



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

————— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —————

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής
και Αθλητισμού
Τομέας Αθλοπαιδιών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η επίδραση της μέγιστης αερόβιας ικανότητας στις τεχνικές δεξιότητες νεαρών ποδοσφαιριστών

Γερμανού Μαρία-Μυρτώ 280022

Ηλία Ισιδώρα 2800237

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΖΑΧΑΡΑΚΗΣ

Επικ. Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εξετάσει την επίδραση της μέγιστης αερόβιας ικανότητας στις τεχνικές δεξιότητες νεαρών ποδοσφαιριστών. Το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται από πολυάριθμες, μικρές εκρήξεις ενέργειας που παρεμβάλλονται από σύντομες περιόδους ανάπαυσης, κατά τη διάρκεια μίας παρατεταμένης περιόδου 90 λεπτών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μείωση της παθητικής αποκατάστασης και αύξηση των συνεχόμενων απαιτήσεων του αγώνα. Ως εκ τούτου, ένας αθλητής ποδοσφαίρου απαιτείται να διαθέτει εκτός από τις βασικές, και εξειδικευμένες ικανότητες φυσικής κατάστασης, όπως ειδική αντοχή, ταχυδύναμη και αντοχή στην ταχύτητα.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 30 νεαροί ποδοσφαιριστές ηλικίας 13 και 14 ετών ($13,53 \pm 0,51$). Όλοι τους ήταν μέλη της ίδιας ομάδας είχαν προπονητική εμπειρία πάνω από δύο χρόνια ενώ γυμνάζονταν τουλάχιστον τέσσερις φορές την εβδομάδα. Στην πρώτη συνάντηση στο εργαστήριο έγινε καταγραφή των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των δοκιμαζόμενων, τα οποία ήταν κατά μέσο όρο, ηλικία 13.53, ύψος 162.80εκ., βάρος 50.20kg, λίπος 10.06%. Για να μετρηθεί η VO_{2max} χρησιμοποιήθηκαν δοκιμασίες αξιολόγησης αερόβιας ικανότητας και δοκιμασίες αξιολόγησης τεχνικών χαρακτηριστικών (ταχύτητα χωρίς μπάλα 10 και 20 μέτρων, ταχύτητα με μπάλα 20 μέτρων στο δεξί και στο αριστερό, δοκιμασία μεταβίβασης, δοκιμασία του σουτ, δοκιμασία ελιγμού με μπάλα, δοκιμασία ελιγμού χωρίς μπάλα Illinois).

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των φυσιολογικών παραμέτρων βρέθηκαν οι παρακάτω συσχετίσεις: το ύψος συσχετίστηκε με το βάρος 0,914 γεγονός που θεωρείται απόλυτα φυσιολογικό. Η HR με την VO_{2max} 0,567 και τον δείκτη αντίληψης της κόπωσης 0,648. Από τον έλεγχο των συσχετίσεων μεταξύ της VO_{2max} και των παραμέτρων των τεχνικών δεξιοτήτων βρέθηκε ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου συσχετίστηκε αρνητικά με τις ταχύτητες των 10μ -0,604, των 20μ -0,585, των 20μ με μπάλα με το δεξί πόδι -0,560 και με το αριστερό -0,426, ενώ αρνητική ήταν και η συσχέτιση με τη δοκιμασία Illinois -0.438.

Για την ολοκλήρωση της έρευνας παρατίθενται σχετικά άρθρα που μελετούν τη σχέση αερόβιας ικανότητας με τις τεχνικές δεξιότητες στα διάφορα αθλήματα, τη σχέση ανάμεσα στα επαναλαμβανόμενα σπριντ τεστ, στην αερόβια φυσική κατάσταση και την αναερόβια φυσική κατάσταση των επαγγελματιών εφήβων ποδοσφαιριστών, τις διαφορές στην επιτάχυνση, στη μέγιστη ταχύτητα και ευκινησία μεταξύ των παικτών ποδοσφαίρου, μπάσκετ, βόλεϊ και χάντμπολ και τέλος την αερόβια ικανότητα που σχετίζεται με την ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ με αποστάσεις λιγότερο από 40 μέτρα. Σε αυτά τα άρθρα χρησιμοποιήθηκαν γνωστές δοκιμασίες (RSA, MSRT, Wingatetest, MAnS).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Εισαγωγή.....	4
2.Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	6
2.1.Σχέση αερόβιας ικανότητας με τις τεχνικές δεξιότητες στα διάφορα αθλήματα.....	8
2.2.Η σχέση ανάμεσα στα επαναλαμβανόμενα σπριντ τεστ,την αερόβια φυσική κατάσταση και την αναερόβια φυσική κατάσταση των επαγγελματιών εφήβων ποδοσφαιριστών.....	15
2.3.Οι διαφορές στην επιτάχυνση, στη μέγιστη ταχύτητα και ευκινησία μεταξύ των παικτών ποδοσφαίρου, μπάσκετ, βόλεϊ και χάντμπολ.....	23
2.4.Η αερόβια ικανότητα συσχετίζεται με την ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ σε αποστάσεις μικρότερες από 40m.....	28
3.Μέθοδος.....	36
3.1.Δείγμα.....	37
3.2.Δοκιμασία αξιολόγησης αερόβιας ικανότητας.....	38
3.3.Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών χαρακτηριστικών.....	39
3.4.Στατιστική ανάλυση.....	44

4.Αποτελέσματα συζήτησης.....	45
5.Συμπεράσματα.....	45
6.Βιβλιογραφία.....	46

Εισαγωγή

Το ποδόσφαιρο είναι ένα πολυσύνθετο άθλημα στο οποίο η καλή απόδοση εξαρτάται από την αλληλεπίδραση διαφορετικών χαρακτηριστικών όπως φυσιολογικών, τακτικών, ψυχολογικών και τεχνικών. Το στοιχείο της τεχνικής ικανότητας αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο παράγοντα για τη διάκριση των ποδοσφαιριστών και τον καθορισμό του επιπέδου τους (Lee, & Nolan, 1998). Έξωλλου, η διαρκώς αυξανόμενη ταχύτητα του παιχνιδιού σε συνδυασμό με τον περιορισμό του πεδίου δράσης των αθλητών, όπως προκύπτει από την εξέλιξη της σύγχρονης τακτικής, επιτάσσει τη δημιουργία αρτιότερων, τεχνικά, ποδοσφαιριστών. Η επιτυχής εκτέλεση των τεχνικών δεξιοτήτων εξαρτάται από διαφορετικούς παράγοντες όπως η μυϊκή συναρμογή, ο χρόνος λήψης αποφάσεων και η εμπειρία (Fernandez-Gonzaloetal, 2010).

Το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται από πολυάριθμες, μικρές εκρήξεις ενέργειας που παρεμβάλλονται από σύντομες περιόδους ανάπαυσης, κατά τη διάρκεια μίας παρατεταμένης περιόδου 90 λεπτών. Στην παραπάνω περίπτωση, ενεργοποιούνται και τα δύο συστήματα μεταβολισμού, το αερόβιο και το αναερόβιο, που είναι απαραίτητα για να καλυφθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις του μυϊκού συστήματος στη διάρκεια του αγώνα. Έχει παρατηρηθεί ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις και οι φυσιολογικές ιδιότητες συνδέονται με τη θέση του παίκτη στον αγωνιστικό χώρο.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι για την αξιολόγηση των αερόβιων και αναερόβιων δυνατοτήτων συνήθως μετρούν μία μοναδική, αδιάσπαστη σωματική προσπάθεια που διαρκεί από μερικά δευτερά έως κάποια λεπτά. Μία από τις πιο δημοφιλείς και αξιόπιστες εξεταστικές μεθόδους είναι το Τεστ Κοπώσεως Wingate για Αθλητές (WAnT), το οποίο μετράει μία συνεχή, ολική άσκηση, 30 δευτερολέπτων. Παρ' ότι το τεστ χρησιμοποιούταν ,σε πρώτη φάση, για να αποτιμήσει τις αναερόβιες δυνατότητες των δρομέων σπριντ, η εφαρμογή του σε επίπεδο φυσιολογίας που αφορά στα αθλήματα διαλειμματικής άσκησης, όπως το ποδόσφαιρο, είναι αμφίβολη. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να προταθούν άλλες μέθοδοι εξέτασης για τα μακράς διάρκειας, διακοπτόμενου τύπου αθλήματα. Έχουν όντως αναπτυχθεί τεχνικές που αξιολογούν την αναερόβια δυνατότητα του ατόμου βάσει επαναλαμβανόμενων, μικρής διάρκειας και μέγιστης έντασης προσπαθειών, τα οποία ορίζονται ως Επαναλαμβανόμενα Σπριντ Τεστ (RST). Οι διάφορες εφαρμογές αυτών των μεθόδων αξιολόγησης συνίστανται σε 8-10 επαναλήψεις σπριντ 5 δευτερολέπτων με έναρξη

κάθε 30 δεύτερα, 6 επαναλήψεις μέγιστης επίδοσης σπριντ 40 μέτρων με έναρξη κάθε 30 δεύτερα και 12 επαναλήψεις σπριντ 20 μέτρων με έναρξη κάθε 20 δεύτερα.

Όπως έχει αποδειχθεί, ένα υψηλό επίπεδο αναερόβιας φυσικής κατάστασης αποτελεί προαπαιτούμενο για αυξημένη επίδοση σε συνεχείς δραστηριότητες, διαλειμματικού τύπου. Παρ'όλα αυτά, αποτελέσματα από αναλύσεις συσχέτισης του VO₂max (Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου) με τους δείκτες επίδοσης του RST παρουσιάζουν αστάθεια, με κάποιους μελετητές να παραθέτουν σημαντικά επιχειρήματα υπέρ του συσχετισμού των δύο και με άλλους να αδυνατούν να προβούν σε τέτοιο ισχυρισμό. Ένας από τους λόγους που συνηγορούν σε αυτή την αστάθεια, εντοπίζεται ενδεχομένως στη διαφοροποίηση του πρωτοκόλλου εφαρμογής των RST. Τα τελευταία έτη έχει αυξηθεί η συμμετοχή των παιδιών και των εφήβων στα αγωνιστικά αθλήματα ,με το ποδόσφαιρο να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό δημοτικότητας μεταξύ των μελών των παραπάνω κοινωνικών ομάδων. Εν συνεχεία, η άσκηση των παιδιών χαρακτηρίζεται από σύντομες εκρήξεις ήπιας έως έντονης σωματικής προσπάθειας. Κατά συνέπεια, μία εξέταση της σχέσης ανάμεσα στο WAnT με τις μετρήσεις της μέγιστης VO₂ και στους δείκτες επίδοσης του RST ενδεχομένως να παρουσίαζε περισσότερο ενδιαφέρον στα παιδιά και στους εφήβους, γεγονός που έχει παραμεληθεί ,πλην ελαχίστων ερευνών που επικεντρώνονται στις σχέσεις μέσα σ' αυτές τις ιδιαίζουσες πληθυσμιακές ομάδες.

Η φυσική κατάσταση αποτελεί έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες αγωνιστικής επιτυχίας στο ποδόσφαιρο (Ekblom 1986). Εξαιτίας του γεγονότος αυτού έχουν γίνει πολλές εργασίες με σκοπό τον καθορισμό των μεταβολικών απαιτήσεων που έχει ένας ποδοσφαιρικός αγώνας (AliandFarrally 1991, Ogushietal. 1993, RohdeandEspersen 1988, Smithetal. 1993, Tumiltyetal. 1988). Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, οι διακυμάνσεις της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού κατά τη διάρκεια του αγώνα, η αερόβια και αναερόβια ισχύς, η αλκική ικανότητα και ηευκινησία αποτελούν τις σημαντικότερεςπαραμέτρους τις οποίες, έχουν μελετήσει πολλοί ερευνητές (Bangsboetal. 1991, Foehrenbachel. 1991, Kindermann et al. 1993, Rohde καιEspersen 1988, Sterker 1997,Tokmakidis et al.1998)

Παλαιότερα ένας ποδοσφαιριστής κάλυπτε κατά τη διάρκεια του αγώνα γύρω στα 3-4 km (Palfai 1970, Wade 1962, Zelenkaetal. 1967), ενώ σήμερα στη βιβλιογραφία συναντώνται τιμές μεταξύ 9-12 km (Bangsboetal. 1991, Ekblom 1986, Gerischetal. 1988, Weineck 1992). Η παραπάνω αύξηση που παρατηρείται με την πάροδο των χρόνων δε σχετίζεται μόνο με την απόσταση, αλλά αφορά και την ένταση του παιχνιδιού. Το ποσοστό των περιόδων χαμηλής έντασης και παθητικής αποκατάστασης στον αγώνα μειώνεται συνεχώς, ενώ αντίθετα αυξάνονται οι απαιτήσεις σε ταχύτητα καθώς και οι προσωπικές μονομαχίες για τον έλεγχο της μπάλας (Lottermann 1990). Για να φτάσει σήμερα ένας ποδοσφαιριστής στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων απαιτείται εκτός των βασικών και η ανάπτυξη εξειδικευμένων ικανοτήτων φυσικής κατάστασης, όπως η ειδική αντοχή η ταχυδύναμη και η αντοχή στην ταχύτητα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση της μέγιστης αερόβιας ικανότητας στις τεχνικές δεξιότητες νεαρών ποδοσφαιριστών

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Η συλλογή ανθρωπομετρικών στοιχείων από ένα μέγалоδείγμα αθλητώνμας βοηθά να αποκτήσουμε μία αντιπροσωπευτική εικόνα για το συγκεκριμένοάθλημα, ενώ είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις επιλογής νέων αθλητών. Σε επαγγελματίες Έλληνες ποδοσφαιριστές το σωματικό βάρος κυμαίνεται κατά μέσο όρο στα 74.85.5 kg και το ύψος στα 178.74.7 cm (Tokmakidisetal. 1986). Τα δεδομένα αυτά συμβαδίζουν με τα αντίστοιχα ποδοσφαιριστών ευρωπαϊκών χωρών (Kirkendal 1985, Matkovicetal. 1993, NowackiandDeCastro 1984, Smithetal. 1993, VanfraechemandTomas 1993, Withersetal. 1977) όχι όμως και με αυτά ποδοσφαιριστών της Ινδίας (βάρος: 61.65.9 kg, Bhanot 1988), της Τουρκίας (βάρος: 69.95.3 kg, IslegenandAkguen 1988) και του Hong-Kong (67.75.0 kg, Chinetal. 1992). Φαίνεται ότι οι ποδοσφαιριστές των χωρών αυτών είναι πιο αδύνατοι και πιο κοντοί σε σχέση με τους συναδέλφους τους, γεγονός που προφανώς οφείλεται σε φυλετικές διαφορές.

Μορφοσωματικές διαφορές όμως μπορεί να παρουσιαστούν και μεταξύ των διαφορετικών θέσεων των ποδοσφαιριστών. Έχει βρεθεί ότι οι τερματοφύλακες της εθνικής Γερμανίας ήταν σημαντικά πιο βαρείς και ελαφρώς πιο ψηλοί απ'ότι οι συμπαίκτες τους (Hollmannetal. 1982, Kindermannetal. 1993). Παρόμοιες παρατηρήσεις έγιναν και σε τερματοφύλακες της εθνικής Ελλάδας (Tokmakidisetal. 1986), της Αγγλίας (Davisetal. 1992) και της Πορτογαλίας (Pugaetal. 1993). Μετά τους τερματοφύλακες πιο βαρείς είναι οι αμυντικοί και οι επιθετικοί, ενώ φαίνεται ότι οι ποδοσφαιριστές της μεσαίαςγραμμής είναι πιο αδύνατοι και πιο κοντοί σε σχέση με τους συμπαίκτες τους (Bangsboetal. 1991). Το μεγαλύτεροανάστημα που παρουσιάζουν οι τερματοφύλακες και οι αμυντικοί τους βοηθά στην εκπλήρωση συγκεκριμένωντεχνικο-τακτικών ενεργειών, οι οποίες απαιτούνται για τις συγκεκριμένες αγωνιστικές θέσεις.

Οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου καλούνται να διανύσουν 10km κατά μέσο όρο ε έναν ενενηντάλεπτο αγώνα. Πρέπει να σπριντάρουν κάθε 70 με 90 sec για 2 με 4sec. Απαιτείται να εκτελέσουν περί τις 1000 μικρής διάρκειας δραστηριότητες όπωςσπριντ, άλματα, κεφαλιές, πάσες, σουτ, επαφές με τον αντίπαλο, διεκδίκηση μπάλας,αλλαγές κατεύθυνσης, τάκλιν. Αν και η παραγωγή ενέργειας είναι κατά κύριο λόγοαερόβια, μια σειρά αναερόβιων ενεργειών μπορεί να κρίνουν την έκβαση ενός αγώνα.

Η δαπανώμενη ενέργεια είναι γύρω στις 1500 θερμίδες για ένα αθλητή 75kg

1.Καρδιακή συχνότητα

Η μέση καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια του ενενηνταλέπτου εξαρτάται από τη φύση του αγώνα. Σε φιλικούς αγώνες έχει μετρηθεί 157-167 σφ/λεπτό ενώ σε επίσημους αγώνες αναφέρεται υψηλότερη, 159-176 σφ/λεπτό χωρίς διαφορές ανάμεσα σε γυναίκες και άντρες για αθλητές υψηλούεπιπέδου. Για αθλητές εφηβικής ηλικίας πρώιμης ή όψιμης ο μ.ο είναι 175σφ/λεπτό.

Καλύτερα όμως διατυπώνεται η καρδιακή συχνότητα ως ποσοστότης μέγιστης. Έτσι

διατυπωμένη αντιστοιχεί σε 82,2% ως 87,1% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (H_{rmax}) για τους επίσημους αγώνες των εφήβων και ως 89% 93% για αγώνες ενηλίκων. Σπάνια η καρδιακή συχνότητα πέφτει κάτω από 65% της H_{rmax}

2.Πρόσληψη Οξυγόνου

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) είναι διαφορετική αναλόγως της θέσης του παίκτη. Για τους τερματοφύλακες έχει βρεθεί 51 -56 ml/kg/min, 52-56 ml/kg/min για κεντρικούς αμυντικούς ενώ πλάγιοι αμυντικοί, κεντρώοι και επιθετικοί 60-62 ml/kg/min. Οι έφηβοι παρουσιάζουν χαμηλότερο VO_{2max} από τους ενήλικες (< 60ml/kg/min), η οποία επιδέχεται βελτίωσης με προπόνηση και έφθασε το 64,3 ml/kg/min σε μία αναφορά. Σε άλλες δημοσιεύσεις η VO_{2max} αναφέρεται παρόμοια ή μεγαλύτερη απ' αυτή των ενηλίκων. Για τις γυναίκες η πρόσληψη οξυγόνου παρουσιάζεται μικρότερη από τους άνδρες, 45-52 ml/kg/min.

3.Γαλακτικό οξύ

Η παραγωγή γαλακτικού οξέως διαφέρει σημαντικά μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} ημιχρόνου όπως επίσης και αναλόγως του επιπέδου των αθλητών. Σε αθλητές υψηλού επιπέδου είναι 7 mmol/l κατά μ.ο στο τέλος του 1^{ου} ημιχρόνου (μπορεί να φθάσει και 14.3 mmol/l) και 3 mmol στο τέλος του 2^{ου}. Οι αντίστοιχες τιμές για χαμηλότερων κατηγοριών ομάδες είναι 4,5 mmol/l και 1.7 mmol/l αντιστοίχως (τιμές συγκέντρωσης στο αίμα).

