



Η επίδραση ενός προγράμματος έκκεντρης άσκησης στο ένα άκρο στην ισορροπία των κάτω άκρων

Τσορμπατζίδου, Ε.-Μ.*, Μάλλιου, Π., Γιοφτσίδου, Α., Ρόκκα, Σ.
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εφαρμογή εξαντλητικής ή ασυνήθιστης έκκεντρης άσκησης προκαλεί μυϊκό τραυματισμό και μειώνει τη λειτουργικότητα και την απόδοση του ασκούμενου άκρου. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εκτιμήσει την επίδραση ενός προγράμματος οξείας έκκεντρης άσκησης στο ένα άκρο στην ισορροπία και των δύο κάτω άκρων. Τριάντα υγιείς φοιτητές Σ.Ε.Φ.Α.Α. Δ.Π.Θ., ηλικίας 20–22 ετών, πραγματοποίησαν εθελοντικά πρωτόκολλο 300 έκκεντρων συσπάσεων των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος του δεξιού κυρίαρχου κάτω άκρου με γωνιακή ταχύτητα 45°/sec σε ισοκινητικό δυναμόμετρο. Την πρώτη ημέρα, πριν και αμέσως μετά από το πρωτόκολλο έκκεντρης σύσπασης και κάθε μέρα για τις υπόλοιπες 9 ημέρες έγινε αξιολόγηση της ισορροπίας στο μηχάνημα «Biodex Stability System» όπου καταγράφηκε η απόκλιση σε μοίρες σε οριζόντιο επίπεδο για να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο υπήρξε μεταβολή της απόδοσης στην ισορροπία από μέρα σε μέρα. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν «t-test» για εξαρτημένα δείγματα και ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων «MANOVA repeated measures». Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ισορροπία ανάμεσα στα δύο κάτω άκρα αμέσως μετά την παρέμβαση ($F_{(1,58)}=14,10$, $p < .05$). Ωστόσο, τη δεύτερη ημέρα αξιολόγησης δεν υπήρξε στατιστική διαφορά στην ισορροπία μεταξύ των δύο κάτω άκρων ($F_{(1,58)}=1,87$, $p > .05$). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε σταδιακή, στατιστικά σημαντική βελτίωση του ασκούμενου κάτω άκρου έως τη δέκατη ημέρα ($F_{(1,58)}=23,73$, $p < .001$), ενώ δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές στην ισορροπία μεταξύ των δύο κάτω άκρων ($F_{(1,58)}=0,18$, $p > .05$). Συμπερασματικά, η έκκεντρη άσκηση μείωσε για 24 ώρες την ισορροπία μόνο του άκρου, στο οποίο εφαρμόστηκε. Επιπλέον, η καθημερινή εκτέλεση της αξιολόγησης της ισορροπίας οδήγησε σε εξοικείωση των ατόμων και βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας και στα δύο κάτω άκρα έως τη δέκατη ημέρα.

Λέξεις κλειδιά: μυϊκή βλάβη, απόδοση, λειτουργικότητα, σταθερότητα, αποκατάσταση.

Εισαγωγή

Οι εξαντλητικές ή ασυνήθιστες ασκήσεις και ιδιαίτερες εκείνες που περιλαμβάνουν έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις, είναι γνωστό ότι προκαλούν προσωρινό μυϊκό τραυματισμό, ο οποίος εμποδίζει τη μηχανική λειτουργία του μυός. Αυτό αποδεικνύεται μέσω του καθυστερημένου μυϊκού πόνου

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Ευαγγελία – Μαρίνα Τσορμπατζίδου
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Ι. Καβύρη 99, Τ.Κ. 68100, Αλεξανδρούπολη

E-mail:

emtsorbatzidou@hotmail.com

και των αλλαγών στη νευρομυϊκή λειτουργία, συμπτώματα που μπορεί να παραμείνουν για μερικές ημέρες (Deschenes et al., 2000; Gleeson, Blannin, Walsh, Field και Pritchard, 1998). Τα συμπτώματα αυτά μπορεί να εμφανιστούν σε αθλητές συχνά κατά τη διάρκεια νέων απαιτητικών φάσεων της προετοιμασίας και της αγωνιστικής περιόδου. Έτσι, εξαιτίας του μυϊκού αυτού τραυματισμού, οι αθλητές μπορεί να οδηγηθούν σε προσωρινή μείωση της απόδοσής τους και στον αποκλεισμό από την προγραμματισμένη προπόνησή τους (Ernst, 1998). Αυτές οι αλλαγές στη μηχανική λειτουργία του μυός είναι παράλληλες με έμμεσα σημάδια μυϊκής βλάβης (Lavender και Nosaka, 2008; McHugh, Connolly, Eston και Gleim, 1999), κατά τα οποία μειώνεται η μέγιστη εκούσια δύναμη (Byrne και Eston, 2002; Tourville, Connolly και Reed, 2006), αυξάνεται η μυϊκή δυσκαμψία (Lavender et al., 2008; Torres, Appell και Duarte, 2007) και μειώνεται το εύρος κίνησης της άρθρωσης (Nosaka, Muthalib, Lavender και Laursen, 2007; Tourville et al., 2006).

