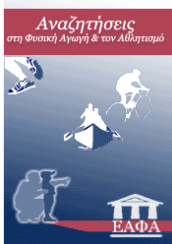


Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό

Τόμος 13(3), 1 - 11

Δημοσιεύτηκε: Δεκέμβριος 2015



Inquiries in Sport & Physical Education

www.pe.uth.gr/emag

Volume 13 (3), 1 - 11

ISSN 1790-3041

Released: December 2015



The Effect of a Combinatorial Program of Balance - Plyometric Training on Jumping Ability of Taekwondo Athletes

¹Athanasios Chasialis, ¹Gerasimos Grivas, ¹Christina Katsoula, ¹Vasiliki Varra, ¹Ioannis Koutsioras, ²Stavros Drossos

¹Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Thessaly, Trikala

²University of Middlesex, England

Abstract

The purpose of this study was to compare the effectiveness of a combined plyometric and balance training program and a simple plyometric training program on jumping ability and balance in adult men athletes of Taekwondo. The sample consisted of twenty (20) adult male Taekwondo athletes aged 18-24 years who were divided into two groups of 10 people. The first group makes plyometric training (PO) while the second group makes, first balance training and then plyometric training (PO+I). The interventionist program to PO+I was twelve weeks and included variants balance training exercises for both feet with or without use of the plank and balance disk and then plyometric training exercises such hoples, jump, triple jump, bounce over obstacles and jumping run. The PO group for the same period made, only plyometric training. Horizontal (standing long jump test) and vertical jumping ability (counter movement jump test), and static (stork test) and dynamic (Bass test) balance were measured prior and 2-days after the completion of training programs. For the statistical analysis of the results, was used analysis of variance with two factors (two-way ANOVA), «group» x «time» (2x2), with repeated measures in factor "time". In addition to for investigating the differences between groups, used the formula of Tukey as the criterion post-hoc comparison, where necessary. From the analysis of the results revealed that only the PO+I group improved static and dynamic balance, while both groups improved significantly the horizontal and the vertical jumping ability without, be differences between them.

Keyword: *counter movement jump, standing long jump, power*

Η Επίδραση Ενός Συνδυαστικού Προγράμματος Ισορροπίας και Πλειομετρικής Προπόνησης στην Αλτική Ικανότητα και στην Ισορροπία Αθλητών Ταεκβοντο

Αθανάσιος Χασιαλής¹, Γεράσιμος Γρίβας¹, Χριστίνα Κατσούλα¹, Βασιλική Βάρρα¹, Ιωάννης Κουτσιώρας¹ & Σταύρος Δρόσος²

¹ ΤΕΦΑΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,
² Middlesex University of London, England

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας και ενός απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα και την ισορροπία ενήλικων αθλητών Ταεκβοντο. Το δείγμα αποτέλεσαν είκοσι (20) ενήλικες άντρες αθλητές του Ταεκβοντο ηλικίας 18 - 24 ετών, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των 10 ατόμων. Η πρώτη ομάδα έκανε πλειομετρική προπόνηση (ΠΟ) ενώ η δεύτερη ομάδα έκανε πρώτα προπόνηση ισορροπίας και στη συνέχεια πλειομετρική προπόνηση (ΠΟ+Ι). Το παρεμβατικό πρόγραμμα για την ΠΟ+Ι ήταν διάρκειας δώδεκα εβδομάδων και περιλάμβανε ασκήσεις προπόνησης της ισορροπίας και για τα δύο πόδια με ή και χωρίς τη χρήση σανίδας και δίσκου ισορροπίας με διάφορες παραλλαγές και στη συνέχεια ασκήσεις πλειομετρικής προπόνησης όπως χόμπλες, άλματα, τριπλούν, αναπηδήσεις πάνω από εμπόδια και αλτικό τρέξιμο. Η ΠΟ για το ίδιο ακριβώς χρονικό διάστημα έκανε μόνο πλειομετρική προπόνηση. Πριν την έναρξη καθώς και δύο ημέρες μετά τη λήξη των προπονητικών προγραμμάτων, αξιολογήθηκε η οριζόντια αλτικότητα (άλμα σε μήκος χωρίς φόρα) και κατακόρυφη αλτικότητα (άλμα με αντίθετη κίνηση), η στατική (δοκιμασία πελαργού) και η δυναμική ισορροπία (δοκιμασία Bass) των αθλητών. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA), «ομάδα» x «χρόνος» (2x2), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα «χρόνος». Επιπρόσθετα, για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε ο μαθηματικός τύπος του Tukey ως κριτήριο post-hoc σύγκρισης, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι μόνο η ΠΟ+Ι βελτίωσε τη στατική και δυναμική ισορροπία, ενώ και οι δύο ομάδες βελτίωσαν σημαντικά την οριζόντια και την κατακόρυφη αλτική τους ικανότητα, χωρίς ωστόσο να παρατηρηθούν διαφορές μεταξύ τους.

Λέξεις κλειδιά: *άλμα με αντίθετη κίνηση, οριζόντιο άλμα χωρίς φόρα, ισχύς*

Εισαγωγή

Το Ταεκβοντο είναι ένα Ολυμπιακό άθλημα από τα πιο δημοφιλή στον κόσμο σε παιδιά και εφήβους (Pieter, 2009). Στην αγωνιστική του μορφή, χαρακτηρίζεται ως αναερόβιο άθλημα υψηλής έντασης (Heller, et al., 1998; Toskovic, Blessing & Williford, 2004), που απαιτεί υψηλό επίπεδο φυσικής κατάστασης λόγω της δυναμικής του φύσης και των δυνατών, συνεχόμενων και γρήγορων επιθέσεων (Kazemi, Casella & Perri, 2009). Ωστόσο φαίνεται ότι ιδιαίτερος σημαντικοί παράγοντες για την απόδοση είναι η ισχύς των κάτω άκρων (Heller et al., 1998; Markovic, Misigoj-Durakovic & Trninic, 2005) καθώς και η στατική και δυναμική ισορροπία (Sadowski, 2005).