4.Αερόβια ικανότητα

Το άθλημα απαιτεί ένταση 75% της VO_{2max}

5.Αναερόβια ικανότητα

6.Μυϊκή Δύναμη

Για άνδρα αθλητή υψηλού επιπέδου με 75 Kg σωματικό βάρος αναμένεται να σηκώνει 170 Kg σε half-squats και ως 100kg πιέσεων πάγκο. Το ύψος του άλματος ποδοσφαιριστή υψηλού επιπέδου είναι 40-60 cm, με τους τερματοφύλακες να επιδεικνύουν τα υψηλότερα σκορ και τους μέσους τα χαμηλότερα. Η δύναμη του τετρακεφάλου σε ισοκινητικό δυναμόμετρο εκφρασμένη ως ροπή σε γωνιακή ταχύτητα 2.09 rad/sec (περίπου 115°/sec) έχει βρεθεί 220-240 N/m στην Μεγ.Βρετανία και 180-200 N/m στην Ιαπωνία.

7.Ταχύτητα

Η μέση ταχύτητα στην υποδοχή της μπάλας είναι 10.3 Km/h και η μέση ταχύτητα τρέχοντας με τη μπάλα στα πόδια είναι 12.9 Km/h. Οι κορυφαία ταχύτητα με τη μπάλα έφθανε τα 25km/h. Το 96% των σπριντ είναι μικρότερο των 30 μέτρων και τα μισά από αυτά είναι μικρότερα των 10μέτρων. Αν και η ταχύτητα στα 30 μέτρα είναι ίδια μεταξύ επαγγελματιών και ερασιτεχνών η ταχύτητα στα 10 μέτρα είναι διαφορετική (1.79sec με1.90sec) γεγονός που μεταφράζεται σε διαφορά περίπου ενός μέτρου. Από αυτό προκύπτει η ανάγκη για έμφαση στην επιτάχυνση εκτός από την απόλυτη ταχύτητα.

8.Ευκινησία

Η ικανότητα του ποδοσφαιριστή να επιταχύνει , να επιβραδύνει και να αλλάζει κατεύθυνση. Παίζει σημαντικό ρόλο στις προσωπικές μονομαχίες και την τεχνική του.

9.Λοιπά

Κάθε παίχτης έχει 47 επαφές με τη μπάλα. Τις λιγότερες οι κεντρικοί αμυντικοί (35) και τις περισσότερες οι ακραίοι μπακ (56). Μόλις 1.7% της συνολικής απόστασης που καλύπτει ο αθλητής είναι με τη μπάλα και αυτό αντιστοιχεί σε 53 sec κατοχής της μπάλας. Κατά τη διάρκεια κάθε κατοχής της μπάλας καλύπτονται 3-5 μέτρα και γίνονται 2 επαφές με τη μπάλα (κατά μέσο όρο). Οι πλάγιοι κεντρώοι παίχτες είχαν ελαφρώς υψηλότερη κατοχή της μπάλας.

I. Σχέση αερόβιας ικανότητας με τις τεχνικές δεξιότητες στα διάφορα αθλήματα

Στην τελευταία δεκαετία, θεωρείται ευρέως ότι η επαναλαμβανόμενη ικανότητα σπριντ (RSA) θεωρείται ως σχετική συνιστώσα φυσικής κατάστασης στα ομαδικά αθλήματα (Buchheitetal., 2010a · Buchheitetal., 2010b · Castagnaetal., 2007). Σε αυτό το πλαίσιο, χρησιμοποιήθηκε μια σειρά από πρωτόκολλα δοκιμών είτε για την αξιολόγηση του RSA (Haj-Sassietal., 2011, Spenceretal., 2011) ή ως εργαλείο συνταγογράφησης προγράμματος προπόνησης (Buchheitetal., 2010c) . Παρόλα αυτά, τα χαρακτηριστικά φυσικής κατάστασης και οι ενεργειακές απαιτήσεις του RSA εξακολουθούν να αποτελούν αντικείμενο συζήτησης μεταξύ ερευνητών και προπονητών γυμναστικής (Gaitanosetal., 1993, Spenceretal., 2011). Δεδομένου ότι τόσο η αναπλήρωση PCr όσο και η απομάκρυνση των συσσωρευμένων ενδοκυττάρων Pi εξαρτώνται από οξυγόνο, υποτίθεται ότι υπήρχε σχέση μεταξύ αεροβικής ικανότητας και κόπωσης κατά τη διάρκεια πολλαπλών ασκήσεων σπριντ

(Glaister, 2005). Ωστόσο, η σχέση μεταξύ μέγιστης αερόβιας ισχύος και απόδοσης σε επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες σπριντ δεν έχει εντοπιστεί πάντοτε. Στην πραγματικότητα, αν και μερικές μελέτες ανέφεραν σημαντικούς συσχετισμούς μεταξύ των δεικτών επιδόσεων VO₂max και RSA (BishopandEdge, 2006, BishopandSpencer, 2004, Glaister, 2007, Glaister, 2005), άλλοι δεν το έκαναν (Azizetal. · Bishopetal., 2003 · Castagna κ.ά., 2007). Επιπλέον, η ικανότητα εκτέλεσης επαναλαμβανόμενων σπριντ ήταν επίσης στενά συνδεδεμένη με αναερόβιες ιδιότητες όπως η αναερόβια γλυκόλυση (Glaister, 2008), η ικανότητα ρύθμισης των ιόντων υδρογόνου (Bishopetal., 2004, Edge κ.ά., 2006) και συγκέντρωση μυϊκού γλυκογόνου (Gaitanoset αϊ., 1993). Πράγματι, οι υψηλές συγκεντρώσεις γαλακτικού που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων σπριντ διαφόρων πρωτοκόλλων (> 10 mmol / l) υποδεικνύουν ότι η αναερόβια πρόσκληση γλυκόλυσης δεν είναι αμελητέα (Glaister, 2008). Επομένως, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι τα τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ απαιτούν σημαντικές ενεργειακές συνεισφορές από τα φωσφορικά άλατα, αναερόβια γλυκόλυση και αερόβια συστήματα. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ των δεικτών RSA και των αερόβιων και αναερόβιων δεικτών εξακολουθεί να αποτελεί ένα αμφιλεγόμενο θέμα μεταξύ των ερευνητών.

Το μοντέλο αναερόβιας αποθεματικής ταχύτητας (AnSR), το οποίο αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ της μέγιστης αναερόβιας ταχύτητας και της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας, έχει προταθεί στο παρελθόν για την πρόβλεψη επιδόσεων σε γεγονότα που κυμαίνονται από 3 s έως 240 s (Blondel et al., 2001, Bundleetal., 2003, Weyand and Bundle, 2005). Έχει επίσης υποδειχθεί ότι το AnSR θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση αξιολόγησης της απόδοσης των υφιστάμενων δοκιμών αναερόβιας ισχύος και χωρητικότητας. Επιπροσθέτως, οι Blondel κ.α. (2001) υποδεικνύουν ότι η έκφραση της υπερ-μέγιστης ταχύτητας ως ποσοστό του AnSR επιτρέπει να ληφθούν υπόψη μεμονωμένες διαφορές στην αναερόβια εργασιακή ικανότητα και ο χρόνος λειτουργίας έως την εξάντληση να προβλεφθεί με ακρίβεια. Πρόσφατα, οι MendezVillanueva κ.α. (2008) ανέφεραν σημαντική συσχέτιση ($r = 0,87$, $p \leq 0,05$) μεταξύ του αποθέματος αναερόβιας ισχύος και του δείκτη κόπωσης κατά τη διάρκεια σπριντ 10×6 s σε ένα εργονομικό κύκλωμα. Αυτοί οι συγγραφείς υπολόγισαν ότι τα άτομα με χαμηλά αποθέματα αναερόβιας ισχύος, που υποδηλώνουν λιγότερη εξάρτηση από τον αναερόβιο μεταβολισμό, έδειξαν μεγαλύτερη αντίσταση στην κόπωση κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων περιόδων υπερ-μέγιστης ποδηλασίας. Ωστόσο, τα άτομα με υψηλότερα αποθέματα αναερόβιας ισχύος, που υποδηλώνουν μεγαλύτερη εξάρτηση από τα αναερόβια ενεργειακά συστήματα, κατέγραψαν μεγαλύτερη μείωση ισχύος κατά τη διάρκεια των δέκα ποδηλατικών σπριντ. Ωστόσο, η μελέτη αυτή διεξήχθη σε πολύ μικρό πληθυσμό (8 άτομα) και χρησιμοποιήθηκε άσκηση με ποδήλατο και όχι ειδικά στημένο τεστ για το άθλημα, γεγονός που περιορίζει τη μεταφορά του σε ασκήσεις τρεξίματος. Από την άλλη πλευρά, όπως προτείνεται από τους Bishop κ.α. (2011), οι παρεμβάσεις προπονήσεων που στοχεύουν τους κύριους παράγοντες που περιορίζουν το

RSA μπορεί να είναι μια πιο αποτελεσματική προσέγγιση για τη βελτίωση των επιδόσεων επαναλαμβανόμενων σπριντ.

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν καλύτερα οι προπονητές και οι επαγγελματίες της αθλητικής εκπαίδευσης στην ταυτοποίηση μεταβλητών που μπορούν να βελτιώσουν αποτελεσματικά τις επιδόσεις σε τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ, οι σκοποί της μελέτης μας ήταν οι εξής: 1) να εξετάσουμε τη σχέση μεταξύ των δεικτών επίδοσης των επαναλαμβανόμενων σπριντ και του αποθέματος της αναερόβιας ταχύτητας (AnSR), την αερόβια φυσική κατάσταση (εκτιμώμενη VO_{2max}) και την αναερόβια ισχύ (τεστ ευθείου σπριντ, κάθετου και οριζόντιου άλματος) και 2) τον εντοπισμό των καλύτερων προγνωστικών της επαναλαμβανόμενης ικανότητας σπριντ μεταξύ αυτών των μεταβλητών

Είκοσι εννέα άντρες μαθητές αθλητικών σπουδών (ηλικία: $22,5 \pm 1,6$ έτη, ύψος σώματος: $1,8 \pm 0,1$ m, σωματική μάζα: $68,8 \pm 8,5$ kg, δείκτης μάζας σώματος: $22,2 \pm 2,1$ kg · m⁻², $\pm 2,9\%$) συμμετείχαν στη μελέτη αυτή. Ήταν αδειοδοτημένοι σε διάφορα ομαδικά αθλήματα (ποδόσφαιρο, μπάσκετ, ράγκμπι και χάντμπολ). Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν με βάση την εμπειρία του αθλήματος στην ομάδα (κάθε συμμετέχων είχε τουλάχιστον 5 χρόνια εμπειρίας κατάρτισης). Όλοι οι συμμετέχοντες προπονούνται τακτικά (6 ± 2 συνεδρίες την εβδομάδα) κι επιπλέον μία συμμετοχή σε αγώνα την εβδομάδα. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν ανέφερε τυχόν τρέχουσες ή συνεχιζόμενες νευρομυϊκές παθήσεις ή μυοσκελετικές βλάβες που σχετίζονται με τις αρθρώσεις του αστραγάλου, του γονάτου ή του ισχίου και κανένας από αυτούς δεν έλαβε διαιτητικά συμπληρώματα ή συμπληρώματα βελτίωσης της απόδοσης που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της μελέτης. Το πρωτόκολλο που συντάχθηκε σύμφωνα με τη διακήρυξη του Ελσίνκι του 1975 εγκρίθηκε πλήρως από την τοπική επιτροπή δεοντολογίας του Ανωτάτου Ινστιτούτου Αθλητισμού και Φυσικής Αγωγής, Kef, Πανεπιστήμιο Jendouba, Τυνησία, και ελήφθη γραπτή ενημερωμένη συγκατάθεση από όλους τους συμμετέχοντες μετά από επεξήγηση του πειραματικού σχεδιασμού και τους πιθανούς κινδύνους της μελέτης.

Όλες οι συνεδρίες του τεστ διεξήχθησαν εσωτερικά. Οι συνεδρίες άσκησης διαχωρίστηκαν τουλάχιστον μία εβδομάδα. Κατά τη διάρκεια της πρώτης συνεδρίασης τα άτομα πραγματοποίησαν μια δοκιμασία sprint των 30 μέτρων, καθώς και κάθετα και οριζόντια άλματα. Όλα τα άτομα πραγματοποίησαν 2 προσπάθειες για κάθε τεστ με τουλάχιστον 3 λεπτά ανάπαυσης μεταξύ των προσπαθειών και 5 λεπτά μεταξύ των τεστ για να εξασφαλίσουν επαρκή ανάκτηση. Η καλύτερη απόδοση των 2 δοκιμών χρησιμοποιήθηκε για περαιτέρω στατιστική ανάλυση. Κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου, τα άτομα πραγματοποίησαν το τεστ πολλαπλών σταδίων 20 μέτρων (MSRT) για να εκτιμήσουν το VO_{2max} μέσω της μέγιστης ταχύτητας που επιτεύχθηκε κατά τη διάρκεια του τεστ. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας συνεδρίασης, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν το τεστ ικανότητας

επαναλαμβανόμενων σπριντ (RSA). Εκτός από το MSRT, όλες οι άλλες δοκιμές προηγήθηκαν από ένα 15λεπτο προθέρμανσης, που περιείχε jogging, δυναμικές διατάξεις, άλματα και επιταχύνσεις. Όλες οι εξετάσεις πραγματοποιήθηκαν την ίδια ώρα της ημέρας (± 1 ώρα) και ζητήθηκε από τα υποκείμενα να ακολουθήσουν τη φυσιολογική διατροφή τους και να αποφύγουν οποιαδήποτε μορφή έντονης σωματικής δραστηριότητας 48 ώρες πριν από τις συνεδρίες των τεστ.

Δοκιμή μέγιστης αναερόβιας ταχύτητας (MAnS)

Τα άτομα πραγματοποίησαν σπριντ πάνω από 30 μέτρα (T30). Η επίδοση της δοκιμής καταγράφηκε χρησιμοποιώντας 3 ζεύγη πύλης φωτοκύτταρου (σύστημα χρονισμού Brower, SaltLakeCity, UT, USA, ακρίβεια 0.01 s) τοποθετημένα περίπου 0.75 m επάνω από το δάπεδο και τοποθετημένα 3 m από το ένα προς το άλλο σε κάθε πλευρά τη γραμμή εκκίνησης, στα 10 μέτρα και στο τέλος. Τα υποκείμενα κλήθηκαν να αρχίσουν με το προτιμώμενο τους πόδι προς τα εμπρός, τοποθετημένα σε μια γραμμή που επισημαίνεται στο πάτωμα από όρθια θέση. Ο χρόνος της φάσης των 10-30 m χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο μέτρησης του MAnS.

Άλμα αντίστροφης μετακίνησης (CMJ)

Οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν από μια όρθια στάση. Πραγματοποίησαν μια πολύ γρήγορη προκαθορισμένη εκκεντρική δράση ακολουθούμενη αμέσως από ένα κάθετο άλμα για το μέγιστο ύψος. Τα χέρια παρέμειναν στα ισχία για ολόκληρη τη κίνηση για να εξαλείψουν κάθε επίδραση της ταλάντευσης του βραχίονα. Η απόδοση CMJ (ύψος κορυφής) μετρήθηκε χρησιμοποιώντας το σύστημα optojump (Microgate, SARL, Ιταλία).

Σταθερό πενταπλό άλμα (5-JT)

Το 5JT αποτελείται από 5 διαδοχικά άλματα με ενωμένα πόδια στην αρχή και στο τέλος των αλμάτων. Από την αρχική θέση των ενωμένων ποδιών, ο συμμετέχων δεν μπορούσε να εκτελέσει κανένα βήμα με οποιοδήποτε πόδι, αλλά έπρεπε να πηδήσει απευθείας στο μπροστινό μέρος με ένα πόδι της επιλογής του. Μετά τα τέσσερις πρώτα άλματα, δηλ. Εναλλασσόμενο αριστερό και δεξί πόδι για δύο φορές το καθένα, έπρεπε να εκτελέσει το τελευταίο άλμα και να τελειώσει το τεστ με τα δυο πόδια μαζί. Αν ποτέ ο παίκτης έπεφτε στην πλάτη με την ολοκλήρωση του τελευταίου άλματος, το τεστ εκτελούνταν. Η απόδοση 5JT μετρήθηκε με μια ταινία από την εμπρόσθια άκρη των ποδιών του ατόμου στην αρχική του θέση μέχρι το πίσω άκρο των ποδιών κατά την προσγείωση.

Τεστ πολλαπλών σταδίων παλίνδρομου τρεξίματος 20 μέτρων (MSRT)

Η MSRT διεξήχθη όπως περιγράφεται προηγουμένως από τους Léger και Lambert (1982). Αυτό το τεστ συνίστατο στην κίνηση του δρομολογίου μεταξύ δύο γραμμών, σε απόσταση 20 μέτρων. Η αρχική ταχύτητα της αυξητικής δοκιμής καθορίστηκε στα $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ και αυξήθηκε κατά $0,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ κάθε λεπτό. Τα άτομα ρυθμίζουν την ταχύτητα λειτουργίας τους σύμφωνα με ένα συνδυασμό τακτικών ακουστικών σημάτων βηματοδότησης που παρέχονται από έναν βομβητή (BestElectronic, Γαλλία). Όλοι οι συμμετέχοντες προτρέπονται προφορικά να ασκήσουν τη μέγιστη δυνατή προσπάθεια. Έχει αποδειχθεί ότι το MSRT είναι ένας αξιόπιστος και έγκυρος δείκτης της μέγιστης αερόβιας ισχύος (Léger and Lambert, 1982). Το θέμα έπρεπε να σταματήσει αν σε δύο διαδοχικούς γύρους αποτύγχανε να φτάσει σε απόσταση 2 μέτρων από τη γραμμή τερματισμού. Ως μέγιστη ταχύτητα υπολογίστηκε η ταχύτητα ολοκλήρωσης του τελευταίου σταδίου και θεωρήθηκε ως η ταχύτητα που συνδέεται με το VO_2max για τεστ παλίνδρομου τρεξίματος ($v\text{VO}_2\text{max}$).

Ανάκτηση αναερόβιας ταχύτητας (AnSR)

Το AnSR υπολογίστηκε ως η διαφορά μεταξύ του MAnS και της μέγιστης ταχύτητας που επιτεύχθηκε στο MSRT ($v\text{VO}_2\text{max}$). Τα MAnS και $v\text{VO}_2\text{max}$ ήταν εμπειρικά καθορισμένες τιμές που είναι αντιπροσωπευτικές των λειτουργικών ορίων του σώματος για επιδόσεις α-γαλακτικής αναερόβιας και αντοχής (Blondel et al., 2001, Bundle et al., 2003, Weyand and Bundle, 2005).

$$\text{AnSR}(\text{m}\cdot\text{s}^{-1}) = \text{MAnS}(\text{m}\cdot\text{s}^{-1}) - v\text{VO}_2\text{max}(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$$

Τεστ ικανότητας επαναλαμβανόμενων σπριντ (RSA)

Η δοκιμή RSA περιελάμβανε 10 επαναλήψεις 30 μέτρων σπριντ (15 + 15 m) διασκορπισμένες με παθητική ανάκαμψη 30 δευτερολέπτων. Κάθε παλίνδρομο σπριντ πραγματοποιήθηκε με μία αλλαγή κατεύθυνσης (180° στροφές) και χρονομετρήθηκε με τη χρήση ενός συστήματος φωτοκύτταρου (σύστημα χρονοισμού Brower, SaltLakeCity, 174 UT, ΗΠΑ, ακρίβεια 0,01 s) (Castagna et al., 2007). Για να αποφευχθεί η βηματοδότηση, οι συμμετέχοντες ενθαρρύνθηκαν έντονα να ασκήσουν τη μέγιστη δυνατή προσπάθεια κατά τη διάρκεια καθεμιάς από τις διαδρομές 30 μέτρων. Οι ακόλουθες μεταβλητές προέκυψαν από το τεστ RSA: χρόνος αιχμής (PT): ο καλύτερος χρόνος, (β) Συνολικός χρόνος (TT): το άθροισμα όλων των χρόνων σπριντ · (c) δείκτης κόπωσης (FI): ο FI υπολογίστηκε όπως συνιστάται από τους

Fitzsimonsetal. (1993). Τρία λεπτά μετά το τεστ RSA, λήφθηκαν δείγματα γαλακτικού αίματος από το δάκτυλο (LactatePro, Arkray, Tokyo, Japan).

