

Κεφάλαιο 9

Μέτρηση και αξιολόγηση της ευκινησίας

Παναγιώτης Τσιμέας PhD, Γεωργία Μήτρου MSc, υποψήφια διδάκτωρ, Γιάννης Κουτεντάκης PhD, Χριστίνα Καρατζαφέρη PhD

9 Εισαγωγή

Ως κινητικότητα ορίζεται το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης ή μιας σειράς αρθρώσεων [1]. Το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης εξαρτάται από τη δυνατότητα επιμήκυνσης των μυϊκών και των συνδετικών ιστών που περιβάλλουν την άρθρωση, διατηρώντας την αρχική τους δομή.

Ως στατική κινητικότητα ορίζεται το συνολικό εύρος της κίνησης μιας άρθρωσης το οποίο μπορεί να επιτευχθεί και ακολούθως να διατηρηθεί για κάποιο χρονικό διάστημα, χωρίς παράλληλα να υπάρχει κίνηση στην άρθρωση [2]. Το εύρος της κίνησης μπορεί να επιτευχθεί είτε ενεργητικά, όταν ο ίδιος ο ασκούμενος κινεί την άρθρωση ή τμήμα του σώματός του, ή παθητικά, όταν το τμήμα του σώματος κινείται με εξωτερική παρέμβαση. Ως δυναμική κινητικότητα ορίζεται το εύρος κίνησης που μπορεί να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια ενεργητικής κίνησης και περιλαμβάνει μυϊκή σύσπαση Αν και υπάρχουν μελέτες που αναδεικνύουν κάποια σχέση μεταξύ της στατικής και της δυναμικής κινητικότητας [4, 5], περαιτέρω διερεύνηση απαιτείται προκειμένου να επιβεβαιωθεί η συσχέτισή τους αλλά και η συνεισφορά τους στη συνολική κινητικότητα. Η αξιολόγηση της κινητικότητας είναι ευρέως διαδεδομένη και χρησιμοποιείται τόσο για ιατρικούς και αθλητικούς σκοπούς όσο και για τη βελτίωση της καθημερινότητας του ατόμου.

Η κινητικότητα στους αθλητές είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ορθή εκτέλεση των τεχνικών δεξιοτήτων που απαιτούνται σε κάθε άθλημα. Η κινητικότητα δε στους αθλητές υψηλού επιπέδου είναι μείζονος σημασίας, αφού η λανθασμένη εκτέλεση τεχνικών δεξιοτήτων, πέρα από την κακή αθλητική απόδοση, συνδέεται και με σοβαρούς αρθρικούς τραυματισμούς, όπως αρθρικά διαστρέμματα και κατάγματα οστών. Οι τραυματισμοί αυτοί απαιτούν μακρόχρονη αποκατάσταση και σε πολλές περιπτώσεις αυτή δεν είναι πλήρης, γεγονός που οδηγεί τους αθλητές στην εγκατάλειψη του πρωταθλητισμού. Προκειμένου, πρωτίστως, να εξασφαλιστεί η αδιάλειπτη συμμετοχή του αθλητή στην προπονητική διαδικασία, απαιτείται η αξιολόγηση της κινητικότητας των αρθρώσεων καθ' όλη τη διάρκεια της σταδιοδρομίας των αθλητών υψηλού επιπέδου, ακόμη και κατά τις αναπτυξιακές τους φάσεις. Δεδομένου ότι η κινητικότητα των αρθρώσεων αποτελεί θεμέλιο λίθο για την επίτευξη υψηλών αθλητικών επιδόσεων αλλά και για την ελαχιστοποίηση των πιθανοτήτων τραυματισμού, πολλοί προπονητές και ειδικοί στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης έχουν καθιερώσει την τακτική μέτρηση και αξιολόγησή της.

