



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΕΛΛΗΝΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΩΝ (SL2), Γ' ΕΘΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΛΙΤΕ U-19 ΑΘΛΗΤΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Ονοματεπώνυμο Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Γιώργος Κουδούνης

Προπονητής Φυσικής Κατάστασης

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μιχάλης Μητροτάσιος, Επίκουρος Καθηγητής ΣΕΦΑΑ-ΕΚΠΑ, Επιβλέπων
Καθηγητής

Νίκος Κωστόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΕΦΑΑ-ΕΚΠΑ, Μέλος Τριμελούς
Επιτροπής

Ιωάννης Ισχυρλίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΕΦΑΑ-ΔΠΘ, Μέλος Τριμελούς
Επιτροπής

Λάρισα 2025

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

COMPARATIVE STUDY OF ATHLETICS PERFORMANCE OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS BETWEEN PROFESSIONALS (SL2), THIRD DIVISION AND ELITE U-19 GREEK FOOTBALL PLAYERS IN THE PRE-SEASON PERIOD

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, τον επιβλέποντα καθηγητή της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, κύριο Μιχάλη Μητροτάσιο, και να του εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου, για την ουσιαστική καθοδήγηση και την συμβολή του στην ολοκλήρωση της έρευνας. καθώς και τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής κ Ιωάννη Ισχυρλίδη και Νίκο Κωστόπουλο, για τις πολύτιμες συμβουλές, τις κατευθύνσεις, και την επιστημονική στήριξη που μου παρείχαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Τους γονείς μου Παναγιώτη και Σοφία, που με στηρίζουν σε όλες μου τις προσπάθειες παιδιόθεν.

Να αφιερώσω την μεταπτυχιακή διπλωματική μου εργασία, στα μικρά μου τέκνα Παναγιώτη και Ιωάννη, που ανέχονταν την πολύωρη απουσία μου, καθώς και στην αγαπημένη μου σύζυγο Πολυξένη, που εξ αρχής με παρακίνησε στη συνέχιση των σπουδών μου, και επωμίστηκε αγόγγυστα δυσανάλογα οικογενειακά βάρη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η αξιολόγηση των φυσιολογικών, σωματομετρικών και φυσικών χαρακτηριστικών των ποδοσφαιριστών διαφορετικού επιπέδου και ηλικίας είναι καθοριστική για την κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην αθλητική απόδοση. Ωστόσο υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία γύρω από το συγκεκριμένο θέμα, ιδιαίτερα ως προς τη σύγκριση των παραμέτρων αυτών ανάμεσα σε ομάδες που αγωνίζονται σε διαφορετικό επίπεδο και ανάμεσα σε διαφορετικές ηλικίες ποδοσφαιριστών.

Σκοπός: Η παρούσα μελέτη είχε στόχο να διερευνήσει τις διαφορές στις φυσιολογικές παραμέτρους, στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά και στους δείκτες φυσικής κατάστασης μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων και ηλικιακών κατηγοριών.

Μεθοδολογία: Στη μελέτη συμμετείχαν 77 ποδοσφαιριστές από τρεις ομάδες: ΑΠΟΛΛΩΝ (υψηλό επίπεδο – SL2), ΚΟΡΙΝΘΟΣ (χαμηλότερο επίπεδο - Γ Εθνική), και μία αναπτυξιακή ομάδα Elite Ακαδημίας (Κ19). Μετρήθηκαν η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max), η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max), η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax), οι παράμετροι αναερόβιου κατώφλιου (vLT , HRLT , $\text{LT/VO}_2\text{MAX_F}$), τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (βάρος, ύψος, σωματικό λίπος), η αλτική ικανότητα (Jump) και η ευλυγισία (Flexibility). Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν ANOVA με post-hoc συγκρίσεις Bonferroni και αναλύσεις συσχέτισης.

Αποτελέσματα: Καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές στο VO_2max , με την ομάδα υψηλού επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ: 57.09 ml/kg/min) να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με την ΚΟΡΙΝΘΟ (49.04 ml/kg/min) και την Κ19 (50.96 ml/kg/min). Η νεανική ομάδα Κ19 παρουσίασε υψηλότερες τιμές στην ταχύτητα VO_2max (18.63 km/h) συγκριτικά με τις ομάδες ενηλίκων. Το σωματικό λίπος ήταν χαμηλότερο στον ΑΠΟΛΛΩΝΑ (9.4%) και υψηλότερο στην ΚΟΡΙΝΘΟ (14.15%), με την Κ19 να παρουσιάζει ενδιάμεσες τιμές (11.55%). Η αλτική ικανότητα διαφοροποιήθηκε με βάση το αγωνιστικό επίπεδο, με τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ να παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές (49.37 cm) σε σύγκριση με την ΚΟΡΙΝΘΟ (38.47 cm) και την Κ19 (38.06 cm), μεταξύ των οποίων δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές. Η ευλυγισία ήταν σημαντικά υψηλότερη στις ομάδες ενηλίκων (ΑΠΟΛΛΩΝ: 25.64 cm, ΚΟΡΙΝΘΟΣ: 22.72 cm) συγκριτικά με τη νεανική ομάδα (Κ19: 11.03 cm). Καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ: ταχύτητας αναερόβιου κατώφλιου και σωματικού λίπους ($\rho = -0.900$, $p = 0.037$), ευλυγισίας και ηλικίας ($r = 0.938$, $p = 0.018$), μέγιστης πρόσληψης και ταχύτητας στο αερόβιο κατώφλι και καρδιακής συχνότητας στο αναερόβιο κατώφλι και ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι ($r = 0.902$, $p = 0.036$).

Συμπεράσματα: Η αερόβια ικανότητα (VO_2max) και το σωματικό λίπος διαφοροποιούνται με βάση το αγωνιστικό επίπεδο, με τις ομάδες υψηλότερου επιπέδου να παρουσιάζουν καλύτερες τιμές. Η αλτική ικανότητα αποτελεί σημαντικό δείκτη διάκρισης μεταξύ ομάδων διαφορετικού επιπέδου, ενώ η ευλυγισία συσχετίζεται θετικά με την ηλικία, πιθανώς λόγω διαφορών στα προπονητικά προγράμματα. Η ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι και σωματικού

λίπους υπογραμμίζει τη σημασία της βελτίωσης της σωματικής σύστασης για την αναερόβια απόδοση.

Λέξεις-κλειδιά: Ποδόσφαιρο, αερόβια ικανότητα, αναερόβιο κατώφλι, σωματική σύσταση, φυσική κατάσταση, αλτική ικανότητα, ευλυγισία.

ABSTRACT

Introduction: Assessing the physiological, body and physical characteristics of football players of different levels and ages is crucial to understanding the factors that contribute to athletic performance. However, there is limited literature on this topic, particularly with regard to the comparison of these parameters between teams playing at different levels and between different ages of football players.

Aim: The present study aimed to investigate the differences in physiological parameters, somatometric characteristics and fitness indicators between football players of different playing levels and age categories.

Methods: 77 football players from three teams participated in the study: APOLLON (high level – SL2), KORINTHOS (lower level – 3rd Division League), and a developmental team (U19). Maximum oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$), velocity at maximum oxygen uptake ($\text{vVO}_{2\text{max}}$), maximum heart rate (HR_{max}), anaerobic threshold parameters (vLT , HRLT , $\text{LT}/\text{VO}_{2\text{MAXF}}$), somatometric characteristics (weight, height, body fat), jumping ability (Jumb) and flexibility (Flexibility) were measured. ANOVA with post-hoc Bonferroni comparisons and correlation analyses were used for statistical analysis.

Results: Significant differences in $\text{VO}_{2\text{max}}$ were recorded, with the high level group (APOLLON: 57.09 ml/kg/min) showing higher values compared to KORINTHO (49.04 ml/kg/min) and U19 (50.96 ml/kg/min). The U19 youth group showed higher values in $\text{VO}_{2\text{max}}$ (18.63 km/h) compared to the adult groups. Body fat was lower in APOLLONA (9.4%) and higher in KORINTHO (14.15%), with U19 showing intermediate values (11.55%). Jumping ability differed by level of competition, with APOLLONA having the highest values (49.37 cm) compared to KORINTHO (38.47 cm) and U19 (38.06 cm), between which there were no significant differences. Flexibility was significantly higher in the adult groups (APOLLON: 25.64 cm, KORINTHOS: 22.72 cm) compared to the youth group (U19: 11.03 cm). Statistically significant correlations were recorded between: anaerobic threshold velocity and body Fat ($p = -0.900$, $p = 0.037$), flexibility and Age ($r = 0.938$, $p = 0.018$), and Heart Rate at anaerobic threshold and anaerobic threshold velocity ($r = 0.902$, $p = 0.036$).

Conclusions: Aerobic capacity ($\text{VO}_{2\text{max}}$) and body fat differed by competitive level, with higher level teams showing better values. Jumping ability is an important marker of discrimination between groups of different levels, while flexibility is positively correlated with age, probably due to differences in training programmes. The strong negative correlation between anaerobic threshold velocity and body fat underlines the importance of optimizing body composition for anaerobic performance.

Keywords: Football, aerobic capacity, anaerobic threshold, body composition, fitness, jumping ability, flexibility.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ	4
1.1 Φυσιολογικές Απαιτήσεις και Προφίλ Απόδοσης στο Επαγγελματικό Ποδόσφαιρο: Ανάλυση Κινητικών Προτύπων, Μέγιστης Δύναμης και Νευρομυϊκής Προσαρμογής	4
1.2 Περίοδοι στο αναερόβιο κατώφλι κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού ποδοσφαίρου	10
1.3 Μέγιστη αερόβια ικανότητα	11
1.4 Αερόβια Ικανότητα κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.	13
2. ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟΥΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΕΣ	15
3. ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΔΥΝΑΜΗΣ, ΣΠΡΙΝΤ ΚΑΙ ΑΛΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	18
3.1 Μυϊκή Υπερτροφία	19
3.2 Νευρικές Προσαρμογές.....	19
3.3 Αλτικές Ικανότητες και Ικανότητες Σπριντ	22
4. ΤΡΟΠΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ	24
4.1 Δοκιμασίες πεδίου	24
4.2 Δοκιμασίες Εργαστηρίου.....	25
5. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	28
5.1 Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά	28
5.2 Σωματική Σύσταση.....	30
5.3 Προφίλ αερόβιας δραστηριότητας	31
5.4 Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα (HRmax).....	33
5.5 Ταχύτητα στο Αναερόβιο Κατώφλι (vLT).....	35
5.6 Ταχύτητα Καρδιακού ρυθμού στο γαλακτικό κατώφλι.....	36
5.8 Ευλυγισία	38
6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	40
7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
7.1 1 ^ο Ερευνητικό Ερώτημα: Διαφορές στις φυσιολογικές παραμέτρους ανάλογα το επίπεδο στο οποίο αγωνίζονται οι ποδοσφαιριστές.....	42
7.2 2 ^ο ερευνητικό ερώτημα: Ποιες είναι οι διαφοροποιήσεις στις σωματομετρικές παραμέτρους;	47
7.3 3 ^ο ερευνητικό ερώτημα: Διαφοροποίηση των δεικτών αλτικότητας και ευλυγισίας	51

7.4 4^ο Ερευνητικό Ερώτημα: Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών των παραμέτρων;	54
8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	58
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

Πίνακας Συντομογραφιών

Συντομογραφία	Επεξήγηση
VO ₂ max	Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
VO ₂	Πρόσληψη οξυγόνου
VO ₂ submax	Υπομέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
HRmax	Μέγιστη καρδιακή συχνότητα
HR	Καρδιακή συχνότητα
HRrest	Καρδιακή συχνότητα ηρεμίας
HRres	Εφεδρικός καρδιακός ρυθμός
HRLT	Καρδιακή συχνότητα στο γαλακτικό κατώφλι
HRV	Μεταβλητότητα καρδιακής συχνότητας
vVO ₂ max	Ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
vVK	Ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι
vLT	Ταχύτητα στο γαλακτικό κατώφλι
HRLT	Καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι
LT/VO ₂ max	Ποσοστό αναερόβιου κατωφλίου προς τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
M	Μέτρα
Cm	Εκατοστά
km/h	Χιλιόμετρα ανά ώρα
ml/kg/min	Μιλιλίτρα ανά κιλό σωματικού βάρους ανά λεπτό
mL/kg ^{0.75} /min	Μιλιλίτρα ανά κιλό σωματικού βάρους υψωμένο στη δύναμη 0,75 ανά λεπτό
Mb	Σωματική μάζα
Mr	Άλιπη σωματική μάζα
Bpm	Παλμοί ανά λεπτό
mmol/L	Χιλιοστόμολ ανά λίτρο
Kcal	Θερμίδες
Kg	Κιλά
1RM	Μέγιστη επανάληψη (μία μέγιστη επανάληψη)
%	Ποσοστό
ISAK	Διεθνής Εταιρεία για την Προώθηση της Κινανθρωπομετρίας
U-14, U-15, κτλ.	Ηλικιακή κατηγορία κάτω των 14, 15 ετών κτλ.
K19, K17	Ηλικιακή κατηγορία κάτω των 19, 17 ετών
SL2 - Pro 2	Επαγγελματική κατηγορία 2
P	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
η ²	Μέγεθος επίδρασης (partial eta squared)
R	Συντελεστής συσχέτισης Pearson
P	Συντελεστής συσχέτισης Spearman

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος σε ελίτ και μη ελίτ ποδοσφαιριστές. Τα στοιχεία βασίζονται στις μέσες τιμές που έχουν μετρηθεί σε πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση (Πηγή: Hall, 2024)	10
Εικόνα 2 Γράφημα περιθωριακών μέσων για VO_{2max} και vVO_{2max}	47
Εικόνα 3 Γράφημα περιθωριακών μέσων για vLT και $HRLT$ των ποδοσφαιριστών.....	47
Εικόνα 4 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το βάρος των ποδοσφαιριστών	50
Εικόνα 5 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το ύψος των ποδοσφαιριστών	50
Εικόνα 6 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το ποσοστό λίπους των ποδοσφαιριστών.....	51
Εικόνα 7 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το άλμα των ποδοσφαιριστών	53
Εικόνα 8 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με την ευλυγισία των ποδοσφαιριστών.....	54

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και οικονομία τρεξίματος σε δύο υποκείμενα με διαφορετικό σωματικό βάρος (Πηγή: Chamari et al.).....	12
Πίνακας 2 Περιγραφικά στατιστικά και αποτελέσματα ANOVA για τις φυσιολογικές παραμέτρους ανά ομάδα.....	42
Πίνακας 3 Σύγκριση φυσιολογικών παραμέτρων	45
Πίνακας 4 Περιγραφικά στατιστικά και αποτελέσματα ANOVA για τις σωματομετρικές μεθόδους ανά ομάδα.....	47
Πίνακας 5 Σύγκριση σωματομετρικών χαρακτηριστικών	49
Πίνακας 6 Περιγραφικά στατιστικά δεικτών φυσικής κατάστασης ανά ομάδα	51
Πίνακας 7 Σύγκριση δεικτών φυσικής κατάστασης μεταξύ ομάδων (Bonferroni post-hoc)	52
Πίνακας 8 Συσχέτιση VO_{2max} με σωματομετρικές παραμέτρους	55
Πίνακας 9 Πίνακας Συσχετίσεων Αλτικής Ικανότητας με φυσιολογικές παραμέτρους	55
Πίνακας 10 Πίνακας Συσχετίσεων ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι με άλλες παραμέτρους	56
Πίνακας 11 Πίνακας Συσχετίσεων Ευλυγισίας με άλλες παραμέτρους	57
Πίνακας 12 Συσχέτιση μέγιστης καρδιακής συχνότητας στο αναερόβιο κατώφλι και ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι.....	57
Πίνακας 13 Συσχέτιση ταχύτητας στη VO_{2max} με VO_{2max} και vLT	57

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο ποδόσφαιρο, οι αθλητές καλύπτουν κατά μέσο όρο συνολική απόσταση κατά τη διάρκεια ενός πλήρους αγώνα (90 λεπτά συν τον επιπλέον χρόνο για παράταση) περίπου 8-14 χλμ. και η σωματική τους δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από ένα εξαιρετικά μεταβλητό μοτίβο ενεργειών, όπως περπάτημα, τρέξιμο, τρέξιμο με υψηλή και χαμηλή ταχύτητα, σπριντ, κίνηση προς τα πίσω, λακτίσματα, άλμα ή μαρκάρισμα (Dolci, 2020). Καθώς οι σωματικές απαιτήσεις των ποδοσφαιριστών έχουν εξελιχθεί σε συνδυασμό με την εξέλιξη του αθλήματος με την πάροδο του χρόνου και είναι πλέον πιο απαιτητικές, αυτό συνεπάγεται ότι οι αθλητές έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σύστασης σώματος από ό,τι πριν από δεκαετίες. Επίσης, τα διαφορετικά επίπεδα αγωνιστικής προσπάθειας των αθλητών επηρεάζουν συχνά και τα σωματομετρικά τους χαρακτηριστικά (Peerj, 2022, Ostojic, 2003, Bidaurrezaga-Letona, 2016 Mitic, 2021).

Οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη σύσταση σώματος των ποδοσφαιριστών είναι ποικίλοι. Μεταξύ αυτών είναι η θέση παιχνιδιού, η εθνικότητα, οι διατροφικές συνήθειες, η ατομική φυσιολογία, το στυλ παιχνιδιού και ο όγκος προπόνησης αλλά και η ηλικία (Lopez, Caseres, 2019). Η θέση παιχνιδιού ή το στυλ παιχνιδιού μπορεί να είναι καθοριστικός παράγοντας, καθώς οι σωματικές απαιτήσεις και οι καθοριστικές ενέργειες κατά τη διάρκεια των αγώνων είναι διαφορετικές, για παράδειγμα, το ύψος ενός τερματοφύλακα, η ταχύτητα που απαιτείται από έναν μέσο ή η σωματική δύναμη που απαιτείται από έναν κεντρικό αμυντικό για να σταματήσει την αντίπαλη ομάδα. Οι διατροφικές συνήθειες και ο όγκος προπόνησης, λαμβάνοντας υπόψη την πρόσληψη και τη δαπάνη ενέργειας που συνεπάγεται, μπορούν να επηρεάσουν τη λιπώδη μάζα και τη μυϊκή μάζα (Collins, 2001). Τέλος, η εθνικότητα και η ατομική φυσιολογία κάθε παίκτη είναι επίσης παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη, καθώς ορισμένες εθνικές ομάδες μπορεί να έχουν μεγαλύτερη γενετική προδιάθεση για συσσώρευση λίπους σε ορισμένες περιοχές του σώματος, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάσει τη σύσταση σώματος των παικτών (Lopez Caceres, 2019).

Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει μια ενιαία ιδανική τιμή για τα διάφορα τμήματα του σώματος, καθώς, ανάλογα με τη μέθοδο μέτρησης ή/και τη θέση παιχνιδιού, μπορεί να ποικίλλουν (Sebastia,-Rico, 2023. Sutton, 2009). Οι Sebastia-Rico et al., δημοσίευσαν πρόσφατα δύο μελέτες σχετικά με την αξιολόγηση της σύστασης του σώματος σε επαγγελματίες άνδρες ποδοσφαιριστές, όπου αναλύθηκαν

οι διαφορές μεταξύ διαφορετικών μεθόδων μέτρησης (συμπεριλαμβανομένης της ανθρωπομετρίας) και διαφορετικών θέσεων παιχνιδιού. Ωστόσο, υπάρχει λίγη επιστημονική βιβλιογραφία που περιλαμβάνει τιμές της μάζας χωρίς λίπος (FFM) ή παραμέτρους όπως η ηλικία των ποδοσφαιριστών ή η θέση στην οποία αγωνίζονται για την παροχή χρήσιμων δεδομένων και συσχετίσεων (Sebastia,-Rico, 2023, Bernal-Orozco, 2020).

Η σωματική ανάπτυξη των ποδοσφαιριστών και η ανίχνευση του ταλέντου ενός αθλητή μπορούν να προσδιοριστούν μέσω διαφόρων μεθόδων μέτρησης, με πιο διαδεδομένη την ανθρωπομετρία (Cruz, 2009). Η ανθρωπομετρία αναφέρεται στις διάφορες μετρήσεις του μεγέθους και των αναλογιών του ανθρώπινου σώματος, με τις οποίες, μέσω εξισώσεων, είναι δυνατόν να προκύψει μια εκτίμηση του ποσοστού του λίπους και της άλιπης μυϊκής μάζας μέσα από χαρακτηριστικά όπως το ύψος, το βάρος και η ηλικία. Ένας από τους φορείς που έχουν ως έργο τη διάδοση της ανθρωπομετρίας είναι η Διεθνής Εταιρεία για την Προώθηση της Κινηματομετρίας (ISAK – International Society for the Advancement of Kinanthropometry), η οποία ιδρύθηκε ως οργανισμός του οποίου το επιστημονικό και επαγγελματικό έργο σχετίζεται με την κινηματική ανθρωπομετρία (Reilly, 2000). Επιπλέον, οι ανθρωπομετρικές τεχνικές ξεχωρίζουν μεταξύ των διαφόρων μεθόδων εκτίμησης της σύστασης του σώματος λόγω του χαμηλού κόστους, της καλής αναπαραγωγιμότητας και της ευκολίας εφαρμογής τους (Cruz, 2009).

Οι φυσιολογικές διαφορές μεταξύ επαγγελματιών και αναπτυσσόμενων ποδοσφαιριστών έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας. Συγκριτικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι επαγγελματίες ποδοσφαιριστές παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες τιμές VO₂max (60-65 ml/kg/min) συγκριτικά με τους νεαρούς elite αθλητές (55-60 ml/kg/min). Στην προαγωνιστική περίοδο, οι διαφορές αυτές γίνονται περισσότερο εμφανείς, με τους επαγγελματίες να επιδεικνύουν ταχύτερη προσαρμογή στις προπονητικές επιβαρύνσεις. Επιπρόσθετα, παλαιότερες μελέτες έχουν καταγράψει σημαντικές διαφορές στη σωματική σύσταση και τις φυσιολογικές παραμέτρους μεταξύ των αθλητών που αγωνίζονται σε διαφορετικό επίπεδο ανταγωνισμού, υποδεικνύοντας την επίδραση της μακροχρόνιας συστηματικής προπόνησης στη φυσιολογική ανάπτυξη των αθλητών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαφοροποίηση του αναερόβιου κατωφλίου, το οποίο εμφανίζεται σε υψηλότερα

ποσοστά της μέγιστης καρδιακής συχνότητας στους επαγγελματίες αθλητές (Bidaurreazaga-Letona, 2016, Ostojic, 2003).

Σε αυτό το πλαίσιο, εντοπίζεται ένα επιστημονικό κενό, αφού, δεν υπάρχει πρόσφατη συγκριτική μελέτη των φυσιολογικών παραμέτρων ποδοσφαιριστών μεταξύ επαγγελματιών και elite U19 αθλητών ποδοσφαίρου στην Ελλάδα. Με σκοπό την κάλυψη αυτού του επιστημονικού κενού, ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των διαφορών στις φυσιολογικές παραμέτρους και αθλητικές επιδόσεις μεταξύ επαγγελματιών, ημί-επαγγελματιών και νεαρών elite ποδοσφαιριστών κατά την προαγωνιστική περίοδο.

1. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ

1.1 Φυσιολογικές Απαιτήσεις και Προφίλ Απόδοσης στο Επαγγελματικό Ποδόσφαιρο: Ανάλυση Κινητικών Προτύπων, Μέγιστης Δύναμης και Νευρομυϊκής Προσαρμογής

Το ποδόσφαιρο είναι το πιο δημοφιλές άθλημα στον πλανήτη, και οι αθλητές του είναι άνδρες, γυναίκες, παιδιά και ενήλικες με διαφορετικά επίπεδα αγωνιστικών απαιτήσεων. Όπως γίνεται και με άλλα σπορ, η επιστήμη μπορεί να βοηθήσει για τη βελτίωση των επιδόσεων. Οι επιδόσεις στο ποδόσφαιρο εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένων της τεχνικής, της τακτικής, των σωματικών παραμέτρων και των παραμέτρων της φυσιολογίας των αθλητών καθώς επίσης και νοητικές παραμέτρους (Bangsbo, 1994). Οι αποστάσεις που καλύπτονται σε κορυφαίο επίπεδο είναι της τάξης των 10-12χλμ για τους παίκτες πεδίου, και περίπου 4χλμ για τον τερματοφύλακα. Πολλαπλές μελέτες αναφέρουν ότι οι μέσοι καλύπτουν τις μεγαλύτερες αποστάσεις κατά τη διάρκεια ενός αγώνα και ότι οι επαγγελματίες παίκτες διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις από τους μη επαγγελματίες (Mohr, 2003, Barte, 2017). Η ένταση της άσκησης μειώνεται και η απόσταση που καλύπτεται είναι 5-10% μικρότερη στο δεύτερο ημίχρονο σε σύγκριση με το πρώτο. Κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα, ένα σπριντ πραγματοποιείται περίπου κάθε 90 δευτερόλεπτα, με μέση διάρκεια 2-4 δευτερόλεπτα. Τα σπριντ αποτελούν το 1-11% της συνολικής απόστασης που καλύπτεται κατά τη διάρκεια ενός αγώνα αντιστοιχώντας στο 0,5-3,0% του πραγματικού χρόνου παιχνιδιού (δηλαδή του χρόνου που η μπάλα είναι σε παιχνίδι) (Helgerud, 2001).

Στο πλαίσιο της αντοχής του παιχνιδιού, κάθε παίκτης εκτελεί 1000-1400 κυρίως σύντομες δραστηριότητες που αλλάζουν κάθε 4-6 δευτερόλεπτα. Επιπλέον δραστηριότητες που εκτελούνται είναι: 10-20 σπριντ, τρέξιμο υψηλής έντασης περίπου κάθε 70 δευτερόλεπτα, περίπου 15 τάκλιν, 10 κεφαλιές, 50 επαφές με την μπάλα, περίπου 30 πάσες καθώς και αλλαγές ρυθμού και διατήρηση ισχυρών συσπάσεων για τη διατήρηση της ισορροπίας και τον έλεγχο της μπάλας υπό αμυντική πίεση (Hoff, 2002). Η συχνότητα των σπριντ εξαρτάται και από τη θέση στην οποία αγωνίζεται ο παίκτης. Για παράδειγμα οι ακραίοι αμυντικοί κάνουν σπριντ περισσότερο από το διπλάσιο σε σύγκριση με τους κεντρικούς αμυντικούς (2,5 φορές περισσότερο), ενώ οι μέσοι και οι επιθετικοί εκτελούν σημαντικά περισσότερα σπριντ από τους κεντρικούς

αμυντικούς (1,6-1,7 φορές περισσότερο). Αυτό συνάδει με τα ευρήματα της μελέτης των Mohr et al., οι οποίοι αναφέρουν ότι οι ακραίοι αμυντικοί και οι επιθετικοί έκαναν σημαντικά περισσότερα σπριντ από τους κεντρικούς αμυντικούς και τους μέσους (Mohr, 2003).

Η δύναμη και η ισχύς είναι εξίσου σημαντικές με την αντοχή στο ποδόσφαιρο. Η μέγιστη δύναμη αναφέρεται στην υψηλότερη δύναμη που μπορεί να παραχθεί από το νευρομυϊκό σύστημα κατά τη διάρκεια μιας μέγιστης εκούσιας συστολής (μέγιστη επανάληψη [1RM]), ενώ η ισχύς είναι το γινόμενο της δύναμης και της ταχύτητας και αναφέρεται στην ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να παράγει τη μεγαλύτερη δυνατή ώθηση σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Η μέγιστη δύναμη είναι μια βασική ιδιότητα που επηρεάζει την απόδοση ισχύος· μια αύξηση στη μέγιστη δύναμη συνήθως συνδέεται με βελτίωση στη σχετική δύναμη και επομένως με βελτίωση των ικανοτήτων ισχύος. Έχει παρατηρηθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ του 1RM και της επιτάχυνσης και αλλά και της ταχύτητας κίνησης. Αυτή η σχέση μέγιστης δύναμης/απόδοσης ισχύος υποστηρίζεται τόσο από τα αποτελέσματα δοκιμασιών αλμάτων όσο και από τα αποτελέσματα σπριντ 30 μέτρων (Hoff, 2004).