Εκτός από τη μυϊκή δύναμη υπάρχει και ένας άλλος παράγοντας, ο οποίος είναι ιδιαίτερα σημαντικός στον τομέα της αποκατάστασης μυοσκελετικών τραυματισμών. Καθοριστικό ρόλο στον τομέα αυτό αλλά και στην προπόνηση υγιών ατόμων έχει η ικανότητα ισορροπίας (Gioftsidou, Malliou, Pafis, Beneka, Godolias και Maganaris, 2006), μέσω της οποίας το άτομο μπορεί να διατηρήσει το κέντρο βάρους του σώματός του μέσα στη βάση στήριξης των κάτω άκρων και μπορεί να χαρακτηριστεί ως α) στατική ή β) δυναμική ισορροπία. Κατά τη διάρκεια της στατικής ισορροπίας η βάση στήριξης παραμένει σταθερή ενώ το κέντρο βάρους αλλάζει. Στην περίπτωση αυτή η αίσθηση της ισορροπίας διατηρεί το κέντρο βάρους εντός της βάσης στήριξης που ορίζεται από τα κάτω άκρα. Αντίθετα, στη δυναμική ισορροπία, και το κέντρο βάρους και η βάση στήριξης βρίσκονται σε συνεχή κίνηση και το κέντρο βάρους δεν ευθυγραμμίζεται ποτέ με τη βάση στήριξης (Melo et al., 2017). Από την αξιολόγηση της ισορροπίας αξιολογείται έμμεσα και η ικανότητα της ιδιοδεκτικότητας. Η ιδιοδεκτικότητα έχει ως στόχο τη βελτίωση της ισορροπίας, μέσω της εκπαίδευσης του εγκεφάλου να αναγνωρίζει τη θέση των αρθρώσεων στο χώρο (Jago, Jonker, Missaghian και Baranowski, 2006). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να προλαμβάνονται πιθανοί τραυματισμοί (Hrysomallis και Goodman, 2001).

Η ισορροπία μειώνεται με τον τραυματισμό, την υποκινητικότητα, την ακινητοποίηση. Ως αποτέλεσμα, οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς, που είναι τοποθετημένοι στους μύες, τους τένοντες, τους συνδέσμους, και το θύλακο και εμποδίζουν την υπερβολική και ανεξέλεγκτη κίνηση της άρθρωσης λόγω της αντανακλαστικής μυϊκής σύσπασης που προκαλείται (Proske, 2015), είτε καταστρέφονται είτε γίνονται αδρανείς. Υποθέτοντας ότι οι δυσλειτουργίες στην ικανότητα ισορροπίας προδιαθέτουν τους αθλητές για τραυματισμούς (Lephart, Pincivero και Rozzi, 1998) θα είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό αν υπάρχει τέτοια βλάβη και, αν ναι, να χαρακτηριστεί η χρονική συμπεριφορά μετά από την άσκηση. Η τρέχουσα γνώση μελετά την επίδραση της έκκεντρης άσκησης στη δύναμη και την αίσθηση θέσης των άκρων. Καμία έρευνα όμως δεν εκτίμησε την ισορροπία των κάτω άκρων μετά από την εφαρμογή έκκεντρης άσκησης υψηλής έντασης.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας ερευνητικής μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση ενός προγράμματος έκκεντρης άσκησης του ενός κάτω άκρου στην ισορροπία και των δύο κάτω άκρων. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα αυτή αξιολόγησε εάν και κατά πόσο η μυϊκή βλάβη που προκλήθηκε από την έκκεντρη άσκηση στον τετρακέφαλο μυ του δεξιού κυρίαρχου κάτω άκρου επηρέασε την ισορροπία του ίδιου σκέλους. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των δύο κάτω άκρων μεταξύ τους, πριν και μετά την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης, με σκοπό να γίνει κατανοητό εάν η έκκεντρη άσκηση επηρέασε και το αριστερό, μη κυρίαρχο άκρο, στο οποίο δεν πραγματοποιήθηκε άσκηση. Στη συνέχεια των μετρήσεων, καταγράφηκε η απόκλιση σε οριζόντιο επίπεδο και των δύο



κάτω άκρων κατά τη διάρκεια χρονικού διαστήματος 10 ημερών. Μέσα από αυτή την έρευνα ενδεχομένως να δοθούν ορισμένες κατευθύνσεις σε προπονητές και γυμναστές αποκατάστασης τραυματισμών, σχετικά με τη μυϊκή βλάβη που προκαλεί η έντονη, έκκεντρη άσκηση και το πώς αυτή μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα ισορροπίας των κάτω άκρων από μέρα σε μέρα. Έτσι, μπορεί να αξιολογηθεί σε ποια φάση ένας αθλητής είναι πιο ευάλωτος σε τραυματισμούς μετά από μέγιστη κόπωση λόγω έκκεντρης άσκησης, καθώς και αν, τότε και σε ποιο βαθμό υπάρχει επαναφορά της απόδοσής του στην ισορροπία των κάτω άκρων έτσι ώστε να επανεκταχθεί με ασφάλεια στον αγωνιστικό χώρο.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 30 φοιτητές, αγόρια του 3^{ου} και 4^{ου} έτους της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, αφού πρώτα είχαν ενημερωθεί αναλυτικά για το περιεχόμενο του πειραματικού προγράμματος. Τα άτομα που πήραν μέρος στη μελέτη είχαν ηλικία 20 ± 2 έτη, ενώ βασική προϋπόθεση για την συμμετοχή τους ήταν η μη ύπαρξη μυοσκελετικού τραυματισμού στα κάτω άκρα για το διάστημα ενός έτους πριν την έναρξη της πειραματικής φάσης. Όλοι οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν την έρευνα και είχαν ως κυρίαρχο κάτω άκρο το δεξί, στο οποίο εφαρμόστηκε η έκκεντρη άσκηση, ενώ στο αριστερό κάτω άκρο δεν υπήρξε καμία παρέμβαση και χρησίμευε ως άκρο ελέγχου.