Είναι γνωστό ότι η περιορισμένη κινητικότητα μειώνει το διαθέσιμο εύρος κίνησης [6]. Το περιορισμένο διαθέσιμο εύρος κίνησης μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην ταχύτητα και στην αντοχή του αθλητή, καθώς, με δεδομένη την προβαλλόμενη μυϊκή αντίσταση, η συνολική επιβάρυνση κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων κινήσεων αυξάνεται [7]. Η ειδικά σχεδιασμένη προπόνηση κινητικότητας έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης. Ωστόσο, η υπέρμετρη κινητικότητα μπορεί να είναι επιβλαβής για την απόδοση ενός αθλητή, καθώς συνοδεύεται από χαλαρότητα και αστάθεια στις αρθρώσεις και μπορεί να αυξήσει τις πιθανότητες τραυματισμού, σε συνδυασμό με την έλλειψη επαρκούς μυϊκού ελέγχου των αρθρώσεων [3]. Τα παρεμβατικά προγράμματα που στοχεύουν στη βελτίωση της κινητικότητας των αθλητών υψηλού επιπέδου θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις ειδικές απαιτήσεις του κάθε αθλήματος. Η βελτίωση της κινητικότητας σε υψηλότερο επίπεδο από το απαιτούμενο δεν μπορεί να βελτιώσει την αθλητική απόδοση [8], αντίθετα, μπορεί να οδηγήσει σε αρθρική αστάθεια, αυξάνοντας τις πιθανότητες τραυματισμού.

9.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την κινητικότητα μιας άρθρωσης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κινητικότητα μιας άρθρωσης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: τους γενικούς, τους αρθρικούς και τους μυϊκούς [9]. Αυτοί παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 9.1.

Γενικοί Παράγοντες	Αρθρικοί Παράγοντες	Μυϊκοί Παράγοντες
Ηλικία	Δομή αρθρικών επιφανειών	Μήκος μυών και τενόντων
Φύλο	Δομή του αρθρικού χόνδρου	Ινώδης συνδετικός ιστός
Σωματότυπος	Αρθρικοί σύνδεσμοι	Ελαστικός συνδετικός ιστός
Φυσική κατάσταση / σωματική ευρωστία	Αρθρικό υγρό	Ενδομυϊκή περιεκτικότητα σε λίπος
Σωματική δραστηριότητα		
Σωματικό Λίπος		
Θερμοκρασία περιβάλλοντος		
Ιατρικό ιστορικό		
Γενετικοί παράγοντες		
Ψυχολογική πίεση		

Πίνακας 9.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την αρθρική κινητικότητα.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι βασικότεροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης.

9.1.1 Ηλικία

Πολλές μελέτες έχουν εξετάσει την επίδραση της ηλικίας στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων των άκρων και της σπονδυλικής στήλης. Οι μελέτες αυτές συμφωνούν στο ότι το εύρος κίνησης των αρθρώσεων παιδιών ηλικίας μέχρι δύο ετών μειώνεται όσο μεγαλώνει η ηλικία τους. Οι αλλαγές αυτές εξαρτώνται από την άρθρωση και την κίνησή της, ενώ φαίνεται να είναι ανεξάρτητες από το φύλο. Οι νεαρότερες ηλικιακές ομάδες εμφανίζουν, σε σχέση με τους ενήλικες, μεγαλύτερη κάμψη, απαγωγή και έξω στροφή της άρθρωσης του ισχίου καθώς και ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Οι ηλικιακές αυτές ομάδες θεωρείται φυσιολογικό να παρουσιάζουν περιορισμούς στην έκταση του ισχίου, στην έκταση του γόνατος και στην πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Οι μέσες τιμές κινητικότητας αυτών των ηλικιακών ομάδων διαφέρουν σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των ενηλίκων (5). Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι οι γηραιότεροι ενήλικες έχουν μικρότερο εύρος κίνησης στις αρθρώσεις των άκρων τους απ' ό,τι έχουν οι νεαρότεροι ενήλικες. Οι αλλαγές στο εύρος κίνησης που επέρχονται με την ηλικία αφορούν ειδικά την κάθε άρθρωση και την κίνηση που αυτή πραγματοποιεί και διαφοροποιούνται πιθανώς και σε σχέση με το φύλο [10-12].