Με την αύξηση της διαθέσιμης δύναμης μυϊκής συστολής στους κατάλληλους μύες ή στις κατάλληλες μυϊκές ομάδες, η επιτάχυνση και η ταχύτητα μπορούν να βελτιωθούν και να γίνουν δεξιότητες σημαντικές για το ποδόσφαιρο, αφού παίζουν ρόλο σε κινήσεις όπως οι στροφές, τα σπριντ και οι αλλαγές ρυθμού. Τα υψηλά επίπεδα μέγιστης δύναμης στα άνω και κάτω άκρα μπορούν επίσης να προλάβουν τραυματισμούς στο ποδόσφαιρο (Amason, 2004). Επιπλέον, πρόσφατη μελέτη δείχνει ότι η εισαγωγή ενός προγράμματος προπόνησης δύναμης μείωσε τον αριθμό των τραυματισμών κατά περίπου 50%. Από αυτά τα ευρήματα είναι εμφανές ότι η υψηλού επιπέδου τεχνική και τακτική ικανότητα στο ποδόσφαιρο μπορεί να επιδεικνύεται σταθερά καθ' όλη τη διάρκεια ενός αγώνα 90 λεπτών μόνο από ποδοσφαιριστές με υψηλή ικανότητα αντοχής και δύναμης (Owen, 2013).

Λόγω της διάρκειας του παιχνιδιού, το ποδόσφαιρο εξαρτάται κυρίως από τον αερόβιο μεταβολισμό. Η μέση ένταση της εργασίας, μετρούμενη ως ποσοστό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HRmax), κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα 90 λεπτών είναι κοντά στο αναερόβιο κατώφλι (η υψηλότερη ένταση άσκησης όπου η παραγωγή και η απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος είναι ίση· συνήθως μεταξύ 80-

90% της HRmax στους ποδοσφαιριστές (Stolen, 2005). Θα ήταν φυσιολογικά αδύνατο να διατηρηθεί υψηλότερη η μέση ένταση για μία μεγαλύτερη χρονική περίοδο λόγω της επακόλουθης συσσώρευσης γαλακτικού οξέος στο αίμα. Ωστόσο, η έκφραση της έντασης του παιχνιδιού αν εκφραστεί σαν μέσος όρος για 90 λεπτά, ή για κάθε ημίχρονο, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική απώλεια συγκεκριμένων πληροφοριών. Πράγματι, οι ποδοσφαιρικοί αγώνες παρουσιάζουν περιόδους και καταστάσεις δραστηριότητας υψηλής έντασης όπου λαμβάνει χώρα συσσώρευση γαλακτικού οξέος. Συνεπώς, οι παίκτες χρειάζονται περιόδους δραστηριότητας χαμηλής έντασης για να απομακρύνουν το γαλακτικό οξύ από τους εργαζόμενους μύες. Σε σχετικούς όρους, υπάρχει ελάχιστη ή καμία διαφορά μεταξύ της έντασης άσκησης σε επαγγελματικό και μη επαγγελματικό ποδόσφαιρο, αλλά η απόλυτη ένταση φαίνεται ότι είναι υψηλότερη στους επαγγελματίες αθλητές. Ωστόσο, δεν είναι εύκολο να υπάρχουν ακριβή και έγκυρα δεδομένα κατά τη μέτρηση της πρόσληψης οξυγόνου (VO_2) κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα. Αντίθετα, οι μετρούμενες τιμές είναι πιθανώς υποεκτιμημένες, καθώς ο εξοπλισμός πιθανότατα παρεμπόδιζε την απόδοση (Stolen, 2005).

Οι Little et al., χρησιμοποίησαν σάκους Douglas (με εξοπλισμό βάρους 1200g), μετρώντας το VO_2 σε περιόδους περίπου 3 λεπτών σε δύο παίκτες ποδοσφαίρου. Διαπίστωσαν μέσο VO_2 35 και 38 ml/kg/min στο πρώτο ημίχρονο και 29 και 30 ml/kg/min στο δεύτερο. Αυτό αντιστοιχούσε σε 56-61% και 47-49% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) για τους δύο παίκτες στο πρώτο και δεύτερο ημίχρονο, αντίστοιχα, που είναι σημαντικά χαμηλότερο από ό,τι αναφέρεται σε άλλες μελέτες. Οι αποστάσεις που καλύφθηκαν κατά τη διάρκεια των καταγραφών VO_2 ήταν 11% μικρότερες σε σύγκριση με εκείνους που δεν φορούσαν τους σάκους Douglas, γεγονός που εξηγεί εν μέρει τις χαμηλές τιμές VO_2 που παρατηρήθηκαν. Υπάρχει βάσιμος λόγος να πιστεύουμε ότι η χρήση των σάκων Douglas, λόγω του μεγέθους τους (και του περιορισμένου χρόνου για δειγματοληψία αερίων), μείωσε τη συμμετοχή σε μονομαχίες, τάκλιν και άλλες ενεργειακά απαιτητικές δραστηριότητες στον αγώνα, και, συνεπώς, υποεκτίμησε τις ενεργειακές απαιτήσεις στο ποδόσφαιρο (Little, 2007).

Η καθιέρωση της σχέσης μεταξύ καρδιακής συχνότητας (HR) και VO_2 κατά τη διάρκεια ενός αγώνα επιτρέπει την ακριβή έμμεση μέτρηση του VO_2 κατά τη διάρκεια ποδοσφαιρικών αγώνων. Η καθιέρωση της σχέσης μεταξύ HR και VO_2 (η σχέση HR- VO_2) για κάθε παίκτη μπορεί να αντικατοπτρίζει με ακρίβεια την ενεργειακή δαπάνη

σε άσκηση σταθερής κατάστασης. Ωστόσο, ορισμένοι συγγραφείς αμφισβητούν τη σχέση HR-VO₂ στη διαλειμματική άσκηση. Οι στατικές συσπάσεις, η άσκηση με μικρές μυϊκές ομάδες και οι ψυχολογικές και θερμικές καταπονήσεις, θα αυξήσουν την HR σε δεδομένο VO₂, δηλαδή θα αλλάξουν τη γραμμή HR-VO₂. Ωστόσο, στο ποδόσφαιρο, με δυναμική εργασία με μεγάλες μυϊκές ομάδες, θα ήταν αναμενόμενο ότι η συσχέτιση HR-VO₂ αποτελεί μία αρκετά καλή εκτίμηση της ενεργειακής δαπάνης (Datson, 2014).

Εάν υποθέσουμε ότι η γραμμή HR-VO₂ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ακριβή εκτίμηση του VO₂ στο ποδόσφαιρο, μια μέση ένταση άσκησης 85% της HR_{max} θα αντιστοιχεί σε περίπου 75% της VO_{2max}. Αυτό αντιστοιχεί σε μέσο VO₂ 45.0, 48.8 και 52.5 mL/kg/min για έναν παίκτη με 60, 65 και 70 mL/kg/min σε VO_{2max}, αντίστοιχα, και πιθανώς αντικατοπτρίζει την ενεργειακή δαπάνη που συμβαίνει στο σώμα των παικτών σύγχρονο ποδόσφαιρο. Για έναν παίκτη βάρους 75kg αυτό αντιστοιχεί σε 1519, 1645 και 1772 kcal που δαπανώνται κατά τη διάρκεια ενός αγώνα (1L οξυγόνου/min αντιστοιχεί σε 5 kcal) υποθέτοντας τις ακόλουθες τιμές των 60, 65 και 70 mL/kg/min σε VO_{2max}, αντίστοιχα (Astrand, 2003).

Σε παλαιότερη μελέτη, έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει διαφορά περίπου 5 mL/kg/min στην οικονομία τρεξίματος μεταξύ ενηλίκων και εφήβων κατά το τρέξιμο σε διάδρομο στα 9 km/ώρα. Η οικονομία τρεξίματος αναφέρεται ως ο λόγος μεταξύ έντασης εργασίας και VO₂. Σε μία δεδομένη ένταση έργου, το VO₂ μπορεί να ποικίλει σημαντικά μεταξύ ατόμων με παρόμοιο VO_{2max}. Αυτό είναι εμφανές και σε προπονημένους σε υψηλό βαθμό αθλητές. Επίσης, σε αθλητές αντοχής ελίτ επιπέδου με σχετικά στενό εύρος VO_{2max}, η οικονομία τρεξίματος έχει βρεθεί ότι μπορεί να διαφέρει έως και 20% ενώ έχει συσχετιστεί και με την απόδοσή τους (Barnes, 2015). Οι αιτίες των διακυμάνσεων σε ατομικό επίπεδο στο μικτό κόστος οξυγόνου της δραστηριότητας σε μία τυπική ένταση άσκησης, δεν είναι πλήρως κατανοητές, αλλά φαίνεται πιθανό ότι σημαντικό ρόλο παίζουν τα ανατομικά χαρακτηριστικά, η μηχανική δεξιότητα, η νευρομυϊκή ικανότητα και η αποθήκευση ελαστικής ενέργειας στο σώμα του αθλητή (Cheng, 2019).

Σε πρακτικούς όρους, μία τιμή 5 mL/kg/min χαμηλότερο VO₂ στην ίδια ένταση άσκησης σημαίνει ότι οι ενήλικες παίκτες ασκούσαν με περίπου 10 παλμούς/λεπτό λιγότερους σε σχέση με το ατομικό HR_{max} συγκριτικά με τους εφήβους. Εναλλακτικά,

οι ενήλικες θα μπορούσαν να ασκηθούν στην ίδια σχετική HR αλλά σε υψηλότερη απόλυτη ένταση άσκησης. Οι ενήλικες παίκτες φτάνουν την ίδια σχετική HR (σε ποσοστό της HRmax) με τους εφήβους όταν ασκούνται σε περίπου 10 km/ώρα. Έτσι, μια αλλαγή στην ένταση άσκησης κατά 1 km/ώρα οδήγησε σε αλλαγή στο μεταβολισμό περίπου 5 mL/kg/min και αύξησε την HR κατά περίπου 10 παλμούς/λεπτό για να αντιμετωπιστεί η αυξημένη ενεργειακή/οξυγονική απαίτηση. Μεταφράζοντας τις διαφορές στην ταχύτητα τρεξίματος μεταξύ ενηλίκων και εφήβων σε διαφορές στην απόσταση που καλύπτεται κατά τη διάρκεια ενός αγώνα 90 λεπτών, προκύπτει διαφορά περίπου 1500m ανά παίκτη (Hoff, 2004).

Υπάρχει μεγάλη διακύμανση στις αποστάσεις που καλύπτονται σε διαφορετικές εντάσεις άσκησης. Υπάρχουν επίσης αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ πρωταθλημάτων και κατηγοριών παιχνιδιού σε διαφορετικές χώρες τόσο στην ένταση του παιχνιδιού όσο και στην απόσταση την οποία διανύουν οι παίκτες που αγωνίζονται στα πρωταθλήματα αυτά. Η ένταση του παιχνιδιού εκφράζεται ως ποσοστό της HRmax, καθώς και με την περιγραφή του αριθμού και της διάρκειας των σπριντ που εκτελούνται και του αριθμού των επαφών με την μπάλα ανά παιχνίδι, στοιχεία τα οποία θα πρέπει να είναι εύλογα εύκολο να καθοριστούν ανεξάρτητα από το επίπεδο των παικτών. Για τη δοκιμασία της HRmax κάθε παίκτη, συνιστάται το τρέξιμο σε ανηφόρα είτε σε διάδρομο είτε σε εξωτερικό χώρο. Οι παίκτες θα πρέπει να εκτελούν διεξοδική προθέρμανση για περίπου 20 λεπτά πριν πραγματοποιήσουν δύο έως τρεις διαδρομές 4 λεπτών κοντά στη μέγιστη προσπάθεια· στην τελευταία διαδρομή θα πρέπει να τρέξουν μέχρι εξάντλησης ξεκινώντας από το δεύτερο λεπτό υπομέγιστου τρεξίματος. Η υψηλότερη HR που καταγράφεται, μέσω παρακολούθησης HR, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως η ατομική HRmax. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία της αθλητικής φυσιολογίας, αυτό το πρωτόκολλο είναι εφικτό ανεξαρτήτως ηλικίας (<12 ετών) και φύλου. Συνεπώς, η μέτρηση της HRmax κάθε παίκτη είναι προτιμότερη από τη χρήση διαφόρων διαθέσιμων εξισώσεων, καθώς συχνά παρατηρούνται παίκτες >35 ετών και <20 ετών με HRmax >220 και <180 παλμούς/λεπτό, αντίστοιχα. Η χρήση της παραδοσιακής φόρμουλας, 220-ηλικία, είναι, για παράδειγμα στις περισσότερες από αυτές τις περιπτώσεις εξαιρετικά παραπλανητική (Impellizzeri, 2005).

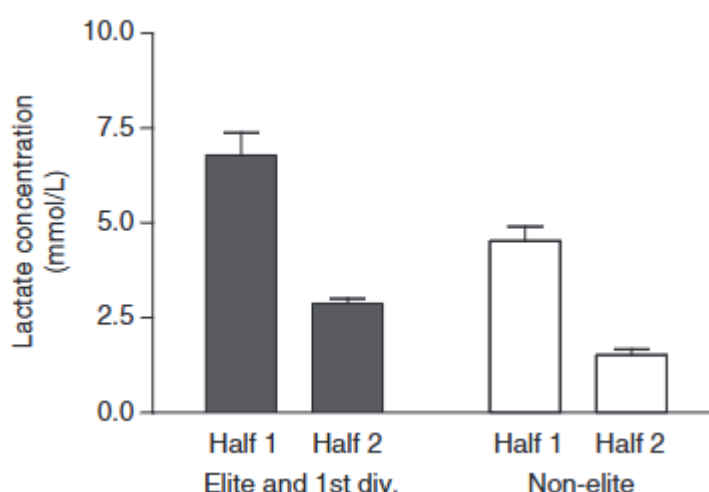
Οι καρδιακοί παλμοί (HR) κατά τη διάρκεια ποδοσφαιρικών αγώνων είναι υψηλότεροι συνήθως σε έφηβους ελίτ ποδοσφαιριστές σε σύγκριση με μη ελίτ συνομηλίκους τους (12 ετών). Ωστόσο, η μέση καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των αγώνων ήταν

παρόμοια στους νεαρούς ελίτ παίκτες στην αρχή της εφηβείας (177 παλμοί/λεπτό στο πρώτο ημίχρονο έναντι 174 στο δεύτερο ημίχρονο) και στο τέλος της εφηβείας (178 έναντι 173 παλμών/λεπτό). Επίσης, οι ελίτ παίκτες οι οποίοι βρίσκονται ηλικιακά στην περίοδο της πρώιμης εφηβείας παρουσιάζουν υψηλότερο VO₂ σε σχέση με τη σωματική μάζα (mb) [mL/kg/min] συγκριτικά με τους μη ελίτ παίκτες κατά τη διάρκεια και των δύο ημιχρόνων. Αντίθετα, οι ελίτ παίκτες ποδοσφαίρου στο τέλος της εφηβείας επέδειξαν υψηλότερες απόλυτες τιμές VO₂ κατά τη διάρκεια του αγώνα σε σύγκριση με τους νεαρούς ελίτ παίκτες, αλλά ταυτόσημα σχετικά αερόβια φορτία. Τέλος, όσον αφορά την ανάλυση χρόνου-κίνησης, η κύρια διαφορά που εντοπίστηκε ανάμεσα στους παίκτες ήταν ότι η συχνότητα της στατικής δραστηριότητας ήταν σημαντικά υψηλότερη μεταξύ των μη ελίτ παικτών σε σύγκριση με τους ελίτ παίκτες (Stroyer, 2004).

Παρατηρείται έλλειψη ερευνητικών μελετών που εξετάζουν το ζήτημα των πιθανών πολιτισμικών ή/και γεωγραφικών διαφορών στην καλυπτόμενη απόσταση και τον χρόνο που δαπανάται σε διαφορετικές ζώνες έντασης, καθώς η πλειονότητα των δημοσιευμένων ερευνών μέχρι σήμερα αφορά ευρωπαϊκές ομάδες ποδοσφαίρου. Σε αυτό το πλαίσιο, οι Rienzi et al., ανέφεραν ότι οι παίκτες της Αγγλικής Premier League κάλυπταν περίπου 15χλμ περισσότερα ως ομάδα σε σύγκριση με τους Νοτιοαμερικανούς διεθνείς παίκτες. Παραμένει αδιευκρίνιστο εάν αυτό αντανakλά διαφορές στην αερόβια ικανότητα ή στο στυλ παιχνιδιού/τακτικής. Η μέτρηση της έντασης άσκησης και της καλυπτόμενης απόστασης σε διάφορες ομάδες από διαφορετικές ηπείρους κατά τη διάρκεια ενός Παγκοσμίου Κυπέλλου ποδοσφαίρου, καθώς και η αξιολόγηση ομάδων παρόμοιου επιπέδου από διαφορετικά πρωταθλήματα, θα μπορούσε να προσθέσει σημαντική γνώση στη φυσιολογία του διεθνούς ποδοσφαίρου (Rienzi, 2000).

1.2 Περίοδοι στο αναερόβιο κατώφλι κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού ποδοσφαίρου

Παρότι ο αερόβιος μεταβολισμός κυριαρχεί στη δημιουργία του ενεργειακού υπόβαθρου κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα καθοριστική είναι και η ενέργεια που παρέχεται μέσω του αναερόβιου μεταβολισμού. Πιο συγκεκριμένα, για την εκτέλεση σύντομων σπριντ, αλμάτων, τάκλιν και μονομαχιών, η αναερόβια απελευθέρωση ενέργειας είναι καθοριστική αναφορικά με το ποιος σπριντάρει ταχύτερα ή πηδά υψηλότερα. Αυτές οι παράμετροι, αποδεικνύονται αρκετές φορές κρίσιμες για την έκβαση του αγώνα (Wragg, 2000). Η Εικόνα 1 συνοψίζει το προφίλ γαλακτικού οξέος κατά τη διάρκεια των δύο ημιχρόνων σε ποδοσφαιρικούς αγώνες μεταξύ ελίτ και μη ελίτ ποδοσφαιριστών. Διαφαίνεται ότι οι ελίτ παίκτες επιβαρύνουν το αναερόβιο σύστημα σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τους μη ελίτ παίκτες. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος που αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη στο ποδόσφαιρο, εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το πρότυπο δραστηριότητας του παίκτη στα 5 λεπτά που προηγούνται της δειγματοληψίας αίματος. Πράγματι, έχει τεκμηριωθεί ότι η τιμή του γαλακτικού οξέος παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την ποσότητα έργου (αθλητικής δραστηριότητας) που εκτελέστηκε ακριβώς πριν από τη δειγματοληψία (Stolen, 2005).



Εικόνα 1 Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος σε ελίτ και μη ελίτ ποδοσφαιριστές. Τα στοιχεία βασίζονται στις μέσες τιμές που έχουν μετρηθεί σε πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση (Πηγή: Hall, 2024)

Όπως φαίνεται στην εικόνα, οι συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος στο δεύτερο ημίχρονο είναι αρκετά χαμηλότερες συγκριτικά με το πρώτο. Οι παρατηρήσεις αυτές συνάδουν με τη μειωμένη καλυπτόμενη απόσταση και τη χαμηλότερη ένταση που αναφέρεται στην πλειονότητα των ερευνητικών μελετών (Mohr, 2003, Van Gool, 2013, Rienzi, 2000). Ο ρυθμός απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος εξαρτάται από τη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος, τη δραστηριότητα κατά την περίοδο ανάκαμψης και την αερόβια ικανότητα. Αναλυτικότερα, όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος, τόσο υψηλότερος είναι ο ρυθμός απομάκρυνσης. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επισημανθεί ότι οι παίκτες με υψηλότερο VO_{2max} ενδέχεται να παρουσιάζουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος στο αίμα λόγω ενισχυμένης ανάκαμψης από διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης μέσω: αυξημένης αερόβιας ανταπόκρισης, βελτιωμένης απομάκρυνσης γαλακτικού οξέος και ενισχυμένης αναγέννησης φωσφοκρεατίνης (Tomlin, 2001). Από την άλλη πλευρά, οι παίκτες με υψηλότερο VO_{2max} , ενδέχεται να παρουσιάζουν παρόμοιες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος στο αίμα κατά την άσκηση σε υψηλότερη απόλυτη ένταση συγκριτικά με τους λιγότερο προπονημένους ομολόγους τους. Πράγματι, η αυξημένη VO_{2max} οδηγεί σε χαμηλότερα επίπεδα γαλακτικού οξέος στο αίμα και τους μύες για το ίδιο απόλυτο υπομέγιστο φορτίο εργασίας, φαινόμενο που οφείλεται στη μειωμένη παραγωγή γαλακτικού οξέος ως αποτέλεσμα της αυξημένης εξάρτησης από το αερόβιο ενεργειακό σύστημα και της αυξημένης κάθαρσης γαλακτικού οξέος. Αξίζει να αναφερθεί ότι μία ένταση άσκησης της τάξεως του 70% της HR_{max} απομακρύνει το γαλακτικό οξύ από το αίμα με τη μέγιστη αποτελεσματικότητα (πίνακας IV) (Astrand, 2003).

1.3 Μέγιστη αερόβια ικανότητα

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) στους άρρενες ποδοσφαιριστές κυμαίνεται από περίπου 50-75 mL/kg/min (155-205 mL/kg0.75/min), ενώ οι αντίστοιχες τιμές για τους τερματοφύλακες κυμαίνονται περίπου στο εύρος 50-55 mL/kg/min (155-160 mL/kg0.75/min). Επίσης, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, φαίνεται ότι η αερόβια ικανότητα μεταξύ των ομάδων που αγωνίζονται σε υψηλό επίπεδο, έχει αυξηθεί κατά την τελευταία δεκαετία, συγκριτικά με τις τιμές που καταγράφηκαν τη δεκαετία του 2010 (Madasara, 2020). Το αναερόβιο κατώφλι αναφέρεται ότι κυμαίνεται μεταξύ 76.6% και 90.3% της HR_{max} , εύρος που συνάδει με τις καταγεγραμμένες τιμές HR κατά τη διάρκεια αγώνων (Madasara, 2020).

Παραδοσιακά, οι νεαροί ποδοσφαιριστές παρουσιάζουν χαμηλότερο $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($<60 \text{ mL/kg/min}$) συγκριτικά με τους ενήλικες, ωστόσο, υπάρχουν εξαιρέσεις. Οι Helgerud et al., κατέγραψαν $\text{VO}_{2\text{max}}$ 64.3 mL/kg/min σε εφήβους, ενώ η εθνική ομάδα κάτω των 18 ετών της Ουγγαρίας παρουσίασε μέση τιμή 73.9 mL/kg/min ($212.7 \text{ mL/kg} \cdot 0.75/\text{min}$) (Helgerud, 2001). Επίσης, οι Strøyer et al., παρατήρησαν υψηλότερες τιμές $\text{VO}_{2\text{max}}$ για τους μέσους/επιθετικούς συγκριτικά με τους αμυντικούς (65 έναντι 58 mL/kg/min , αντίστοιχα, για νεαρούς ελίτ ποδοσφαιριστές στο τέλος της εφηβείας, δηλαδή 14 ετών) (Strøyer, 2004). Ορισμένες μελέτες αναφέρουν ότι οι νεαροί ποδοσφαιριστές παρουσιάζουν παρόμοιο $\text{VO}_{2\text{max}}$, αλλά χαμηλότερη οικονομία τρεξίματος συγκριτικά με τους ενήλικες όταν εκφράζεται σε mL/kg/min (Anselmi, 2021). Εντούτοις, όταν εκφράζεται καταλλήλως, δηλαδή σε $\text{mL/kg} \cdot 0.75/\text{min}$, τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται σημαντικά. Οι Chamari et al., κατέδειξαν ότι οι παίκτες κάτω των 15 ετών παρουσίαζαν παρόμοιο $\text{VO}_{2\text{max}}$, αλλά χαμηλότερη οικονομία τρεξίματος όταν εκφραζόταν με τον κλασικό τρόπο, συγκριτικά με τους ενήλικες ελίτ παίκτες. Ωστόσο, η χρήση κατάλληλων διαδικασιών κλιμάκωσης κατέδειξε ότι οι νεαροί ποδοσφαιριστές είχαν σημαντικά χαμηλότερο $\text{VO}_{2\text{max}}$, αλλά παρόμοια οικονομία τρεξίματος συγκριτικά με τους ενήλικες ομολόγους τους (Πίνακας 1) (Chamari, 2005).

Πίνακας 1 Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\text{VO}_{2\text{max}}$) και οικονομία τρεξίματος σε δύο υποκείμενα με διαφορετικό σωματικό βάρος (Πηγή: Chamari et al.)

Παράμετρος	Υποκείμενο Α (80kg)	Υποκείμενο Β (50kg)
Οικονομία τρεξίματος, $\text{VO}_{2\text{submax}}$		
mL/mp/min	34.5	39.0
$\text{mL/mb} \cdot 0.60/\text{min}$	199	186
$\text{VO}_{2\text{max}}$		
mL/mp/min	55	60
$\text{mL/mb} \cdot 0.72/\text{min}$	188	179

Μεταβλητές που μετρήθηκαν σε δοκιμασία $\text{VO}_{2\text{max}}$ σε κυλιόμενο τάπητα (κλίση τάπητα: 5.5%). Οικονομία τρεξίματος μετρούμενη στο τέλος 4 λεπτών στα 7 km/h . mp = άλιπη σωματική μάζα; $\text{VO}_{2\text{submax}}$ = υπομέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

Μελέτη ποδοσφαιριστών με παρόμοια σωματομετρικά χαρακτηριστικά, δείχνει ότι το $\text{VO}_{2\text{max}}$, το οποίο περιορίζεται πρωτίστως από τη μέγιστη καρδιακή παροχή, θα πρέπει να είναι ανάλογο με τη σωματική μάζα (mb) υψωμένη στη δύναμη 0.67 (Astrand, 2003). Εμπειρικές μελέτες έχουν καταδείξει ότι το VO_2 , αναλόγως της μελετώμενης ομάδας, θα πρέπει να εκφράζεται σε σχέση με το βάρος και ιδανικά την άλιπη σωματική μάζα υψωμένη στη δύναμη 0.75-0.94, σε ένα ευρύ φάσμα σωματικών βαρών (Goosey-Tolfrey, 2003). Δεδομένου ότι οι ενήλικες παίκτες ενδέχεται να είναι σταθερά βαρύτεροι συγκριτικά με τους νεαρούς παίκτες, το $\text{VO}_{2\text{max}}$ τους ενδέχεται να υποεκτιμάται και το ενεργειακό κόστος τρεξίματος να υπερεκτιμάται χρησιμοποιώντας την τυπική του έκφραση σε μονάδες mL/kg/min (Goosey-Tolfrey, 2003).

1.4 Αερόβια Ικανότητα κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.

Σε πρόσφατη μελέτη έχει παρατηρηθεί υψηλότερο $\text{VO}_{2\text{max}}$ στο τέλος της αγωνιστικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, το αρχικό επίπεδο $\text{VO}_{2\text{max}}$ στην έναρξη της περιόδου, καθώς και το πρόγραμμα προπόνησης κατά τη διάρκεια της περιόδου, αναμφισβήτητα επιδρούν στη χρονική εξέλιξη του $\text{VO}_{2\text{max}}$ κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Οι εθνικές ομάδες χαμηλότερης κατάταξης φαίνεται να παρουσιάζουν χαμηλότερο $\text{VO}_{2\text{max}}$ (π.χ. Ινδία, Σιγκαπούρη και Σαουδική Αραβία) συγκριτικά με τις κορυφαίες εθνικές ομάδες (π.χ. Γερμανία). Οι Nilsson et al., αναφέρουν ότι η πρωταθλήτρια ομάδα στην ουγγρική κορυφαία κατηγορία παρουσίαζε υψηλότερο μέσο $\text{VO}_{2\text{max}}$ συγκριτικά με τις ομάδες που κατέλαβαν τη δεύτερη, τρίτη και πέμπτη θέση (Nilsson, 2015) . Οι Varillas-Delgado et al., κατέδειξαν επίσης, ότι η πρωταθλήτρια ομάδα στη νορβηγική κορυφαία κατηγορία διέθετε ανώτερη αερόβια ικανότητα συγκριτικά με την ομάδα που τερμάτισε τελευταία (Varillas-Delgado, 2022).

Ενώ ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι το $\text{VO}_{2\text{max}}$ δεν αποτελεί πραγματικά ευαίσθητο μέτρο της ικανότητας απόδοσης στο ποδόσφαιρο, παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τον ρυθμό εργασίας κατά τη διάρκεια ενός αγώνα (Helgerrud, 2010). Οι Reilly et al., είχαν επίσης προτείνει ότι η συνεπής παρατήρηση $\text{VO}_{2\text{max}} > 60$ mL/kg/min σε ελίτ ομάδες υποδηλώνει ότι υπάρχει ένα κατώφλι κάτω από το οποίο ένας μεμονωμένος παίκτης είναι απίθανο να διαθέτει τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά για επιτυχία στο ελίτ ποδόσφαιρο. Επιπλέον, επισημαίνουν την ανάγκη προσαρμογής της τιμής αναφοράς προς τα άνω καθώς βελτιστοποιούνται τα προγράμματα

προπόνησης στο ελίτ ποδόσφαιρο. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα πλεονεκτήματα ενός υψηλού επιπέδου VO₂max ενός αθλητή ποδοσφαίρου, θα ήταν εύλογο να αναμένεται τιμή περίπου 70 mL/kg/min για έναν επαγγελματία άρρενα ποδοσφαιριστή 75kg, ή περίπου 200 mL/kg^{0.75}/min 'ανεξάρτητα' από τη σωματική μάζα (Reilly, 2000).