Όργανα Μέτρησης

Όλες οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν στην αρχή, αμέσως μετά το πρωτόκολλο των έκκεντρων συσπάσεων του τετρακέφαλου μυός και κάθε ημέρα που επακολούθησε, για 10 ημέρες συνολικά, από τον ίδιο ερευνητή και αφορούσαν στην ικανότητα ισορροπίας των κάτω άκρων. Για την υλοποίηση του προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν στατικό ποδήλατο και διάδρομος για την προθέρμανση των ασκούμενων, το ισοκινητικό δυναμόμετρο Isoforce 2000 και το σύστημα αξιολόγησης της ισορροπίας Biodex Stability System.

Isoforce 2000 (Isoforce 2000, USA): Με το ισοκινητικό δυναμόμετρο υπήρξε η δυνατότητα μέτρησης της ροπής γύρω από ένα κέντρο περιστροφής (π.χ. μια άρθρωση), στην προκειμένη περίπτωση την άρθρωση του γόνατος, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Ο δοκιμαζόμενος προσπαθούσε να επιταχύνει τον μοχλό του δυναμόμετρου ενώ εκείνο ήταν ρυθμισμένο από τον εξεταστή να κινείται με συγκεκριμένη σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Έτσι, γινόταν ακριβής αξιολόγηση των μυϊκών ομάδων της άρθρωσης του γόνατος σε ένα μεγάλο εύρος ταχυτήτων κίνησης: από μηδενική κίνηση (δηλαδή ισομετρική συστολή) μέχρι 3000 /sec (μια πολύ γρήγορη κίνηση). Για την διαδικασία μέτρησης της ροπής κατά την κάμψη και έκταση στην άρθρωση του γόνατος, ο δοκιμαζόμενος τοποθετούνταν στο κάθισμα και σταθεροποιούνταν στη θέση αυτή με ιμάντες, όπως επίσης σταθεροποιούνταν και το κάτω μέρος της κνήμης του στο άκρο του μοχλού κίνησης. Η άρθρωση του γόνατος ευθυγραμμιζόταν με τον άξονα περιστροφής του δυναμόμετρου καθιστώντας εφικτή τη μέτρηση της ροπής που δημιουργούνται στην άρθρωση του γόνατος από τη μάζα του κάτω άκρου, όταν αυτό ήταν σε αδράνεια, προκειμένου να προστεθεί στη συνολική ροπή του κάτω άκρου κατά την έκταση του γόνατος. Στη συνέχεια, ο δοκιμαζόμενος εκτελούσε τον αριθμό επαναλήψεων που έχει οριστεί στην κατάλληλη γωνιακή ταχύτητα.

Biodex Stability System (Biodex Medical Systems, USA): Με τη χρήση του συστήματος ισορροπίας αξιολογήθηκε ο νευρομυϊκός έλεγχος του κάθε ατόμου ξεχωριστά, υπολογίζοντας την



ικανότητα διατήρησης του κάτω άκρου σε μία συγκεκριμένη θέση πάνω σε μία ασταθή επιφάνεια, την πλατφόρμα ισοροπίας (Biodex Stability System). Ο εξεταζόμενος έκανε προσπάθεια να διατηρήσει τη θέση αυτή με στήριξη στο ένα άκρο κάθε φορά, για 20'', καθώς η πλατφόρμα κινούταν σε όλες τις κατευθύνσεις. Καταγράφηκαν η συνολική (SI), η πρόσθιο-οπίσθια (API) και η μέσο-πλάγια (MLI) απόκλιση της πλατφόρμας στα επίπεδα κίνησης. Η πλατφόρμα στήριξης του ατόμου είχε τη δυνατότητα ρύθμισης 8 διαφορετικών επιπέδων σταθερότητας (όπου το επίπεδο 8 ήταν το πιο εύκολο-σταθερό ενώ το επίπεδο 1 ήταν το λιγότερο σταθερό-δύσκολο). Επιπλέον, το σύστημα ισοροπίας παρείχε τη δυνατότητα ανατροφοδότησης του ασκουμένου μέσω της οθόνης του συστήματος ισοροπίας, στην οποία και εκφραζόταν με ένα κέρσορα, το KB του ασκουμένου. Σε κάθε τρόπο αξιολόγησης η οποιαδήποτε μετακίνηση του κέντρου βάρους του ατόμου (μετατόπιση της πλατφόρμας στήριξης) παριστανόταν στην μικρή οθόνη του συστήματος από την αντίστοιχη μετακίνηση του κέρσορα (κέρσορας KB).

