



Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό  
Τόμος 15 (1), 32 - 45  
Δημοσιεύτηκε: Φεβρουάριος 2017



---

Inquiries in Sport & Physical Education  
Volume 15 (1), 32 - 45  
Released: February 2017

[www.pe.uth.gr/emag](http://www.pe.uth.gr/emag)

ISSN 1790-3041



## Isokinetic Evaluation

Vassilis Gerodimos

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

### Abstract

Isokinetic dynamometry is widely used for strength monitoring as well as for injuries prevention and rehabilitation in athletes and in physically active individuals. Isokinetic dynamometry has so advantages as disadvantages compared to other methods used for the evaluation of strength. One of the most important advantages of the isokinetic evaluation is the safety during testing, while the main drawback is the different way of muscle activation during athletic and daily activities. The aim of this study was to review previous studies that focused on the isokinetic evaluation, investigating the effects of different factors that could influence the results of isokinetic measurement. There is evidence that muscle action and angular velocity may affect isokinetic peak torque values. More specifically, peak torque values are significantly greater at slow angular velocities and during eccentric muscle action compared to peak torque values at fast angular velocities and during concentric muscle action. Furthermore, previous studies examining the reliability of isokinetic strength measurements over a range of muscle actions and angular velocities have reported that the assessment of strength with eccentric muscle action especially at fast angular velocities is less reliable compared to those with concentric muscle activation. Finally, despite the fact that bilateral differences and reciprocal muscle group torque ratios are contributory factors for muscle injuries; there is no adequate information regarding their use in hip, ankle, shoulder joints etc. However, the assessment of bilateral differences and muscle group torque ratios should be interpreted with more caution due to the fact that they present lower reliability than the isokinetic peak torque values.

Keywords: *peak torque, bilateral differences, reciprocal muscle group torque ratios, muscle action, angular velocity*

---

## Ισοκινητική Αξιολόγηση

Βασίλειος Γεροδήμος  
ΤΕΦΑΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

---

### Περίληψη

Η ισοκινητική δυναμομετρία χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση της δύναμης και την πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών, τόσο σε αθλητές, όσο και σε μαζικά ασκούμενα άτομα διαφόρων ηλικιών. Η ισοκινητική δυναμομετρία παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα, έναντι των άλλων μεθόδων αξιολόγησης της δύναμης. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της είναι η ασφάλεια του δοκιμαζόμενου κατά τη διάρκεια της μέτρησης, ενώ το σημαντικότερο μειονέκτημά της είναι ο διαφορετικός τρόπος δραστηριοποίησης των μυών κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων αλλά και καθημερινών κινήσεων. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ανασκόπηση των σχετικών ερευνών, οι οποίες επικεντρώθηκαν στην ισοκινητική αξιολόγηση της δύναμης και εξέτασαν την επίδραση διαφόρων παραγόντων (μυϊκή ενεργοποίηση, γωνιακή ταχύτητα, σκέλος μέτρησης κ.α.) που μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματά της. Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, φαίνεται ότι η μυϊκή ενεργοποίηση και η γωνιακή ταχύτητα αποτελούν δύο από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ισοκινητική ροπή δύναμης. Πιο συγκεκριμένα, οι μύες κατά την έκκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση παράγουν μεγαλύτερες τιμές δύναμης συγκριτικά με τη σύγκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση. Επιπρόσθετα, η δύναμη κατά τη σύγκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση μειώνεται με την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας, ενώ κατά την έκκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση η σχέση μεταξύ δύναμης και ταχύτητας δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί. Επιπρόσθετα, είναι κοινά αποδεκτό ότι η έκκεντρη ισοκινητική αξιολόγηση, καθώς και η αξιολόγηση σε γρήγορες γωνιακές ταχύτητες, παρουσιάζουν χαμηλότερη αξιοπιστία συγκριτικά με τη σύγκεντρη αξιολόγηση και την αξιολόγηση σε αργές γωνιακές ταχύτητες. Έτσι, οι ερευνητές προτείνουν καλή εξοικείωση πριν την έκκεντρη ισοκινητική αξιολόγηση, ιδίως σε γρήγορες γωνιακές ταχύτητες. Τέλος, αν και οι αμφίπλευρες συγκρίσεις και οι αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών (παραδοσιακές και λειτουργικές) χρησιμοποιούνται ευρέως στη διεθνή βιβλιογραφία για την καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας και την πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών, μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τον υπολογισμό τους και τη χρήση τους σε αρθρώσεις όπως είναι το ισχίο, η ποδοκνημική, ο ώμος κ.α. Προηγούμενοι ερευνητές, οι οποίοι εξέτασαν την αξιοπιστία αυτών των δύο παραμέτρων (αμφίπλευρες συγκρίσεις και αναλογίες), αναφέρουν χαμηλότερη αξιοπιστία συγκριτικά με την ισοκινητική ροπή δύναμης, και προτείνουν ότι πρέπει να υπολογίζονται και να χρησιμοποιούνται με προσοχή και επιφύλαξη.

Λέξεις κλειδιά: *ροπή δύναμης, αμφίπλευρες συγκρίσεις, αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών, μυϊκή ενεργοποίηση, γωνιακή ταχύτητα*

---

## Γενική εισαγωγή

Η δύναμη είναι μία από τις σημαντικότερες ικανότητες της φυσικής κατάστασης που επηρεάζει τόσο την αθλητική απόδοση-επίδοση όσο και την καθημερινή ζωή (Timothy, Abernethy, Logan, Barber, & McEniery, 1998). Η αξιολόγηση της δύναμης προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες (επίπεδο δύναμης του ασκούμενου - αθλητή, πιθανές μυϊκές αδυναμίες ή ανισορροπίες), οι οποίες είναι σημαντικές τόσο για το σχεδιασμό όσο και την καθοδήγηση των προγραμμάτων άσκησης και αποκατάστασης. Η αξιολόγηση της δύναμης γίνεται παραδοσιακά με έναν από τους πιο κάτω τρόπους: ισομετρικά, ισοκινητικά (σύγκεκντρα ή/και έκκεντρα) και ισοτονικά, με τη μέθοδο της μιας μέγιστης επανάληψης (1 ME) (Knuttgen & Kraemer, 1987).

Η ισοκινητική αξιολόγηση χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια στον τομέα της άσκησης και της αποκατάστασης για τη μέτρηση της μυϊκής απόδοσης. Τις τελευταίες δεκαετίες, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, κατασκευάζονται ισοκινητικά δυναμόμετρα με περισσότερες δυνατότητες και έτσι όλο και συχνότερα χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή για την αξιολόγηση της απόδοσης των αθλητών (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Kellis & Baltzopoulos, 1995; Perrin, 1993). Με βάση την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, από την ισοκινητική δοκιμασία, καθοδηγείται η προπονητική διαδικασία με στόχο τόσο την αποφυγή ή αποκατάσταση τραυματισμών όσο και την αύξηση της απόδοσης-επίδοσης. Η ισοκινητική δυναμομετρία είναι μια αξιόπιστη δοκιμασία (Gerodimos et al., 2015; E. Kellis, S. Kellis, Gerodimos, & Manou, 1999; Kraemer, Tupper, Stansbury, Stratford, & MacDermid, 1994; Nitschke, 1992; Steiner, Harris & Krebs, 1993), που παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα στην αξιολόγηση ορισμένων παραμέτρων της μυϊκής απόδοσης, συγκριτικά με άλλες μεθόδους αξιολόγησης της δύναμης, όπως είναι η ισομετρική και η ισοτονική.

Πιο συγκεκριμένα, τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η ισοκινητική μέθοδος αξιολόγησης είναι η αξιοπιστία, η ασφάλεια του δοκιμαζόμενου κατά τη διάρκεια της μέτρησης, η δυνατότητα απομόνωσης και μέτρησης μιας μυϊκής ομάδας και, τέλος, ο έλεγχος της ταχύτητας κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας (Baltzopoulos, 1996; Cabri, 1991; Perrin, 1993). Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων μιας ισοκινητικής δοκιμασίας θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη τις διαφορές της ισοκίνησης, όσον αφορά στον τρόπο λειτουργίας του νευρομυϊκού μηχανισμού, από τις περισσότερες αθλητικές δραστηριότητες (Baltzopoulos, 1996). Οι παραπάνω δυναμικές και κινηματικές διαφορές είναι και το σημαντικότερο μειονέκτημα της ισοκινητικής μεθόδου αξιολόγησης, που μας εμποδίζει να κάνουμε ασφαλή πρόβλεψη της απόδοσης. Επίσης, ένα επιπρόσθετο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου αξιολόγησης είναι το υψηλό κόστος των ισοκινητικών μηχανημάτων.

Η ισοκινητική μέθοδος αξιολόγησης πιθανόν επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το φύλο, η ηλικία, η συμμετοχή ή όχι σε κάποια αθλητική δραστηριότητα, το άθλημα, η γωνιακή ταχύτητα, η μυϊκή δραστηριότητα, το σκέλος μέτρησης, τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά κ.α. (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998; Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1995; Buchanan & Vardaxis, 2009; Dos Santos Andrade et al., 2013; Gerodimos et al., 2015; Gerodimos, Manou, Stavropoulos, E. Kellis, & S. Kellis, 2006; Karatrantou et al., 2017), οι οποίοι όμως δεν έχουν πλήρως αποσαφηνιστεί όσον αφορά στον τρόπο που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και επηρεάζουν τα αποτελέσματα της μέτρησης.