Καθώς δεν υφίσταται κάποιο τυποποιημένο πρωτόκολλο για τη δοκιμασία δύναμης των ποδοσφαιριστών, καθίσταται δυσχερής η συγκριτική αξιολόγηση αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών μελετών. Οι ευρέως χρησιμοποιούμενες ισοκινητικές δοκιμασίες δεν αντικατοπτρίζουν την κίνηση των εμπλεκόμενων άκρων κατά τη διάρκεια του ποδοσφαίρου, καθώς ουδεμία φυσική μυϊκή κίνηση είναι ισοκινητική (Keytsman, 2024). Εντούτοις, στην εξειδικευμένη για το άθλημα προπόνηση για κινήσεις υψηλής ταχύτητας, ο συνδυασμός προπόνησης βασικών κινήσεων με έμφαση στην ταχύτητα και την ισχύ, σε συνδυασμό με εξάσκηση ταχείας κίνησης, μπορεί να αποδώσει σημαντικά υψηλότερη αύξηση στην ταχύτητα κίνησης συγκριτικά με την προπόνηση της ταχείας κίνησης αυτής καθαυτής, ακόμη και με υπερμέγιστες ταχύτητες (Liao, 2022, Rodriguez-Loez, 2022). Τα ευρήματα αυτά θέτουν υπό αμφισβήτηση ορισμένες από τις θεμελιώδεις αρχές της προσπάθειας καθιέρωσης τόσο της εξειδίκευσης κίνησης όσο και της ταχύτητας ως βασικών στοιχείων για την ανάπτυξη δύναμης.

Λαμβάνοντας υπόψη τη μέγιστη δύναμη από δοκιμασίες άλλων εκρηκτικών δραστηριοτήτων, θα ήταν εύλογο να αναμένονται, για έναν άρρενα ποδοσφαιριστή 75kg, τιμές καθίσματος (squat) >200kg (90° στην άρθρωση του γόνατος) ή περίπου 11.0 kg/m^{0.67}. Οι αναμενόμενες τιμές για πιέσεις πάγκου θα ήταν 100kg ή περίπου 5.5 kg/m^{0.67}. Θα ήταν εύλογο να αναμένεται ότι ένας ελίτ ποδοσφαιριστής διαθέτει τιμές κατακόρυφου άλματος οι οποίες είναι κοντά στα 60cm. Ένα υψηλότερο επίπεδο όλων των παραμέτρων δύναμης θα ήταν προτιμητέο στην περίπτωση που θα μείωνε τον κίνδυνο τραυματισμών, επιτρέποντας παράλληλα ισχυρότερα άλματα, λακτίσματα, τάκλιν και σπριντ, μεταξύ άλλων παραγόντων (Beato, 2021).

2. ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟΥΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΕΣ

Είναι γνωστό ότι η καρδιακή παροχή περιορίζει το VO_2max σε καλά προπονημένα άτομα. Επιπλέον, είναι πλέον τεκμηριωμένο ότι δεν υφίσταται πλατό στον όγκο παλμού σε καλά προπονημένους αθλητές, αντίθετα με τα δεδομένα που υπάρχουν για μη ασκούμενα άτομα. Καθώς η καρδιακή παροχή αποτελείται από τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα, η οποία είναι εγγενής και αμετάβλητη, και τον όγκο παλμού, η προπόνηση αντοχής για τη βελτίωση του VO_2max θα πρέπει να σχεδιάζεται με στόχο τη βελτίωση του όγκου παλμού (Wagner, 2000). Η διαλειμματική προπόνηση σε ένταση άσκησης που αντιστοιχεί στο 90-95% της HRmax , διάρκειας 3-8 λεπτών, με διαλείμματα 2-3 λεπτών ενεργητικής αποκατάστασης στο περίπου 70% της HRmax , αποτελεί εξαιρετικά αποτελεσματική μέθοδο προπόνησης για την αύξηση του όγκου παλμού και του VO_2max . Πρόσφατη έρευνα κατέδειξε σε ελίτ έφηβους παίκτες ότι η διαλειμματική προπόνηση 4 x 4 λεπτών στο 90-95% της HRmax (συνήθως απαιτούνται 1-2 λεπτά για την επίτευξη της απαιτούμενης έντασης άσκησης και αυτή η περίοδος αποτελεί μέρος του τετράλεπτου διαλείμματος), με διαχωρισμό 3 λεπτών ενεργητικής αποκατάστασης στο 60-70% της HRmax (για αυξημένη απομάκρυνση γαλακτικού οξέος) αύξησε το VO_2max περίπου 0.5% ανά προπονητική συνεδρία (Ishee, 2003).

Παρόμοιο προπονητικό πρόγραμμα, στο οποίο κάθε προπονητική συνεδρία διαρκούσε 35 λεπτά, εφαρμόστηκε σε νορβηγική ελίτ ποδοσφαιρική ομάδα δύο φορές την εβδομάδα, αυξάνοντας το VO_2max από ~60 σε ~66 mL/kg/min σε 8 εβδομάδες (Marzouki, 2021). Επίσης, σε αρκετές περιπτώσεις η διαλειμματική προπόνηση στους ποδοσφαιριστές πραγματοποιείται ως τρέξιμο σε ανηφόρα. Ο λόγος για αυτό είναι η δυσκολία επίτευξης της επιθυμητής έντασης άσκησης κοντά στο VO_2max (90-95% της HRmax) κατά το τρέξιμο σε επίπεδο έδαφος. Ωστόσο, η προπόνηση αποκλειστικά με τρέξιμο ενδέχεται να εγείρει προβλήματα παρακίνησης στους ποδοσφαιριστές. Συνεπώς, συνήθως σχεδιάζεται μια ποδοσφαιρικά εξειδικευμένη διαδρομή καθώς και συνεδρίες παιχνιδιού μικρών ομάδων για εξειδικευμένη διαλειμματική προπόνηση. Η ντρίπλα με μπάλα, οι αλλαγές κατεύθυνσης και το τρέξιμο προς τα πίσω στην ποδοσφαιρικά εξειδικευμένη διαδρομή προορίζονται να υποκαταστήσουν την 'ανηφόρα' του απλού τρεξίματος. Παρομοίως, έχει καταδειχθεί ότι το τρέξιμο με την μπάλα μπορεί να αυξήσει το ενεργειακό κόστος κατά περίπου 8% συγκριτικά με το απλό τρέξιμο (Piras, 2017).

Έρευνες έχουν καταδείξει ότι το διαλειμματικό παιχνίδι σε μικρές ομάδες μπορεί να προκαλέσει σταθερή ένταση άσκησης 91% της HRmax, αντιστοιχώντας σε περίπου 85% του VO2max, σε παίκτες πρώτης κατηγορίας. Επιπλέον, οι αντίστοιχες τιμές για τρέξιμο στην ειδικά σχεδιασμένη διαδρομή ντρίπλας ήταν 94% και 92%, αντίστοιχα. Συνεπώς, αμφότερες οι μέθοδοι είναι ικανές να εφαρμοστούν με σκοπό τη διαλειμματική προπόνηση. Ωστόσο, οι παίκτες με VO2max > 60 mL/kg/min αντιμετώπισαν δυσκολίες στην επίτευξη επαρκώς υψηλών εντάσεων στο παιχνίδι μικρών ομάδων. Συνεπώς, διαφαίνεται ότι στο παιχνίδι μικρών ομάδων υπάρχει ένα ανώτατο όριο VO2 πάνω από το οποίο θα πρέπει να προτιμάται η εκτέλεση διαλειμματικής προπόνησης είτε ως καθαρό τρέξιμο σε ανηφόρα είτε μέσω της ποδοσφαιρικά εξειδικευμένης διαδρομής. Ωστόσο, δεν είναι γνωστό εάν αυτό ισχύει για ελίτ ποδοσφαιριστές, καθώς η υψηλότερη τιμή VO2max που έχει αναφερθεί ποτέ για μια ελίτ ποδοσφαιρική ομάδα, 67.6 mL/kg/min, επιτεύχθηκε σε καθαρό παιχνίδι. (Guzman, 2022). Το εάν η προπόνηση αντοχής θα πρέπει να οργανώνεται ως συνεδρία παιχνιδιού, διαδρομή ντρίπλας ή ως καθαρό τρέξιμο, πρέπει να εξετάζεται από κάθε ομάδα ξεχωριστά ανάλογα με τις ανάγκες των παικτών της και ανάλογα με το προπονητικό τους πλάνο.

Στη βιβλιογραφία έχει προταθεί και μία παρόμοια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρότερες ομάδες παικτών. Πιο συγκεκριμένα, ομάδες πέντε ή λιγότερων παικτών μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές σε νεότερους παίκτες. Για παράδειγμα, φαίνεται ότι το παιχνίδι τριών εναντίον τριών είναι προτιμότερο από το πέντε εναντίον πέντε όσον αφορά: την άμεση συμμετοχή στο παιχνίδι, τη δραστηριότητα υψηλής έντασης, τη μεγαλύτερη συνολική απόσταση, το λιγότερο τζόκινγκ και περπάτημα, υψηλότερη HR, και περισσότερα τάκλιν, ντρίπλες, προσπάθειες για γκολ και πάσες σε νεαρούς παίκτες (Platt, 2001). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, σε αυτή την ενότητα, η περιγραφόμενη διαλειμματική προπόνηση (4 × 4 λεπτά, 90-95% της HRmax, ενεργητικά διαλείμματα) βελτιώνει το VO2max κατά περίπου 0.5% ανά προπονητική συνεδρία. Δεδομένα δείχνουν ότι παίκτες με VO2max >60 mL/kg/min χρειάζονται μία διαλειμματική προπόνηση την εβδομάδα για τη διατήρηση του VO2, ενώ παίκτες με VO2max >70 mL/kg/min χρειάζονται δύο διαλειμματικές προπονήσεις την εβδομάδα για διατήρηση. Συνεπώς, αυτοί οι παίκτες θα αυξήσουν το VO2max τους κατά περίπου 0.5% ανά συνεδρία πέραν του απαιτούμενου αριθμού για τη διατήρηση της αερόβιας ικανότητας. Επιπλέον, το πλεονέκτημα αυτού του τύπου προπόνησης είναι ότι είναι

δυνατή η βελτίωση της αερόβιας ικανότητας της ομάδας σε σύντομο χρονικό διάστημα (Rowan, 2012).

Πρόσφατα, δοκιμάστηκε η χρησιμότητα μίας 10ήμερης παρέμβασης με σκοπό τη βελτίωση του VO₂max σε μια νορβηγική ομάδα δεύτερης κατηγορίας χρησιμοποιώντας το ακόλουθο πρωτόκολλο: οι μισοί παίκτες (n = 10) εκτέλεσαν διαλειμματική προπόνηση (4 x 4 λεπτά, χρησιμοποιώντας τη διαδρομή ντρίπλας όπως περιγράφηκε νωρίτερα σε αυτήν την ενότητα) αμέσως μετά την κανονική ποδοσφαιρική προπόνηση, ενώ οι άλλοι μισοί παίκτες (n = 10) εκτέλεσαν συνεχόμενη ντρίπλα στο 70-75% της HRmax (αντιστοιχώντας σε περίπου 65% του VO₂max) για την ίδια χρονική περίοδο (σύνολο 28 λεπτών κάθε προπόνηση). Η ομάδα εναλλασσόταν μεταξύ μίας και δύο ποδοσφαιρικών προπονήσεων/διαλειμματικών συνεδριών κάθε δεύτερη μέρα, εκτός από την έβδομη ημέρα, όπου δεν πραγματοποιήθηκε προπόνηση. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 13 διαλειμματικές συνεδρίες κατά τη διάρκεια της 10ήμερης περιόδου. Μετά τη δέκατη ημέρα οι παίκτες ξεκουράστηκαν για μία ημέρα και εκτέλεσαν κανονική ποδοσφαιρική προπόνηση για τις επόμενες 4 ημέρες πριν από την επανεξέταση του VO₂max. Η ομάδα διαλειμματικής προπόνησης αύξησε το VO₂max κατά 7.3% (από 62 σε 66.5 mL/kg/min, p < 0.001), ενώ η άλλη ομάδα αυξήθηκε από 62 σε 63.1 mL/kg/min (μη σημαντικό) (Sletalokken, 2014).

Αυτό δείχνει πώς είναι δυνατόν, σε σύντομο χρονικό διάστημα, να αυξηθεί η αερόβια ικανότητα της ομάδας, γεγονός που προφανώς μπορεί να έχει αντίκτυπο στην απόδοση εντός γηπέδου. Συνεπώς, προτείνεται οι ποδοσφαιρικές ομάδες οι οποίες αγωνίζονται σε υψηλό επίπεδο, να εκτελούν μία ή δύο σύντομες περιόδους προπονήσεων με σκοπό την αύξηση του VO₂max στην προετοιμασία για τη σεζόν (ανάλογα με τη διάρκεια της φάσης προετοιμασίας), και μία μεταξύ των δύο περιόδων της αγωνιστικής σεζόν. Επιπλέον, η ικανότητα θα πρέπει να διατηρείται με μία διαλειμματική συνεδρία την εβδομάδα καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν. Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι οι μη βασικοί παίκτες δεν βελτιώνουν την ικανότητά τους κατά τη διάρκεια της σεζόν. Συνεπώς, ενδέχεται να είναι απαραίτητη η διαφοροποίηση του προπονητικού πλάνου μεταξύ των τακτικών μη βασικών και βασικών παικτών κατά τη διάρκεια της ποδοσφαιρικής σεζόν (Kraemer, 2004).

3. ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΔΥΝΑΜΗΣ, ΣΠΡΙΝΤ ΚΑΙ ΑΛΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, οι επαγγελματίες ποδοσφαιριστές εκτελούν περίπου 50 στροφές, που περιλαμβάνουν παρατεταμένες και ισχυρές συσπάσεις των μυών του κορμού και των κάτω άκρων, για τη διατήρηση της ισορροπίας και τον έλεγχο της μπάλας έναντι της αμυντικής πίεσης. Ως εκ τούτου, η δύναμη και η ισχύς είναι εξίσου σημαντικές παράμετροι με την αντοχή στο ποδόσφαιρο υψηλού επιπέδου. Η ισχύς είναι, με τη σειρά της, σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενη από τη μέγιστη δύναμη με μια αύξηση στη δεύτερη να συνδέεται με βελτίωση στη σχετική δύναμη και επομένως με βελτίωση στις ικανότητες ισχύος (Hoff, 2001).

Η μέγιστη δύναμη ορίζεται ως το αποτέλεσμα των μυών που παράγουν δύναμη και λειτουργούν στο μέγιστο, είτε σε ισομετρικό είτε σε δυναμικό πρότυπο κατά τη διάρκεια μιας μεμονωμένης εκούσιας προσπάθειας ενός καθορισμένου έργου. Συνήθως, η μέγιστη δύναμη εκφράζεται ως 1RM σε μια τυποποιημένη κίνηση (και ταχύτητα εάν εκτελείται με χρήση ισοκινητικού εξοπλισμού), για παράδειγμα στην άσκηση καθίσματος (squat). Η ισχύς είναι η ικανότητα παραγωγής όσο το δυνατόν περισσότερης δύναμης στο συντομότερο δυνατό χρόνο. Η ικανότητα του μυός να αναπτύσσει δύναμη εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, από τους οποίους οι πιο συνηθισμένοι είναι: αρχική θέση, ταχύτητα επιμήκυνσης, ταχύτητα βράχυνσης, έκκεντρη αρχική φάση, τύποι μυϊκών ινών, αριθμός κινητικών μονάδων ενεργών ταυτόχρονα, εγκάρσια διατομή του μυός, συχνότητα ώθησης και διαθέσιμο υπόστρωμα για τους ασκούμενους μύες (de Villarreal, 2021). Για την ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης, εμπλέκονται στην ουσία δύο διαφορετικοί μηχανισμοί - η μυϊκή υπερτροφία και οι νευρικές προσαρμογές. Είναι αδύνατο να γενικευθεί ποιος τύπος προπόνησης πρέπει να επιλεγεί, ενώ στην ουσία αυτή η επιλογή πρέπει να γίνει κατά την κρίση του προπονητή ή/και του μεμονωμένου παίκτη. Ωστόσο, γενικά, συνιστάται στους προπονητές ή/και τους ποδοσφαιριστές να εκτελούν προπόνηση δύναμης για νευρική προσαρμογή εάν ο παίκτης ήδη διαθέτει επαρκή μυϊκή μάζα καθώς αυτός ο τύπος προπόνησης παρέχει πλεονεκτήματα πέρα από το να γίνει απλώς πιο δυνατός ο παίκτης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας συνδυασμός των δύο είναι η βέλτιστη λύση, ξεκινώντας με μερικές εβδομάδες προπόνησης για υπερτροφία πριν δοθεί

προτεραιότητα μόνο στη νευρική προσαρμογή, ανεξάρτητα από τη θέση παιχνιδιού (Guzman, 2022).

3.1 Μυϊκή Υπερτροφία

Υπάρχει σύνδεση μεταξύ της εγκάρσιας διατομής του μυός και της δυνατότητάς του για ανάπτυξη δύναμης. Η υπερτροφία εμφανίζεται ως αύξηση στο περιεχόμενο μυοϊνιδίων των ινών. Για πολλούς ποδοσφαιριστές, η αυξημένη σωματική μάζα ως αποτέλεσμα της υπερτροφίας δεν είναι επιθυμητή επειδή ο παίκτης θα πρέπει να μεταφέρει μια υψηλότερη σωματική μάζα. Επιπλέον, η αυξημένη μυϊκή μάζα δεν αυξάνει απαραίτητα την μέγιστη ταχύτητα του παίκτη (Ahtianen, 2019). Ωστόσο, για παίκτες των οποίων ο στόχος είναι να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα, αυτός ο τύπος προπόνησης είναι αποτελεσματικός. Τυπικά, η προπόνηση τύπου σωματικής διάπλασης (bodybuilding) περιλαμβάνει μεγάλο όγκο κίνησης υψηλής αντίστασης και χαμηλής ταχύτητας για την προώθηση του υπερτροφικού αποτελέσματος (Ahtianen, 2019).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες μέθοδοι για την ανάπτυξη της μυϊκής υπερτροφίας. Συχνά χρησιμοποιούνται οκτώ έως δώδεκα επαναλήψεις μέγιστης αντίστασης (RM) στη σειρά. Η εκτέλεση των ασκήσεων αλλάζει από αργή σε γρήγορη, ενώ ειδικά η έκκεντρη φάση είναι περισσότερο αργή. Ο στόχος τέτοιων προπονητικών συνεδριών είναι η εξάντληση των εκπαιδευμένων μυϊκών ομάδων. Εάν ο προπονητής θεωρεί ότι περισσότερη μυϊκή μάζα είναι απαραίτητη για κάποιους παίκτες, προτείνεται η εκτέλεση αυτού του τύπου προπόνησης δύναμης στη φάση προετοιμασίας (1-3 συνεδρίες την εβδομάδα) και η μετάβαση σε προπόνηση δύναμης για νευρική προσαρμογή κοντά στην έναρξη και κατά τη διάρκεια της σεζόν όπως περιγράφεται.

3.2 Νευρικές Προσαρμογές

Κατά τα τελευταία χρόνια, το επίκεντρο της προπόνησης δύναμης έχει στραφεί περισσότερο στις νευρικές προσαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, ο όρος 'νευρικές προσαρμογές' είναι μια ευρεία περιγραφή που περιλαμβάνει πολλούς παράγοντες όπως: επιλεκτική ενεργοποίηση κινητικών μονάδων, συγχρονισμός, επιλεκτική ενεργοποίηση μυών, μυϊκές συσπάσεις, αυξημένη συχνότητα ενεργοποίησης νευρικών ώσεων, αυξημένο αντανεκλαστικό δυναμικό, αυξημένη χρήση κινητικών μονάδων και

αυξημένες συν-συσπάσεις αγωνιστών μυών (Conlon, 2017). Μία αξιοσημείωτη παράμετρος της βελτίωσης στην ικανότητα ανύψωσης φορτίων είναι αποτέλεσμα μιας αυξημένης ικανότητας συντονισμού άλλων μυϊκών ομάδων που εμπλέκονται στην κίνηση, όπως εκείνες που σταθεροποιούν το σώμα (Jorgensen, 2010). Για την ανάπτυξη μέγιστης δύναμης, ένας μυς εξαρτάται από όσο το δυνατόν περισσότερες ενεργές κινητικές μονάδες. Σε μια μέγιστη εκούσια σύσπαση, οι μικρές μυϊκές ίνες ενεργοποιούνται πρώτες και οι ταχύτερες γλυκολυτικές ίνες ενεργοποιούνται τελευταίες στην ιεραρχία της μυϊκής ενεργοποίησης (Conlon, 2017).

Στα πρώιμα στάδια μιας προπόνησης, παρατηρείται αύξηση στη δραστηριότητα των ταχέων γλυκολυτικών ινών με αύξηση στη δύναμη. Το κεντρικό νευρικό σύστημα ενεργοποιεί κινητικές μονάδες στέλνοντας νευρικές ώσεις στον κινητικό νευρώνα. Η αυξημένη συχνότητα ενεργοποίησης, συμβάλλει στην αυξημένη δυνατότητα ανάπτυξης δύναμης. Μια αυξημένη ενεργοποίηση του μυός μπορεί να είναι αποτέλεσμα ενός χαμηλότερου ουδού ενεργοποίησης και μιας αυξημένης συχνότητας πυροδότησης των νευρικών ώσεων. Αυτές οι αλλαγές αποτελούν πιθανές εξηγήσεις για την αύξηση της μυϊκής δύναμης (Conlon, 2017). Τόσο η μέγιστη δύναμη όσο και ο ρυθμός ανάπτυξης δύναμης είναι σημαντικοί παράγοντες στην επιτυχημένη ποδοσφαιρική απόδοση λόγω των απαιτήσεων που προκύπτουν από το παιχνίδι. Συνεπώς, και οι δύο αυτοί παράμετροι, θα πρέπει να δουλεύονται συστηματικά εντός ενός εβδομαδιαίου προγράμματος χρησιμοποιώντας λίγες επαναλήψεις με υψηλά φορτία και υψηλή ταχύτητα μυϊκής σύσπασης (Conlon, 2017).

Δύο είναι οι βασικές αρχές για μέγιστη νευρική προσαρμογή. Για την προπόνηση των ταχύτερων κινητικών μονάδων, οι οποίες αναπτύσσουν την υψηλότερη δύναμη, πρέπει η προπόνηση να επικεντρώνεται στη μυϊκή σύσπαση ενάντια σε υψηλά φορτία (85-95% του 1RM) που εγγυώνται μέγιστη εκούσια σύσπαση. Το μέγιστο πλεονέκτημα σε αυτή την περίπτωση, επιτυγχάνεται εάν οι κινήσεις προπονούνται με ταχεία δράση σε συνδυασμό με τη υψηλή αντίσταση. Ως μέθοδο για την αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης, βάσει νευρικών προσαρμογών, έχουν προταθεί δυναμικές κινήσεις με λίγες επαναλήψεις (εύρος επαναλήψεων 3-7). Η αντίσταση θα πρέπει να κυμαίνεται από υπομέγιστη έως μέγιστη (85-100% του 1RM) με εκρηκτικές κινήσεις. Αυτό μπορεί να προκαλέσει νευρομυϊκή προσαρμογή με ελάχιστη υπερτροφία. Λόγω της υψηλής αντίστασης, η ταχύτητα κίνησης θα είναι αργή, αλλά η μυϊκή σύσπαση θα είναι γρήγορη εάν κινητοποιηθεί κατά τη σύγκεντρη φάση της κίνησης, επιχειρώντας να

σηκώνει το βάρος όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Η κινητοποίηση στη έκκεντρη φάση της σύσπασης είναι πολύ σημαντική για την επίτευξη των περιγραφόμενων προσαρμογών προπόνησης (Silva, 2015).

Έχει παρατηρηθεί σημαντική σχέση μεταξύ 1RM και επιτάχυνσης και ταχύτητας κίνησης. Αυτή η σχέση μέγιστης δύναμης/απόδοσης ισχύος υποστηρίζεται από αποτελέσματα τόσο από δοκιμασίες άλματος όσο και σπριντ 30m. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνοντας τη διαθέσιμη δύναμη των μυϊκών συσπάσεων στους κατάλληλους μύες ή μυϊκές ομάδες, μπορεί να βελτιωθεί η επιτάχυνση και η ταχύτητα σε κρίσιμες για το ποδόσφαιρο δεξιότητες όπως η στροφή, το σπριντ και η αλλαγή ρυθμού. Τα αποτελέσματα από μια πρόσφατη μελέτη επιβεβαιώνουν ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ μέγιστης δύναμης, απόδοσης σπριντ και άλματος σε ελίτ ποδοσφαιριστές. Υπήρχαν επίσης ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ μέγιστης δύναμης και της δοκιμασίας σπριντ 30m, συμπεριλαμβανομένων των καταγεγραμμένων χρόνων μεταξύ 10-30m όπου η επιτάχυνση είναι σημαντικά μικρότερη από ό,τι μεταξύ 0-10m, και με τη δοκιμασία παλίνδρομου τρεξίματος 10m όπου η ταχύτητα πέδησης είναι μέρος της απόδοσης (Keiner, 2022).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε μία πρόσφατη μελέτη, η προπόνηση δύναμης πραγματοποιήθηκε σε ατομική βάση χωρίς καθοδηγούμενο πρόγραμμα από τον προπονητή. Ωστόσο, όλοι οι παίκτες εκτέλεσαν ημι-καθίσματα ως μέρος του κανονικού προγράμματος προπόνησης δύναμης τους. Εννέα από τους παίκτες που συμμετείχαν στη μελέτη έλαβαν πρόσθετες συμβουλές από την ερευνητική ομάδα και κατά συνέπεια ενσωμάτωσαν ένα πρόγραμμα προπόνησης δύναμης δύο φορές την εβδομάδα στο κανονικό τους πρόγραμμα. Αυτό περιελάμβανε τη χρήση λίγων επαναλήψεων με υψηλά φορτία και υψηλή ταχύτητα σύσπασης. Αυτοί οι εννέα παίκτες είχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές 1RM συγκριτικά με τους άλλους οκτώ παίκτες (Mock, 2021).

Πρόσφατα σχετικά ερευνητικά δεδομένα, έδειξαν επίσης ότι η προπόνηση μέγιστης δύναμης για νευρική προσαρμογή (8 εβδομάδες) αύξησε σημαντικά: το 1RM ημι-καθίσματος από 115 σε 175kg, τα σπριντ 10m βελτιώθηκαν κατά 0.06 δευτερόλεπτα (που αντιστοιχεί σε βελτίωση περίπου 0.5m συγκριτικά με το προ-τεστ ή έναν αντίπαλο που τρέχει 0.06 δευτερόλεπτα πιο αργά στα 10m), το ύψος κατακόρυφου άλματος κατά 3cm, και την οικονομία τρεξίματος κατά περίπου 5%. Αυτά τα δεδομένα είναι ιδιαίτερα

ενδιαφέροντα λαμβάνοντας υπόψη τη θετική σχέση μεταξύ ύψους άλματος και επιτυχίας ομάδας. Τέλος, η μελέτη καταλήγει ότι θα πρέπει να δοθεί περισσότερη προσοχή στην προπόνηση άλματος και ισχύος στο προπονητικό πλάνο των ποδοσφαιρικών ομάδων (Arnason, 2004).

3.3 Αλτικές Ικανότητες και Ικανότητες Σπριντ

Πρόσφατες μελέτες αναφέρουν ότι το 96% των σπριντ κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα είναι μικρότερα από 30m, με το 49% να είναι μικρότερα από 10m. Ωστόσο, τα δεδομένα δείχνουν επίσης ότι υπήρχαν σημαντικές χρονικές διαφορές εμφανείς εντός της δοκιμασίας των 30m για τους ποδοσφαιριστές στους οποίους εφαρμόστηκαν. Για παράδειγμα, οι χρόνοι σε απόσταση 10m θα μπορούσαν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες που υποδεικνύονται από ουσιαστικές διαφορές εντός της δοκιμασίας των 30m, με κάποιους παίκτες να έχουν παρόμοιο χρόνο 30m αλλά αξιοσημείωτα διαφορετικές επιδόσεις στα 10m. Η συνέπεια αυτού είναι ότι είναι δυνατόν να διαφοροποιηθεί ο προγραμματισμός της προπόνησης σπριντ ατομικά με βάση τις καταγραφές ενδιάμεσων χρόνων (Caldbeck, 2022).