Διαδικασία

Λόγω του κρίσιμου ρόλου της ισοροπίας στις αθλητικές δραστηριότητες, όπως σε αθλήματα που έχουν έντονο το στοιχείο των εκρηκτικών και απότομων αλλαγών κατεύθυνσης και των αλμάτων δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην επίδραση της έντονης έκκεντρης άσκησης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος στην ισοροπία των κάτω άκρων. Πριν την έναρξη του ημερήσιου πρωτόκολλου των έκκεντρων συσπάσεων του τετρακέφαλου μυός οι δοκιμαζόμενοι προσήλθαν στο εργαστήριο και πραγματοποίησαν αρχικές μετρήσεις στην ισοροπία των κάτω άκρων. Επίσης έγινε λήψη του ιατρικού ιστορικού των εξεταζόμενων, για πιθανούς τραυματισμούς. Σε περίπτωση τραυματισμών οι δοκιμαζόμενοι αποκλείονταν από την ερευνητική διαδικασία. Οι δοκιμαζόμενοι προσήλθαν στο εργαστήριο Θεραπευτικής Άσκησης και Αποκατάστασης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για 10 συνεχόμενες ημέρες. Για την υλοποίηση του προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν στατικό ποδήλατο και διάδρομος για την προθέρμανση των ασκούμενων. Στην αρχή, πριν την πρώτη μέτρηση, έγινε εξοικείωση των ατόμων με το μηχάνημα ισοκινητικής άσκησης Isoforce 2000, με το οποίο εφαρμόστηκε η έκκεντρη άσκηση. Την πρώτη ημέρα πραγματοποιήθηκε μόνο στο δεξί, κυρίαρχο κάτω άκρο πρωτόκολλο 300 έκκεντρων συσπάσεων των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος με γωνιακή ταχύτητα 45°, ενώ το αριστερό κάτω άκρο χρησίμευε ως άκρο ελέγχου. Την πρώτη ημέρα, πριν και αμέσως μετά από το πρωτόκολλο έκκεντρης σύσπασης και κάθε μέρα για τις υπόλοιπες 9 ημέρες έγινε αξιολόγηση της ισοροπίας επάνω στο μηχάνημα Biodex Stability System. Σύμφωνα με την αξιολόγηση αυτή, ο κάθε ασκούμενος μπορούσε να εκτελέσει 3 προσπάθειες για το κάθε κάτω άκρο με την πλατφόρμα ισοροπίας στο επίπεδο 1, προσπαθώντας να κρατήσει τον κέρσορα (κέντρο βάρους) στο κέντρο του κύκλου, τον οποίο έβλεπε στην οθόνη του μηχανήματος. Έτσι θα μπορούσε να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο η έκκεντρη άσκηση επηρέασε την ισοροπία των κάτω άκρων και εάν υπάρχει επαναφορά στην απόδοση αυτής από μέρα σε μέρα.

Τεστ αξιολόγησης της ισοροπίας (Biodex Stability System): Σε αυτή την αξιολόγηση καταγράφηκε η απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο σε μοίρες, τόσο στην πρόσθια - οπίσθια κατεύθυνση (δείκτης πρόσθιας/οπίσθιας απόκλισης 'API') όσο και σε πλάγια κατεύθυνση (δείκτης έσω/έξω πλάγιας απόκλισης 'MLI') στην προσπάθεια του ατόμου να ισοροπήσει πάνω στην ασταθή πλατφόρμα. Επιπλέον, το σύστημα κατέγραφε μια τρίτη ένδειξη (δείκτης συνολικής απόκλισης total 'SI') που αντιπροσωπεύει τη συνολική ικανότητα του ατόμου να διατηρήσει την



ισορροπία του, καταγράφοντας και λαμβάνοντας υπόψη την οποιαδήποτε μετατόπιση της πλατφόρμας. Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν στο σύστημα ισορροπίας κατά την στήριξη με το ένα μόνο άκρο κάθε φορά (ασκούμενο και άκρο ελέγχου), στο επίπεδο σταθερότητας 1 της πλατφόρμας στήριξης, το οποίο ήταν και το πιο ασταθές. Κατά την αξιολόγηση οι συμμετέχοντες τοποθετούσαν το ένα τους πέλμα στην πλατφόρμα στήριξης, με παπούτσι, σε μία άνετη γι' αυτούς θέση. Στην συνέχεια γινόταν καταγραφή των συντεταγμένων της θέσης του πέλματος. Ζητούμενο ήταν η στάση στο ένα μόνο άκρο, τοποθετώντας το άκρο μη στήριξης πλάγια του άκρου στήριξης με το γόνατο λυγισμένο στις 90 περίπου μοίρες. Τα χέρια τοποθετούνταν στην μεσολαβή και το γόνατο του ποδιού στήριξης λυγισμένο κατά 10-15 μοίρες κάμψης. Η διάρκεια του τεστ αξιολόγησης ήταν 20'' και εκτελέστηκαν τρεις προσπάθειες δοκιμαστικές και τρεις προσπάθειες αξιολόγησης των 20'', για το κάθε άκρο ξεχωριστά. Κατά την αξιολόγηση τα άτομα προσπάθησαν να διατηρήσουν όσο το δυνατόν πιο σταθερό τον κέρσορα, κατευθύνοντας την πορεία του (ένδειξη κίνησης του KB) σε ένα σημείο, που αποτελούσε το κέντρο ενός στόχου με ομόκεντρους κύκλους.