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η σχέση μεταξύ δεικτών επιδόσεων επαναλαμβανόμενων σπριντ και αεροβικής ικανότητας, αναερόβιας ισχύος και AnSR και να προσδιοριστούν οι καλύτεροι προγνωστικοί δείκτες της επαναλαμβανόμενης ικανότητας σπριντ στους διάφορους χρησιμοποιούμενους δείκτες.

Τα αποτελέσματα μας υπογράμμισαν τη χρησιμότητα του AnSR, σε αντίθεση με την εκτιμώμενη VO₂max και άλλες παραμέτρους εκρηκτικότητας, ως το μοναδικό πρότυπο επαναλαμβανόμενης απόδοσης σπριντ όταν εκφράζεται ως TT και PT. Τα δεδομένα μας δεν παρουσίασαν σημαντική σχέση μεταξύ των εκτιμώμενων VO₂max και των επαναλαμβανόμενων δεικτών επιδόσεων σπριντ (TT, PT και FI). Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν τις προηγούμενες μελέτες (Azizetal., 2007 · Bishopetal., 2003 · Castagna et al., 2007). Πράγματι, οι Castagna et al. (2007) απέτυχε να βρει σημαντικούς συσχετισμούς μεταξύ VO₂max και TT και FI ($r = 0,37$ και $r = -0,28$ αντίστοιχα) σε παίκτες μπάσκετ. Ομοίως, οι Bishop et al. (2003) ανέφεραν μια μη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των VO₂max και FI ή άλλων μεταβλητών που σχετίζονται με την ικανότητα του σπριντ σε μια ομάδα γυναικών χόκεϊ επί πάγου. Ωστόσο, άλλες μελέτες έχουν αναφέρει σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεικτών επιδόσεων VO₂max και RSA (Bishop and Edge, 2006, Glaister, 2005). Η διαφορά που αναφέρθηκε από αυτές τις μελέτες θα μπορούσε να οφείλεται στα διαφορετικά πρωτόκολλα RSA που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπλέον, η έλλειψη συσχέτισης μεταξύ VO₂max και RSA μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η μέγιστη αερόβια ισχύς θεωρείται ότι καθορίζεται κυρίως από κεντρικούς παράγοντες (Bassett and Howley, 2000), ενώ η απόδοση RSA συνδέεται περισσότερο με περιφερειακούς παράγοντες (Da Silva et al., 2010). Επιπλέον, το VO₂max δεν είναι η μόνη ένδειξη αερόβιας ικανότητας. Πράγματι, η αερόβια ικανότητα, όπως αντιπροσωπεύεται από το αναερόβιο κατώφλι ή την ταχύτητα κατά την έναρξη της συσσώρευσης γαλακτικού αίματος (OBLA), θα μπορούσε να έχει μεγαλύτερη συσχέτιση με το RSA από το VO₂max (Da Silva et al., 2010, Psotta et al., 2011). Στην πραγματικότητα, οι Da Silva et al. (2010) έδειξαν ότι οι επαναλαμβανόμενοι δείκτες σπριντ συσχετίζονται περισσότερο με το OBLA από την συχνότερη μέτρηση του VO₂max. Πρόσφατα, οι Psotta et al. (2011) ανέφεραν σημαντικούς συσχετισμούς μεταξύ της μέσης ταχύτητας μιας επαναλαμβανόμενης δοκιμής σπριντ και της ταχύτητας που αντιστοιχεί στο κατώφλι του αναπνευστήρα ($r = 0,62$, $p = 0,01$).

Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος που μετρήθηκε μετά το τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ ήταν $14,8 \pm 0,4$ mmol / l-1. Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με τους Castagna et al. (2007), οι οποίοι ανέφεραν συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος $14,2 \pm 3,5$ mmol·l-1. Αυτή η υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού εξηγεί την πρόσληψη αναερόβιας γλυκόλυσης κατά τη διάρκεια της δοκιμής RSA. Παρόλο που ο Gaitanos et al. (1993) ανέφεραν χαμηλή συνεισφορά του αναερόβιου μεταβολισμού του γαλακτικού οξέος

κατά τη διάρκεια του τελικού σπριντ σε δοκιμασία πεντάλ 10 x 6 s, άλλοι ερευνητές έχουν παρατηρήσει σταδιακή αύξηση των συγκεντρώσεων γαλακτικού οξέος κατά τη διάρκεια των εξετάσεων RSA (Glaister, 2005). Στην παρούσα μελέτη διαπιστώσαμε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της TT και των συγκεντρώσεων γαλακτικού μετά την άσκηση. Αυτό το εύρημα σημαίνει ότι τα άτομα που έχουν επιτύχει τις καλύτερες επιδόσεις στο τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ είναι εκείνα που έφθασαν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σημαντική συμβολή του αναερόβιου μεταβολισμού κατά τη διάρκεια τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται από μια σημαντική σχέση που αναφέρθηκε μεταξύ της κορυφαίας αναερόβιας ισχύος (αξιολογούμενης με τη δοκιμή Wingate) και των δεικτών των επαναλαμβανόμενων σπριντ (Bishop et al., 2004, Haj-Sassi et al., 2011).

Το μοντέλο AnSR προτάθηκε αρχικά για να εκτιμηθεί το τμήμα της ισχύος που μπορεί να παρασχεθεί αναερόβια (Bundle et al., 2003, Weyand and Bundle, 2005). Τα δεδομένα μας έδειξαν ότι το AnSR συσχετίστηκε σε μεγάλο βαθμό τόσο με το TT όσο και με το PT ($r = -0,68$, $p = 0,001$, $r = -0,70$, $p = 0,001$, αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, όσο υψηλότερο είναι το AnSR, τόσο καλύτερα ήταν το TT και το PT που εκτελούσε το άτομο κατά τη διάρκεια του RSA. Σύμφωνα με τους MendezVillanueva et al. (2008), τα άτομα που διαθέτουν ένα υψηλό αποθεματικό αναερόβιας ενέργειας εξαρτώνται από τον αναερόβιο μεταβολισμό κατά τη διάρκεια του RSA και με αυτόν τον τρόπο κατέγραψαν μεγαλύτερη μείωση της ισχύος σε όλα τα δέκα ποδηλατικά σπριντ. Από την άποψη αυτή, οι Gaitanos et al. (1993) ανέφεραν ότι τα άτομα με καλύτερες ικανότητες σπριντ βασίζονται περισσότερο στον αναερόβιο μεταβολισμό για να υποστηρίξουν τη μηχανική λειτουργία από ότι τα άτομα με μικρότερη ικανότητα. Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνεται στη μελέτη μας από τη σημαντική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων AnSR και του γαλακτικού οξέος μετά το τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ ($r = 0,44$, $p < 0,016$).

Από την άλλη πλευρά, δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των δεικτών επίδοσης επαναλαμβανόμενων σπριντ και της δοκιμής κάθετης πτώσης (CMJ). Έχει προταθεί ότι οι δοκιμές κάθετης μετατόπισης (SJ, CMJ) δεν προβλέπουν την απόδοση σε επαναλαμβανόμενα σπριντ με αλλαγή κατεύθυνσης (Haj-Sassi et al., 2009). Ωστόσο, οι Tonnessen et al. (2011) έδειξαν σημαντική μέτρια συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων δοκιμών 10 x 40 m με ανάκτηση 60 s και CMJ. Πρέπει να σημειωθεί ότι το πρωτόκολλό μας συνεπάγεται αλλαγή κατεύθυνσης, κάτι που δεν συμβαίνει στη μελέτη των Tonnessen et al. (2011). Επιπλέον, ο χρόνος αποκατάστασης μεταξύ των σπριντ ήταν πολύ υψηλότερος από αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη μας. Φαίνεται ότι το CMJ ως πλυομετρική δοκιμή, που απαιτεί τον αργό ρυθμό του μυϊκού κύκλου για τη μείωση του τεντώματος, δεν επηρεάζει την απόδοση επαναλαμβανόμενων σπριντ με αλλαγή κατεύθυνσης. Ωστόσο, παρατηρήσαμε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ του 5JT και των δύο TT ($r = -0,47$, $p \leq 0,01$) και PT ($r = -0,49$, $p \leq 0,006$). Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που

ανέφεραν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ του 5JT και του TT και του PT (Haj-Sassi et al., 2011, Haj-Sassi et al., 2009). Οι Young et al. (2002) πρότειναν ότι η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης εξαρτάται από την ικανότητα ενός υποκειμένου να παράγει δύναμη σε σύντομο χρονικό διάστημα με ένα σχετικά σύντομο χρόνο επαφής με το έδαφος. Φαίνεται ότι το 5JT, που επιδιώκει έναν γρήγορο κύκλο διάτασης, μπορεί να επηρεάσει την απόδοση επαναλαμβανόμενων σπριντ. Τα ευρήματά μας θα μπορούσαν να έχουν μεγάλο ενδιαφέρον για τους προπονητές και τους γυμναστικές για να επιλέξουν τις πλυομετρικές ασκήσεις που μπορούν να βελτιώσουν αποτελεσματικά την απόδοση του RSA. Οι μελλοντικές έρευνες απαιτούνται για να ελεγχθεί η επίδραση της προπόνησης σε επίπεδο πλυομετρικών μεθόδων που βασίζονται σε οριζόντια άλματα στην απόδοση του RSA.

Η σταδιακή ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης έδειξε ότι ο AnSR ήταν ο μόνος σημαντικός προγνωστικός δείκτης των TT και PT, εξηγώντας το 47% και το 50% της κοινής διακύμανσης, αντίστοιχα. Πολλές μελέτες έχουν επιχειρήσει να διερευνήσουν τη συμβολή του διαφορετικού μεταβολισμού ενέργειας κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων σπριντ, αλλά λίγοι από αυτούς έχουν εξετάσει πιθανούς προγνωστικούς δείκτες επιδόσεων επαναλαμβανόμενων σπριντ (Glaister, 2005, Spencer et al., 2011). Πράγματι, οι Lemmink et al. (2006) έδειξαν ότι η VO₂max και η σχετική μέγιστη ισχύς που αναπτύχθηκε στο τεστ Wingate εξηγούν το 58% του TT κατά τη διάρκεια του τεστ παλίνδρομου τρεξίματος. Οι Psotta et al. (2011) ανέφεραν επίσης ότι 89% των επιδόσεων των 10 × 20 μέτρων (εκφρασμένες ως μέση ταχύτητα) εξηγείται από την ταχύτητα των 20 μέτρων και τη μέση ταχύτητα που διατηρήθηκε κατά τη διάρκεια αγώνα αντοχής (2000 m). Ανέφεραν επίσης ότι το 49% της μέσης ταχύτητας που διατηρήθηκε κατά το τεστ των επαναλαμβανόμενων σπριντ εξηγείται τόσο από την ταχύτητα κίνησης που αντιστοιχεί στο κατώφλι του αναπνευστήρα όσο και από τη σχετική μέγιστη ισχύ που αναπτύχθηκε στη δοκιμή Wingate. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα τεστ απόδοσης επαναλαμβανόμενων σπριντ προβλέπονται πάντοτε από τις μεταβλητές που προέρχονται από τον αερόβιο και αναερόβιο μεταβολισμό. Φαίνεται ότι το AnSR, το οποίο προσδιορίζει τα αντίστοιχα ανώτατα όρια απόδοσης που υποστηρίζουν την αναερόβια και αερόβια ισχύς ενός υποκειμένου, θα μπορούσε να προβλέψει με ακρίβεια τις επιδόσεις επαναλαμβανόμενων σπριντ όταν εκφράζονται ως TT και PT. Επιπλέον, φαίνεται ότι το AnSR που ενσωματώνει όρους που επηρεάζονται άμεσα από την μεταβολική ισχύ που διατίθεται τόσο από τα αναερόβια όσο και από τα αερόβια ενεργειακά συστήματα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθούν οι ικανότητες απόδοσης κατά τις δοκιμές RSA.

II. Η σχέση ανάμεσα στα επαναλαμβανόμενα σπριντ τεστ, την αερόβια φυσική κατάσταση και την αναερόβια φυσική κατάσταση των επαγγελματιών εφήβων ποδοσφαιριστών

Μέθοδοι

Πειραματική προσέγγιση στο πρόβλημα

Η κινησιολογία στο ποδόσφαιρο είναι περίπλοκη και χαρακτηρίζεται από μία μίξη σύντομων, και σχετικά λίγων μακράς διάρκειας εκρήξεων, ήπιας έως έντονης σωματικής προσπάθειας. Αυτός ο τύπος άσκησης απαιτεί αναερόβιες ικανότητες, αλλά και υψηλή αεροβική ικανότητα, προκειμένου να διαρκέσει 90 λεπτά η άσκηση. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης της αναερόβιας άσκησης είναι συνεχείς, συνεπώς, αδυνατούν να μιμηθούν την κινησιολογία του ποδοσφαίρου. Στην παρούσα έρευνα, συγκρίνεται το παραδοσιακό WAnT τεστ με δύο πρωτόκολλα των RST. Προκειμένου να ανταποκρίνεται η προσομοίωση στην πολυπλοκότητα των ποδοσφαιρικών κινήσεων, το πρώτο RST πρωτόκολλο αποτελείται από σπριντ μεγάλων αποστάσεων ($6 \times 40 \mu$), ενώ το δεύτερο αποτελείται από σπριντ μικρότερων αποστάσεων ($12 \times 20 \mu$). Επιπλέον, οι VO₂ μετρήσεις συσχετίζονται με 2 RST πρωτόκολλα, ενώ χρησιμοποιείται το παλίνδρομο τεστ αντοχής 20 μέτρων για αποτίμηση της αεροβικής ικανότητας, καθώς το παλινδρομικό (πέρα-δώθε) τρέξιμο αυτού του τεστ θυμίζει τα κινησιολογικά μοτίβα του ποδοσφαίρου. Χρησιμοποιούνται σύντομης και μακρύτερης διάρκειας πρωτόκολλα, λαμβάνοντας υπόψιν ότι, εφόσον, ειδικά στους νέους, τα σύντομης διάρκειας σπριντ είναι πιο συνήθη στο ποδόσφαιρο, τα σύντομης διάρκειας RST πρωτόκολλα θα εμφανίζουν μεγαλύτερη συσχέτιση με την αεροβική ικανότητα.

33 έφηβοι, επαγγελματίες παίκτες ποδοσφαίρου, (όλοι άνδρες, της ηλικιακής ομάδας των 16-18 ετών), μέλη 2 ομάδων της Α' κατηγορίας του Ισραηλινού πρωταθλήματος νέων, συμμετείχαν στην έρευνα. Αυτές οι ομάδες συστηματικά εμφανίζονταν μεταξύ των 5 πρώτων ομάδων του πρωταθλήματος. Έξι από τους παίκτες ήταν μέλη της Ισραηλινής Εθνικής ομάδας νέων το 2007. Οι παίκτες προπονούσαν κάθε βδομάδα επί 5 μέρες και διαγωνίζονταν τα Σαββατοκύριακα. Η έρευνα διεξήχθη στο μέσο της ποδοσφαιρικής σεζόν στιγμή που θεωρήθηκε ως η καταλληλότερη, δεδομένου ότι οι παίκτες θα βρίσκονταν στο απόγειο της φυσικής τους κατάστασης. Τα περισσότερα προπονητικά προγράμματα εκείνη την περίοδο αφορούν σε ασκήσεις τακτικής και αγωνιστικών δεξιοτήτων με τη χρήση μπάλας. Κανένα πρόγραμμα με ασκήσεις αντίστασης δε λαμβάνει χώρα εκείνο το διάστημα.

Επίσημες κλίμακες βαθμονόμησης και σταδιομέτρηση χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του ύψους και του δείκτη μάζας σώματος. Πραγματοποιήθηκαν επίσης μετρήσεις με «δαγκάνα» (Skinfold) σε τέσσερις μυικές ομάδες (τρικέφαλοι, δικέφαλοι, υποσκοπικός και έξω λοξός κοιλιακός μυς), με στόχο τον υπολογισμό του ποσοστού λίπους με πρότυπες εξισώσεις. Στο ίδιο πλαίσιο, εκτιμήθηκε και το

εφηβικό στάδιο βάσει κλίμακας Tanner με ενδείξεις από την ηβική περιοχή, με όλους τους παίκτες να κατατάσσονται στην κατηγορία προχωρημένης εφηβείας (στάδια Tanner 4-5). Η έρευνα εγκρίθηκε από την επιτροπή δεοντολογίας του οργανισμού, αφού πρώτα γνωστοποιήθηκε στους παίκτες η διαδικασία των εξετάσεων και υπογράφηκε μία γραπτή, εν επίγνωσει συναίνεση από τους παίκτες και τους κηδεμόνες τους.

Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 4 τεστ σε τυχαία σειρά, με απόσταση μίας βδομάδας ανάμεσά τους και τουλάχιστον 48 ώρες πριν ή μετά κάποιον αγώνα. Τα 4 τεστ αποτελούνταν από αεροβική αξιολόγηση ισχύος ή δυναμικότητας, ένα WAnT τεστ και 2 διαφορετικά πρωτόκολλα RST.

Προκειμένου να μη σημειωθεί περαιτέρω καταπόνηση, δόθηκε συμβουλή στους παίκτες να αποφεύγουν τις έντονες ασκήσεις για μία περίοδο 24 ωρών πριν την εκτέλεση του τεστ. Το αεροβικό τεστ δυναμικότητας και τα RST διεξάγονταν σε γήπεδα με γρασίδι, φορώντας κανονικά ποδοσφαιρικά υποδήματα για να αναπαράγονται στο τεστ συνθήκες αυθεντικού αγώνα. Όλα τα τεστ λάμβαναν χώρα το απόγευμα, 3 ώρες μετά το μεσημεριανό γεύμα. Επιπροσθέτως, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να καταναλώνουν 500 γρ. νερό 30 λεπτά πριν την έναρξη των τεστ. Κανένας από τους παίκτες δε λάμβανε συμπληρώματα διατροφής. Η θερμοκρασία ήταν ευνοϊκή, περίπου στους 20°C, σε όλα τα τεστ. Πριν κάθε δοκιμασία, οι συμμετέχοντες έκαναν συνηθισμένη 20λεπτη με 30λεπτη προθέρμανση.

Αξιολόγηση επίδοσης

Αεροβικό τεστ δυναμικότητας/ισχύος-Παλινδρομικό τεστ αντοχής 20 μέτρων: Το τεστ των 20 μέτρων διεξάγεται σε γήπεδο και προβλέπει την αεροβική φυσική κατάσταση (VO_{2max}), ενώ αποδεικνύεται αξιόπιστος και έγκυρος δείκτης (19) αεροβικής δυναμικότητας σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες. (14) Ο κυριότερος λόγος χρήσης αυτού του τεστ για την αποτίμηση της αερόβιας φυσικής κατάστασης στην παρούσα έρευνα, καθώς και για τη δημοτικότητά του στους προπονητικούς κύκλους του ποδοσφαίρου, είναι το πέρα-δώθε (παλινδρομικό) τρέξιμο στο τεστ που μιμείται την κινησιολογία του ποδοσφαίρου. Το τεστ αποτελείται από παλινδρομικό τρέξιμο σε αυξανόμενες ταχύτητες μεταξύ δύο ενδεικτικών σημείων τοποθετημένων με διαφορά 20 μέτρων. Ένας κινητός ψηφιακός δίσκος καταδεικνύει το ρυθμό της δοκιμασίας εκπέμποντας ήχους-σινιάλα στα κατάλληλα χρονικά διαστήματα. Κάθε συμμετέχων πρέπει να βρίσκεται στη γραμμή εκκίνησης της διαδρομής 20 μέτρων με τον ήχο-σινιάλο. Η ταχύτητα εκκίνησης των 8.5 χιλιομέτρων/ώρα -1 στους εν λόγω συμμετέχοντες διατηρούνταν επί 1 λεπτό, ότε και αυξανόταν κατά 0.5 χιλιομέτρα/ώρα-1 το λεπτό. Ο βαθμός στη δοκιμασία προέκυπτε από τον αριθμό των γύρων 20 μέτρων που είχε ολοκληρώσει ο συμμετέχων είτε πριν την οικιοθελή απομάκρυνσή του από το τεστ είτε έπειτα από αδυναμία άφιξη στη γραμμή τερματισμού μετά από δύο συνεχόμενα ηχητικά σινιάλα. Το VO_2 του εκάστοτε συμμετέχοντα ανέκυπτε από τη φόρμουλα $\psi=6.0\chi-24.4$, όπου ψ ισοδυναμεί με το

προβλεπόμενο VO₂ max και το χ ισοδυναμεί με τη μέγιστη ταχύτητα που σημειώθηκε.