9.1.2 Το φύλο

Οι επιδράσεις του φύλου στο εύρος κίνησης των άκρων και της σπονδυλικής στήλης φαίνεται, επίσης, να εξαρτώνται από την άρθρωση και την κίνηση αυτής. Αναφέρεται ότι οι γυναίκες έχουν ελαφρώς μεγαλύτερο εύρος κίνησης σε σύγκριση με τους άνδρες. Γενικά, οι διαφορές λόγω φύλου φαίνεται να είναι πιο ισχυρές στους ενήλικες απ' ό,τι στα παιδιά.

9.1.3 Σωματότυπος

Άτομα υπερμεγέθη, είτε λόγω αυξημένης μυϊκής είτε λιπώδους μάζας, πιθανώς να εμφανίζουν μικρότερο εύρος κίνησης, επειδή παρακαίμενα μέλη του σώματος που λαμβάνουν μέρος στη μέτρηση του εύρους κίνησης συμπλησιάζουν και έρχονται σε επαφή μεταξύ τους νωρίτερα σε σχέση με τα άτομα που έχουν μικρότερο όγκο σώματος. Αυτό δεν σημαίνει ότι απαραίτητα όλα τα άτομα που έχουν αυξημένο όγκο σώματος παρουσιάζουν και χαμηλές επιδόσεις στην κινητικότητα των αρθρώσεων. Τέτοια άτομα, που

ωστόσο συστηματικά ακολουθούν ένα πρόγραμμα διατάσεων, παρουσιάζουν ικανοποιητικές επιδόσεις κινητικότητας.

9.1.4 Προθέρμανση

Έχει βρεθεί ότι ο συνδυασμός ενεργητικής προθέρμανσης και στατικών διατάσεων είναι πιο αποτελεσματικός από τη μεμονωμένη χρήση των στατικών διατάσεων στην αύξηση του μήκους των οπίσθιων μηριαίων μυών [13, 14]. Ωστόσο, αν και οι ενεργητικές ασκήσεις προθέρμανσης, όπως για παράδειγμα το περπάτημα και το τρέξιμο, αυξάνουν τη θερμοκρασία των μυών και μειώνουν τη σκληρότητά τους, από μόνη της η προθέρμανση δεν αυξάνει το εύρος κίνησης [13, 14].

9.1.5 Σωματική δραστηριότητα

Η σωματική δραστηριότητα είναι πιο σημαντικός παράγοντας επίδρασης στην αρθρική κινητικότητα από ό,τι είναι η ηλικία, το φύλο και ο σωματότυπος [15, 16]. Επίσης, είναι γνωστό ότι η έλλειψη σωματικής δραστηριότητας είναι η κύρια αιτία της περιορισμένης κινητικότητας των αρθρώσεων. Βιβλιογραφικά τεκμηριώνεται ότι τα σωματικά αδρανή άτομα τείνουν να έχουν μειωμένη κινητικότητα αρθρώσεων σε σχέση με τα σωματικά δραστήρια άτομα [17] και ότι η άσκηση γενικότερα βελτιώνει την αρθρική κινητικότητα [18, 19]. Ειδικότερα, η έλλειψη σωματικής δραστηριότητας οδηγεί στη ρίκνωση των μαλακών ιστών, όπως των μυών και των συνδετικών ιστών, που με τη σειρά της περιορίζει την αρθρική κινητικότητα. Αντίθετα, η τακτική σωματική δραστηριότητα μπορεί να περιορίσει το φαινόμενο της ρίκνωσης των ιστών.

9.1.6 Αρθρικοί και μυϊκοί παράγοντες

Η σκληρότητα των μαλακών ιστών, όπως είναι οι μύες, οι τένοντες και οι σύνδεσμοι, είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας τόσο της στατικής όσο και της δυναμικής κινητικότητας. Οι Johns & Wright [20] προσδιόρισαν τη σχετική συνεισφορά των μαλακών ιστών στη συνολική αντίσταση που προβάλλουν στην άρθρωση κατά την κίνησή της:

- Αρθρικός θύλακος: 47%
- Ο μυς και η περιτονία του: 41%
- Τένοντες και σύνδεσμοι: 10%
- Δέρμα: 2%

Ο αρθρικός θύλακος και οι σύνδεσμοι αποτελούνται κυρίως από κολλαγόνο, το οποίο αποτελεί μια μορφή ανελαστικού συνδετικού ιστού. Ωστόσο, ο σκελετικός μυς και η περιτονία του αποτελούν μορφές ελαστικού ιστού.