Στατιστική Ανάλυση

Στον σχεδιασμό της έρευνας υπήρχε μία ομάδα, εξετάστηκαν δύο άκρα (ασκούμενο και άκρο ελέγχου) και πραγματοποιήθηκαν έντεκα μετρήσεις (αρχική και κάθε μέρα μετά την έκκεντρη άσκηση). Η ανεξάρτητη μεταβλητή της έρευνας ήταν η έκκεντρη άσκηση, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η ισορροπία. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS 20.0. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση «t-test» για εξαρτημένα δείγματα για να συγκριθεί το ασκούμενο κάτω άκρο με το άκρο ελέγχου κατά την αρχική μέτρηση. Ακόμη, έγινε χρήση της ανάλυσης διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων «MANOVA repeated measures» και «Scheffe test» για να εξεταστεί η επίδραση της έκκεντρης άσκησης στην ισορροπία των κάτω άκρων. Επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < .05$.

Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ισορροπία ανάμεσα στα δύο κάτω άκρα σύμφωνα με την αρχική μέτρηση πριν από την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης ($t_{(29)} = 0,96$, $p > .05$). Ωστόσο, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «άκρο» και «μέτρηση», ($F_{(1,58)} = 37,90$, $p < .001$). Δηλαδή τα δύο κάτω άκρα δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο άκρο. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», ($F_{(1,58)} = 88,93$, $p < .001$), κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «άκρο», ($F_{(1,58)} = 14,10$, $p < .05$), συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο κάτω άκρων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγεί τη στατιστικά σημαντική μείωση της ικανότητας ισορροπίας του ασκούμενου κάτω άκρου αμέσως μετά την παρέμβαση, αντίθετα με το άκρο ελέγχου όπου η επίδραση της έκκεντρης άσκησης δεν ήταν σημαντική.

Τη δεύτερη ημέρα τα δύο κάτω άκρα παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο άκρο ($F_{(1,58)} = 8,67$, $p > .001$). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση,



($F_{(1,58)} = 2,84, p > .001$), κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Ακόμη, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο κάτω άκρα ($F_{(1,58)} = 1,87, p > .05$). Από την τρίτη ημέρα μετά την παρέμβαση έως το τέλος των αξιολογήσεων, δηλαδή τη δέκατη ημέρα μετά την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης στους εκτεινόντες μύες της άρθρωσης του γόνατος του δεξιού κάτω άκρου, έγινε αντιληπτή η στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας και των δύο κάτω άκρων. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε σταδιακή, προοδευτική βελτίωση της ικανότητας αυτής στο ασκούμενο κάτω άκρο, έως τη δέκατη ημέρα αξιολόγησης ($F_{(1,58)} = 23,73, p < .001$) εφόσον η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας) ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «άκρο» και «μέτρηση», ($F_{(1,58)} = 1,29, p > .001$). Δηλαδή τα δύο κάτω άκρα παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο. Επίσης, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο κάτω άκρων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο ($F_{(1,58)} = 0,18, p > .05$). Αυτό πιθανά να οφειλόταν σε εξοικείωση των ατόμων και βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας και στα δύο κάτω άκρα λόγω της καθημερινής αξιολόγησης πάνω στην πλατφόρμα ισορροπίας «Biodex Stability System», η οποία παρείχε ανατροφοδότηση στους ασκούμενους κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αξιολόγησης.

Πίνακας 1. Αξιολόγηση του δείκτη πρόσθιας –οπίσθιας απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο ($MO \pm SD$) των δύο κάτω άκρων στην πλατφόρμα ισορροπίας «Biodex Stability System», από την πρώτη ημέρα πριν την έκκεντρη άσκηση έως τη δέκατη μέρα μετά την έκκεντρη άσκηση.

Αξιολόγηση	Ασκούμενο κάτω άκρο API (°)	Άκρο ελέγχου API (°)	p-value
1 ^η ημέρα πριν την έκκεντρη άσκηση	5,06 ± 1,99	5,49 ± 2,52	.484
1 ^η μέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	9,68 ± 2,54*	5,18 ± 3,69	.000†
2 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,80 ± 1,02	4,30 ± 0,85	.117
3 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,95 ± 1,21	4,74 ± 1,32	.199
4 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,66 ± 1,10	5,08 ± 0,76	.818
5 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	4,95 ± 0,27	4,69 ± 0,82	.777
6 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,52 ± 0,77*	3,55 ± 0,25*	.444
7 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,35 ± 0,96*	3,56 ± 0,24*	.630
8 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,45 ± 0,39*	3,08 ± 0,85*	.906
9 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	2,82 ± 0,89*	2,87 ± 0,84*	.436
10 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	2,68 ± 1,07*	2,85 ± 0,78*	.346

Όπου API: Πρόσθια –οπίσθια απόκλιση

* $p < .001$ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών

† $p < .05$ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των άκρων

Πίνακας 2. Αξιολόγηση του δείκτη έσω - έξω πλάγιας απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο ($MO \pm SD$) των δύο κάτω άκρων στην πλατφόρμα ισορροπίας «Biodex Stability System», από την πρώτη ημέρα πριν την έκκεντρη άσκηση έως τη δέκατη μέρα μετά την έκκεντρη άσκηση.