Wingate Τεστ Αναερόβιας Άσκησης: Η ανταπόκριση στα αναερόβια τεστ μετρήθηκε από ένα εργονομικό ποδήλατο-μετρητή Monark 834k. Το ύψος της σέλας προσαρμόστηκε να ταιριάζει στο ύψος του εκάστοτε συμμετέχοντα, ενώ κλιψάκια δαχτύλων με λουρί χρησιμοποιήθηκαν για να αποφευχθεί πιθανό γλίστρημα του πέλματος έξω από το πετάλι. Κατά την προθέρμανση, οι συμμετέχοντες έκαναν συνεχόμενο πετάλι με σταθερό ρυθμό 60 περιστροφών/δευτερόλεπτο για δέκα λεπτά με ελάχιστη αντίσταση της τάξεως του ενός κιλού. Αυτό ακολουθούσαν 2 προπαρασκευαστικές περιόδους των τριών δευτερολέπτων, κατά τη διάρκεια των οποίων οι συμμετέχοντες επιβαρύνονται με το πραγματικό φορτίο της δοκιμασίας, προκειμένου να συνηθίσουν την αντίσταση. Για το πραγματικό τεστ, κάθε συμμετέχων ποδηλατεί με όση ταχύτητα δύναται για 30 δεύτερα και με σταθερή αντίσταση στα 0.075/χιλιόγραμμα × χιλιόγραμμα σωματικού βάρους. Πριν την εξέταση είχαν δοθεί οδηγίες στους συμμετέχοντες να κάνουν πετάλι όσο πιο γρήγορα μπορούσαν κατά τη διάρκεια του τεστ των 30 δευτερολέπτων. Οι συμμετέχοντες δέχονταν λεκτική ενθάρρυνση καθ' όλη τη διάρκεια του τεστ για να διατηρήσουν τη μέγιστη τιμή πεταλιάς.

Το WAnT μέτρησε τη μέγιστη απόδοση ισχύος (PP), την ελάχιστη απόδοση ισχύος (MP), καθώς και το δείκτη κοπώσεως (FI). Όλες οι επιδόσεις ισχύος βασίζονται στο μέσο των 5'' που υπολογίστηκαν από το WAnT λογισμικό του υπολογιστή. Οι ενδείξεις καταγράφηκαν σε βατ ανά χιλιόγραμμα. Το PP προέκυψε από το υψηλότερο παραγόμενο έργο των 30 δευτερολέπτων, ενώ το MP ανέκυψε από το MP καθ'όλης της διάρκειας των 30 δευτερολέπτων του τεστ. Το FI ως το ποσοστό απωλειών των αποδόσεων ισχύος υπολογίστηκε βάσει της μέγιστης επίδοσης ισχύος καθ'όλη τη διάρκεια του τεστ.

Επαναλαμβανόμενο σπριντ τεστ: Δύο πρωτόκολλα RST επιτελέστηκαν από τους συμμετέχοντες. Κάθε πρωτόκολλο περιλαμβάνει μία σειρά από βραχείας διάρκειας, μέγιστης ταχύτητας διαδρομές με μικρά διαλείμματα ανάπαυσης. Τα δύο πρωτόκολλα διέθεταν τις ακόλουθες παραμέτρους:

1.6 × 40 μέτρα τρέξιμο, με εκκίνηση κάθε 30 δεύτερα

2.12 × 20 μέτρα τρέξιμο, με εκκίνηση κάθε 20 δεύτερα

Οι συγκεκριμένες μεταβλητές εφαρμόστηκαν λαμβάνοντας υπόψιν την κινησιολογία που, κατά κανόνα, επικρατεί σε ένα ποδοσφαιρικό αγώνα. (16,20) Κάθε συμμετέχων προέβη σε έντονα σπριντ των 20 ή των 40 μέτρων, έπειτα από προθέρμανση για τα πρωτόκολλα των 12 × 20 μέτρων και αυτά των 6 × 40 μέτρων αντίστοιχα. Ο χρόνος που δαπανήθηκε για κάθε σπριντ αποτελεί το βαθμολογικό κριτήριο κατά τα επόμενα RST. Ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να επιτύχουν τουλάχιστον το 95% του συνολικού κριτηρίου βαθμολόγησης από πρώτο σπριντ του κάθε RST. Αν το 95%

του κριτηρίου αυτού δε συμπληρωνόταν, τότε ο εξεταζόμενος έπρεπε να επαναλάβει τη διαδικασία του RST.

Ένα σύστημα χρονομέτρησης με φωτοκύτταρο (Alge-TimingElectronic, Βιέννη, Αυστρία) συνδεδεμένο με ψηφιακό χρονογράφο χρησιμοποιήθηκε για να καταγραφεί κάθε διάστημα σπριντ και κάθε μεσοδιάστημα ανάπαυσης με ακρίβεια 0.001 δευτερόλεπτα. Στα διαλείμματα μεταξύ των ήδη ολοκληρωμένων σπριντ, οι συμμετέχοντες έκοβαν ταχύτητα και σιγά-σιγά επέστρεφαν στο σημείο εκκίνησης του επόμενου σπριντ. Δύο σετ πυλών χρονισμού τοποθετήθηκαν σε αντίθετες κατευθύνσεις για να επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να συνεχίσουν στην επόμενη δοκιμασία από τη γραμμή τερματισμού της προηγούμενης κούρσας, έτσι ώστε να αποτραπεί η επιστροφή στο αρχικό σημείο εκκίνησης. Η στάση εκκίνησης με το ένα πόδι σε προβολή στα 30 εκατοστά πίσω από τα φωτοκύτταρα χρονισμού διατηρήθηκε σε όλα τα σπριντ. Ο χρόνος μετρούταν από τη στιγμή που ο συμμετέχων περνούσε τη γραμμή ακτίνας φωτός. Σε κάθε σπριντ διαχωριστικά τοποθετούνταν στα άκρα του δρόμου για να δίνουν θετική καθοδήγηση στον εκάστοτε δρομέα. Συμβουλές είχαν δοθεί σε κάθε δρομέα πριν από την έναρξη του τεστ να καταβάλλουν μέγιστη προσπάθεια και να αποφεύγουν το χαλαρό βηματισμό.

Τα 3 κριτήρια για κάθε RST (6×40 και 12×20 μέτρα) ήταν ο ταχύτερος χρόνος σπριντ των διαδρομών 40 ή 20 μέτρων (FS), ο συνολικός σημειωμένος χρόνος σπριντ (TS) κατά τα 6 ή 12 σπριντ και η σταδιακή μείωση της επίδοσης (PD) στη διάρκεια των τεστ. Το TS μετρήθηκε βάσει του αθροίσματος όλων των χρόνων σπριντ κάθε τεστ. Το PD ως δείκτης κόπωσης υπολογίστηκε διαιρώντας το άθροισμα των χρόνων σπριντ για καθένα από τα 6 ή 12 σπριντ με το όψιμη δυνατή επίδοση, πολλαπλασιασμένο επί 100 (7). Το καλύτερο δυνατό συνολικό σκορ ορίστηκε ως ο καλύτερος χρόνος σπριντ των 20 μέτρων ή των 40 μέτρων πολλαπλασιασμένων επί 12 ή 6 αντιστοίχως. Η αξιοπιστία του τεστ και της επανεξέτασης ισοδυναμεί με 0.942 για το συνολικό χρόνο τρεξίματος και 0.75 για το PD.

Η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέως στο αίμα μετρήθηκε με τρύπημα του δαχτύλου 2 λεπτά μετά την ολοκλήρωση του κάθε RST και του κύκλου WAnT μέσω ενός φορητού μετρητή λακτόζης (Accusport, Boehringer Mannheim, Γερμανία). Ο καρδιακός παλμός μετρήθηκε μέσω προπονητικών ρολογιών (PolarAccurexPlus, PolarElectro, Woodbury, NY) απευθείας μετά την ολοκλήρωση της διαδρομής των δύο RST και μετά το πέρας του WAnT των 30 δευτερολέπτων. Η τιμή της υποκειμενικής κόπωσης (RPE) καταγράφηκε χρησιμοποιώντας την κλίμακα Borg (3) στο τέλος κάθε RST και μετά το WAnT των 30 δευτερολέπτων.

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα, τα αποτελέσματα του WAnT και το μέγιστο σημειωμένο VO_2 συνοψίζονται στον Πίνακα 1. Οι δείκτες επίδοσης από τα δύο διαφορετικά RST πρωτόκολλα εμπεριέχονται στον Πίνακα 2. Ο συνολικός χρόνος των σπριντ, ο συνολικός χρόνος

ανάπαυσης, καθώς και το συνολικός χρόνος για τις ασκήσεις ήταν σημαντικά περισσότερος στο πρωτόκολλο των $12 \times 20\mu$. παρά στο πρωτόκολλο των $6 \times 40\mu$. Ο μέγιστος καταγεγραμμένος καρδιακός παλμός ήταν σε εμφανώς υψηλότερα επίπεδα στο $12 \times 20\mu$. πρωτόκολλο, ενώ η τιμή στην κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης (RPE) ήταν σημαντικά πιο υψηλή στο 6×40 πρωτόκολλο. Δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες αποκλίσεις ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα στη συσσώρευση γαλακτικού οξέως και στα PD τεστ. Οι συσχετισμοί μεταξύ του υπολογισμένου μεγίστου VO_2 και των δεικτών επίδοσης των RST καταγράφονται στον Πίνακα 3. Ένας σπουδαίος αρνητικός συσχετισμός σημειώθηκε μετά του PD στο σύντομο RST τεστ (12×20 μέτρα) και στο καταγεγραμμένο μέγιστο VO_2 ($r = 20.602$, $p < 0.05$). Εντούτοις, δεν παρατηρήθηκε κανέναν αξιόλογος συσχετισμός μεταξύ του PD στο μακράς διάρκειας RST τεστ (6×40 μέτρα) και του υπολογισμένου μεγίστου VO_2 ($r = 20.322$, $p = 0.09$). Δε βρέθηκαν συσχετισμοί μεταξύ του ταχύτερου σπριντ ή του συνολικού χρόνου των σπριντ του εκάστοτε συμμετέχοντος και του μεγίστου VO_2 . Οι συσχετισμοί ανάμεσα στους δείκτες επίδοσης και τα 2 RST πρωτόκολλα ανακεφαλαιώνονται στον Πίνακα 4. Σημαντικοί συσχετισμοί βρέθηκαν ανάμεσα στο ταχύτερο σπριντ ($r = 0.618$), το συνολικό χρόνο των σπριντ του εκάστοτε συμμετέχοντος ($r = 0.709$), το PD ($r = 0.411$) και τα δύο RST πρωτόκολλα. Σημαντικοί συσχετισμοί υπήρξαν επίσης και μεταξύ του ταχύτερου σπριντ των 20 μέτρων και του συνολικού χρόνου του 6×40 μέτρα πρωτοκόλλου ($r = 0.622$), καθώς και μεταξύ του ταχύτερου χρόνου σπριντ 40 μέτρων και του συνολικού χρόνου του 12×20 μέτρα πρωτοκόλλου ($r = 0.598$). Κανένας συσχετισμός δεν παρατηρήθηκε ανάμεσα σε κάποιον άλλο δείκτη των δύο πρωτοκόλλων. Οι συσχετισμοί μεταξύ του WAnT και των δεικτών επίδοσης των 2 RST συνοψίζονται στον Πίνακα 5. Η ελάχιστη καταγεγραμμένη ισχύς στο WAnT συνδέεται σημαντικά με το ταχύτερο σπριντ, το συνολικό χρόνο σπριντ του πρωτοκόλλου των 6×40 μέτρων, καθώς και με το συνολικό χρόνο σπριντ του πρωτοκόλλου των 12×20 μέτρων. Τέλος, δε βρέθηκαν περαιτέρω συσχετισμοί μεταξύ κάποιων από τους υπόλοιπους δείκτες του WAnT και των 2 RST.

ΑΝΑΛΥΣΗ

Στην παρούσα έρευνα διερευνάται η σχέση μεταξύ της αερόβιας φυσικής κατάστασης, των δεικτών επίδοσης δύο διαφορετικών RST πρωτοκόλλων και της αναεροβικής ικανότητας που καθορίζεται μέσω μίας συνεχούς δοκιμασίας (WAnT) επιτελούμενης από μία ομάδα έφηβων ποδοσφαιριστών. Ο Πίνακας 2 σκιαγραφεί τις διαφορές στους δείκτες επίδοσης και στα χαρακτηριστικά των 2 RST πρωτοκόλλων. Παρ' ότι η συνολική απόσταση στις διαδρομές και στα 2 πρωτόκολλα είναι η ίδια, ο συνολικός χρόνος σπριντ, ο συνολικός χρόνος ανάκαμψης και ο συνολικός χρόνος άσκησης είναι χαρακτηριστικά περισσότερος στο πρωτόκολλο σύντομου σπριντ (12×20 μέτρα) συγκριτικά με το πρωτόκολλο του σπριντ μεγαλύτερης διάρκειας (6×40 μέτρα). Αυτές οι διαφορές εμφανίζονται ως αποτέλεσμα του μεγαλύτερου αριθμού γύρων και των διαλειμμάτων για ανάπαυση στο πρωτόκολλο των 12×20 μέτρων. Σημειώθηκαν, επιπλέον, διαφορές στον καρδιακό σφυγμό και στις τιμές στην

κλίμακα υποκειμενικής κοπώσεως (RPE), καθώς και αμελητέες διαφορές στα επίπεδα γαλακτικού οξέως στο τέλος των δύο πρωτοκόλλων ασκήσεων. Επιπροσθέτως, συσχετισμοί μεταξύ ισοδύναμων δεικτών επίδοσης στα δύο RST πρωτόκολλα, κατέδειξαν στην εν λόγω έρευνα, στην κάλλιστη των περιπτώσεων, μόνο αποτελέσματα μέτριας συσχέτισης (βλέπε Πίνακα 4). Η απόκριση του φυσιολογικού συστήματος στη διαλειμματική άσκηση εντοπίζεται, πρωτευόντως, στην ικανότητα του συμμετέχοντα να ανακάμπτει από περιόδους καταπόνησης και στο εκάστοτε πρωτόκολλο άσκησης που επιτελέστηκε. Εν ολίγοις, η αθλητική επίδοση βασίζεται στη διάρκεια των επαναλήψεων, στη διάρκεια των διαλειμμάτων και στον αριθμό των επαναλήψεων που πραγματοποιούνται σε μία περίοδο άσκησης. Συνεπώς, παρ' όλο που χρησιμοποιήθηκε το ίδιο μοτίβο επαναλαμβανόμενων ασκήσεων, τα RST παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους και ενδεχομένως να ανταποκρίνονται σε διαφορετικές φυσιολογικές λειτουργίες. Υπό το πρίσμα αυτών των ευρημάτων, τονίζεται περαιτέρω η αναγκαιότητα επιλογής των κατάλληλου RST πρωτοκόλλου – ένα που θα ταιριάζει στο μοτίβο αλληλουχίας άσκησης-ανάπαυσης, ενώ θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της φυσιολογίας για το συγκεκριμένο άθλημα. Η επιλογή του κατάλληλου πρωτοκόλλου πρέπει να είναι εξίσου βασισμένη στον τύπο του αθλήματος και στην ηλικία και το φύλο των συμμετεχόντων.

Η σύνδεση μεταξύ του αεροβικού ενεργειακού συστήματος με τη διατήρηση της ενεργειακής ισχύος, κατά τη διάρκεια μίας διαλειμματικής άσκησης αξιολογήθηκε στην παρούσα έρευνα με ανάλυση του συντελεστή συσχέτισης ανάμεσα στο PD σε κάθε RST και τις καταγεγραμμένες τιμές VO₂ των συμμετεχόντων. Παρατηρήθηκε ένας αξιοσημείωτος συσχετισμός ($r = 20.602$, $p < 0.05$) μεταξύ του PD στο σύντομο RST πρωτόκολλο (12 × 20 μέτρα) και το μέγιστο VO₂, σε αντίθεση με το μακράς διάρκειας RST πρωτόκολλο ($r = 20.322$, $p = 0.09$) το οποίο δεν εμφανίζει συσχετισμό μεταξύ του PD και του μεγίστου VO₂.

Η εκτίμηση ότι το αεροβικό ενεργειακό-μεταβολικό σύστημα καθίσταται καταλυτικός παράγοντας στο ρυθμό ανάκαμψης, έπειτα από έντονη δραστηριότητα, και, συμπερασματικά, μετέχει στη διατήρηση της παραγόμενης ισχύος κατά την RST δραστηριότητα, έγκειται στο γεγονός ότι η ανασύνθεση της φωσφοκρεατίνης οφείλεται κυρίως σε διαδικασίες οξειδωσης (12). Μολαταύτα, τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερευνών υπήρξαν αντιφατικά με αμελητέα ως μέτρια αποτελέσματα συσχέτισης (0.42, $r < 0.52$) μεταξύ του μεγίστου VO₂ και του PD σε διαλειμματικού τύπου ασκήσεις (9,11,13,24). Ένας πιθανός λόγος για την παραπάνω διαφοροποίηση μπορεί να προκύπτει από το γεγονός ότι αυτές οι έρευνες χρησιμοποίησαν διαφορετικά πρωτόκολλα με ευρείς παραλλαγές στον αριθμό και τη διάρκεια των επαναλήψεων, καθώς και στο χρόνο ανάπαυσης. Παρ' ότι όλα αυτά τα πρωτόκολλα χρησιμοποίησαν ασκήσεις επαναλαμβανόμενου τύπου, οι διαφορές μεταξύ τους ενδεχομένως να άλλαξαν τις ενεργειακές απαιτήσεις και, μέσα στο ίδιο πλαίσιο, τις φυσιολογικές αποκρίσεις κατά τα RST. Μόνο στην περίπτωση που ένα πρωτόκολλο RST είναι κατάλληλο για το άθλημα που εξετάζεται και ανταποκρίνεται στα κινησιολογικά μοτίβα του, μπορεί να εξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με τη

σύνδεση μεταξύ του PD και του VO₂, αλλά και για τη σημασία της αεροβικής φυσικής κατάστασης στη διατήρηση της δυναμικότητας στο εν λόγω άθλημα. Αν όμως η κινησιολογία του εξεταζόμενου αθλήματος είναι περίπλοκη (όπως του ποδοσφαίρου) και ένα πρωτόκολλο είναι δύσκολο να εφαρμοστεί μόνο του, τότε δύο πρωτόκολλα ασκήσεων πρέπει να επιτελεστούν, όπως συνέβη και στην παρούσα έρευνα.

