριθμός αθλητών ανά ομάδα μελέτης



Διάγραμμα 4. Αριθμός αθλητών ανά ομάδα μελέτης

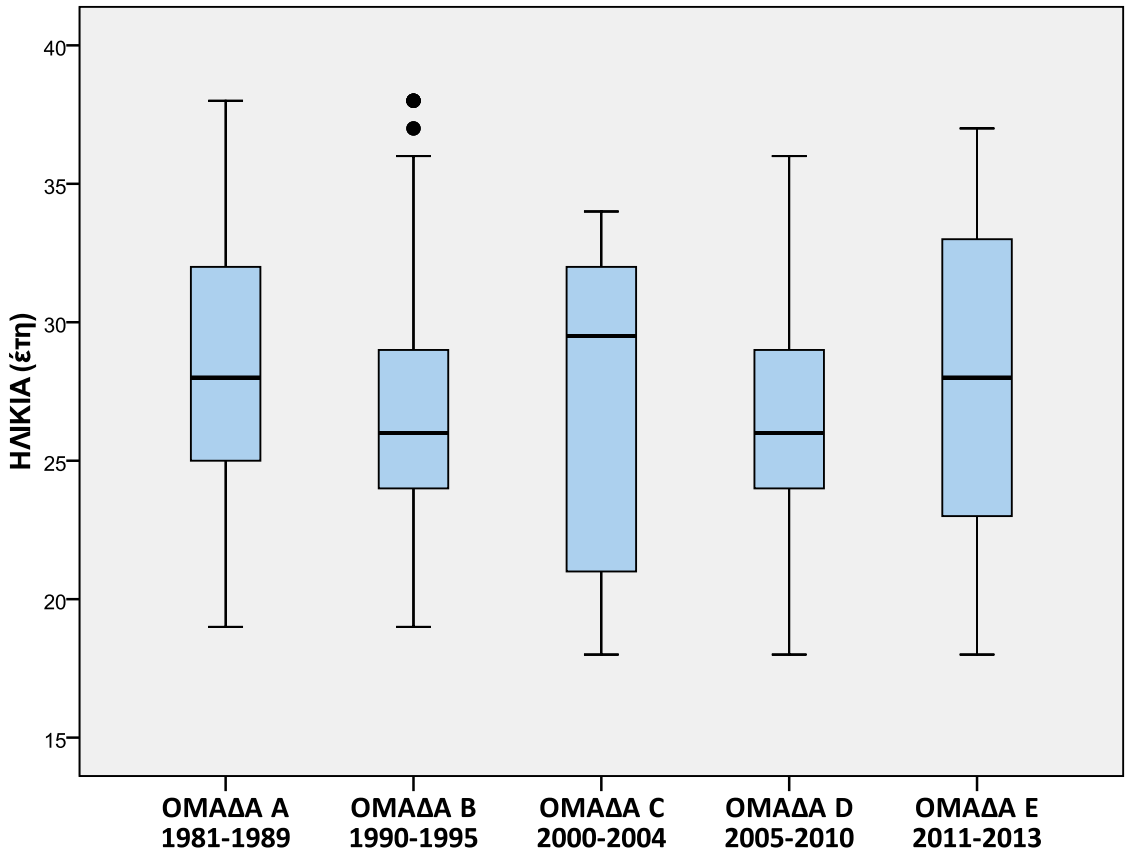
3.2.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά πληθυσμού μελέτης

3.2.1.1 Ηλικία

Ο πίνακας 7 απεικονίζει τις μέσες τιμές της ηλικίας των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 5 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις ηλικίες, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (x^2 = 15,92, p-value = 0.003).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	28,30	4,97	19	38	**0.003**
1990-1995	223	27,07	4,11	19	38	
2000-2004	98	27,33	5,55	18	34	
2005-2010	210	26,51	4,05	18	36	
2011-2013	101	27,81	5,73	18	37	
ΣΥΝΟΛΟ	834	27,35	4,75	18	38	

Πίνακας 7. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της ηλικίας των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



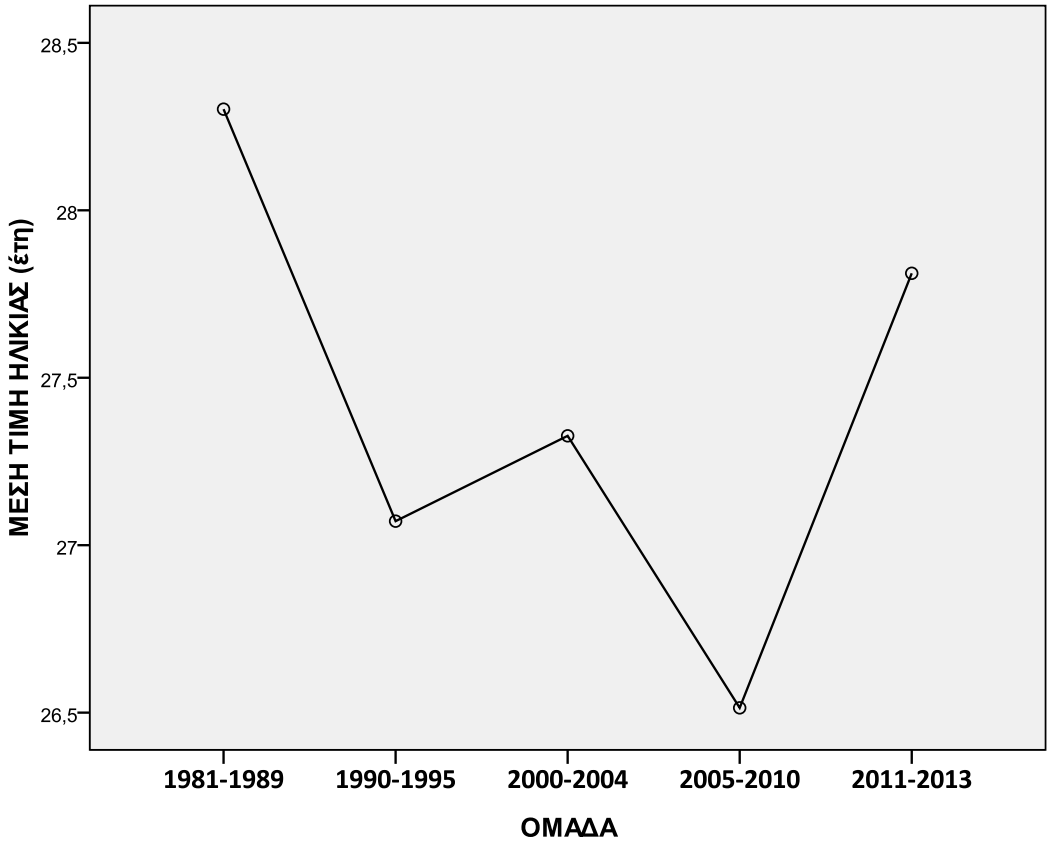
Διάγραμμα 5. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών των ηλικιών των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 8 και στο διάγραμμα 6. Όπως φαίνεται η πραγματική στατιστική διαφορά των ηλικιών είναι μεταξύ των χρονικών ομάδων 1981-1989 και 2005-2010 ($p = 0.001$). Συνεπώς, οι αθλητές της ομάδα D (2005 – 2010) ήταν σημαντικά νεαρότεροι από τους αθλητές της ομάδας Α (1981 – 1989). Η μέση διαφορά ηλικίας ήταν 1,8 έτη.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	1,23	0,073	-0,06	2,52
	2000-2004	0,98	0,930	-0,66	2,61
	2005-2010	1,79*	**0,001**	0,48	3,09
	2011-2013	0,49	1,000	-1,13	2,11
1990-1995	1981-1989	-1,23	,073	-2,52	0,06
	2000-2004	-0,25	1,000	-1,86	1,35
	2005-2010	0,56	1,000	-0,72	1,83
	2011-2013	-0,74	1,000	-2,33	0,85
2000-2004	1981-1989	-0,98	0,930	-2,61	0,66
	1990-1995	0,25	1,000	-1,35	1,86
	2005-2010	0,81	1,000	-0,81	2,43
	2011-2013	-0,49	1,000	-2,37	1,40
2005-2010	1981-1989	-1,79*	**0,001**	-3,09	-0,48
	1990-1995	-0,56	1,000	-1,83	0,72
	2000-2004	-0,81	1,000	-2,43	0,81
	2011-2013	-1,30	0,232	-2,90	0,31
2011-2013	1981-1989	-0,49	1,000	-2,11	1,13
	1990-1995	0,74	1,000	-0,85	2,33
	2000-2004	0,49	1,000	-1,40	2,37
	2005-2010	1,30	0,232	-0,31	2,90

Πίνακας 8. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών των ηλικιών των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 6 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών της ηλικίας, ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες.



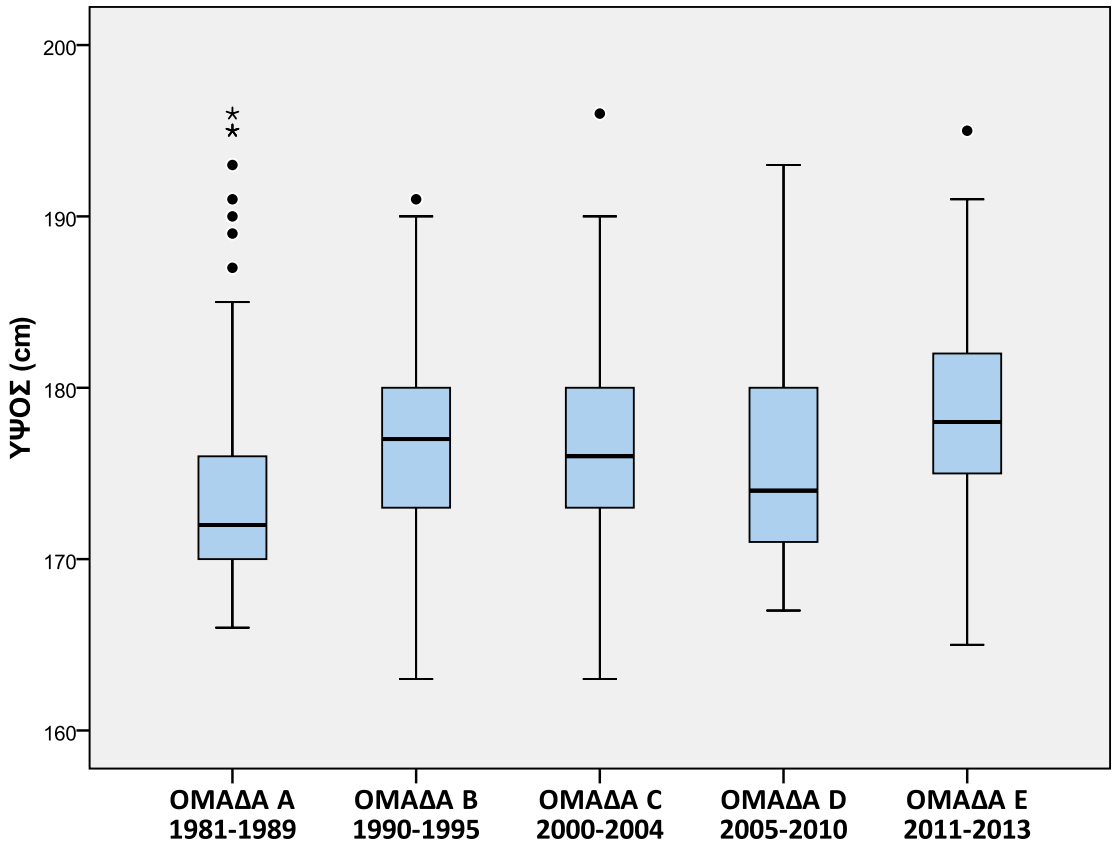
Διάγραμμα 6. Σύγκριση μέσων τιμών της ηλικίας των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.1.2 Ύψος

Ο πίνακας 9 απεικονίζει τις μέσες τιμές του ύψους των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 7 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα ύψη, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων Α – Ε (x^2 = 76,12, p-value < 0.001).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	173,89	5,77	166	196	**0.000**
1990-1995	223	176,95	6,03	163	191	
2000-2004	98	176,60	6,21	163	196	
2005-2010	210	176,19	7,02	167	193	
2011-2013	101	178,63	5,24	165	195	
ΣΥΝΟΛΟ	834	176,18	6,33	163	196	

Πίνακας 9. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του ύψους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



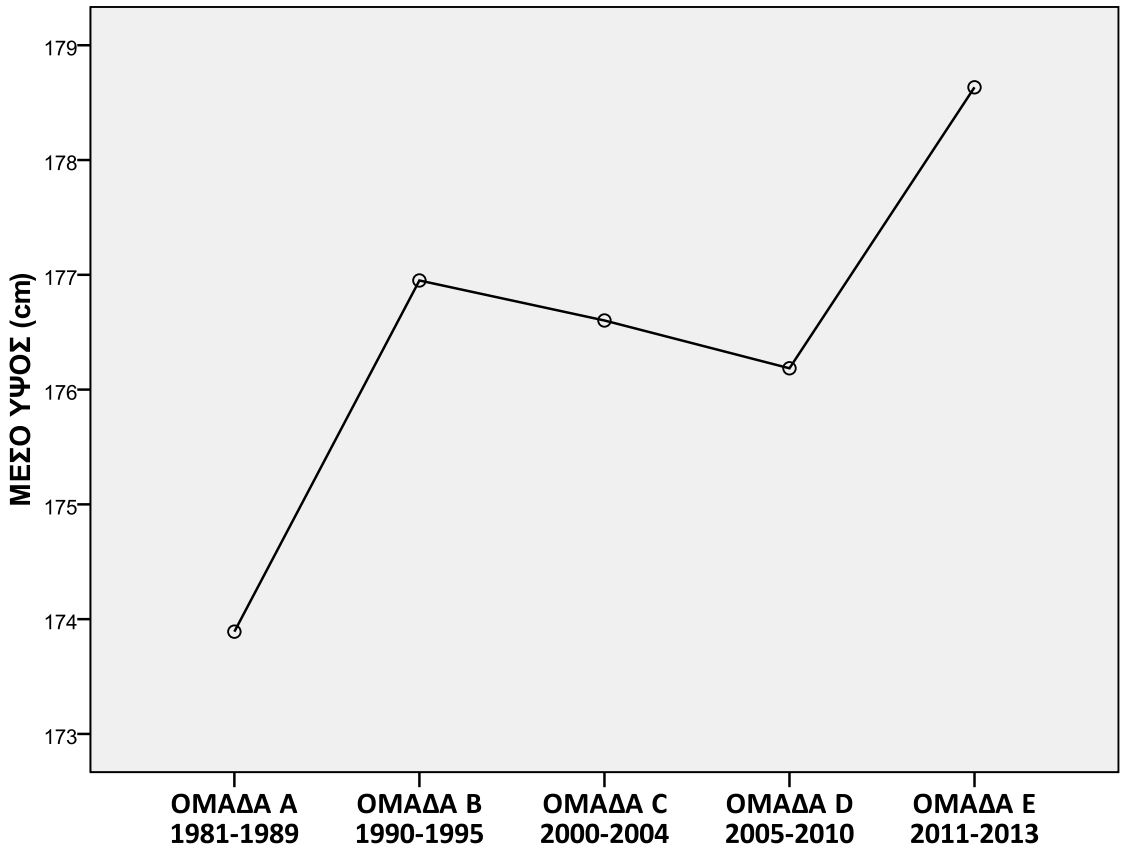
Διάγραμμα 7. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του ύψους των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 10 και στο διάγραμμα 8. Όπως φαίνεται η πραγματική στατιστική διαφορά των υψών αφορά κυρίως τη χρονική ομάδα 1981-1989 στην οποία το μέσο ύψος είναι σημαντικά μικρότερο από όλες τις υπόλοιπες χρονικές ομάδες ($p < 0.004$). Συνεπώς, οι αθλητές της ομάδα Ε (2011 – 2013) ήταν σημαντικά υψηλότεροι από τους αθλητές της ομάδας Α (1981 – 1989) αλλά και από τους αθλητές της ομάδας D (2005 – 2010). Η μέση διαφορά ύψους ήταν 4,7 cm και 2.5 cm, αντίστοιχα.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-3,060*	**0,000**	-4,75	-1,37
	2000-2004	-2,711*	**0,004**	-4,85	-0,57
	2005-2010	-2,295*	**0,002**	-4,01	-0,58
	2011-2013	-4,743*	**0,000**	-6,86	-2,63
1990-1995	1981-1989	3,060*	**0,000**	1,37	4,75
	2000-2004	0,349	1,000	-1,75	2,45
	2005-2010	0,765	1,000	-0,90	2,43
	2011-2013	-1,683	0,231	-3,76	0,40
2000-2004	1981-1989	2,711*	**0,004**	0,57	4,85
	1990-1995	-0,349	1,000	-2,45	1,75
	2005-2010	0,416	1,000	-1,71	2,54
	2011-2013	-2,032	0,204	-4,49	0,43
2005-2010	1981-1989	2,295*	**0,002**	0,58	4,01
	1990-1995	-0,765	1,000	-2,43	0,90
	2000-2004	-0,416	1,000	-2,54	1,71
	2011-2013	-2,448*	**0,011**	-4,55	-0,35
2011-2013	1981-1989	4,743*	**0,000**	2,63	6,86
	1990-1995	1,683	0,231	-0,40	3,76
	2000-2004	2,032	0,204	-0,43	4,49
	2005-2010	2,448*	**0,011**	0,35	4,55

Πίνακας 10. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του ύψους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 8 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του ύψους, ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες.



