

Η επίδραση της διάρκειας της στατικής διάτασης στην ισοκινητική παραγωγή μυϊκής δύναμης σε ποδοσφαιριστές

Πολυξένη Θωμά
Χρήστος Γαλαζούλας
Αικατερίνη Βέργου
Παναγιώτης Ζαχαριάδης
Γεώργιος Αμπατζίδης
Αθανάσιος Ζάκας

Περίληψη

Τελευταίες έρευνες αναφέρουν ότι η στατική διάταση που εφαρμόζεται πριν τη φυσική δραστηριότητα προκαλεί μείωση στη μυϊκή δύναμη. Όμως η μεγάλη διάρκεια διάτασης που χρησιμοποιείται, δεν εφαρμόζεται συνήθως από τους αθλητές στη διάρκεια της προθέρμανσης πριν την προπόνηση ή τον αγώνα. Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει το ρόλο της διάρκειας της στατικής διάτασης στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης σε 14 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές, ηλικίας 25.0 ± 1.5 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν 3 πρωτόκολλα στατικής διάτασης διαφορετικής διάρκειας σε 3 διαφορετικές προπονητικές μονάδες. Το πρώτο εκτελέστηκε 1 φορά για 30 sec (1x30), το δεύτερο 10 φορές για 30 sec (10x30) και το τρίτο 16 φορές για 30 sec (16x30). Η ευκαμψία στην κάμψη του γόνατος μετρήθηκε με γωνιόμετρο, ενώ η μέγιστη ισοκινητική δύναμη στους εκτεινόντες του γόνατος μετρήθηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Norm σε ποικίλες γωνιακές ταχύτητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη δύναμη διατηρήθηκε στα ίδια επίπεδα σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες μετά την εφαρμογή μιας στατικής διάτασης 30 sec, ενώ μειώθηκε ($p < 0.01$ έως $p < 0.001$) σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες μετά την εφαρμογή της συνολικής στατικής διάτασης των 5 ή των 8 λεπτών. Από τα ευρήματα της μελέτης συμπεραίνεται ότι η εφαρμογή μιας στατικής διάτασης μικρής διάρκειας (30 s) δεν προκαλεί μειώσεις στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης, όπως συμβαίνει με τη στατική επιμήκυνση μεγάλης διάρκειας που εκτελείται με πολλαπλό τρόπο.

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής
Αγωγής & Αθλητισμού

Λέξεις ευρετηρίου: Ευκαμψία, Κινητικό εύρος άρθρωσης, Ισοκινητική δύναμη, Απώλεια μυϊκής δύναμης, Ποδοσφαιριστές

Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση των διατακτικών ασκήσεων στη διάρκεια της προθέρμανσης κατά την προπόνηση και τον αγώνα, έχει γίνει πλέον μια παραδοσιακή διαδικασία από τους αθλητές (Beaulieu 1981). Η διάταξη του μυός έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για την αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης (Zakas et al. 2003) και χρησιμοποιείται ευρέως από τους αθλητές, γιατί η αυξημένη ευκαμψία θεωρείται ότι συμβάλλει στην καλύτερη αθλητική απόδοση (Shellock and Pentice 1985), στη μείωση του μυϊκού πόνου (High 1989), στην ελάττωση (Safran et al. 1989) ή την πρόληψη (Smith 1994) των κακώσεων, που προκαλούνται εξαιτίας των βραχυμένων μυών (Jonhages et al. 1994). Τα τελευταία χρόνια, όμως, τα προτεινόμενα οφέλη που αποδίδονται στη διάταξη υφίστανται αξιοσημείωτη διερεύνηση. Σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ο Shrier (2004) συμπεραίνει ότι η διάταξη είναι απίθανο να συμβάλλει στην πρόληψη των κακώσεων, αν και οι Hartig και Henderson (1989) έχουν αναφέρει ότι ο κίνδυνος κακώσεων μειώνεται εξαιτίας των διατάσεων.

Παρόλο που έχει βρεθεί ότι η στατική διάταξη είναι αποτελεσματική για την αύξηση του κινητικού εύρους των αρθρώσεων (McNair and Stanley 1996, Zakas 2005), πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι η στατική διάταξη μπορεί να προκαλέσει, επίσης μια σημαντική μείωση στη μυϊκή δύναμη από 5 ως 30% (Kokkonen et al. 1998, Fowles et al. 2000, Nelson et al. 2001, Behm et al. 2001, Cramer et al. 2004) και τη μυϊκή ισχύ (Cornwell et al. 2001) στις μυϊκές ομάδες που διατείνονται.