## Ανασκόπηση σχετικών ερευνών

### *Σχέση ισοκινητικής αξιολόγησης με την επίδοση/απόδοση*

Η ισοκινητική αξιολόγηση στον αγωνιστικό αθλητισμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον σχεδιασμό και στην καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας, στην ανίχνευση αθλητικών ταλέντων, αλλά και στην πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών. Ένας μεγάλος αριθμός μελετών, στη διεθνή βιβλιογραφία, έχει διερευνήσει τη σχέση της ισοκινητικής αξιολόγησης με την απόδοση-επίδοση των αθλητών (πίνακας 1). Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών αναφέρουν μέτρια προς υψηλή συσχέτιση της ισοκινητικής ροπής δύναμης με την κατακόρυφη αλτικότητα (Bosco, Mogroni, & Luhtanen, 1983; De Staso, Kaminski, & Perrin, 1997; Genuario & Dolgener, 1980; S. Kellis, Gerodimos, E. Kellis, & Manou, 2000), με το σουτ στο ποδόσφαιρο (Reilly & Drust, 1997) και με την ταχύτητα «χτυπήματος» του ποδιού στην κολύμβηση (Mookerjee, Bibi, Kenney, & Cohen, 1995), ιδίως όταν η ισοκινητική αξιολόγηση πραγματοποιείται σε γρήγορες γωνιακές ταχύτητες. Όσον αφορά στη σχέση της ισοκινητικής ροπής δύναμης με την ταχύτητα, οι αναφορές είναι αντιφατικές. Παράγοντες που πιθανά επηρεάζουν τη σχέση μεταξύ της ισοκινητικής ροπής δύναμης και της απόδοσης-επίδοσης είναι το αθλητικό επίπεδο, η ηλικία και το μέγεθος του δείγματος που αξιολογείται, οι γωνιακές ταχύτητες στις οποίες πραγματοποιούνται οι ισοκινητικές αξιολογήσεις και η αθλητική δραστηριότητα που συσχετίζεται με τις διάφορες ισοκινητικές παραμέτρους.

**Πίνακας 1.** Σχέσης ισοκινητικής ροπής δύναμης με διάφορες αθλητικές δραστηριότητες

Μελέτη	Δείγμα/Αθλημα	Παράγοντας απόδοσης	Μυϊκή ομάδα	Μυϊκή ενεργοποίηση	Γωνιακή ταχύτητα	Σοσχέτιση
Anderson et al. 1991	39 ♂ (20.1±1.2ετών)/ καλαθ., ποδοσ., τένις	KA TAX (40 yd), EYK	ΓόνατοΕ-Κ	ΣΥ ΕΚ	ΣΥ: 60-180 <sup>0</sup> /s ΕΚ: 30-90 <sup>0</sup> /s	TAX: 0.44-0.57 EYK: 0.52-0.58
Bosco et al. 1983	12 ♂ (22.6±2.1ετών)/ πετοσφαίριση	KA	ΓόνατοΕ-Κ	ΣΥ	0.5, 1.0, 2.1, 3.14, 4.2 & 5.2 rad/s*	2.1, 3.14, 4.2, 5.2 rad/s*: 0.51-0.72
Γεροδήμος και συν. 2006	180 ♂ (12 – 17 ετών)/ καλαθοσφαίριση	KA	ΓόνατοΕ ΠοδοκνημικήΕ	ΣΥ	Γόνατο: 180 <sup>0</sup> /s Ποδοκνημική: 90 <sup>0</sup> /s	0.61-0.66
Genuario et al. 1980	29 ♀ (ενήλικες)/ καλαθοσφαίριση, πετοσφαίριση, γκολφ & αντισφαίριση	KA	ΓόνατοΕ-Κ ΠοδοκνημικήΕ	ΣΥ	30, 180 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s: 0.37- 0.59
Kellis et al. 2000	113 ♂ (10-17 ετών)/ ποδόσφαιρο	KA	ΓόνατοΕ-Κ	ΣΥ	60, 120, 180 <sup>0</sup> /s	0.63 - 0.73
Manou et al. 2003	16 ♂, ♀ (20.1±2.8ετών)/ σπριντερ	TAX (30m)	ΓόνατοΕ-Κ	ΣΥ ΕΚ	30, 300 <sup>0</sup> /s	ΣΥ: -0.52 έως -0.60
Mookerjee et al. 1995	12 ♀ (19..8±1.1ετών)/ κολύμβηση	TAX «κτοπήματος» του ποδιού στην κολύμβηση	ΓόνατοΕ-Κ	ΣΥ	2.88, 6.28, 7.85 rad/s*	ΓόνατοΕ 6.28rad/s*: 0.82
Reilly et al. 1997	35 ♀ (17-25 ετών)/ ποδόσφαιρο	απόσταση λακτίσματος της μπάλας (σουτ)	ΓόνατοΕ-Κ	ΣΥ	1.05,2.09, 3.14,4.19, 5.24,6.28, 6.98 rad/s*	0.30 - 0.69
Tsiokanos et al. 2002	29 ♂ (22.1±2.2ετών)/ μη αθλητές	KA	ΓόνατοΕ ΠοδοκνημικήΕ ΙσχίοΕ	ΣΥ	60, 120, 180 <sup>0</sup> /s	0.39 - 0.64
Wilson et al. 1995	30 ♂ (23±5.5 ετών)/ μη αθλητές	ταχύτητα ποδηλάτησης σε κυκλοεργόμετρο	ΓόνατοΕ	ΣΥ	1.05,3.14, 5.24 rad/s*	0.50 - 0.73

\* 1rad s-1 = 57,60/s

♀: γυναίκες, ♂: άνδρες, ΓόνατοΕ-Κ: εκτεινόντες και καμπήρες μυς της άρθρωσης του γόνατος, ΓόνατοΕ: εκτεινόντες μυς της άρθρωσης του γόνατος, ΕΚ: έκκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση, EYK: ευκίνησια, ΙσχίοΕ: εκτεινόντες μυς της άρθρωσης του ισχίου, KA: κατακόρυφη αλτικότητα, ΠοδοκνημικήΕ: εκτεινόντες μυς της ποδοκνημικής άρθρωσης, ΣΥ: σύγκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση, TAX: ταχύτητα.

### Αξιοπιστία και εγκυρότητα μέτρησης

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα της ισοκινητικής μεθόδου αξιολόγησης έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών τις τελευταίες δεκαετίες. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες, οι οποίες διερεύνησαν την αξιοπιστία διαφόρων πρωτοκόλλων ισοκινητικής αξιολόγησης σε αρθρώσεις του σώματος όπως είναι το γόνατο, το ισχίο, η ποδοκνημική, ο ώμος κ.α. Οι μελέτες αυτές κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα, με το δείκτη αξιοπιστίας (ICC) να κυμαίνεται από 0.11 έως 0.99 (Gerodimos et al., 2015; Iga, George, Lees, & Reilly, 2006; Kellis et al., 1999; Kea, Kramer, Forwell, & Birmingham, 2001).

Διάφοροι παράγοντες όπως τα χαρακτηριστικά του δείγματος (ηλικία, φύλο, κατάσταση υγείας, επίπεδο φυσικής κατάστασης, άθλημα κ.α.), η θέση τοποθέτησης και το πρωτόκολλο αξιολόγησης (επαναλήψεις, διάλειμμα, γωνιακή ταχύτητα), η μυϊκή ενεργοποίηση (σύγκεντρη vs έκκεντρη) και η μυϊκή ομάδα που αξιολογείται, καθώς και οι παράμετροι – μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ισοκινητικής μεθόδου (ροπή, έργο, ισχύς, γωνία επίτευξης μέγιστης ροπής, αμφίπλευρες συγκρίσεις, αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών κ.α.), πιθανόν ευθύνονται για τα πιο πάνω αντικρουόμενα αποτελέσματα (Gerodimos et al., 2015; Iga et al., 2006; Kellis et al., 1999).

Σύμφωνα με τις έρευνες αυτές φαίνεται ότι η σύγκεντρη ισοκινητική αξιολόγηση είναι πιο αξιόπιστη από την έκκεντρη όπως επίσης και η αξιολόγηση σε αργές γωνιακές ταχύτητες είναι πιο αξιόπιστη από αυτή στις γρήγορες (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Gerodimos et al., 2015; Kellis et al., 1999; Montgomery, Douglas & Deuster, 1989). Επιπρόσθετα, η ισοκινητική αξιολόγηση στην άρθρωση του γόνατος είναι πιο αξιόπιστη συγκριτικά με εκείνη σε άλλες αρθρώσεις όπως είναι η ποδοκνημική, το ισχίο κ.α. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ένας επιπρόσθετος παράγοντας που επηρεάζει την αξιοπιστία της ισοκινητικής μεθόδου είναι οι παράμετροι – μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της δύναμης. Για παράδειγμα, η

ροπή δύναμης παρουσιάζει μεγαλύτερη αξιοπιστία συγκριτικά με τις αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών και τις αμφίπλευρες συγκρίσεις (Gerodimos et al., 2015; Iga et al., 2006; Kellis et al., 1999).