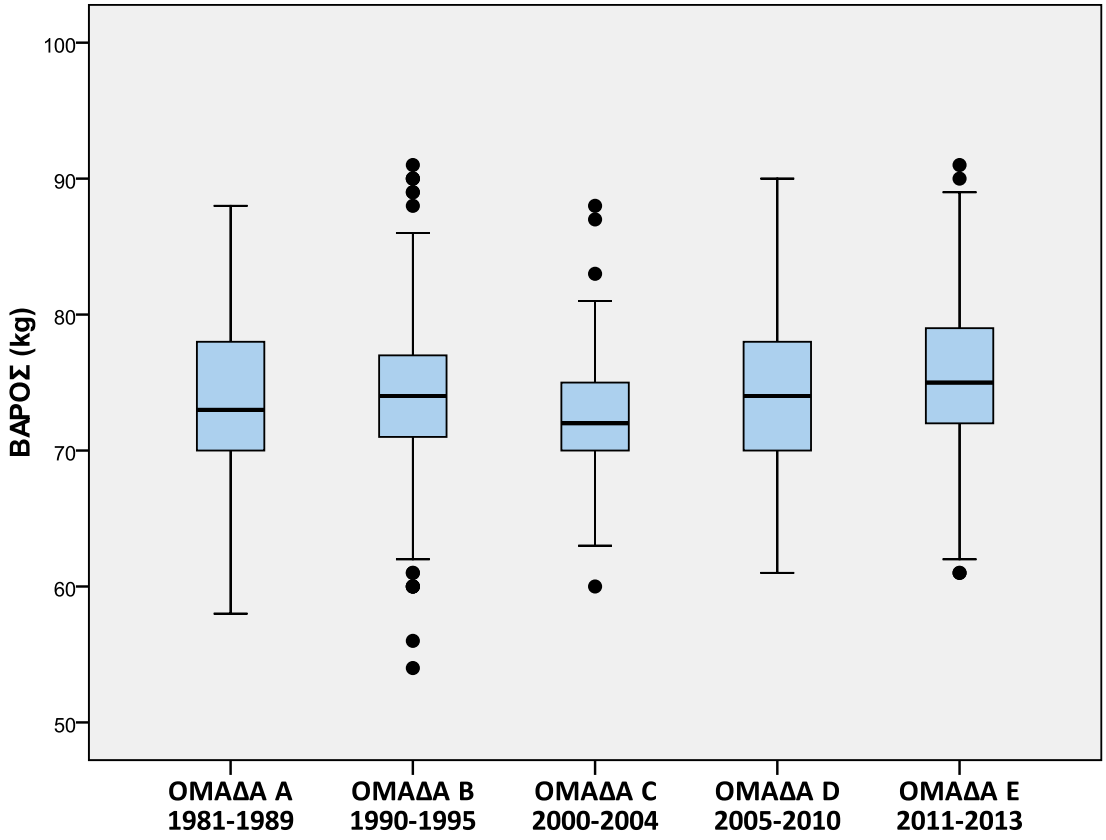
Διάγραμμα 8. Σύγκριση μέσων τιμών του ύψους των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.1.3 Βάρος

Ο πίνακας 11 απεικονίζει τις μέσες τιμές του βάρους των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 9 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα βάρη, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (x^2 = 12,54, p-value = 0.014).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	73,55	5,84	58	88	**0,014**
1990-1995	223	73,88	5,80	54	91	
2000-2004	98	72,71	4,78	60	88	
2005-2010	210	74,17	5,77	61	90	
2011-2013	101	75,30	6,51	61	91	
ΣΥΝΟΛΟ	834	73,91	5,81	54	91	

Πίνακας 11. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του βάρους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



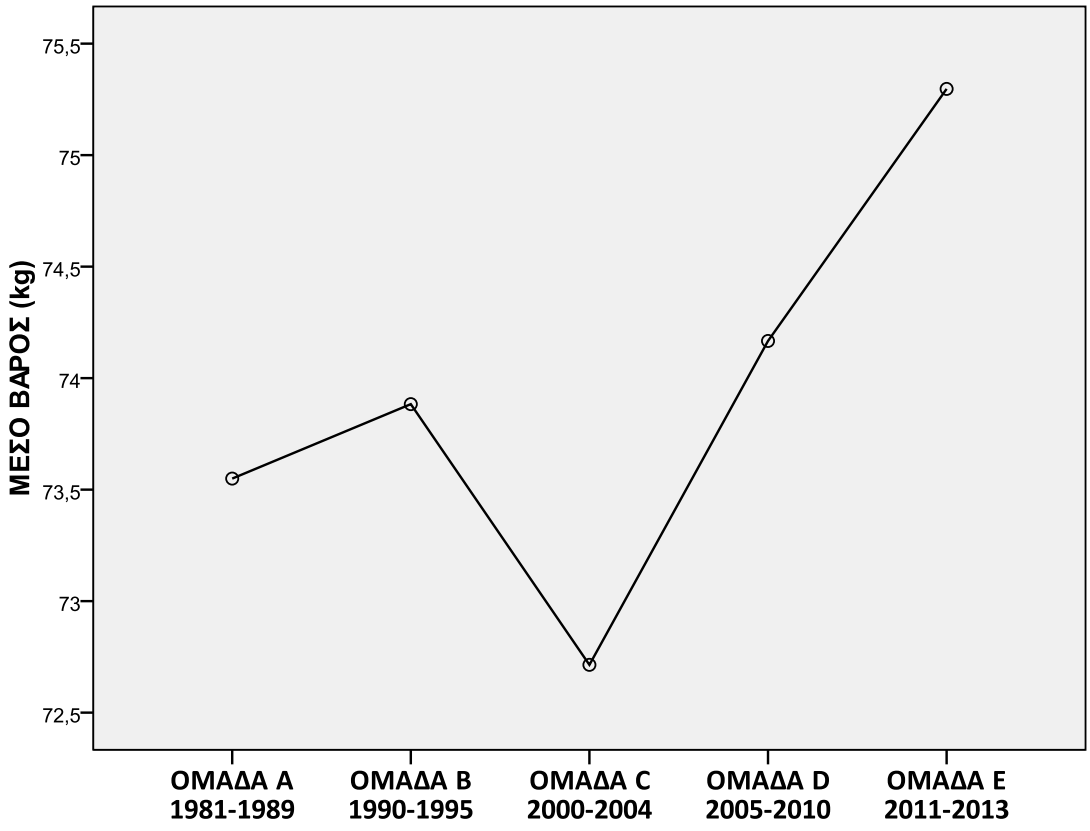
Διάγραμμα 9. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του βάρους των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 12 και στο διάγραμμα 10. Όπως φαίνεται η πραγματική στατιστική διαφορά των βαρών αφορά κυρίως τη χρονική ομάδα 2011 - 2013 στην οποία το μέσο βάρος είναι σημαντικά μεγαλύτερο από τη χρονική ομάδα 2000 - 2004 ($p = 0.017$). Συνεπώς, οι αθλητές της ομάδα Ε (2011 – 2013) ήταν σημαντικά βαρύτεροι από τους αθλητές της ομάδας C (2000 – 2004). Η μέση διαφορά βάρους ήταν 2,5 kg.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-0,334	1,000	-1,92	1,25
	2000-2004	0,835	1,000	-1,17	2,84
	2005-2010	-0,617	1,000	-2,22	0,99
	2011-2013	-1,748	0,134	-3,73	0,24
1990-1995	1981-1989	0,334	1,000	-1,25	1,92
	2000-2004	1,169	0,959	-,80	3,14
	2005-2010	-0,283	1,000	-1,85	1,28
	2011-2013	-1,414	0,420	-3,37	0,54
2000-2004	1981-1989	-0,835	1,000	-2,84	1,17
	1990-1995	-1,169	0,959	-3,14	0,80
	2005-2010	-1,452	0,405	-3,44	0,54
	2011-2013	-2,583*	**0,017**	-4,89	-0,27
2005-2010	1981-1989	0,617	1,000	-,99	2,22
	1990-1995	0,283	1,000	-1,28	1,85
	2000-2004	1,452	0,405	-,54	3,44
	2011-2013	-1,130	1,000	-3,10	0,84
2011-2013	1981-1989	1,748	0,134	-,24	3,73
	1990-1995	1,414	0,420	-,54	3,37
	2000-2004	2,583*	**0,017**	,27	4,89
	2005-2010	1,130	1,000	-,84	3,10

Πίνακας 12. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του βάρους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 10 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του βάρους, ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες.



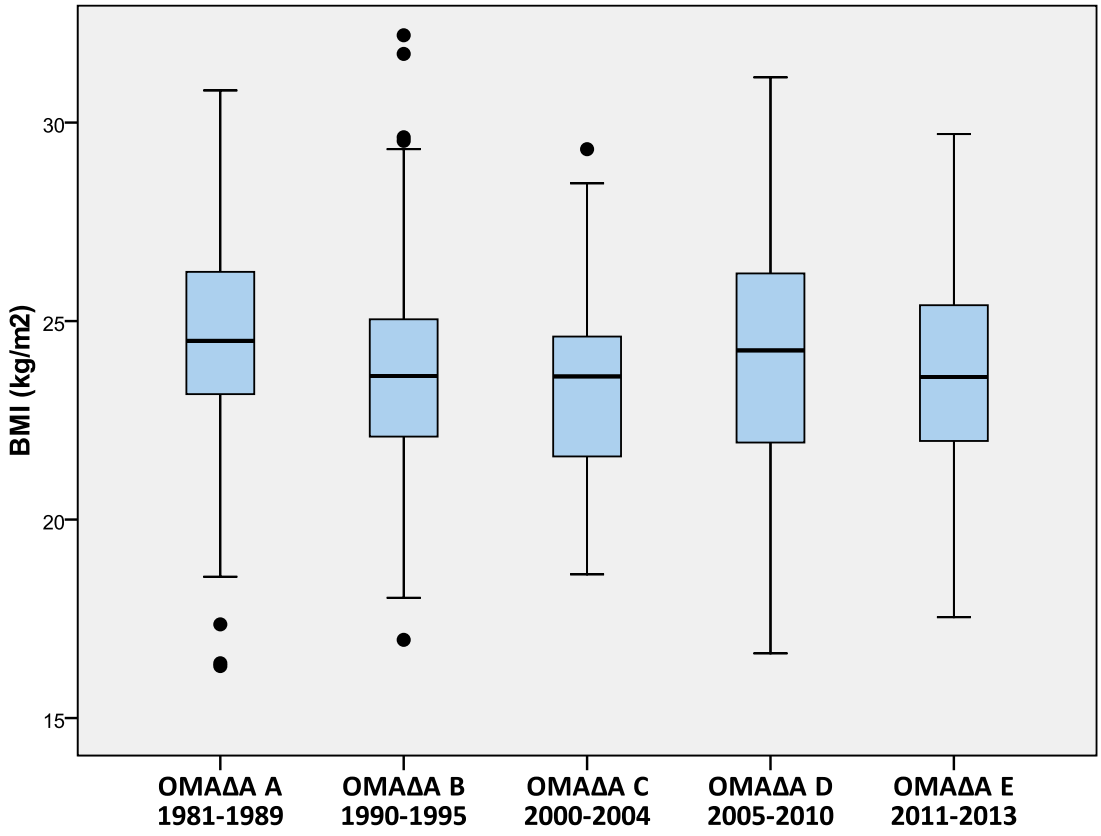
Διάγραμμα 10. Σύγκριση μέσων τιμών του βάρους των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.1.4 BMI

Ο πίνακας 13 απεικονίζει τις μέσες τιμές του BMI των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 11 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας One – Way Anova, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο BMI, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (p-value = 0.004).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	24,41	2,44	16,31	30,81	**0.004**
1990-1995	223	23,68	2,45	16,97	32,20	
2000-2004	98	23,40	2,26	18,62	29,33	
2005-2010	210	24,03	2,79	16,63	31,14	
2011-2013	101	23,65	2,46	17,54	29,71	
ΣΥΝΟΛΟ	834	23,90	2,54	16,31	32,20	

Πίνακας 13. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του BMI των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