Η ισχύς - ταχυδύναμη είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για την απόδοση και για αυτό το λόγο οι προπονητές δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Αναπτύσσεται είτε με τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης μέσω της προπόνησης με αντιστάσεις, (Fleck & Kraemer, 1997) είτε μέσω της πλειομετρικής προπόνησης, με τη χρήση εκρηκτικών ασκήσεων (Chu, 1983; McNaughton, 1988). Αξιολογείται με διάφορες δοκιμασίες, με το κατακόρυφο άλμα να είναι μια από τις δημοφιλέστερες (Carlock et al., 2004). Αξιίζει να σημειωθεί ότι στη μελέτη τους οι Υίαι, Thung και Pieter (2004) σε Μαλαισιανές αθλήτριες του Ταεκβοντο ανέφεραν ότι η νικήτρια σε αγώνες που πραγματοποιήθηκαν 9 εβδομάδες πριν τους Ολυμπιακούς αγώνες στη χώρα, είχε καλύτερη επίδοση στο κατακόρυφο άλμα σε σχέση με τις υπόλοιπες αθλήτριες. Η απόδοση στο κατακόρυφο άλμα σύμφωνα με τους Kraemer και Newton (1994) καθορίζεται από τη μέγιστη δύναμη των κάτω άκρων, το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης καθώς επίσης και το επίπεδο νευρομυϊκού συντονισμού. Εκτός από την ισχύς - ταχυδύναμη, εξίσου σημαντικός παράγοντας στην απόδοση του Ταεκβοντο είναι η στατική ισορροπία των αθλητών κατά την αγωνιστική στάση (θέση μάχης) (Pieter, 2009), και η δυναμική ισορροπία (Fatma, Kaya, Baltaci, Taskin & Erkmn, 2010), καθώς οι αθλητές πρέπει να είναι σε θέση να χτυπήσουν αποτελεσματικά το στόχο κάνοντας χρήση τεχνικών που απαιτούν στάση στο ένα πόδι (Stefanek, 1998). Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι η προπόνηση ισορροπίας αυξάνει την αθλητική απόδοση (Taube, et al., 2006), διότι φαίνεται πως βελτιώνει το μεσομυϊκό συντονισμό (Bruhn, Kullman & Gollhofer, 2006) και ενδεχομένως να προκαλεί προσαρμογές που βοηθούν στον καλύτερο έλεγχο του σώματος κατά την όρθια στάση (Taube, Gruber & Gollhofer, 2008). Παράλληλα φαίνεται πως η προπόνηση ισορροπίας συμβάλει στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης της δύναμης, στη βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας (Gruber, et al., 2007), καθώς επίσης και στη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος (Taube et al., 2006).

Τα προγράμματα προπόνησης χωρίζονται σε απλά και συνδυαστικά. Τα απλά προγράμματα άσκησης, χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και προκαλούν συγκεκριμένες καρδιαγγειακές ή νευρομυϊκές προσαρμογές, ενώ τα συνδυαστικά, στον ίδιο χρόνο άσκησης επιφέρουν ταυτόχρονα νευρομυϊκές και καρδιαγγειακές προσαρμογές και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της απόδοσης (Καρατράντου & Γεροδήμος, 2014).

Υπάρχουν αρκετές μελέτες οι οποίες εξέτασαν την επίδραση ενός απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην αλτικότητα και την ισορροπία. Ορισμένες από τις έρευνες αυτές οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε νεαρούς ασκούμενους και μη ασκούμενους, καθώς και σε άτομα τρίτης ηλικίας αναφέρουν ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτίωσε την κατακόρυφη αλτική ικανότητα και τη δυναμική ισορροπία (de Villarreal, Izquierdo & Gonzalez-Badillo, 2011; Kibele, Classen, Muehlbauer, Granacher & Behm, 2014; Makaruk & Sacewicz, 2010; Piirainen, Cronin, Avela & Linnamo, 2014). Επίσης άλλες έρευνες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε αθλήτριες Ταεκβοντο και νεαρούς ποδοσφαιριστές αναφέρουν ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτίωσε τόσο την οριζόντια όσο και την κατακόρυφη αλτική ικανότητα (Arazi, Mohammadi & Asadi, 2014; Markovic et al., 2005; Meylan & Malatesta, 2009).

Τελευταία οι προπονητές συνδυάζουν διαφορετικούς προπονητικούς στόχους στα προγράμματά τους με σκοπό την αποτελεσματικότερη προπόνηση των αθλητών τους αλλά και τη μείωση του χρόνου άσκησης (Davis, Wood, Andrews, Elkind, & Davis, 2008 a,b,c). Έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες, οι οποίες εξέτασαν την επίδραση διαφορετικών συνδυαστικών προγραμμάτων, δύναμης και αερόβιας ικανότητας (Hendrickson et al., 2010; Karavirta et al., 2009), πλειομετρικής προπόνησης και αερόβιας ικανότητας (Chimera, Swanik, Swanik, & Straub, 2004; Spurr, Murphy, & Watsford, 2003), προπόνηση δύναμης και προπόνηση ισορροπίας (Bruhn et al., 2006) στη βελτίωση της απόδοσης των αθλητών.

Όμως, όσον αφορά στην επίδραση ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας στην αλτικότητα και την ισορροπία βρέθηκε μόνο μια έρευνα. Αυτή πραγματοποιήθηκε σε αθλητές με αστάθεια της ποδοκνημικής και αναφέρει ότι παρατηρήθηκε βελτίωση τόσο της δυναμικής όσο και της στατικής ισορροπίας μετά την εφαρμογή ενός συνδυαστικού προγράμματος διάρκειας 6 εβδομάδων (Huang, Chen, Lin & Lee, 2014).