Σε αυτό το πλαίσιο, πρέπει να τονιστεί ότι η επίδοση στα 10m είναι μια σχετική μεταβλητή δοκιμής στο σύγχρονο ποδόσφαιρο. Πράγματι, οι Cometti et al., έχουν δείξει ότι οι σύγχρονοι Γάλλοι επαγγελματίες και ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές είχαν παρόμοιες επιδόσεις σπριντ 30m, αλλά οι επαγγελματίες είχαν σημαντικά χαμηλότερους χρόνους γύρου 10m. Χρόνοι σπριντ από 1.79 έως 1.90 δευτερόλεπτα στα 10m αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Αυτό σημαίνει ότι οι ταχύτεροι παίκτες είναι κατά μέσο όρο 1m μπροστά από τους πιο αργούς μετά από μόνο 10m σπριντ. Αυτό θα μπορούσε να είναι σημαντικό στις κρίσιμες μονομαχίες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα ενός αγώνα (Cometti, 2001).

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι οι επαγγελματίες παίκτες είναι ταχύτεροι στα 10 ή 15m από τους ερασιτέχνες. Κάποιοι αναφέρουν επίσης ταχύτερο χρόνο σπριντ στα 30 ή 40m στους επαγγελματίες. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι η ικανότητα σπριντ μειώθηκε στην αρχή του δεύτερου ημιχρόνου σε σύγκριση με το πρώτο. Αυτό σχετιζόταν με μείωση της θερμοκρασίας των μυών στο 15λεπτο διάλειμμα. Η μείωση στην ικανότητα σπριντ αποφεύχθηκε όταν εκτελέστηκε επανάληψη της προθέρμανσης σε χαμηλή ένταση πριν το δεύτερο ημίχρονο του αγώνα. Αυτή η πληροφορία θα πρέπει

τουλάχιστον να ληφθεί υπόψη από ελίτ ομάδες που συμμετέχουν σε σημαντικούς διεθνείς αγώνες, αλλά και από ομάδες χαμηλότερων επιπέδων που θέλουν να βελτιστοποιήσουν τις επιδόσεις σπριντ τους στα πρώτα λεπτά του δεύτερου ημιχρόνου των ποδοσφαιρικών αγώνων (Fernandez, 2023).

Σχετικά με τα ύψη αλμάτων (με ελεύθερη κίνηση χεριών) οι μέσες τιμές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για ενήλικες παίκτες είναι 47.8 έως 60.1 cm. Οι τερματοφύλακες έχουν τα υψηλότερα σκορ σε αυτό το τεστ, ενώ οι μέσοι πηδούν χαμηλότερα σε σύγκριση με τους άλλους παίκτες γηπέδου. Φαίνεται επίσης ότι οι μη επαγγελματίες σημειώνουν χαμηλότερες επιδόσεις σε δοκιμασίες κατακόρυφου άλματος σε ορισμένες μελέτες (Thapa, 2021).

4. ΤΡΟΠΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ

Οι δοκιμασίες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό ακριβών τιμών VO_{2max} , αναερόβιου κατωφλίου, οικονομίας έργου, μέγιστης αερόβιας απόδοσης, δύναμης και ισχύος, και αναερόβιας παραγωγής ενέργειας, καθώς και για τον εντοπισμό ταλέντων στο ποδόσφαιρο. Όσον αφορά τις αναερόβιες δοκιμασίες, ο στόχος είναι η εκτίμηση της μέγιστης αναερόβιας παραγωγής ενέργειας. Συχνά υποστηρίζεται ότι οι δοκιμασίες πεδίου δεν απαιτούν τον προηγμένο εξοπλισμό, αντίθετα ο εξοπλισμός είναι διαθέσιμος στις περισσότερες ποδοσφαιρικές ομάδες. Ωστόσο, η χρησιμότητα των περισσότερων δοκιμασιών θα μπορούσε να αμφισβητηθεί ως προς την εκτίμηση της επιτυχίας μιας ομάδας, ενώ αντίθετα αποτελούν πολύτιμο εργαλείο για το σχεδιασμό της προπονητικής διαδικασίας.

4.1 Δοκιμασίες πεδίου

Η δοκιμασία κυκλικής διαδρομής περιλαμβάνει ντρίπλα, επαναλαμβανόμενα άλματα, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, στροφές και τρέξιμο προς τα πίσω με την μπάλα μέσω μιας διαδρομής μήκους 55m και πλάτους 30m που περιγράφηκε για πρώτη φορά από τους Hoff et al., Οι παίκτες καθοδηγούνται να αυξάνουν σταδιακά την ένταση τρεξίματος σε περίπου 95% της HR_{max} , η οποία διατηρείται για 3 λεπτά (Hoff, 2002). Στη συνέχεια, οι παίκτες αυξάνουν την ταχύτητα τρεξίματος σε επίπεδο που οδηγεί σε εξάντληση μετά από περίπου 6 λεπτά. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, ο παίκτης είναι εξοπλισμένος με ένα φορητό σύστημα μεταβολικής δοκιμασίας. Για τους δέκα ποδοσφαιριστές που συμμετείχαν σε αυτή τη μελέτη, οι μέγιστες καρδιοαναπνευστικές μεταβλητές, από τις οποίες το VO_{2max} ήταν παρόμοιο με αυτό που μετρήθηκε στο εργαστήριο σε διάδρομο. Ο συντελεστής διακύμανσης σε αυτή τη δοκιμασία ήταν 4.8% (Kemi, 2003).

Αυτή είναι ίσως η πιο χρήσιμη δοκιμασία για την παρακολούθηση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών στο γήπεδο. Δεδομένου ότι το VO_{2max} επηρεάζει την απόδοση των παικτών στο γήπεδο, τα αποτελέσματα από αυτή τη δοκιμασία, όπως και για το VO_{2max} που μετράται στο εργαστήριο, είναι πολύ αξιόπιστα και φιλικά προς το προπονητή κατά το σχεδιασμό του προπονητικού πλάνου για περαιτέρω

βελτίωση του VO₂max (Stolen, 2005). Επιπροσθέτως υπάρχουν και άλλα τεστ πεδίου, όπως το YO-YO test, Spint Test, T-Test, κατακόρυφο άλμα, Sit & Reach, κ.α.

4.2 Δοκιμασίες Εργαστηρίου

Το VO₂max εκφράζει τη μεγαλύτερη ποσότητα οξυγόνου που μπορεί να χρησιμοποιήσει το σώμα κατά τη διάρκεια εξαντλητικής άσκησης. Στο εργαστήριο, χρησιμοποιούνται άμεσες μετρήσεις για τον προσδιορισμό ενός ακριβούς VO₂. Οι τυποποιημένες δοκιμασίες εκτελούνται σε μηχανοκίνητους διαδρόμους (με τρέξιμο) ή σε εργομετρικά ποδήλατα (με ποδηλασία). Ο συντελεστής διακύμανσης αυτών των τύπων δοκιμασιών είναι συνήθως της τάξης του 1-3%. Οι ποδοσφαιριστές, κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης δοκιμασίας, θα πρέπει να χρησιμοποιούν τον διάδρομο καθώς αυτός ο τρόπος άσκησης είναι κοντά στη συγκεκριμένη αθλητική δραστηριότητά τους. Επιπλέον, είναι γνωστό ότι οι τιμές VO₂max που λαμβάνονται με πρωτόκολλα εργομετρικού ποδηλάτου είναι χαμηλότερες από εκείνες που λαμβάνονται με δοκιμασία σε διάδρομο (Astrand, 2003).

Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι το VO₂max των παικτών συσχετίζεται με τη συνολική απόσταση που καλύφθηκε σε ποδοσφαιρικούς αγώνες. Επίσης, έχειδειχτεί ότι η εφαρμογή μια περιόδου 8 εβδομάδων προπόνησης αντοχής βελτίωσε το VO₂max σε ελίτ έφηβους παίκτες με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης στο γήπεδο κατά τη διάρκεια αγώνων. Οι βελτιώσεις στην απόδοση αγώνα (δηλαδή αύξηση 3 μονάδων στη μέση HR αγώνα, εκφρασμένη ως ποσοστό HR_{max}, 20% αύξηση στην απόσταση που καλύφθηκε, 24% αύξηση στον αριθμό των επαφών με την μπάλα, και 100% αύξηση στα σπριντ που εκτελέστηκαν) δεν συνοδεύονταν μόνο από αυξήσεις στο VO₂max (10.8%), αλλά και στις δύο άλλες μεταβλητές που χαρακτηρίζουν την αερόβια ικανότητα, δηλαδή το αναερόβιο κατώφλι και την οικονομία τρεξίματος (Miguel, 2021).

Το αναερόβιο κατώφλι ορίζεται ως η υψηλότερη ένταση άσκησης, HR ή VO₂ όπου η παραγωγή και η κάθαρση του γαλακτικού οξέος είναι ίσες. Η τιμή του αναερόβιου κατωφλίου αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την εκτίμηση της φυσικής κατάστασης και τη διαμόρφωση προγραμμάτων άσκησης και αποκατάστασης στους ποδοσφαιριστές. Στο σημείο αυτό, ο αναερόβιος μηχανισμός αρχίζει να συνεισφέρει σημαντικά στην παραγωγή ενέργειας, αντανakλώντας μια εκθετική αύξηση του

γαλακτικού οξέος στο αίμα και μια μη γραμμική αύξηση του πνευμονικού αερισμού (Silva, 2011). Στους αθλητές αντοχής, συμπεριλαμβανομένων των ποδοσφαιριστών, το αναερόβιο κατώφλιού είναι ένας από τους πιο συνηθισμένους όρους, καθώς η βελτίωσή του οδηγεί σε αυξημένη αντοχή και καθυστέρηση της κόπωσης (Silva, 2011).

Οι μέθοδοι προσδιορισμού του αναερόβιου κατώφλιού περιλαμβάνουν τον άμεσο έλεγχο της καμπύλης του γαλακτικού οξέος και τον έμμεσο έλεγχο της κινητικότητας των αναπνευστικών αερίων κατά την προοδευτικής έντασης άσκηση. Η μέθοδος του γαλακτικού οξέος είναι επεμβατική, απαιτώντας λήψη αίματος, ενώ η μέθοδος των αναπνευστικών αερίων είναι μη επεμβατική, αλλά χρονοβόρα και απαιτεί ακριβό εξοπλισμό. Τα τελευταία χρόνια, η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας (HRV – Heart Rate Variance) έχει αναδειχθεί ως ένας εναλλακτικός, μη επεμβατικός τρόπος προσδιορισμού του αναερόβιου κατώφλιού. Η HRV επηρεάζεται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα και την αναπνοή, και δεδομένου ότι αλλάζει με την προπόνηση και διαφέρει μεταξύ ασκούμενων και μη, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη συνταγογράφηση άσκησης και τον έλεγχο της προσαρμογής σε αυτήν (Silva, 2011).

Μελέτες έχουν δείξει ότι το αναερόβιο κατώφλι μπορεί να βελτιωθεί με την προπόνηση αερόβιας αντοχής, καθώς και με προπόνηση αντιστάσεων. Η προπόνηση κοντά σε αυτό το σημείο της φυσιολογίας των παικτών, βοηθά τους ποδοσφαιριστές να εργάζονται είτε πάνω είτε κάτω από αυτό, βελτιώνοντας την ικανότητά τους να διατηρούν υψηλές εντάσεις για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα (Silowski, 2013). Επιπλέον, η αερόβια ικανότητα είναι καθοριστική για την απόδοση ενός ποδοσφαιριστή, και η αξιολόγησή της είναι μια από τις βασικότερες εργομετρικές δοκιμασίες. Ερευνητικές εργασίες σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές έχουν αξιολογήσει την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την ταχύτητα και την καρδιακή συχνότητα, καθώς και το αναερόβιο κατώφλι με τις αντίστοιχες ταχύτητα και καρδιακή συχνότητα. Η γνώση του αναερόβιου κατώφλιού επιτρέπει στους προπονητές να σχεδιάζουν πιο αποτελεσματικές προπονήσεις, στοχεύοντας στη βελτίωση της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών, και κατ' επέκταση, της συνολικής τους απόδοσης (Impelizzeri, 2005).

Το ενεργειακό κόστος ενός τρεξίματος (οικονομία τρεξίματος), συνήθως εκφράζεται ως κόστος οξυγόνου ανά μέτρο, ή λεπτό σε καθορισμένη ένταση. Η οικονομία εργασίας μετράται σε υπομέγιστο ρυθμό εργασίας (Stolen, 2005).

Η δοκιμασία Wingate εκτελείται σε εργομετρικό ποδήλατο με συνήθη αντίσταση 7.5% του σωματικού βάρους του υποκειμένου ή φορτίο πέδησης που υπολογίζεται από τη σωματική μάζα (mb) του υποκειμένου. Ο αθλητής πρέπει να κάνει πετάλι όσο πιο γρήγορα μπορεί από μια ιπτάμενη εκκίνηση για 30 δευτερόλεπτα. Το αποτέλεσμα μπορεί να υπολογιστεί ως μέγιστη ισχύς εξόδου 5 δευτερολέπτων, μέση ισχύς εξόδου 30 δευτερολέπτων και η διαφορά μεταξύ της μέγιστης ισχύος εξόδου 5 δευτερολέπτων και της χαμηλότερης ισχύος εξόδου 5 δευτερολέπτων διαιρούμενη με τη μέγιστη ισχύ εξόδου 5 δευτερολέπτων, υπολογίζοντας έναν δείκτη κόπωσης. Η αξιοπιστία επαναληπτικών δοκιμών είναι μεταξύ 0.90 και 0.98. Ακόμη και αν αυτή η δοκιμασία έχει θεωρηθεί ως δοκιμασία αξιολόγησης της αναερόβιας ικανότητας, έχει περαιτέρω αποδειχθεί ότι η αερόβια συνεισφορά στην παραγωγή ενέργειας είναι υψηλή, και ότι εξαρτάται επίσης από την ειδική αθλητική δραστηριότητα του εξεταζόμενου αθλητή. Πράγματι, η αερόβια συνεισφορά στην παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας Wingate μπορεί να είναι έως και 28% για σπρίντερ και 45% για αθλητές αντοχής (Nikolaidis, 2021).

5. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

5.1 Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά

Η ανθρώπινη σωματική διάπλαση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί χρησιμοποιώντας έναν σωματότυπο, ενώ μια δημοφιλής μέθοδος σωματοτύπησης που χρησιμοποιείται συχνά στους αθλητές είναι αυτή των Heath και Carter. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί μια βαθμολογία τριών αριθμών που αντιπροσωπεύει την ενδομορφία (σχετική λιπαρότητα), τη μεσομορφία (σχετική μυοσκελετική ευρωστία) και την εξωμορφία (σχετική γραμμικότητα ή λεπτότητα) (Jakovljevic, 2022). Ορισμένες μελέτες έδειξαν ότι οι σωματότυποι διέφεραν σημαντικά μεταξύ παικτών διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων και θέσεων. Για παράδειγμα, οι Hazir et al. έδειξαν ότι ο μέσος σωματότυπος του συνόλου των παικτών ήταν 2.4-4.8-2.3 (0.9-0.8-0.7) στην Τουρκική Σούπερ Λιγκ και 3.0-4.5-2.6 (0.9-0.9-0.8) στην Τουρκική Πρώτη Κατηγορία. Οι παίκτες της Σούπερ Λιγκ ήταν περισσότερο μεσόμορφοι, λιγότερο ενδόμορφοι και λιγότερο εκτόμορφοι σε σύγκριση με τους παίκτες της Πρώτης Κατηγορίας. Επιπλέον, οι συγγραφείς ανέφεραν ότι οι παίκτες της Σούπερ Λιγκ ήταν μεγαλύτεροι σε ηλικία και βαρύτεροι από τους παίκτες της Πρώτης Κατηγορίας, ενώ το ύψος ήταν παρόμοιο μεταξύ των ομάδων της Σούπερ Λιγκ και της Πρώτης Κατηγορίας. Οι ελίτ παίκτες επίσης είχαν χαμηλότερες βαθμολογίες ενδομορφίας σε σύγκριση με τους λιγότερο ελίτ συναδέλφους τους (Hazir, 2010).

Ο πιο ισορροπημένος μεσομορφικός σωματότυπος έχει παρατηρηθεί για τις περισσότερες θέσεις σε εθνικές και διεθνείς μελέτες. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε σε Νοτιοαμερικανούς επαγγελματίες αθλητές, όπου τα χαρακτηριστικά του σωματότυπου ήταν τα ίδια για όλες τις θέσεις εκτός από τους τερματοφύλακες. Η ίδια μελέτη έδειξε ότι τα χαρακτηριστικά του σωματότυπου των ποδοσφαιριστών ήταν παρόμοια μεταξύ των θέσεων, εκτός από τους μέσους (Rienzi, 2000). Οι Ribeiro et al., μελέτησαν μόνο ακραίους αμυντικούς στην κατηγορία U-20 και διαπίστωσαν ότι τόσο οι επαγγελματίες όσο και οι ημιεπαγγελματίες αθλητές ταξινομήθηκαν ως ισορροπημένοι μεσόμορφοι, με τιμές σωματότυπου 2.4-4.4-3.0 και 2.7-4.5-3.2, αντίστοιχα. Παρόμοιο αποτέλεσμα βρέθηκε για τους ποδοσφαιριστές στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι οποίοι, ανεξάρτητα από τη θέση παιχνιδιού, ταξινομήθηκαν ως ισορροπημένοι μεσόμορφοι (Galaviz, 2007). Έτσι, σε μη ελίτ ποδοσφαιριστές, αποδείχθηκε ότι οι επιθετικοί παρουσίασαν τη χαμηλότερη τιμή ενδομορφίας σε

σύγκριση με τις άλλες θέσεις παιχνιδιού, αλλά οι επιθετικοί και οι αμυντικοί είχαν μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των εκτομορφικών και μεσομορφικών παραμέτρων. Επίσης, εκτός από τους τερματοφύλακες, υπήρχαν σημαντικές διαφορές στα ζεύγη μέσων όρων σωματότυπου της Σούπερ Λιγκ και της Πρώτης Κατηγορίας σύμφωνα με τις θέσεις παιχνιδιού (Hazır, 2010). Επιπλέον, οι επιθετικοί και οι ακραίοι αμυντικοί παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές μεσομορφίας και εξωμορφίας αντίστοιχα, ενώ οι τερματοφύλακες επέδειξαν σημαντικά περισσότερη ενδομορφία από τους μέσους και τους επιθετικούς, όπως και οι αμυντικοί σε σύγκριση με τους επιθετικούς (Portes, 2015).

Σύμφωνα με την απόδοση που σχετίζεται με την ηλικία, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στα τρία συστατικά του σωματότυπου κατά τη φάση της ανάπτυξης και εξέλιξης (μεταξύ 10 έως 13 ετών). Προηγούμενη μελέτη που διερεύνησε τον σωματότυπο 203 Ισπανών ποδοσφαιριστών ηλικίας μεταξύ 14 και 19 ετών των κατηγοριών U-15 (2.5-4.2-3.4), U-16 (2.3-4.3-3.1), U-17 (2.6-4.4-2.6), U-18 (2.5-4.4-2.6) και U-19 (2.4-4.3-2.4) διαπίστωσε μείωση στο συστατικό της εξωμορφίας με την πρόοδο της ηλικίας (Gil, 2010). Οι Gontarev et al., έδειξαν επίσης ότι η ηλικιακή ομάδα των 14 ετών είχε τις υψηλότερες τιμές του συστατικού της εξωμορφίας σε σχέση με όλες τις άλλες ηλικιακές ομάδες (δηλαδή, 15, 16, 17, 18 ετών). Επιπλέον, έδειξαν ότι όλες οι ηλικιακές ομάδες (μεταξύ U-13 και U-21) καθώς και η ομάδα ενηλίκων (ποδοσφαιριστές άνω των 21 ετών) διέφεραν από την παιδική ομάδα (U-12) ως προς την ενδομορφία. Οι συγγραφείς ανέφεραν επίσης ότι τα συστατικά του σωματότυπου άλλαξαν κατά τη διάρκεια της εφηβείας επίσης· η ενδομορφία και η εξωμορφία μειώθηκαν, ενώ η μεσομορφία αυξήθηκε. Πράγματι, οι ελίτ και ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές, ιδιαίτερα οι νεαροί παίκτες 17 και 18 ετών παρουσιάζουν ένα προφίλ που τονίζει τα μεσομορφικά χαρακτηριστικά (δηλαδή, πολύ υψηλή μυϊκότητα, χαμηλή γραμμικότητα και χαμηλό λίπος) (Gostarev, 2016). Τα ευρήματα αυτής της μελέτης συμφωνούν με εκείνα των Perroni et al., και Rienzi et al., οι οποίοι απέδειξαν την επικράτηση του μεσόμορφου στον σωματότυπο των ενηλίκων και νεαρών ποδοσφαιριστών. Τέλος, οι ελίτ ποδοσφαιριστές ήταν περισσότερο μεσομορφικοί και λιγότερο ενδομορφικοί και εξωμορφικοί από τους παίκτες άλλων αγωνιστικών επιπέδων σε όλες τις θέσεις παιχνιδιού. Από αυτή την άποψη, ο σωματότυπος των παικτών διέκρινε σε μεγάλο βαθμό τους ποδοσφαιριστές υψηλότερου από χαμηλότερου επιπέδου (Perroni, 2015, Rienzi, 2000).

5.2 Σωματική Σύσταση

Η σωματική σύσταση είναι ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος συσχετίζεται με τη φυσική κατάσταση, την υγεία και τον αθλητισμό, ενώ διερευνάται χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πέντε επιπέδων (Wang, 1992). Οι αθλητικές μελέτες συνήθως εξετάζουν το τέταρτο επίπεδο (ιστοί-συστήματα) αυτού του μοντέλου, σύμφωνα με το οποίο το ανθρώπινο σώμα διαιρείται σε λιπώδη μάζα και άλιπη μάζα. Προηγούμενες μελέτες σε ποδοσφαιριστές έχουν δείξει σημαντικές διαφορές στο ποσοστό (%) σωματικού λίπους μεταξύ αγωνιστικών επιπέδων. Οι συνολικές μέσες τιμές % σωματικού λίπους που αναφέρονται στην επιστημονική βιβλιογραφία κυμαίνονται μεταξύ 9.9 και 11.9% για τους ελίτ άνδρες και μεταξύ 12.4 και 16.5% για τους ερασιτέχνες ενήλικες ποδοσφαιριστές. Συγκεκριμένα, οι Arnason et al., έδειξαν ότι το % σωματικού λίπους ήταν υψηλότερο στους παίκτες των ομάδων της πρώτης κατηγορίας της Ισλανδίας ($11.2 \pm 4.3\%$) από ό,τι στους παίκτες των ομάδων της ελίτ κατηγορίας ($10.0 \pm 4.2\%$). Αντίστοιχα, έχειδειχθεί ότι το % σωματικού λίπους ήταν υψηλότερο στους ερασιτέχνες από ό,τι στους ελίτ ποδοσφαιριστές (Amason, 2004). Αντιθέτως, άλλες μελέτες δεν ανέφεραν σημαντικές διαφορές μεταξύ διεθνών και μη-διεθνών ποδοσφαιριστών στο ποσοστό του σωματικού λίπους (Robelo, 2013).

Το ποσοστό σωματικού λίπους δεν διαφέρει σημαντικά κατά τη φάση της ανάπτυξης και εξέλιξης (μεταξύ 10 έως 13 ετών) ή μεταξύ εφηβικών ηλικιών στους ποδοσφαιριστές. Έτσι, σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες (U-17, U-19, και Pro2), οι παίκτες U-15 είχαν σημαντικά υψηλότερο % σωματικού λίπους (Dellal, 2013). Επιπλέον, το ποσοστό σωματικού λίπους επηρεάζεται από τη θέση παιχνιδιού. Πιο συγκεκριμένα, το μέσο εύρος του ποσοστού σωματικού λίπους εκτείνεται από 11.2 έως 31.91%, 8.5 έως 29.84%, 8.4 έως 25.82%, και 9.39 έως 27.89% για τερματοφύλακες, αμυντικούς, μέσους και επιθετικούς, αντίστοιχα, σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα και ηλικιακές ομάδες. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους στους τερματοφύλακες σε σύγκριση με τους παίκτες γηπέδου (επιθετικούς, μέσους και αμυντικούς) (Masocha, 2014, Cossio-Bolanos, 2015). Αντιθέτως, σε ελίτ ποδοσφαιριστές, προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι το % σωματικού λίπους ήταν χαμηλότερο στους μέσους από ό,τι σε άλλες θέσεις (δηλαδή, αμυντικούς, επιθετικούς και τερματοφύλακες) (Sporis, 2009), ενώ άλλοι ανέφεραν ότι το % σωματικού λίπους των τερματοφυλάκων και αμυντικών ήταν μεγαλύτερο από αυτό των μέσων (Abdullah, 2016). Αντίστοιχα, αποδείχθηκε ότι οι ερασιτέχνες επιθετικοί ηλικίας 10-13 ετών

παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές % σωματικού λίπους από όλους τους άλλους αθλητές (12.1 ± 4.5 έναντι τερματοφυλάκων: 17.0 ± 6.7 · αμυντικών: 15.3 ± 5.1 · μέσων: $14.0 \pm 5.7\%$, $p < 0.01$) (Portes, 2015). Αντιθέτως, άλλη μελέτη δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στο ποσοστό σωματικού λίπους μεταξύ παικτών που παίζουν σε διαφορετικές θέσεις (Aurelio, 2016).

Η παραπάνω αντίφαση, θα μπορούσε να οφείλεται στις διαφορές αγωνιστικού επιπέδου μεταξύ των ποδοσφαιριστών. Συμπερασματικά, η σχετική ανασκόπηση υποδεικνύει ότι οι ελίτ μέσοι και οι ερασιτέχνες επιθετικοί είχαν χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους από άλλους ποδοσφαιριστές. Επίσης, η μέτρηση του ποσοστού σωματικού λίπους μπορεί να είναι ικανή να διακρίνει μεταξύ ποδοσφαιριστών υψηλότερου και χαμηλότερου επιπέδου και μεταξύ της θέσης στην οποία αγωνίζονται οι παίκτες και πιο συγκεκριμένα μεταξύ των τερματοφυλάκων και των παικτών γηπέδου. Το % σωματικού λίπους ήταν υψηλότερο στους παίκτες χαμηλότερου επιπέδου ($11.2 \pm 4.3\%$) από ό,τι στους παίκτες ομάδων ελίτ κατηγορίας ($10.0 \pm 4.2\%$). Αντίστοιχα, έχει δειχθεί ότι το % σωματικού λίπους ήταν υψηλότερο στους ερασιτέχνες από ό,τι στους ελίτ ποδοσφαιριστές (Amason, 2004)

5.3 Προφίλ αερόβιας δραστηριότητας

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες ενότητες, η καρδιαγγειακή φυσική κατάσταση είναι μία από τις σημαντικότερες πτυχές της προπόνησης φυσικής κατάστασης στο ποδόσφαιρο. Σε αυτό το πλαίσιο, η καλά ανεπτυγμένη μέσω της προπονητικής διαδικασίας αερόβια ικανότητα, βοηθά τους ποδοσφαιριστές να διατηρούν επαναλαμβανόμενες ενέργειες υψηλής έντασης κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα, να επιταχύνουν τη διαδικασία ανάκαμψης και να διατηρούν τη φυσική τους κατάσταση σε καλό επίπεδο μέχρι το τέλος του αγώνα. Η αερόβια ικανότητα των ποδοσφαιριστών έχει προσδιοριστεί μετρώντας τη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO_{2max}) κατά τη διάρκεια μιας συνεχούς δοκιμασίας προοδευτικά αυξανόμενης έντασης, χρησιμοποιώντας είτε εργομετρικό ποδήλατο είτε διάδρομο στο εργαστήριο ή μια δοκιμασία παλίνδρομου τρεξίματος πολλαπλών σταδίων ως δοκιμασία πεδίου. Οι τιμές VO_{2max} που αναφέρονται κυμαίνονται από 59.2 έως 66.6 ml/kg/min και από

57.8 έως 61.7 ml/kg/min για ελίτ και ερασιτέχνες άνδρες ποδοσφαιριστές, αντίστοιχα, σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα και ηλικιακές ομάδες (Slimani, 2017).

Παλαιότερη έρευνα ανέφερε ότι η αερόβια απόδοση ήταν διαφορετική μεταξύ αγωνιστικών επιπέδων, με υψηλότερη μέγιστη VO₂max στους παίκτες των ομάδων της ελίτ κατηγορίας ($63.2 \pm 4.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) από ό,τι στους παίκτες των ομάδων της πρώτης κατηγορίας ($61.7 \pm 5.1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Έτσι, σε σύγκριση με τους παίκτες που δεν αγωνίζονται σε ελίτ επίπεδο, οι ελίτ παίκτες είχαν υψηλότερη αερόβια ισχύ (Reilly, 2000). Οι Canhadas et al., έδειξαν ότι η VO₂max αυξήθηκε σημαντικά με την ηλικία: 10 ετών < 11 ετών < 12 ετών < 13 ετών (Canhadas, 2010). Αντίστοιχα, άλλη μελέτη έδειξε ότι οι επιλεγμένοι και μη-επιλεγμένοι ποδοσφαιριστές 14 ετών είχαν χαμηλότερη VO₂max από μεγαλύτερους ποδοσφαιριστές (U-15, U-16, και U-17) [14]. Έτσι, οι νεαροί ποδοσφαιριστές (U-16 και U-18) είχαν υψηλότερη VO₂max από τους παίκτες U-23 και παίκτες οι οποίοι αγωνίζονται σε πανεπιστημιακά πρωταθλήματα (Aziz, 2008). Αντιθέτως, άλλες μελέτες ανέφεραν ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στις τιμές VO₂max μεταξύ ποδοσφαιριστών U-14, U-15 και U-16 ή μεταξύ εφήβων και μετα-εφήβων παικτών (Vanderford, 2004, Cuhna, 2011).