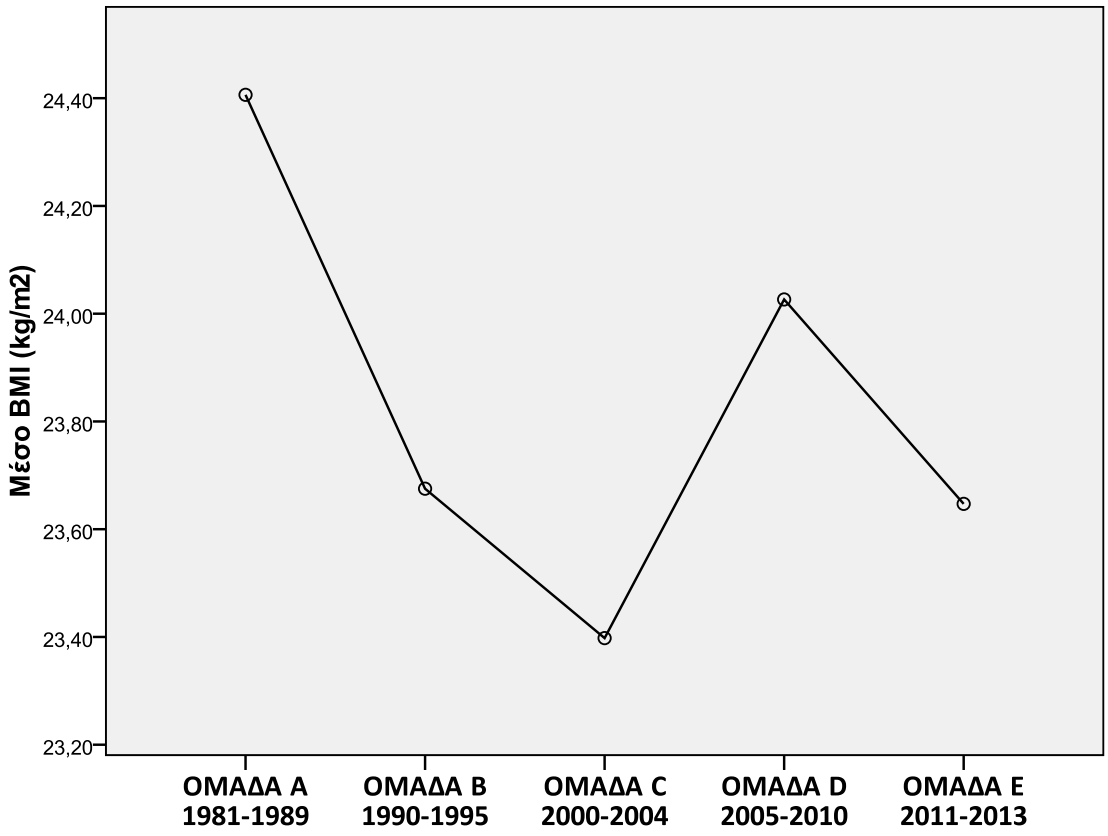
Διάγραμμα 11. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του BMI των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 14 και στο διάγραμμα 12. Όπως φαίνεται η πραγματική στατιστική διαφορά των BMI αφορά κυρίως τη χρονική ομάδα 1981 - 1989 στην οποία το μέσο BMI είναι σημαντικά μεγαλύτερο από τις χρονικές ομάδες 1990 - 1995 και 2000 - 2004 (p = 0.029 και 0,012 αντίστοιχα). Δεν υπάρχει, όμως, στατιστικά σημαντική διαφορά με τις χρονικές ομάδες 2005 - 2010 και 2011 - 2013.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	0,73*	**0,029**	0,04	1,42
	2000-2004	1,01*	**0,012**	0,14	1,88
	2005-2010	0,38	1,000	-0,32	1,08
	2011-2013	0,76	0,136	-0,10	1,62
1990-1995	1981-1989	-0,73*	**0,029**	-1,42	-0,04
	2000-2004	0,28	1,000	-0,58	1,14
	2005-2010	-0,35	1,000	-1,03	0,33
	2011-2013	0,03	1,000	-0,82	0,88
2000-2004	1981-1989	-1,01*	**0,012**	-1,88	-0,14
	1990-1995	-0,28	1,000	-1,14	0,58
	2005-2010	-0,63	0,417	-1,50	0,24
	2011-2013	-0,25	1,000	-1,25	0,76
2005-2010	1981-1989	-0,38	1,000	-1,08	0,32
	1990-1995	0,35	1,000	-0,33	1,03
	2000-2004	0,63	0,417	-0,24	1,50
	2011-2013	0,38	1,000	-0,48	1,24
2011-2013	1981-1989	-0,76	0,136	-1,62	0,10
	1990-1995	-0,03	1,000	-0,88	0,82
	2000-2004	0,25	1,000	-0,76	1,25
	2005-2010	-0,38	1,000	-1,24	0,48

Πίνακας 14. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του BMI των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 12 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του BMI ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες.



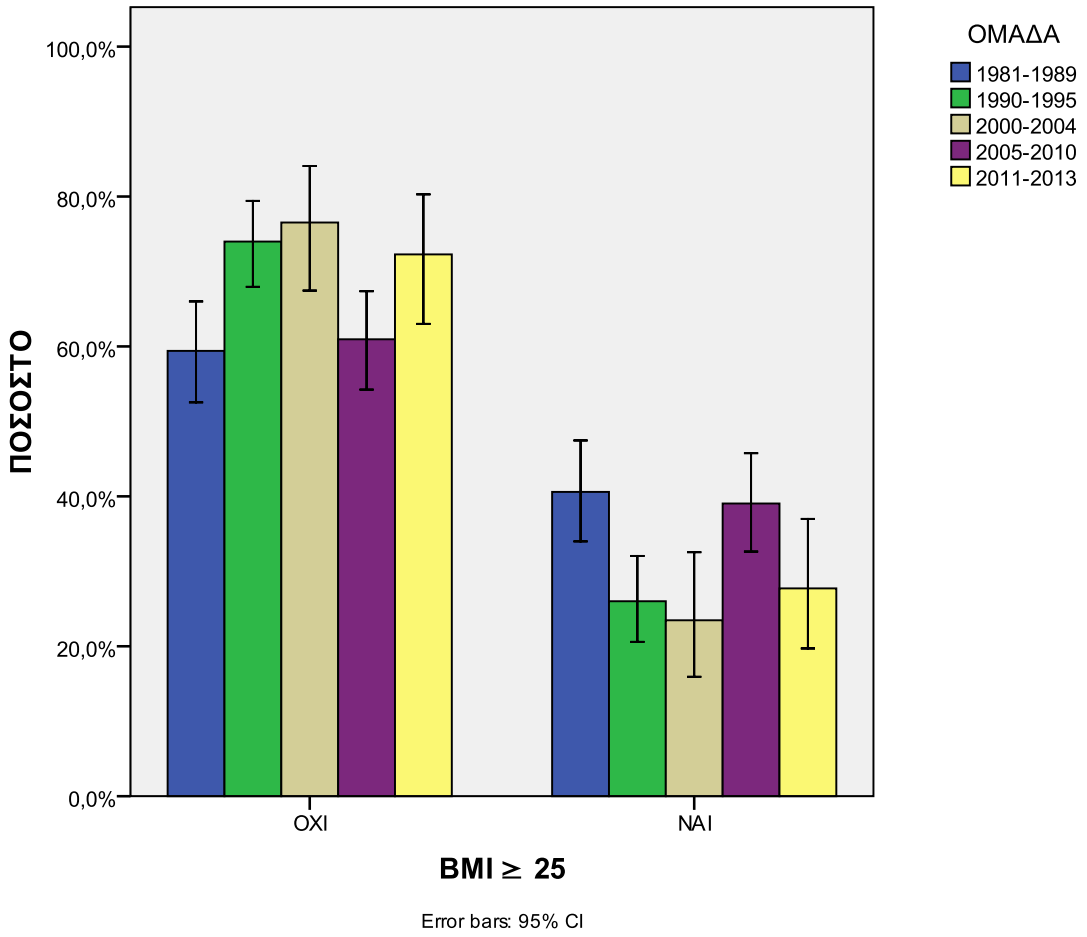
Διάγραμμα 12. Σύγκριση μέσων τιμών του BMI των αθλητών ανά χρονική ομάδα

Λαμβάνοντας υπόψη τον ορισμό του υπερβολικού βάρους (BMI > 25 kg/m^2), συγκρίναμε τα ποσοστά υπέρβαρων αθλητών στις χρονικές ομάδες του πληθυσμού μελέτης. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 15, μετά την εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας x^2, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά υπέρβαρων αθλητών μεταξύ των χρονικών ομάδων μελέτης. Τα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στην περίοδο 1981 – 1989 (40,6%) και στην περίοδο 2005 – 2010 (39,0%).

	N	**Αριθμός υπέρβαρων αθλητών**	**Ποσοστό υπέρβαρων αθλητών**	**p-value**
1981-1989	202	82	40,6%	**0.001**
1990-1995	223	58	26,0%	
2000-2004	98	23	23,5%	
2005-2010	210	82	39,0%	
2011-2013	101	28	27,7%	
ΣΥΝΟΛΟ	834	273	32,7%	

Πίνακας 15. Συχνότητα υπέρβαρων αθλητών ανάμεσα στον πληθυσμό της μελέτης

Το διάγραμμα 13 απεικονίζει τα ποσοστά υπέρβαρων αθλητών στις 5 χρονικές περιόδους του πληθυσμού της μελέτης. Διαπιστώνεται ότι τα ποσοστά είναι σημαντικά μεγαλύτερα στις περιόδους 1981 – 1989 και 2005 – 2010.



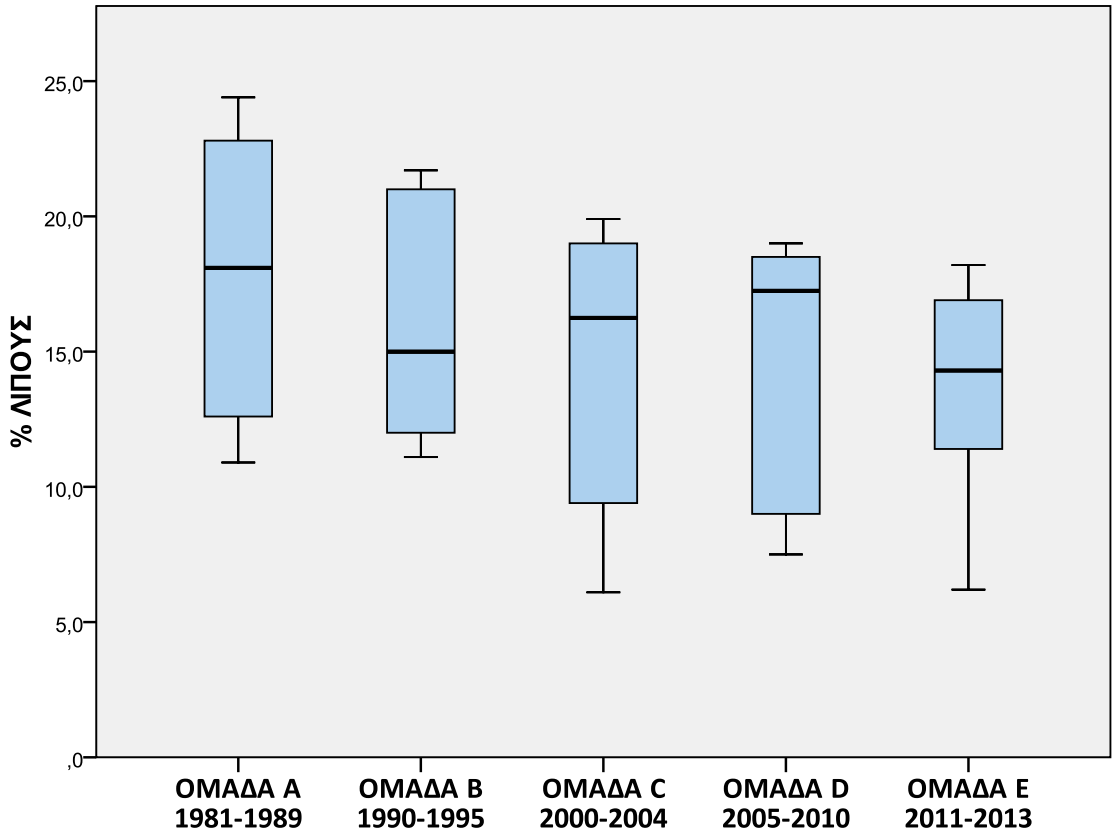
Διάγραμμα 13. Καταγραφή ποσοστών υπέρβαρων αθλητών κατά τις 5 χρονικές περιόδους, στον πληθυσμό μελέτης

3.2.1.5 Ποσοστό (%) λίπους

Ο πίνακας 16 απεικονίζει τις μέσες τιμές του ποσοστού % λίπους των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 14 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο % ποσοστό λίπους, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (x^2 = 71,21, p-value < 0.000).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	17,75	4,90	10,9	24,4	**< 0,000**
1990-1995	223	16,20	4,27	11,1	21,7	
2000-2004	98	14,48	4,82	6,1	19,9	
2005-2010	210	14,61	4,56	7,5	19,0	
2011-2013	101	13,90	3,37	6,2	18,2	
ΣΥΝΟΛΟ	834	15,70	4,68	6,1	24,4	

Πίνακας 16. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του ποσοστού % του λίπους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



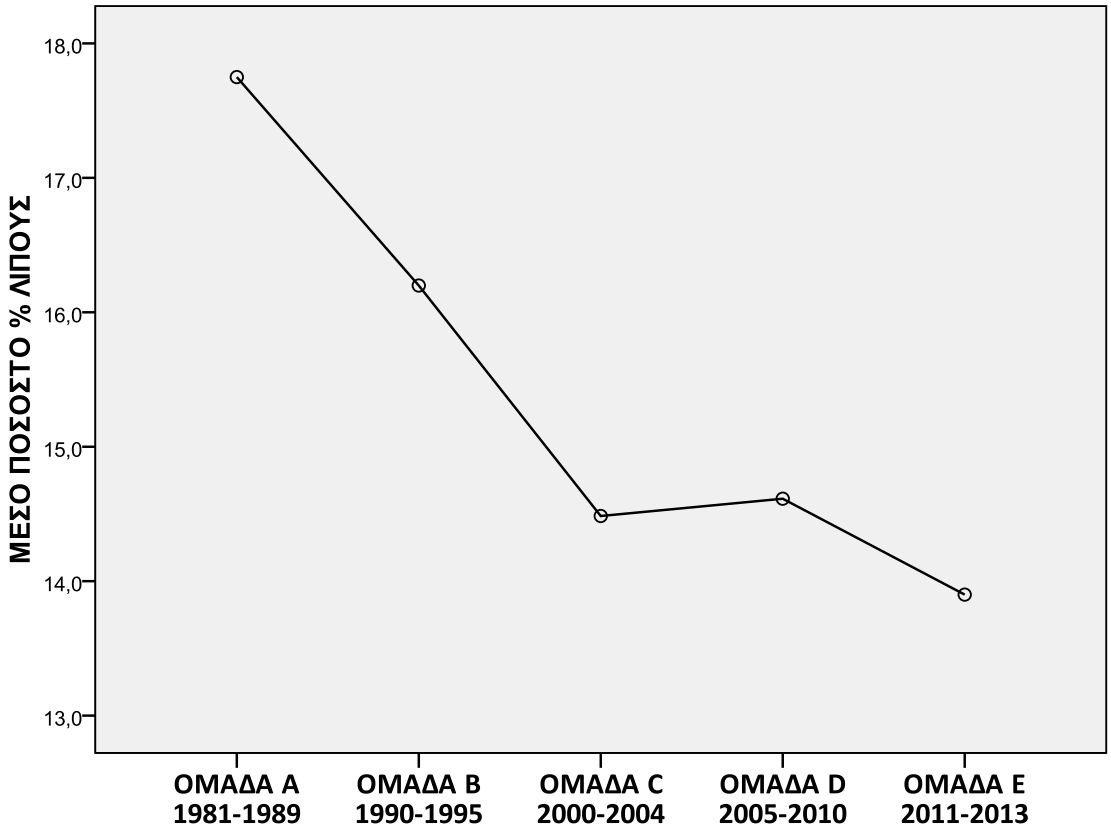
Διάγραμμα 14. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του % ποσοστού λίπους των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 17 και στο διάγραμμα 15. Όπως φαίνεται, το % ποσοστό λίπους είναι σημαντικά αυξημένο στις δύο πρώτες χρονικές ομάδες (1981 – 1989 και 1990 – 1995) και μειώνεται σταδιακά στις 3 επόμενες χρονικές ομάδες. Επομένως, παρατηρεί κανείς ότι όσο περνούν τα έτη, το ποσοστό % του λίπους των αθλητών μειώνεται σημαντικά.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	1,55*	**0,004**	0,33	2,77
	2000-2004	3,26*	**0,000**	1,71	4,82
	2005-2010	3,14*	**0,000**	1,89	4,38
	2011-2013	3,85*	**0,000**	2,31	5,39
1990-1995	1981-1989	-1,55*	**0,004**	-2,77	-0,33
	2000-2004	1,71*	**0,016**	0,19	3,24
	2005-2010	1,59*	**0,002**	0,37	2,80
	2011-2013	2,30*	**0,000**	0,79	3,81
2000-2004	1981-1989	-3,26*	**0,000**	-4,82	-1,71
	1990-1995	-1,71*	**0,016**	-3,24	-0,19
	2005-2010	-0,13	1,000	-1,67	1,41
	2011-2013	0,58	1,000	-1,20	2,37
2005-2010	1981-1989	-3,14*	**0,000**	-4,38	-1,89
	1990-1995	-1,59*	**0,002**	-2,80	-0,37
	2000-2004	0,13	1,000	-1,41	1,67
	2011-2013	0,71	1,000	-0,81	2,24
2011-2013	1981-1989	-3,85*	**0,000**	-5,39	-2,31
	1990-1995	-2,30*	**0,000**	-3,81	-0,79
	2000-2004	-0,58	1,000	-2,37	1,20
	2005-2010	-0,71	1,000	-2,24	0,81

Πίνακας 17. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του % ποσοστού λίπους των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 15 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του % ποσοστού λίπους ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Γίνεται ορατή η μείωση του % ποσοστού λίπους των αθλητών ανάμεσα στα έτη 1981 και 2013.