Το γεγονός αυτό οδήγησε ορισμένους ερευνητές να προτείνουν την αποφυγή των στατικών διατάσεων από τους αθλητές στη διάρκεια της προθέρμανσης (Kokkonen et al. 1998, Cornwell et al. 2001, Nelson et al. 2001). Όμως οι υποδείξεις αυτές αμφισβητούνται, καθώς τα πρωτόκολλα διάτασης που χρησιμοποιήθηκαν από τους παραπάνω ερευνητές ήταν μεγάλης διάρκειας, τα οποία δεν εκτελούνται συνήθως από τους αθλητές στη διάρκεια της προθέρμανσής τους, πριν την προπόνηση ή τον αγώνα. Στη διάρκεια της προ-

θέρμανσης οι αθλητές εκτελούν συνήθως στατική διάταξη λίγων δευτερολέπτων σε κάθε μυϊκή ομάδα. Οι Cramer και συν. (2004) και Nelson και συν. (2001) για παράδειγμα εφάρμοσαν στατική διάταξη συνολικής διάρκειας 15 λεπτών στους εκτείνοντες του γόνατος, οι Behm και συν. (2001) εφάρμοσαν συνολική διάρκεια 20 λεπτών, ενώ οι Fowles και συν. (2000) διάρκεια 30 λεπτών.

Σε αντίθεση με τη διάταξη μεγάλης διάρκειας που χρησιμοποιήθηκε από τους παραπάνω ερευνητές για την εκτίμηση της επίδρασης της στατικής διάτασης στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης και της ισχύος, οι Power και συν. (2004) χρησιμοποιώντας μικρότερη διάρκεια (π.χ. 270 sec) στατική διάταξη, βρήκαν σημαντικές μειώσεις στη μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακεφάλου, όχι όμως στην αλτική ικανότητα. Οι Knudson και συν. (2001), επίσης, δε βρήκαν μειώσεις στην αλτική ικανότητα μετά την εφαρμογή στατικής διάτασης συνολικής διάρκειας 45 δευτερολέπτων (3X15 sec).

Με δεδομένο το γεγονός ότι οι αθλητές, και ιδιαίτερα οι ποδοσφαιριστές, στη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα εκτελούν ποικίλου τύπου εκρηκτικών προσπαθειών, όπως είναι το σπριντ, το άλμα, η προσποίηση και το σουτ, θα ήταν πολύ χρήσιμο γι αυτούς και τους προπονητές να γνωρίζουν αν η στατική διάταξη μικρής διάρκειας που εφαρμόζεται συνήθως πριν από κάθε αγωνιστική δραστηριότητα θα προκαλέσει μειώσεις στη μυϊκή τους δύναμη.

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της διάρκειας της στατικής διάτασης στη μέγιστη παραγωγή της μυϊκής δύναμης σε ποδοσφαιριστές.

Μεθοδολογία και μέσα

Δείγμα

Δεκατέσσερις επαγγελματίες ποδοσφαιριστές από ομάδες της πρώτης εθνικής κατηγορίας επελέγησαν τυχαία, για να συμμετάσχουν στην έρευνα. Οι συμμετέχοντες ήταν ηλικίας 25.0 ± 1.5 ετών, αναστήματος 178.7 ± 3.3 cm, σωματικής μάζας 75.5 ± 5.2 kg και προπονητικής ηλικίας 14.7 ± 2.7 . Οι συμμετέχοντες ήταν υγιείς, χωρίς μυοσκελε-

τικά ή νευρολογικά προβλήματα. Ορθοπαιδικός γιατρός εξέτασε κάθε παίκτη πριν την έναρξη της μελέτης. Όλοι οι συμμετέχοντες, καθώς και οι προπονητές τους πληροφορήθηκαν για τον τρόπο διεξαγωγής της μελέτης, το σκοπό της και τους πιθανούς κινδύνους που ενέχονταν, πριν δώσουν τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή τους.

Διαδικασίες και πρωτόκολλα διάτασης

Όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν 3 πρωτόκολλα διαφορετικής διάρκειας στατικής διάτασης στους πρόσθιους μηριαίους του επιδέξιου σκέλους και δοκιμασία μέγιστης μυϊκής δύναμης στην ίδια μυϊκή ομάδα στο ισοκινητικό δυναμόμετρο σε ποικίλες γωνιακές ταχύτητες σε 3 διαφορετικές ημέρες, όπου για κάθε μια παρεμβολόταν μια εβδομάδα.

Κάθε πρωτόκολλο άρχιζε με δοκιμασία ευκαμψίας στην κάμψη του γόνατος. Αμέσως μετά ακολουθούσε 5λεπτη προθέρμανση στο κυκλοεργόμετρο και δοκιμασία στο ισοκινητικό δυναμόμετρο για την εκτίμηση της αρχικής μυϊκής δύναμης. Μετά την αρχική δοκιμασία στο ισοκινητικό δυναμόμετρο εκτελούνταν το πρόγραμμα διάτασης και η τελική δοκιμασία ευκαμψίας, αμέσως μετά το τέλος του διατατικού προγράμματος. Το πρωτόκολλο τελείωνε με την τελική δοκιμασία στο ισοκινητικό δυναμόμετρο.