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες μελέτες οι οποίες διερεύνησαν την αξιοπιστία της ισοκινητικής μεθόδου αξιολόγησης σε διάφορες αρθρώσεις.

Πίνακας 2. Μελέτες αξιοπιστίας πρωτοκόλλων ισοκινητικής αξιολόγησης ανά άρθρωση

Μελέτη	Άρθρωση-Κίνηση	Δείγμα	Μυϊκή ενεργοποίηση		
			Αργές ΓΤ (ICC)*	Γρήγορες ΓΤ (ICC)*	
Perrin (1986)	Ωμος K-E	ενήλικες	ΣΥ	0.84 – 0.95	0.75 – 0.85
Hageman et al. (1989)	Ωμος E-EE στροφή	ενήλικες	ΣΥ	0.87 – 0.93	0.85 – 0.91
			EΚ	0.85 – 0.90	0.83 – 0.88
Griffin (1987)	Αγκώνας K-E	ενήλικες	ΣΥ	0.82 – 0.83	-
			EΚ	0.72 – 0.80	-
VanSwearingen (1983)	Καρπός K-E	ενήλικες	ΣΥ	0.64 – 0.99	-
Burnet et al. (1990)	Ισχίο K-E	παιδιά	ΣΥ	0.63 – 0.68	0.75 – 0.84
	Ισχίο ΠΡ-ΑΠ	παιδιά	ΣΥ	0.55 – 0.59	0.49 – 0.59
Gerodimos et al. (2015)	Ισχίο ΠΡ-ΑΠ	έφηβοι	ΣΥ	0.73 – 0.88	0.76 – 0.91
			EΚ	0.71 – 0.91	0.77 – 0.92
Kea et al. (2001)	Ισχίο ΠΡ-ΑΠ	ενήλικες	ΣΥ	0.59 – 0.84	-
			EΚ	0.72 – 0.85	-
Kellis et al. (1999)	Γόνατο K-E	ενήλικες	ΣΥ	0.76 – 0.95	0.80 – 0.92
Kramer (1990)			EΚ	0.79 – 0.94	0.94
Molczyk et al. (1991)		έφηβοι	ΣΥ	0.88 – 0.98	0.89
Wilhite et al. (1992)			EΚ	0.71 – 0.92	0.76 – 0.80
Karnofel et al. (1989)	Ποδοκνημική Π-Ρ κάμψη	ενήλικες	ΣΥ	0.68 – 0.91	0.67 – 0.94
Wennerberg (1991)					
Cawthorn et al. (1991)	Ποδοκνημική E-EE	ενήλικες	ΣΥ	0.78 – 0.91	0.87 – 0.94
Karnofel et al. (1989)	στροφή				
Karatas et al. (2002)	Κορμός K-E	ενήλικες	ΣΥ	0.97 – 0.98	0.95 – 0.98

Αγκώνας K-E: αγκώνας κάμψη-έκταση, αργές ΓΤ: αργές γωνιακές ταχύτητες, Γόνατο K-E: γόνατο κάμψη-έκταση, γρήγορες ΓΤ: γρήγορες γωνιακές ταχύτητες, EΚ: έκκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση, ICC-intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, Ισχίο K-E: ισχίο κάμψη-έκταση, Ισχίο ΠΡ-ΑΠ: ισχίο προσαγωγοί-απαγωγοί, Καρπός K-E: καρπός κάμψη-έκταση, Κορμός K-E: κορμός κάμψη-έκταση, Ποδοκνημική E-EE στροφή: ποδοκνημική έσω-έξω στροφή, Ποδοκνημική Π-Ρ κάμψη: ποδοκνημική πελματιαία-ραχιαία κάμψη, ΣΥ: σύγκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση, Ωμος E-EE στροφή: ώμος έσω-έξω στροφή, Ωμος K-E: ώμος κάμψη-έκταση.

### Μεταβλητές μέτρησης

Στη διεθνή βιβλιογραφία για την ισοκινητική αξιολόγηση μιας άρθρωσης χρησιμοποιούνται διάφορες μεταβλητές, κάποιες από αυτές μετριοούνται άμεσα (ροπή δύναμης σε απόλυτες τιμές, έργο, ισχύς, γωνία επίτευξης μέγιστης ροπής) και κάποιες άλλες υπολογίζονται έμμεσα στη συνέχεια με ειδικούς τύπους (ροπή δύναμης σε σχετικές τιμές, αμφίπλευρες συγκρίσεις, αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών). Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά κάποιες από τις μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στη διεθνή βιβλιογραφία.

*Μέγιστη και μέση ροπή (peak and average torque):* Η ροπή δύναμης είναι μια από τις σημαντικότερες μεταβλητές της ισοκινητικής δυναμομετρίας. Κατά την ισοκινητική αξιολόγηση μιας μυϊκής ομάδας υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης τόσο της μέγιστης ισοκινητικής ροπής δύναμης δηλαδή της μεγαλύτερης τιμής δύναμης που θα παραχθεί στο εύρος της κίνησης που εξετάζεται όσο και του μέσου όρου της ισοκινητικής ροπής δύναμης που θα παραχθεί στο σύνολο του εύρους κίνησης. Η τιμή της δύναμης που παράγεται ως αποτέλεσμα της ισοκινητικής αξιολόγησης επηρεάζεται από το πρωτόκολλο μέτρησης που χρησιμοποιείται (επαναλήψεις, γωνιακή ταχύτητα, μυϊκή ομάδα, τρόπος ενεργοποίησης των μυών κ.α.).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όταν χρησιμοποιούμε τα αποτελέσματα της ισοκινητικής αξιολόγησης για να συγκρίνουμε τις επιδόσεις σε δύναμη σε διαφορετικούς πληθυσμούς ή στο ίδιο άτομο, επαναμετρώντας το μετά από ένα χρονικό διάστημα, θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τις διαφορές στη μυϊκή μάζα. Η μυϊκή μάζα είναι ένα μέγεθος, που όπως είναι γνωστό, επηρεάζει τις τιμές της μέγιστης δύναμης. Για

να ελέγξουμε αυτόν τον παράγοντα, όσον αφορά στη μέγιστη δύναμη, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της αξιολόγησης τόσο σε απόλυτες (absolute peak torque values) όσο και σε σχετικές τιμές (relative peak torque values). Ο τρόπος που θα γίνει η σχετικοποίηση της ροπής δύναμης ποικίλει ανάλογα με τη μέθοδο που θα ακολουθήσουμε. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι σχετικοποίησης είναι: α. με το λόγο μέγιστη ροπή δύναμης / σωματικό μάζα, β. με το λόγο μέγιστη ροπή δύναμης / άλυπη σωματική μάζα και γ. με την αλλομετρία (Jaric, 2002).

*Σχέση δύναμης-ταχύτητας (force-velocity relationship):* Η σχέση δύναμης - ταχύτητας είναι μια πολύ σημαντική μεταβλητή, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να αξιολογήσουμε μια μυϊκή ομάδα σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες που κυμαίνονται συνήθως από 1 έως 500°/s. Η σχέση δύναμης και ταχύτητας διαφέρει ανάλογα με τον τρόπο που ενεργοποιείται-εξετάζεται μια μυϊκή ομάδα (σύγκεντρα ή έκκεντρα). Όσον αφορά στη σύγκεντρα αξιολόγηση των μυών, η ισοκινητική ροπή δύναμης που παράγεται από μια μυϊκή ομάδα μειώνεται όσο αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Gerodimos, et al., 2006; Gerodimos, et al., 2003; Perrin, 1993). Για παράδειγμα η ισοκινητική ροπή δύναμης που παράγουν οι εκτεινόντες μύς της άρθρωσης του γόνατος είναι μεγαλύτερη στη γωνιακή ταχύτητα των 60°/s σε σύγκριση με τη γωνιακή ταχύτητα των 180°/s. Αντίθετα κατά την έκκεντρα αξιολόγηση των μυών η ισοκινητική ροπή δύναμης παραμένει σταθερή ή και σε μερικές περιπτώσεις αυξάνεται με την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας (Gerodimos, et al., 2003; Kellis & Baltzopoulos, 1995; Perrin, 1993).