Επιπλέον, έχει δειχθεί ότι οι παίκτες γηπέδου (δηλαδή, επιθετικοί, μέσοι και αμυντικοί) είχαν υψηλότερες τιμές VO₂max και μέγιστης πρόσληψης O₂ από τους τερματοφύλακες (Aziz, 2008). Οι ίδιοι συγγραφείς έδειξαν ότι οι αμυντικοί και οι μέσοι είχαν ελαφρώς υψηλότερη μέση VO₂max από τους επιθετικούς. Αντίστοιχα, σε άλλη μελέτη οι Κροάτες μέσοι είχαν ανώτερες τιμές VO₂max σε σύγκριση με τους επιθετικούς και τους αμυντικούς, επειδή οι μέσοι πρέπει να καλύπτουν μεγαλύτερη απόσταση κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού (Aziz, 2008). Αντιθέτως, έχει δειχθεί ότι οι επιθετικοί είχαν τις υψηλότερες μέσες τιμές VO₂max σε σύγκριση με τους μέσους, τους αμυντικούς και τους τερματοφύλακες. Έχει επίσης δειχθεί ότι η VO₂max των μέσων και των επιθετικών ήταν ανώτερη από αυτή των τερματοφυλάκων και των αμυντικών (Gil, 2007). Ενώ άλλες μελέτες έδειξαν ότι η VO₂max δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ παικτών διαφορετικών θέσεων γηπέδου, οι μέσοι φάνηκε να έχουν τη μεγαλύτερη διαλειμματική αντοχή, ειδικά στις μικρότερες ηλικιακές κατηγορίες (U-9–U-15) (Portes, 2015, Alpay, 2016). Αυτή η αντίφαση θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι μη επαγγελματίες επιθετικοί παίκτες, είχαν υψηλότερες μέσες τιμές VO₂max σε σύγκριση με τους μη επαγγελματίες νεαρούς μέσους και αμυντικούς, αλλά όταν οι παίκτες προσέγγιζαν το επαγγελματικό επίπεδο, υπήρχαν επίσης διαφορές

θέσης, με υψηλότερες τιμές VO₂max στους νεαρούς μέσους σε σύγκριση με τους επιθετικούς και αμυντικούς που αγωνίζονται σε ελίτ επίπεδο.

5.4 Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα (HRmax)

Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax) αποτελεί έναν από τους βασικότερους δείκτες για την αξιολόγηση της έντασης της άσκησης στο ποδόσφαιρο. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ένταση της άσκησης στο ποδόσφαιρο κυμαίνεται μεταξύ 80-90% της HRmax, ανεξάρτητα από το αγωνιστικό επίπεδο (Bangsbo, 1994). Αυτό το εύρος έντασης έχει παρατηρηθεί τόσο σε επαγγελματίες παίκτες, όσο και σε ερασιτέχνες, καθώς και σε νεαρούς ποδοσφαιριστές διαφόρων ηλικιακών κατηγοριών από U-12 έως U-20 (Capranica, 2001, Strøyer, 2004). Η ανάλυση της κατανομής της έντασης κατά τη διάρκεια ενός αγώνα αποκαλύπτει ότι περίπου το 65% του συνολικού χρόνου παιχνιδιού διανύεται σε ένταση μεταξύ 70-90% της HRmax, ενώ σπάνια η ένταση πέφτει κάτω από το 65% της HRmax. Ωστόσο, στο δεύτερο ημίχρονο παρατηρείται συστηματικά μείωση της έντασης σε σχέση με το πρώτο, γεγονός που σχετίζεται με την εμφάνιση κόπωσης και τη μείωση των αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου (Mohr, 2004).

Με βάση τις εργαστηριακές δοκιμασίες σε διάδρομο, η σχέση μεταξύ καρδιακής συχνότητας (HR) και κατανάλωσης οξυγόνου (VO₂) είναι γραμμική. Σύμφωνα με αυτή τη σχέση, η μέση ένταση των ελίτ ποδοσφαιριστών κυμαίνεται μεταξύ 70-80% της VO₂max κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Αυτό επιβεβαιώνεται σε μελέτη με πληθυσμό από Δανούς ποδοσφαιριστές (12-14 ετών), χρησιμοποιώντας εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης βασισμένες στην ατομική σχέση HR-VO₂ (Støyer, 2004). Όσον αφορά την ενεργειακή δαπάνη, έχει αναφερθεί τιμή 1.360 kcal κατά τη διάρκεια ενός αγώνα για έναν παίκτη βάρους 75 kg με μέση κατανάλωση οξυγόνου (VO₂max) 60 ml/kg/min. Ωστόσο, αυτές οι εντάσεις φαίνεται να είναι κάπως διογκωμένες, καθώς τόσο οι ελίτ ενήλικες όσο και οι νεαροί παίκτες συχνά στέκονται ακίνητοι ή περπατούν κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή των αγώνων. Η στάση και το περπάτημα αποτελούν περίπου το 15% και 40% αντίστοιχα του συνολικού χρόνου παιχνιδιού σε έναν αγώνα 90 λεπτών. Παρόλα αυτά, οι δραστηριότητες υψηλής έντασης (σπριντ, αλλαγές κατεύθυνσης και μονομαχίες) και τα σύντομα/ανεπαρκή διαστήματα ανάκαμψης μεταξύ αυτών των ενεργειών ανεβάζουν την ένταση κοντά στις μέγιστες

τιμές. Το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται ως "διαλειμματικό αερόβιο άθλημα" με περίπου 90% της συνολικής ενεργειακής δαπάνης να προέρχεται από αερόβιες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, 150-250 (περίπου 15%) ποδοσφαιρικές ενέργειες εκτελούνται σε υψηλή ένταση, οι οποίες είναι επαρκείς για να αυξήσουν τη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος σε υπομέγιστες τιμές (3-8 mmol/L) (Alexandre, 2012).

Παρά την ευρεία χρήση της HRmax ως δείκτη έντασης, υπάρχουν σημαντικοί περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ο σημαντικότερος είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας (HRrest) του κάθε αθλητή. Αυτό σημαίνει ότι δύο ποδοσφαιριστές με την ίδια HRmax αλλά διαφορετική HRrest μπορεί να έχουν διαφορετική φυσιολογική ανταπόκριση στην ίδια ένταση άσκησης. Επιπλέον, η συχνά χρησιμοποιούμενη εξίσωση "220-ηλικία" για την εκτίμηση της HRmax έχει αποδειχθεί ανακριβής (Antonacci, 2007). Για την αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών, προτείνεται η χρήση του εφεδρικού καρδιακού ρυθμού (HRres) ως πιο αξιόπιστου δείκτη έντασης. Ο HRres υπολογίζεται σύμφωνα με τη φόρμουλα των Karvonen et al., $\%HRres = [(μέση\ HR\ άσκησης - HRrest)/(HRmax - HRrest)] \times 100$. Αυτή η μέθοδος λαμβάνει υπόψη τόσο την HRmax όσο και την HRrest, επιτρέποντας πιο ακριβείς συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών αθλητών. Η τεχνολογική εξέλιξη έχει συμβάλει σημαντικά στην καλύτερη παρακολούθηση της καρδιακής συχνότητας. Τα σύγχρονα συστήματα καταγραφής, όπως το Polar Team2, επιτρέπουν την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της έντασης ως ποσοστό του HRres, προσφέροντας στους προπονητές άμεση ανατροφοδότηση για την εσωτερική επιβάρυνση των ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια της προπόνησης.

Τέλος, τον ακριβή προσδιορισμό της HRmax, συνιστάται η χρήση εξειδικευμένων δοκιμασιών πεδίου ή εργαστηρίου. Τέτοιες δοκιμασίες περιλαμβάνουν το Yo-Yo Intermittent Recovery Test και το 30-15 Intermittent Fitness Test, τα οποία προσομοιάζουν καλύτερα τη διαλειμματική φύση του ποδοσφαίρου σε σύγκριση με τις συνεχόμενες δοκιμασίες, παρέχοντας έτσι πιο ακριβείς εκτιμήσεις της HRmax για το συγκεκριμένο άθλημα (Alexandre, 2012).

5.5 Ταχύτητα στο Αναερόβιο Κατώφλι (vLT)

Η ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι (VLT – Velocity at Lactate Threshold) αποτελεί έναν σημαντικό δείκτη αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών. Σύμφωνα με τους Ziogas et al., το VLT αποτελεί τη μοναδική φυσιολογική μεταβλητή που διαφέρει σημαντικά μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών, με τις υψηλότερες κατηγορίες να παρουσιάζουν πάντα υψηλότερες τιμές VLT σε κάθε σύγκριση (Ziogas, 2011). Σε αντίθεση με τη VO₂max που επηρεάζεται κυρίως από κεντρικούς παράγοντες, το VLT επηρεάζεται τόσο από κεντρικούς όσο και από περιφερικούς παράγοντες. Αυτό εξηγεί τη μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα του VLT ως δείκτη αερόβιας αντοχής. Το VLT ενσωματώνει τη VO₂max, το ποσοστό της VO₂max και την οικονομία τρεξίματος, επομένως μπορεί να εξηγήσει καλύτερα τις διαφορές στην αερόβια αντοχή σε σχέση με τη VO₂max από μόνη της (Basset, 2020). Όσον αφορά τις διαφορές ανά θέση, οι Schwesig et al., έδειξαν ότι οι κεντρικοί μέσοι παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές VLT (v2: 12.5 ± 1.20 km/h, v4: 15.2 ± 1.14 km/h, v6: 16.6 ± 1.14 km/h), ενώ οι τερματοφύλακες έχουν σημαντικά χαμηλότερες ταχύτητες στο αναερόβιο κατώφλι σε σύγκριση με τους παίκτες γηπέδου. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των θέσεων βρέθηκε στο κατώφλι γαλακτικού v2 (2 mmol/L) (Schwesig, 2019).

Οι Horpe et al., πραγματοποίησαν μια συγκριτική μελέτη μεταξύ τριών διαφορετικών δοκιμασιών αντοχής σε 11 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Οι αθλητές εκτέλεσαν μια συνεχόμενη προοδευτική δοκιμασία με μετρήσεις γαλακτικού για τον προσδιορισμό του VLT και v4, μια συνεχόμενη δοκιμασία με ανάλυση αερίων για τον προσδιορισμό της VO₂max και της οικονομίας τρεξίματος, και μια διαλειμματική δοκιμασία παλίνδρομου τρεξίματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης στο παλίνδρομο τρέξιμο και της VO₂max ($r=0.70$), καθώς και μεταξύ του χρόνου εξάντλησης στις δύο συνεχόμενες δοκιμασίες ($r=0.89$) (Horpe, 2013).

Όλες οι παραπάνω μελέτες συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι η αξιολόγηση του VLT πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στις δοκιμασίες αντοχής των ποδοσφαιριστών μαζί με τη VO₂max. Επιπλέον, συνιστούν τη χρήση της μεθόδου Dmax για τον προσδιορισμό του VLT αντί σταθερών τιμών γαλακτικού, καθώς παρουσιάζει καλύτερη συσχέτιση με την αγωνιστική απόδοση. Επίσης, τα ευρήματα αυτά, έχουν σημαντικές πρακτικές εφαρμογές στο σχεδιασμό της προπόνησης, ιδιαίτερα κατά την περίοδο προετοιμασίας.

5.6 Καρδιακή συχνότητα στο γαλακτικό κατώφλι (HRLT)

Η HRLT (μέσες τιμές 178.7 ± 8.2 κτύποι το λεπτό) αποτελεί θεμελιώδη φυσιολογική παράμετρο στη διαφοροποίηση στις τιμές μεταξύ προπονημένων και απροπόνητων αθλητών (Jastrzebski, 2010 Guner et al., 2006). Η μέτρηση του καρδιακού ρυθμού στο γαλακτικό κατώφλι (HRLT) αποτελεί θεμελιώδη φυσιολογική παράμετρο στο ποδόσφαιρο. Τα ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν σημαντική διαφοροποίηση στις τιμές μεταξύ προπονημένων και απροπόνητων αθλητών, καθώς και μεταξύ των φύλων (Jastrzebski, 2010). Συγκεκριμένα, η έρευνα των Jastrzebski et al., (2010) κατέγραψε σημαντικά υψηλότερες τιμές μέγιστης ταχύτητας τρεξίματος (V_{max}) στους άνδρες ποδοσφαιριστές ($8.38 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) συγκριτικά με τις γυναίκες ($7.60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.0002$). Αντίστοιχα, η ταχύτητα στο γαλακτικό κατώφλι (V/LT) ήταν σημαντικά υψηλότερη στους άνδρες ($3.88 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) έναντι των γυναικών ($3.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.0000$) (Jastrzebski, 2010).

Στη διαχρονική μελέτη της ομάδας Arka Gdynia, η μέση ταχύτητα τρεξίματος στο LT παρέμεινε σταθερή στις δύο πρώτες μετρήσεις (3.80 m/s), ενώ παρατηρήθηκε μείωση 0.17 m/s στην τρίτη μέτρηση. Αξιοσημείωτη ήταν η χαμηλότερη τυπική απόκλιση ($\pm 0.20 \text{ m/s}$) στην πρώτη μέτρηση, υποδεικνύοντας τη μικρότερη διασπορά των τιμών στην ομάδα. Η έρευνα των Köklü et al., σε νεαρούς ελίτ ποδοσφαιριστές (ηλικίας 15.7 ± 0.4 ετών, ύψους $176.8 \pm 4.6 \text{ cm}$, σωματικής μάζας $65.5 \pm 5.6 \text{ kg}$) κατέγραψε μέγιστο καρδιακό ρυθμό $195.9 \pm 7.4 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ και VO_{2max} $53.1 \pm 5.9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (Koklu, 2011). Οι Messonnier et al., τεκμηρίωσαν υψηλότερο ρυθμό εμφάνισης γαλακτικού (Ra) στους προπονημένους αθλητές ($24.1 \pm 2.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) συγκριτικά με τους απροπόνητους ($14.6 \pm 2.4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $p<0.05$) (Messonnier, 2010).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη των Cerda-Kohler et al., η οποία σε δείγμα 17 επαγγελματιών ποδοσφαιριστών (ηλικίας 24.7 ± 3.7 ετών, σωματικής μάζας $70.1 \pm 5.3 \text{ kg}$, ύψους $172.8 \pm 7.3 \text{ cm}$) συνέκρινε τέσσερις διαφορετικές μεθόδους προσδιορισμού του LT. Η έρευνα κατέδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων, με τη λογαριθμική μέθοδο να παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές ταχύτητας στο LT συγκριτικά με τη μέθοδο D_{max} ($p<0.01$), η οποία με τη σειρά της κατέγραψε χαμηλότερες τιμές από τις μεθόδους VI και D_{maxM} ($p<0.01$) (Cerda – Kohler, 2016).

Τα ευρήματα αυτά υπογραμμίζουν τη σημασία της επιλογής κατάλληλης μεθοδολογίας για τον προσδιορισμό του HR/LT, καθώς και την αναγκαιότητα συνεκτίμησης παραγόντων όπως το φύλο, το προπονητικό επίπεδο και η αγωνιστική θέση των αθλητών κατά την αξιολόγηση και ερμηνεία των μετρήσεων αυτών στο ποδόσφαιρο.

5.7 Κατακόρυφο άλμα

Ο Petridis et al., 2019 έδειξαν μέσες τιμές άλματος σε νέους ποδοσφαιριστές: 36.3 – 38.6cm. Συστημική ανασκόπηση ανέφερε μέσο ύψος κατακόρυφου άλματος: 41.1 – 65cm για επαγγελματίες (Asimakidis, 2024) και 43 – 56cm για ημιεπαγγελματίες (Slimani et al, 2016). Σύμφωνα με την επιστημονική βιβλιογραφία, οι δοκιμασίες κατακόρυφης αλτικότητας, συμπεριλαμβανομένων του άλματος από ημικάθισμα (SJ – Squat Jump), του άλματος με αντίθετη κίνηση (CMJ – Counter Movement Jump) και του κατακόρυφου άλματος, δύνανται να προσδιορίσουν τη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων στους ποδοσφαιριστές (Silmani, 2016). Αναφορικά με το αγωνιστικό επίπεδο, η αλτική ικανότητα των ελίτ ποδοσφαιριστών υπερτερεί σημαντικά έναντι των μη-ελίτ ποδοσφαιριστών και ερασιτεχνικού επιπέδου. Οι Reilly et al., απέδειξαν επίσης σημαντικές διαφοροποιήσεις στο ύψος του κατακόρυφου άλματος μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων. Συγκεκριμένα, οι ελίτ τερματοφύλακες και κεντρικοί αμυντικοί U-19 διαφοροποιούνταν σημαντικά από τους μη-ελίτ τερματοφύλακες και κεντρικούς αμυντικούς αντίστοιχα στην επίδοση του κατακόρυφου άλματος (Reily, 2000).

Επιπρόσθετες μελέτες, κατέδειξαν επίσης ότι οι ποδοσφαιριστές υψηλότερου επιπέδου παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη κατακόρυφη αλτικότητα συγκριτικά με τους παίκτες χαμηλότερου επιπέδου, μολονότι δεν επιβεβαιώθηκε το εύρημα αυτό από όλες τις έρευνες (Arnason, 2004). Επίσης, οι le Gall et al., ανέφεραν σημαντικές διαφορές στο CMJ μεταξύ επαγγελματιών επιθετικών και διεθνών παικτών ($d = 0.50$) συγκριτικά με τους ερασιτέχνες (le Gall, 2010). Επιπροσθέτως, έχει αποδειχτεί ότι η μυϊκή ισχύς επηρεάζεται από τη θέση παιχνιδιού, με υψηλότερες τιμές SJ, CMJ και κατακόρυφου άλματος στους τερματοφύλακες συγκριτικά με τους παίκτες γηπέδου (επιθετικούς, μέσους και αμυντικούς) (Sporis, 2009, Brahim, 2013). Κατά τη σύγκριση των παικτών γηπέδου, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ αμυντικών, μέσων και επιθετικών στο CMJ. Αντιθέτως, οι Brahim et al., κατέδειξαν ότι οι μέσοι παρουσίαζαν

τα χαμηλότερα ύψη SJ και CMJ συγκριτικά με τους αμυντικούς και επιθετικούς (Brahim, 2013). Αναφορικά με την ηλικιακή απόδοση, παλαιότερες μελέτες δεν ανέφεραν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ ελίτ U-14 και U-16 και μεταξύ U-17, U-20 και U-21 ανδρών ποδοσφαιριστών στο ύψος του κατακόρυφου άλματος, υποστηρίζοντας ότι αυτό ενδέχεται να οφείλεται στη μικρή ηλικιακή διαφορά μεταξύ των ομάδων (Castagna, 2013). Από την άλλη πλευρά, μία άλλη μελέτη ανέφερε σημαντικές διαφορές μεταξύ U-19 και U-15 στην αλτική επίδοση (Karahana, 2016).

5.8 Ευλυγισία

Η αυξημένη ευκαμψία ενισχύει την αθλητική απόδοση και οι αθλητές με υψηλό βαθμό ευκαμψίας παρουσιάζουν παραδοσιακά βελτιωμένη επάρκεια στις κινήσεις (Daneshjoo, Rahnema, Mokhtar, & Yusof, 2013). Τιμές αναφοράς ενηλίκων παικτών: 24.7cm και U18: 20.7 (Nikolaidis, 2012). Η ανασκόπηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας αναφορικά με την ευλυγισία των ποδοσφαιριστών αναδεικνύει πολυδιάστατα ευρήματα με σημαντικές πρακτικές εφαρμογές. Οι Alimoradi et al. διερεύνησαν την επίδραση ενός πρωτοκόλλου διάτασης του υποκνημιδίου μυός σε ερασιτέχνες γυναίκες παίκτριες ποδοσφαίρου συνολικής διάρκειας τεσσάρων εβδομάδων. Τα ευρήματα κατέδειξαν σημαντική βελτίωση στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής, τη δυναμική ισορροπία και την επίδοση στη δοκιμασία Drop Jump, ενώ η προσθήκη διατάσεων του υποκνημιδίου επέφερε περαιτέρω βελτιώσεις στην ευκινησία (Alimoradi, 2023). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η πιλοτική μελέτη των Pinto et al., η οποία εξέτασε την ευλυγισία και το εύρος κίνησης σε προέφηβους ποδοσφαιριστές (12-14 ετών). Τα αποτελέσματα κατέδειξαν σημαντική μείωση των παραμέτρων αυτών συγκριτικά με τις τιμές αναφοράς, με την έκπτωση να επιδεινώνεται αναλογικά με την ηλικία και τα έτη ενασχόλησης με το ποδόσφαιρο (Pinto, 2024). Οι Hernandez-Martinez et al. διερεύνησαν την επίδραση διαφορετικών πρωτοκόλλων προθέρμανσης με διατάσεις σε νεαρούς ποδοσφαιριστές. Η συγκριτική ανάλυση μεταξύ στατικών, δυναμικών, βαλλιστικών και ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής βάσεως διατάσεων δεν ανέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις στην αλτική ικανότητα, την ταχύτητα σπριντ και την ταχύτητα λακτίσματος (Hernandez-Martinez, 2023).

Σημαντική συνεισφορά στην κατανόηση της σχέσης ευλυγισίας και απόδοσης προσέφερε η έρευνα των Bogalho et al. σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.

Παρατηρήθηκε μέτρια συσχέτιση μεταξύ της ευλυγισίας των εκτεινόντων του αριστερού γόνατος και της κατακόρυφης αλτικότητας ($\rho=-0.426$, $p=0.048$), ενώ η ευλυγισία των καμπτήρων του γόνατος συσχετίστηκε με τη δυναμική ισορροπία ($\rho=0.411$, $p=0.040$) (Bogalho, 2022). Οι Oliveira et al. εξέτασαν επίσης την επίδραση της πλευρικής επικράτησης στην ευλυγισία και την απόδοση λακτίσματος, διαπιστώνοντας σημαντικές διαφορές μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου στη ροπή των καμπτήρων και την ταχύτητα λακτίσματος, χωρίς ωστόσο επίδραση στην ευλυγισία (Oliveira, 2013). Τέλος, η συστηματική ανασκόπηση των Ramos et al. μελέτησε την επίδραση των ασυμμετριών ισοκινητικής δύναμης και ευλυγισίας σε νεαρούς ποδοσφαιριστές και τα αποτελέσματα αυτής κατέδειξαν τάση ασυμμετρίας με μεγαλύτερη ευλυγισία στο κυρίαρχο άκρο. Οι ερευνητές τόνισαν ότι οι μυϊκές ανισορροπίες και οι πλευρικές ασυμμετρίες δεν αποτελούν φυσικό χαρακτηριστικό του αθλήματος και χρήζουν παρέμβασης από τα πρώτα κιόλας στάδια της αθλητικής σταδιοδρομίας ενός ποδοσφαιριστή (Ramos, 2022).

Συνοψίζοντας τα ευρήματα των προαναφερθεισών μελετών, καθίσταται εμφανές ότι η ευλυγισία αποτελεί μια πολυπαραγοντική παράμετρο της αθλητικής απόδοσης στο ποδόσφαιρο, με σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάλογα με την ηλικία, το αγωνιστικό επίπεδο και την πλευρική επικράτηση. Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν μια προοδευτική μείωση της ευλυγισίας και του εύρους κίνησης στους προέφηβους ποδοσφαιριστές, η οποία επιδεινώνεται με την πάροδο των ετών ενασχόλησης με το άθλημα, ενώ παράλληλα αναδεικνύεται η σημασία της εξατομικευμένης προπονητικής παρέμβασης για την πρόληψη των λειτουργικών ασυμμετριών και κατ' επέκταση των τραυματισμών. Ιδιαίτερη έμφαση αποδίδεται στη συσχέτιση της ευλυγισίας με παραμέτρους της αθλητικής απόδοσης, όπως η κατακόρυφη αλτικότητα και η δυναμική ισορροπία, ενώ η διαφοροποίηση μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου υποδεικνύει την αναγκαιότητα στοχευμένων παρεμβάσεων για την αποκατάσταση της συμμετρίας. Η απουσία σημαντικών διαφοροποιήσεων μεταξύ διαφορετικών πρωτοκόλλων διατάσεων στην οξεία απόδοση υποδηλώνει την πολυπλοκότητα της σχέσης μεταξύ ευλυγισίας και λειτουργικής απόδοσης, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό.

6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια συγκριτική έρευνα παρατήρησης (comparative observational study) με στόχο την αξιολόγηση και σύγκριση των φυσιολογικών παραμέτρων, σωματομετρικών χαρακτηριστικών και δεικτών φυσικής κατάστασης μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων και ηλικιακών κατηγοριών. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με διαγώνια δειγματοληψία (cross-sectional sampling) κατά τη διάρκεια της προ-αγωνιστικής περιόδου. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν συνολικά 77 ποδοσφαιριστές από τρεις διαφορετικές ομάδες οι οποίες κατηγοριοποιούνταν βάση αγωνιστικού επιπέδου και ηλικιακής κατηγορίας. Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχαν:

- 28 ποδοσφαιριστές από την ομάδα του ΑΠΟΛΛΩΝΑ, επαγγελματική ομάδα υψηλού αγωνιστικού επιπέδου (SL2)
- 18 ποδοσφαιριστές από την ομάδα της ΚΟΡΙΝΘΟΥ, επαγγελματική ομάδα χαμηλότερου αγωνιστικού επιπέδου (Γ Εθνική)
- 31 ποδοσφαιριστές από την ομάδα Κ19 (ηλικίας έως 19 ετών)

Οι συμμετέχοντες ήταν όλοι ενεργοί ποδοσφαιριστές που έλαβαν μέρος στις προετοιμασίες των ομάδων κατά την προ-αγωνιστική περίοδο 2022-23, κατά το πέρας της οποίας λήφθηκαν και οι μετρήσεις των ανθρωπομετρικών και εργομετρικών χαρακτηριστικών (στο ίδιο εργαστήριο). Το ηλικιακό εύρος του δείγματος κυμαινόταν με μέση ηλικία 27.11 ± 4.70 ετών για τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ, 28.17 ± 5.45 ετών για την ΚΟΡΙΝΘΟ και 18.29 ± 0.59 ετών για την ομάδα Κ19.

Το δείγμα περιλάμβανε ποδοσφαιριστές από διάφορες αγωνιστικές θέσεις (επιθετικοί, μέσοι, αμυντικοί, τερματοφύλακες), εξασφαλίζοντας την αντιπροσωπευτικότητα όλων των ρόλων σε μια ποδοσφαιρική ομάδα. Πριν τη συμμετοχή τους στην έρευνα, όλοι οι αθλητές ενημερώθηκαν για τους σκοπούς και τις διαδικασίες της μελέτης και έδωσαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους. Για τους ανήλικους αθλητές, ελήφθη συγκατάθεση από τους γονείς ή κηδεμόνες τους. Η μελέτη έλαβε έγκριση από την αρμόδια επιτροπή δεοντολογίας του εκπαιδευτικού ιδρύματος.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SPSS (version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των μεταβλητών με τη δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov. Για τη σύγκριση των παραμέτρων μεταξύ των τριών ομάδων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (One-way ANOVA) για τις μεταβλητές που ακολουθούσαν κανονική κατανομή, και η μη παραμετρική δοκιμασία Kruskal-Wallis για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Για τις post-hoc συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Bonferroni για τον έλεγχο του σφάλματος τύπου I. Το μέγεθος επίδρασης (effect size) υπολογίστηκε με τη χρήση του συντελεστή η^2 (eta squared) και ερμηνεύτηκε ως εξής: μικρό (0.01-0.05), μέτριο (0.06-0.13) και μεγάλο (≥ 0.14). Για την ανάλυση συσχετίσεων μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson για τις μεταβλητές που ακολουθούσαν κανονική κατανομή, και ο συντελεστής συσχέτισης Spearman για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Οι συσχετίσεις ερμηνεύτηκαν ως εξής: ασθενής (0.10-0.29), μέτρια (0.30-0.49), ισχυρή (0.50-0.69), πολύ ισχυρή (0.70-0.89) και εξαιρετικά ισχυρή (0.90-1.00). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$ για όλες τις αναλύσεις. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσες τιμές $\pm$ τυπική απόκλιση.