Διάγραμμα 15. Σύγκριση μέσων τιμών του % ποσοστού λίπους των αθλητών ανά χρονική ομάδα

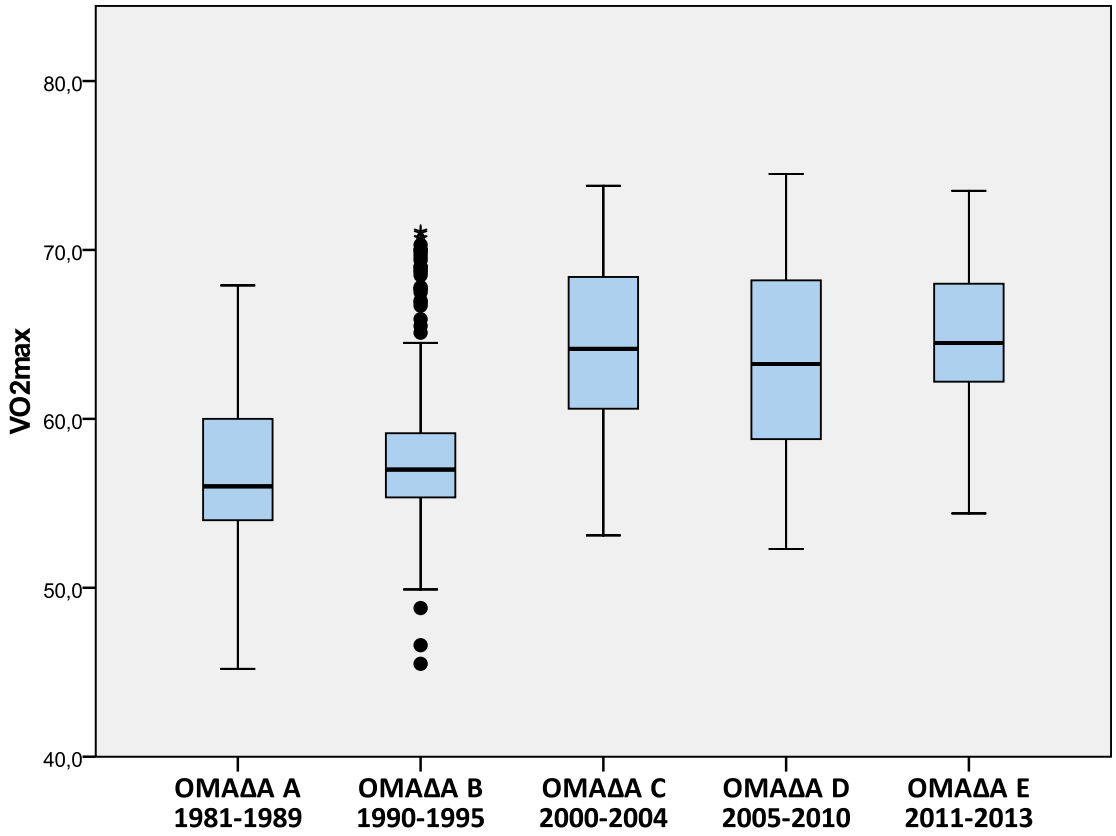
3.2.2 Φυσιολογικές παράμετροι πληθυσμού μελέτης

3.2.2.1 VO_2max

Ο πίνακας 18 απεικονίζει τις μέσες τιμές της VO_2max των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 16 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη VO_2max, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (x^2 = 231,84, p-value < 0.000).

	N	Μέση τιμή	SD	Minimum	Maximum	p-value
1981-1989	202	56,97	4,57	45,20	67,90	**< 0,000**
1990-1995	223	58,14	4,68	45,50	71,10	
2000-2004	98	64,24	5,40	53,10	73,80	
2005-2010	210	63,09	6,09	52,30	74,50	
2011-2013	101	64,76	4,72	54,40	73,50	
ΣΥΝΟΛΟ	834	60,62	6,03	45,20	74,50	

Πίνακας 18. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της VO_2max των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



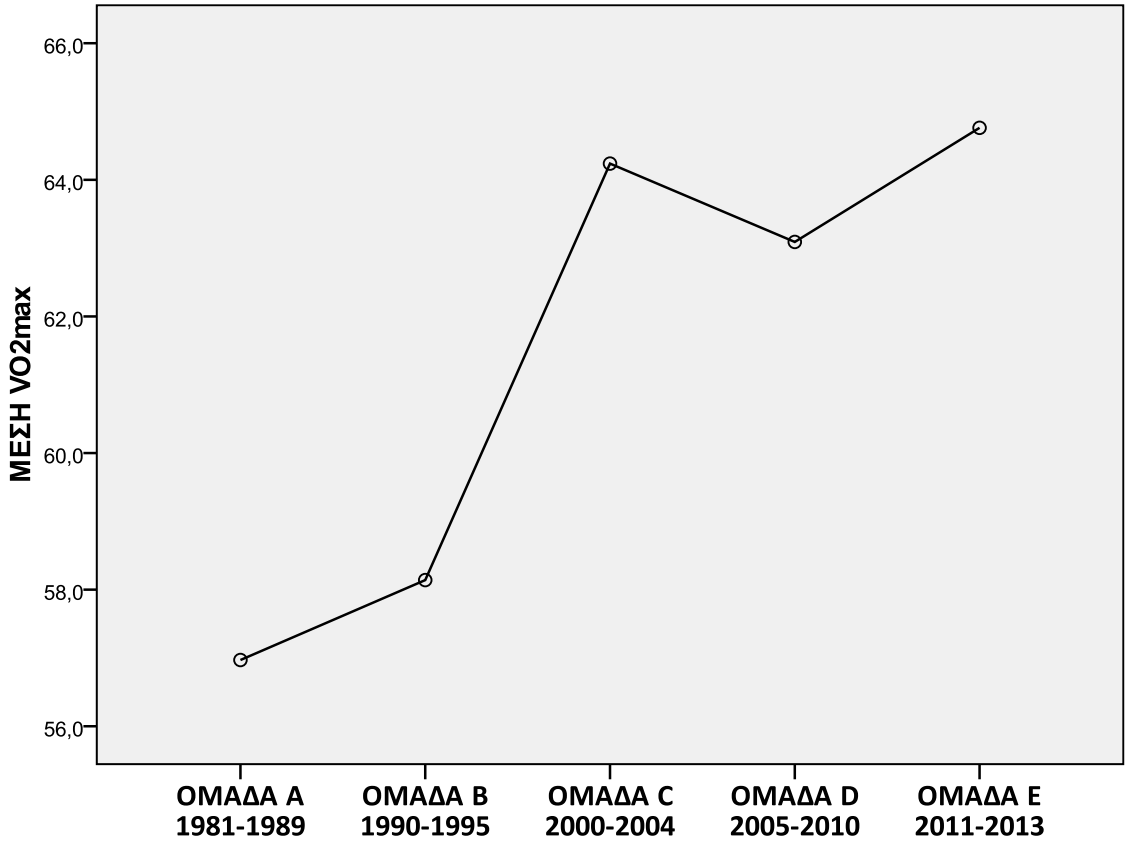
Διάγραμμα 16. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών της VO_2max των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 19 και στο διάγραμμα 17. Όπως φαίνεται, η VO_2max είναι σημαντικά μειωμένη στις δυο πρώτες χρονικές ομάδες (1981 – 1989 και 1990 – 1995) και αυξάνεται σταδιακά στις 3 επόμενες χρονικές ομάδες. Επομένως, παρατηρεί κανείς ότι όσο περνούν τα έτη, η VO_2max των αθλητών αυξάνεται σημαντικά.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-1,17	0,193	-2,57	0,23
	2000-2004	-7,27*	**0,000**	-9,05	-5,49
	2005-2010	-6,12*	**0,000**	-7,55	-4,70
	2011-2013	-7,79*	**0,000**	-9,55	-6,03
1990-1995	1981-1989	1,17	0,193	-0,23	2,57
	2000-2004	-6,10*	**0,000**	-7,85	-4,35
	2005-2010	-4,95*	**0,000**	-6,34	-3,56
	2011-2013	-6,62*	**0,000**	-8,36	-4,89
2000-2004	1981-1989	7,27*	**0,000**	5,49	9,05
	1990-1995	6,10*	**0,000**	4,35	7,85
	2005-2010	1,15	0,683	-0,62	2,92
	2011-2013	-0,52	1,000	-2,57	1,53
2005-2010	1981-1989	6,12*	**0,000**	4,70	7,55
	1990-1995	4,95*	**0,000**	3,56	6,34
	2000-2004	-1,15	0,683	-2,92	0,62
	2011-2013	-1,67	0,074	-3,42	0,08
2011-2013	1981-1989	7,79*	**0,000**	6,03	9,55
	1990-1995	6,62*	**0,000**	4,89	8,36
	2000-2004	0,52	1,000	-1,53	2,57
	2005-2010	1,67	0,074	-0,08	3,42

Πίνακας 19. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών της VO_2max των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 17 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών της VO_2max ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Γίνεται ορατή η αύξηση της μέσης VO_2max των αθλητών ανάμεσα στα έτη 1981 και 2013.



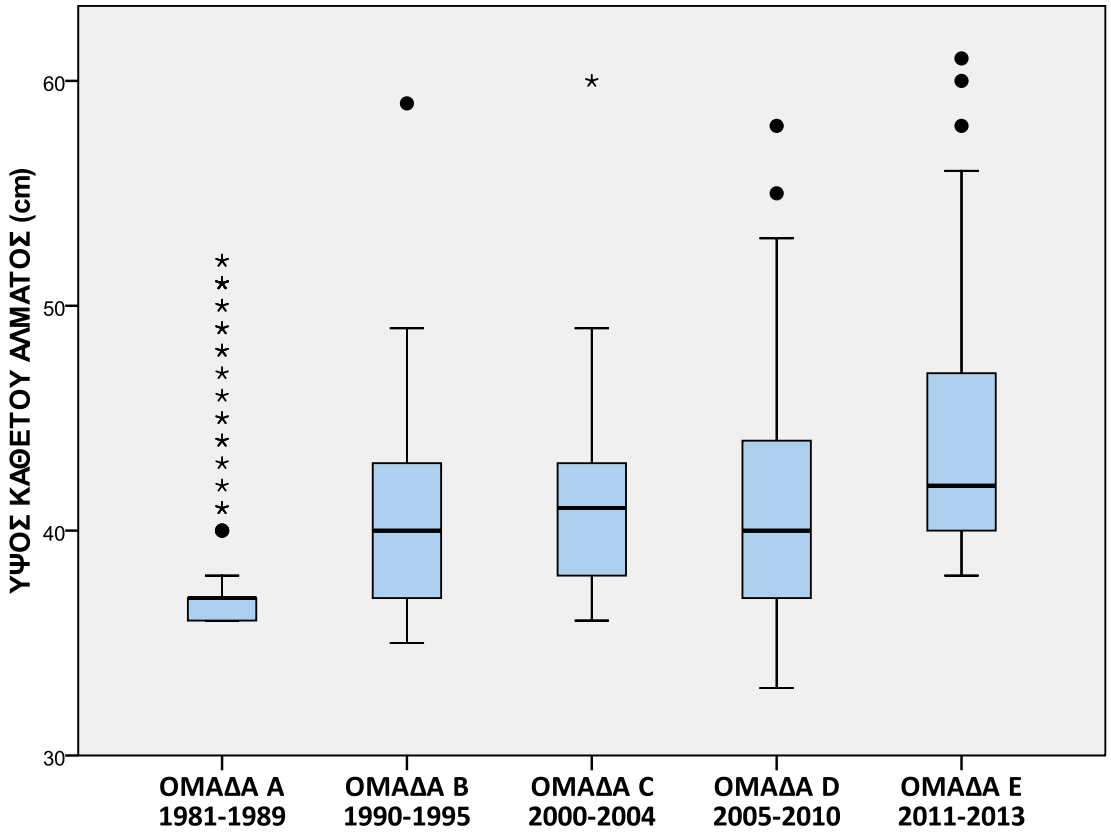
Διάγραμμα 17. Σύγκριση μέσων τιμών της VO_2max των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.2.2 Ύψος κάθετου άλματος

Ο πίνακας 20 απεικονίζει τις μέσες τιμές του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 18 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο ύψος του κάθετου άλματος, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων Α – Ε (x^2 = 137,27, p-value < 0.000).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	38,2	4,2	36	52	**< 0,000**
1990-1995	223	40,3	3,7	35	59	
2000-2004	98	41,3	3,8	36	60	
2005-2010	210	40,9	5,0	33	58	
2011-2013	101	43,8	5,6	38	61	
ΣΥΝΟΛΟ	834	40,5	4,7	33	61	

Πίνακας 20. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



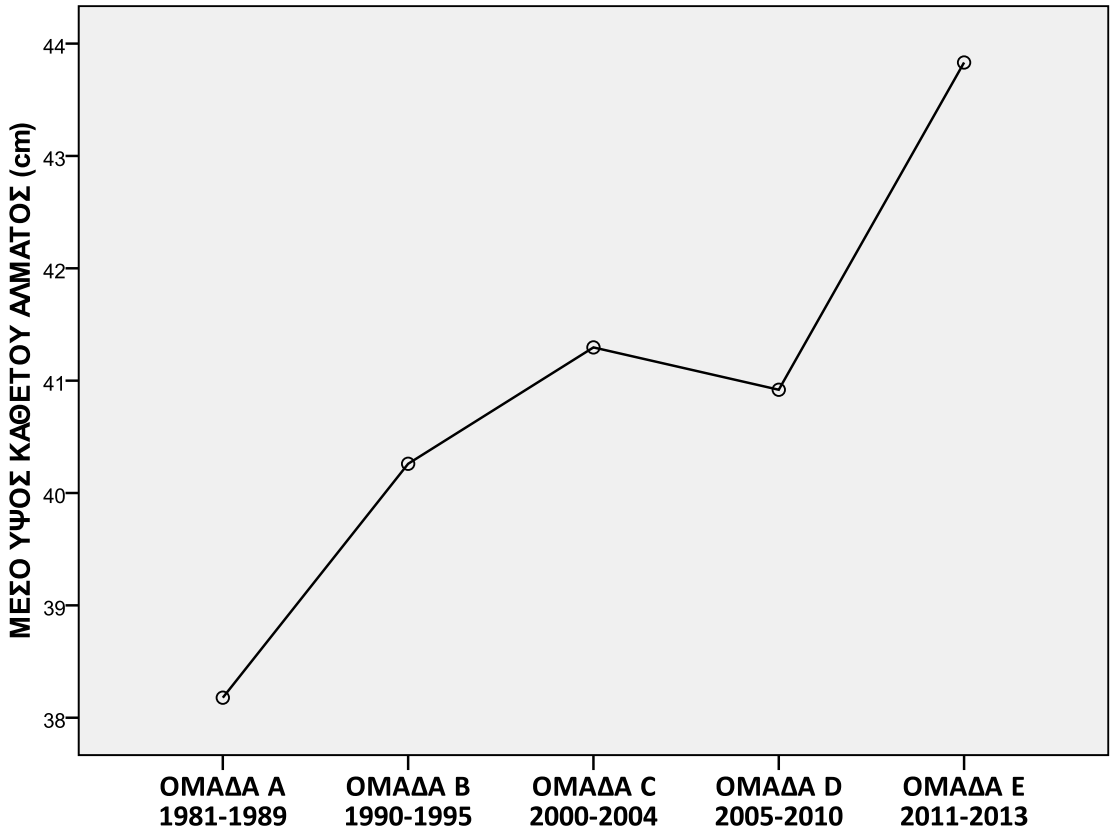
Διάγραμμα 18. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 21 και στο διάγραμμα 19. Όπως φαίνεται, το ύψος του κάθετου άλματος είναι σημαντικά μειωμένο στην πρώτη χρονική περίοδο (1981 – 1989) και είναι σημαντικά αυξημένο στην τελευταία χρονική περίοδο (2011 – 2013) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Παρατηρείται ότι όσο περνούν τα έτη, το ύψος του κάθετου άλματος των αθλητών αυξάνεται σημαντικά. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, το μέσο ύψος του κάθετου άλματος στην ομάδα 2011 – 2013 είναι μεγαλύτερο κατά 5,7 cm.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-2,1*	**0,000**	-3,29	-0,87
	2000-2004	-3,1*	**0,000**	-4,65	-1,58
	2005-2010	-2,7*	**0,000**	-3,97	-1,51
	2011-2013	-5,7*	**0,000**	-7,17	-4,13
1990-1995	1981-1989	2,1*	**0,000**	0,87	3,29
	2000-2004	-1,0	0,543	-2,55	0,48
	2005-2010	-0,7	1,000	-1,86	0,54
	2011-2013	-3,6*	**0,000**	-5,07	-2,07
2000-2004	1981-1989	3,1*	**0,000**	1,58	4,65
	1990-1995	1,0	0,543	-0,48	2,55
	2005-2010	0,4	1,000	-1,15	1,90
	2011-2013	-2,5*	**0,001**	-4,31	-0,77
2005-2010	1981-1989	2,7*	**0,000**	1,51	3,97
	1990-1995	0,7	1,000	-0,54	1,86
	2000-2004	-0,4	1,000	-1,90	1,15
	2011-2013	-2,9*	**0,000**	-4,42	-1,40
2011-2013	1981-1989	5,7*	**0,000**	4,13	7,17
	1990-1995	3,6*	**0,000**	2,07	5,07
	2000-2004	2,5*	**0,001**	0,77	4,31
	2005-2010	2,9*	**0,000**	1,40	4,42

Πίνακας 21. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 19 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Γίνεται ορατή η αύξηση του μέσου ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανάμεσα στα έτη 1981 και 2013.