*Αμφίπλευρες συγκρίσεις (bilateral muscle group comparisons):* Η ισοκινητική μέθοδος αξιολόγησης μας δίνει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε αμφίπλευρες συγκρίσεις, δηλαδή να εξετάσουμε τη διαφορά δύναμης που παρουσιάζουν οι ίδιες μυϊκές ομάδες στα δύο μέλη του σώματος (π.χ. σύγκριση δύναμης τετρακέφαλου του δεξιού σκέλους με τον τετρακέφαλο του αριστερού σκέλους). Είναι γενικά αποδεκτό ότι σε υγιή άτομα δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ισοκινητική ροπή δύναμης μεταξύ των δύο μελών (Australian Sports Commission, 2000; S. Kellis, Gerodimos, E. Kellis, & Manou, 2001), αν και υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν το αντίθετο (Chandler, Kibler, Stracener, Ziegler, & Pace, 1992; Costain & Williams, 1984; Mohtadi, Kiefer, Tedford, & Watters, 1990). Συνήθως ένα από τα δυο μέλη που εξετάζονται είναι το κυρίαρχο δηλαδή το πιο δυνατό. Μια διαφορά δύναμης μεταξύ των δύο μελών της τάξης του 10% θεωρείται φυσιολογική (Chin, So, Yuan, & Wong, 1994; Grace, Sweetser, Nelson, Ydens, & Skipper, 1984; Knapik, Bauman, Joner, Harris, & Vaughan, 1991; Vagenas & Hoshizaki, 1991). Η διαφορά αυτή συνήθως δικαιολογείται είτε από τον τρόπο λειτουργίας των μυών σε κάποιο άθλημα με συχνότερη ή διαφορετική χρήση του ενός μέλους (π.χ. αντισφαίριση) είτε από προηγούμενο ιστορικό τραυματισμού στο ένα μέλος. Διαφορές μεγαλύτερες του 10%, όταν αυτές δεν μπορούν να αιτιολογηθούν, πρέπει να αντιμετωπίζονται με ειδικά σχεδιασμένα προγράμματα ενδυνάμωσης διότι πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι μεγάλες αμφίπλευρες διαφορές μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μεγαλύτερες αμφίπλευρες διαφορές παρατηρούνται στα άνω και λιγότερο στα κάτω άκρα (Australian Sports Commission, 2000).

Οι αμφίπλευρες διαφορές μεταξύ των μελών του σώματος υπολογίζονται με τον εξής τύπο: [(Ροπή δύναμης δυνατού ποδιού - Ροπή δύναμης αδύνατου ποδιού)/Ροπή δύναμης δυνατού ποδιού]\*100.

*Αναλογίες ανταγωνιστών / αγωνιστών μυών (reciprocal muscle group torque ratios):* Ως αναλογία ανταγωνιστών / αγωνιστών μυών σε μια άρθρωση καλείται το πηλίκο της ισοκινητικής ροπής δύναμης των ανταγωνιστών προς την ισοκινητική ροπή δύναμης των αγωνιστών μυών πολλαπλασιαζόμενο επί εκατό. Η σημαντικότητα αυτής της ισοκινητικής παραμέτρου έγκειται στη χρήση της ως δείκτη σταθερότητας ή αστάθειας μιας άρθρωσης (Baltzopoulos & Kellis, 1998; Baltzopoulos & Brodie, 1989; Kellis & Baltzopoulos, 1995). Η αστάθεια μιας άρθρωσης είναι πιθανά ένας από τους παράγοντες που αυξάνουν την πιθανότητα πρόκλησης τραυματισμών αν και πολλοί επιστήμονες αμφισβητούν ή δεν έχουν πεισθεί ακόμα για τη σχέση της παραμέτρου αυτής με τους τραυματισμούς (Australian Sports Commission, 2000).

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μελετών οι οποίες έχουν αξιολογήσει αναλογίες σε διάφορες αρθρώσεις του σώματος τόσο σε αθλητές διαφορετικών αθλημάτων όσο και σε φυσιολογικούς και ειδικούς πληθυσμούς (Aagaard et al., 1998; Calmels, Nellen, van der Borne, Jourdin, & Minaire, 1997; Gerodimos et al., 2006; Gerodimos et al., 2003; Highgenboten, Jackson, & Meske, 1988; Karatrantou et al., 2017; Kellis et al., 2001). Ανάλογα με τον τρόπο που αξιολογείται η ισοκινητική ροπή δύναμης σε κάθε μυϊκή ομάδα (σύγκεντρα ή έκκεντρα), προκύπτουν τέσσερα είδη αναλογιών (Baltzopoulos & Kellis, 1998; Dvir, 1995; Gerodimos et al., 2003; Kellis & Baltzopoulos, 1995; Perrin, 1993) τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Τρόποι υπολογισμού αναλογιών ανταγωνιστών μυών / αγωνιστών μυών

Είδος Αναλογίας	Τύπος υπολογισμού
<b>Παραδοσιακές αναλογίες</b>	
Σύγκεντρη/Σύγκεντρη αναλογία	(Σύγκεντρη ροπή δύναμης ανταγωνιστών μυών / σύγκεντρη ροπή δύναμης αγωνιστών μυών) x 100
Έκκεντρη/Έκκεντρη αναλογία	(Έκκεντρη ροπή δύναμης ανταγωνιστών μυών / έκκεντρη ροπή δύναμης αγωνιστών μυών) x 100
<b>Λειτουργικές αναλογίες</b>	
Έκκεντρη/Σύγκεντρη αναλογία	(Έκκεντρη ροπή δύναμης ανταγωνιστών μυών / σύγκεντρη ροπή δύναμης αγωνιστών μυών) x 100
Σύγκεντρη/Έκκεντρη αναλογία	(Σύγκεντρη ροπή δύναμης ανταγωνιστών μυών / έκκεντρη ροπή δύναμης αγωνιστών μυών) x 100

### Διαδικασία μέτρησης/περιγραφή

**Ρύθμιση λειτουργίας (Calibration):** Η ρύθμιση της λειτουργίας του ισοκινητικού μηχανήματος είναι μια διαδικασία που διασφαλίζει την ακρίβεια των δεδομένων που παίρνουμε από το μηχάνημα. Τα περισσότερα ισοκινητικά μηχανήματα παρέχουν τη δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης της λειτουργίας τους, όταν αυτό ζητηθεί από τον εξεταστή. Οι περισσότεροι κατασκευαστές ισοκινητικών μηχανημάτων προτείνουν, για τη διασφάλιση της ακρίβειας των μετρήσεων, μηνιαία ρύθμιση της λειτουργίας των μηχανημάτων (Australian Sports Commission, 2000).

**Οδηγίες (Instructions) και εξοικείωση (familiarization):** Όπως σε όλες τις δοκιμασίες, έτσι και στην ισοκινητική, θα πρέπει να δοθούν στους εξεταζόμενους σύντομες και απλές οδηγίες, οι οποίες θα πρέπει να επικεντρωθούν ακριβώς στο τι πρέπει να κάνουν κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας. Εξηγήσεις που αφορούν γενικότερα στην ισοκινητική μέθοδο αξιολόγησης π.χ. ποιες παραμέτρους αξιολογεί κ.α. δεν θεωρούνται απαραίτητες, πριν και κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας και μπορεί να μπερδέψουν τον εξεταζόμενο (Australian Sports Commission, 2000). Αμέσως πριν την έναρξη της αξιολόγησης, η οδηγία που συνήθως δίνεται στον εξεταζόμενο είναι «να ωθήσει και να τραβήξει όσο πιο δυνατά και γρήγορα μπορεί σε όλο το εύρος της κίνησης».

Η ισοκινητική αξιολόγηση είναι μια πρωτόγνωρη αίσθηση για τον εξεταζόμενο όταν δεν είναι εξοικειωμένος. Η μη εξοικείωση, με τη μέθοδο αξιολόγησης, μπορεί να δημιουργήσει στον εξεταζόμενο άγχος και παρανόηση της διαδικασίας αξιολόγησης γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία της μέτρησης (Brown, 2000; Perrin, 1993). Η ισοκινητική έκκεντρη ενεργοποίηση των μυών είναι γενικότερα μια δυσκολότερη, συγκριτικά με τη σύγκεντρη, διαδικασία για τους εξεταζόμενους και θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην εξοικείωση. Γενικότερα, η διαδικασία εξοικείωσης του εξεταζόμενου με τα ισοκινητικά πρωτόκολλα εντάσσεται στην ειδική προθέρμανση πριν την αξιολόγηση (βλέπε ενότητα προθέρμανση).

**Τοποθέτηση (body position) και σταθεροποίηση (stabilization):** Πολύ σημαντικό ρόλο για την αξιοπιστία μια ισοκινητικής δοκιμασίας διαδραματίζουν η τοποθέτηση και σταθεροποίηση του ατόμου που θα αξιολογηθεί στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Είναι πολύ σημαντικό για την αξιοπιστία της μέτρησης να αποκλειστεί οποιαδήποτε κίνηση άλλης άρθρωσης από αυτήν που αξιολογείται. Τα ισοκινητικά δυναμόμετρα παρέχουν τη δυνατότητα, με διάφορα εξαρτήματα που διαθέτουν (ζώνες κ.α.), σταθεροποίησης του ατόμου που θα αξιολογηθεί. Όσον αφορά στην αρχική θέση από την οποία ξεκινά η αξιολόγηση, αυτή μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με τον τύπο του ισοκινητικού δυναμόμετρου και το στόχο της αξιολόγησης. Για παράδειγμα, η αρχική θέση για την αξιολόγηση της πελματιαίας-ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης μπορεί να είναι είτε η πρηγής κατάκλιση (έμφαση στο γαστροκνήμιο) είτε η καθιστή θέση με το γόνατο λυγισμένο περίπου στις 90° (έμφαση στον υποκνημίδιο). Σε πρωτόκολλα μέτρησης που θα επαναληφθούν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα στα ίδια άτομα ή πιθανόν θα χρησιμοποιηθούν για να συγκριθούν οι επιδόσεις μεταξύ διαφορετικών ατόμων, η μέτρηση πρέπει πάντα να εκτελείται από την ίδια αρχική θέση.