9.2 Δοκιμασίες μέτρησης της κινητικότητας

Ο σχεδιασμός ενός προγράμματος προπόνησης των αθλητών απαιτεί έγκυρες και αξιόπιστες μετρήσεις της αρθρικής κινητικότητας. Η παραγωγή έγκυρων και αξιόπιστων αποτελεσμάτων προϋποθέτει τον έλεγχο αρκετών παραγόντων, όπως την εγκυρότητα και αξιοπιστία των δοκιμασιών και του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού καθώς και την κατάλληλη προετοιμασία του εξεταζομένου.

9.2.1 Εγκυρότητα δοκιμασίας

Ως εγκυρότητα μιας δοκιμασίας ορίζεται η ικανότητα της δοκιμασίας να μετρά αυτό που θεωρείται ότι μετρά.

9.2.2 Αξιοπιστία δοκιμασίας

Ως αξιοπιστία μιας δοκιμασίας ορίζεται η ικανότητα της δοκιμασίας να αναπαράγει τα ίδια αποτελέσματα σε διαφορετικές μετρήσεις, όταν αυτές πραγματοποιούνται κάτω από τις ίδιες συνθήκες.

9.2.3 Προετοιμασία του εξεταζομένου

Τα παρακάτω, τα οποία αφορούν την προετοιμασία του εξεταζομένου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί μια μέτρηση κινητικότητας:

- Θα πρέπει να εφαρμόζεται ένα τυποποιημένο πρόγραμμα προθέρμανσης ενεργητικής άσκησης σε συνδυασμό με στατικές διατάσεις.
- Θα πρέπει να ενημερώνεται ο αθλητής σχετικά με τον σκοπό της μέτρησης και τον τρόπο εκτέλεσης της δοκιμασίας και να εξοικειώνεται με αυτήν.
- Ο εξεταζόμενος θα πρέπει να ελεγχθεί για παρουσία τραυματισμού, καθώς αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε επιδείνωσή του ή να επηρεάσει τη μέτρηση.
- Ο εξεταζόμενος θα πρέπει να φορά ελαφρύ ρουχισμό, ελαχιστοποιώντας την επίδραση του τελευταίου στη δοκιμασία.
- Προτείνεται να γίνονται τουλάχιστον τρεις μετρήσεις και να καταγράφεται η καλύτερη επίδοση.

9.2.4 Ζητήματα εξοπλισμού και συνθηκών μέτρησης

Τα παρακάτω, τα οποία αφορούν τον εξοπλισμό και τις συνθήκες μέτρησης, θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί μια μέτρηση κινητικότητας:

- Οι δοκιμασίες που θα επιλεγούν πρέπει να είναι σχετικές με το συγκεκριμένο άθλημα.
- Ο εξεταστής θα πρέπει να είναι έμπειρος, ειδικά εάν πρόκειται για επαναμέτρηση ή σύγκριση αποτελεσμάτων.
- Ο εξοπλισμός θα πρέπει να ελέγχεται πριν τη μέτρηση και να επιβεβαιώνεται η βαθμονόμησή του.
- Για την καλύτερη καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας, οι δοκιμασίες θα πρέπει να επαναλαμβάνονται σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα (π.χ. πριν την προετοιμασία, μετά την προετοιμασία, στο μέσο της αγωνιστικής περιόδου, στο τέλος της ή ύστερα από αλλαγή του προπονητικού προγράμματος).
- Όταν χρονικά δεν είναι εφικτό να μετρηθούν και οι δύο πλευρές του σώματος, προτείνεται η μέτρηση της μιας πλευράς, αλλά σε όλες τις επαναμετρήσεις θα πρέπει να μετράται η ίδια πλευρά.