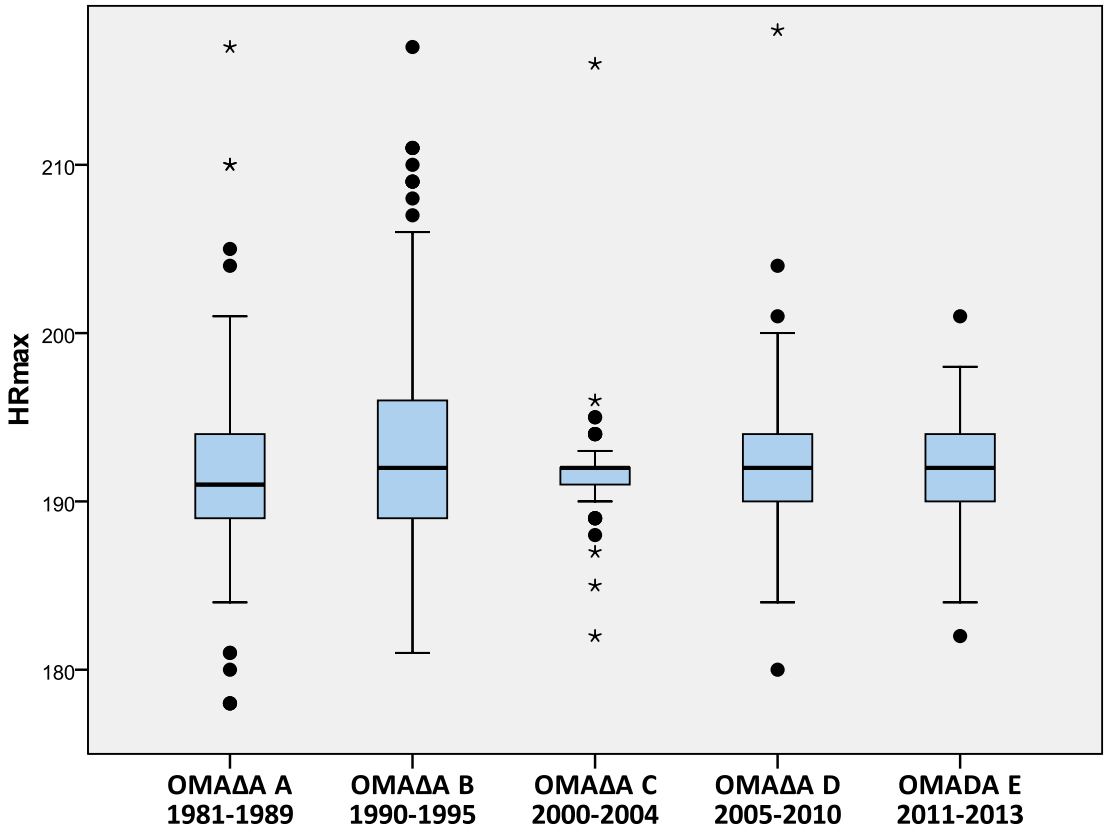
Διάγραμμα 19. Σύγκριση μέσων τιμών του ύψους του κάθετου άλματος των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.2.3 Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax)

Ο πίνακας 22 απεικονίζει τις μέσες τιμές της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 20 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει οριακή στατιστική σημαντική διαφορά στη μέγιστη καρδιακή συχνότητα, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων Α – Ε (x^2 = 9,72, p-value = 0.045).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	191,7	5,1	171	217	**0,045**
1990-1995	223	192,8	6,7	181	217	
2000-2004	98	191,7	3,1	182	216	
2005-2010	210	192,2	3,5	180	218	
2011-2013	101	192,5	3,1	182	201	
ΣΥΝΟΛΟ	834	192,2	4,9	171	218	

Πίνακας 22. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



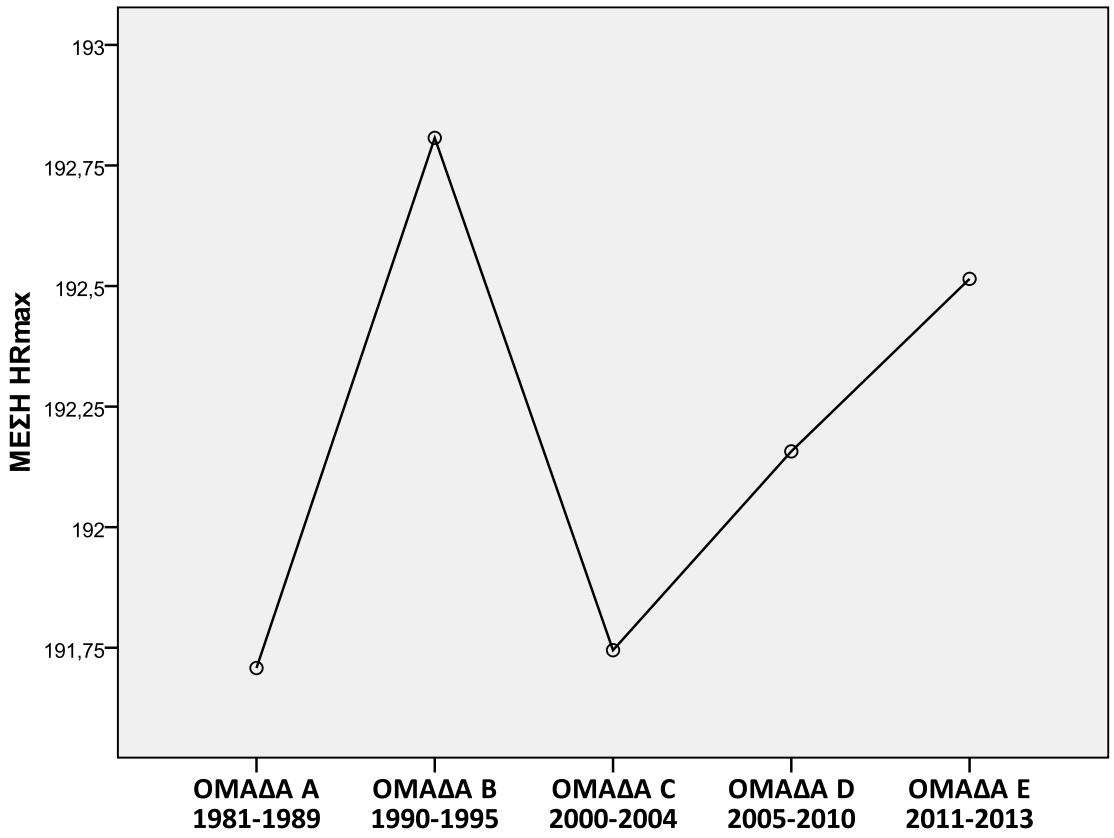
Διάγραμμα 20. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 23 και στο διάγραμμα 21. Όπως φαίνεται, για τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν υπάρχουν επιμέρους στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις χρονικές ομάδες. Οι μέγιστες παρατηρηθείσες διαφορές είναι της τάξεως του 1 παλμού / min.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-1,1	0,204	-2,4	0,2
	2000-2004	0,0	1,000	-1,7	1,7
	2005-2010	-0,4	1,000	-1,8	0,9
	2011-2013	-0,8	1,000	-2,5	0,9
1990-1995	1981-1989	1,1	0,204	-0,2	2,4
	2000-2004	1,1	0,724	-0,6	2,7
	2005-2010	0,7	1,000	-0,7	2,0
	2011-2013	0,3	1,000	-1,4	1,9
2000-2004	1981-1989	0,0	1,000	-1,7	1,7
	1990-1995	-1,1	0,724	-2,7	0,6
	2005-2010	-0,4	1,000	-2,1	1,3
	2011-2013	-0,8	1,000	-2,7	1,2
2005-2010	1981-1989	0,4	1,000	-0,9	1,8
	1990-1995	-0,7	1,000	-2,0	0,7
	2000-2004	0,4	1,000	-1,3	2,1
	2011-2013	-0,4	1,000	-2,0	1,3
2011-2013	1981-1989	0,8	1,000	-0,9	2,5
	1990-1995	-0,3	1,000	-1,9	1,4
	2000-2004	0,8	1,000	-1,2	2,7
	2005-2010	0,4	1,000	-1,3	2,0

Πίνακας 23. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 21 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Παρατηρείται ότι οι μέγιστες παρατηρηθείσες διαφορές στις επιμέρους χρονικές ομάδες είναι της τάξεως του 1 παλμού / min.



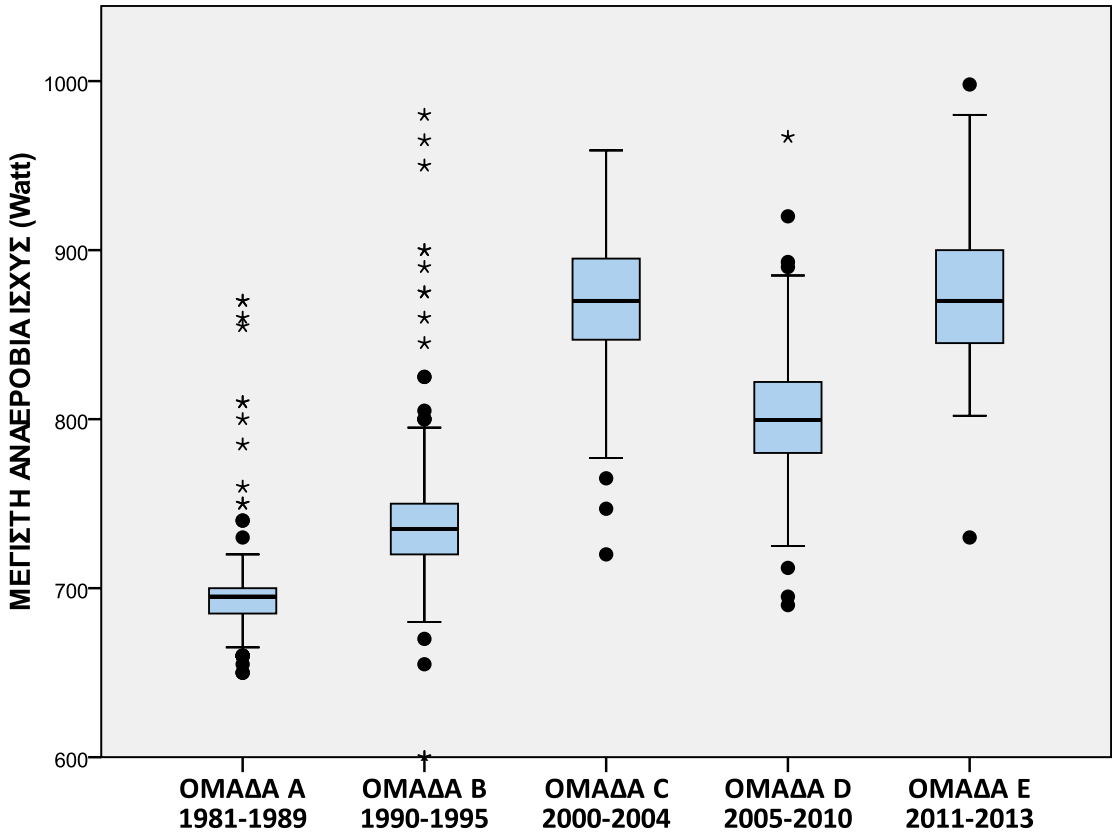
Διάγραμμα 21. Σύγκριση μέσων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.2.4 Μέγιστη Αναερόβια Ισχύς

Ο πίνακας 24 απεικονίζει τις μέσες τιμές της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 22 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας Kruskal-Wallis, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη μέγιστη αναερόβια ισχύ, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (x^2 = 608,10, p-value < 0.000).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	697,38	33,53	575	870	**< 0,000**
1990-1995	223	741,93	49,18	560	980	
2000-2004	98	866,72	52,14	579	959	
2005-2010	210	801,80	39,73	583	967	
2011-2013	101	870,74	58,17	483	998	
ΣΥΝΟΛΟ	834	776,48	77,90	483	998	