**Ασφάλεια εξεταζόμενου:** Η ισοκινητική δυναμομετρία είναι μια από τις ασφαλέστερες μεθόδους αξιολόγησης της δύναμης. Κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης όλες οι συνθήκες είναι ελεγχόμενες (μυϊκή δραστηριότητα, επιβάρυνση κ.α.). Τα ισοκινητικά δυναμόμετρα διαθέτουν διάφορα εξαρτήματα (ιμάντες, ασφάλειες κ.α.) που διασφαλίζουν τον απόλυτο έλεγχο της κίνησης κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης. Τέλος, οι εξεταστές

συμβάλλουν στην ασφάλεια του εξεταζόμενου όταν: α. ακολουθούν αυστηρά τις οδηγίες των κατασκευαστών, β. γνωρίζουν το ιατρικό ιστορικό του εξεταζόμενου και γ. προετοιμάζουν κατάλληλα τον εξεταζόμενο για τη μέτρηση (εξοικείωση, προθέρμανση κ.α.).

*Διόρθωση βαρύτητας (gravity correction):* Όταν η διαδικασία αξιολόγησης ενός μέλους-άρθρωσης επηρεάζεται από το φαινόμενο της βαρύτητας π.χ. αξιολόγηση εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος, θα πρέπει να ακολουθείται μια διαδικασία ελέγχου και διόρθωσης της (Australian Sports Commission, 2000; De Ste Croix, Deighan, & Armstrong, 2003). Η διόρθωση της βαρύτητας είναι μια διαδικασία απαραίτητη, η οποία μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία μιας μέτρησης. Τα σύγχρονα δυναμόμετρα έχουν τη δυνατότητα της αυτόματης διόρθωσης της βαρύτητας, αν και κάποιοι μελετητές έχουν προτείνει και άλλους τρόπους διόρθωσης της βαρύτητας (με χρήση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών) που παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα ιδίως σε εξεταζόμενους αναπτυξιακών ηλικιών (Kellis & Baltzopoulos, 1996).

*Μυϊκή ενεργοποίηση (muscle action):* Τα ισοκινητικά δυναμόμετρα παρέχουν τη δυνατότητα αξιολόγησης των μυϊκών ομάδων τόσο σύγκεντρα όσο και έκκεντρα. Από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, είναι γενικά αποδεκτό ότι η έκκεντρη δύναμη μιας μυϊκής ομάδας είναι μεγαλύτερη από τη σύγκεντρη (Gerodimos et al., 2006; Gerodimos et al., 2003; Kellis et al., 2001). Η αξιολόγηση τόσο της σύγκεντρης όσο και της έκκεντρης δύναμης προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της μυϊκής ομάδας που αξιολογείται, αφού κατά τη διάρκεια μιας αθλητικής δραστηριότητας αλλά και μιας καθημερινής κίνησης οι μυϊκές ομάδες ενεργοποιούνται τόσο σύγκεντρα όσο και έκκεντρα. Όταν το πρωτόκολλο ισοκινητικής αξιολόγησης περιλαμβάνει σύγκεντρη και έκκεντρη δοκιμασία, τότε, συνήθως η σύγκεντρη προηγείται της έκκεντρης (Australian Sports Commission, 2000).

*Προθέρμανση (warm up):* Η προετοιμασία του εξεταζόμενου πριν την ισοκινητική αξιολόγηση περιλαμβάνει γενική και ειδική προθέρμανση. Η γενική προθέρμανση συνίσταται σε ελαφρύ (χαλαρό) τρέξιμο ή ποδηλάτηση και διατάσεις με έμφαση στις μυϊκές ομάδες που θα εξεταστούν (Australian Sports Commission, 2000; Brown, 2000). Η ειδική προθέρμανση πραγματοποιείται στο ισοκινητικό δυναμόμετρο και συνήθως περιλαμβάνει 3-5 υπομέγιστες και 1-3 μέγιστες προσπάθειες σε κάθε γωνιακή ταχύτητα που θα εξεταστεί (De Ste Croix et al., 2003; Perrin, 1993).

#### Πρωτόκολλα αξιολόγησης

Στη διεθνή βιβλιογραφία για την ισοκινητική αξιολόγηση χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα τα οποία παρουσιάζουν διαφορές ως προς τις γωνιακές ταχύτητες αξιολόγησης, τον αριθμό επαναλήψεων, τη μυϊκή ενεργοποίηση, αλλά και το εύρος κίνησης της άρθρωσης που αξιολογείται (γόνατο, ισχίο, ποδοκνημική κ.α.) (Dos Santos Andrade et al., 2013; Gerodimos et al., 2015; Gerodimos et al., 2006; Gerodimos et al., 2003; Iga et al., 2006; Karatrantou et al., 2017; Kea et al., 2001; Kellis et al., 1999).

*Ταχύτητα αξιολόγησης (test velocity):* Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, τα ισοκινητικά δυναμόμετρα μας δίνουν τη δυνατότητα να αξιολογήσουμε μια μυϊκή ομάδα σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες που κυμαίνονται συνήθως από 1 έως 500°/s, ανάλογα με τον τύπο του ισοκινητικού δυναμόμετρου. Συνήθως ένα πρωτόκολλο αξιολόγησης της δύναμης μιας μυϊκής ομάδας περιλαμβάνει τόσο αργές όσο και γρήγορες γωνιακές ταχύτητες. Όταν χρησιμοποιείται ένα τέτοιο πρωτόκολλο που περιλαμβάνει αξιολόγηση σε πολλές γωνιακές ταχύτητες, τότε η αξιολόγηση στις αργές γωνιακές ταχύτητες θα πρέπει να προηγείται των γρήγορων (Australian Sports Commission, 2000; De Ste Croix, et al., 2003; Perrin, 1993). Αυτό βοηθά στο να κατανοήσει ο εξεταζόμενος την κίνηση και τις απαιτήσεις σε δύναμη (De Ste Croix et al., 2003), μειώνει την πιθανότητα τραυματισμού (De Ste Croix et al., 2003) και κάνει το πρωτόκολλο αξιολόγησης πιο αξιόπιστο ιδίως σε αρχάριους εξεταζόμενους.

Τα κυριότερα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την επιλογή της κατάλληλης γωνιακής ταχύτητας αξιολόγησης είναι το εύρος κίνησης της άρθρωσης και το είδος της μυϊκής ενεργοποίησης.

Όσον αφορά στο εύρος κίνησης της άρθρωσης, είναι γενικά αποδεκτό ότι οι αρθρώσεις με μικρό εύρος κίνησης πρέπει να εξετάζονται σε μικρότερη γωνιακή ταχύτητα (Australian Sports Commission, 2000), συγκριτικά με τις αρθρώσεις με μεγάλο εύρος κίνησης. Ένας πρακτικός τρόπος υπολογισμού της πιο αργής ταχύτητας που μπορούμε να αξιολογήσουμε μια άρθρωση είναι να διαιρέσουμε το εύρος κίνησης της άρθρωσης δια δύο (εύρος/2= ελάχιστη γωνιακή ταχύτητα αξιολόγησης). Όταν σε ένα πρωτόκολλο χρησιμοποιούνται γρήγορες γωνιακές ταχύτητες, θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι το μέλος που εξετάζεται χρειάζεται κάποιο χρόνο επιτάχυνσης μέχρι να κινηθεί με την ταχύτητα εξέτασης, επηρεάζοντας με τον τρόπο αυτό την αξιοπιστία της μέτρησης. Συνεπώς, σε αξιολογήσεις με πολύ υψηλές ταχύτητες, ιδίως όταν το εύρος κίνησης είναι μικρό, θα ήταν προτιμότερο τα δεδομένα της μέτρησης που θα αξιολογηθούν να προέρχονται από ένα συγκεκριμένο-προεπιλεγμένο εύρος κίνησης, όπου είμαστε σίγουροι ότι το μέλος που αξιολογείται έχει ανα-



πτόξει τη γωνιακή ταχύτητα που απαιτείται (Iossifidou & Baltzopoulos, 1996). Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται αργές και γρήγορες γωνιακές ταχύτητες αξιολόγησης ανά άρθρωση.

Ο τρόπος δραστηριοποίησης των μυών (σύγκεντρα ή έκκεντρα) είναι ένας επιπρόσθετος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την επιλογή της κατάλληλης γωνιακής ταχύτητας αξιολόγησης. Η έκκεντρη αξιολόγηση γίνεται σε μικρότερες γωνιακές ταχύτητες (συνήθως δεν ξεπερνά τις 180°/s) σε σύγκριση με τη σύγκεντρη αξιολόγηση (Australian Sports Commission, 2000).