Εν γνώσει μας, καμία άλλη έρευνα δεν έχει εφαρμόσει και συγκρίνει τα αποτελέσματα 2 διαφορετικών RST πρωτοκόλλων στο πλαίσιο μίας ομοιογενούς ηλικιακής ομάδας νέων παικτών. Η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας στην έρευνα επέτρεψε τη διερεύνηση της σχετικότητας του εκάστοτε RST πρωτοκόλλου με διαφορετικούς δείκτες επίδοσης και φυσιολογίας. Τα ευρήματα της μελέτης υποδεικνύουν ότι η ανάμειξη του αεροβικού συστήματος στην ενεργειακή κυκλοφορία κατά μία έντονη, επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα, είναι πιο αξιόλογη, όταν ακολουθείται ένα πρωτόκολλο με σύντομα διαλείμματα παρά ένα με μακράς διάρκειας διαλείμματα. Το γεγονός ότι το σύνθημα μοτίβο άσκησης στο ποδόσφαιρο, ιδίως όταν αυτό επιτελείται από παιδιά ή εφήβους, χαρακτηρίζεται από σύντομα και εκρηκτικά σπριντ (22) παρά από μακράς διάρκειας σπριντ, υποδηλώνει ότι η αερόβια φυσική κατάσταση είναι νευραλγική για τη διατήρηση της επίδοσης, καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα. Είναι όντως ωφέλιμο να σημειώσουμε ότι οι επαγγελματίες ποδοσφαιριστές, συγκριτικά με τους ερασιτέχνες (10,17) εμφανίζουν στατιστικά υψηλότερο VO₂ max, ενώ το ίδιο το VO₂max είναι αποδεδειγμένα θετικά συσχετισμένο με την απόσταση που καλύπτεται σε έναν αγώνα (16).

Όπως υποστηρίζει και ο Γαιτάνος (8), η συνεισφορά του αεροβικού ενεργειακού συστήματος στη συνολική παροχή ενέργειας ενισχύθηκε σε μεγάλο βαθμό και επηρέαζε περισσότερο (συγκριτικά με τη γλυκόλυση) τη διατήρηση της παραγόμενης ενέργειας για ένα μεγάλο διάστημα από επαναλαμβανόμενα σπριντ. Εκτιμούν ότι, κατά τα τελευταία σπριντ, η παραγωγή της γλυκόλυσης αναστελλόταν, ενώ η συμβολή του αεροβικού συστήματος στην ανασύνθεση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) ήταν πολύ μεγαλύτερης σημασίας, όταν πραγματοποιούνταν περισσότερες επαναλήψεις. Η παραπάνω θεωρία επιβεβαιώνεται από τον μεγάλο αριθμό των επαναλήψεων και του διαστήματος ανάπαυσης, τον αυξημένο συνολικό χρόνο των σπριντ και το χρόνο άσκησης των σύντομων διαλειμματικών πρωτοκόλλων (12 × 20 μέτρα) στην παρούσα έρευνα, καθώς και η συσχέτιση του PD σε αυτό το RST με το μέγιστο VO₂. Παρά αυτά τα ευρήματα, περαιτέρω διερεύνηση κρίνεται αναγκαία, προκειμένου να αποκτήσει η παραπάνω θεώρηση περισσότερη αξιοπιστία. Επομένως, εφόσον ένα σύνθημα κινησιολογικό μοτίβο μπορεί καλύτερα να απεικονιστεί με ένα σύντομο RST, τότε το αεροβικό ενεργειακό σύστημα καταλαμβάνει κυρίαρχο ρόλο στην επίδοση των παικτών ποδοσφαίρου. Ωστόσο, επειδή ο συσχετισμός μεταξύ του μεγίστου VO₂ και του PD στα σύντομα RST ήταν μέτριος ($r = 20.602$), είναι πιθανό άλλοι, συμπληρωματικοί παράγοντες να είναι ενδεικτικοί για την ανάκαμψη και τη διατήρηση της παραγόμενης ενέργειας, κατά τη διαλειμματική άσκηση των νέων παικτών.

Οι σχέσεις μεταξύ των δεικτών αναεροβικής ενέργειας του WAnT και των δεικτών επίδοσης στα 2 RST ,στην παρούσα έρευνα, χαρακτηρίζονται από αμελητέο ως ελάχιστο συσχετισμό (βλέπε Πίνακα 5). Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να προκαλούν έκπληξη, δεδομένου ότι και οι δύο τύποι τεστ -Want και RST- μετρούν τις ίδιες αεροβικές ικανότητες των συμμετεχόντων. Επιπροσθέτως, και τα δύο υπολογίζουν παρόμοιους δείκτες επίδοσης (υψηλότερο παραγόμενο έργο, συνολικό παραγόμενο έργο και FI) που αντανακλούν παρόμοιες φυσιολογικές λειτουργίες (μέγιστη μυική ισχύς και αντοχή), ενώ ο συνολικός χρόνος που δαπανάται για τις δραστηριότητες του τεστ είναι αρκετά πανομοιότυπος (30 αντί 35 και 38 δεύτερα). Εντούτοις, ενώ το WAnT περιγράφει μία αδιάκοπη, μοναδική, διεξοδική προσπάθεια, τα RST αποτελούνται από μικρές, εκρηκτικές προσπάθειες με ενδιάμεσες περιόδους ανάκαμψης. Παρά τις ομοιότητες μεταξύ των δύο μεθόδων αξιολόγησης, το κάθε τεστ προκαλεί διαφορετικού τύπου φυσιολογική πίεση στους μετέχοντες μύες και ενδεχομένως αντικατοπτρίζουν και διαφορετική ικανότητα επίδοσης .Σε συμφωνία με τα δικά μας ευρήματα , ο Αζίζ και ο Χουάν (1) επιβεβαίωσαν μονάχα μικρό συσχετισμό μεταξύ της σχετικής ελάχιστης ισχύς του WAnT με το συνολικό χρόνο σπριντ του RST ($r = 20.46$) και των τιμών FI στα δύο τεστ ($r = 0.46$), όταν μελετούσαν τη σχέση μεταξύ του RST (8×40 μέτρα με 30 δεύτερα ενδιάμεσης παύσης) και του WAnT στους παίκτες ομαδικών αθλημάτων. Δε βρέθηκε καμία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της απόλυτης ελάχιστης ισχύος του WAnT και του συνολικού χρόνου σπριντ. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι παρατηρείται μικρή σχέση ανάμεσα στη χρήση του WAnT και τον καθορισμό των αναεροβικών ικανοτήτων των παικτών στα ομαδικά αθλήματα. Επομένως, φαίνεται ότι τα αποτελέσματα του WAnT μπορούν να υποστηριχθούν από δραστηριότητες , όπως ο στίβος ή η κολύμβηση, όπου η επίδοση εξαρτάται από μία μοναδική, συνεχόμενη προσπάθεια. Πράγματι, σημαντικοί υψηλοί και μέτριοι συσχετισμοί από $r = 20.69$ μέχρι και 20.91 σημειώθηκαν μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών της παραγόμενης WAnT ισχύος και της επίδοσης σε διαδρομή σπριντ των 50-300 μέτρων (15, 21). Παρ' όλα αυτά, η εφαρμογή του WAnT σε διαλειμματικού τύπου αθλήματα, όπως το ποδόσφαιρο, παρουσιάζεται λιγότερο αξιόπιστη. Για τέτοιου τύπου δραστηριότητες μία άσκηση επαναλαμβανόμενης μορφής που μιμείται την κινησιολογία του ποδοσφαίρου θα αποδεικνυόταν ενδεχομένως περισσότερο ενδεδειγμένη .

Οι χαμηλοί συσχετισμοί μεταξύ των 2 τύπων τεστ πιθανώς να αντικατοπτρίζουν και τις διαφορές στον τύπο της άσκησης. Ενώ τα RST ενεργοποιούν μεγάλες μυικές ομάδες , κατά τη διάρκεια του σπριντ, το WAnT ενεργοποιεί μόνο τους μύες του ποδιού, με αποτέλεσμα ο συμμετέχων να βιώνει τοπική καταπόνηση. Αυτή είναι η πιθανότερη εξήγηση για τις σημαντικές διαφορές στα PD αποτελέσματα των δύο τεστ (36 και 4.8% στο WAnT και στα RST αντίστοιχα), μολονότι η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέως στο αίμα κυμαινόταν σε παρόμοιες τιμές στο τέλος και των δύο δοκιμασιών (10.1 αντί 11.1 mmol/21λ στο WAnT και στα RST αντιστοίχως). Επιπλέον, οι παίκτες ποδοσφαίρου εμφανίζουν περισσότερη εξοικείωση με τις ασκήσεις δρόμου παρά με την ποδηλασία, υποδεικνύοντας ίσως ότι το εργομετρικό ποδήλατο είναι ακατάλληλο για να καταγράψει τη μέγιστη ισχύ των δρομέων.

III. Οι διαφορές στην επιτάχυνση, στη μέγιστη ταχύτητα και ευκινησία μεταξύ των παικτών ποδοσφαίρου, μπάσκετ, βόλεϊ και χάντμπολ

Η απόδοση των αθλητικών παιχνιδιών χαρακτηρίζεται από δράσεις υψηλής ταχύτητας, ενώ οι αθλητές πρέπει να πάρουν γρήγορα αποφάσεις και την να λύσουν συγκεκριμένες «αποστολές» του αθλήματος που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του αγώνα. Με βάση αυτή την υπόθεση μπορούμε συμπεραίνουμε ότι η σύνθετη ταχύτητα αντίδρασης, η επιτάχυνση, η μέγιστη ταχύτητα, η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης του σώματος και η ευελιξία αποτελούν τα βασικά συστατικά των αθλητικών επιδόσεων κυρίως στα αθλητικά παιχνίδια και τις πολεμικές τέχνες (ξυφασκία, πυγμαχία, aikido, karate, κ.λπ.). Η ευελιξία είναι ένας από τους βασικούς καθοριστικούς παράγοντες της απόδοσης στο ποδόσφαιρο, μπάσκετ, χόκεϊ επί πάγου και χάντμπολ (Little&Williams, 2005). Ωστόσο, οι ορισμοί αυτής της ποιότητας διαφέρουν μεταξύ των αθλητικών ερευνητών. Η συντριπτική πλειοψηφία των τεστ για την αξιολόγηση της ευκινησίας είναι τεστ ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης. Τα βασικά μοτίβα κίνησης του ομαδικού αθλήματος απαιτούν από τον παίκτη να πραγματοποιήσει ξαφνικές αλλαγές στην κατεύθυνση του σώματος σε συνδυασμό με τις γρήγορες κινήσεις των άκρων και η ικανότητα του παίκτη να χρησιμοποιήσει αυτά τα εγχειρίδια επιτυχώς θα εξαρτηθεί από άλλους παράγοντες όπως η οπτική επεξεργασία, ο χρόνος αντίδρασης, η αντίληψη και επίσης υπομονή. Ο σκοπός των περισσότερων τεστ ευκινησίας που χρησιμοποιούνται εκείνη την εποχή είναι απλά να μετρηθεί η ικανότητα ταχύτητας αλλαγής της κατεύθυνσης του σώματος και τη θέση του στο οριζόντιο επίπεδο. Το τεστ ευκινησίας του Ιλλινόις έχει από καιρό χρησιμοποιηθεί κανονικά για τεστ ευκινησίας. Η ίδια κατάσταση υπάρχει μεταξύ των προπονητών. Δεν γνωρίζουν επαρκώς κινητικά τεστ που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της επιδεξιότητας της ευελιξίας στη σύγχρονη κατανόηση. Η δοκιμασία του Illinois χρησιμοποιείται ακόμα πολύ συχνά για την αξιολόγηση της ευκινησίας και της ταχύτητας στα αθλητικά παιχνίδια (Young, McDowell, &Scarlet, 2001; Gambetta, 1996; Young, Hawken&McDonald, 1996. Buttifant, Graham, &Cross, 1995). Αυτή η δοκιμή έχει διάφορες εκδόσεις για να ταιριάζει με τους σκοπούς των μεμονωμένων αθλητικών παιχνιδιών. Απλούστερα, νομίζουν ότι οι επιδόσεις σε αυτό το τεστ θα τους δείξουν την ποιότητα των ικανοτήτων ταχύτητας των αθλητών. Σε πραγματικό αγώνα, ωστόσο, οι παίκτες δεν πρέπει να τρέχουν από μια γραμμή σε μια γραμμή, ούτε πρέπει να τρέχουν γύρω από μερικούς κώνους. Όταν εξετάζουμε πιο προσεκτικά τη δοκιμασία και αναλύουμε την κίνηση του αθλητή, μπορούμε να δούμε ότι η ταχύτητα και η ευκινησία στα ομαδικά αθλήματα αντιπροσωπεύουν πολύπλοκες ψυχοκινητικές δεξιότητες (Verchoshansky, 1996). Περιλαμβάνουν μετακινήσεις του σώματος όσο το δυνατόν γρηγορότερα, αλλά η ευκινησία έχει την πρόσθετη διάσταση στην αλλαγή κατεύθυνσης. Η ταχύτητα

(speed) είναι που ορίζεται κλασικά ως ο μικρότερος χρόνος που απαιτείται για να μετακινηθεί ένα αντικείμενο σε μια σταθερή απόσταση, δηλαδή το ίδιο με την ταχύτητα (velocity), χωρίς όμως να προσδιορίζεται η κατεύθυνση (Harman&Garhammer, 2008). Στην πράξη, αυτό αναφέρεται στην ικανότητα να μετακινείται το σώμα όσο το δυνατόν γρηγορότερα σε μια καθορισμένη απόσταση. Ωστόσο, στην πραγματικότητα, το θέμα είναι ελαφρώς πιο περίπλοκη επειδή η ταχύτητα δεν είναι σταθερή καθ' όλη τη απόσταση a μπορεί συνεπώς να διαιρεθεί σε διάφορες φάσεις: επιτάχυνση, διατήρηση της μέγιστης ταχύτητας και επιβράδυνση (Plisk, 2008). Η ευκινησία είναι που συχνά ορίζεται ως η ικανότητα να αλλάζει γρήγορα η κατεύθυνση (Altug, Altug&Altug, 1987). Αυτό μπορεί να πάρει πολλά μορφές, από τις απλές ενέργειες με το πόδι μέχρι τη μετακίνηση ολόκληρου του σώματος προς την αντίθετη κατεύθυνση ενώ τρέχει σε ένα υψηλή ταχύτητα. Έτσι, η ευελιξία έχει συστατικό ταχύτητας, αλλά δεν είναι το πιο σημαντικό συστατικό αυτού του χαρακτηριστικού. Ο βασικός ορισμός της ευελιξίας είναι υπερβολικά απλοϊκός, διότι τώρα θεωρείται ότι είναι πολύ πιο περίπλοκο περιλαμβάνοντας όχι μόνο ταχύτητα, αλλά και ισορροπία, συντονισμό και ικανότητα αντίδρασης σε μια αλλαγή του περιβάλλοντος (Plisk, 2008). Ο Měkota (2000) θεωρεί την ευκινησία ως φυσική ικανότητα, η οποία από την ουσία της ανήκει στις "μικτές" φυσικές δυνατότητες. Καθορίζεται από την ποιότητα της ρύθμισης (CNS) και των αναλυτών, καθώς και από τον τύπο των μυϊκών ινών. Επομένως, η ευελιξία πρέπει να είναι ανώτερη από την ταχύτητα και τις ικανότητες συντονισμού. Στο παρελθόν, αυτός ο όρος έγινε αντιληπτός ως η δυνατότητα αλλαγής κατεύθυνσης ή γρήγορης εκκίνησης και σταματημού της κίνησης (Gambetta, 1996, Parsons&Jones, 1998). Παρόμοιοι μορφολογικοί και βιοχημικοί παράγοντες μέγιστης ταχύτητας, ταχύτητας επιτάχυνσης και η ευκινησίας οδηγούν ορισμένους συγγραφείς στην υπόθεση ότι οι δοθείσες ικανότητες σχετίζονται και αλληλοεξαρτώνται. Παρά ταύτα, οι Buttifant, Graham, and Cross (1999) δεν κατάφεραν να βρουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ ευθέως προωθημένου σπριντ και ευκινησίας σε δύο διαφορετικές ομάδες ποδοσφαιριστών της Αυστραλίας. Η συσχέτιση μεταξύ ευκινησίας, ταχύτητας επιτάχυνσης και μέγιστης ταχύτητας δεν βρέθηκε ούτε στην ομάδα των 106 Αυστραλιανών ποδοσφαιριστών που αξιολογήθηκαν για σπριντ 10 μέτρων (επιτάχυνση), σπριντ 20 μέτρων (μέγιστο ταχύτητα) και επιδόσεις ευκινησίας zig-zag (Little&Williams, 2005). Αν και οι επιδόσεις στις τρεις δοκιμές ($p < 0,0005$), οι συντελεστές προσδιορισμού ($r(2)$) μεταξύ των δοκιμών ήταν απλοί 39, 12 και 21% για επιτάχυνση και μέγιστη ταχύτητα, επιτάχυνση και ευελιξία και μέγιστη ταχύτητα και ευελιξία αντίστοιχα. Με βάση τους χαμηλούς συντελεστές προσδιορισμού, βγήκε το συμπέρασμα ότι η επιτάχυνση, η μέγιστη ταχύτητα και η ευκινησία είναι πιθανώς συγκεκριμένες ιδιότητες και σχετικά άσχετες μεταξύ τους. Τα ευρήματα δείχνουν ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικές διαδικασίες δοκιμών και εκπαίδευσης για κάθε συνιστώσα ταχύτητας όταν εργάζεστε με ελίτ παίκτες. Οι Young, Benton, Duthie, & Pryor (2001) βασισμένοι στην έρευνά τους απέδειξαν ότι εάν η ευκινησία και οι ικανότητες ταχύτητας συνδέονται με την απόδοση των ειδικών δεξιοτήτων του αθλήματος, η αλληλοσυσχέτιση μειώνεται ακόμη περισσότερο. Αυτό μπορεί να προκληθεί και από το γεγονός ότι οι μέθοδοι προπόνησης για την ανάπτυξή τους είναι

ειδικοί για κάθε έναν από τους τύπους δυνατοτήτων ταχύτητας, έτσι επιτυγχάνεται η ελάχιστη μεταφορά ιδιοτήτων μεταξύ τους (Young, McDowel, &Scarlett, 2001).

Όσον αφορά τα συστατικά στοιχεία ταχύτητας, θεωρείται παραδοσιακά ότι η ισχύς και η ανάπτυξη ισχύος θα βελτιώνει την απόδοση της αλλαγής κατεύθυνσης (COD). Σύμφωνα με τη Brughelli, Cronin, Levin&Chaouachi (2008) η πιο κοινή προσέγγιση για την ποσοτικοποίηση αυτών των σχέσεων και για την ανακάλυψη καθοριστικών παραγόντων (φυσιολογικούς και μηχανικούς) των επιδόσεων COD, είναι με ανάλυση συσχέτισης. Δεν υπήρξαν μεταβλητές ισχύος ή δύναμης που συσχετίζονταν σημαντικά με την απόδοση του COD σε συνέπεια και το μέγεθος των συσχετίσεων ήταν, ως επί το πλείστον, μικρό έως μέτριο. Οι μελέτες προπόνησης στη θεωρία που έχουν χρησιμοποιήσει τα παραδοσιακά προγράμματα προπόνησης δύναμης και ισχύος, τα οποία αποτελούνταν από ασκήσεις που διενεργούνται διμερώς στην κατακόρυφη κατεύθυνση (π.χ. άρσεις ολυμπιακού στυλ, καθίσματα, deadlifts, plyometrics, verticaljumping), έχουν αποτύχει κυρίως να επιφέρουν βελτιώσεις στην απόδοση του COD. Αντιστρόφως, τα πρωτόκολλα προπόνησης που αναφέρουν βελτιώσεις στην απόδοση του COD έχουν χρησιμοποιήσει ασκήσεις που πιο στενά μιμούνται τα αιτήματα ενός COD, τα οποία περιλαμβάνουν την προπόνηση οριζόντιου άλματος (μονομερή και διμερή), πλευρικό άλμα (μονόπλευρη και διμερής), κάθετο άλμα με βάρος, ειδική για το άθλημα προπόνηση COD και γενική προπόνηση COD.