Στη διεθνή βιβλιογραφία βρέθηκε μόνο μια μελέτη η οποία συνέκρινε την αποτελεσματικότητα ενός συνδυαστικού και ενός απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην αλτικότητα και την ισορροπία.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη δυναμική ισορροπία και στην κατακόρυφη και οριζόντια αλτική ικανότητα μεταξύ της ομάδας που πραγματοποίησε πλειομετρική προπόνηση και προπόνηση ισορροπίας και της ομάδας που πραγματοποίησε μόνο πλειομετρική προπόνηση. Αντίθετα, όσον αφορά στη στατική ισορροπία, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, με την ομάδα που πραγματοποίησε πλειομετρική προπόνηση και προπόνηση ισορροπίας να υπερέχει (Chaouachi, Othman, Hammami, Drinkwater & Behm, 2014). Γενικότερα όμως η αποτελεσματικότητα ενός συνδυαστικού προγράμματος προπόνησης είναι δυνατόν να επηρεαστεί από τον όγκο ή την ένταση της προπόνησης (Cadore et al., 2011; Cadore et al., 2012).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, σε ότι αφορά στο Ταεκβοντο, δε βρέθηκαν μελέτες που να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα ενός συνδυαστικού προγράμματος, πλειομετρικής προπόνησης και προπόνησης ισορροπίας, στην ίδια προπονητική μονάδα. Συνεπώς, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν: α) να εξετασθεί η επίδραση ενός απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην αλτικότητα και την ισορροπία ενήλικων αθλητών Ταεκβοντο, β) να εξετασθεί η επίδραση ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας στην αλτικότητα και την ισορροπία ενήλικων αθλητών Ταεκβοντο και γ) να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα των δύο προγραμμάτων άσκησης.

Μέθοδος και Διαδικασία

Εξεταζόμενοι

Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά 20 ενήλικες άνδρες αθλητές του Ταεκβοντο. Η ενασχόληση των αθλητών με το Ταεκβοντο για πάνω από 1.5 χρόνο τέθηκε ως κριτήριο για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, την ομάδα ΠΟ η οποία εκτελούσε πλειομετρικές ασκήσεις και την ομάδα ΠΟ+Ι η οποία εκτελούσε ένα συνδυαστικό πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων και ασκήσεων ισορροπίας, στην ίδια προπονητική μονάδα. Πριν την έναρξη της μελέτης οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν και υπέγραψαν σχετική φόρμα για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Η ηλικία και τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ηλικία, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και σύσταση μάζας σώματος των συμμετεχόντων (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση)

Ομάδα	n	Ηλικία (έτη)	Ανάστημα (cm)	Σωματική μάζα (kg)	Λίπος (%)
Πλειομετρική προπόνηση	10	21±3	178.6±6.2	77.3±7.1	13.7±2.1
Πλειομετρική προπόνηση + Ισορροπία	10	22±2	180.1±6	81.2±6.1	12.4±4

Μετρήσεις

Στην παρούσα έρευνα αξιολογήθηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, η σύσταση μάζας σώματος, η στατική και δυναμική ισορροπία και η ταχυδύναμη (κατακόρυφη και οριζόντια αλτικότητα) των δοκιμαζομένων.

Ανάστημα. Το ανάστημα μετρήθηκε σε ειδικό σταθερό αναστημόμετρο (Seca model 216, Seca, Hamburg, Germany). Οι εξεταζόμενοι στέκονταν όρθιοι, με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια, τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα στα πλάγια, τα πόδια ενωμένα και το κεφάλι όρθιο. Η μέτρηση έγινε με ακρίβεια εκατοστού (1cm) και επαναλήφθηκε 2 φορές (Lohman, Roche, & Martorell, 1988).

Σωματική μάζα. Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας οι δοκιμαζόμενοι στέκονταν ελαφρά ντυμένοι στο κέντρο του ζυγού, με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια. Η μέτρηση έγινε με ακρίβεια μισού κιλού (0.5kg) και επαναλήφθηκε 2 φορές (Lohman et al., 1988). Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας (Seca model 750, Seca, Hamburg, Germany).

Προσδιορισμός του Σωματικού Λίπους. Για τον προσδιορισμό του σωματικού λίπους των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των δερματοπτυχών. Οι μετρήσεις των δερματοπτυχών έγιναν με τη χρήση ενός δερματοπτυχόμετρου Harpenden (Cranlea, Birmingham, UK). Το σύστημα 3 σημείων (στήθος, κοιλιά και μηρού) χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του σωματικού λίπους. Ο προσδιορισμός του σωματικού λίπους έγινε

με την εξίσωση του Siri, (1961), σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Αθλητιατρικής Εταιρείας (ACSM) (2000).

Στατική ισορροπία. Για την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία στάση του πελαργού. Οι δοκιμαζόμενοι στάθηκαν στο δυνατό τους πόδι τοποθετώντας το ελεύθερο πάνω στο πόδι ισορροπίας έτσι ώστε η φτέρνα τους να είναι πάνω στο γόνατο του ποδιού στήριξης με τα χέρια να βρίσκονται στη μέση. Ακολούθως μετά από παράγγελμα ανασηκώνονταν στα δάχτυλα του ποδιού ισορροπίας και παρέμεναν σε αυτή τη θέση για όσο περισσότερο χρόνο μπορούσαν. Πραγματοποιήθηκαν 3 προσπάθειες και ο χρόνος μετρούσε σε δευτερόλεπτα από τη στιγμή που σηκώνονταν η φτέρνα του ποδιού στήριξης από το έδαφος έως ότου ο εξεταζόμενος έχανε τη θέση ισορροπίας του, απέσυρε τα χέρια του από τη μέση ή μετά το πέρας των 60 s. Ο καλύτερος από τους τρεις χρόνους στο πλησιέστερο δευτερόλεπτο αποτελούσε το σκορ της δοκιμασίας (Καμπίτσης, 1990).

Δυναμική ισορροπία. Η δοκιμασία *Bass* χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας των αθλητών. Οι εξεταζόμενοι στεκόταν με το δεξί τους πόδι στον αρχικό κύκλο που αποτελούσε και το σημείο εκκίνησης. Με το παράγγελμα πηδούσαν στον επόμενο κύκλο με το αριστερό πόδι και στη συνέχεια στους επόμενους με συνεχή εναλλαγή των ποδιών. Συνολικά υπήρχαν 10 κύκλοι και σε κάθε κύκλο οι εξεταζόμενοι έπρεπε να παραμείνουν για 5 s. Πραγματοποιήθηκαν 5 προσπάθειες (τρεις δοκιμαστικές για εξοικείωση) και το τελικό αποτέλεσμα της δοκιμασίας ήταν ο χρόνος της καλύτερης από τις δύο τελευταίες προσπάθειες. Η δοκιμασία *Bass* χρησιμοποιήθηκε όπως εφαρμόστηκε από τον *Bass* (1939).

Κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Για την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας εφαρμόστηκε το *Jump and Reach Test* και αξιολογήθηκε η ισχύς των κάτω άκρων. Ο εξεταζόμενος στεκόταν σε τοίχο και προσπαθούσε να φτάσει στο ψηλότερο σημείο που μπορούσε, με το χέρι προτίμησής του, πατώντας στο έδαφος όλο του το πέλμα. Το σημείο αυτό σημειώθηκε. Στη συνέχεια ο εξεταζόμενος λύγιζε τα πόδια του και αναπηδούσε όσο ψηλότερα μπορούσε με σκοπό να ακουμπήσει τον τοίχο όταν θα βρισκόταν στο ψηλότερο σημείο του άλματος. Πραγματοποιήθηκαν τρεις προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη (ύψος άλματος σε cm). Η μέτρηση του κατακόρυφου άλματος πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες του *Sargent*, (1921).

Οριζόντια αλτική ικανότητα. Το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της οριζόντιας αλτικής ικανότητας των αθλητών. Οι δοκιμαζόμενοι στεκόταν πίσω από τη γραμμή άλματος με διάσταση των ποδιών, περίπου όσο το άνοιγμα των ώμων. Εκτελώντας κάμψη των ποδιών προς τα κάτω και πηγαίνοντας τα χέρια πίσω και κάτω, πραγματοποιούσαν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο άλμα προς τα εμπρός. Η προσγείωση γίνονταν και με τα δυο πόδια μαζί σε στρώμα σταθεροποιημένο στο έδαφος, χωρίς οι ασκούμενοι να στηριχθούν με τα χέρια τους πίσω. Το σημείο πτώσης σημειωνόταν και κατόπιν γινόταν η μέτρηση του πλησιέστερου σημείου από το σημείο πτώσης του προς τη γραμμή της αφετηρίας και κάθετα προς αυτή. Πραγματοποιήθηκαν τρεις προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη (Καμπίτσης 1990).

Προπονητικό πρόγραμμα ΠΟ ομάδας

Οι ασκούμενοι εκτέλεσαν ασκήσεις πλειομετρικής προπόνησης για 12 εβδομάδες, με συχνότητα προπόνησης δύο φορές/εβδομάδα. Πριν την έναρξη κάθε προπονητικής μονάδας πραγματοποιούνταν 10 min προθέρμανση και 10 min διατάσεις, καθώς και στο τέλος κάθε προπονητικής μονάδας πραγματοποιούνταν αποθεραπεία 10 min και διατάσεις 10 min. Σε κάθε άσκηση εκτελούσαν 8-10 επαναλήψεις, από 1-2 σετ. Το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 2-3 min, μεταξύ των σετ 3 min και μεταξύ των ασκήσεων 5 min. Η ένταση των ασκήσεων ήταν μέγιστη. Η συνολική διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας ήταν περίπου 70 min. Ενδεικτικά μερικές από τις ασκήσεις που εκτέλεσαν οι δοκιμαζόμενοι ήταν: 1) χόπλες σε μήκος και σε ύψος, 2) επιτόπιο κατακόρυφο άλμα και άλμα εις μήκος με αντίθετη κίνηση, 3) άλμα πάνω από εμπόδιο 30cm, 4) άλμα τριπλούν, 5) πλάγιες αναπηδήσεις σε ελαστικό σχοινί με αυξανόμενο ύψος 20cm-120cm, 6) αναπηδήσεις πάνω από εμπόδια 35cm, 7) αλτικό τρέξιμο με εναλλαγές χεριών.

Προπονητικό πρόγραμμα ΠΟ+Ι ομάδας

Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 12 εβδομάδες και η συχνότητα προπόνησης ήταν δύο φορές/εβδομάδα. Πριν την έναρξη κάθε προπονητικής μονάδας πραγματοποιούνταν 10 min προθέρμανση και 10 min διατάσεις, καθώς και στο τέλος κάθε προπονητικής μονάδας πραγματοποιούνταν αποθεραπεία 10 min και διατάσεις 10 min. Στην αρχή της προπόνησης οι ασκούμενοι εκτελούσαν το πρόγραμμα της ισορροπίας και στη συνέχεια την πλειομετρική προπόνηση. Το διάλειμμα για τη μετάβαση από τις ασκήσεις ισορροπίας στις πλειομετρικές

ασκήσεις ήταν 5-7 min. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα προπόνησης της ισορροπίας περιελάμβανε, ισορροπία και με τα δύο πόδια, ισορροπία εναλλάξ με το δεξί και το αριστερό πόδι, ισορροπία πάνω σε σανίδα και σε δίσκο ισορροπίας με διάφορες παραλλαγές. Η διάρκεια της επιβάρυνσης κάθε άσκησης ήταν 30-40 sec και το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 30 sec. Τα σετ των ασκήσεων που εκτελούσαν ήταν από 3-5. Σε ότι αφορά την πλειομετρική προπόνηση, σε κάθε άσκηση εκτελούσαν 8-10 επαναλήψεις, από 1-2 σετ. Το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 2-3 min, μεταξύ των σετ 3 min και μεταξύ των ασκήσεων 5 min. Η ένταση των ασκήσεων ήταν μέγιστη. Η συνολική διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας ήταν περίπου 70min.

Διαδικασία μέτρησης

Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα σε αίθουσα προπόνησης μαχητικών αθλημάτων ιδιωτικού γυμναστηρίου. Κατά τη διάρκεια της πρώτης ημέρας έγινε καταγραφή των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητών και τη δεύτερη πραγματοποιήθηκαν οι δοκιμασίες της ισορροπίας και της αλτικότητας. Τα δεδομένα των μετρήσεων που προέκυψαν λήφθηκαν υπ' όψιν ως κριτήρια για το χωρισμό των αθλητών στις δυο ομάδες (ΠΟ και ΠΟ+Ι), ώστε τα άτομα και των δύο ομάδων να είναι περίπου της ίδιας δυναμικότητας. Οι μετρήσεις της μελέτης πραγματοποιήθηκαν σε δύο χρονικές στιγμές, πριν την έναρξη του προπονητικού προγράμματος και μετά το τέλος του προπονητικού προγράμματος. Και οι δύο ομάδες αξιολογήθηκαν ακριβώς υπό τις ίδιες συνθήκες.