Πίνακας 24. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



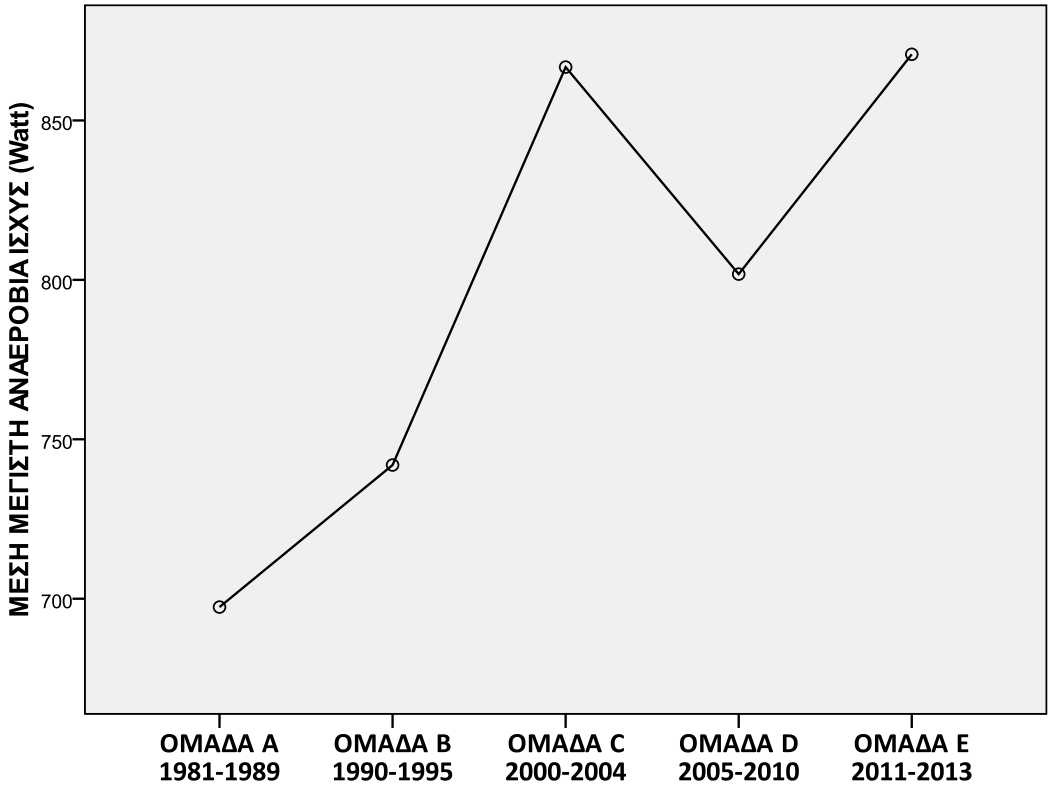
Διάγραμμα 22. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις για μη κανονικοποιημένα δεδομένα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 25 και στο διάγραμμα 23. Όπως φαίνεται, η μέγιστη αναερόβια ισχύς είναι σημαντικά μειωμένη στην πρώτη χρονική περίοδο (1981 – 1989) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Αντίστοιχα, η μέγιστη αναερόβια ισχύς των αθλητών κατά την τελευταία χρονική περίοδο (2011 – 2013) είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους, με εξαίρεση τη χρονική περίοδο 2000 – 2004. Παρατηρείται ότι όσο περνούν τα έτη, η μέγιστη αναερόβια ικανότητα των αθλητών αυξάνεται σημαντικά. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, η μέση μέγιστη αναερόβια ισχύς στην ομάδα 2011 – 2013 είναι μεγαλύτερη κατά 173,4 Watt.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-44,5*	**0,000**	-56,9	-32,2
	2000-2004	-169,3*	**0,000**	-185,0	-153,7
	2005-2010	-104,4*	**0,000**	-117,0	-91,9
	2011-2013	-173,4*	**0,000**	-188,9	-157,9
1990-1995	1981-1989	44,5*	**0,000**	32,2	56,9
	2000-2004	-124,8*	**0,000**	-140,2	-109,4
	2005-2010	-59,9*	**0,000**	-72,1	-47,6
	2011-2013	-128,8*	**0,000**	-144,1	-113,6
2000-2004	1981-1989	169,3*	**0,000**	153,7	185,0
	1990-1995	124,8*	**0,000**	109,4	140,2
	2005-2010	64,9*	**0,000**	49,4	80,5
	2011-2013	-4,0	1,000	-22,1	14,0
2005-2010	1981-1989	104,4*	**0,000**	91,9	117,0
	1990-1995	59,9*	**0,000**	47,6	72,1
	2000-2004	-64,9*	**0,000**	-80,5	-49,4
	2011-2013	-68,9*	**0,000**	-84,4	-53,5
2011-2013	1981-1989	173,4*	**0,000**	157,9	188,9
	1990-1995	128,8*	**0,000**	113,6	144,1
	2000-2004	4,0	1,000	-14,0	22,1
	2005-2010	68,9*	**0,000**	53,5	84,4

Πίνακας 25. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 23 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Γίνεται ορατή η αύξηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανάμεσα στις περιόδους 1981 - 1989 και 2011 – 2013, η οποία επετεύχθη κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 2000 – 2004.



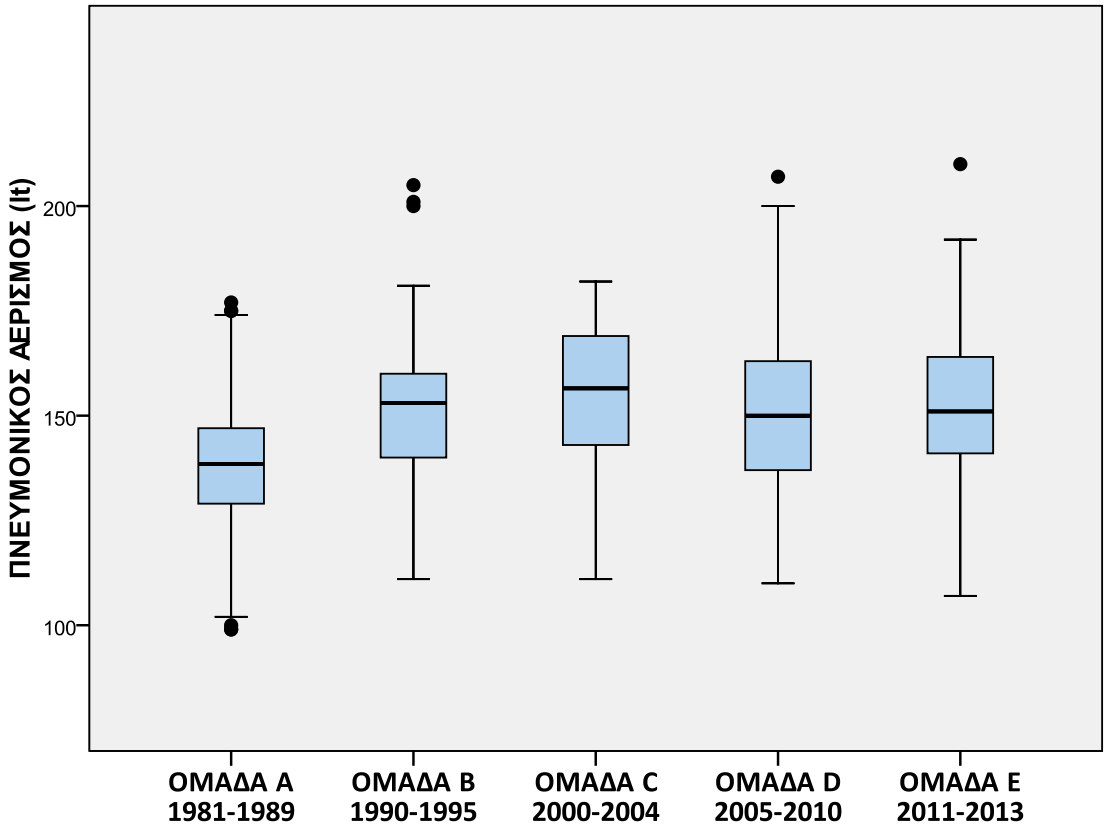
Διάγραμμα 23. Σύγκριση μέσων τιμών της μέγιστης αναερόβιας ισχύος των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.2.5 Πνευμονικός αερισμός (VE)

Ο πίνακας 26 απεικονίζει τις μέσες τιμές του πνευμονικού αερισμού των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 24 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας One-Way Anova, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον πνευμονικό αερισμό, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (p-value < 0.000).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	137,80	15,65	99	177	**< 0,000**
1990-1995	223	149,79	16,19	111	205	
2000-2004	98	153,80	19,34	111	182	
2005-2010	210	150,23	17,11	110	207	
2011-2013	101	152,27	18,73	107	210	
ΣΥΝΟΛΟ	834	147,77	17,93	99	210	

Πίνακας 26. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



Διάγραμμα 24. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

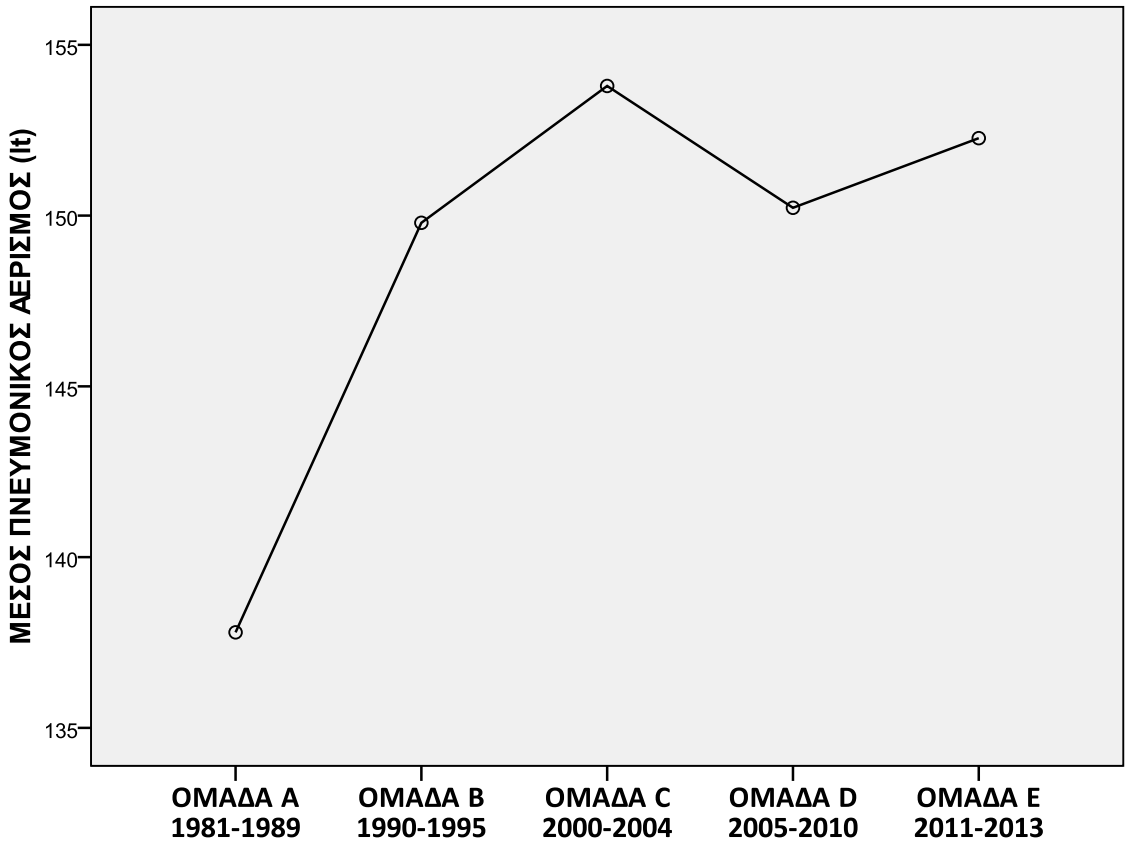
Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 27 και στο διάγραμμα 25. Όπως φαίνεται, ο πνευμονικός αερισμός είναι σημαντικά μειωμένος στην πρώτη χρονική περίοδο (1981 – 1989) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Παρατηρείται ότι ο πνευμονικός αερισμός αυξήθηκε κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 1990 - 1995. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, ο μέσος πνευμονικός αερισμός στην ομάδα 2000 – 2004 είναι μεγαλύτερος κατά 16 lt.

.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-11,99*	**0,000**	-16,64	-7,34
	2000-2004	-16,00*	**0,000**	-21,89	-10,10
	2005-2010	-12,43*	**0,000**	-17,15	-7,71
	2011-2013	-14,47*	**0,000**	-20,31	-8,63
1990-1995	1981-1989	11,99*	**0,000**	7,34	16,64
	2000-2004	-4,01	0,524	-9,81	1,80
	2005-2010	-0,44	1,000	-5,04	4,17
	2011-2013	-2,48	1,000	-8,22	3,27
2000-2004	1981-1989	16,00*	**0,000**	10,10	21,89
	1990-1995	4,01	0,524	-1,80	9,81
	2005-2010	3,57	0,869	-2,29	9,43
	2011-2013	1,53	1,000	-5,26	8,32
2005-2010	1981-1989	12,43*	**0,000**	7,71	17,15
	1990-1995	0,44	1,000	-4,17	5,04
	2000-2004	-3,57	0,869	-9,43	2,29
	2011-2013	-2,04	1,000	-7,84	3,76
2011-2013	1981-1989	14,47*	**0,000**	8,63	20,31
	1990-1995	2,48	1,000	-3,27	8,22
	2000-2004	-1,53	1,000	-8,32	5,26
	2005-2010	2,04	1,000	-3,76	7,84

Πίνακας 27. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 25 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του πνευμονικού αερισμού ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Γίνεται ορατή η μεγάλη αύξηση του πνευμονικού αερισμού των αθλητών, η οποία επετεύχθη κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 2000 – 2004. Οι διαφορές μεταξύ των περιόδων 1990 – 1995, 2000 – 2004, 2005 – 2010 και 2011 – 2013 δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



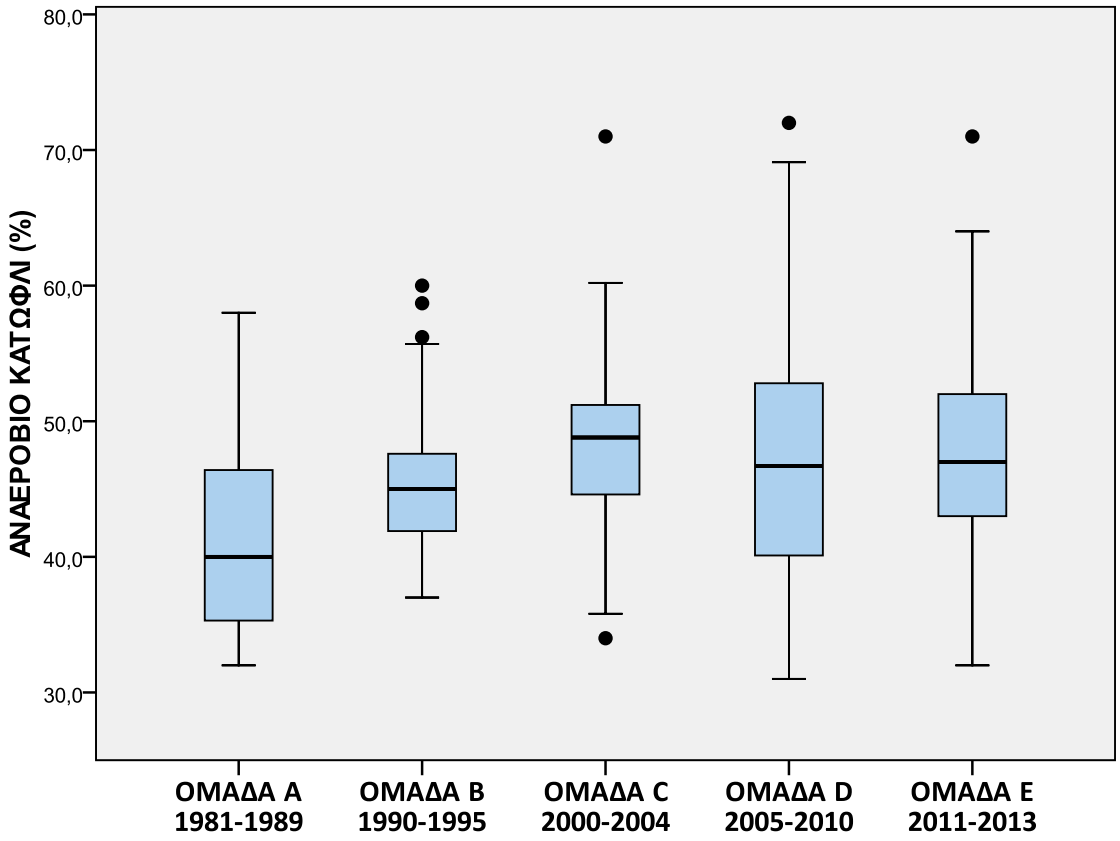
Διάγραμμα 25. Σύγκριση μέσων τιμών του πνευμονικού αερισμού των αθλητών ανά χρονική ομάδα

3.2.2.6 Αναερόβιο κατώφλι

Ο πίνακας 28 απεικονίζει τις μέσες τιμές του αναερόβιου κατωφλιού των αθλητών της μελέτης ανά χρονική ομάδα, ενώ το διάγραμμα 26 απεικονίζει τις αντίστοιχες διάμεσες τιμές. Μετά από εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας One-Way Anova, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο αναερόβιο κατώφλι, μεταξύ των ηλικιακών ομάδων A – E (p-value < 0.000).