Η Sheppard&Young (2006) υποστηρίζει επίσης ότι η ταχύτητα και η ευκινησία αντιπροσωπεύουν ανεξάρτητες φυσικές ικανότητες και ως εκ τούτου η ανάπτυξή τους απαιτεί υψηλό βαθμό νευρο-μυϊκής ειδικότητας. Τα αντιληπτικά συστατικά, που αποτελούν το θεμέλιο τους και περιλαμβάνουν επίσης διαδικασίες πρόβλεψης και λήψης αποφάσεων, παίζουν επίσης ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή τους (Young, James, &Montgomery, 2002). Ωστόσο, είναι ειδικά για διάφορα είδη αθλημάτων και θέσεων παικτών. Όσον αφορά τον Šimonek (2013), η ευελιξία περιλαμβάνει αρκετά καθολικά

συστατικά. Οι Horička, Hianik& Šimonek (2014) δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παικτών των διαφόρων αθλητικών αγώνων (μπάσκετ, βόλεϊ και ποδόσφαιρο) ως προς την απόδοση της ευκινησίας. Όλα τα παιχνίδια απαιτούν υψηλή ποιότητα αντιληπτικών διαδικασιών και διαδικασιών λήψης αποφάσεων (Gamble, 2013).

Δεδομένου ότι βάσει της βιβλιογραφικής ανάλυσης έχουν αναφερθεί αντιφατικά ευρήματα ως προς την έκταση της σχέσης μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών ταχύτητας και της ευκινησίας, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι είναι αναπόφευκτο να εμβαθύνουμε στην έρευνα διαφόρων εκδηλώσεων ταχύτητας και ευκινησίας, ειδικά στα αθλητικά παιχνίδια.

Η μελέτη αυτή περιλαμβάνει 117 άνδρες (U15 και U17, Mage = 14.95 y, SD = 1.93 y.) Από τους οποίους οι 56 οι παίκτες ποδοσφαίρου (U15 n = 31, U17 n = 25), παίκτες μπάσκετ (U15 n = 9, U17 n = 8), παίκτες βόλεϊ (U15 n = 8; U17 n = 12) και παίκτες χάντμπολ (U15 n = 12, U17 n = 12). Διαφορετικός αριθμός παικτών σε κάθε κατηγορία ήταν που προκαλούνται από αντικειμενικά γεγονότα και την κατάσταση της υγείας των παικτών, που παίζουν για τις νεανικές ομάδες στην περιοχή της Nitra, Σλοβακία. Η μέση αθλητική ηλικία των παικτών ήταν 3-6 χρόνια.

Διαδικασίες

Η αξιολόγηση των δυνατοτήτων ταχύτητας και ευελιξίας πραγματοποιήθηκε κατά τους μήνες Σεπτέμβριο έως Νοέμβριο 2014. Εφαρμόστηκαν οι ακόλουθες διαδικασίες δοκιμών:

1. 10 m σπριντ (ημι-υψηλή θέση εκκίνησης).
2. Πτήσεις με ταχύτητα 30 μέτρων.
3. Τριπλό άλμα (αλλαγή ποδιών).
4. Δοκιμή ευκινησίας Ιλλινόις (Getchell, 1979).
5. Έλεγχος ευελιξίας Fitro (FAC) (εφεξής "FAC") (Zemková & Hamar, 2009).

Το επίπεδο ικανοτήτων ταχύτητας δοκιμάστηκε χρησιμοποιώντας τυποποιημένα πρωτόκολλα δοκιμών. Η απόδοση της ευκινησίας μετρήθηκε χρησιμοποιώντας την ειδική μονάδα ελέγχου που ονομάζεται FitroAgilityCheck (FAC) από την εταιρεία Fitronic (Hamar, 1997) αποτελούταν από 4 τετράγωνα χαλιά (35 x 35 cm) 3 μέτρα απόσταση μεταξύ τους, τοποθετημένα στο πάτωμα και διασυνδεδεμένα με τον υπολογιστή.

Ο δοκιμαζόμενος παίκτης βρισκόταν στη μέση της περιοχής του τεστ και το καθήκον του ήταν να αντιδρά γρήγορα στο οπτικό ερέθισμα (κόκκινος κύκλος σε λευκό φόντο) που εμφανίζεται εναλλάξ σε μια από τις γωνίες της οθόνης με βήμα ring στο σωστό στρώμα (μπροστά-δεξιά, μπροστά-αριστερά, πίσω-δεξιά, πίσω-αριστερά). Το πρωτόκολλο δοκιμής περιελάμβανε 16 (4 σε κάθε κατεύθυνση) τυχαία παραγόμενα ερεθίσματα που εμφανίζονται στο χρονικό διάστημα 2000 ms. Ο χρόνος αντίδρασης καταγράφηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό της Zemková & Hamar (2009). Η τιμή του αριθμητικού μέσου των 16 καταγεγραμμένων χρόνων (ms) ήταν συμπεριλήφθηκε στο πρωτόκολλο εγγραφής. Οι ακραίες τιμές που προκλήθηκαν από τραυματισμό ή λανθασμένη τεχνική εκδιώχθηκαν από τη στατιστική επεξεργασία.

Ανάλυση

Τα λαμβανόμενα δεδομένα αξιολογήθηκαν στατιστικά χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες στατιστικές μεθόδους:

Η κύρια μέθοδος της έρευνάς μας ήταν η ποσοτική απόλυτη έρευνα. Για την εκτίμηση της τιμής του χρησιμοποιήθηκε η σχέση μεταξύ ατομικής εξέτασης ανάλυσης συσχετισμού ζευγαριών δυνατοτήτων κίνησης. Λογισμικά Τα στατιστικά στοιχεία και το MSEXcel 2010 χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των συντελεστών. Ο χαρακτήρας των εξαρτήσεων ήταν που ερμηνεύεται σύμφωνα με τον Cohen (1988).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας αντλούμε από το συμπέρασμα ότι το επίπεδο των εξεταζόμενων ικανοτήτων ταχύτητας και η ευκινησία σε παίκτες τεσσάρων επιλεγμένων αθλητικών παιχνιδιών δεν θα διαφέρουν σημαντικά σε σχέση με τον παρόμοια χαρακτήρα της κίνησης των παικτών (Horička, Hianik & Šimonek, 2014). Από τη σκοπιά της σύγκρισης των παικτών στα εξετασθέντα αθλητικά παιχνίδια βρήκαμε τα ακόλουθα γεγονότα.

Στη δοκιμή που αξιολόγησε το επίπεδο απλής ταχύτητας αντίδρασης και επιτάχυνσης (10m σπριντ, Σχήμα 1) βρήκαμε το υψηλότερο επίπεδο στους παίχτες του βόλεϊ ($\bar{x} = 1.85s$), τους παίκτες του χάντμπολ ($\bar{x} = 1.89s$), τους παίκτες μπάσκετ ($\bar{x} = 1.9s$) και ποδοσφαιριστές ($\bar{x} = 1.92s$). Μια σχετική σταθερότητα στις επιδόσεις, όπως και στο FAC, παρατηρήθηκε και στις δύο κατηγορίες ηλικιών των παικτών χάντμπολ. Περισσότερο εκπληκτικό φαίνεται να είναι το αντίστροφο στην κατάταξη των παικτών στην κατηγορία των μαθητών, όπου οι καλύτερες επιδόσεις καταγράφηκαν στους παίκτες του χάντμπολ ($\bar{x} = 1.94$) και οι χειρότερες στους παίκτες μπάσκετ ($\bar{x} = 2.285s$).

Η αερόβια ικανότητα συσχετίζεται με την ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ σε αποστάσεις μικρότερες από 40 μέτρα

Η αεροβική φυσική κατάσταση είναι πολύ σημαντική για τους ποδοσφαιριστές έτσι ώστε να αποδώσουν σε άριστο επίπεδο (15,17). Επί πρόσθετα στην αεροβική φυσική κατάσταση, η απόδοση των επαναλαμβανόμενων σπριντ είναι επίσης σημαντικό κομμάτι της απόδοσης σε έναν αγώνα ποδοσφαίρου. Η ικανότητα να κάνεις σπριντ χωρίς να μειώνεται σημαντικά η ταχύτητα από το ένα σπριντ στο άλλο είναι γνωστή ως ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ (RSA). Η αθλητική απόδοση σε υψηλό επίπεδο προϋποθέτει οι αθλητές να βελτιώσουν και το σύστημα οξειδωτικής φωσφορυλίωσης τους (αεροβική) αλλά και το σύστημα τριφωσφορικής αδενοσίνης φωσφοκρεατίνης (PCr-ATP) (αναεροβική) (7,16). Ενώ το σύστημα PCr-ATP είναι το κύριο σύστημα για να προμηθεύει τους αθλητές κατά το αναεροβικό τμήμα του παιχνιδιού (δηλαδή εκρηκτικά σπριντ που διαρκούν λιγότερο από 6 δευτερόλεπτα), το αεροβικό σύστημα παίζει επίσης σημαντικό ρόλο για να βοηθήσει στην αναπλήρωση του PCr (7, 9, 21). Η σχέση μεταξύ των μεταβλητών της αεροβικής και της αναεροβικής στην ικανότητα ενός αθλητή να κάνει επαναλαμβανόμενα σπριντ είναι υπό συζήτηση και η τρέχουσα έρευνα είναι άκυρη εξ' αιτίας των ποικίλων μορφών ενός τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ (1, 2, 5, 16). Χρειάζεται καλύτερη αντίληψη για την σχέση μεταξύ της αεροβικής φυσικής κατάστασης και της σύντομης αναεροβικής άσκησης στην μορφή των επαναλαμβανόμενων σπριντ τα οποία είναι σε απόσταση λιγότερη των 40 μέτρων για την βελτίωση των απαιτήσεων δύναμης και φυσικής κατάστασης για τους ποδοσφαιριστές.

Η προηγούμενη έρευνα δεν έχει δείξει ακόμη σχέση μεταξύ αερόβιας ικανότητας (π.χ. VO₂max) και RSA όταν οι επαναλαμβανόμενες αποστάσεις σπριντ ήταν μικρότερες από 40 μέτρα και όταν η αναλογία άσκησης - ανάπαυσης ήταν από 1: 4 έως 1: 5 (6, 21). Μια μελέτη από τους Azizk.a. (1) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αερόβια φυσική κατάσταση που μετρήθηκε μέσω της VO₂max δεν συσχετίστηκε με την απόδοση σπριντ RSA σε νέους αθλητές ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου. Το RSA τεστ που εφαρμόστηκε χρησιμοποίησε ένα τεστ τρεξίματος RSA που αποτελείται από έξι, 20 μέτρα σπριντ με 20 δευτερόλεπτα ξεκούρασης μεταξύ κάθε σπριντ (~ 1: 5 αναλογία άσκησης προς ανάπαυση). Μια άλλη μελέτη RSA αύξησε την απόσταση κατά 10 μέτρα με τον ίδιο χρόνο ξεκούρασης και επίσης πρότεινε ότι η RSA δεν σχετίζεται με την αεροβική ικανότητα (14). Ένας περιορισμός στα

ευρήματα των Rynk.α. (14) ήταν ότι το VO₂max δεν μετρήθηκε αντικειμενικά, αλλά εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας ένα παλίνδρομο τρέξιμο. Σε αντίθεση με μελέτες που υποδηλώνουν ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ VO₂max και RSA, κάποια έρευνα έχει αποδείξει ότι το VO₂max σχετίζεται με το RSA. Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα από τους Bishop και Spencer δείχνουν ότι η αερόβια φυσική κατάσταση, πέραν της αναερόβιας δύναμης, σχετίζεται με την απόδοση RSA σε καλά εκπαιδευμένους ενήλικες αθλητές όταν χρησιμοποιούν ένα εργομετρικό πρωτόκολλο στατικού ποδηλάτου αποτελούμενο από 5 επαναλήψεις, 6 δευτερόλεπτα άσκηση με ξεκούραση 24 δευτερολέπτων μεταξύ των επαναλήψεων (σχέση άσκησης προς ανάπαυση 1: 4). Επιπρόσθετα, οι Jones.α. πραγματοποίησε ένα RSA τεστ αποτελούμενο από 6, 40 μέτρα σπριντ με 20 δευτερόλεπτα ξεκούρασης μεταξύ κάθε σπριντ και διαπίστωσε ότι το VO₂max συνδέεται με το RSA. Ένας πιθανός λόγος για τις αποκλίσεις μεταξύ αυτών των μελετών θα μπορούσε να οφείλεται στις διαφορετικές αποστάσεις σπριντ (20-30 μέτρα έναντι 40 μέτρων), στου τρόπους άσκησης (δηλαδή τρέξιμο σε σύγκριση με την ποδηλασία) που χρησιμοποιήθηκαν για τις δοκιμές RSA και μάλιστα ενδεχομένως και η ηλικία και το επίπεδο των αθλητών (δηλαδή, νέοι ενάντια σε ενήλικες και υψηλού έναντι χαμηλού επιπέδου). Προκειμένου να αξιολογηθεί καλύτερα η σχέση μεταξύ VO₂max και RSA σε αθλητές ποδοσφαίρου, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα σπριντ τεστ που εκτελείται με μικρότερη απόσταση σπριντ από 40 μέτρα. Είναι εύλογο να υποδείξουμε ότι οι αθλητές ποδοσφαίρου συμμετέχουν συχνά σε αποστάσεις σπριντ μικρότερες από 40 μέτρα και είναι επιτακτική ανάγκη να εκτιμηθεί εάν η αεροβική γυμναστική εξακολουθεί να σχετίζεται με το RSA των ποδοσφαιριστών όταν χρησιμοποιούνται μικρότερες αποστάσεις σπριντ. Η πιθανή σχέση ή η έλλειψή της μεταξύ των χρόνων σπριντ και του VO₂max θα μπορούσε να μεταβάλει τις βέλτιστες συστάσεις προπόνησης.

Εκτός από τους χρόνους VO₂max και sprint, οι προηγούμενες μελέτες εξέτασαν επίσης παράγοντες όπως ο συνολικός χρόνος σπριντ (δηλαδή το άθροισμα όλων των επαναλαμβανόμενων χρόνων σπριντ στο πρωτόκολλο) και ο μέσος χρόνος σπριντ (1, 2, 5, 10, 12, 16). Έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση του μέσου χρόνου σπριντ είναι ένα αποτελεσματικό μέτρο για την αξιολόγηση της απόδοσης RSA (1, 13, 14, 21). Το RSA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της κόπωσης των αθλητών με τη χρήση ενός δείκτη κόπωσης (δηλ. ποσοστιαία μείωση του χρόνου σπριντ από το ταχύτερο σπριντ) σε σχέση με την αερόβια ικανότητα σε ένα RSA τεστ (21). Ενώ ο ρυθμός κόπωσης είναι ένας εντυπωσιακός υπολογισμός και αξιολόγηση, έχει αναφερθεί ότι είναι λιγότερο αξιόπιστος, σε σχέση με τον μέσο χρόνο σπριντ, όταν αναλύεται η απόδοση RSA (13). Ωστόσο, απαιτείται καλύτερη κατανόηση για την αξιολόγηση της σχέσης μεταξύ αερόβιας ικανότητας και ποσοστού κόπωσης όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά πρωτόκολλα RSA, κυρίως με μικρότερη απόσταση σπριντ και περισσότερες επαναλήψεις σπριντ.

Για να δικαιολογηθεί η αλλαγή στο RSA, οι μακρύτερες αποστάσεις σπριντ, οι γρηγορότεροι χρόνοι ξεκούρασης και τα πρόσθετα σπριντ θα προσομοιώσουν μια πιο δύσκολη δοκιμασία σε μια προσπάθεια να αναπαραχθεί μια πιο ρεαλιστική δοκιμή ποδοσφαιρικής φυσικής κατάστασης. Ως εκ τούτου, ο σκοπός της μελέτης ήταν να μετρήσει άμεσα το VO₂max των αθλητών ποδοσφαίρου της πρώτης κατηγορίας και στη συνέχεια να αξιολογήσει τη σχέση του με τις επιδόσεις του RSA τεστ, το ποσοστό κόπωσης και την ηλικία των αθλητών όταν χρησιμοποιείται πιο προκλητικό σπριντ τεστ. Με βάση την προηγούμενη έρευνα, υποτίθεται ότι το VO₂max θα σχετίζεται με το ποσοστό κόπωσης και την ηλικία, αλλά όχι την απόδοση του RSA, αφού κάθε απόσταση σπριντ ήταν μικρότερη από 40 μέτρα.

ΜΕΘΟΔΟΙ

Συμμετέχοντες

Συνολικά 20 αθλητές ποδοσφαίρου (n = 10 θηλυκά, n = 10 αρσενικά) συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη. Όλοι οι αθλητές είχαν καθαριστεί από τον γιατρό της ομάδας και δεν είχαν αντενδείξεις στη σωματική άσκηση ή τις ασκήσεις. Πριν από τη συμμετοχή στη μελέτη, το ερευνητικό προσωπικό εξήγησε το πρωτόκολλο VO₂max (πρωτόκολλο BRUCE) και τις διαδικασίες για τη δοκιμή RSA. Μετά την εξήγηση του πρωτοκόλλου της έρευνας, οι αθλητές διάβασαν και υπέγραψαν μια ενημερωμένη φόρμα συγκατάθεσης. Το Πανεπιστημιακό Συμβούλιο Θεσμικής Αναθεώρησης ενέκρινε τη μελέτη.

Πρωτόκολλο

Το πρωτόκολλο δοκιμής για το VO₂max περιελάμβανε μια επικυρωμένη, βαθμολογημένη μέγιστη δοκιμασία άσκησης διαδρόμου (πρωτόκολλο BRUCE) (8) και το RSA τεστ, το οποίο συνίστατο σε 10 συνολικά sprint των 30 μέτρων με ένα σπριντ κάθε 30 δευτερόλεπτα. Δεδομένου ότι τα πρωτόκολλα του RSA τεστ στη βιβλιογραφία ποικίλλουν από μελέτη σε μελέτη, το τεστ RSA που χρησιμοποιήθηκε στην τρέχουσα μελέτη απαιτούσε τέσσερα ακόμη σπριντ (10, σε αντίθεση με 6) και μια απόσταση σπριντ 30 μέτρων. Ο συνδυασμός μιας απόστασης σπριντ 30 μέτρων,

του ταχύτερου χρόνου αποκατάστασης και τα πρόσθετα σπριντ προσομοίωσαν μια πιο φυσιολογικά ποδοσφαιρική αξιολόγηση του τεστ φυσικής κατάστασης.

Κατά την άφιξή τους στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Απόδοσης, εκπαιδευμένο ερευνητικό προσωπικό μέτρησε το ύψος και το βάρος κάθε αθλητή χρησιμοποιώντας κλίμακα σταδίου και ισοροπίας (Detecto, WebbCity, MOUSA) αντίστοιχα. Μετά την καταγραφή των ανθρωπομετρικών μετρήσεων, οι αθλητές είχαν μια συσκευή παρακολούθησης της καρδιακής συχνότητας (Polar, Kempele, Φινλανδία) και μια μάσκα και ιμάντα κεφαλής VO₂ για το τεστ του VO₂max (HansRudolph, inc, Kansas, ΗΠΑ).