Οι μεταβλητές που αναλύθηκαν είναι οι κάτωθι:

Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά: Ύψος (cm), Βάρος (kg), Ποσοστό λίπους (%), Ηλικία (έτη).

Παράμετροι απόδοσης: VO₂max (ml/kg/min), vVO₂max (km/h), HRmax (bpm), vLT (km/h), HRLT (bpm), Jump (cm), Flexibility (cm)

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις: Ύψος: Seca 217, Germany, Βάρος: Serith Tanita MC780, Greece, Ποσοστό λίπους: Herpenden Baty, U.K, Καρδιακή συχνότητα: Polar, Finland, Δαπεδοεργόμετρο: h/p/cosmos, Germany, Εργοσπιρομέτρηση: Cosmed Fitmate Pro, Italy, Αλτικότητα: Optojump (CMJ)

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

1. Τα δεδομένα της παρούσης μελέτης αφορούν μόνο τις εξεταζόμενες ομάδες για τη συγκεκριμένη περίοδο και συνεπώς τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν
2. Έλλειψη πληροφοριών για το προπονητικό πρόγραμμα της μεταβατικής περιόδου
3. Πραγματοποιήθηκαν αξιολογήσεις σε εγκαταστάσεις εσωτερικού χώρου (σταθερό περιβάλλον), κατά τις πρωινές ώρες (08:00 έως 12:00).

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 1^ο Ερευνητικό Ερώτημα: Διαφορές στις φυσιολογικές παραμέτρους ανάλογα το επίπεδο στο οποίο αγωνίζονται οι ποδοσφαιριστές.

Για την απάντηση του πρώτου ερευνητικού ερωτήματος έγινε ανάλυση διακύμανσης και Post hoc σύγκριση με τη μέθοδο Bonferroni, καθώς επίσης και γραφήματα των εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων (estimated Marginal Means). Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης και της ανάλυσης διακύμανσης έδειξαν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις οι οποίες σχετίζονται με την ηλικία και το αγωνιστικό επίπεδο των ποδοσφαιριστών (Πίνακας 2).

Πίνακας 2 Περιγραφικά στατιστικά και αποτελέσματα ANOVA για τις φυσιολογικές παραμέτρους ανά ομάδα

Παράμετρος	SL2	Γ Εθνική	K19	p-value	η^2
Βάρος (kg)	78.34 ± 6.29	78.31 ± 8.56	71.24 ± 7.62	<0.001	0.187
Υψος (cm)	181.82 ± 5.77	178.11 ± 5.89	179.68 ± 8.74	0.093	0.004
Ηλικία (έτη)	27.11 ± 4.70	28.17 ± 5.45	18.29 ± 0.59	<0.001	0.589
Λίπος (%)	9.40 ± 2.70	14.15 ± 4.86	11.55 ± 2.13	<0.001	0.253

Παράμετρος	SL2	Γ Εθνική	K19	p-value	η^2
VO2max (ml/kg/min)	57.09 ± 4.40	49.04 ± 6.16	50.96 ± 3.79	<0.001	0.354
vVO2max (km/h)	17.10 ± 0.98	15.06 ± 1.21	18.63 ± 1.29	<0.001	0.592
HR max (bpm)	192.54 ± 10.92	190.33 ± 9.15	192.00 ± 7.51	0.726	0.009
vLT (km/h)	13.29 ± 1.24	11.00 ± 0.97	13.58 ± 1.03	<0.001	0.485
HRLT (bpm)	170.75 ± 8.75	158.00 ± 7.58	169.42 ± 11.36	<0.001	0.227
LT VO2MAX F (%)	88.80 ± 3.21	83.01 ± 0.17	87.51 ± 4.76	<0.001	0.287
Jump (cm)	49.37 ± 4.57	38.47 ± 3.80	38.06 ± 5.43	<0.001	0.567
Flexibility (cm)	25.64 ± 8.45	22.72 ± 8.06	11.03 ± 5.87	<0.001	0.459

Αναφορικά με τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO2max), παρατηρήθηκε σαφής διαφοροποίηση με βάση το αγωνιστικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, η ομάδα υψηλότερου αγωνιστικού επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ) παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες τιμές (57.09 ml/kg/min) σε σύγκριση με τις ομάδες ΚΟΡΙΝΘΟΣ και Κ19 (με τιμές 49.04 και 50.96 ml/kg/min αντίστοιχα). Οι διαφορές αυτές ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0.001$) με υψηλό μέγεθος επίδρασης ($\eta^2 = 0.354$). Οι συγκρίσεις post-hoc Bonferroni επιβεβαίωσαν ότι ο ΑΠΟΛΛΩΝ είχε σημαντικά υψηλότερο VO2max από τις άλλες δύο ομάδες, ενώ δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ΚΟΡΙΝΘΟΥ και Κ19 (Πίνακας 3). Το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι η αερόβια ικανότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα διαφοροποίησης μεταξύ των ομάδων διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το εύρημα σχετικά με την ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO2max), όπου παρατηρήθηκε ένα διαφορετικό μοτίβο. Η νεανική ομάδα Κ19 παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές (18.63 km/h), ενώ οι ομάδες ενηλίκων είχαν χαμηλότερες τιμές (17.10 km/h για τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ και 15.06 km/h για την ΚΟΡΙΝΘΟ). Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.001$) με το μεγαλύτερο μέγεθος επίδρασης από όλες τις παραμέτρους ($\eta^2 = 0.592$). Οι συγκρίσεις post-hoc ανέδειξαν ότι και οι τρεις ομάδες διέφεραν

σημαντικά μεταξύ τους, με την K19 να έχει σημαντικά υψηλότερες τιμές από τις άλλες ομάδες, και τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ να έχει σημαντικά υψηλότερες τιμές από την ΚΟΡΙΝΘΟ. Αυτό το εύρημα υποδεικνύει ότι οι νεότεροι ποδοσφαιριστές μπορούν να διατηρούν υψηλότερες ταχύτητες τρεξίματος στα επίπεδα της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου τους, πιθανώς λόγω φυσιολογικών χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την ηλικία.

Σχετικά με τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων ($p = 0.726$), με τις τιμές να κυμαίνονται από 190.33 έως 192.54 bpm. Το μέγεθος επίδρασης ήταν πολύ χαμηλό ($\eta^2 = 0.009$), υποδηλώνοντας ότι η μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των τριών ομάδων, παρά τις διαφορές τους σε ηλικία και αγωνιστικό επίπεδο. Όσον αφορά την ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι (vLT), τα αποτελέσματα ανέδειξαν ένα ιδιαίτερο μοτίβο όπου η ΚΟΡΙΝΘΟΣ παρουσίασε σημαντικά χαμηλότερη ταχύτητα (11.00 km/h) σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες ($p < 0.001$), που κυμαίνονταν από 13.29 έως 13.58 km/h. Οι συγκρίσεις post-hoc έδειξαν ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ ΑΠΟΛΛΩΝ και K19. Αυτό το εύρημα υποδεικνύει ότι η ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι δεν διαφοροποιείται συστηματικά με βάση το αγωνιστικό επίπεδο ή την ηλικία, αλλά πιθανώς επηρεάζεται από άλλους παράγοντες, όπως η προπονητική κατάσταση των ποδοσφαιριστών. Το μέγεθος επίδρασης για αυτή την παράμετρο ήταν σημαντικό ($\eta^2 = 0.485$, $p < 0.001$). Παρόμοιο μοτίβο παρατηρήθηκε και στην καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι (HRLT), όπου η ΚΟΡΙΝΘΟΣ είχε σημαντικά χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα (158.00 bpm) σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες ($p < 0.001$ για όλες τις συγκρίσεις). Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ΑΠΟΛΛΩΝ (170.75 bpm) και K19 (169.42 bpm). Το μέγεθος επίδρασης ήταν μέτριο ($\eta^2 = 0.227$, $p < 0.001$).

Σχετικά με την αναλογία του αναερόβιου κατωφλίου προς τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (LT/VO2MAX), η ΚΟΡΙΝΘΟΣ είχε σημαντικά χαμηλότερες τιμές (83.01%) σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες ($p < 0.001$). Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ ΑΠΟΛΛΩΝ (88.80%) και K19 (87.51%). Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνει και πάλι ότι η ΚΟΡΙΝΘΟΣ παρουσιάζει ένα διαφορετικό φυσιολογικό προφίλ σε σχέση με τις άλλες ομάδες. Το μέγεθος επίδρασης για αυτή την παράμετρο ήταν σημαντικό ($\eta^2 = 0.287$, $p < 0.001$). Όσον αφορά την αλτική ικανότητα (Jump), ο ΑΠΟΛΛΩΝ παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες τιμές (49.37 cm) σε σύγκριση με την ΚΟΡΙΝΘΟ

(38.47 cm) και την K19 (38.06 cm) ($p < 0.001$). Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ ΚΟΡΙΝΘΟΥ και K19. Το μέγεθος επίδρασης ήταν πολύ υψηλό ($\eta^2 = 0.567$), υποδεικνύοντας ότι η αλτική ικανότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα διαφοροποίησης του αγωνιστικού επιπέδου. Αναφορικά με την ευλυγισία (Flexibility), η K19 παρουσίασε σημαντικά χαμηλότερες τιμές (11.03 cm) σε σύγκριση με τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ (25.64 cm) και την ΚΟΡΙΝΘΟ (22.72 cm) ($p < 0.001$). Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ ΑΠΟΛΛΩΝ και ΚΟΡΙΝΘΟΥ. Το μέγεθος επίδρασης ήταν υψηλό ($\eta^2 = 0.459$), υποδεικνύοντας ότι η ευλυγισία διαφοροποιείται σημαντικά με βάση την ηλικία. Τέλος, όσον αφορά τις σωματομετρικές παραμέτρους, το σωματικό βάρος της K19 ήταν σημαντικά χαμηλότερο (71.24 kg) σε σύγκριση με τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ (78.34 kg) και την ΚΟΡΙΝΘΟ (78.31 kg) ($p < 0.001$), ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων ενηλίκων. Το ποσοστό σωματικού λίπους διέφερε σημαντικά μεταξύ και των τριών ομάδων, με την ΚΟΡΙΝΘΟ να παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές (14.15%), την K19 ενδιάμεσες τιμές (11.55%) και τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ τις χαμηλότερες τιμές (9.40%) ($p < 0.001$).

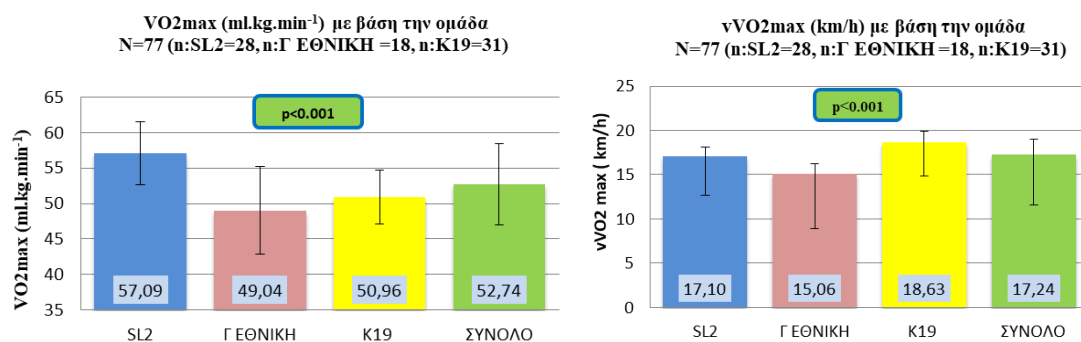
Πίνακας 3 Σύγκριση φυσιολογικών παραμέτρων

VO₂max		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	8.05*	<0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	6.13*	<0.001
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	-1.92	0.504
vVO₂max		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	2.04*	<0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	-1.53*	<0.001
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	-3.57*	<0.001
HRmax		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	2.20	1.000
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	0.54	1.000
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	-1.67	1.000
vLT		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	2.29*	<0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	-0.29	0.915
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	-2.58*	<0.001
HRLT		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	12.75*	<0.001

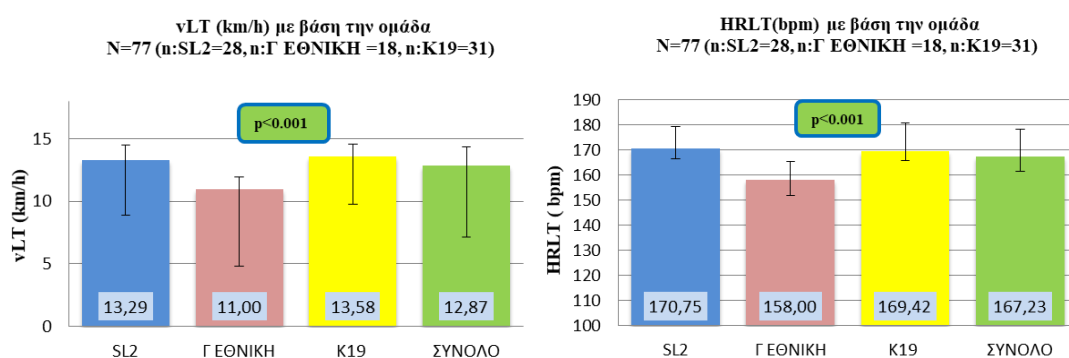
HRLT		
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	1.33	1.000
KOPINΘΟΣ vs K19	-11.42*	<0.001
LTVO2MAX_F		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs KOPINΘΟΣ	5.79*	<0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	1.29	0.522
KOPINΘΟΣ vs K19	-4.50*	<0.001
Jump		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs KOPINΘΟΣ	10.90*	<0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	11.30*	<0.001
KOPINΘΟΣ vs K19	0.41	1.000
Flexibility		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs KOPINΘΟΣ	2.92	0.588
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	14.61*	<0.001
KOPINΘΟΣ vs K19	11.69*	<0.001

Συνοψίζοντας τα ευρήματα σχετικά με τις φυσιολογικές παραμέτρους, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις που σχετίζονται τόσο με το αγωνιστικό επίπεδο όσο και με την ηλικία των ποδοσφαιριστών. Συγκεκριμένα, η αερόβια ικανότητα (VO2max) φαίνεται να διαφοροποιείται με βάση το αγωνιστικό επίπεδο, με την ομάδα υψηλότερου επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ) να παρουσιάζει καλύτερες τιμές. Αντίθετα, η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO2max) ακολουθεί διαφορετικό μοτίβο, με τη νεανική ομάδα (K19) να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές, υποδεικνύοντας φυσιολογικό πλεονέκτημα που σχετίζεται με την ηλικία. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων. Όσον αφορά το αναερόβιο κατώφλι, τόσο ως ταχύτητα όσο και ως καρδιακή συχνότητα, παρατηρείται ότι η KOPINΘΟΣ παρουσιάζει σημαντικά χαμηλότερες τιμές, ενώ δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ ΑΠΟΛΛΩΝ και K19. Αξιοσημείωτο εύρημα αποτελεί το γεγονός ότι η ομάδα KOPINΘΟΣ παρουσιάζει ένα διαφορετικό φυσιολογικό προφίλ σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες, με χαμηλότερες τιμές σε αρκετές φυσιολογικές παραμέτρους και υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί σε διαφορές στην προπονητική κατάσταση, στο προπονητικό πρόγραμμα ή σε άλλους παράγοντες που δεν εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη. Επιπλέον, η K19 παρουσιάζει σημαντικά χαμηλότερη ευλυγισία σε σύγκριση με τις ομάδες ενηλίκων,

ενώ ο ΑΠΟΛΛΩΝ ξεχωρίζει για την υψηλή αλτική ικανότητα, που αποτελεί σημαντικό παράγοντα διαφοροποίησης του αγωνιστικού επιπέδου.



Εικόνα 2 Γράφημα περιθωριακών μέσων για VO2max και vVO2max



Εικόνα 3 Γράφημα περιθωριακών μέσων για vLT και HRLT των ποδοσφαιριστών

7.2 2^ο ερευνητικό ερώτημα: Ποιες είναι οι διαφοροποιήσεις στις ανθρωπομετρικές παραμέτρους;

Για την απάντηση στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης και τα αντίστοιχα γραφήματα εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων για τις αντίστοιχες σωματομετρικές παραμέτρους, δηλαδή το βάρος, το ύψος και το ποσοστό σωματικού λίπους (Πίνακες 4 και 5).

Πίνακας 4 Περιγραφικά στατιστικά και αποτελέσματα ANOVA για τις σωματομετρικές μεθόδους ανά ομάδα

Παράμετρος	ΑΠΟΛΛΩΝ (SL2)	ΚΟΡΙΝΘΟΣ (Γ Εθνική)	K19	p-value	η ²
Βάρος (kg)	78.34 ± 6.29	78.31 ± 8.56	71.24 ± 7.62	<0.001	0.187
Ύψος (cm)	181.82 ± 5.77	178.11 ± 5.89	169.19 ± 40.74	0.176	0.046
Σωματικό Λίπος (%)	9.40 ± 2.70	14.15 ± 4.86	11.55 ± 2.13	<0.001	0.2

Όσον αφορά το βάρος, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βάρος των ποδοσφαιριστών μεταξύ των τριών ομάδων ($F = 8.494$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.187$). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ένα ξεκάθαρο μοτίβο όπου οι δύο ομάδες ενηλίκων ποδοσφαιριστών (ΑΠΟΛΛΩΝ και ΚΟΡΙΝΘΟΣ) είχαν παρόμοιο βάρος, κυμαινόμενο μεταξύ 78.31-78.34 kg, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p = 1.000$). Η ομάδα Κ19 είχε σημαντικά χαμηλότερο βάρος (71.24 kg) συγκριτικά με τις ομάδες ενηλίκων ($p = 0.001$ για ΑΠΟΛΛΩΝ και $p = 0.006$ για ΚΟΡΙΝΘΟ). Το γράφημα των εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων επιβεβαιώνει οπτικά αυτή τη διαφορά του βάρους μεταξύ των ομάδων ενηλίκων και της νεανικής ομάδας. Αυτό το εύρημα είναι αναμενόμενο λόγω της φυσιολογικής διαφοράς στη μυϊκή ανάπτυξη και τη σωματική διάπλαση μεταξύ ενηλίκων και εφήβων αθλητών. Σχετικά με το ύψος, η ανάλυση διακύμανσης δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($F = 1.778$, $p = 0.176$, $\eta^2 = 0.004$). Οι μέσες τιμές ύψους ήταν για τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ 181.82 cm, για την ΚΟΡΙΝΘΟ 178.11 cm και για την ομάδα Κ19 169.19 cm. Παρά την απουσία στατιστικής σημαντικότητας, το γράφημα των εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων δείχνει μια φθίνουσα τάση στο ύψος από τις ομάδες ενηλίκων προς τη νεανική ομάδα, που πιθανώς έχει βιολογική σημασία ακόμη και αν δεν επιτυγχάνει στατιστική σημαντικότητα. Οι post-hoc συγκρίσεις επιβεβαίωσαν την απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ οποιωνδήποτε ζευγών ομάδων (όλα τα $p > 0.05$).

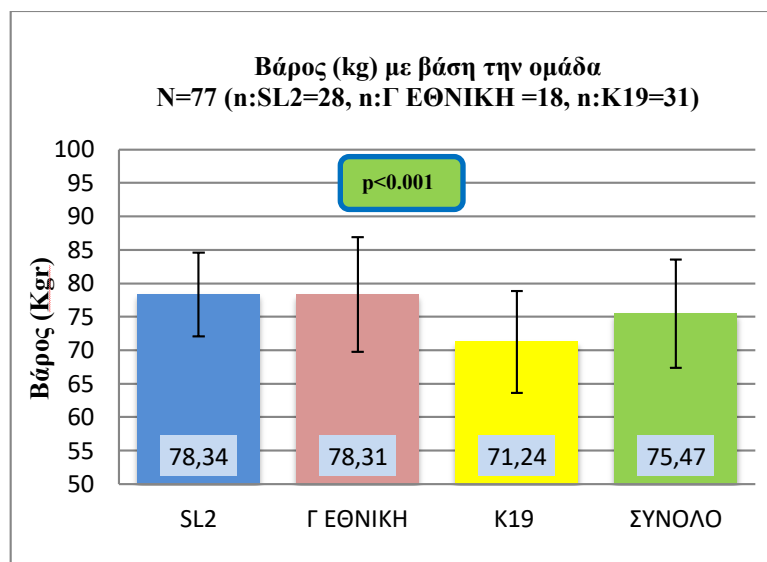
Αναφορικά με το ποσοστό σωματικού λίπους, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($F = 12.522$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.253$). Σε αντίθεση με το βάρος, το μοτίβο διαφοροποίησης δεν ακολουθούσε μια απλή διαίρεση μεταξύ ενηλίκων και νεανικών ομάδων. Η ομάδα ΑΠΟΛΛΩΝ παρουσίαζε το χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους (9.40%), η ΚΟΡΙΝΘΟΣ είχε το υψηλότερο ποσοστό (14.15%) και η ομάδα Κ19 είχε ενδιάμεση τιμή (11.55%). Οι post hoc συγκρίσεις έδειξαν ότι η ομάδα ΑΠΟΛΛΩΝ είχε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό λίπους από την ΚΟΡΙΝΘΟ ($p < 0.001$) και οριακά σημαντικά χαμηλότερο από την Κ19 ($p = 0.032$). Επίσης, η ΚΟΡΙΝΘΟΣ είχε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό από την Κ19 ($p = 0.021$). Το γράφημα των εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων για το σωματικό λίπος απεικονίζει ένα μη γραμμικό μοτίβο, με την ΚΟΡΙΝΘΟ να παρουσιάζει μια εμφανή κορυφή και τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ μια εμφανή κοιλάδα. Αυτό υποδεικνύει ότι το ποσοστό σωματικού λίπους επηρεάζεται περισσότερο από ειδικούς παράγοντες σε κάθε ομάδα

(όπως προπονητικές μεθόδους, διατροφή ή στρατηγικές διαχείρισης σωματικού βάρους) παρά από το επίπεδο ή την ηλικιακή κατηγορία.

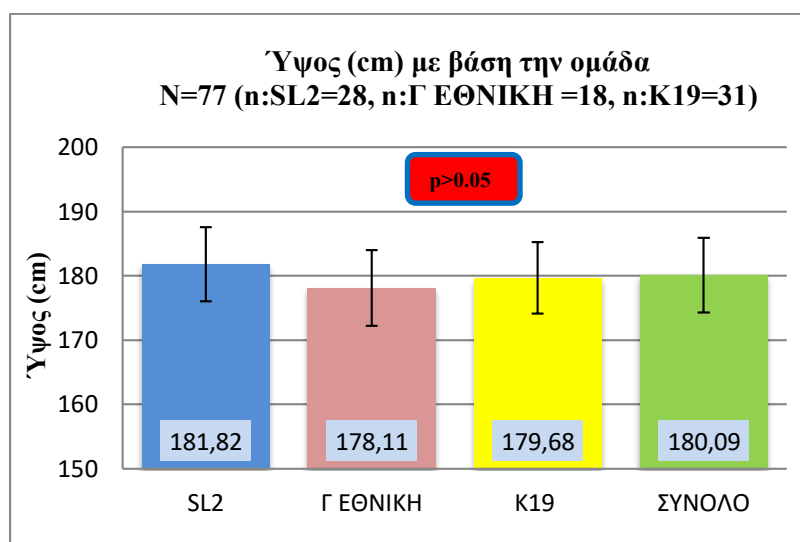
Πίνακας 5 Σύγκριση σωματομετρικών χαρακτηριστικών

Βάρος		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων (kg)	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	0.03	1.000
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	7.10*	0.001
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	7.07*	0.006
Ύψος		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων (cm)	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	3.71	1.000
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	12.63	0.209
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	8.92	0.770
Σωματικό Λίπος		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων (%)	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	-4.75*	0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs K19	-2.15*	0.032
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs K19	2.60*	0.021

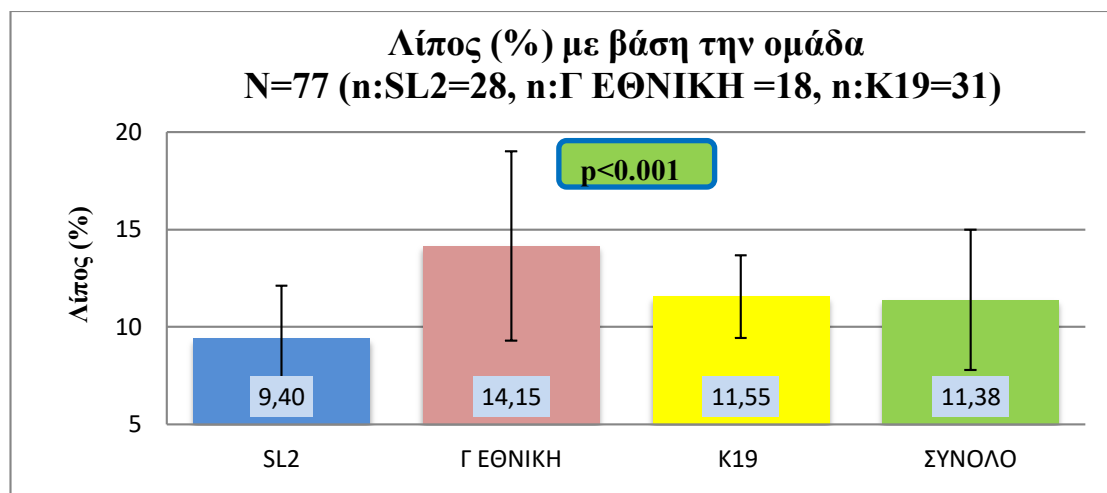
Συνοψίζοντας τα παραπάνω ευρήματα της στατιστικής ανάλυσης, φαίνεται ότι το βάρος διαφοροποιείται σαφώς με βάση την ηλικιακή κατηγορία, με τις ομάδες ενηλίκων να έχουν σημαντικά υψηλότερο βάρος από τη νεανική ομάδα. Αυτό είναι αναμενόμενο λόγω της φυσιολογικής ανάπτυξης κατά την εφηβεία και την πρώιμη ενηλικίωση. Επίσης, παρόμοιο μοτίβο ακολουθεί και το ύψος αν και οι διαφορές δεν φτάνουν στο επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας. Η φθίνουσα τάση από τις ομάδες ενηλίκων προς τη νεανική ομάδα είναι εμφανής αλλά η μεγάλη διακύμανση στα δεδομένα της K19 πιθανώς επηρεάζει την στατιστική ανάλυση. Το ποσοστό σωματικού λίπους παρουσιάζει ένα πιο σύνθετο μοτίβο διαφοροποίησης που δεν ακολουθεί απλώς την ηλικιακή κατηγορία ή το αγωνιστικό επίπεδο. Η ομάδα υψηλότερου επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ) έχει το χαμηλότερο ποσοστό λίπους, ενώ μια άλλη ομάδα ενηλίκων (ΚΟΡΙΝΘΟΣ) έχει το υψηλότερο. Αυτό υποδεικνύει ότι το σωματικό λίπος πιθανώς επηρεάζεται περισσότερο από ειδικούς παράγοντες κάθε ομάδας παρά από το επίπεδο του πρωταθλήματος.



Εικόνα 4 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το βάρος των ποδοσφαιριστών



Εικόνα 5 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το ύψος των ποδοσφαιριστών



Εικόνα 6 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το ποσοστό λίπους των ποδοσφαιριστών

7.3 3^ο ερευνητικό ερώτημα: Διαφοροποίηση στις παραμέτρους της αλτικότητας και της ευλυγισίας

Στο 3ο ερευνητικό ερώτημα, εξετάστηκαν οι διαφοροποιήσεις στους δείκτες φυσικής κατάστασης μεταξύ των τριών ομάδων διαφορετικού επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ, ΚΟΡΙΝΘΟΣ και Κ19). Οι κύριοι δείκτες φυσικής κατάστασης οι οποίοι αναλύθηκαν στο δείγμα της μελέτης συμπεριλαμβάνουν την αλτική ικανότητα και την ευλυγισία (Πίνακες 6 και 7).

Πίνακας 6 Περιγραφικά στατιστικά δεικτών αλτικότητας και ευλυγισίας ανά ομάδα

Παράμετρος	ΑΠΟΛΛΩΝ (SL2)	ΚΟΡΙΝΘΟΣ (Γ Εθνική)	Κ19 (SL1)	p-value	η^2
Αλτική Ικανότητα (cm)	49.37 ± 4.57	38.47 ± 3.80	38.06 ± 5.43	<0.001	0.567
Ευλυγισία (cm)	25.64 ± 8.45	22.72 ± 8.06	11.03 ± 5.87	<0.001	0.45

Όσον αφορά την αλτική ικανότητα, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ισχυρές στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων ($F = 48.496$, $p < 0.001$) με ιδιαίτερα υψηλό μέγεθος επίδρασης ($\eta^2 = 0.567$). Αυτό υποδεικνύει ότι το 56.7% της διακύμανσης στην αλτική ικανότητα μπορεί να αποδοθεί στις διαφορές μεταξύ των ομάδων. Τα περιγραφικά στατιστικά έδειξαν τις ακόλουθες μέσες τιμές: 49.37 cm για τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ, 38.47 cm για την ΚΟΡΙΝΘΟ και 38.06 cm για την ομάδα Κ19.