Πίνακας 4. Ταχύτητες αξιολόγησης ανά άρθρωση κατά την ισοκινητική αξιολόγηση (Australian Sports Commission, 2000)

Άρθρωση	Κίνηση	Αργές ταχύτητες (°/s)	Γρήγορες ταχύτητες (°/s)
Ωμος (shoulder)	κάμψη-έκταση	≤ 120	≥ 180
	προσαγωγή-απαγωγή	≤ 120	≥ 180
	έσω-έξω στροφή	≤ 120	≥ 180
Αγκώνας (elbow)	κάμψη-έκταση	≤ 120	≥ 180
Καρπός (wrist)	πρηνισμός-οπισθισμός	≤ 60	≥ 90
	κάμψη-έκταση	≤ 60	≥ 90
Ισχίο (hip)	προσαγωγή-απαγωγή	≤ 60	≥ 90
	κάμψη-έκταση	≤ 60	≥ 90
	έσω-έξω στροφή	≤ 60	≥ 90
Γόνατο (knee)	κάμψη-έκταση	≤ 60	≥ 180
	έσω-έξω στροφή	≤ 60	≥ 120
Ποδοκνημική (ankle)	πελματιαία-ραχιαία κάμψη	≤ 60	≥ 120
	έσω-έξω στροφή	≤ 60	≥ 120
Κορμός (trunk)	κάμψη-έκταση	≤ 60	≥ 90

*Αριθμός επαναλήψεων (number of test repetitions) και διάλειμμα μεταξύ των πρωτοκόλλων:* Ανάλογα με τη γωνιακή ταχύτητα στην οποία γίνεται η αξιολόγηση, η μέγιστη ισοκινητική ροπή δύναμης χρειάζεται 2 έως 6 επαναλήψεις για να αναπτυχθεί (Baltzopoulos & Brodie, 1989). Ωστόσο, οι περισσότεροι ερευνητές που ασχολούνται με την ισοκινητική αξιολόγηση χρησιμοποιούν πρωτόκολλα τα οποία περιλαμβάνουν 3 έως 5 επαναλήψεις ανά γωνιακή ταχύτητα και τύπο μυϊκής ενεργοποίησης (Australian Sports Commission, 2000; Brown, 2000; Gerodimos, et al., 2006; Gerodimos, et al., 2003; Perrin, 1993).

Το διάλειμμα μεταξύ των διαφορετικών γωνιακών ταχυτήτων, τύπων μυϊκής δραστηριότητας, και μελών που αξιολογούνται είναι απαραίτητο για την αξιοπιστία του πρωτοκόλλου. Ένα διάλειμμα μεταξύ 60'' και 90'' είναι απαραίτητο και αρκετό για την αποκατάσταση και την επαναξιολόγηση μιας μυϊκής ομάδας (Australian Sports Commission, 2000; Brown, 2000; De Ste Croix et al., 2003; Perrin, 1993).

*Εύρος κίνησης (range of motion):* Το εύρος κίνησης διαφέρει ανάλογα με την άρθρωση που αξιολογείται αλλά και την κίνηση που πραγματοποιείται. Για παράδειγμα το ιδανικό εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος κατά την πλήρη έκταση - πλήρη κάμψη είναι περίπου 135° ενώ της ποδοκνημικής άρθρωσης το ιδανικό εύρος κίνησης κατά την πελματιαία - ραχιαία κάμψη είναι περίπου 70° (Perrin, 1993). Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι διαφορετικό εύρος κίνησης επιτυγχάνεται από εξεταζόμενο σε εξεταζόμενο στην ίδια άρθρωση και κίνηση λόγω ανατομικών διαφορών και διαφορών στην κινητικότητα. Έτσι σε πρωτόκολλα μέτρησης που θα επαναληφθούν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα στα ίδια άτομα ή πιθανόν θα χρησιμοποιηθούν για να συγκριθούν οι επιδόσεις μεταξύ διαφορετικών ατόμων θα πρέπει να οριστεί ένα συγκεκριμένο κοινό εύρος κίνησης με κριτήριο να μπορεί αυτό το εύρος κίνησης να επιτευχθεί από όλους τους εξεταζόμενους.

*Λεκτική και Οπτική ανατροφοδότηση (Verbal and Visual feedback):* Η ικανότητα απόδοσης ενός ατόμου κατά την ισοκινητική αξιολόγηση φαίνεται να επηρεάζεται από την ανατροφοδότηση που θα δεχθεί και από το είδος αυτής. Τα σημερινά εξελιγμένα ισοκινητικά δυναμόμετρα δίνουν τη δυνατότητα οπτικής ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο (real time). Από διάφορες μελέτες φαίνεται ότι η οπτική ανατροφοδότηση συμβάλλει στη βελτίωση της επίδοσης κατά την ισοκινητική αξιολόγηση ιδίως όταν αυτή γίνεται σε αργές γωνιακές ταχύτητες (Baltzopoulos, Williams, & Bradie, 1991; Dvir, 1995; Kellis & Baltzopoulos, 1996). Πλέον στις περισσότερες ισοκινητικές αξιολογήσεις χρησιμοποιείται οπτική ανατροφοδότηση. Αντίθετα η λεκτική ενθάρρυνση του εξεταζόμενου, παρότι και αυτή επηρεάζει την απόδοσή του, δε χρησιμοποιείται τόσο όσο η οπτική ανατροφοδότηση διότι δεν είναι σταθερή και μπορεί να διαφέρει από μέτρηση σε μέτρηση (Dvir, 1995). Επίσης, πολύ σημαντικός είναι ο τόνος και η ένταση της λεκτικής ενθάρρυνσης που μπορεί να προκαλέσει, όταν είναι πολύ επιθετική, τα αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Wilk, Arigo, & Andrews, 1991).

## Συζήτηση και σχόλια

Η ισοκινητική δυναμομετρία θεωρείται μέθοδος αναφοράς (gold standard) για την αξιολόγηση της δύναμης σε διάφορες αρθρώσεις του σώματος και χρησιμοποιείται ευρέως σε κέντρα άσκησης και αποκατάστασης. Η ισοκινητική δυναμομετρία παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα συγκριτικά με άλλες μεθόδους αξιολόγησης της δύναμης όπως είναι η ισομετρική και η ισοτονική. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της ισοκινητικής μεθόδου αξιολόγησης είναι η ασφάλεια του εξεταζόμενου κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Τα αποτελέσματα της ισοκινητικής δυναμομετρίας χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της επίδοσης-απόδοσης και την επιλογή ταλέντων σε διάφορα αθλήματα, καθώς και για την πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών τόσο σε μαζικά ασκούμενους όσο και σε αθλητές (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Kellis & Baltzopoulos, 1995; Perrin, 1993). Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η σχέση της ισοκινητικής αξιολόγησης τόσο με την πρόβλεψη της επίδοσης - απόδοσης όσο και με την πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί (Baltzopoulos, 1996).

Η ισοκινητική ροπή δύναμης, οι αμφίπλευρες συγκρίσεις και οι αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών αποτελούν τις σημαντικότερες παραμέτρους της ισοκινητικής αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται ευρέως στη διεθνή βιβλιογραφία.

Η ισοκινητική ροπή δύναμης επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, η μυϊκή ενεργοποίηση και η ταχύτητα αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα των ερευνών αναφέρουν μεγαλύτερη παραγωγή δύναμης κατά την έκκεντρη δραστηριοποίηση των μυών σε σύγκριση με τη σύγκεντρη (Costain & Williams, 1984; Karatrantou et al., 2017; Kellis et al., 2001; Kellis et al., 1999; Mohtadi et al., 1990). Η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης δύναμης μπορεί να αποδοθεί κυρίως στο διαφορετικό τρόπο συνεισφοράς σε δύναμη του ενεργητικού και παθητικού κινητικού συστήματος στην κάθε περίπτωση. Η δύναμη που παράγεται από τα ενεργητικά στοιχεία (μυς, τένοντες) είναι μεγαλύτερη και απαιτεί λιγότερη ενέργεια κατά την έκκεντρη ενεργοποίηση του μυός σε σύγκριση με τη σύγκεντρη. Παρομοίως, η συνεισφορά δύναμης από τα παθητικά στοιχεία (οστά, αρθρώσεις, σύνδεσμοι) κατά τη διάταση του συνδετικού ιστού μεγαλώνει όσο αυξάνει το μήκος των μυοτενόντιων στοιχείων (Cabri, 1991; Baltzopoulos & Kellis, 1998; Kellis & Baltzopoulos, 1995). Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι ο μυς είναι ικανός να παράγει μεγαλύτερη ροπή δύναμης όταν ενεργοποιείται έκκεντρα, ανεξαρτήτως μυϊκής ομάδας, ηλικίας, φύλου και αθλητικής δραστηριότητας.