Το πρώτο πρωτόκολλο της στατικής διάτασης εκτελέστηκε μια μόνο φορά για 30 sec (1x30 s), το δεύτερο πρωτόκολλο εκτελέστηκε 10 φορές για 30 sec (10x30 s) και το τρίτο 16 φορές για 30 sec (16x30 s) επίσης. Η διάρκεια του διαλείμματος ανάμεσα στις σειρές ήταν 15 sec στο δεύτερο και τρίτο πρωτόκολλο.

Το εύρος κίνησης της άρθρωσης στην κάμψη του γόνατος μετρήθηκε με το γωνιόμετρο Myrin (Lic Rehabil. 17183 Solna, Sweden) σύμφωνα με τη μέθοδο Ekstrand και των συνεργατών του (1982). Ο συντελεστής μεταβλητότητας του οργάνου μέτρησης ήταν υψηλός ($CV=1.9\pm0.7\%$). Η μέτρηση έγινε σε εξεταστικό κρεβάτι. Η αρχική και τελική θέση της κίνησης μετρήθηκε παθητικά από έμπειρο εξεταστή με αφετηρία το ουδέτερο ανατομικό σημείο, όπως προσδιορίζεται από την American

Academy of Orthopedic Surgeons (1965). Η τελική θέση της κίνησης ορίστηκε ως το σημείο, όπου ο εξεταστής άρχιζε να αισθάνεται ότι η άρθρωση έφτανε στο τελικό της κινητικό εύρος (Ferber et al. 2002). Οι περιβαλλοντικές συνθήκες ήταν παρόμοιες κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων. Δεν διεξήχθησαν ασκήσεις προθέρμανσης πριν από την αρχική μέτρηση ευκαμψίας και κανένας από τους συμμετέχοντες δε συμμετείχε σε κάποιο προπονητικό πρόγραμμα ή άλλου είδους άσκηση για 24 ώρες, πριν από τη διεξαγωγή των μετρήσεων. Ο συντελεστής αξιοπιστίας της μέτρησης ήταν υψηλός ($r=0.94$) και αναφέρεται σε άλλη μελέτη (Zakas et al. 2003).

Οι διατατικές ασκήσεις για όλα τα πρωτόκολλα διάτασης αποτελούνταν από στατικού τύπου επιμήκυνση των μυών, όπου η μέγιστη επιμήκυνση διατηρήθηκε για 30 sec, χωρίς να προκαλείται μυϊκός πόνος. Η θέση αυτή ήταν στην ακραία κινητική περιοχή της άρθρωσης, στο σημείο όπου εμφανιζόταν μέγιστες δυνάμεις αντίστασης της διατεινόμενης μυϊκής ομάδας.

Στο πρώτο πρωτόκολλο κάθε άτομο εκτέλεσε μια στατική διάταση στους πρόσθιους μηριαίους χωρίς βοήθεια. Η εφαρμογή μιας τέτοιας διατατικής προσπάθειας 30 sec υλοποιήθηκε, επειδή η χρονική αυτή διάρκεια χρησιμοποιείται συνήθως από τους αθλητές για κάθε μυϊκή ομάδα κατά την προθέρμανση. Το άτομο στεκόταν όρθιο με το ένα χέρι στηριγμένο στον τοίχο, ώστε να διατηρεί την ισορροπία του σώματός του. Στη συνέχεια έκαμπτε το εξεταζόμενο σκέλος στο γόνατο και με το ελεύθερο χέρι έπιανε τον αστράγαλο του λυγισμένου σκέλους, έλκοντας την κνήμη προς το γλουτό.

Το δεύτερο πρωτόκολλο διάτασης αποτελούνταν από δύο δραστηριότητες στατικής διάτασης στην ίδια μυϊκή ομάδα. Η πρώτη αποτελούνταν από στατική διάταση χωρίς βοήθεια και η δεύτερη με βοήθεια. Στην πρώτη δραστηριότητα η στατική διάταση έγινε δύο φορές (2x30s), όπως και στο πρώτο πρωτόκολλο διάτασης, ενώ κατά τη δεύτερη δραστηριότητα εκτελούνταν παθητική διάταση οκτώ φορές (8x30s) με τη βοήθεια ενός εξεταστή. Η συνολική αμιγής διάρκεια διάτασης και των δύο δραστηριοτήτων ήταν 5 λεπτά. Η άσκηση με βοήθεια έγινε με το άτομο ξαπλωμένο

στην πρηνή κατάκλιση με το γόνατα τεντωμένα. Στη θέση αυτή ο εξεταστής έκαμπτε το γόνατο του εξεταζόμενου και πίεζε ελαφρά τη φτέρνα προς το γλουτό. Καθώς η φτέρνα ερχόταν σε επαφή με το γλουτό, το γόνατο υψωνόταν πάνω από την επιφάνεια στήριξης του κρεβατιού, προκαλώντας υπερέκταση στην άρθρωση του ισχίου. Στη νέα αυτή θέση ο εξεταστής κρατούσε το μέλος του εξεταζόμενου για 30 sec. Στο τέλος του χρόνου της διάτασης, το σκέλος επέστρεφε στη ουδέτερη θέση για χαλάρωση για 15 sec. Ο κύκλος αυτός διάτασης επαναλαμβανόταν οκτώ φορές.