	N	**Μέση τιμή**	**SD**	**Minimum**	**Maximum**	**p-value**
1981-1989	202	41,90	7,62	32,0	58,0	**< 0,000**
1990-1995	223	44,80	4,16	37,0	60,0	
2000-2004	98	48,22	5,77	34,0	71,0	
2005-2010	210	46,87	9,05	31,0	72,0	
2011-2013	101	47,36	6,97	32,0	71,0	
ΣΥΝΟΛΟ	834	45,33	7,34	31,0	72,0	

Πίνακας 28. Απεικόνιση των στατιστικών χαρακτηριστικών του αναερόβιου κατωφλιού (%) των αθλητών ανά χρονική ομάδα. SD: Τυπική απόκλιση



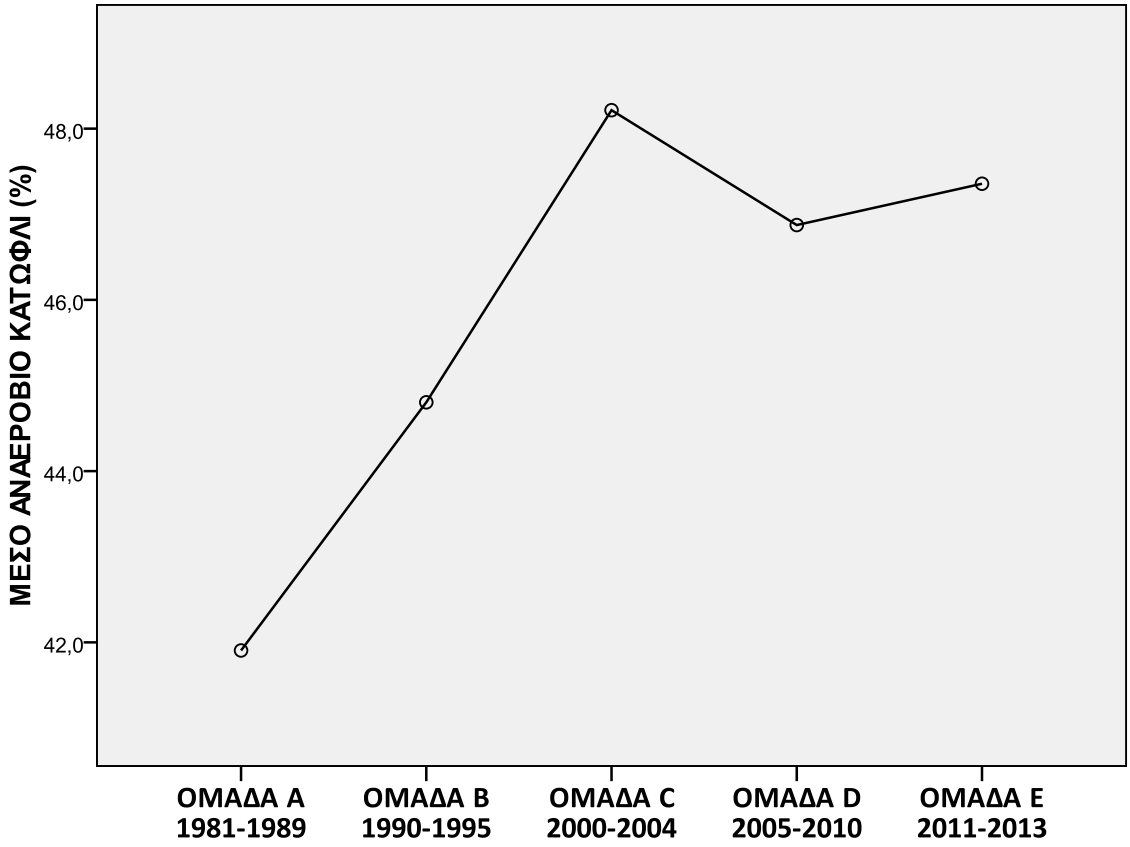
Διάγραμμα 26. Θηκόγραμμα απεικόνισης των διάμεσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού των αθλητών της μελέτης, ανά χρονική ομάδα

Χρησιμοποιήθηκε post hoc ανάλυση με τη δοκιμασία Bonferroni, προσαρμοσμένη για πολλαπλές συγκρίσεις. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 29 και στο διάγραμμα 27. Όπως φαίνεται, το αναερόβιο κατώφλι (%) είναι σημαντικά μειωμένο στις δυο πρώτες χρονικές περιόδους (1981 – 1989 και 1990 - 1995) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Παρατηρείται ότι το αναερόβιο κατώφλι (%) αυξήθηκε κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 2000 - 2004. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, το μέσο αναερόβιο κατώφλι (%) στην ομάδα 2000 – 2004 είναι μεγαλύτερο κατά 6,3%.

ΟΜΑΔΑ (I)	ΟΜΑΔΑ (J)	Μέση Διαφορά (I-J)	P - value	95% CI	
				Κάτω όρια	Άνω όρια
1981-1989	1990-1995	-2,90*	**0,000**	-4,81	-0,98
	2000-2004	-6,31*	**0,000**	-8,74	-3,88
	2005-2010	-4,97*	**0,000**	-6,91	-3,03
	2011-2013	-5,45*	**0,000**	-7,85	-3,05
1990-1995	1981-1989	2,90*	**0,000**	0,98	4,81
	2000-2004	-3,41*	**0,001**	-5,80	-1,02
	2005-2010	-2,07*	**0,022**	-3,97	-0,17
	2011-2013	-2,55*	**0,025**	-4,92	-0,19
2000-2004	1981-1989	6,31*	**0,000**	3,88	8,74
	1990-1995	3,41*	**0,001**	1,02	5,80
	2005-2010	1,34	1,000	-1,07	3,75
	2011-2013	0,86	1,000	-1,94	3,65
2005-2010	1981-1989	4,97*	**0,000**	3,03	6,91
	1990-1995	2,07*	**0,022**	0,17	3,97
	2000-2004	-1,34	1,000	-3,75	1,07
	2011-2013	-0,48	1,000	-2,87	1,90
2011-2013	1981-1989	5,45*	**0,000**	3,05	7,85
	1990-1995	2,55*	**0,025**	0,19	4,92
	2000-2004	-0,86	1,000	-3,65	1,94
	2005-2010	0,48	1,000	-1,90	2,87

Πίνακας 29. Απεικόνιση πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού των αθλητών ανά χρονική ομάδα. *: Στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο <0,05

Το διάγραμμα 27 απεικονίζει τη σύγκριση των μέσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού (%) ανάμεσα στις 5 χρονικές ομάδες. Γίνεται ορατή η μεγάλη αύξηση του αναερόβιου κατωφλιού (%) των αθλητών, η οποία επετεύχθη κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 2000 – 2004. Οι διαφορές μεταξύ των περιόδων 2000 – 2004, 2005 – 2010 και 2011 – 2013 δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 27. Σύγκριση μέσων τιμών του αναερόβιου κατωφλιού (%) των αθλητών ανά χρονική ομάδα

Κεφάλαιο 4ο. Συζήτηση

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διαχρονική μελέτη των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, της σύστασης του σώματος και επιλεγμένων φυσιολογικών παραμέτρων ποδοσφαιριστών της ελληνικής Super League, από το 1981 ως το 2013. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι περισσότερες ανθρωπομετρικές και φυσιολογικές παράμετροι βελτιώθηκαν σημαντικά με την πάροδο των ετών σε σχέση με την περίοδο 1981 – 1989, αποδεικνύοντας ότι οι διαδικασίες ανίχνευσης ποδοσφαιριστών ή και οι μεταγραφικές επιλογές στηρίζονται σε συγκεκριμένα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις για υψηλή απόδοση. Η βελτίωση των φυσιολογικών χαρακτηριστικών αντικατοπτρίζει τις σημαντικές αλλαγές και απαιτήσεις του σύγχρονου ποδοσφαίρου.

Αρκετές μελέτες συνέκριναν το ανθρωπομετρικό προφίλ των ποδοσφαιριστών υψηλού επιπέδου ανάλογα με το επίπεδο ανταγωνισμού (Arnason et al., 2004; Sutton, Scott, Wallace, & Reilly, 2009; Tønnessen, Hem, Leirstein, Haugen, & Seiler, 2013). Φαίνεται ότι, με την πάροδο των ετών, οι νέοι παίκτες υψηλού επιπέδου τείνουν να είναι βαρύτεροι και ψηλότεροι, καθώς και να έχουν πιο προχωρημένη σκελετική ωρίμανση (Bergkamp, Niessen, den Hartigh, Frencken, & Meijer, 2019; Sarmento, Anguera, Pereira, & Araujo, 2018). Μελέτη των Gonaus et al διαπίστωσε ότι η βελτίωση των προπονητικών τεχνικών στο διάστημα μιας δεκαετίας, έχει βελτιώσει τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των νέων Αυστριακών ποδοσφαιριστών (Gonaus, Birklbauer, Lindinger, Stoggl, & Muller, 2019). Άλλες μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι οι ανθρωπομετρικές παράμετροι των ποδοσφαιριστών νέων σε ακαδημίες ποδοσφαίρου έχουν αλλάξει ελάχιστα (Carling, Le Gall, & Malina, 2012). Για παράδειγμα, έρευνα των Haugen et al δεν βρήκε σημαντικές διαφορές στο ανθρωπομετρικό προφίλ (δηλαδή, βάρος, ύψος και δείκτη μάζας σώματος) των Νορβηγών ποδοσφαιριστών με την πάροδο του χρόνου (Haugen, et al., 2013). Στην παρούσα μελέτη, διαπιστώθηκε ότι οι αθλητές της ομάδας 2011 – 2013 ήταν σημαντικά υψηλότεροι από τους αθλητές της ομάδας 1981 – 1989 με μια μέση αύξηση ύψους της τάξης των 4,7 cm. Κατά τη γνώμη μας, οι απαιτήσεις του

σύγχρονου ποδοσφαίρου, δίνουν συγκριτικό πλεονέκτημα στους υψηλότερους ποδοσφαιριστές, κάνοντας το υψηλό ανάστημα απαραίτητο προσόν για υψηλές αθλητικές επιδόσεις. Οι αντίστοιχες διαφορές στο σωματικό βάρος δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Παλαιότερη μελέτη υπολόγισε το μέσο ύψος των Ελλήνων ποδοσφαιριστών στα 178,7 cm και το μέσο βάρος στα 74,8 kg, τιμές που συμβαδίζουν με τα 176,2 cm και τα 73,9 kg που υπολογίστηκαν στην παρούσα μελέτη (Βολακλής, Κασάμπαλης, & Τοκμακίδης).

Όσων αφορά το BMI, η πραγματική στατιστική διαφορά των BMI αφορά κυρίως τη χρονική ομάδα 1981 - 1989 στην οποία το μέσο BMI είναι σημαντικά μεγαλύτερο από τις χρονικές ομάδες 1990 - 1995 και 2000 - 2004 ($p = 0.029$ και 0,012 αντίστοιχα). Δεν υπάρχει, όμως, στατιστικά σημαντική διαφορά με τις χρονικές ομάδες 2005 - 2010 και 2011 - 2013. Γνωρίζουμε όμως ότι το BMI δεν έχει μεγάλη αξία ως ανθρωπομετρική παράμετρος καθώς δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός μεταξύ λιπώδους και μυϊκής μάζας.

Γενικά, όσο περνάνε τα έτη, το ποσοστό λίπους στους επαγγελματίες ποδοσφαιριστές ελαττώνεται, καθώς η ελαττωμένη λιπώδης μάζα προσδίνει στους ποδοσφαιριστές μεγαλύτερη ταχύτητα και αντοχή. Παλαιότερες εργασίες ανέφεραν ποσοστά λίπους γύρω στο 15-16% (Withers, Roberts, & Davies, 1977), γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη συστηματικής προπόνησης. Αντίθετα σε Άγγλους ποδοσφαιριστές, στα τέλη της δεκαετίας του 1980, μετρήθηκε ποσοστό λίπους 8.9% (Ramadan & Byrd, 1987), το οποίο είναι συγκρίσιμο με ποδοσφαιριστών της εθνικής ομάδας της Γερμανίας στις αρχές της δεκαετίας του 1990 (9.2%), (Kindermann, 1993). Μελέτη του 1986, υπολόγισε το ποσοστό λίπους στους Έλληνες ποδοσφαιριστές στο 9,2% ποσοστό που απέχει από το 15,2% που υπολογίστηκε στην παρούσα μελέτη, ενδεχομένως λόγω των διαφορετικών μεθόδων λιπομέτρησης (Βολακλής, et al.). Στην παρούσα μελέτη, το % ποσοστό λίπους είναι σημαντικά αυξημένο στις δυο πρώτες χρονικές ομάδες (1981 – 1989 και 1990 – 1995) και μειώνεται σταδιακά στις 3 επόμενες χρονικές ομάδες. Επομένως, παρατηρεί κανείς και στη δική μας μελέτη, ότι όσο περνούν τα έτη, το ποσοστό % του λίπους των ποδοσφαιριστών μειώνεται σημαντικά.

Η φυσική κατάσταση αποτελεί μία από τις καθοριστικότερες παραμέτρους αγωνιστικής επιτυχίας στο ποδόσφαιρο. Εξαιτίας της σημασίας αυτής έχουν δημοσιευτεί πολλές μελέτες με σκοπό τον καθορισμό των μεταβολικών απαιτήσεων που έχει ένας ποδοσφαιρικός αγώνας (Bangsbo, 1994; Bangsbo, et al., 2007; Bangsbo, et al., 2006). Η αερόβια και αναερόβια ισχύς και η αλτική ικανότητα αποτελούν τους σημαντικότερες παράγοντες, οι οποίοι έχουν μελετηθεί εκτενώς (Ramirez-Campillo et al., 2020; Santos-Silva et al., 2019; Slimani & Nikolaidis, 2019; Stølen, et al., 2005). Προηγούμενες μελέτες για την εξέλιξη της φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών με την πάροδο του χρόνου περιορίζονται σε αξιολογήσεις λίγων ακαδημιών και μικρού αριθμού αθλητικών χαρακτηριστικών (Carling, et al., 2012; Elferink-Gemser, Huijgen, Coelho-e-Silva, Lemmink, & Visscher, 2012). Οι Elferink-Gemser et al. διαπίστωσαν αύξηση της αντοχής σε νεαρούς Ολλανδούς ποδοσφαιριστές, μεταξύ των ετών 2000 και 2009. Οι συγγραφείς υπέθεσαν ότι η σταδιακή αύξηση των ωρών προπόνησης που παρατηρείται με την πάροδο των ετών καθώς και η βελτίωση της ποιότητας της προπόνησης μέσω της αύξησης του επιπέδου των προπονητών έχει συμβάλλει στη σταδιακή βελτίωση της φυσικής κατάστασης που παρατηρείται με την πάροδο των ετών (Elferink-Gemser, et al., 2012). Μελέτη των Gonaus et al διαπίστωσε ότι η βελτίωση των προπονητικών τεχνικών στο διάστημα μιας δεκαετίας, έχει βελτιώσει τη φυσική κατάσταση των νέων Αυστριακών ποδοσφαιριστών. (Gonaus, et al., 2019). Ωστόσο, οι αναφερόμενες εξελίξεις στο επίπεδο φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών είναι αντιφατικές, παρόλο που πρέπει να ληφθούν υπόψη διαφορετικά έθνη και επίπεδα παιχνιδιού. Για παράδειγμα, η μέγιστη αερόβια ισχύς (VO_2max) παρέμεινε αρκετά σταθερή μεταξύ 1995 και 2010 σε Νορβηγούς ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου (Haugen, et al., 2013; Tønnessen, et al., 2013). Επιπλέον, μελέτη των Martinez-Santos et al. (2016) ανέφερε ακόμη και μικρές μειώσεις στο άλμα και στο σπριντ Ισπανών παικτών της τρίτης κατηγορίας τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Martinez-Santos, et al., 2016). Μελέτη των Carling et al. (2012) δεν ανέφερε σχεδόν καμία σημαντική αλλαγή στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργικές παραμέτρους των Γάλλων νεαρών ποδοσφαιριστών μεταξύ 1992 και 2003 (Carling, et al., 2012).