Στατιστική ανάλυση

Το στατιστικό πακέτο SPSS 15 (Illinois, USA) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Για κάθε μια από τις μεταβλητές πραγματοποιήθηκε έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής (κριτήριο Shapiro-Wilk), αλλά και έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων (Levens Test for Equality of Variances). Από τον έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής προέκυψε ότι όλες οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Επίσης, από τον έλεγχο της ισότητας των διακυμάνσεων παρατηρήθηκε ότι όλες οι μεταβλητές παρουσίασαν ομοιογένεια της διακύμανσης μεταξύ των δειγμάτων.

Για να εξετασθεί η επίδραση του απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και του συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας στην στατική και δυναμική ισορροπία, καθώς και στην κατακόρυφη και την οριζόντια αλτικότητα, των νεαρών ανδρών, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA), «ομάδα» x «χρόνος» (2 x 2), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα «χρόνος». Επιπρόσθετα, για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε ο μαθηματικός τύπος του Tukey ως κριτήριο post-hoc σύγκρισης, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$.

Αποτελέσματα

Ισορροπία (στατική και δυναμική)

Από την ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρόνος» (Πίνακας 2): α) στη στατική ($F_{1,18} = 133.35, p < 0.001$) και β) στη δυναμική ισορροπία ($F_{1,18} = 5.24, p < 0.05$) των νεαρών ανδρών. Στη συνδυαστική ομάδα πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής (πριν) και της τελικής (μετά) μέτρησης ($p < 0.001$) τόσο στη στατική όσο και στη δυναμική ισορροπία, ενώ στην ομάδα πλειομετρικής προπόνησης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης ($p = 0.54-0.27$) σε καμία από τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, η στατική και η δυναμική ισορροπία των νεαρών ανδρών βελτιώθηκαν μόνο μετά τη λήξη του συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας.

Όσον αφορά στις διαφορές μεταξύ των ομάδων, η αρχική (πριν) μέτρηση δε διέφερε στατιστικά σημαντικά. Αντίθετα, στην τελική (μετά) μέτρηση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων τόσο στη στατική όσο και στη δυναμική ισορροπία. Συγκεκριμένα, η συνδυαστική ομάδα πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας διέφερε στατιστικά σημαντικά από την ομάδα πλειομετρικής προπόνησης ($p < 0.001-0.01$).

Πίνακας 2. Στατική και δυναμική ισορροπία των νεαρών ανδρών ανά ομάδα και μέτρηση (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση)

Δοκιμασίες	Ομάδα	1η μέτρηση	2η μέτρηση	% Μεταβολή
Στατική Ισορροπία (sec)	ΠΟ	6.06 ± 1.46	6.25 ± 1.39	5.11 ± 15.93
	ΠΟ+Ι	5.95 ± 1.43	11.08 ± 2.22*#	89.84 ± 25.91
Δυναμική Ισορροπία (sec)	ΠΟ	55.90 ± 6.40	58.70 ± 6.29	6.28 ± 16.64
	ΠΟ+Ι	55.90 ± 7.39	66.60 ± 2.80*#	20.72 ± 13.91

Όπου * $p < 0.001$ μεταξύ πρώτης και δεύτερης μέτρησης, # $p < 0.001$ με την ΠΟ. ΠΟ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΠΟ+Ι: συνδυαστική ομάδα πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας.

Ισχύς κάτω άκρων (κατακόρυφη και οριζόντια αλτικότητα)

Από την ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων προέκυψε στατιστικά σημαντική απλή επίδραση του παράγοντα «χρόνος» (Πίνακας 3) στην κατακόρυφη ($F_{1,18} = 96.69, p < 0.001$) και στην οριζόντια αλτικότητα ($F_{1,18} = 83.62, p < 0.001$) των νεαρών ανδρών, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική απλή επίδραση του παράγοντα «ομάδα», αλλά και αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρόνος». Και στις δύο ομάδες άσκησης (ΠΟ και ΠΟ+Ι) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής (πριν) και της τελικής (μετά) μέτρησης ($p < 0.001$) τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη αλτικότητα. Πιο συγκεκριμένα, η κατακόρυφη και η οριζόντια αλτικότητα των νεαρών ανδρών βελτιώθηκαν, μετά τη λήξη των προγραμμάτων παρέμβασης.

Όσον αφορά στις διαφορές μεταξύ των ομάδων, τόσο η αρχική (πριν) όσο και η τελική (μετά) μέτρηση δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ομάδων ($p = 0.64-0.73$). Επιπρόσθετα, από την ανάλυση διακύμανσης (Πίνακας 3) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ποσοστιαία μεταβολή, μεταξύ των ομάδων, τόσο στην κατακόρυφη ($F_{1,18} = 2.03, p = 0.17$) όσο και στην οριζόντια αλτικότητα ($F_{1,18} = 0.06, p = 0.81$).

Πίνακας 3. Κατακόρυφη και οριζόντια αλτικότητα, των νεαρών ανδρών, ανά ομάδα και μέτρηση (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση)

Δοκιμασίες	Ομάδα	1η μέτρηση	2η μέτρηση	% Μεταβολή
Κατακόρυφη αλτικότητα (cm)	ΠΟ	40.15 ± 2.95	45.27 ± 2.24*	13.13 ± 7.55
	ΠΟ+Ι	40.61 ± 2.45	47.82 ± 1.59*	18.14 ± 8.15
Οριζόντια αλτικότητα (cm)	ΠΟ	219.03 ± 14.35	228.85 ± 13.53*	4.54 ± 2.13
	ΠΟ+Ι	221.23 ± 13.90	231.73 ± 13.45*	4.80 ± 2.54

Όπου * $p < 0.001$ μεταξύ πρώτης και δεύτερης μέτρησης, ΠΟ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΠΟ+Ι: συνδυαστική ομάδα πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας

Συζήτηση

Η παρούσα έρευνα είναι η πρώτη στη βιβλιογραφία στην οποία πραγματοποιήθηκε συνδυαστική προπόνηση δύναμης και ισορροπίας στην ίδια προπονητική μονάδα, σε αθλητές Ταεκβοντο. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες σε αθλητές Ταεκβοντο, οι οποίες όμως αναφέρονται σε προπόνηση της κάθε ικανότητας ξεχωριστά σε μια προπονητική μονάδα (αερόβια ικανότητα, δύναμη, ισορροπία, κινητικότητα, ισχύς) (Bruhn et al. 2006; Fatma et al. 2010; Taube et al. 2006). Όμως, έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια από τη βιβλιογραφία ότι ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων ικανοτήτων στην ίδια προπονητική μονάδα έχει μεγαλύτερα οφέλη στη φυσική κατάσταση των ασκούμενων (Ahtiainen et al. 2009; Davis et al. 2008 a,b,c; Hendrickson et al., 2010; Karavirta et al. 2009).