Το τρίτο πρωτόκολλο διάτασης ήταν παρόμοιο με το δεύτερο. Η πρώτη δραστηριότητα εκτελούνταν 2 φορές (2x30 s), ενώ η δεύτερη 14 φορές (14x30s). Η συνολική αμιγής διάρκεια διάτασης και των δύο δραστηριοτήτων ήταν 8 λεπτά. Η σειρά με την οποία υλοποιήθηκαν τα πρωτόκολλα διάτασης ήταν τυχαία, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η εξοικείωση του αθλητή με το πρωτόκολλο.

Δοκιμασία ισοκινητικής δύναμης

Κάθε άτομο εκτέλεσε δύο δοκιμασίες στο ισοκινητικό δυναμόμετρο (αρχική και τελική) στο επιδόξιο σκέλος για την εκτίμηση της μυϊκής δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος. Η μέγιστη ισοκινητική δύναμη μετρήθηκε σε καθιστή θέση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex Norm σε ποικίλες γωνιακές ταχύτητες (60, 90, 150, 210 και 270°·s⁻¹), σύμφωνα με τις διαδικασίες μέτρησης που ορίζονται από τον κατασκευαστή για παρόμοιες μετρήσεις. Σε κάθε γωνιακή ταχύτητα εκτελέστηκαν τρεις ξεχωριστές μέγιστες προσπάθειες με διάλειμμα 30sec ανάμεσα στις προσπάθειες, ενώ το διάλειμμα μεταξύ των γωνιακών ταχυτήτων ήταν διάρκειας 60 sec. Κάθε δοκιμασία άρχιζε από την υψηλή γωνιακή ταχύτητα (270°·s⁻¹) και συνεχιζόταν στις χαμηλότερες (60°·s⁻¹). Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η υψηλότερη τιμή της μέγιστης δύναμης που καταγράφηκε σε κάθε γωνιακή ταχύτητα. Οι μέγιστες τιμές καταγράφηκαν σε Nm και υπολογίστηκε η επίδραση της βαρύτητας του σκέλους και του μοχλοβραχίονα δύναμης του δυναμόμετρου, όπως περιγράφεται από τον κατασκευαστή.

Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση έγινε με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) με επαναληπτικές μετρήσεις και έλεγχο για εξαρτημένα δείγματα. Ο εξαρτημένος παράγοντας ήταν η δοκιμασία και είχε δύο επίπεδα (αρχική, τελική). Ο ανεξάρτητος παράγοντας ήταν το πρωτόκολλο άσκησης και αυτό είχε τρία επίπεδα (1x30 s, 10x30 s και 16x30 s). Όταν καταγραφόταν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών χρησιμοποιούνταν το t-test με ζευγαρωτές παρατηρήσεις για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των μέσων τιμών. Η στατιστική σημαντικότητα τέθηκε στο επίπεδο του 95% (p<0.05).

Αποτελέσματα

Η ανάλυση διακύμανσης με επαναληπτικές μετρήσεις έδειξε σημαντική επίδραση στο κινητικό εύρος κάμψης του γόνατος ($F_{(1,39)}=367.25$, $p<0.000$), δείχνοντας ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο εύρος κίνησης της άρθρωσης από την εφαρμογή των τριών πρωτοκόλλων. Δεν παρατηρήθηκε, όμως σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων ευκαμψίας και των πρωτοκόλλων, δείχνοντας ότι και τα τρία πρωτόκολλα που εφαρμόστηκαν επηρέασαν θετικά την ευκαμψία στην κάμψη του γόνατος.

Για τη διερεύνηση της επίδρασης κάθε πρωτοκόλλου ξεχωριστά στο εύρος κίνησης της άρθρωσης, το t-test με ζευγαρωτές παρατηρήσεις που χρησιμοποιήθηκε, έδειξε σημαντική αύξηση ($p<0.001$) στο κινητικό εύρος της άρθρωσης του γόνατος μετά την εφαρμογή του αντίστοιχου πρωτοκόλλου διάτασης (πίνακας 1).

Από την ανάλυση διακύμανσης με επαναληπτικές μετρήσεις παρατηρήθηκε, επίσης, σημαντική επίδραση στη μυϊκή δύναμη για τους εκτεινόντες του γόνατος σε κάθε γωνιακή ταχύτητα που μετρήθηκε.

$$60^\circ \cdot s^{-1} F_{(1,39)}=26.42, p<0.000$$

$$90^\circ \cdot s^{-1} F_{(1,39)}=17.00, p<0.000$$

$$150^\circ \cdot s^{-1} F_{(1,39)}=27.67, p<0.000$$

$$210^\circ \cdot s^{-1} F_{(1,39)}=27.83, p<0.000$$

$$270^\circ \cdot s^{-1} F_{(1,39)}=27.42, p<0.000$$

Η στατιστική ανάλυση έδειξε, επίσης, σημα-

Πίνακας 1. Κινητικό εύρος στην κάμψη του γόνατος σε 14 ποδοσφαιριστές, πριν και μετά την εκτέλεση στατικών δια-
τατικών ασκήσεων διαφορετικής διάρκειας. Οι μέσες τιμές εκφράζονται σε μοίρες $\pm$ τυπικές αποκλίσεις.