Σύμφωνα με τις post hoc αναλύσεις, υπάρχει ένα σαφές μοτίβο διαφοροποίησης: η ομάδα του ΑΠΟΛΛΩΝΑ είχε σημαντικά υψηλότερη αλτική ικανότητα συγκριτικά με τις άλλες δύο ομάδες ($p < 0.001$ για όλες τις συγκρίσεις), ενώ η ΚΟΡΙΝΘΟΣ και η Κ19 είχαν παρόμοιες τιμές χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ($p = 1.000$). Αυτό το συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από το γράφημα εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων, το οποίο δείχνει μία ξεκάθαρη διαφορά του ΑΠΟΛΛΩΝΑ από τις άλλες δύο ομάδες, οι οποίες βρίσκονται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο.

Αναφορικά με την ευλυγισία, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων ($F = 31.444$, $p < 0.001$) με υψηλό μέγεθος επίδρασης ($\eta^2 = 0.459$). Ο μέσος όρος για την ομάδα του ΑΠΟΛΛΩΝΑ διαμορφώνονταν στα 25.64 cm, της ΚΟΡΙΝΘΟΥ στα 22.72 cm και της Κ19 στα 11.03 cm. Οι post-hoc αναλύσεις αποκάλυψαν ένα διαφορετικό μοτίβο σε σχέση με αυτό της αλτικής ικανότητας. Πιο συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων ενηλίκων (ΑΠΟΛΛΩΝ και ΚΟΡΙΝΘΟΣ) ($p = 0.588$), ενώ και οι δύο ομάδες ενηλίκων ποδοσφαιριστών είχαν σημαντικά υψηλότερη ευλυγισία από τη νεανική ομάδα Κ19 ($p < 0.001$ για όλες τις συγκρίσεις). Αυτό το μοτίβο επιβεβαιώνεται επίσης από το γράφημα των εκτιμώμενων περιθωριακών μέσων, που δείχνει μια σαφή διάκριση μεταξύ των ομάδων ενηλίκων και της νεανικής ομάδας.

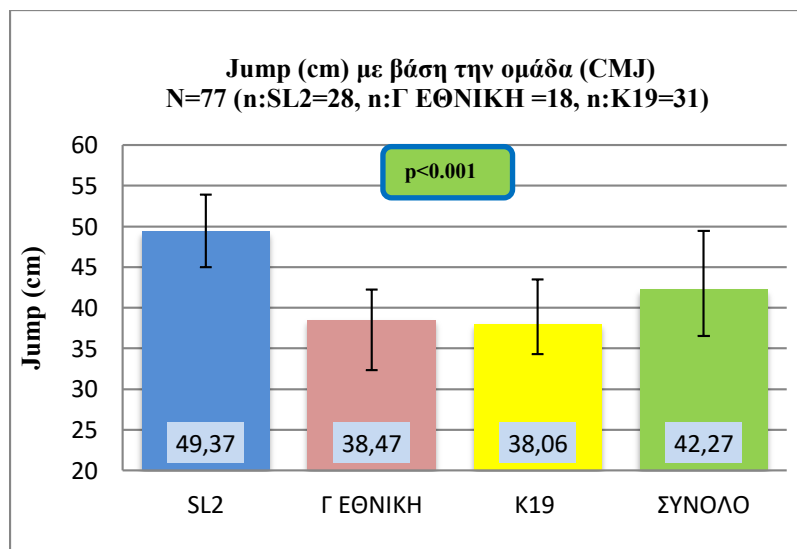
Πίνακας 7 Σύγκριση δεικτών ευλυγισίας και αλτικότητας μεταξύ ομάδων (Bonferroni post-hoc)

Αλτική Ικανότητα		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων (cm)	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	10.90*	<0.001
ΑΠΟΛΛΩΝ vs Κ19	11.30*	<0.001
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs Κ19	0.41	1.000
Ευλυγισία		
Σύγκριση	Διαφορά μέσων (cm)	p-value
ΑΠΟΛΛΩΝ vs ΚΟΡΙΝΘΟΣ	2.92	0.588
ΑΠΟΛΛΩΝ vs Κ19	14.61*	<0.001
ΚΟΡΙΝΘΟΣ vs Κ19	11.69*	<0.001

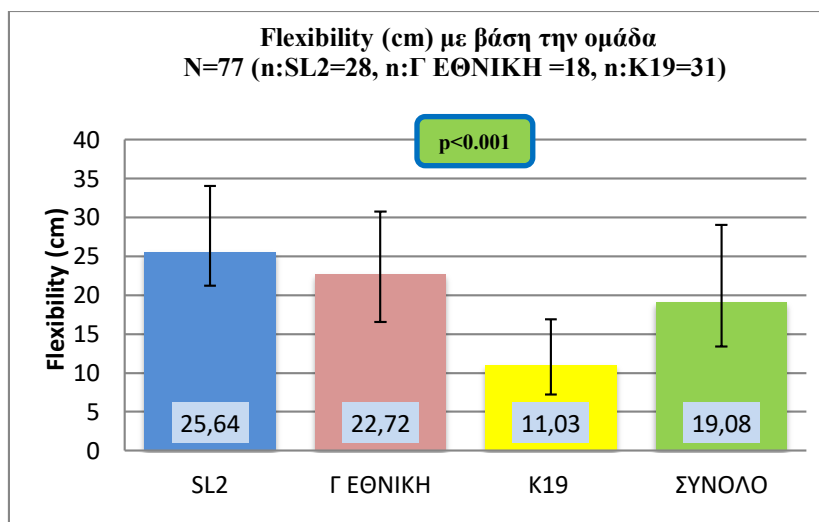
Από τα ευρήματα αυτά (Πίνακες 6 και 7) σχετικά με την αλτική ικανότητα, ο ΑΠΟΛΛΩΝ (υψηλότερο επίπεδο) έχει ξεκάθαρο προβάδισμα, με σημαντικά υψηλότερες τιμές από τις άλλες δύο ομάδες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι ομάδες ΚΟΡΙΝΘΟΣ και Κ19 έχουν παρόμοιες τιμές παρά τη διαφορά ηλικίας, γεγονός

που υποδεικνύει ότι η αλτική ικανότητα επηρεάζεται κυρίως από το επίπεδο προπόνησης και το αγωνιστικό επίπεδο, παρά από την ηλικία. Η υπεροχή του ΑΠΟΛΛΩΝΑ στην αλτική ικανότητα πιθανότατα αντανακλά τις υψηλότερες απαιτήσεις του πρωταθλήματος στο οποίο συμμετέχει (SL2) και την πιο εξειδικευμένη προπόνηση δύναμης και ισχύος που πιθανώς ακολουθείται σε αυτό το επίπεδο.

Από την άλλη πλευρά, η ευλυγισία ακολουθεί ένα διαφοροποιημένο μοτίβο το οποίο συνδέεται κυρίως με την ηλικιακή κατηγορία. Υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ των ομάδων ενηλίκων (που έχουν παρόμοιες τιμές) και της νεανικής ομάδας. Αυτό το εύρημα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, καθώς συνήθως η ευλυγισία τείνει να μειώνεται με την ηλικία. Το γεγονός ότι οι ενήλικες ποδοσφαιριστές παρουσιάζουν υψηλότερη ευλυγισία από τους νεαρότερους αθλητές υποδεικνύει πιθανώς διαφορές στα προγράμματα προπόνησης, με μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη της ευλυγισίας στις ομάδες ενηλίκων.



Εικόνα 7 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με το άλμα των ποδοσφαιριστών



Εικόνα 8 Γράφημα περιθωριακών μέσων σχετικά με την ευλυγισία των ποδοσφαιριστών

7.4 4^ο Ερευνητικό Ερώτημα: Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών των παραμέτρων;

Για την ανάλυση συσχετίσεων πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των μεταβλητών της μελέτης με τη δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλες οι μεταβλητές της μελέτης ακολουθούν κανονική κατανομή, εκτός από τις μεταβλητές της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι (vLT) και του ποσοστού του αναερόβιου κατωφλίου ως προς τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (LT/VO2MAXF).

Για τη συσχέτιση ανάμεσα στο VO2max με το ποσοστό λίπους και την ηλικία έγινε ανάλυση συσχετίσεων με τη μέθοδο Pearson, αφού τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή. Πιο συγκεκριμένα, από τα αποτελέσματα του Πίνακα 8, φαίνεται ότι υπάρχει μια μέτρια θετική συσχέτιση ($r = 0.414$) μεταξύ του VO2max και της ηλικίας, υποδεικνύοντας ότι καθώς αυξάνεται η ηλικία, τείνει να αυξάνεται και το VO2max στις ομάδες που μελετήθηκαν. Ωστόσο, αυτή η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.488 > 0.05$), πιθανώς λόγω του πολύ μικρού μεγέθους του δείγματος (μόνο 3 ομάδες στην παρούσα ανάλυση). Επίσης, παρατηρείται μια ισχυρή αρνητική συσχέτιση ($r = -0.723$) μεταξύ του VO2max και του ποσοστού σωματικού λίπους, υποδεικνύοντας ότι καθώς αυξάνεται το ποσοστό σωματικού λίπους, τείνει να μειώνεται το VO2max. Αυτό είναι σύμφωνο με τη φυσιολογική λογική, καθώς το υψηλότερο ποσοστό λίπους συνήθως σχετίζεται με χαμηλότερη αερόβια ικανότητα. Παρόλο που η συσχέτιση είναι

ισχυρή, δεν φτάνει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ($p = 0.167 > 0.05$), πιθανώς λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος.

Πίνακας 8 Συσχέτιση VO2max με σωματομετρικές παραμέτρους

Συσχέτιση	Συντελεστής Pearson (r)	Επίπεδο σημαντικότητας (p)	Ισχύς συσχέτισης	Στατιστική σημαντικότητα
VO2max – Ηλικία	0.414	0.488	Μέτρια θετική	Μη σημαντική ($p > 0.05$)
VO2max - Σωματικό λίπος	-0.723	0.167	Ισχυρή αρνητική	Μη σημαντική ($p > 0.05$)

Για τη συσχέτιση ανάμεσα στην αλτική ικανότητα με το VO2max και την ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι, έγινε ανάλυση συσχετίσεων Pearson για το VO2max (κανονική κατανομή) και Spearman για τη vLT (μη κανονική κατανομή). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 9, φαίνεται ότι υπάρχει μια ισχυρή θετική συσχέτιση ($r = 0.775$) μεταξύ της αλτικής ικανότητας και του VO2max, υποδεικνύοντας ότι οι ομάδες με υψηλότερες τιμές VO2max τείνουν να έχουν καλύτερη αλτική ικανότητα. Αυτή η συσχέτιση είναι αρκετά ισχυρή, αλλά δεν φτάνει το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ($p = 0.123 > 0.05$), πιθανώς λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος. Επίσης, εμφανίζεται μία ασθενής θετική συσχέτιση ($r = 0.171$) μεταξύ της αλτικής ικανότητας και της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι. Αυτή η συσχέτιση είναι πολύ αδύναμη και μακριά από το να είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.783 >> 0.05$). Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι υπάρχει ελάχιστη έως καθόλου γραμμική σχέση μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών στις ομάδες που μελετήθηκαν.

Πίνακας 9 Πίνακας Συσχετίσεων Αλτικής Ικανότητας με φυσιολογικές παραμέτρους

Συσχέτιση	Συντελεστής (r)	Επίπεδο σημαντικότητας (p)	Ισχύς συσχέτισης	Στατιστική σημαντικότητα
Jump - VO2max	0.775 (Pearson)	0.123	Ισχυρή θετική	Μη σημαντική ($p > 0.05$)
Jump – vLT	0.171 (Spearman)	0.783	Ασθενής θετική	Μη σημαντική ($p > 0.05$)

Για τη συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι με το VO2max και το ποσοστό λίπους, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Spearman λόγω της μη κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 10. Παρατηρείται μία ισχυρή θετική συσχέτιση ($p = 0.600$) μεταξύ της

ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι και του VO₂max. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ομάδες με υψηλότερη αερόβια ικανότητα (VO₂max) τείνουν να έχουν και υψηλότερη ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Ωστόσο, η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.285 > 0.05$), πιθανώς λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος. Επίσης, υπάρχει μια πολύ ισχυρή αρνητική συσχέτιση ($\rho = -0.900$) μεταξύ της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι και του ποσοστού σωματικού λίπους. Αυτό σημαίνει ότι οι ομάδες με χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους τείνουν να έχουν υψηλότερη ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες συσχετίσεις, αυτή η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.037 < 0.05$), δείχνοντας ότι υπάρχει μια πολύ ισχυρή σχέση μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών.

Πίνακας 10 Πίνακας Συσχετίσεων ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι με άλλες παραμέτρους

Συσχέτιση	Συντελεστής Spearman (ρ)	Επίπεδο σημαντικότητας (p)	Ισχύς συσχέτισης	Στατιστική σημαντικότητα
vLT - VO ₂ max	0.600	0.285	Ισχυρή θετική	Μη σημαντική ($p > 0.05$)
vLT- Σωματικό λίπος	-0.900*	0.037	Πολύ ισχυρή αρνητική	Σημαντική ($p < 0.05$)

Για τη συσχέτιση ανάμεσα στην ευλυγισία και την ηλικία και ανάμεσα στην ευλυγισία και την αλτική ικανότητα, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Pearson, λόγω κανονικότητας της κατανομής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 11, παρατηρείται μία πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση ($r = 0.938$) μεταξύ της ευλυγισίας και της ηλικίας. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ομάδες με υψηλότερη μέση ηλικία τείνουν να έχουν σημαντικά υψηλότερη ευλυγισία. Αυτή η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.018 < 0.05$), υποδεικνύοντας μια πολύ ισχυρή σχέση μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών. Επίσης, παρατηρείται θετική και ισχυρή συσχέτιση ($r = 0.755$) μεταξύ της ευλυγισίας και της αλτικής ικανότητας. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ομάδες με υψηλότερη ευλυγισία τείνουν να έχουν και καλύτερη αλτική ικανότητα. Ωστόσο, αυτή η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.140 > 0.05$) σε αυτή την περίπτωση.

Πίνακας 11 Πίνακας Συσχετίσεων Ευλυγισίας με άλλες παραμέτρους

Συσχέτιση	Συντελεστής Pearson (r)	Επίπεδο σημαντικότητας (p)	Ισχύς συσχέτισης	Στατιστική σημαντικότητα
Flexibility – Ηλικία	0.938*	0.018	Πολύ ισχυρή θετική	Σημαντική (p < 0.05)
Flexibility – Jump	0.755	0.140	Ισχυρή θετική	Μη σημαντική (p > 0.05)

Για τη συσχέτιση ανάμεσα στη μέγιστη καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι και την ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Pearson για την καρδιακή συχνότητα (κανονική κατανομή) και Spearman για την ταχύτητα (μη κανονική κατανομή). Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 12, φαίνεται ότι υπάρχει μία πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση ($r = 0.902$) ανάμεσα στην καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι και την ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ομάδες με υψηλότερη καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι τείνουν να έχουν και υψηλότερη ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Αυτή η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0.036 < 0.05$).

Πίνακας 12 Συσχέτιση μέγιστης καρδιακής συχνότητας στο αναερόβιο κατώφλι και ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι

Συσχέτιση	Συντελεστής (r)	Επίπεδο σημαντικότητας (p)	Ισχύς συσχέτισης	Στατιστική σημαντικότητα
HRLT - vLT	0.902* (Spearman)	0.036	Πολύ ισχυρή θετική	Σημαντική (p < 0.05)

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 13, φαίνεται ότι υπάρχει μία πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση ανάμεσα στην vVO₂max και VO₂max κατώφλι και ανάμεσα στη vVO₂max και vLT. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ομάδες με υψηλότερη vVO₂max τείνουν να έχουν και υψηλότερη VO₂max καθώς επίσης και ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Αυτή η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$).

Πίνακας 13 Συσχέτιση ταχύτητας στη VO₂max με VO₂max και vLT

Συσχέτιση	Συντελεστής (r)	Επίπεδο σημαντικότητας (p)	Στατιστική σημαντικότητα
vVO ₂ max - VO ₂ max	0.363	0.001	Σημαντική (p < 0.001)
vVO ₂ max - vLT	0.804	0.000	Σημαντική (p < 0.001)

8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αναδείξει τις διαφοροποιήσεις στις φυσιολογικές παραμέτρους, τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά και τους δείκτες φυσικής κατάστασης μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων και ηλικιακών κατηγοριών. Ο ΑΠΟΛΛΩΝ, ως ομάδα υψηλότερου αγωνιστικού επιπέδου (SL2), παρουσιάζει ένα αθλητικό προφίλ που χαρακτηρίζεται από υψηλή αερόβια ικανότητα (VO_{2max}), εξαιρετική αλτική ικανότητα, καλή ευλυγισία και χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους. Αυτά τα χαρακτηριστικά συνάδουν με τις απαιτήσεις του υψηλού επιπέδου ποδοσφαίρου, όπου η αερόβια αντοχή και η εκρηκτική δύναμη αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες απόδοσης. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες που έχουν δείξει ότι οι επαγγελματίες ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου χαρακτηρίζονται από υψηλή αερόβια ικανότητα και νευρομυϊκή απόδοση. Η ΚΟΡΙΝΘΟΣ, παρά το γεγονός ότι αγωνίζεται σε χαμηλότερο επίπεδο (Γ Εθνική) και έχει παρόμοια μέση ηλικία με τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ, παρουσιάζει ένα εντελώς διαφορετικό φυσιολογικό προφίλ. Χαρακτηρίζεται από χαμηλότερες τιμές σε πολλές φυσιολογικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένων του VO_{2max} , της ταχύτητας στο VO_{2max} , της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι και της καρδιακής συχνότητας στο αναερόβιο κατώφλι. Επιπλέον, παρουσιάζει υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους και χαμηλότερη αλτική ικανότητα. Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι οι διαφορές στο αγωνιστικό επίπεδο αντανακλώνται σε σημαντικές φυσιολογικές διαφορές, οι οποίες πιθανώς σχετίζονται με διαφορές στην ένταση και τη συχνότητα της προπόνησης, καθώς και στις απαιτήσεις των αγώνων. Η ομάδα Κ19, παρά τη νεαρή ηλικία των ποδοσφαιριστών της, παρουσιάζει ορισμένα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά. Παρά το γεγονός ότι το VO_{2max} της είναι χαμηλότερο από του ΑΠΟΛΛΩΝΑ, παρουσιάζει την υψηλότερη ταχύτητα στο VO_{2max} , υποδεικνύοντας εξαιρετική οικονομία τρεξίματος. Επίσης, οι τιμές της στην ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι και στην καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι είναι εφάμιλλες με αυτές του ΑΠΟΛΛΩΝΑ, γεγονός που υποδεικνύει καλή αναερόβια αντοχή παρά τη νεαρή ηλικία. Ωστόσο, η ομάδα αυτή υστερεί σημαντικά σε ευλυγισία και αλτική ικανότητα σε σύγκριση με τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ, υποδεικνύοντας ότι αυτές οι παράμετροι πιθανώς απαιτούν περισσότερη εξειδικευμένη προπόνηση και ανάπτυξη με την πάροδο του χρόνου.

Όσον αφορά το σωματικό βάρος, οι δύο ομάδες ενηλίκων (ΑΠΟΛΛΩΝ και ΚΟΡΙΝΘΟΣ) παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές, σημαντικά υψηλότερες από τη νεανική ομάδα Κ19. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς οι έφηβοι ποδοσφαιριστές (μέση ηλικία 18.29 έτη) βρίσκονται ακόμη σε φάση ανάπτυξης και δεν έχουν αποκτήσει πλήρως την μυϊκή μάζα των ενηλίκων. Η διαφορά των περίπου 7 κιλών μεταξύ ενηλίκων και εφήβων ποδοσφαιριστών συμφωνεί με ευρήματα από τη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τις σωματομετρικές διαφορές μεταξύ επαγγελματιών και νεαρών αθλητών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παρά τη διαφορά στο αγωνιστικό επίπεδο μεταξύ ΑΠΟΛΛΩΝ (SL2) και ΚΟΡΙΝΘΟΥ (Γ Εθνική), δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στο σωματικό βάρος, υποδεικνύοντας ότι το βάρος καθορίζεται περισσότερο από την ηλικιακή κατηγορία παρά από το αγωνιστικό επίπεδο.

Σχετικά με το ύψος, παρά την απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών, παρατηρείται μια τάση μείωσης από τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ (181.82 cm) προς την ΚΟΡΙΝΘΟ (178.11 cm) και την Κ19 (169.19 cm). Αυτή η τάση θα μπορούσε να αντανάκλα τη φυσιολογική αύξηση του ύψους κατά την εφηβεία και την πρόωπη ενηλικίωση, αλλά θα μπορούσε επίσης να υποδεικνύει διαφορές στα κριτήρια επιλογής παικτών μεταξύ των ομάδων. Η απουσία στατιστικής σημαντικότητας θα μπορούσε να οφείλεται στη μεγάλη τυπική απόκλιση, ιδιαίτερα στην ομάδα Κ19 (40.74 cm), που είναι ασυνήθιστα υψηλή και πιθανώς υποδεικνύει εξαιρετικά ετερογενή πληθυσμό. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το ύψος αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που καθορίζεται κυρίως γενετικά και δεν επηρεάζεται σημαντικά από την προπόνηση, σε αντίθεση με άλλες σωματομετρικές παραμέτρους.

Η αλτική ικανότητα είναι ένας σημαντικός δείκτης νευρομυϊκής απόδοσης και εκρηκτικής δύναμης στο ποδόσφαιρο, σχετιζόμενος άμεσα με κρίσιμες αγωνιστικές ενέργειες όπως άλματα για κεφαλιά, επιταχύνσεις, αλλαγές κατεύθυνσης και εκρηκτικές ενέργειες με μπάλα. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι η ομάδα υψηλότερου επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ) έχει σημαντικά υψηλότερη αλτική ικανότητα από τις άλλες δύο ομάδες. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι το εύρημα ότι η ΚΟΡΙΝΘΟΣ και η Κ19 έχουν παρόμοιες τιμές αλτικής ικανότητας, παρά τη σημαντική διαφορά στη μέση ηλικία (28.17 έτη έναντι 18.29 έτη). Αυτό υποδεικνύει ότι η ηλικία από μόνη της δεν αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αλτική ικανότητα στο επίπεδο που εξετάστηκε. Πιθανώς, άλλοι παράγοντες όπως οι προπονητικές μέθοδοι, η σωματική διάπλαση και το επίπεδο προπονητικής εμπειρίας παίζουν σημαντικότερο ρόλο.

Τα αποτελέσματα σχετικά με την ευλυγισία παρουσιάζουν ένα διαφορετικό και ιδιαίτερα ενδιαφέρον μοτίβο. Σε αντίθεση με την αλτική ικανότητα, η ευλυγισία διαφοροποιείται κυρίως με βάση την ηλικιακή κατηγορία, με τις ομάδες ενηλίκων (ΑΠΟΛΛΩΝ και ΚΟΡΙΝΘΟΣ) να έχουν σημαντικά υψηλότερη ευλυγισία από τη νεανική ομάδα (Κ19).

Από την ανάλυση των συσχετίσεων μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων που μελετήθηκαν, προκύπτουν ορισμένα σημαντικά ευρήματα που αξίζει να συζητηθούν περαιτέρω. Η συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι και ποσοστό σωματικού λίπους ($\rho = -0.900$, $p = 0.037$). Με βάση της στατιστική ανάλυση, παρατηρείται μία πολύ ισχυρή αρνητική συσχέτιση υποδεικνύει ότι το χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους σχετίζεται με υψηλότερη ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Αυτό είναι φυσιολογικά αναμενόμενο, καθώς το χαμηλότερο ποσοστό λίπους συνεπάγεται καλύτερη μηχανική απόδοση και πιθανώς υψηλότερη αναλογία μυϊκής μάζας προς σωματικό βάρος, που βελτιώνει την απόδοση στο τρέξιμο. Η ισχυρή στατιστική σημαντικότητα αυτής της συσχέτισης, παρά το μικρό μέγεθος του δείγματος, υπογραμμίζει τη σημασία της σωματικής σύστασης για την αναερόβια απόδοση.

Η συσχέτιση ανάμεσα στην ευλυγισία και ηλικία ($r = 0.938$, $p = 0.018$). Εμφανίζεται μία πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ ευλυγισίας και ηλικίας είναι ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον εύρημα, καθώς αντιβαίνει στην κοινή αντίληψη και στις τυπικές φυσιολογικές τάσεις. Συνήθως, η ευλυγισία τείνει να μειώνεται με την ηλικία. Το εύρημα αυτό, που επιβεβαιώνεται και από την ανάλυση ANOVA που παρουσιάστηκε στο 3ο ερευνητικό ερώτημα, υποδεικνύει ότι στις ομάδες που μελετήθηκαν, οι μεγαλύτεροι σε ηλικία ποδοσφαιριστές έχουν καλύτερη ευλυγισία από τους νεότερους. Αυτό πιθανώς αντανακλά διαφορές στα προπονητικά προγράμματα και στην έμφαση που δίνεται στην ευλυγισία στις διάφορες ηλικιακές κατηγορίες.

Η συσχέτιση ανάμεσα στην καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι και ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι ($r = 0.902$, $p = 0.036$). Η πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση υποδεικνύει ότι ομάδες με υψηλότερη καρδιακή συχνότητα στο αναερόβιο κατώφλι τείνουν να έχουν και υψηλότερη ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι. Αυτό θα μπορούσε να αντανακλά μία πιο αποτελεσματική καρδιαγγειακή λειτουργία, όπου το καρδιαγγειακό σύστημα μπορεί να λειτουργεί σε υψηλότερα επίπεδα πριν φτάσει στο αναερόβιο κατώφλι. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να υποδεικνύει ότι οι ομάδες με

καλύτερη φυσική κατάσταση μπορούν να διατηρούν υψηλότερη καρδιακή συχνότητα χωρίς να φτάνουν στο αναερόβιο κατώφλι, επιτρέποντάς τους έτσι να τρέχουν σε υψηλότερες ταχύτητες.

Τα ευρήματα αυτά βρίσκονται σε γενική συμφωνία με την υπάρχουσα επιστημονική βιβλιογραφία, αν και παρατηρήθηκαν ορισμένες διαφοροποιήσεις που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\text{VO}_{2\text{max}}$), η καταγεγραμμένη υπεροχή της ομάδας υψηλότερου επιπέδου (ΑΠΟΛΛΩΝ) με τιμή 57.09 ml/kg/min, έναντι των ομάδων ΚΟΡΙΝΘΟΣ και Κ19 (με τιμές 49.04 και 50.96 ml/kg/min αντίστοιχα), συνάδει με τα ευρήματα των Reilly et al. (2000) και Slimani et al. (2017). Οι προαναφερθέντες ερευνητές ανέφεραν υψηλότερη αερόβια ικανότητα στους ελίτ ποδοσφαιριστές (59.2-66.6 ml/kg/min) συγκριτικά με τους ερασιτέχνες (57.8-61.7 ml/kg/min). Ωστόσο, οι τιμές $\text{VO}_{2\text{max}}$ που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη για την ομάδα υψηλού επιπέδου είναι ελαφρώς χαμηλότερες από αυτές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, γεγονός που θα μπορούσε να αποδοθεί σε διαφορές στη μεθοδολογία μέτρησης ή στο στάδιο της αγωνιστικής περιόδου κατά το οποίο πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.

Το ενδιαφέρον εύρημα σχετικά με την ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\text{vVO}_{2\text{max}}$), όπου η νεανική ομάδα παρουσίασε υψηλότερες τιμές (18.63 km/h για την Κ19) συγκριτικά με τις ομάδες ενηλίκων, υποδεικνύει ότι οι νεότεροι αθλητές μπορούν να διατηρούν υψηλότερες ταχύτητες τρεξίματος στα επίπεδα του $\text{VO}_{2\text{max}}$ τους. Αυτό το μοτίβο δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς στη βιβλιογραφία, αλλά θα μπορούσε να σχετίζεται με τα ευρήματα των Aziz et al. (2008), οι οποίοι ανέφεραν υψηλότερη οικονομία τρεξίματος στους νεαρούς ποδοσφαιριστές (U-16 και U-18) συγκριτικά με τους μεγαλύτερους αθλητές. Η διαφοροποίηση αυτή πιθανώς οφείλεται σε φυσιολογικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την ηλικία, όπως η υψηλότερη αναλογία μυϊκών ινών ταχείας συστολής και η μειωμένη συσσώρευση γαλακτικού οξέος στους νεότερους αθλητές.