Η γωνιακή ταχύτητα είναι μια ακόμη παράμετρος η οποία φαίνεται ότι επηρεάζει την τιμή της ισοκινητικής ροπής δύναμης. Οι περισσότερες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρουν μείωση της ισοκινητικής ροπής δύναμης με την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας κατά τη σύγκεντρη ενεργοποίηση ενός μυός (Gerodimos et al., 2015; Gerodimos et al., 2006; Gerodimos et al., 2003; Karatrantou et al., 2017; Kellis et al., 2001). Η πτώση της ισοκινητικής ροπής δύναμης με την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας πιθανόν να οφείλεται στο διαφορετικό τρόπο ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων σε διαφορετικές ταχύτητες (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Westing, Cresswell, & Thorstensson, 1991). Όσον αφορά στην έκκεντρη ισοκινητική ροπή δύναμης, οι αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία είναι αντικρουόμενες, κάποιες μελέτες αναφέρουν αύξηση της ροπής δύναμης με την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας, ενώ κάποιες άλλες αναφέρουν ότι η ροπή δύναμης παραμένει σταθερή. Τα αντικρουόμενα αποτελέσματα των μελετών όσον αφορά στη σχέση δύναμης - ταχύτητας κατά την έκκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση πιθανόν να οφείλονται στο πρωτόκολλο μέτρησης αλλά κυρίως στη δυσκολία της έκκεντρης αξιολόγησης. Η έκκεντρη αξιολόγηση προκαλεί μεγαλύτερο βαθμό κόπωσης και απαιτεί μεγαλύτερη εξοικείωση συγκριτικά με τη σύγκεντρη αξιολόγηση. Η άποψη αυτή ενισχύεται από έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία οι οποίες αναφέρουν ότι η έκκεντρη ισοκινητική αξιολόγηση παρουσιάζει χαμηλότερη αξιοπιστία συγκριτικά με τη σύγκεντρη αξιολόγηση κυρίως στις γρήγορες γωνιακές ταχύτητες. Συνεπώς, πριν την πραγματοποίηση της έκκεντρης ισοκινητικής αξιολόγησης συστήνεται καλή προθέρμανση (γενική και ειδική) για αποφυγή τραυματισμών και καλή εξοικείωση του δοκιμαζόμενου με το πρωτόκολλο αξιολόγησης.

Εκτός όμως από την ισοκινητική ροπή δύναμης, δύο άλλες παράμετροι της ισοκινητικής δυναμομετρίας, οι οποίες έχουν κεντρήσει το ενδιαφέρον των ερευνητών, είναι οι αμφίπλευρες συγκρίσεις και οι αναλογίες ανταγωνιστών - αγωνιστών. Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, οι δύο αυτές παράμετροι της ισοκινητικής αξιολόγησης μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών. Όσον αφορά στις αμφίπλευρες συγκρίσεις, είναι γενικά αποδεκτό ότι σε υγιή άτομα δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ισοκινητική ροπή δύναμης μεταξύ των δύο σκελών, αν και υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν το αντίθετο (Costain & Williams, 1984; Mohtadi, Kiefer, Tedford, & Watters, 1990).

Σχετικά με τις αναλογίες ανταγωνιστών - αγωνιστών, οι περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι ο υπολογισμός τόσο των παραδοσιακών όσο και των λειτουργικών αναλογιών προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της άρθρωσης που αξιολογείται (Aagaard et al., 1998; Aagaard et al., 1995). Οι λειτουργικές α-

ναλογίες εκφράζουν καλύτερα τη δραστηριοποίηση των ανταγωνιστών - αγωνιστών μυών, τόσο κατά την πραγματοποίηση αθλητικών δραστηριοτήτων όσο και κατά την εκτέλεση καθημερινών κινήσεων, όπου οι αγωνιστές και ανταγωνιστές μυς δραστηριοποιούνται με διαφορετικό - αντίθετο τρόπο (οι αγωνιστές σύγκριση και οι ανταγωνιστές έκκεντρα) (Aagaard et al., 1995; Baltzopoulos, 1996; Baltzopoulos & Brodie, 1989; Kellis & Baltzopoulos, 1995; Perrin, 1993). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ο υπολογισμός των αναλογιών πρέπει να γίνεται προσεκτικά και κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κάποιοι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές των αναλογιών όπως είναι οι μυϊκές ομάδες που αξιολογούνται, ο τρόπος υπολογισμού της αναλογίας, το πρωτόκολλο μέτρησης και η αθλητική δραστηριότητα του εξεταζόμενου. Η άποψη αυτή ενισχύεται από έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία οι οποίες αναφέρουν ότι οι αναλογίες ανταγωνιστών/αγωνιστών αλλά και τα ελλείμματα δύναμης πρέπει να υπολογίζονται με ιδιαίτερη προσοχή και να χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη καθώς παρουσιάζουν χαμηλότερη αξιοπιστία σε σύγκριση με την ισοκινητική ροπή δύναμης.

### Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Συνοψίζοντας, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας βρέθηκαν πολλές μελέτες οι οποίες επικεντρώθηκαν στην ισοκινητική αξιολόγηση της άρθρωσης του γόνατος, εξετάζοντας την επίδραση ενός μεγάλου αριθμού παραγόντων όπως είναι η ηλικία, το φύλο, η αθλητική δραστηριότητα, η μυϊκή ενεργοποίηση, η γωνιακή ταχύτητα κ.α., ενώ πολύ λίγες είναι οι μελέτες οι οποίες ασχολήθηκαν με την ισοκινητική αξιολόγηση σε άλλες αρθρώσεις. Έτσι, απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά στην επίδραση της μυϊκής ενεργοποίησης, της γωνιακής ταχύτητας, του σκέλους μέτρησης και άλλων παραγόντων στην ισοκινητική ροπή δύναμης του ισχίου, της ποδοκνημικής, των άνω άκρων και του κορμού. Επιπρόσθετα, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναδειχθηκαν μεγάλα κενά όσον αφορά στον υπολογισμό και στη χρήση των λειτουργικών αναλογιών, οι οποίες εκφράζουν καλύτερα τη δραστηριοποίηση των μυών σε μια αθλητική δραστηριότητα. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες οι οποίες εξέτασαν τις λειτουργικές αναλογίες κυρίως στην άρθρωση του γόνατος, ενώ ελάχιστες είναι οι μελέτες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε άλλες αρθρώσεις. Συνεπώς, περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τον υπολογισμό των λειτουργικών αναλογιών σε αρθρώσεις όπως είναι το ισχίο, η ποδοκνημική, ο ώμος κ.α.

#### Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η ισοκινητική δυναμομετρία χρησιμοποιείται ευρέως σε κέντρα άσκησης και αποκατάστασης για την αξιολόγηση της δύναμης και την πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών. Τις τελευταίες δεκαετίες, το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει επικεντρωθεί στη διερεύνηση διαφόρων παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την ισοκινητική αξιολόγηση σε διάφορες αρθρώσεις του σώματος. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι περισσότερες από τις μελέτες αυτές έχουν επικεντρωθεί στην άρθρωση του γόνατος, ενώ δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα όσον αφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την ισοκινητική αξιολόγηση σε αρθρώσεις όπως είναι το ισχίο, η ποδοκνημική, ο ώμος, ο κορμός κ.α. Η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της ισοκινητικής αξιολόγησης σε διάφορες αρθρώσεις του σώματος θα προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες, σε επαγγελματίες άσκησης και υγείας, όσον αφορά στο σχεδιασμό, στην αξιολόγηση και στην καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας.

### Βιβλιογραφία

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *American Journal of Sports Medicine*, 26, 231-237.
- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154, 421-427.
- Anderson, M. A., Gieck, H. J., Perrin, D., Weltman, A., Rutt, R., & Denegar, C. (1991). The relationships among isometric, isotonic and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 14, 114-120.
- Australian Sports Commission. (2000). *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baltzopoulos, V. & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry, applications and limitations. *Sports Medicine*, 8, 101-116.