	Πρωτόκολλο διάτασης (1x30 s)		Πρωτόκολλο διάτασης (10x30 s)		Πρωτόκολλο διάτασης (16x30 s)	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	μετά
Κάμψη	3.3	153.5***	149.5	154.4***	150.0	154.2 ***
γόνατος (°)	± 5.3	± 5.5	± 5.6	± 5.8	± 5.2	± 5.4

*** Οι μέσες τιμές μετά τη διάταση ήταν σημαντικά υψηλότερες από αυτές πριν τη διάταση στο επίπεδο $p < 0.001$.

ντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της δοκιμασίας δύναμης και πρωτοκόλλων διάτασης σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες.

$60^\circ \cdot s^{-1} F(2,39) = 6.13, p < 0.005$

$90^\circ \cdot s^{-1} F(2,39) = 4.66, p < 0.015$

$150^\circ \cdot s^{-1} F(2,39) = 5.96, p < 0.006$

$210^\circ \cdot s^{-1} F(2,39) = 5.07, p < 0.011$

$270^\circ \cdot s^{-1} F(2,39) = 5.95, p < 0.006$

Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι οι διατατικές ασκήσεις επιδρούν στην παραγωγή της δύναμης ανάλογα με το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται (1x30s, 10x30s ή 16x30 s). Το t-test με ζευγαρω-
τές παρατηρήσεις που χρησιμοποιήθηκε για κάθε πρωτόκολλο ξεχωριστά έδειξε, ότι η μυϊκή δύναμη παρέμεινε στα ίδια περίπου επίπεδα μετά την εφαρμογή του πρώτου πρωτοκόλλου (1x30 s), ενώ μειώθηκε σημαντικά ($p < 0.01$ ως $p < 0.001$) μετά την εφαρμογή του δευτέρου (10x30 s) και του τρίτου (16x30 s), σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες (πίνακας 2).

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη έγινε, για να εξετάσει αν η στατική διάταση μικρής διάρκειας, που συνήθως εφαρμόζεται από τους αθλητές πριν την προπόνηση ή τον αγώνα, προκαλεί μειώσεις στη μυϊκή δύναμη, καθώς ένας αριθμός μελετών που αναφέρουν απώλεια στη μυϊκή δύναμη, έχουν χρησιμοποιήσει στατική διάταση μεγάλης διάρκειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η στατική διάταση διάρκειας 30 sec, που εκτελέστηκε μια μόνο φο-

ρά, δεν προκάλεσε σημαντική μείωση στη μυϊκή δύναμη στη μειομετρική ισοκινητική δύναμη στις χαμηλές, αλλά και στις υψηλές γωνιακές ταχύτητες, σε αντίθεση με τη στατική διάταση μεγάλης διάρκειας (5 ή 8 λεπτών) που προκάλεσε σημαντική μείωση στη δύναμη στις χαμηλές και τις υψηλές γωνιακές ταχύτητες.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με αποτελέσματα άλλων μελετών, μια και διαφέρουν ως προς τη μεθοδολογική προσέγγιση. Ο Power και οι συνεργάτες του (2004) βρήκε σημαντική μείωση στην ισομετρική μυϊκή δύναμη των εκτεινόντων του γόνατος και όχι στο κάθετο άλμα, μετά την εφαρμογή στατικής διάτασης 4.5 λεπτών (6x45 s). Ο Knudson και οι συνεργάτες του (2001) επίσης, δε βρήκε σημαντική μείωση στο κάθετο άλμα, εφαρμόζοντας στατική διάταση μικρότερης συνολικής διάρκειας (π.χ. 45 s), η οποία εκτελέστηκε 3 φορές για 15 sec κάθε φορά.

Όσον αφορά στη μείωση της μυϊκής δύναμης που προκαλείται από τη στατική διάταση των 5 ή των 8 λεπτών, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες (Cramer et al., 2004, Nelson et al., 2001, Behm et al., 2001, Fowles et al., 2000, Kokkonen et al., 1998), που εφάρμοσαν πρωτόκολλα στατικής διάτασης αρκετών λεπτών (π.χ. πάνω από 10 λεπτά). Ο Nelson και οι συνεργάτες του (2001) για παράδειγμα, βρήκε μειώσεις στην ισοκινητική δύναμη στις 60 και $90^\circ \cdot s^{-1}$, και όχι στις 150 , 210 ή την $270^\circ \cdot s^{-1}$ μετά από συνολική στατική διάταση 15 λεπτών

Πίνακας 2. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης ισοκινητικής δύναμης των εκτεινόντων του γόνατος στις γωνιακές ταχύτητες 60, 90, 150, 210, και 270° s⁻¹.