Όσον αφορά το προφίλ σωματικού λίπους, η καταγραφή χαμηλότερου ποσοστού λίπους στην ομάδα υψηλότερου επιπέδου (9.4% για τον ΑΠΟΛΛΩΝΑ) έναντι της ομάδας χαμηλότερου επιπέδου (14.15% για την ΚΟΡΙΝΘΟ) επιβεβαιώνει τα ευρήματα των Arnason et al. (2004). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές έδειξαν ότι το ποσοστό σωματικού λίπους ήταν υψηλότερο στους παίκτες των ομάδων της πρώτης κατηγορίας της Ισλανδίας ($11.2 \pm 4.3\%$) από ό,τι στους παίκτες των ομάδων της ελίτ κατηγορίας

($10.0 \pm 4.2\%$). Τα αποτελέσματά μας επιβεβαιώνουν επίσης τα ευρήματα των Hazir et al. (2010), οι οποίοι παρατήρησαν ότι οι ελίτ παίκτες είχαν χαμηλότερες βαθμολογίες ενδομορφίας (σχετική λιπαρότητα) σε σύγκριση με τους λιγότερο ελίτ συναδέλφους τους. Η σημαντική υπεροχή της ομάδας ΑΠΟΛΛΩΝ στην αλτική ικανότητα (49.37 cm) έναντι των άλλων δύο ομάδων (38.47 cm για την ΚΟΡΙΝΘΟ και 38.06 cm για την Κ19), επιβεβαιώνει τα ευρήματα των Reilly et al. (2000) και Arnason et al. (2004). Οι προαναφερθείσες μελέτες υποστήριξαν ότι οι ποδοσφαιριστές οι οποίοι αγωνίζονται σε υψηλό επίπεδο παρουσίαζαν σημαντικά υψηλότερη κατακόρυφη αλτικότητα συγκριτικά με τους παίκτες χαμηλότερου επιπέδου. Επιπλέον, τα ευρήματά μας συμφωνούν με τους le Gall et al. (2010), οι οποίοι ανέφεραν σημαντικές διαφορές στο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ – Counter Movement Jump) μεταξύ επαγγελματιών και διεθνών παικτών σε σύγκριση με τους ερασιτέχνες.

Ωστόσο, ένα αξιοσημείωτο εύρημα της παρούσας μελέτης που έρχεται σε αντίθεση με συγκεκριμένα στοιχεία της βιβλιογραφίας αφορά την ευλυγισία. Ενώ οι Pinto et al. (2024) υποστήριξαν τη μείωση της ευλυγισίας με την ηλικία και τα έτη ενασχόλησης με το ποδόσφαιρο, η παρούσα μελέτη κατέγραψε σημαντικά υψηλότερες τιμές ευλυγισίας στις ομάδες ενηλίκων (22.72-25.64 cm) συγκριτικά με τη νεανική ομάδα (11.03 cm). Αυτή η αντίθεση πιθανόν οφείλεται σε διαφορές των προπονητικών προγραμμάτων, με μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη της ευλυγισίας στις επαγγελματικές ομάδες, όπως υποστηρίζεται από τους Bogalho et al. (2022) σχετικά με τη σημασία της ευλυγισίας στην αθλητική απόδοση. Επιπλέον, η πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ ευλυγισίας και ηλικίας ($r = 0.938$, $p = 0.018$) που καταγράφηκε στην παρούσα μελέτη υποστηρίζει περαιτέρω αυτή την ερμηνεία.

Η ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι και του ποσοστού σωματικού λίπους ($r = -0.900$, $p = 0.037$) που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη συμφωνεί με τα ευρήματα των Ziogas et al. (2011). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές υποστήριξαν ότι το VLT (Velocity at Lactate Threshold) αποτελεί μια σημαντική φυσιολογική μεταβλητή που διαφέρει μεταξύ διαφορετικών αγωνιστικών κατηγοριών, με τις υψηλότερες κατηγορίες να παρουσιάζουν συνήθως υψηλότερες τιμές VLT. Η παρούσα μελέτη επεκτείνει αυτά τα ευρήματα προσθέτοντας την παρατήρηση ότι το χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα διατήρησης υψηλότερης ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι. Επιπλέον, η ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της καρδιακής συχνότητας στο αναερόβιο κατώφλι και της

ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι ($r = 0.902$, $p = 0.036$) συμφωνεί με τα ευρήματα των Schwesig et al. (2019) και Hoppe et al. (2013) σχετικά με τη σημασία του αναερόβιου κατωφλίου ως δείκτη αερόβιας αντοχής. Αυτή η συσχέτιση υποδεικνύει ότι οι ποδοσφαιριστές με καλύτερη καρδιαγγειακή λειτουργία μπορούν να διατηρούν υψηλότερη καρδιακή συχνότητα πριν φτάσουν στο αναερόβιο κατώφλι, επιτρέποντάς τους έτσι να τρέχουν με υψηλότερες ταχύτητες πριν την εμφάνιση συσσώρευσης γαλακτικού οξέος.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης έχουν σημαντικές πρακτικές εφαρμογές τόσο για τους προπονητές όσο και για τον ερευνητικό κλάδο ο οποίος ασχολείται με ποδοσφαιριστές διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων και ηλικιακών κατηγοριών. Η καταγεγραμμένη υπεροχή των ομάδων υψηλότερου επιπέδου στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) υποδεικνύει ότι η αερόβια ικανότητα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία στο υψηλό αγωνιστικό επίπεδο, τονίζοντας την ανάγκη για εξειδικευμένα προπονητικά προγράμματα που στοχεύουν στη βελτίωση αυτής της παραμέτρου στους νεαρούς και αναπτυσσόμενους ποδοσφαιριστές. Ταυτόχρονα, η ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι και του ποσοστού σωματικού λίπους αναδεικνύει τη σημασία της βελτίωσης της σωματικής σύστασης για την ενίσχυση της αερόβιας απόδοσης. Οι προπονητές θα πρέπει να ενσωματώσουν στρατηγικές διαχείρισης της σωματικής σύστασης, συμπεριλαμβανομένων διατροφικών παρεμβάσεων και εξειδικευμένων προπονητικών πρωτοκόλλων. Το εύρημα σχετικά με την υψηλότερη ευλυγισία στις ομάδες ενηλίκων συγκριτικά με τις νεανικές ομάδες υποδεικνύει την ανάγκη για μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη της ευλυγισίας στα αναπτυξιακά προγράμματα των ακαδημιών, ιδιαίτερα δεδομένης της συσχέτισής της με την αλτική ικανότητα και τη μείωση του κινδύνου τραυματισμών. Επιπρόσθετα, η αλτική ικανότητα, η οποία διαφοροποιείται σαφώς με βάση το αγωνιστικό επίπεδο, θα πρέπει να αποτελεί βασικό στοιχείο των προγραμμάτων ανίχνευσης ταλέντων και αξιολόγησης της προόδου των νεαρών αθλητών του ποδοσφαίρου. Τέλος, η παρατηρούμενη αντίστροφη σχέση μεταξύ ηλικίας και ταχύτητας στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_{2max}) υποδεικνύει ότι θα πρέπει να αξιοποιηθούν τα φυσιολογικά πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την ηλικία, με τους προπονητές να προσαρμόζουν τις τακτικές προσεγγίσεις ανάλογα με τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των ομάδων διαφορετικών ηλικιακών κατηγοριών.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη παρέχει δεδομένα σχετικά με τις διαφοροποιήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων, σωματομετρικών χαρακτηριστικών και δεικτών φυσικής κατάστασης μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών αγωνιστικών επιπέδων και ηλικιακών κατηγοριών. Τα ευρήματά καταδεικνύουν ότι η αερόβια ικανότητα (VO_{2max}) διαφοροποιείται σημαντικά με βάση το αγωνιστικό επίπεδο, με τις ομάδες υψηλότερου επιπέδου να παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές, αναδεικνύοντας τη σημασία της ως καθοριστικού παράγοντα επιτυχίας στο ποδόσφαιρο. Παράλληλα, η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο από την ηλικία, με τους νεότερους ποδοσφαιριστές να επιδεικνύουν υψηλότερες τιμές. Το ποσοστό σωματικού λίπους αναδείχθηκε ως σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης μεταξύ των ομάδων διαφορετικού επιπέδου, με ισχυρή αρνητική συσχέτιση με την ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι, υποδηλώνοντας τη σημασία της βελτίωσης της σωματικής σύστασης για την ενίσχυση της αερόβιας απόδοσης. Η αλτική ικανότητα συνδέεται άμεσα με το αγωνιστικό επίπεδο, ενώ η ευλυγισία παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη θετική συσχέτιση με την ηλικία, αντίθετα με τις συνήθεις παραδοχές, πιθανώς λόγω διαφορών στα προπονητικά προγράμματα. Τα ευρήματα αυτά προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για τους παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του προφίλ των επιτυχημένων ποδοσφαιριστών και μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για το σχεδιασμό εξειδικευμένων προπονητικών προγραμμάτων όσο και για τη βελτίωση των διαδικασιών ανίχνευσης και ανάπτυξης ταλέντων στο ποδόσφαιρο.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Ο συγχρονικός σχεδιασμός της μελέτης θα μπορούσε να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των παραμέτρων που αναφέρθηκαν με την πάροδο του χρόνου
- Να πραγματοποιηθούν επαναληπτικές μετρήσεις κατά τη διάρκεια του έτους
- Εξατομικευμένος σχεδιασμός μεταβατικής περιόδου
- Να πραγματοποιηθεί έρευνα σε περισσότερες ομάδες
- Να γίνει έρευνα με βάση την αγωνιστική θέση των παικτών

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdullah, M., Musa, R., Maliki, A., Suppiah, P., & Kosni, N. (2016). Relationship of physical characteristics, mastery and readiness to perform with position of elite soccer players. *International Journal of Advanced Engineering and Applied Sciences*, 1(1), 8–11.
- Ahtiainen, J. P. (2019). Physiological and molecular adaptations to strength training. *Concurrent Aerobic and Strength Training: Scientific Basics and Practical Applications*, 51–73.
- Alexandre, D., Da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong, del P., Natali, A. J., De Lima, J. R., Bara Filho, M. G., Marins, J. J., Garcia, E. S., & Karim, C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training, practical application. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2890–2906.
- Alimoradi, M., Sahebozamani, M., Hosseini, E., Konrad, A., & Noorian, S. (2023). The effect on flexibility and a variety of performance tests of the addition of 4 weeks of soleus stretching to a regular dynamic stretching routine in amateur female soccer players. *Sports*, 11(7), 138. <https://doi.org/10.3390/sports11070138>
- Alpay, C. B. (2016). Comparison of athletic performances of male soccer players with respect to their respective positions in game. *The Anthropologist*, 24(2), 519–525. <https://doi.org/10.1080/09720073.2016.11892045>
- Alvero Cruz, J., Cabañas Armesilla, M., Herrero de Lucas, A., Martínez Riaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manzanido, J., Sillero Quintana, M., & Sirvent Belando, J. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del rupo español de cineantropometría de la

- federación española de medicina del deporte. *Archivos de medicina del deporte*, 131, 166–179.
- Anselmi, F., Cavigli, L., Pagliaro, A., Valente, S., Valentini, F., Cameli, M., Focardi, M., Mochi, N., Dendale, P., & Hansen, D. (2021). The importance of ventilatory thresholds to define aerobic exercise intensity in cardiac patients and healthy subjects. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 31(9), 1796–1808.
<https://doi.org/10.1111/sms.14007>
- Antonacci, L., Mortimer, L., Rodrigues, V., Coelho, D., Soares, D., & Silami-Garcia, E. (2007). Competition, estimated, and test maximum heart rate. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, The*, 47(4), 418.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 278–285.
- Åstrand, P.-O. (2003). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise*. Human kinetics.
- Aurélio, J., Dias, E., Soares, T., Jorge, G., Espada, M., Pereira, A., & Figueiredo, T. (2016). Relationship between body composition, anthropometry and physical fitness in under-12 soccer players of different positions. *International Journal of Sports Science*, 6, 25–30.
- Aziz, A., Mukherjee, S., Chia, M., & Teh, K. (2008). Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. *International journal of sports medicine*, 29(10), 833–838.
<https://doi.org/10.1055/s-2008-1038410>
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer—With special reference to intense intermittent exercise. *Acta physiologica scandinavica. Supplementum*, 619, 1–155.

- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: Measurement, norms, and determining factors. *Sports medicine-open*, 1, 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0007-y>
- Barte, J. C., Nieuwenhuys, A., Geurts, S. A., & Kompier, M. A. (2017). Fatigue experiences in competitive soccer: Development during matches and the impact of general performance capacity. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, 5(4), 191–201.
- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Turner, A. N., & Bishop, C. (2021). Implementing strength training strategies for injury prevention in soccer: Scientific rationale and methodological recommendations. *International journal of sports physiology and performance*, 16(3), 456–461.
- Bernal-Orozco, M. F., Posada-Falomir, M., Quiñónez-Gastélum, C. M., Plascencia-Aguilera, L. P., Arana-Nuño, J. R., Badillo-Camacho, N., Márquez-Sandoval, F., Holway, F. E., & Vizmanos-Lamotte, B. (2020). Anthropometric and body composition profile of young professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 1911–1923. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003416>
- Bidaurrezaga-Letona, I., Zubero, J., Lekue, J. A., Amado, M., & Gil, S. M. (2016). Anthropometry and somatotype of pre-adolescent soccer players: Comparisons amongst elite, sub-elite and non-elite players with non-players. *Collegium Antropologicum*, 40(4), 269–277.
- Bogalho, D., Gomes, R., Mendes, R., Dias, G., & Castro, M. A. (2022). Impact of flexibility on vertical jump, balance and speed in amateur football players. *Applied Sciences*, 12(11), 5425.

- Brahim, M. B., Bougatfa, R., & Mohamed, A. (2013). Anthropometric and physical characteristics of Tunisians young soccer players. *Advances in Physical Education*, 3(03), 125. <https://doi.org/10.4236/ape.2013.33021>
- Caldbeck, P., & Dos' Santos, T. (2022). A classification of specific movement skills and patterns during sprinting in English Premier League soccer. *PloS one*, 17(11), e0277326. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277326>
- Canhadas, I. L., Silva, R. L. P., Chaves, C. R., & Portes, L. A. (2010). Anthropometric and physical fitness characteristics of young male soccer players. *Revista brasileira de cineantropometria & desempenho humano*, 12, 239–245.
- Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1156–1161. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182610999>
- Cerda-Kohler, H., Burgos-Jara, C., Ramírez-Campillo, R., Valdés-Cerda, M., Báez, E., Zapata-Gómez, D., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2016). Analysis of agreement between 4 lactate threshold measurements methods in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(10), 2864–2870. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001368>
- Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y., Kaouech, F., & Wisløff, U. (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: Allometric scaling in adult and young soccer players. *British journal of sports medicine*, 39(2), 97–101. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.010215>
- Cheng, J.-C., Chiu, C.-Y., & Su, T.-J. (2019). Training and evaluation of human cardiorespiratory endurance based on a fuzzy algorithm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2390. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132390>

- Cometti, G., Maffiuletti, N., Pousson, M., Chatard, J.-C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*, 22(01), 45–51.
- Conlon, J. A., Newton, R. U., Tufano, J. J., Peñailillo, L. E., Banyard, H. G., Hopper, A. J., Ridge, A. J., & Haff, G. G. (2017). The efficacy of periodised resistance training on neuromuscular adaptation in older adults. *European journal of applied physiology*, 117, 1181–1194. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3605-1>
- Cossio-Bolaños, M. A., Santi-Maria, T., Gómez-Campos, R., Lee-Andruske, C., Henrique Gamero, D., Duarte Rocha, C., De Arruda, M., & Tumi-Figueroa, E. (2015). *Percentage of body fat of young soccer players: Comparison of proposed regression frequencies between goalkeepers and soccer camp players.*
- Cunha, G., Lorenzi, T., Sapata, K., Lopes, A. L., Gaya, A. C., & Oliveira, Á. (2011). Effect of biological maturation on maximal oxygen uptake and ventilatory thresholds in soccer players: An allometric approach. *Journal of sports sciences*, 29(10), 1029–1039.
- Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., & Gregson, W. (2014). Applied physiology of female soccer: An update. *Sports medicine*, 44, 1225–1240.
- de Villarreal, E. S. (2021). Basics of Programming and Periodization in Resistance Training. *Resistance Training Methods: From Theory to Practice*, 213.
- Dellal, A., & Wong, D. P. (2013). Repeated sprint and change-of-direction abilities in soccer players: Effects of age group. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2504–2508. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827f540c>
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: A brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(3), 70–77.

- Fernández, F. G., Sarmiento, H., Infantes-Paniagua, Á., Ramirez-Campillo, R., González-Víllora, S., & Clemente, F. (2023). Effects of re-warm-up protocols on the physical performance of soccer players: A systematic review with meta-analysis. *Biology of Sport*, 40(2), 335–344.
- Gil, S., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2010). Anthropometrical characteristics and somatotype of young soccer players and their comparison with the general population. *Biology of sport*, 27(1). <https://doi.org/10.5604/20831862.906762>
- Gil, S. M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: Relevance for the selection process. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 438–445.
- Gontarev, S., Kalac, R., Zivkovic, V., Ameti, V., & Redjepi, A. (2016). Anthropometrical characteristics and somatotype of young Macedonian soccer players. *International Journal of Morphology*. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022016000100024>
- Goosey-Tolfrey, V. L., Batterham, A. M., & Tolfrey, K. (2003). Scaling behavior of VO₂peak in trained wheelchair athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(12), 2106–2111. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000099106.33943.8C>
- Guzman, D., & Young, M. (2022). *Strength training for soccer*. Human Kinetics.
- Hazir, T. (2010). *Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position*.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925–1931. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00019>
- Hernandez-Martinez, J., Ramirez-Campillo, R., Vera-Assaoka, T., Castillo-Cerda, M., Carter-Thuillier, B., Herrera-Valenzuela, T., López-Fuenzalida, A., Nobari, H., &

- Valdés-Badilla, P. (2023). Warm-up stretching exercises and physical performance of youth soccer players. *Frontiers in physiology*, 14, 1127669.
- Hoff, J., Berdahl, G., & Bråten, S. (2001). *Jumping height development and body weight considerations in ski jumping*. na.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports medicine*, 34, 165–180.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British journal of sports medicine*, 36(3), 218–221.
<https://doi.org/10.1136/bjsm.36.3.218>
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Sperlich, B., Ibrahim, H., Jansen, C., Willis, S. J., & Freiwald, J. (2013). Comparison between three different endurance tests in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 31–37. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824e1711>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of sports sciences*, 23(6), 583–592.
- Ishee, J. H., & Foster, B. (2003). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 74(1), 8–8.
- Jakovljević, V., Bošnjak, G., Pašić, G., & Tešanović, G. (2022). Roll of Somatotype in Sport selection. *Acta Kinesiologica*, 16(1), 84–92.
- Jastrzębski, Z., & Radzimiński, Ł. (2017). *Default and individual comparison of physiological responses and time-motion analysis in male and female soccer players during small-sided games*. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.124.04>
- Jørgensen, M. B., Andersen, L. L., Kirk, N., Pedersen, M. T., Søgaard, K., & Holtermann, A. (2010). Muscle activity during functional coordination training: Implications for strength gain and rehabilitation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1732–1739.

- Karahan, M. (2016). Age-related physical performance differences in male soccer players. *The Anthropologist*, 24(3), 724–729.
<https://doi.org/10.1080/09720073.2016.11892068>
- Keiner, M., Brauner, T., Kadlubowski, B., Sander, A., & Wirth, K. (2022). The influence of maximum squatting strength on jump and sprint performance: A cross-sectional analysis of 492 youth soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5835. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105835>
- Keytsman, C., Verbrugghe, J., & Eijnde, B. O. (2024). The isometric and isokinetic knee extension and flexion muscle strength profile of elite soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 180. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00961-y>
- Köklü, Y., Asçi, A., Koçak, F. Ü., ALEMDAROGlu, U., & Dünder, U. (2011). Comparison of the physiological responses to different small-sided games in elite young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1522–1528. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e06ee1>
- Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Häkkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., Putukian, M., Newton, R. U., Rubin, M. R., & Gómez, A. L. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *The Journal of strength & conditioning research*, 18(1), 121–128.
- le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of science and medicine in sport*, 13(1), 90–95.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.004>
- Liao, K.-F., Nassis, G., Bishop, C., Yang, W., Bian, C., & Li, Y.-M. (2022). Effects of unilateral vs. Bilateral resistance training interventions on measures of strength, jump,

- linear and change of direction speed: A systematic review and meta-analysis. *Biology of sport*, 39(3), 485–497.
- Little, T., & Williams, A. G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 367–371.
- López Cáceres, P. A., Chena Sinovas, M., Asín Izquierdo, I., Moreno Ortega, A., & Moreno Rojas, R. (2019). Efecto de factores contextuales en la composición corporal de jugadores profesionales de fútbol. Un estudio retrospectivo. *Nutrición hospitalaria*, 36(6), 1324–1331.
- Madarsa, N. I., Abd Malek, N. F., Haizan, N., Rodzi, M., Ismail, A. H., Zulkefli, A., Baki, M. H., & Mohamad, N. I. (χ.χ.). *Detraining and Re-Training Effect on Cardiovascular Fitness on Elite Soccer Players*.
<https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v13-i12/19580>
- Marzouki, H., Ouergui, I., Doua, N., Gmada, N., Bouassida, A., & Bouhlel, E. (2021). Effects of 1 vs. 2 sessions per week of equal-volume sprint training on explosive, high-intensity and endurance-intensive performances in young soccer players. *Biology of Sport*, 38(2), 175–183.
- Masocha, V., & Katanha, A. (2014). Anthropometry and somatotype characteristics of male provincial youth league soccer players in Zimbabwe according to playing positions. *Int J Sci Res*, 3, 554–557.
- Messonnier, L. A., Emhoff, C.-A. W., Fattor, J. A., Horning, M. A., Carlson, T. J., & Brooks, G. A. (2013). Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. *Journal of Applied Physiology*.
- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Load measures in training/match monitoring in soccer: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2721.

- Mitić, P., Nedeljković, J., Bojanić, Ž., Franceško, M., Milovanović, I., Bianco, A., & Drid, P. (2021). Differences in the psychological profiles of elite and non-elite athletes. *Frontiers in psychology*, 12, 635651.
- Möck, S., Hartmann, R., Wirth, K., Rosenkranz, G., & Mickel, C. (2021). Relationship between maximal dynamic force in the deep back squat and sprinting performance in consecutive segments up to 30 m. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(4), 1039–1043. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002860>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519–528.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches—beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(3), 156–162.
- Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2021). Development and Validation of Prediction Formula of Wingate Test Peak Power From Force–Velocity Test in Male Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 12, 729247.
- Oliveira, A., Barbieri, F., & Gonçalves, M. (2013). Flexibility, torque and kick performance in soccer: Effect of dominance. *Science & Sports*, 28(3), e67–e70.
- Ostojic, S. M. (2003). Characteristics of elite and non-elite Yugoslav soccer players: Correlates of success. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2(1), 34.
- Owen, A. L., Wong, D. P., Dellal, A., Paul, D. J., Orhant, E., & Collie, S. (2013). Effect of an injury prevention program on muscle injuries in elite professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3275–3285.
- Perroni, F., Vetrano, M., Camolese, G., Guidetti, L., & Baldari, C. (2015). Anthropometric and somatotype characteristics of young soccer players: Differences among categories, subcategories, and playing position. *The Journal of Strength &*

Conditioning Research, 29(8), 2097–2104.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000881>

- Pinto, D., Bonaldi, L., Pirri, C., Fontanella, C. G., & Stecco, C. (2024). Lower flexibility and range of motion in prepubertal soccer players: A pilot study. *Sport Sciences for Health*, 1–9.
- Piras, A., Raffi, M., Atmatzidis, C., Merni, F., & Di Michele, R. (2017). The energy cost of running with the ball in soccer. *International journal of sports medicine*, 38(12), 877–822. <https://doi.org/10.1055/s-0043-118340>
- Platt, D., Maxwell, A., Horn, R., Williams, M., & Reilly, T. (2001). Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches. *Insight*, 4(4), 23–24.
- Portes, L. A., Canhadas, I. L., Silva, R. L. P., & de Oliveira, N. C. (2015). Anthropometry and fitness of young elite soccer players by field position. *Sport Sciences for Health*, 11, 321–328. <https://doi.org/10.1007/s11332-015-0243-z>
- Ramos, S., Corso, M., Brown, A., Simão, R., & Dias, I. (2022). Asymmetries of isokinetic strength and flexibility in young soccer players: A systematic review. *Human Movement*, 23(4), 21–33. <https://doi.org/10.5114/hm.2022.108317>
- Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-e-Silva, M., Figueiredo, A., Bangsbo, J., Malina, R. M., & Seabra, A. (2013). Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *International journal of sports medicine*, 34(04), 312–317.
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 695–702. <https://doi.org/10.1080/02640410050120078>
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E. [xdot] L., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(2), 162–169.

- Rodriguez-Lopez, C., Alcazar, J., Sanchez-Martin, C., Baltasar-Fernandez, I., Ara, I., Csapo, R., & Alegre, L. M. (2022). Neuromuscular adaptations after 12 weeks of light-vs. Heavy-load power-oriented resistance training in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(2), 324–337.
- Rowan, A. E., Kueffner, T. E., & Stavrianeas, S. (2012). Short duration high-intensity interval training improves aerobic conditioning of female college soccer players. *International Journal of Exercise Science*, 5(3), 6.
<https://doi.org/10.70252/LLXC7170>
- Schwesig, R., Schulze, S., Reinhardt, L., Laudner, K. G., Delank, K.-S., & Hermassi, S. (2019). Differences in player position running velocity at lactate thresholds among male professional German soccer players. *Frontiers in physiology*, 10, 886.
- Silva, A., Santhiago, V., Papoti, M., & Gobatto, C. (2008). Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. *International Journal of Laboratory Hematology*, 30(2), 158–166.
- Silva, J. F. da, Dittrich, N., & Guglielmo, L. G. A. (2011). Aerobic evaluation in soccer. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 13, 384–391.
- Silva, J. R. (2022). The soccer season: Performance variations and evolutionary trends. *PeerJ*, 10, e14082. <https://doi.org/10.7717/peerj.14082>
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports medicine-open*, 1, 1–27.
<https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>
- Slettaløkken, G., & Rønnestad, B. R. (2014). High-intensity interval training every second week maintains V̇_O2max in soccer players during off-season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1946–1951.

- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Cheour, F. (2016). Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: A systematic review. *Journal of human kinetics*, 53, 231.
- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2017). 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.
- Śliwowski, R., Andrzejewski, M., Wieczorek, A., Barinow-Wojewódzki, A., Adrian, J., Pietrzak, M., & Wieczorek, J. (2013). Changes in the anaerobic threshold in an annual cycle of sport training of young soccer players. *Biology of sport*, 30(2), 137–143.
<https://doi.org/10.5604/20831862.1044459>
- Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M., & Milanovic, D. (2009). Fitness profiling in soccer: Physical and physiologic characteristics of elite players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1947–1953.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports medicine*, 35, 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Stroyer, J. (2004). *Physiological profile and activity pattern of youn...*
- Strøyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(1), 168–174. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106187.05259.96>
- 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. *Journal of Sports sciences*, 27(10), 1019–1026.
<https://doi.org/10.1080/02640410903030305>

- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports medicine*, 31, 1–11.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00001>
- Van Gool, D., Van Gerven, D., & Boutmans, J. (2013). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. Στο *Science and Football (Routledge Revivals)* (σελ. 51–59). Routledge.
- Varillas-Delgado, D., Morencos, E., Gutiérrez-Hellín, J., Aguilar-Navarro, M., Muñoz, A., Mendoza Laiz, N., Perucho, T., Maestro, A., & Tellería-Oriols, J. J. (2022). Genetic profiles to identify talents in elite endurance athletes and professional football players. *PLoS One*, 17(9), e0274880.
- Wagner, P. D. (2000). New Ideas on Limitations to JOURNAL/essrv/04.03/00003677-200028010-00004/OV0312/v/2021-01-19T150106Z/r/image-pngo2max. *Exercise and sport sciences reviews*, 28(1), 10–14.
- Wang, Z.-M., Pierson Jr, R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: A new approach to organizing body-composition research. *The American journal of clinical nutrition*, 56(1), 19–28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>
- Wragg, C., Maxwell, N., & Doust, J. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *European journal of applied physiology*, 83, 77–83.
- Ziogas, G. G., Patras, K. N., Stergiou, N., & Georgoulis, A. D. (2011). Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 414–419.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bac3b9>
- Zuniga Galaviz, U., & de Leon Fierro, L. G. (2007). Somatotype of semiprofessional soccer players classified by their position in the game. *RICYDE-REVISTA*

INTERNACIONAL DE CIENCIAS DEL DEPORTE, 3(9), 29–36.

<https://doi.org/10.5232/ricyde2007.00903>