Αξιολόγηση	Ασκούμενο κάτω άκρο MLI (°)	Άκρο ελέγχου MLI (°)	p-value
1 ^η ημέρα πριν την έκκεντρη άσκηση	3,38 ± 1,95	3,88 ± 1,87	.257



1 ^η μέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	12,65 ± 3,93*	7,13 ± 2,49*	.000 [†]
2 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,47 ± 0,81*	4,32 ± 0,64	.205
3 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	6,02 ± 1,11*	4,90 ± 1,23*	.271
4 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,31 ± 0,84*	5,08 ± 1,43*	.660
5 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,40 ± 0,86*	4,12 ± 1,12	.177
6 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	4,03 ± 0,84	3,32 ± 0,71	.696
7 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,70 ± 0,50	4,05 ± 0,83	.497
8 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,28 ± 0,77	3,59 ± 0,90	.505
9 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,40 ± 0,95	3,25 ± 0,85	.515
10 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,48 ± 0,41	2,87 ± 0,54*	.824

Όπου MLI: Πλάγια απόκλιση

* $p < .001$ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών

[†] $p < .05$ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των άκρων

Πίνακας 3. Αξιολόγηση του δείκτη συνολικής απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο (MO±SD) των δύο κάτω άκρων στην πλατφόρμα ισορροπίας «Biodex Stability System», από την πρώτη ημέρα πριν την έκκεντρη άσκηση έως τη δέκατη ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση.

Αξιολόγηση	Ασκούμενο κάτω άκρο SI (°)	Άκρο ελέγχου SI (°)	p-value
1 ^η ημέρα πριν την έκκεντρη άσκηση	4,22 ± 2,13	4,69 ± 2,35	.344
1 ^η μέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	11,17 ± 3,61*	6,15 ± 3,27	.000 [†]
2 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,64 ± 0,93	4,31 ± 0,75	.177
3 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,98 ± 1,15	4,82 ± 1,26	.269
4 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,49 ± 0,99	5,08 ± 1,13	.513
5 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	5,18 ± 0,67	4,41 ± 1,02	.631
6 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,78 ± 0,84*	3,44 ± 0,54*	.826
7 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,53 ± 0,78*	3,57 ± 0,65*	.392
8 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,36 ± 0,61*	3,12 ± 0,78*	.670
9 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,11 ± 0,96*	3,06 ± 0,86*	.479
10 ^η ημέρα μετά την έκκεντρη άσκηση	3,08 ± 0,90*	2,86 ± 0,67*	.676

Όπου SI: Συνολική απόκλιση

* $p < .001$ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών στιγμών

[†] $p < .05$ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των άκρων

Συζήτηση

Ο κύριος στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η χρονική συμπεριφορά της επίδρασης της οξείας έκκεντρης άσκησης που εφαρμόστηκε στο δεξί κυρίαρχο κάτω άκρο στην ισορροπία του ασκούμενου κάτω άκρου καθώς και να υπάρξει σύγκριση των δύο κάτω άκρων, ασκούμενο κάτω άκρο και άκρο ελέγχου έως και δέκα μέρες μετά την εφαρμογή της άσκησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας και τα δύο κάτω άκρα βρίσκονταν στο ίδιο επίπεδο ισορροπίας κατά την έναρξη της μελέτης διότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους κατά την αρχική αξιολόγηση, πριν την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης. Αντιθέτως, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ικανότητα ισορροπίας μεταξύ των δύο κάτω άκρων, ως προς τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο, αμέσως μετά την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης. Από αυτό το αποτέλεσμα εξήχθη το συμπέρασμα ότι η έκκεντρη άσκηση μείωσε την ισορροπία μόνο του άκρου, στο οποίο εφαρμόστηκε ενώ η ισορροπία του άκρου ελέγχου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά αμέσως μετά την έκκεντρη άσκηση. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα παρόμοιων ερευνών (Dabbs και



Chander, 2018; Ribeiro, Venancio, Quintas και Oliveira, 2011; Shokri, Eslamian, Shakouri, Ohanian και Jahanjoo, 2018; Torres, Vasques, Duarte και Cabri, 2010; Vila-Chã et al., 2011), όπου φάνηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ισορροπία του ασκούμενου κάτω άκρου μετά την έκκεντρη άσκηση των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος.

Ήδη από τη δεύτερη ημέρα μετά την εφαρμογή των έκκεντρων συσπάσεων στον τετρακέφαλο μυ του δεξιού κυρίαρχου κάτω άκρου παρατηρήθηκε μια μικρή αλλά στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας στο ασκούμενο κάτω άκρο. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σύγκριση με το άκρο ελέγχου. Αυτό πιθανά να οφειλόταν σε αποκατάσταση από το ερέθισμα της άσκησης που δόθηκε την προηγούμενη ημέρα. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Torres et al., 2010; Dabbs et al., 2018), που υποστηρίζουν ότι υπάρχει επίδραση της έκκεντρης άσκησης στην ισορροπία των κάτω άκρων έως και 48 ώρες μετά το πρόγραμμα παρέμβασης.