Γωνιακές ταχύτητες	Πρωτόκολλο διάτασης (1x30 s)		Πρωτόκολλο διάτασης (10x30 s)		Πρωτόκολλο διάτασης (16x30 s)	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
60° s ⁻¹	209.7 ±34.7	208.3 ±33.9	208.7 ±35.4	200.8 ** ±36.1	211.0 ±30.6	199.7 ** ±28.4
90° s ⁻¹	197.4 ±32.7	197.5 ±32.1	193.6 ±30.1	184.1 ** ±28.1	199.7 ±28.6	187.8 ** ±27.5
150° s ⁻¹	171.4 ±28.4	170.6 ±27.8	171.6 ±26.7	162.0 ** ±22.7	177.8 ±25.0	165.1 *** ±23.5
210° s ⁻¹	145.6 ±23.0	144.3 ±23.3	146.3 ±20.5	138.6 ** ±19.3	150.8 ±21.3	140.2 *** ±19.2
270° s ⁻¹	123.0 ±18.8	122.2 ±18.3	125.2 ±18.7	113.8 *** ±15.4	129.2 ±15.5	118.8 *** ±14.8

** Οι τιμές πριν τη διάταση ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις τιμές μετά τη διάταση στο επίπεδο $p < 0.01$.

*** Οι τιμές πριν τη διάταση ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις τιμές μετά τη διάταση στο επίπεδο $p < 0.001$.

στους εκτεινόντες του γόνατος. Οι συγγραφείς αυτοί συμπέραναν ότι η παραγωγή της μυϊκής δύναμης μετά τη στατική διάταση επηρεάζεται πρωτίστως από τη γωνιακή ταχύτητα. Ο Cramer και οι συνεργάτες τους (2004), όμως δε συμφωνούν με την άποψη που υποστήριξε ο Nelson και οι συνεργάτες του, επειδή βρήκαν μειώσεις στην ισοκινητική δύναμη στη χαμηλή (60° s⁻¹) και την υψηλή (240° s⁻¹) γωνιακή ταχύτητα, μετά την εφαρμογή στατικής διάτασης συνολικής διάρκειας 16 λεπτών στους εκτεινόντες τους γόνατος. Από τα αποτελέσματα αυτά, φαίνεται ότι η παραγωγή της μυϊκής δύναμης μετά την εφαρμογή στατικών διατάσεων μπορεί να επηρεάζεται από τη διάρκεια επιμήκυνσης του μυός και όχι από τον τύπο της γωνιακής ταχύτητας. Στη μελέτη μας παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης στις χαμηλές και τις υψηλές γωνιακές ταχύτητες, όταν η συνολική διάρκεια της στατικής διάτασης ήταν 5 ή 8 λεπτά και όχι, όταν η διάρκειά της ήταν 30 sec.

Ένας επιπλέον λόγος για τη διεξαγωγή αυτής

της μελέτης, ήταν η σύσταση που γίνεται από ένα αριθμό ερευνητών (Cornwell et al., 2001, Nelson et al., 2001, McLellan, 2000, Kokkonen et al., 1998), σύμφωνα με την οποία η στατική διάταση πρέπει να αποφεύγεται στη διάρκεια της προθέρμανσης, πριν την προπόνηση και ειδικά πριν τον αγώνα, μια και προκαλείται μείωση στη μυϊκή δύναμη στις μυϊκές ομάδες που υφίστανται στατική επιμήκυνση. Οι συστάσεις αυτές, όμως δημιουργούν σύγχυση στους αθλητές και τους προπονητές για τη χρησιμότητα της στατικής διάτασης στη διάρκεια της προθέρμανσης. Οι μελέτες που αναφέρουν μειώσεις στη μυϊκή δύναμη και τη μυϊκή ισχύ εφαρμόζουν πρωτόκολλα στατικής διάτασης μεγάλης διάρκειας σε μια μόνο μυϊκή ομάδα, τα οποία όμως δε χρησιμοποιούνται από τους αθλητές στη διάρκεια της προθέρμανσής τους.

Πέραν της μεγάλης διάρκειας της στατικής διάτασης, που εφαρμόστηκε από τους παραπάνω συγγραφείς για τη διερεύνηση της επιρροής της στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης, η προσέγγιση έγινε σε συνθήκες εργαστηρίου και όχι σε

πραγματικές συνθήκες προπόνησης των αθλητών. Οι αθλητές τις στατικές διατάσεις τις ενσωματώνουν στη διάρκεια της προθέρμανσης, εκτελώντας αερόβιες διαδικασίες υπομέγιστης έντασης και δεν υποκαθιστούν την προθέρμανση με διατατικές ασκήσεις. Οι Young και Behm (2003), πριν από τη στατική διάταση διάρκειας 60 sec, χρησιμοποίησαν 4λεπτη ενεργητική προθέρμανση και βρήκαν ότι η στατική διάταση προκαλεί μειώσεις στην αλτική ικανότητα μόνον, αν δεν προηγηθούν αερόβιες διαδικασίες χαμηλής έντασης. Αυτοί συμπεράναν ότι η προθέρμανση που προηγείται της στατικής διάτασης μπορεί να εξισορροπήσει το αρνητικό αποτέλεσμα που προκαλείται από τη στατική διάταση.