Μετά τα αρχικά μέτρα, οι αθλητές ολοκλήρωσαν ένα μέγιστο δεκάλεπτο ζέσταμα με αυτο-επιλεγμένο ρυθμό. Μετά την ολοκλήρωση της προθέρμανσης, η μάσκα VO₂ και ο ιμάντας κεφαλής ασφαλίστηκαν κατάλληλα σε κάθε αθλητή και στη συνέχεια συνδέθηκαν με ένα βαθμονομημένο μεταβολικό καλάθι με το σύστημα παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού συγχρονισμένο με το καλάθι. Η κατανάλωση οξυγόνου καταγράφηκε χρησιμοποιώντας ένα βαθμονομημένο μεταφορικό καλάθι καυσίμου αερίου και ροής (PravoMedics, Truemax 2400) και το VO₂ καταγράφηκε ως σχετικό VO₂ σε ml. kg⁻¹. min⁻¹. Η αναλογία ανταλλαγής αναπνευστικού (RER) κάθε ατόμου παρακολουθήθηκε για να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή προσπάθεια. Το VO₂max του αθλητή επιτυγχανόταν εάν σταματούσαν το τρέξιμο τους και ο RER ήταν $\geq 1,15$. Μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής VO₂max, οι αθλητές πραγματοποίησαν αποθεραπεία που συνίστατο σε ένα αυτό-επιλεγμένο ρυθμό βάρδιας για τη μείωση του κινδύνου τραυματισμού ή επεισοδίων συγκοπής. Ο καρδιακός ρυθμός καταγράφηκε ως κτύποι. min⁻¹ (BPM).

Οι αθλητές ενημερώθηκαν για να ξεκουραστούν για τουλάχιστον 24-48 ώρες μετά το τεστ VO₂max. Για να αποφευχθεί οποιαδήποτε επιρροή από το τεστ VO₂max, το ερευνητικό προσωπικό προγραμματίσει όλες τις δοκιμές RSA μία εβδομάδα μετά την ολοκλήρωση του τεστ VO₂max. Για τη δοκιμή RSA, κάθε αθλητής ολοκλήρωσε μια ενεργή προθέρμανση 10 λεπτών που ήταν συγκεκριμένη για την γραμμική κίνηση σπριντ και την απόσταση που συναντήθηκε κατά τη διάρκεια της δοκιμής, συμπεριλαμβανομένης μίας στατικής έκτασης στην οποία οι αθλητές είχαν την ελευθερία να τεντώνουν τους μυς που χρειάζονταν. Μετά από την προθέρμανση, κάθε αθλητής συμμετείχε στο RSA τεστ που περιελάμβανε 10 σπριντ 30 μέτρων. Όλοι οι χρόνοι σπριντ καταγράφηκαν μέσω χρονομέτρου από τον εκπαιδευμένο ερευνητή για ελαχιστοποίηση σφάλματος του τεστ. Ο ποσοστιαίος καρδιακός ρυθμός καταγράφηκε για να εκτιμηθούν οι μέγιστες προσπάθειες σε όλη τη διάρκεια του RSA τεστ. Για το RSA τεστ, μόλις ολοκληρώθηκε το πρώτο σπριντ των 30 μέτρων, ο αθλητής ξεκουράστηκε και στη συνέχεια ξεκίνησε το επόμενο σπριντ 30

δευτερόλεπτα μετά την έναρξη του προηγούμενου σπριντ. Ως εκ τούτου, ο πραγματικός χρόνος ανάπαυσης μεταξύ κάθε σπριντ ποικίλλει ανάλογα με τον χρόνο σπριντ κάθε αθλητή. Μετά την επιβράδυνση, η σχέση άσκησης προς ανάπαυση ήταν περίπου 1: 4 (~ 6 δευτερόλεπτα άσκησης, 24 δευτερόλεπτα ανάπαυσης). Μετά την ολοκλήρωση του RSA τεστ, οι αθλητές συμμετείχαν σε ενεργή αποθεραπεία για πέντε λεπτά για να επιτρέψουν στον καρδιακό τους ρυθμό να επιστρέψει με ασφάλεια στα επίπεδα ανάπαυσης ακολουθούμενη από στατικές διατάσεις πέντε λεπτών.

Ο δείκτης κόπωσης (FI) υπολογίστηκε μετά την ολοκλήρωση της μελέτης για να υπολογιστεί η συχνότητα κόπωσης ως ποσοστό. Για να υπολογίσουμε την ταχύτητα κόπωσης για κάθε αθλητή χρησιμοποιήσαμε την ακόλουθη εξίσωση: $[(\text{FastedSprint} - \text{SlowestSprint}) / \text{FastestSprint}] \times 100$.

Σε ένα μοναδικό, τριπλό σημείο (1ο, 5ο και 10ο σπριντ) χρησιμοποιήθηκε επαναλαμβανόμενη μέτρηση της διακύμανσης (ANOVA) για να αξιολογηθεί οποιαδήποτε διαφορά στο ποσοστό του μέγιστου καρδιακού ρυθμού που άσκησαν οι αθλητές. Οι μετα-hoc αναλύσεις διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας τα δείγματα σε ζεύγη-test και η διόρθωση του Benjamini και Hochberg False Discovery Rate για πολλαπλές συγκρίσεις. Τα ποσοστά του μέγιστου καρδιακού ρυθμού των αντρών και των γυναικών δεν ήταν σημαντικά διαφορετικά. Ως εκ τούτου, το φύλο αποκλείστηκε από το μοντέλο ANOVA.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές αναλύσεις συσχέτισης για να εκτιμηθεί εάν υπάρχουν σχέσεις μεταξύ VO₂max, ηλικίας, μέσου χρόνου σπριντ RSA και ποσοστού κόπωσης. Το φύλο αποκλείστηκε από όλα τα μοντέλα συσχέτισης λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα (n = 10). Όλες οι στατιστικές αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας IBMSPSS 21.0 (Έκδοση 21.0, IBM Inc., Armonk, NY). Το κριτήριο της στατιστικής σημασίας καθορίστηκε apriori σε P < 0,05.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι άντρες ζύγιζαν σημαντικά περισσότερο, ήταν ψηλότερα, μεγαλύτερα, ταχύτερα και είχαν μεγαλύτερη αερόβια ικανότητα από τους αθλητές (P < 0,046, Πίνακας 1).

Η ανάλυση συσχέτισης που εξέτασε τη σχέση μεταξύ VO₂max και RSA αποκάλυψε ότι υπήρχαν σημαντικοί (P < 0.001, Πίνακας 2) αρνητικοί συσχετισμοί μεταξύ VO₂max και των 10 επαναλαμβανόμενων χρόνων σπριντ. Μετά τον μέσο όρο των δέκα χρόνων σπριντ RSA, υπήρξε μια σημαντική αρνητική σχέση μεταξύ του VO₂max και του μέσου χρόνου σπριντ (r = -.767, P < 0.001).

Δεν υπήρξε σημαντική σχέση μεταξύ του VO₂max και του ποσοστού κόπωσης του αθλητή που υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας έναν δείκτη κόπωσης ($r = 0,333$, $P = 0,15$).

Υπήρχε η κύρια επίδραση της κατάστασης για το ποσοστό του μέγιστου καρδιακού ρυθμού ($P = 0.001$). Το ποσοστό του μέγιστου καρδιακού ρυθμού του αθλητή αυξήθηκε από το 1ο (73%) στο 5ο (87%) σπριντ και στη συνέχεια αυξήθηκε και πάλι μετά το 10ο σπριντ (93,5%). Ανεξάρτητο-test έδειξε ότι οι αθλητές, ανεξάρτητα από το φύλο, συνέβαλαν το ίδιο ποσοστό της μέγιστης προσπάθειάς τους (αξιολογείται με καρδιακό ρυθμό) σε όλη τη διάρκεια της δοκιμής RSA ($P \geq 0,127$ για όλους). Δεν υπήρχαν άλλα κύρια αποτελέσματα ($P = 0.750$).

Υπήρξε μια σημαντική θετική σχέση μεταξύ του VO₂max και της ηλικίας των αθλητών, ($r = .451$, $P = .046$).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αντίθετα με την υπόθεση, οι αρνητικές συσχετίσεις που διαπιστώθηκαν υποδηλώνουν ότι η VO₂max ή η αερόβια ικανότητα παίζουν σημαντικό ρόλο στην επαναλαμβανόμενη απόδοση σπριντ, καθώς οι πιο αεροβικά προπονημένοι αθλητές είναι ταχύτεροι από ό, τι οι αντίστοιχοι λιγότερο προπονημένοι. Αυτά τα αποτελέσματα συμπίπτουν με προηγούμενες έρευνες που υποδηλώνουν ότι το VO₂max σχετίζεται με τη βελτιωμένη απόδοση του RSA τεστ (20). Οι Tomlin και Wenger (20), όπως υποστηρίζουν, και τα τρέχοντα αποτελέσματα, ότι οι αθλητές με μεγαλύτερη αερόβια ικανότητα μπορεί να έχουν ανώτερη ανάκτηση ενέργειας και να έχουν καλές επιδόσεις κατά την επαναλαμβανόμενη άσκηση υψηλής έντασης. Επιπρόσθετα, τα τρέχοντα αποτελέσματα είναι αντίθετα με προηγούμενες έρευνες που υποδηλώνουν ότι η αεροβική ικανότητα δεν επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του σπριντ κατά τη διάρκεια ενός RSA τεστ με κούρσα μικρότερη των 40 μέτρων, επειδή η αναερόβια ενέργεια που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός σπριντ πέντε δευτερολέπτων είναι λιγότερο πιθανό να επηρεαστεί από την πρόσληψη οξυγόνου (1, 7). Ενώ οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός μόνο σπριντ μπορεί να μην επηρεάζονται από την αεροβική γυμναστική, φαίνεται ότι οι ταχύτεροι επαναλαμβανόμενοι χρόνοι σπριντ και ίσως ο RSA μπορεί στην πραγματικότητα να συσχετιστούν με υψηλότερα επίπεδα αεροβικής γυμναστικής, ακόμα και αν η απόσταση σπριντ είναι μικρότερη από 40 μέτρα.

Εκτός από τους χρόνους VO₂max και RSA, ο ρυθμός κόπωσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να εκτιμηθεί κατά την εξέταση του επιπέδου φυσικής

κατάστασης ενός αθλητή ποδοσφαίρου ή της αναερόβιας ικανότητας του. Στην τρέχουσα μελέτη, οι αθλητές κουράστηκαν με ρυθμό 5,7%. Ενώ η αναερόβια χωρητικότητα δεν μετρήθηκε μέσω δοκιμής Wingate, το μικρό ποσοστό στο οποίο οι αθλητές ήταν κουρασμένοι υποδηλώνει ότι οι αθλητές ήταν καλά προπονημένοι αναερόβια. Ο χαμηλός ρυθμός κόπωσης εκτός από τα αποτελέσματα αερόβιας ικανότητας υπογραμμίζει και τη σημασία που έχει για τους προπονητές δύναμης και φυσικής κατάστασης να υπογραμμίσουν την προπόνηση τόσο της αερόβιας ικανότητας όσο και της αναερόβιας ικανότητας. Η έρευνα υποστηρίζει έντονα τη χρήση σχέσης άσκησης – ξεκούρασης 1: 1 ή 2: 1, ώστε να μεγιστοποιηθεί η προπόνηση για τη βελτίωση τόσο των αερόβιων όσο και των αναερόβιων οδών (11, 18, 19).

Επιπλέον, αυτά τα αποτελέσματα και οι συστάσεις μπορούν να εφαρμοστούν σε αθλητές ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου. Ένα VO_2max των $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ή μεγαλύτερο έχει χρησιμοποιηθεί ως φυσιολογικός δείκτης για τους ερευνητές για να καθιερώσει ένα ελάχιστο επίπεδο φυσικής κατάστασης για τους επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (17). Κατά μέσο όρο, οι άνδρες αθλητές στην τρέχουσα μελέτη είχαν μέσο όρο VO_2max των $66,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, το οποίο είναι πολύ πάνω από το προαναφερθέν ελάχιστο για επαγγελματική ή ελίτ κατάσταση.

Επιπλέον, αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν επίσης ότι οι νεαροί αθλητές κολλεγίων θα πρέπει να αρχίσουν την προπόνηση και την προετοιμασία τους με στόχο τη βελτίωση του VO_2max . Υπήρξε μια θετική σχέση μεταξύ της ηλικίας του αθλητή και του VO_2max που υποδηλώνει ότι οι μεγαλύτεροι αθλητές κολλεγίων στη μελέτη είχαν μεγαλύτερο VO_2max και μια εύλογη εξήγηση για τη σχέση μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι παλαιότεροι αθλητές έχουν προπονηθεί περισσότερο και με περισσότερες εντάσεις καθ' όλη την κολεγιακή τους καριέρα. Παρόλο που δεν αναφέρθηκε η ηλικία της εκπαίδευσης (π.χ. αριθμός ετών προπόνησης), θα μπορούσε να είναι επωφελής για τους νεότερους αθλητές ποδοσφαίρου να επικεντρώσουν την προπόνηση τους σε μεθόδους βελτίωσης της αερόβιας (VO_2max) και αναερόβιας ικανότητας για καλύτερη απόδοση σε ένα RSA τεστ .

Ενώ τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν μια ισχυρή αρνητική σχέση μεταξύ των επιδόσεων VO_2max και RSA σπριντ, δεν είναι χωρίς περιορισμούς. Η αναερόβια ικανότητα και ο ρυθμός κόπωσης δεν μετρήθηκαν με τη χρήση επικυρωμένου τεστ αναερόβιας ικανότητας, όπως το Wingate τεστ ή ένα τεστ αναερόβιου σπριντ (22). Η χρήση ενός επικυρωμένου τεστ αναερόβιας λειτουργίας θα παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις μέγιστες και τις ελάχιστες εξόδους ισχύος. Η χρήση κορυφαίων και ελάχιστων αποτελεσμάτων μπορεί να παρέχει έναν καλύτερο υπολογισμό του ποσοστού κόπωσης και αναερόβιας χωρητικότητας σε αντίθεση με

τη χρήση ταχύτερων και βραδύτερων χρόνων σπριντ. Η κατανόηση των εξόδων ισχύος και η ανάκτηση ενέργειας, εκτός από το VO₂max, μπορεί να επιτρέψει την καλύτερη αντοχή και τον προγραμματισμό των προπονήσεων φυσικής κατάστασης ώστε να βελτιωθεί η συχνότητα κόπωσης και η απόδοση RSA (20). Ένας άλλος περιορισμός θα μπορούσε να είναι ότι παράγοντες διαφορετικοί από το VO₂max θα μπορούσαν να συσχετιστούν με την απόδοση RSA (δηλ. Τη διατροφή, τον ύπνο και την αποκατάσταση) και δεν αξιολογήθηκαν στην τρέχουσα μελέτη. Αν και υπάρχουν άλλοι φυσιολογικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το τεστ RSA των αθλητών, ο σκοπός της μελέτης ήταν να εκτιμηθεί εάν το VO₂max συνδέεται με την απόδοση του RSA όταν χρησιμοποιούνται αποστάσεις σπριντ μικρότερες από 40 μέτρα. Οι βραχύτερες αποστάσεις σπριντ με 25 δευτερόλεπτα ανάκαμψης πιστεύεται ότι δεν επηρεάζονται από τη βοήθεια του αερόβιου μεταβολισμού με την απορρόφηση του PCr (9) και τα τρέχοντα αποτελέσματα υποδηλώνουν διαφορετικά.

Οι αθλητές ποδοσφαίρου της πρώτης κατηγορίας που είναι πιο αερόβια κατάλληλοι (δηλ., μεγαλύτερο VO₂max) φαίνεται να είναι ταχύτεροι κατά μέσο όρο και κατά τη διάρκεια κάθε σπριντ από ό, τι οι μικρότεροι συναθλητές τους, όταν συμμετέχουν σε ένα τεστ επαναλαμβανόμενων σπριντ των 30 μέτρων. Η προπόνηση για την ενίσχυση της αεροβικής φυσικής κατάστασης ενός ποδοσφαιριστή συνιστάται ιδιαίτερα.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Δείγμα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 30 νεαροί ποδοσφαιριστές ηλικίας 13 και 14 ετών (13,53 ±0,51) Όλοι τους ήταν μέλη της ίδιας ομάδας είχαν προπονητική εμπειρία πάνω από δύο χρόνια ενώ γυμνάζονταν τουλάχιστον τέσσερις φορές την εβδομάδα. Στην πρώτη συνάντηση στο εργαστήριο έγινε καταγραφή των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των δοκιμαζόμενων

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων παρουσιάζονται στον πίνακα 1

Πίνακας 1 Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων

A/A	Ηλικία	Ύψος	Βάρος	% Λίπος
1	13	154	44	10.4
2	13	157	48	11.2
3	14	159	46	10.6
4	14	158	49	9.91
5	13	156	47	8.98
6	13	158	48	11.5
7	14	169	54	9.07
8	14	157	48	9.8
9	13	156	44	8.9
10	14	167	52	9.6
11	14	168	53	10.3
12	13	159	46	10.1
13	13	165	52	10.7

14	14	168	54	9.2
15	14	159	45	9.5
16	14	174	65	11.6
17	14	168	55	10.3
18	13	163	47	8.8
19	14	159	46	9.2
20	13	165	50	9.8
21	13	167	54	10.4
22	13	165	49	8.9
23	14	168	54	9.9
24	13	159	48	10.7
25	14	167	54	11.3
26	14	169	53	9.8
27	14	171	58	10.6
28	13	167	56	10.5
29	14	154	43	9.9
30	13	158	44	10.4
MO	13.53	162.80	50.20	10.06
SD	0.51	5.63	4.99	0.79

1. Δοκιμασία αξιολόγησης αερόβιας ικανότητας

Οι δοκιμαζόμενοι, προσέρχονταν στο εργαστήριο τρεις ώρες τουλάχιστον μετά το τελευταίο γεύμα, ενώ αν ήταν καπνιστές, δεν έπρεπε να είχαν καπνίσει δύο ώρες τουλάχιστον πριν από την έναρξη της διαδικασίας. Πριν από την έναρξη του πειράματος, γινόταν μέτρηση του βάρους και του ύψους των δοκιμαζόμενων. Για την

μέτρηση της καρδιακής συχνότητας οι εξεταστές τοποθετούσαν καρδιοσπιρόμετρο στο στήθος των αθλητών. Ακολούθως εφαρμοζόταν το επιστόμιο και γινόταν η σύνδεση με το εργοσπιρόμετρο. Λαμβάνονταν για δύο λεπτά τιμές ηρεμίας και ακολουθούσε για τρία λεπτά χαλαρό τρέξιμο στο εργόμετρο στα επτά χλμ την ώρα. Έπειτα ο οι δοκιμαζόμενοι έκαναν διατάσεις. Όταν προσέρχονταν για την έναρξη της δοκιμασίας η αρχική επιβάρυνση ήταν 7 χλμ την ώρα ενώ κάθε δύο λεπτά εφαρμόζονταν επιβάρυνση ενός χλμ έως την εθελούσια εξάντληση. Κάθε λεπτό καταγράφονταν η καρδιακή συχνότητα ενώ κάθε δύο λεπτά ο δοκιμαζόμενος έδειχνε την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης του στην κλίμακα Borg.

2. Δοκιμασίες Αξιολόγησης Τεχνικών Χαρακτηριστικών

Οι δοκιμασίες που προσδιορίζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των νεαρών ποδοσφαιριστών είναι οι παρακάτω:

Πριν τις ξεκινήσουν τις δοκιμασίες οι δοκιμαζόμενοι έκαναν ένα ζέσταμα χαλαρό τρέξιμο 5 γύρους και στη συνέχεια διατάσεις για χέρια και πόδια για 10' λεπτά.

- *Ταχύτητα χωρίς μπάλα 10 & 20 μέτρων*

Ο δοκιμαζόμενος παίρνει θέση πίσω από την τελική γραμμή του γηπέδου του ποδοσφαίρου. Ξεκινά με το σύνθημα του εξεταστή δύο φορές ο καθένας και διανύει απόσταση 10μ, όσο πιο γρήγορα μπορεί.

Μετά από ανάπαυση 10 λεπτών οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν την ίδια δοκιμασία με απόσταση 20 μ.