Από την τρίτη ημέρα μετά την παρέμβαση έως το τέλος της έρευνας, κατά τη δέκατη ημέρα μετά την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης, έγινε αντιληπτή η στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ισορροπία και των δύο κάτω άκρων. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε σταδιακή, προοδευτική βελτίωση του ασκούμενου κάτω άκρου και του άκρου ελέγχου, έως τη δέκατη ημέρα αξιολόγησης της ισορροπίας αφού παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική μέτρηση πριν την εφαρμογή της άσκησης και στην αξιολόγηση της δέκατης ημέρας, με τα δύο κάτω άκρα να μην παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συνεπώς, η επαφή των ατόμων με την σανίδα ισορροπίας «Biodex Stability System», πάνω στην οποία εκτελούσαν καθημερινά, για το κάθε άκρο ξεχωριστά έξι προσπάθειες ισορροπίας, τρεις δοκιμαστικές και τρεις προσπάθειες αξιολόγησης, οδήγησε σε εξοικείωση των ασκούμενων και ενίσχυσε την ικανότητα ισορροπίας των κάτω άκρων.

Επομένως, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας στηρίζουν τις αρχικές υποθέσεις αυτής, ότι δηλαδή η έκκεντρη άσκηση στους εκτεινόντες μύες της άρθρωσης του γόνατος επηρέασε στατιστικά σημαντικά την ισορροπία μόνο του κάτω άκρου, στο οποίο πραγματοποιήθηκε, ενώ το άκρο ελέγχου δεν επηρεάστηκε. Ωστόσο, από τα ευρήματα της έρευνας φάνηκε ότι η επίδραση της έκκεντρης άσκησης ήταν στατιστικά σημαντική μόνο αμέσως μετά την εφαρμογή της άσκησης. Τις επόμενες ημέρες της αξιολόγησης, από την δεύτερη έως την δέκατη ημέρα, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική, προοδευτική βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας και των δύο κάτω άκρων, ασκούμενου και άκρου ελέγχου, όπου ο μέσος όρος του ασκούμενου κάτω άκρου ήταν σημαντικά καλύτερος από τον μέσο όρο της πρώτης μέτρησης πριν την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης. Τα αποτελέσματα αυτά είναι πιθανόν να οφείλονται στο γεγονός ότι οι συμμετέχοντες, ως σπουδαστές της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, είχαν επαφή με τη φυσική δραστηριότητα και αυτό συνεπάγεται εξοικείωση με το περιβάλλον εκτέλεσης ασκήσεων σε σύγκριση με άτομα που δεν ασχολούνται συστηματικά με την άσκηση. Επίσης, σημαντικό είναι και το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες ήταν νεαροί σε ηλικία.

Συμπεράσματα

Εν κατακλείδι, τα ευρήματα της μελέτης δείχνουν ότι η έκκεντρη άσκηση μείωσε στατιστικά σημαντικά μόνο για 24 ώρες μετά την άσκηση την ισορροπία μόνο του ασκούμενου κάτω άκρου σε υγιείς σπουδαστές. Την επόμενη ημέρα υπήρξε σημαντική πρόοδος στην ισορροπία του ασκούμενου κάτω άκρου, ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά με το άκρο ελέγχου. Επίσης, και τα δύο κάτω άκρα εμφάνισαν καλύτερα αποτελέσματα στην ισορροπία από μέρα σε



μέρα, παράμετρος απαραίτητη κατά τον σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων. Επομένως, αυτή η μελέτη θα μπορούσε να βοηθήσει προπονητές και γυμναστές της αποκατάστασης μυοσκελετικών τραυματισμών να αναπτύξουν κατάλληλα προπονητικά προγράμματα, γνωρίζοντας ότι η ικανότητα ισορροπίας μειώνεται μόνο αμέσως μετά από την εφαρμογή έκκεντρης άσκησης υψηλής έντασης. Δεδομένου ότι ο έλεγχος της ισορροπίας είναι πολυδιάστατος συμπεριλαμβάνοντας δυναμικές κινήσεις, η μελέτη αυτή ίσως να μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας σε σύγκριση με μία ομάδα νεαρών ατόμων είτε σε άλλες ομάδες πληθυσμού που δεν ασχολούνται με τον αθλητισμό.