Στην παρούσα μελέτη προηγήθηκε 5λεπτη προθέρμανση στο κυκλοεργόμετρο χαμηλής έντασης, πριν την εφαρμογή των πρωτοκόλλων διάτασης. Φαίνεται, ότι μια 5λεπτη αερόβια διαδικασία, που προηγείται της στατικής διάτασης 30 sec, θα μπορούσε να εξισορροπήσει το αρνητικό αποτέλεσμα που μπορεί να προκαλείται από τη στατική διάταση, γι αυτό το λόγο μπορεί να μην υπήρξαν σημαντικές μειώσεις στην ισοκινητική δύναμη στις χαμηλές και τις υψηλές γωνιακές ταχύτητες. Από την άλλη, η στατική διάταση των 5 ή 8 λεπτών μπορεί να είναι πολύ μεγάλη διάρκεια και συνεπώς, η αερόβια διαδικασία μπορεί να μην είναι ικανή να αντισταθμίσει τα αρνητικά αποτελέσματα της στατικής διάτασης. Όμως, είναι αναγκαίο να γίνουν περαιτέρω έρευνες, ώστε να διαπιστωθεί η ακριβής διάρκεια της στατικής διάτασης που προκαλεί σημαντικές απώλειες στη μυϊκή δύναμη των μυών που υφίστανται στατική διάταση.

Αν και δεν εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη οι μηχανισμοί που μπορεί να ευθύνονται για τις μειώσεις που προκαλούνται στη μυϊκή δύναμη από την εφαρμογή στατικών διατάσεων, ωστόσο, αρκετοί συγγραφείς έχουν κάνει υποθέσεις, για να εξηγήσουν τη μείωση που προκαλεί η στατική διάταση στην παραγωγή της μυϊκής δύναμης. Νευρολογική αναστολή (Behm et al., 2001, Fowles et al., 2000) και μηχανικοί παράγοντες που εμπλέκονται στις ελαστικές ιδιότητες των μυών, αναφέρονται ως αιτίες για την απώλεια στη μυϊκή δύναμη (Cornwell et al., 2001, Nelson et al., 2001,

Kokkonen et al., 1998). Ένας άλλος πιθανός μηχανισμός μπορεί να είναι η φθορά που επέρχεται στα συστατικά στοιχεία του μυός, καθώς αυξάνονται τα επίπεδα της φωσφοκινάσης της κρεατίνης (CPK) στο αίμα, μετά από στατική διάταση μεγάλης διάρκειας (Smith et al. 1993). Ωστόσο, όμως δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη ο ακριβής μηχανισμός που ευθύνεται για την απώλεια στη μυϊκή δύναμη των μυϊκών ομάδων που υφίστανται στατική διάταση μεγάλης διάρκειας (Behm et al., 2001).

Συμπέρασμα

Ένα πρόγραμμα στατικής διάτασης, χωρίς να προκαλείται μυϊκός πόνος, που διαρκεί 30 sec, μπορεί να αυξήσει σημαντικά το κινητικό εύρος στην κάμψη του γόνατος και να μην προκαλέσει απώλεια στην ισοκινητική μυϊκή δύναμη στους εκτεινόμενους μύς του γόνατος. Αντιθέτως, ένα πρόγραμμα στατικής διάτασης, χωρίς να προκαλείται μυϊκός πόνος, που διαρκεί 5 ή 8 λεπτών μπορεί να αυξήσει σημαντικά το κινητικό εύρος στην κάμψη του γόνατος και να προκαλέσει απώλειες στην ισοκινητική μυϊκή δύναμη στις χαμηλές και τις υψηλές γωνιακές ταχύτητες στους παίκτες ποδοσφαίρου. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να είναι χρήσιμα στους αθλητές που επιθυμούν τη βελτίωση της ευκαμψίας τους στη διάρκεια της προθέρμανσης, πριν την προπόνηση και τον αγώνα και στους κλινικούς που επιθυμούν να συμπεριλάβουν τη στατική διάταση σε προγράμματα αποκατάστασης.