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης σε σύγκριση με ένα συνδυαστικό πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων και ασκήσεων ισορροπίας, στην ίδια προπονητική μονάδα, στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας και της ισορροπίας σε ενήλικες άνδρες, αθλητές του Ταεκβοντο. Τα σημαντικότερα ευρήματα της έρευνας είναι ότι μόνο η ομάδα ΠΟ+Ι βελτίωσε τόσο τη στατική όσο και τη δυναμική ισορροπία. Επίσης, η κατακόρυφη και η οριζόντια αλτικότητα των νεαρών ανδρών βελτιώθηκαν και στις δύο ομάδες, μετά τη λήξη των προγραμμάτων παρέμβασης και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών, καθώς δεν έχουν πραγματοποιηθεί άλλες έρευνες που να χρησιμοποιήσαν συνδυαστική προπόνηση

δύναμης και ισορροπίας στην ίδια προπονητική μονάδα σε αθλητές Ταεκβοντο. Πολλές μελέτες όμως που έχουν γίνει σε άλλες πληθυσμιακές ομάδες έχουν δείξει ότι τα προπονητικά προγράμματα ισορροπίας βελτιώνουν σημαντικά την ισορροπία (Esfahani, Rahnema & Langerodi, 2014, Granacher, Gollhofer & Kriemler, 2010; Granacher, Muehlbauer, Maestrini, Zahner & Gollhofer 2011a; Granacher, et al., 2011b; Keane, Behm & Young, 2006; Kibele & Behm, 2009; Muehlbauer, Roth, Mueller & Granacher, 2011).

Έχουν βρεθεί 6 μελέτες που εξέτασαν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτικότητα και την ισορροπία. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα του Kibele και των συνεργατών του (2014), σκοπός ήταν να εξεταστεί κατά πόσο ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης 7 εβδομάδων βελτίωσε την αλτικότητα και την ισορροπία σε φυσικά δραστήρια νεαρά άτομα. Πιο συγκεκριμένα, μετά από 7 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης, οι ασκούμενοι βελτίωσαν τόσο την κατακόρυφη αλτική ικανότητα, όσο και τη δυναμική ισορροπία, ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές όσον αφορά στη στατική ισορροπία. Τα αποτελέσματα της προηγούμενης έρευνας συμφωνούν με αυτά της παρούσας, όσον αφορά στη στατική ισορροπία και στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα, ενώ διαφωνούν με τα αποτελέσματα της δυναμικής ισορροπίας. Παρόμοια αποτελέσματα με την παραπάνω έρευνα παρατηρήθηκαν και στην έρευνα του Piirainen και των συνεργατών του (2014). Όπου μετά από 12 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης η δυναμική ισορροπία βελτιώθηκε. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όπου δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το τέλος του προπονητικού προγράμματος.

Επίσης στην έρευνα των Makaruk και Sacewicz (2010), σκοπός ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση 6 εβδομάδων πλειομετρικής προπόνησης στην κατακόρυφη αλτικότητα σε 44 μη ασκούμενους φοιτητές. Από τα αποτελέσματα βρέθηκαν ότι οι ασκούμενοι βελτίωσαν σημαντικά την κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας. Επιπλέον, τα ίδια αποτελέσματα με την προηγούμενη αλλά και την παρούσα έρευνα παρατηρήθηκαν και στη μελέτη του de Villarreal και των συνεργατών του (2011). Μετά από 7 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης βελτιώθηκε σημαντικά η κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Επιπρόσθετα ο Arazi και οι συνεργάτες του (2014) πραγματοποίησαν μια έρευνα η οποία είχε σαν σκοπό την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην οριζόντια αλτική ικανότητα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, μετά από 6 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης βελτιώθηκε η οριζόντια αλτική ικανότητα κατά 8%. Αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όπου η οριζόντια αλτική ικανότητα βελτιώθηκε κατά 4,5%. Με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν ο Markonic και οι συνεργάτες του (2005). Πιο συγκεκριμένα, μετά από 10 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης βελτιώθηκε τόσο η οριζόντια αλτική ικανότητα (10%) όσο και η κατακόρυφη αλτική ικανότητα (6%).

Όσον αφορά στην επίδραση ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας στην αλτικότητα και την ισορροπία, βρέθηκε μόνο μια έρευνα. Αναλυτικότερα, στη μελέτη του Huang και των συνεργατών του (2014), σκοπός ήταν να εξεταστεί η επίδραση ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας σε αθλητές με αστάθεια της ποδοκνημικής. Μετά το τέλος των 6 εβδομάδων του συνδυαστικού προγράμματος παρατηρήθηκε βελτίωση τόσο της δυναμικής όσο και της στατικής ισορροπίας. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όπου μετά το τέλος της συνδυαστικής προπόνησης βελτιώθηκε η στατική και δυναμική ισορροπία.