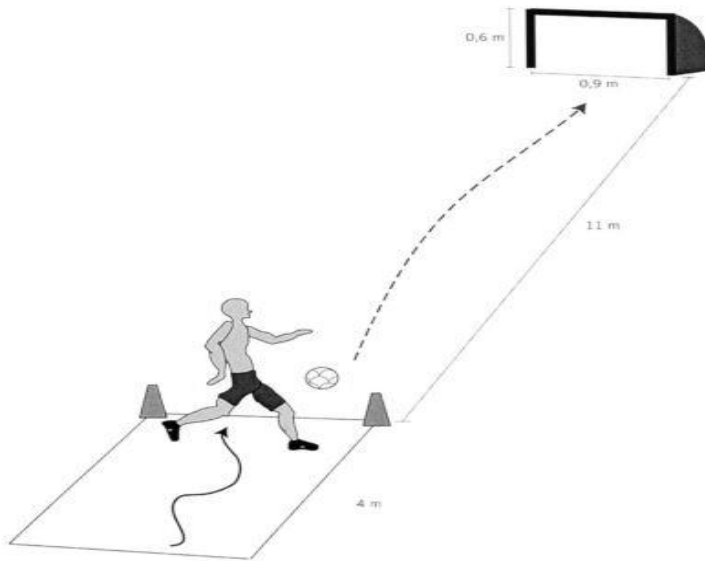
- *Ταχύτητα με μπάλα 20 μέτρων με δεξί και αριστερό χέρι.*

Ο δοκιμαζόμενος παίρνει θέση πίσω από την τελική γραμμή του γηπέδου του ποδοσφαίρου. Ξεκινά με το σύνθημα του εξεταστή πρώτα δύο φορές με το δεξί πόδι και στη συνέχεια με το αριστερό δύο φορές και διανύει απόσταση 20μ όσο πιο γρήγορα μπορεί.

- *Δοκιμασία μεταβίβασης:*

Σχεδιασμός

Σε απόσταση 11 μέτρων από μια μικρή εστία διαστάσεων 90X60 εκατοστών οριοθετείται ένα τετράγωνο 4X4 μέτρων (Σχήμα 3.1)



Σχήμα 3.1. Περιγραφή Δοκιμασίας της Μεταβίβασης

Διαδικασία:

Ο δοκιμαζόμενος ξεκινά να ελίσσεται με την μπάλα, μέσα στην οριοθετημένη περιοχή, προς την εστία. Προτού περάσει τη γραμμή εκτελεί μεταβίβαση σηματοδύοντας την εστία. Θα εκτελεστούν 5 προσπάθειες με το κάθε πόδι χωρίς διάλειμμα ανάμεσα στις προσπάθειες.

Αξιολόγηση:

Ο δοκιμαζόμενος βαθμολογείται με τρεις(3) πόντους αν η μπάλα μπει μέσα στην εστία, με έναν (1) πόντο αν η μπάλα χτυπήσει στο δοκάρι και δεν παίρνει κανένα πόντο αν η μπάλα περάσει δίπλα ή πάνω από την εστία. Ως επίδοση θα υπολογιστεί το άθροισμα των πόντων που θα συγκεντρώσει ξεχωριστά τόσο για το κυρίαρχο, όσο και το μη κυρίαρχο πόδι.

- Δοκιμασία του Σουτ

Σχεδιασμός

Μια κορδέλα ενώνει τα δύο κάθετα δοκάρια στο μέσο τους, χωρίζοντας την εστία σε 2 ίσα οριζόντια μέρη (πάνω-κάτω ,1.22 μέτρα το καθένα). Δύο κάθετες κορδέλες ενώνουν το οριζόντιο δοκάρι με το έδαφος χωρίζοντας την εστία σε τρία(3) ίσα κάθετα μέρη (2.44 μέτρα το καθένα). Με αυτόν τον τρόπο η εστία χωρίζεται σε 6 ίσα μέρη(τρία πάνω-τρία κάτω). Ένας κώνος τοποθετείται σε απόσταση 16 μέτρων από το κέντρο της εστίας στον οποίο τίθεται η μπάλα την οποία θα σουτάρει ο δοκιμαζόμενος.



Σχήμα 3.2. Περιγραφή της δοκιμασίας του σουτ

Διαδικασία

Ο δοκιμαζόμενος παίρνει φόρα και σουτάρει την μπάλα σημαδεύοντας εναλλάξ μια το δεξί και μια το αριστερό πάνω μέρος της εστίας. Θα εκτελεστούν 6 συνολικά προσπάθειες για το κάθε πόδι, τρεις για κάθε άνω μέρος της εστίας.

Αξιολόγηση

Ο δοκιμαζόμενος βαθμολογείται με τρεις(3) πόντους εάν πετύχει το σωστό μέρος, με έναν πόντο αν πετύχει το οριζόντιο ή το κάθετο δοκάρι που βρίσκεται σε εκείνο το μέρος της εστίας, καθώς και με έναν(1) πόντο αν πετύχει το πάνω κεντρικό μέρος. Δεν βαθμολογείται αν η μπάλα περάσει έξω από την εστία ή σε κάποιο από τα κάτω μέρη της εστίας. Ως επίδοση θα υπολογιστεί το άθροισμα των 6 προσπαθειών ξεχωριστά για το κάθε πόδι.

- Δοκιμασία του ελιγμού με τη μπάλα

Σχεδιασμός:

Οριοθετείται μια γραμμή εκκίνησης στην οποία τοποθετείται 1 κοντάρι. Στα 4 μέτρα απόστασης από αυτό τοποθετούμε άλλα 3 κοντάρια με το καθένα να απέχει 2 μέτρα από το άλλο. Ακολούθως στα 4 μέτρα απόστασης από το τελευταίο τοποθετούνται άλλα 3 κοντάρια που απέχουν 2 μέτρα το ένα από το άλλο, ενώ το τελευταίο κοντάρι τοποθετείται 4 μέτρα μετά (συνολική απόσταση από την αφετηρία 20 μέτρα). Στην αφετηρία και στον τερματισμό θα τοποθετηθούν φωτοκύτταρα για την καταγραφή του χρόνου εκτέλεσης της δοκιμασίας, με προσέγγιση εκατοστών του δευτερολέπτου (Σχήμα 3.3).

Διαδικασία



Σχήμα 3.3. Περιγραφή της δοκιμασίας του ελιγμού με μπάλα

Ο παίχτης στέκεται πίσω από τη γραμμή αφετηρίας με την μπάλα στα πόδια του. Με το σήμα του εξεταστή ξεκινά να τρέχει με την μπάλα, όσο πιο γρήγορα μπορεί σε ευθεία γραμμή την απόσταση των 20 μέτρων μέχρι το τελευταίο κοντάρι. Ο δοκιμαζόμενος πρέπει υποχρεωτικά να πραγματοποιήσει το λιγότερο 3 επαφές με την μπάλα μέχρι να φτάσει στο τελευταίο κοντάρι. Στη συνέχεια, ελίσσεται με την μπάλα γύρω από το κοντάρι και επιστρέφει προς την αφετηρία πραγματοποιώντας ελιγμό με την μπάλα ανάμεσα από όλα τα κοντάρια. Γυρίζει με την μπάλα γύρω από το πρώτο κοντάρι και τρέχει με την μπάλα ξανά από την άλλη μεριά, όσο πιο γρήγορα μπορεί, την ευθεία των 20 μέτρων μέχρι το τελευταίο κοντάρι. Γυρίζει πάλι γύρω από το τελευταίο κοντάρι και ελίσσεται με την μπάλα ακόμη μία φορά ανάμεσα από τα κοντάρια μέχρι την αφετηρία, όπου και τερματίζει. Θα εκτελεστούν δυο (2) προσπάθειες.

Αξιολόγηση

Θα χρονομετρηθεί η διάρκεια που θα χρειαστεί ο εξεταζόμενος ώστε να ολοκληρώσει τη δοκιμασία. Ως επίδοση θα καταγραφεί η καλύτερη από τις δύο (2) προσπάθειες που θα εκτελέσει ο κάθε εξεταζόμενος. Σε περίπτωση που ο δοκιμαζόμενος αποτύχει να ολοκληρώσει τη δοκιμασία σε λιγότερο από 50 δευτερόλεπτα, ως χρόνος επίδοσης θα καταγραφούν τα 50 δευτερόλεπτα.

Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί το υπολογιστικό πρόγραμμα SPSS 23 για Windows. Για την συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων θα χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής του Pearson.

Αποτέλεσμα- Συζήτηση

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των φυσιολογικών παραμέτρων βρέθηκαν οι παρακάτω συσχετίσεις

Το Ύψος συσχετίστηκε με το Βάρος 0,914 γεγονός που θεωρείται απόλυτα φυσιολογικό.

Η HR με την VO₂max 0,567 και τον δείκτη αντίληψης της κόπωσης 0,648. Όσο μεγαλύτερη είναι η πρόσληψη οξυγόνου τόσο ο δοκιμαζόμενοι φτάνουν σε υψηλότερα επίπεδα της καρδιακής τους συχνότητας πριν εξαντληθούν και η αντίληψη της κόπωσης είναι φυσιολογικό να βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα.

Η πρόσληψη του γαλακτικού οξέως με την καρδιακή συχνότητα 0,629 το δείκτη κόπωσης 0,586 και την VO₂max. Επίσης φυσιολογικά όσο αυξάνεται η διάρκεια και η επιβάρυνση κατά τη δοκιμασία, τόσο αυξάνεται και η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέως στο αίμα.

Από τον έλεγχο των συσχετίσεων μεταξύ της VO₂max και των παραμέτρων των τεχνικών δεξιοτήτων βρέθηκε ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου συσχετίστηκε αρνητικά με τις ταχύτητες των 10μ -0,604, των 20μ -0,585, των 20μ με μπάλα με το δεξί πόδι -0,560 και με το αριστερό -0,426, ενώ αρνητική ήταν και η συσχέτιση με τη δοκιμασία Illinois -0.438. Τα αποτελέσματα αυτά θεωρούνται φυσιολογικά λόγω του ότι όλες οι δοκιμασίες βρίσκονται μέσα στα πλαίσια του αναερόβιου μηχανισμού.

Συμπεράσματα

- Από την συγκεκριμένη έρευνα δεν φαίνεται να υπάρχει θετική συσχέτιση με τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι δοκιμασίες απαιτούν καλή αναερόβια ικανότητα η οποία επηρεάζει θετικά την επίδοση των δοκιμαζόμενων.
- Η έρευνα περιορίζεται μόνο στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα και καλόν είναι να εξεταστούν και περισσότερες ηλικίες.

Βιβλιογραφία

Aziz AR, Chia M, Teh KC. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*.;40(3):195–200.

Aziz AR, Mukherjee S, Chia MY, Teh KC. (2007) Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 47(4):401–407.

Benjamini Y, Drai D, Elmer G, Kafkafi N, Golani I. (2001) Controlling the false discovery rate in behavior genetics research. *Behav Brain Res*. 125(1–2):279–284.

Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. (2011) Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Med*. 41(9):741–756

Bishop D, Spencer M. (2004) Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 44(1):1–7.

Da Silva JF, Guglielmo LG, Bishop D. (2010) Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res*. 24(8):2115–2121.

Glaister M. (2005) Multiple sprint work : physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med*. 35(9):757–777.

Hamlin MJ, Draper N, Blackwell G, Shearman JP, Kimber NE. (2012) Determination of maximal oxygen uptake using the bruce or a novel athlete-led protocol in a mixed population. *J Hum Kinet*. 31:97–104.

Harris RC, Edwards RH, Hultman E, Nordesjo LO, Nylind B, Sahlin K. (1976) The time course of phosphorylcreatine synthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *PflugersArchiv*. 367(2):137–142.

Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. (2001) Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*. 33(11):1925–1931.

Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjorth N, Bach R, Hoff J. (2007) Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 39(4):665–671.

Jones RM, Cook CC, Kilduff LP, Milanovic Z, James N, Sporis G, Fiorentini B, Fiorentini F, Turner A, Vuckovic G. (2013) Relationship between repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players. *Sci World J*. 2013:952350.

Oliver JL. (2009) Is a fatigue index a worthwhile measure of repeated sprint ability? *Med Sci Sports Exerc.* 12(1):20–23.

Pyne DB, Saunders PU, Montgomery PG, Hewitt AJ, Sheehan K. (2008) Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *J Strength Cond Res.* 22 (5):1633–1637.

Rampinini E, Bishop C, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. (2007) Validity of simple field-tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med.* 28:228–235.

Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.* 2005; 35(12):1025–1044.

Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports medicine.* 2005; 35(6):501–536.

Tabata I, Irisawa K, Kouzaki M, Nishimura K, Ogita F, Miyachi M. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1997; 29(3):390–395.

Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, Yamamoto K. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28(10):1327–1330.

Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med.* 2001; 31(1):1–11

Turner AN, PFS Repeated Sprint Ability. *Strength Cond J.* 2013 ;35(1):37–41.

Zagatto AM, Beck WR, Gobatto CA. (1820-1827) Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *J Strength Cond Res.* 2009 ;23(6).

Altug, Z., Altug, T., & Altug, A. (1987). A test selection guide for assessing and evaluating athletes. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 9(3), 62-66.

Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Med.*, 38(12), 1045-63. doi: 10.2165/00007256-200838120-00007.

Buttifant, D., Graham, K., & Cross, K. (1999). Agility and speed in soccer players are two different performance parameters. *Paper presented at the Science and Football IV Conference, Sydney, NSW.*

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioural sciences. 2nd ed. In: *Current Directions in Psychological Science Hillsdale, Vol. 1, no 3. NJ: Lawrence Earlbaum Associates. p. 98-101.*

Gambetta, V. (1996). How to develop sport-specific speed. *Sports Coach*, 19: 22-24.

Gamble, P. (2011). Technical Aspects of Acceleration and Straight-Line Speed Development. In: *Training for Sports Speed and Agility –An Evidence-Based Approach, Abington, UK: Routledge.*

Gamble, P. (2013). Strength and Conditioning for Team Sports: Sport-Specific Physical Preparation for High Performance. 2nd ed., *London and New York, Routledge, Taylor and Francis.* 291 p.

Getchell, B. (1979). Physical Fitness: A Way of Life. 2nd ed., *New York: John Wiley and Sons, Inc., 1979.*

Hamar, D. (1997). Test agility. Bratislava: *OddelenietelovýchovnéholekárstvaÚstavviedošportepri FTVŠ UK.*

Hamar, D., & Zemková, E. (2001). *Posudzovanie disjunktívnych reakčných-rýchlostných schopností*. Bratislava: FTVŠ UK.

Harman, E., & Garhammer, J. (2008). Administration, Scoring, and Interpretation of Selected Tests. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 3rd ed. , Edited by T.R. Beachle, and R.W. Earle, 250-292. Champaign, IL: Human Kinetics.

Horička, P., Hianik, J., & Šimonek, J. (2014). The Relationship between Speed Factors and Agility in Sport Games. *Journal of Human Sport & Exercise*, 9(1), 49-58.

Little, T., & Williams, A.G. (2005). Specificity of Acceleration, Maximum Speed and Agility in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78.

Měkota, K. (2000). Definice a struktura motorických schopností (novější poznatky a střet názorů). In: *Česká kinantropologie*, 4(1), 59-69.

Parsons, L.S., & Jones, M.T. (1998). Development of Speed, Agility and Quickness for Tennis Athletes. *Strength and Conditioning*, 20, 14-19.

Plisk, S. (2008). Speed, Agility, and Speed-Endurance Development. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 3rd ed., Edited by T.R. Beachle, and R.W. Earle, 458-485. Champaign, IL: Human Kinetics.

Serpell, B.G., Young, W.B., & Ford, M. (2011). Are the perceptual and decision-making aspects of agility trainable? A preliminary investigation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5) , 1240-8.

Sheppard, J.M., & Young, W.B. (2006). Agility Literature Review: Classifications, Training and Testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-32.

Šimonek, J. (2013). Niekoľkopoznámokkchápaniupojmuagilita. *Tel. Vých.Šport*, 23(1), 18-23.

Verkhoshansky, Y. V. (1996). Quickness and Velocity in Sports Movements. *New Studies in Athletics*, 11(2-3), 29-37.

Young, W.B., Benton, D., Duthie, G., & Pryor, J. (2001). Resistance Training for Short Sprints and Maximum-Speed Sprints. *Strength and Conditioning Journal*, 23(2), 7-13.

Young, W.B., Mcdowell, M.H., & Scarlett, B.J. (2001). Specificity of Sprint and Agility Training Methods, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315-20.

Young, W.B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is Muscle Power Related to Running Speed with Changes of Direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 282-288.

Zemková, E., & Hamar, D. (2009). Toward an understanding of agility performance. *Bratislava: Albert*.

Aziz, AR and Chuan, TK. (2004) Correlation between tests of running repeated sprint ability and anaerobic capacity by Wingate cycling in multi-sprint sports athletes. *Int J Appl Sports Sci* 16: 14–22.

Bar-Or, O. (1987) The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. *Sports Med* 4: 381–387.

Borg, GA. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14: 377–382.

Dawson, BT, Ackland, TR, Roberts, CR, and Lawrence, SR. (1991) Repeated effort testing: the phosphate recovery test revisited. *Sports Coach* 14: 12–17.

Dawson, BT, Fizesimons, M, and Ward, D. (1993) The relationship of repeated sprint ability to aerobic power and performance measures of anaerobic work capacity and power. *Aust J Sci Med Sport* 25: 88–92.

Di Salvo, VandGozzi, FP. (1998) Physical training of football players based on their position rules in the team. *J Sports Med Phys Fitness* 38: 294– 297.

Fizesimons, M, Dawson, BT, Ward, D, and Wilkinson, A. (1993) Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Aust J Sci Med Sport* 25: 82–87.

Gatanos, GC, Williams, C, Boobis, LH, and Brooks, S. (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol* 75: 712–719.

Gaul, CA, Docherty, D, and Wolski, LA. (1997) The relationship between aerobic fitness and intermittent high intensity anaerobic performance in active females. *Can J Appl Physiol* 22(Suppl.): 19P.

Jenkins, D. (1993) The importance of aerobic fitness for field games players. *Sports Coach* 16: 22–23.

Lane, KN, Wenger, HA, and Blair, C. (1997) Relationship between maximal aerobic power and the ability to recover from repeated, high-intensity, on ice sprints in male ice hockey players. *Can J Appl Physiol* 22(Suppl.): 35P.

McCully, KK, Fielding, RA, Evans, WJ, Leigh, JS, and Osner, JD. Relationships in vivo and in vitro measurements of metabolism in young and old human calf muscles. *J Appl Physiol* 75: 813–819, 1993.

McMahon, S and Wenger, HA. (1998) The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *J Sci Med Sport* 1: 219–227.

Paliczka, VJ, Nichols, AK, and Boreham, CAG. (1987) A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. *Br J Sports Med* 21: 163–165.

Patton, JF and Duggan, A. (1987) An evaluation of tests of anaerobic power. *Aviat Space Environ Med* . 58: 237–242.

Reilly, T. (1994) Motion characteristics. In: *Football (Soccer)* . B. Ekblom, ed. London: Blackwell Scientific Publications. pp. 31–42.

Reilly, T. (1994) Physiological profile of the player. In: *Football (Soccer)*. B. Ekblom, ed. London: Blackwell Scientific Publications. pp. 78–94.

Slaughter, MH, Lohman, TG, Boileau, RA, Horswill, CA, Stillman, RJ, and Van Loan, MD. (1988). Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 60: 709–723.

St Clair Gibson, A, Broomhead, S, Lambert, MI, and Hawley, JA. (1998). Prediction of maximal oxygen uptake from a 20m shuttle run as measured directly in runners and squash players. *J Sports Sci* 16: 331–335.

Stolen, T, Chamari, K, Castagna, C, and Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Med* 35:501–536.

Tharp, GD, Newhouse, RK, Uffelman, L, Thorland, WG, and Johnson, GO. (1985). Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate Anaerobic Test. *Res Q Exerc Sport* 56: 73–76.

Thatcher, R and Batterham, AM. (2004) .Development and validation of a sport-specific exercise protocol for elite youth soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 44: 15–22.

Tomlin, D and Wenger, HA. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med* 31: 1–11.

Wadley, G and Le Rossignol, P. (1933). The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *J Sci Med Sport* 1: 100–110.