Abstract

Acute effects of static stretching duration on isokinetic peak torque production of soccer players

P. Thoma, X. Galazoulas, A. Bergou, P. Zachariadis, G. Abatzidis, A. Zakas

Recent research demonstrates that stretching prior to physical activity decreases performance. However, these stretching bouts are not representative of athletes during warm up procedures, as they are usu-

ally time consuming. The aim of the present study was to examine whether the duration of acute static stretching is responsible for losses in isokinetic peak torque production. Fourteen young, male, talented, semiprofessional soccer players, from different Greek first national division teams, with an average age of 25.0 ± 1.5 years, height of 178.7 ± 3.3 cm, body mass of 75.5 ± 5.2 kg and 14.7 $\pm$ 2.7 years of training, were randomly selected to take part in the study. All participants performed three static stretching protocols, in nonconsecutive training session. The first stretching protocol was performed once for 30 s (volume 30), the second 10 times for 30 s (volume 300) and the third 16 times for 30 s (volume 480) also. Range of motion (ROM) was determined during knee flexion, using a goniometer. The peak torque of the dominant leg extensors was measured on a Cybex NORM dynamometer at angular velocities of 60, 90, 150, 210 and 270° s⁻¹. The results of the statistical analysis indicated that peak torque remained unchanged following the static stretching for 30 s in all angular velocities, while it decreased ($P < 0.01$ to $P < 0.001$) following the static stretching for 5 or 8 minutes in all angular velocities. The findings suggest that a single stretch (training volume 30 s) does not produce decreases in peak torque compared to multiple stretches (training volume 480 s).

Key words: Flexibility; Stretching duration; Range of motion; Isokinetic peak torque; Strength loss, Soccer players

Βιβλιογραφία

1. American Academy of Orthopaedic Surgeons. (1965). Joint Motion: Method of Measuring and Recording. Park Ridge, Chicago, IL, USA.
2. Beaulieu J.E: (1981) Developing a stretching program. Physician SportsMed 9: 59-69.
3. Behm D.G., Button D.C., Butt J.C: (2001) Factors affecting force loss with prolonged stretching. Can J Appl Physiol 26: 261-272.
4. Cornwell A., Nelson A.G., Heise G.D., Sidaway B: (2001) Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. J Hum Movement Stud 40: 307-324.
5. Cramer J.T., Housh T.J., Jonson G.O., Miller J.M., Coburn J.W., Beck T.W: (2004) Acute effects of static stretching on peak torque in women. J Strength Cond Res 18(2): 236-241.
6. Ekstrand J., Wiktorsson M., Oberg B., Gillquist J: (1982) Lower extremity goniometric measurements: a study to determine their reliability. Arch Phys Med Rehabil 63: 171-175.
7. Ferber R., Gravelle D.C., Osternig L.R: (2002) Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretch techniques on trained and untrained older adults. J Aging Phys Activity 10: 132-142.
8. Fowles J.R., Sale D.G., MacDougall J.D: (2000) Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. J Appl Physiol 89: 1179-1188.
9. Hartig D.E., Henderson J.M: (1999) Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. Am J Sports Med 27:173-179.
10. High D.M., Howley E.T., Franks B.D: (1989) The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. Res Quart Exerc Sport, 60: 357-361.
11. Jonhages S., Nemeth G., Eriksson E: (1994) Hamstring injuries in sprinters: the role of concentric hamstring muscle strength and flexibility. Am J Sports Med 22:262-266.
12. Kokkonen J., Nelson A.G., Cornwell A.: (1998) Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. Res Quart Exerc Sport 69: 411-415.
13. Knudson D., Bennett K., Corn R., Leick D., Smith C: (2001) Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. J Strength Cond Res 15(1): 98-101.
14. McLellan E.W: (2000) The effect of static stretching on peak power and peak velocity during the bench press. University of Memphis: Masters Thesis.
15. McNair P., Stanley S.N: (1996) Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. Br J Sports Med 30(4): 313-317.

16. **Nelson A.G., Guillory I.K., Cornwell A., Kokkonen J:** (2001) Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. *J Strength Cond Res* 15(2): 241-246.
17. **Power K., Behm D., Cahill F., Carroll M., Young W:** (2004) An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc* 36(8): 1389-1396.
18. **Safran M.R., Seaber A.V., Garreti W.E:** (1989) Warm-up and muscle injury prevention: an update. *Sports Med* 8:239-249.
19. **Shellock F.G., Prentice W.E:** (1985) Warm-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries, *Sports Med* 2: 267-278.
20. **Shrier I:** (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med* 14(5): 267-273.
21. **Smith C.A:** (1994) The warm-up procedure: to stretch or not to stretch: a brief review. *J Orthop Sport Med* 19:12-17.
22. **Smith L.L., Brunetz M.H., Chenier T.C., McCammon M.R., Houmard J.A., Franklin M.E., Israel R:** (1993) The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Res Quart Exerc Sport* 64 (1) :103-107.
23. **Zakas A:** (2005). The effect of stretching duration on the lower-extremity flexibility of adolescent soccer players. *J Bodywork Movement Ther* 9: 220-225.
24. **Zakas A., Vergou A., Grammatikopoulou M.G., Zakas N., Sentelidis T., Vamvakoudis S:** (2003) The effect of stretching during warming-up on the flexibility of junior handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 43: 145-149.
25. **Young W.G., Behm D.G.** (2003) Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med and Phys Fitness*, 43, 21-27.