Βιβλιογραφία

- Byrne, C. & Eston, R. (2002). Maximal - intensity isometric and dynamic exercise performance after eccentric muscle actions. *Journal of Sports Sciences*, 20(12), 951 – 959.
- Dabs, N.C. & Chander, H. (2018). The Effects of Exercise Induced Muscle Damage on Knee Joint Torque and Balance Performance. *Sports*, 6, 101.
- Deschenes, M., Brewer, R., Bush, J., McCoy, R., Volek, J. & Kraemer, W. (2000). Neuromuscular disturbance outlasts other symptoms of exercise - induce muscle damage. *Journal of Neurological Sciences*, 174(2), 92 – 99.
- Ernst, E. (1998). Does post - exercise massage treatment reduces delayed onset muscle soreness? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 32(3), 212 – 214.
- Gioftsifou, A., Malliou, P., Pafis, G., Beneka, A., Godolias, G., & Maganaris, C.N. (2006). The effect of soccer training and timing of balance training on balance ability. *European Journal of Applied Physiology*, 96(6), 659-64.
- Gleeson, M., Blannin, A., Walsh, N., Field, C. & Pritchard, J. (1998). Effect of exercise - induced muscle damage on the blood lactate response to incremental exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 77(3), 292 – 295.
- Hrysomallis, C., & Goodman, C. (2001). A review of resistance exercise and posture realignment. *Journal Strength Conditioning Research*, 15(3), 385–390.
- Jago, R., Jonker, M. L., Missaghian, M., & Baranowski, T. (2006). Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. *Preventive Medicine*, 42(3), 177-180.
- Lavender, A. & Nosaka, K. (2008). A light load eccentric exercise confers protection against a subsequent bout of more demanding eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 291 – 298.
- Lephart, S., Pincivero, D. & Rozzi, S. (1998). Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine*, 25(5), 149 – 155.
- McHugh, M., Connolly, A., Eston, R. & Gleim, G. (1999). Exercise - induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Medicine*, 27(3), 157 – 170.
- Melo, R., Marinho, S., Freire, M., Souza, R., Damasceno, H. & Raposo, M. (2017). Static and dynamic balance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. *Einstein*, 15(3), 262 – 268.
- Nosaka, K., Muthalib, M., Lavender, A. & Laursen, P. (2007). Attenuation of muscle damage by preconditioning with muscle hyperthermia 1-day prior to eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 99(2), 183 – 192.



- Proske, U. (2015). The role of muscle proprioceptors in human limb position sense: a hypothesis. *Journal of Anatomy*, 227, 178 – 183.
- Ribeiro, F., Venancio, J., Quintas, P. & Oliveira, J. (2011). The effect of fatigue on knee position sense is not dependent upon the muscle group fatigued. *Muscle & Nerve*, 44(2), 217 – 220.
- Shokri, P., Eslamian, F., Shakouri, S. K., Ohanian, S. & Jahanjoo, F. (2018). Fatigue induced effects after concentric versus eccentric exercises on sense of force and senses of position among young normal adults - A controlled single - blinded study. *Journal of Research in Medical and Dental Sciences*, 6(3), 258 – 267.
- Torres, R., Appell, H. & Duarte, J. (2007). Acute effects of stretching on muscle stiffness after a bout of exhaustive eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 28 (7), 590 – 594.
- Torres, R., Vasques, J., Duarte, J. A. & Cabri, J. M. H. (2010). Knee proprioception after exercise - induced muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 31, (6), 410 – 415.
- Tourville, T., Connolly, A. & Reed, B. (2006). Effects of sensory - level high - volt pulsed electrical current on delayed - onset muscle soreness. *Journal of Sports Sciences*, 24 (9), 941 – 949.
- Vila-Chã, C., Riis, S., Lund, D., Møller, A., Farina D. & Falla D. (2011). Effect of unaccustomed eccentric exercise on proprioception of the knee in weight and non - weight bearing tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(1), 141 – 147.





The effect of an eccentric exercise program on one limb in balance of both lower limbs

Tsorbatzidou, E.-M.*, Malliou, P., Gioftsidou, A., Rokka, S.

Democritus University of Thrace

ABSTRACT

Exhausting or unaccustomed eccentric exercise causes muscle damage and reduces functionality and performance of the exercised limb. The purpose of the present study was to estimate the effect of an acute eccentric exercise program on one lower limb in balance of both lower limbs. Thirty healthy male students of Physical Education and Sport Sciences University, aged 20-22, voluntarily performed 300 eccentric contractions of the extensor muscles of the knee joint of the right, dominant lower limb at an angular velocity of 45°/sec with an isokinetic dynamometer. On the first day, before and immediately after the eccentric contraction protocol and every other day of the remaining 9 days, balance was assessed on “Biodex Stability System” where the degree of deviation at the horizontal level was recorded to determine whether and if there was an alteration of balance of both lower limbs on a day to day basis. For the statistical analysis of the results, “t-test” for dependent samples and “MANOVA repeated measures” variance analysis were used. Results showed that there was a statistically significant difference in balance between the two extremities immediately after intervention ($F_{(1,58)} = 14,10$, $p < .05$). However, there was no statistical difference in balance among the exercised and the control lower limb on the second evaluation day ($F_{(1,58)} = 1,87$, $p > .05$). Furthermore, there was a gradual, statistically significant improvement in balance of the exercised lower limb by the last day ($F_{(1,58)} = 23,73$, $p < .001$), whereas there were no statistically significant differences between the two lower limbs ($F_{(1,58)} = 0,18$, $p > .05$). In conclusion, eccentric exercise reduced balance of the exercised lower limb for 24 hours. In addition, daily performance of the balance assessment led to the familiarization of individuals and the improvement of balance capacity on both lower limbs by the last day.

Keywords: muscle damage; performance; functionality; stability; rehabilitation.

Corresponding address:

Evagelia – Marina Tsorbatzidou
Democritus University of Thrace
School of Physical Education and Sport Sciences
Ioakim Kaviri 99, 68100 Alexandroupolis

E-mail:

emtsorbatzidou@hotmail.com