Η αερόβια ικανότητα είναι η πιο αντιπροσωπευτική παράμετρος μιας καλής καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, καθώς η φύση του αθλήματος απαιτεί τη διαρκή

κινητικότητα του αθλητή. Παλαιότερες μελέτες του 1986 έχουν υπολογίσει τη μέση VO_2max στους Έλληνες ποδοσφαιριστές στο 53,3 – 59,4 ml/kg/min (Τσοπανάκης, Τοκμακίδης, & Κιούσης, 1986). Για την χρονική περίοδο 1981 – 1989, η μέση VO_2max που παρατηρήσαμε ήταν 56,97 ml/kg/min. Στην παρούσα μελέτη, η VO_2max είναι σημαντικά μειωμένη στις δυο πρώτες χρονικές ομάδες (1981 – 1989 και 1990 – 1995) και αυξάνεται σταδιακά στις 3 επόμενες χρονικές ομάδες. Επομένως, παρατηρεί κανείς ότι όσο περνούν τα έτη, η VO_2max των αθλητών αυξάνεται σημαντικά. Όπως φαίνεται, ο πνευμονικός αερισμός είναι σημαντικά μειωμένος στην πρώτη χρονική περίοδο (1981 – 1989) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Παρατηρείται ότι ο πνευμονικός αερισμός αυξήθηκε κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 1990 - 1995. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, ο μέσος πνευμονικός αερισμός στην ομάδα 2000 – 2004 είναι μεγαλύτερος κατά 16 lt. Ομοίως, το αναερόβιο κατώφλι (%) είναι σημαντικά μειωμένο στις δυο πρώτες χρονικές περιόδους (1981 – 1989 και 1990 - 1995) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Παρατηρείται ότι το αναερόβιο κατώφλι (%) αυξήθηκε κυρίως μεταξύ των χρονικών περιόδων 1981 – 1989 και 2000 - 2004. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, το μέσο αναερόβιο κατώφλι (%) στην ομάδα 2000 – 2004 είναι μεγαλύτερο κατά 6,3%. Όλα τα παραπάνω δεδομένα δείχνουν τη βελτίωση της αερόβιας φυσικής κατάστασης των Ελλήνων επαγγελματιών ποδοσφαιριστών, τα τελευταία 30 έτη, γεγονός που αντικατοπτρίζει και τις αυξανόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου ποδοσφαίρου, αλλά και τα ευεργετικά αποτελέσματα των σύγχρονων προπονητικών τεχνικών που επικεντρώνονται και στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών.

Εκτός από την αερόβια ικανότητα, σημαντικό ρόλο παίζει και η αναερόβια ικανότητα. Στην παρούσα μελέτη, η μέγιστη αναερόβια ισχύς είναι σημαντικά μειωμένη στην πρώτη χρονική περίοδο (1981 – 1989) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Αντίστοιχα, η μέγιστη αναερόβια ισχύς των αθλητών κατά την τελευταία χρονική περίοδο (2011 – 2013) είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους, με εξαίρεση τη χρονική περίοδο 2000 – 2004. Παρατηρείται ότι όσο περνούν τα έτη, η μέγιστη αναερόβια ικανότητα των αθλητών αυξάνεται σημαντικά. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, η μέση μέγιστη αναερόβια ισχύς στην ομάδα 2011 – 2013 είναι μεγαλύτερη κατά 173,4 Watt. Οι

διαφορές στη μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν ήταν σημαντικές στις διάφορες ομάδες της μελέτης, επιβεβαιώνοντας το γεγονός ότι η μέγιστη καρδιακή συχνότητα εξαρτάται πρωτίστως από την ηλικία και τα εγγενή χαρακτηριστικά των αθλητών και όχι τις ενδεχόμενες προπονητικές βελτιώσεις.

Η βελτίωση της μυϊκής ισχύος με την πάροδο των ετών φάνηκε από τη διαχρονική αύξηση του ύψους του κάθετου άλματος. Το ύψος του κάθετου άλματος είναι σημαντικά μειωμένο στην πρώτη χρονική περίοδο (1981 – 1989) και είναι σημαντικά αυξημένο στην τελευταία χρονική περίοδο (2011 – 2013) σε σχέση με όλες τις άλλες χρονικές περιόδους. Παρατηρείται ότι όσο περνούν τα έτη, το ύψος του κάθετου άλματος των αθλητών αυξάνεται σημαντικά. Σε σχέση με την ομάδα 1981 – 1989, το μέσο ύψος του κάθετου άλματος στην ομάδα 2011 – 2013 είναι μεγαλύτερο κατά 5,7 cm.

Η παρούσα μελέτη έχει και ορισμένα μειονεκτήματα. Κατ' αρχήν, η μελέτη είναι αναδρομική, γεγονός που ενέχει ορισμένα μεθοδολογικά προβλήματα. Το ποσό των ωρών προπόνησης δεν μετρήθηκε στην παρούσα μελέτη. Επίσης, οι μηχανισμοί πίσω από τις εξελίξεις της φυσικής κατάστασης κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών παραμένουν ασαφείς, καθώς ορισμένες αθλητικές βελτιώσεις θα μπορούσαν απλώς να αποδοθούν σε αλλαγές στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, παρά σε εξελίξεις που προκαλούνται από τις τροποποιήσεις της προπόνησης ή της επιλογής των ποδοσφαιριστών.

Κεφάλαιο 5ο. Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι με την πάροδο των ετών, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και στις φυσιολογικές παραμέτρους των Ελλήνων επαγγελματιών ποδοσφαιριστών κατά την περίοδο 1981 – 2013. Συγκεκριμένα, όσο περνάνε τα χρόνια, οι ποδοσφαιριστές γίνονται ψηλότεροι και ελαττώνουν το ποσοστό σωματικού λίπους. Επίσης, από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές σε παραμέτρους φυσικής κατάστασης, όπως η VO_2max, ο πνευμονικός αερισμός, το αναερόβιο κατώφλι και η μέγιστη αναερόβια ισχύς, ενώ και η μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων όπως φαίνεται από το ύψος του κάθετου άλματος, είναι σημαντικά αυξημένο. Οι διαφοροποιήσεις αυτές αντικατοπτρίζουν τις υψηλές απαιτήσεις του σύγχρονου επαγγελματικού ποδοσφαίρου, αλλά και τα ευεργετικά αποτελέσματα των σύγχρονων προπονητικών τεχνικών.

Βιβλιογραφία

Arena, R., Myers, J., Williams, M. A., Gulati, M., Kligfield, P., Balady, G. J., et al. (2007). Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation, 116*(3), 329-343.

Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc, 36*(2), 278-285.

Aslan, A., Acikada, C., Güvenç, A., Gören, H., Hazir, T., & Ozkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in young soccer players. *J Sports Sci Med, 11*(1), 170-179.

Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci, 12 Spec No*, S5-12.

Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krustrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform, 2*(2), 111-127.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci, 24*(7), 665-674.

Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med, 4*(6), 381-394.

Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med, 35*(13), 1095-1100.

Barthelemy, L., Sebert, P., Vander-Marquers, Y., & Guillodo, Y. (1992). Qualites athletiques et adaption a 1'effort de jeunes footballeurs du Centre de Formation de Brest. *Medicine du sport, 66*(2), 60-65.

Bekris, E., Mylonis, E., Gissis, I., Katis, A., Metaxas, T., Komsis, S., et al. (2019). Variation of aerobic performance indices of professional elite soccer players during the annual macrocycle. *J Sports Med Phys Fitness, 59*(10), 1628-1634.

Bergh, U., & Ekblom, B. (1979). Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand, 107*(1), 33-37.

Bergkamp, T. L. G., Niessen, A. S. M., den Hartigh, R. J. R., Frencken, W. G. P., & Meijer, R. R. (2019). Methodological Issues in Soccer Talent Identification Research. *Sports Med, 49*(9), 1317-1335.

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., & Lakomy, H. K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol (1985), 80*(3), 876-884.

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., Lakomy, H. K., & Nevill, A. M. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *J Physiol, 482 (Pt 2)*, 467-480.

Brocherie, F., Girard, O., Forchino, F., Al Haddad, H., Dos Santos, G. A., & Millet, G. P. (2014). Relationships between anthropometric measures and athletic performance, with special reference to repeated-sprint ability, in the Qatar national soccer team. *J Sports Sci, 32*(13), 1243-1254.

Bruce, R. A., Blackmon, J. R., Jones, J. W., & Strait, G. (1963). Exercising Testing in Adult Normal Subjects and Cardiac Patients. *Pediatrics, 32*, SUPPL 742-756.

Carling, C., Le Gall, F., & Malina, R. M. (2012). Body size, skeletal maturity, and functional characteristics of elite academy soccer players on entry between 1992 and 2003. *J Sports Sci, 30*(15), 1683-1693.

Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *J Strength Cond Res, 27*(4), 1156-1161.

Castillo, D., Los Arcos, A., & Martínez-Santos, R. (2018). Aerobic endurance performance does not determine the professional career of elite youth soccer players. *J Sports Med Phys Fitness, 58*(4), 392-398.

Cipryan, L., & Gajda, V. (2011). The influence of aerobic power on repeated anaerobic exercise in junior soccer players. *J Hum Kinet, 28*, 63-71.

Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med, 22*(1), 45-51.

Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr, 32*(1), 77-97.

Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med, 3*(1), 50-60.

Elferink-Gemser, M. T., Huijgen, B. C., Coelho-e-Silva, M., Lemmink, K. A., & Visscher, C. (2012). The changing characteristics of talented soccer players--a decade of work in Groningen. *J Sports Sci, 30*(15), 1581-1591.

Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci, 30*(7), 625-631.

García García, O., Rial Boubeta, A., & Real Deus, E. (2012). Using heart rate to detect high-intensity efforts during professional soccer competition. *J Strength Cond Res, 26*(8), 2058-2064.

Gastin, P. B. (1994). Quantification of anaerobic capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 4*(2), 91-112.

Gaudino, P., Alberti, G., & Iaia, F. M. (2014). Estimated metabolic and mechanical demands during different small-sided games in elite soccer players. *Hum Mov Sci, 36*, 123-133.

Gonaus, C., Birklbauer, J., Lindinger, S. J., Stoggl, T. L., & Muller, E. (2019). Changes Over a Decade in Anthropometry and Fitness of Elite Austrian Youth Soccer Players. *Front Physiol, 10*, 333.

Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *Int J Sports Physiol Perform, 8*(2), 148-156.

https://nutritionalassessment.mumc.nl/en/skinfold-measurements.

Kemper, G. L., van der Sluis, A., Brink, M. S., Visscher, C., Frencken, W. G., & Elferink-Gemser, M. T. (2015). Anthropometric Injury Risk Factors in Elite-standard Youth Soccer. *Int J Sports Med, 36*(13), 1112-1117.

Kindermann, W. (1993). *Sportmedizinische Leistungsdiagnostik im Fussball* (Vol. 44).

Kirkendall, D. T. (1985). The Applied Sport Science of Soccer. *Phys Sportsmed, 13*(4), 53-59.

Lear, S. A., Brozic, A., Myers, J. N., & Ignaszewski, A. (1999). Exercise stress testing. An overview of current guidelines. *Sports Med, 27*(5), 285-312.

Lottermann, S. (1990). Konditionstraining mit Spielformen. *Fussballtraining, 5*(6), 17-21.

Lund, L. H., & Mancini, D. M. (2008). Peak VO2 in elderly patients with heart failure. *Int J Cardiol, 125*(2), 166-171.

Mancini, D., LeJemtel, T., & Aaronson, K. (2000). Peak VO(2): a simple yet enduring standard. *Circulation, 101*(10), 1080-1082.

Martinez-Santos, R., Castillo, D., & Los Arcos, A. (2016). Sprint and jump performances do not determine the promotion to professional elite soccer in Spain, 1994-2012. *J Sports Sci, 34*(24), 2279-2285.

Metaxas, T. I. (2021). Match Running Performance of Elite Soccer Players: V̇o2max and Players Position Influences. *J Strength Cond Res, 35*(1), 162-168.

Miller, T. D. (2008). Exercise treadmill test: estimating cardiovascular prognosis. *Cleve Clin J Med, 75*(6), 424-430.

Milsom, J., Naughton, R., O'Boyle, A., Iqbal, Z., Morgans, R., Drust, B., et al. (2015). Body composition assessment of English Premier League soccer players: a comparative DXA analysis of first team, U21 and U18 squads. *J Sports Sci, 33*(17), 1799-1806.

Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc, 42*(1), 170-178.

Paul, D. J., & Nassis, G. P. (2015). Physical Fitness Testing in Youth Soccer: Issues and Considerations Regarding Reliability, Validity and Sensitivity. *Pediatr Exerc Sci, 27*(3), 301-313.

Petridis, L., Utczás, K., Tróznai, Z., Kalabiska, I., Pálinkás, G., & Szabó, T. (2019). Vertical Jump Performance in Hungarian Male Elite Junior Soccer Players. *Res Q Exerc Sport, 90*(2), 251-257.

Ramadan, J., & Byrd, R. (1987). Physical characteristics of elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness, 27*(4), 424-428.

Ramirez-Campillo, R., Castillo, D., Raya-González, J., Moran, J., de Villarreal, E. S., & Lloyd, R. S. (2020). Effects of Plyometric Jump Training on Jump and Sprint Performance in Young Male Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med, 50*(12), 2125-2143.

Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med, 28*(12), 1018-1024.

Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci, 18*(9), 669-683.

Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci, 18*(9), 695-702.

Sales, M. M., Sousa, C. V., da Silva Aguiar, S., Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., Alves, P. M., et al. (2019). An integrative perspective of the anaerobic threshold. *Physiol Behav, 205*, 29-32.

Santos-Silva, P. R., D'Andrea Greve, J. M., Pedrinelli, A., Almeida, A. M., Osorio, B. B., Ferreira, M., et al. (2019). Comparing the Aerobic Fitness of Professional Male Soccer Players and Soccer Referees. *Curr Sports Med Rep, 18*(12), 497-501.

Sarmento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araujo, D. (2018). Talent Identification and Development in Male Football: A Systematic Review. *Sports Med, 48*(4), 907-931.

Sebert, P., Barthelemy, L., Dietman, Y., Douguet, C., & Boulay, J. (1990). A simple device for measuring a vertical jump: description and results. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 61*(3-4), 271-273.

Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness, 59*(1), 141-163.

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med, 35*(6), 501-536.

Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: influence of playing position, international status, and ethnicity. *J Sports Sci, 27*(10), 1019-1026.

Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *J Sports Sci, 23*(6), 601-618.

Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989-2012. *Int J Sports Physiol Perform, 8*(3), 323-329.

Wallace, J. L., & Norton, K. I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: game structure, speed and play patterns. *J Sci Med Sport, 17*(2), 223-228.

Wasserman, K. (1986). The anaerobic threshold: definition, physiological significance and identification. *Adv Cardiol, 35*, 1-23.

Wasserman, K., Beaver, W. L., & Whipp, B. J. (1990). Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. *Circulation, 81*(1 Suppl), II14-30.

Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *J Sports Sci, 18*(9), 657-667.

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med, 38*(3), 285-288.

Withers, R. T., Roberts, G. D., & Davies, G. J. (1977). The maximum aerobic power, anaerobic power and body composition of South Australian male representatives in athletics, basketball, field hockey and soccer. *J Sports Med Phys Fitness, 17*(4), 391-400.

Zelenka, V., Seliger, V., & Ondrej, O. (1967). Specific function testing of young football players. *J Sports Med Phys Fitness, 7*(3), 143-147.

Βολακλής, Κ., Κασάμπαλης, Α., & Τοκμακίδης, Σ. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά αθλητών ποδοσφαίρου. *Κινησιολογία, 3*(1), 4-16.

Τσοπανάκης, Α., Τοκμακίδης, Σ., & Κιούσης, Α. (1986). Μεταβολικές ικανότητες Ελλήνων ποδοσφαιριστών. *Αθλητική Επιστήμη Θεωρία και Πράξη, 1*, 7-11.