Τέλος, βρέθηκε μόνο μια μελέτη η οποία συνέκρινε την αποτελεσματικότητα ενός απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας στην αλτικότητα και την ισορροπία. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα αποτελέσματα της μελέτης του Chaouiachi και των συνεργατών του (2014), όσον αφορά στη στατική ισορροπία και στην οριζόντια και κατακόρυφη αλτική ικανότητα, ενώ παρατηρήθηκαν διαφορετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στη δυναμική ισορροπία. Παρόλο που στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος παιδιά, ενώ στην παρούσα έρευνα αθλητές Ταεκβοντο. Πιο συγκεκριμένα στη μελέτη τους έλαβαν μέρος 42 παιδιά ηλικίας 12-15 ετών τα οποία χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα εκτέλεσε ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης, η δεύτερη εκτέλεσε ένα συνδυαστικό πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων και ασκήσεων ισορροπίας και η τρίτη αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου. Το προπονητικό πρόγραμμα είχε διάρκεια 8 εβδομάδες. Οι ασκούμενοι αξιολογήθηκαν τόσο πριν όσο και μετά τις 8 εβδομάδες του προπονητικού προγράμματος. Οι δοκιμασίες που αξιολογήθηκαν περιλάμβαναν ασκήσεις ενδυνάμωσης, ταχύτητας, στατικής και δυναμικής ισορροπίας και ευλυγισίας. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη δυναμική ισορροπία και στην κατακόρυφη και οριζόντια αλτική ικανότητα μεταξύ της ομάδας που πραγματοποίησε πλειομετρική προπόνηση και προπόνηση ισορροπίας και εκείνης που πραγματοποίησε μόνο πλειομετρική προπόνηση. Αντίθετα, όσον αφορά στη στατική ισορροπία, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Συμπερασματικά, 12 εβδομάδες εφαρμογής ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ενός συνδυαστικού πλειομετρικής προπόνησης και προπόνησης ισορροπίας σε 20 ενήλικες αθλητές του Ταεκβοντο, έδειξαν ότι το συνδυαστικό πρόγραμμα ΠΟ+Ι βελτίωσε σημαντικά τη στατική και δυναμική ισορροπία, σε

σχέση με την ομάδα ΠΟ, η οποία δεν την βελτίωσε σημαντικά. Τέλος, η κατακόρυφη και η οριζόντια αλτικότητα των νεαρών ανδρών αθλητών του Ταεκβοντο βελτιώθηκαν σημαντικά και στις δύο ομάδες.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Τις τελευταίες δεκαετίες, το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει επικεντρωθεί στην εφαρμογή συνδυαστικών προγραμμάτων άσκησης, με στόχο τόσο την αποτελεσματικότερη και πιο πολύπλευρη ανάπτυξη της φυσικής κατάστασης όσο και τη μείωση του χρόνου άσκησης. Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα όσον αφορά τη σύγκριση ενός συνδυαστικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας και ενός απλού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα και την ισορροπία ενήλικων αθλητών Ταεκβοντο. Η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των δύο προγραμμάτων προπόνησης, του συνδυαστικού και του απλού, θα προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες κυρίως σε προπονητές αλλά και σε αθλητές του Ταεκβοντο, όσον αφορά στο σχεδιασμό, στην εφαρμογή και στην καθοδήγηση αποτελεσματικότερων και ασφαλέστερων προγραμμάτων πλειομετρικής προπόνησης, με στόχο την βελτίωση της απόδοσης.

Βιβλιογραφία

- Ahtiainen, J.P., Hulmi, J.J., Kraemer, W.J., Lethi, M., Pakrinen, A., Mero, A.A., et al. (2009). Strength endurance or combined training elicit diverse skeletal muscle myosin heavy chain isoform proportion but unaltered androgen receptor concentration in older men. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 879-87.
- American College of Sports Medicine (2000). ACSM's Guidelines for Exercise testing and Prescription, (6th Edition). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Arazi, H., Mohammadi, M., & Asadi, A. (2014). Muscular adaptations to depth jump plyometric training: Comparison of sand vs. land surface. *Interventional Medicine & Applied Science*, 6, 125-130.
- Bass, R.I. (1939). An analysis of the components of tests of semicircular canal function and of static and dynamic balance. *Research Quarterly*, 10, 33 - 52.
- Bruhn, S., Kullmann, N., & Gollhofer, A. (2006). Combinatory effects of high intensity-strength training and sensorimotor training on muscle strength. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 401-406.
- Cadore, E.L., Izquierdo, M., Alberton, C.L., Pinto, R.S., Conceicao, M., Cunha, G., et al. (2012). Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Experimental Gerontology*, 47, 164-169.
- Cadore, E.L., Pinto, R.S., Pinto, S.S., Alberton, C.L., Correa, C.S., Tartaruga, M.P., et al. (2011). Effects of strength, endurance, and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 758-766.
- Carlock, J., Smith, S., Hartman, M., Morris, R., Ciroslan, D., Pierce, K., et al. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 534-539.
- Chaouachi, A., Othman, A.B., Hammami, R., Drinkwater, E.J., & Behm, D.G. (2014). The combination of plyometric and balance training improves sprint and shuttle run performances more often than plyometric-only training with children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28, 401-12.
- Chimera, N.J., Swanik, K.A., Swanik, C.B., & Straub, S.J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39, 24-31.
- Chu, D. (1983). Plyometrics: the link between strength and speed. *National Strength and Conditioning Journal*, 5(2), 20-21.
- Davis, W.J., Wood, D.T., Andrews, R.G., Elkind, L.M. & Davis, W.B. (2008a). Concurrent training enhances athletes' strength, muscle endurance, and other measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1487-1502.
- Davis, W.J., Wood, D.T., Andrews, R.G., Elkind, L.M. & Davis, W.B. (2008b). Concurrent training enhances athletes' cardiovascular and cardiorespiratory measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1503-1514.
- Davis, W.J., Wood, D.T., Andrews, R.G., Elkind, L.M. & Davis, W.B. (2008c). Elimination of delayed-onset muscle soreness by pre-resistance cardio-acceleration before each set. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 212-225.