- Baltzopoulos, V. & Kellis, E. (1998). Isokinetic strength during childhood and adolescence. In E. Van Praagh (ed.), *Pediatric Anaerobic Performance* (pp. 225-240). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baltzopoulos, V. (1996). Skeletal muscle function. In: R., Eston & T., Reilly (Eds.), *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual* (pp. 75-93). London: Spon.
- Baltzopoulos, V., Williams, J. G., & Brodie, D. E. (1991). Sources of error in isokinetic dynamometry: effects of visual feedback on maximum torque measurements. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 13, 138-142.
- Bosco, C., Mogroni, P., & Luhtanen, P. (1983). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 357-364.
- Brown, E. L. (2000). *Isokinetics in Human Performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Buchanan, P. A. & Vardaxis, V. G. (2009). Lower-extremity strength profiles and gender-based classification of basketball players ages 9-22 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 406-419.
- Burnett, C. N., Betts, E. F., & King, W. M. (1990). Reliability of isokinetic measurements of hip muscle torque in young boys. *Physical Therapy*, 70, 244-249.
- Cabri, J. M. H. (1991). Isokinetic strength aspects of human joints and muscles. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 19, 231-259.
- Calmels, P. M., Nellen, M., van der Borne, I., Jourdin, P., & Minaire, P. (1997). Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexor-extensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 1244-1230.
- Cawthorn, M., Cummings, G., Walker, J. R., & Donatelli, R. (1991). Isokinetic measurement of foot invertor and evertor force in three positions of plantar flexion and dorsiflexion. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 14, 75-81.
- Chandler, T. J., Kibler, W. B., Stracener, E. C., Ziegler, A. K., & Pace, B. (1992). Shoulder strength, power and endurance in college tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 20, 455-458.
- Chin, M. K., So, C. H., Yuan, Y. W. Y., Li, C. T., & Wong, A. S. K. (1994). Cardiorespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite Asian junior soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 250-257.
- Costain, R. & Williams, A. K. (1984). Isokinetic quadriceps and hamstring torque levels of adolescent, female soccer players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 5, 196-200.
- De Staso, J., Kaminski, T. W., & Perrin, D. H. (1997). Relationship between drop vertical jump heights and isokinetic measures utilizing the stretch-shortening cycle. *Isokinetics and Exercise Science*, 6, 175-179.
- De Ste Croix, M., Deighan, M., & Armstrong N. (2003). Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Medicine*, 33, 727-743.
- Dos Santos Andrade, M., Barbosa de Lira, C. A., Vancini, R. L., Aparecido de Almeida, A., Benedito-Silva, A. A., & da Silva, A. C. (2013). Profiling the isokinetic shoulder rotator muscle strength in 13- to 36-year-old male and female handball players. *Physical Therapy in Sport*, 14, 246-252.
- Dvir, Z. (1995). *Isokinetics, Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications*. London: Longman.
- Farrar, M. & Thorland, W. (1987). Relationship between isokinetic strength and sprint times in college-age men. *Journal of Sports Medicine*, 27, 368-372.
- Genuario, S. E. & Dolgener, F. A., (1980). The relationship of isokinetic torque at two speeds to the vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51, 593-598.
- Gerodimos, V., Karatrantou, K., Paschalis, V., Zafeiridis, A., Katsareli, E., Bilios, P., et al. (2015). Reliability of concentric and eccentric strength of hip abductors and adductors muscles in young soccer players. *Biology of Sport*, 32, 351-356.
- Gerodimos, V., Manou, V., Stavropoulos, N., Kellis, E., & Kellis, S. (2006). Agonist and antagonist strength of ankle musculature in basketball players aged 12 to 17 years. *Isokinetic Exercise Science*, 14, 81-89.
- Gerodimos, V., Manou, V., Zafeiridis, A., Ioakimidis, P., Stavropoulos, N., & Kellis, S. (2003). Isokinetic peak torque and hamstring/quadriceps ratios in young basketball players: Effects of age, velocity, and contraction mode. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 444-452.
- Grace, T. G., Sweetser, E. R., Nelson, M. A., Ydens, L. R., & Skipper, B. J. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 66, 734-740.
- Griffin, J. W. (1987). Differences in elbow flexion torque measured concentrically, eccentrically, and isometrically. *Physical Therapy*, 67, 1205-1209.
- Hageman, P. A., Mason, D. K., Rydlund, K. W., & Humpal, S. A. (1989). Effects of position and speed on eccentric and concentric isokinetic testing of the shoulder rotators. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11, 64-69.

- Highgenboten, C. L., Jackson, A. W., & Meske, N. B. (1988). Concentric and eccentric torque comparisons for knee extension and flexion in young adult males and females using the kinetic communicator. *American Journal of Sports Medicine*, 16, 234-237.
- Iga, J., George, K., Lees, A., & Reilly, T. (2006). Reliability of assessing indices of isokinetic leg strength in pubertal soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 18, 436-445.
- Iossifidou, A. & Baltzopoulos, V. (1996). Angular velocity in eccentric isokinetic dynamometry. *Isokinetics and Exercise Science*, 6, 65-70.
- Jaric, S. (2002). Muscle strength testing: use of normalization for body size. *Sports Medicine*, 32, 615-631.
- Karatas, G. K., Gogus, F., & Meray, J. (2002). Reliability of isokinetic trunk muscle strength measurement. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81, 79-85.
- Karatrantou, K., Gerodimos, V., Katsareli, E., Ioakimidis, P., Manou, V., & Kellis, S. (2017). Strength profile of hip abductors and adductors muscles in young soccer players. (*Αδημοσίευτα δεδομένα εργαστηρίου προπονητικής ΤΕΦΑΑ, ΠΘ*).
- Karnofel, H., Wilkinson, K., & Lentell, G. (1989). Reliability of isokinetic muscle testing at the ankle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11, 150-154.
- Kea, J., Kramer, J., Forwell, L., & Birmingham, T. (2001). Hip abduction-adduction strength and one-leg hop tests: test-retest reliability and relationship to function in elite ice hockey players. *Journal of Orthopedics and Sports Physical Therapy*, 31, 446-455.
- Kellis, E. & Baltzopoulos, V. (1995). Isokinetic eccentric exercise. *Sports Medicine*, 19, 202-222.
- Kellis, E. & Baltzopoulos, V. (1996). Gravitational moment correction in isokinetic dynamometry using anthropometric data. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 900-907.
- Kellis, E. & Baltzopoulos, V. (1996). Resistive eccentric exercise: effects of visual feedback on maximum moment of knee extensors and flexors. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 23, 120-124.
- Kellis, E., Kellis, S., Gerodimos, V., & Manou, V. (1999). Reliability of isokinetic concentric and eccentric muscle strength in young soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 11, 218-228.
- Kellis, S., Gerodimos, V., Kellis, E., & Manou, V. (2000). The relationship between vertical jumping height and isokinetic moment of force in elite young soccer players. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science*, 387.
- Kellis, S., Gerodimos, V., Kellis, E., & Manou, V. (2001). Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 9, 31-39.
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 19, 76-81.
- Knuttgen, J. & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1, 1-10.
- Kramer, J. F. (1990). Reliability of knee extensor and flexor torques during continuous concentric-eccentric cycles. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71, 460-464.
- Kramer, J. F., Tupper, I. S., Stansbury, W. K., Stratford, P., & MacDermid, J. (1994). Reliability of absolute and ratio data in assessment of knee extensor and flexor strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 4, 51-57.
- Manou, V., Saraslanidis, P., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2003). Sitting vs. prone position isokinetic strength in elite male and female sprinters: Relationship with sprinting performance. *Journal of Human Movement Studies*, 45, 273-290.
- Mohtadi, N. G. H., Kiefer, G. N., Tedford, K., & Watters, S. (1990). Concentric and eccentric quadriceps torque in pre-adolescent males. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 15, 240-243.
- Molczyk, L., Thigpen, L. K., Eickoff, J., Goldgar, D., & Gallagher, J. C. (1991). Reliability of testing the knee extensors and flexors in healthy adult women using a Cybex II isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 14, 37-41.
- Montgomery, L. C., Douglass, L. W., & Deuster, P. A. (1989). Reliability of an isokinetic test of muscle strength and endurance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 10, 315-322.
- Mookerjee, S., Bibi, K. W., Kenney, G. A., & Cohen, L. (1995). Relationship between isokinetic strength, flexibility, and flutter kicking speed in female collegiate swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 71-74.
- Nitschke, J. E. (1992). Reliability of isokinetic torque measurements: A review of the literature. *Australian Physiotherapy*, 38, 125-134.
- Perrin, D. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Perrin, D. H. (1986). Reliability of isokinetic measures. *Athletic Training*, 10, 319-321.

- Reilly, T. & Drust, B. (1997). The isokinetic muscle strength of women soccer players. *Coaching and Sport Science Journal*, 2, 12-17.
- Steiner, A., Harris, B. A., & Krebs, D. E. (1993). Reliability of eccentric isokinetic knee flexion and extension measurements. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 1327-1335.
- Timothy, C. J., Abernethy, P. J., Logan, P. A., Barber, M., & McEniery, M. T. (1998). Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 270-275.
- Tsiokanos, A., Kellis, E., Jamurtas, A., & Kellis, S. (2002). The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 10, 107-115.
- Vagenas, G. & Hoshizaki, B. (1991). Functional asymmetries and lateral dominance in the lower limbs of distance runners. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 311-329.
- VanSwearingen, J. M. (1983). Measuring wrist muscle strength. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 4, 217-228.
- Wennerberg, D. (1991). Reliability of an isokinetic dorsiflexion plantar flexion apparatus. *American Journal of Sports Medicine*, 19, 519-522.
- Westing, S. H., Cresswell, A. G., & Thorstensson, A. (1991). Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension. *European Journal of Applied Physiology*, 62, 104-108.
- Wilhite, M. R., Cohen, E. R., & Wilhite, S. C. (1992). Reliability of concentric and eccentric measurements of quadriceps performance using the Kin-Com dynamometer: the effect of testing order for three different speeds. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 15, 175-182.
- Wilk, K. E., Arigo, C. A., & Andrews, J. R. (1991). Standardized isokinetic testing protocol for the throwing shoulder: the throwers' series. *Isokinetics and Exercise Science*, 1, 63-67.
- Wilson, G. & Murphy, A. (1995). The efficacy of isokinetic, isometric and vertical jump tests in exercise science. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 27, 20-24.
- Γεροδήμος, Β., Γιαννακός, Α., Μπλέτσου, Ε., Μάνου, Β., Ιωακειμίδης, Π., & Κέλλης, Σ. (2006). Σχέση κατακόρυφης αλτικότητας και ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών του γονάτου και της ποδοκνημικής άρθρωσης σε καλαθοσφαιριστές αναπτυξιακών ηλικιών. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή και τον Αθλητισμό*, 4, 449-454. [http://www.pe.uth.gr/hape/images/stories/emag/vol4\\_3/hape140.pdf](http://www.pe.uth.gr/hape/images/stories/emag/vol4_3/hape140.pdf)

---

**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.