- de Villarreal, E.S., Izquierdo, M., & Gonzalez-Badillo, J.J. (2011). Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 3274-81
- Esfahani, B.J., Rahnema, N., & Langerodi, M.S. (2014). The effects of 8 week plyometric, balance and combination training program on ankle proprioception and dynamic balance. *International Journal of Sport Studies*, 4, 973-977.
- Fatma, A., Kaya, M., Baltaci, G., Taskin H. & Erkmén N. (2010). The effect of eight-week proprioception training program on dynamic postural control in Taekwondo athletes. *Series Physical Education and Sport Science*, 10, 93.
- Fleck, S.J., & Kraemer, W.J. (1997). *Designing resistance training programs* (2nd ed). Champaign (IL): Human Kinetics Books.
- Granacher, U., Gollhofer, A., & Kriemler, S. (2010). Effects of balance training on postural sway, leg extensor strength, and jumping height in adolescents. *Research Quarterly Exercise and Sport*, 81, 245-251.
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Maestrini, L., Zahner, L., & Gollhofer, A. (2011). Can balance training promote balance and strength in pre-pubertal children? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 1759-1766.
- Granacher, U., Wick, C., Rueck, N., Esposito, C., Roth, R., & Zahner, L. (2011). Promoting balance and strength in the middle-aged workforce. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 35-44.
- Gruber, M., Taube, W., Gollhofer, A., Beck, S., Amtage, F., & Schubert, M. (2007). Training-specific adaptations of H- and stretch reflexes in human soleus muscle. *Journal of Motor Behavior*, 39, 68-78.
- Heller, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna, J., & Novakova, H. (1998). Physiological profiles of male and female taekwondo (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences*, 16, 243-249.
- Hendrickson, N.R., Sharp, M.A., Alemany, J.A., Walker, L.A., Harman, E.A., Spiering, B.A., et al. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 1197-1208.
- Huang, P.Y., Chen, W.L., Lin, C.F., & Lee, H.J. (2014). Lower extremity biomechanics in athletes with ankle instability after a 6-week integrated training program. *Journal of Athletic Training*, 49, 163-72.
- Karavirta, L., Hakkinen, A., Sillanpaa, E., Garcia-Lopez, D., Kauhanen, A., Haapasaaari, A., et al. (2009). Effects of combined endurance and 84 strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 402-411.
- Kazemi, M., Casella, C., & Perri, G. (2009). 2004 Olympic Tae Kwon Do Athlete Profile. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53, 144-152.
- Kean, C.O., Behm, D.G., & Young, W.B. (2006). Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 138-148.
- Kibele, A., & Behm, D.G. (2009). Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2443-2450.
- Kibele, A., Classen, C., Muehlbauer, T., Granacher, U., & Behm, D.G. (2014). Meta-stability in plyometric training on unstable surfaces: a pilot study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6, 30-41.
- Kraemer, W.J., & Newton, R.U. (1994). Training for improved vertical jump. *Sports Science Exchange*, 7, 1-13.
- Lohman, T., Roche, A.F. & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Makaruk, H., & Sacewicz, T. (2010). Effects of plyometric training on maximal power output and jumping ability. *Human Movement*, 11, 17-22.
- Markovic, G., Misigoj-Durakovic, M., & Trninic, S. (2005). Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. *Collegium Antropologicum*, 29, 93-99.
- McNaughton, L. (1988). Plyometric exercises for team sports. *Sports Coach* 11, 15-18.
- Meylan, C., & Malatesta, D (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2605-13.
- Muehlbauer, T., Roth, R., Mueller, S., & Granacher, U. (2011). Intra and intersession reliability of balance measures during one-leg standing in young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2228-2234.
- Piirainen, J.M., Cronin, N.J., Avela, J., & Linnamo, V. (2014). Effects of plyometric and pneumatic explosive strength training on neuromuscular function and dynamic balance control in 60-70year old males. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24, 246-52.

- Sadowski, J. (2005). Dominant coordination motor abilities in combat sports. *Journal of Human Kinetics*, 13, 61-72.
- Sargent, D.A. (1921). The physical test of a man. *American Physical Education Review*, 26, 188-194.
- Siri, W.R. (1961). Body composition from fluid spaces and density; analysis of methods. In: Techniques for measuring body composition Ed. Brozek, J. and Henschel, A., pp 223-244. National Academy of Science. Washington D.C.
- Spurrs, R.W., Murphy, A.J., & Watsford, M.L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 1-7.
- Stefanek, K. (1998). Motor skill teaching methodology and implications for taekwondo instruction. *WTF Taekwondo*, 66, 26-32.
- Taube, W., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiologica*, 193, 101-16.
- Taube, W., Kullmann, N., Leukel, C., Kurz, O., Amtage, F., & Gollhofer, A. (2006). Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 999-1005.
- Toskovic, N., Blessing, D., & Williford, H. (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced taekwondo practitioners. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44, 164-172.
- Pieter, W. (2009). *Taekwondo*. In R. Kordi., N. Maffulli., R.R Wroble & S. Wellby (Eds), *Combat sports medicine* (pp 263-284). London: Springer Science.
- Yiau, L., Thung, J., & Pieter, W. (2004). General physical fitness in young taekwondo-in at the 2004 Malaysian games. In: 1st Regional Conference on Human Performance. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Καμπίτοης, Χ. (1990). *Αθλητικές μετρήσεις*. Εκδόσεις SALTO, Θεσσαλονίκη.
- Καρατράντου, Κ., & Γεροδήμος, Β. (2014). Η επίδραση συνδυαστικών προγραμμάτων αερόβιου χορού, ενδυνάμωσης, κινητικότητας και ισορροπίας στη φυσική κατάσταση και την υγεία ενηλίκων ατόμων. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό*, 12, 234-252.

Υπεύθυνος έκδοσης: Ελληνική Ακαδημία Φυσικής Αγωγής, **Υπεύθυνος συντακτικής επιτροπής:** Γιάννης Θεοδωράκης, **Επιμελητές έκδοσης:** Βάσω Ζήση, Βασίλης Γεροδήμος, Αντώνης Χατζηγεωργιάδης, Θανάσης Τσιόκανος, Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Γιώργος Τζέτζης, Θωμάς Κουρτέσης, Ευάγγελος Αλμπανίδης, Κων/να Δίπλα. **Διαχείριση-επιμέλεια-στοιχειοθεσία:** Στέφανος Πέρκος, Βασίλης Μπούγλας.

Editor -in- Chief: Hellenic Academy of Physical Education, **Head of the editorial board:** Yannis Theodorakis, **Editorial Board:** Vaso Zissi, Vasilis Gerodimos, Antonis Chatzigeorgiadis, Thanassis Tsiokanos, Athanasios Jamurtas, Giorgos Tzetzis, Thomas Kourtessis, Evangelos Albanidis, Konstantina Dipla. **Editorial management:** Stefanos Perkos, Vasilis Bouglas.