Για τη μέτρηση της κινητικότητας των αρθρώσεων έχουν σχεδιαστεί και εφαρμοστεί άμεσες και έμμεσες δοκιμασίες. Όλες οι δέσμες δοκιμασιών αξιολόγησης της φυσικής κατάστασης εμπεριέχουν μία τουλάχιστον δοκιμασία μέτρησης της κινητικότητας των αρθρώσεων. Οι έμμεσες δοκιμασίες, που αναφέρονται και ως δοκιμασίες πεδίου, είναι απλές στην εφαρμογή τους, δεν απαιτούν ιδιαίτερο και ακριβό εξοπλισμό και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την αξιολόγηση της κινητικότητας αρθρώσεων, όπως του κορμού και του ισχίου. Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχουν έγκυρες δοκιμασίες για τη μέτρηση της συνολικής κινητικότητας ενός ατόμου, δεδομένου ότι η κινητικότητα αναφέρεται ειδικότερα σε συγκεκριμένη άρθρωση (/εις) και στους ιστούς που την περιβάλλουν [21]. Γι' αυτόν τον λόγο, προκειμένου να αξιολογηθεί η κινητικότητα ενός αθλητή θα πρέπει να επιλεγούν αρκετές διαφορετικές δοκιμασίες [15, 22]. Οι άμεσες δοκιμασίες, οι οποίες μετρούν το εύρος της κίνησης σε μοίρες, είναι προτιμότερες σε σχέση με τις έμμεσες δοκιμασίες, που μετρούν την αρθρική κινητικότητα σε γραμμικές μονάδες, καθώς οι πρώτες είναι πιο χρήσιμες [3].

9.3 Άμεσες δοκιμασίες

Οι άμεσες δοκιμασίες μέτρησης της κινητικότητας βασίζονται στη μέτρηση γωνιακών μετατοπίσεων των οστών μιας άρθρωσης ή στη μέτρηση της απόστασης ενός μέλους του σώματος από κάποιο εξωτερικό σημείο αναφοράς. Όπως αναφέρθηκε, ως μονάδα μέτρησης χρησιμοποιούνται οι μοίρες. Οι άμεσες δοκιμασίες μέτρησης συστήνονται προς χρήση διότι δεν επηρεάζονται από τις αναλογίες των μελών του σώματος και οι συγκρίσεις μεταξύ εξεταζομένων αλλά και μεταξύ των επαναμετρήσεων του ίδιου εξεταζομένου μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς προβλήματα. Μερικές από τις πιο σημαντικές άμεσες δοκιμασίες είναι η γωνιομετρία, η ακτινογραφία, η ψηφιακή ανάλυση της κίνησης και η φωτογραφία. Έχει επιβεβαιωθεί ότι η

ακτινογραφία είναι η πιο αξιόπιστη και έγκυρη μέθοδος μέτρησης της κινητικότητας, αλλά έχει περιορισμένη εφαρμογή λόγω των κινδύνων από τη χρήση της ακτινοβολίας.

9.3.1 Όργανα μέτρησης

Για τη μέτρηση του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης χρησιμοποιείται ποικιλία οργάνων. Τα όργανα αυτά μπορεί να είναι από απλές χαράξεις στο χαρτί ή η ταινία μέτρησης έως τα ηλεκτρογωνιόμετρα και τα συστήματα ανάλυσης της κίνησης. Ο εξεταστής μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει ένα συγκεκριμένο όργανο με βάση τον σκοπό της μέτρησης (κλινικό ή ερευνητικό), την κίνηση που αξιολογείται, την ακρίβεια του οργάνου, το μέγεθος, τη διαθεσιμότητα, το κόστος ή την ευκολία χρήσης του.

9.3.1.1 Τυπικό γωνιόμετρο (Universal goniometer)

Το κοινό γωνιόμετρο αποτελείται από ένα μοιρογνωμόνιο 180° ή 360° , με άξονα ο οποίος ενώνει δύο βραχίονες. Ο ένας βραχίονας είναι σταθερός και προσαρμοσμένος στη θέση «μηδέν» και ο άλλος μπορεί να κινείται γύρω από τον άξονα του μοιρογνωμόνιου. Το μέγεθος του γωνιόμετρου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ορίζεται από το μέγεθος της άρθρωσης που αξιολογείται. Μεγαλύτερα γωνιόμετρα χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μέτρηση του εύρους κίνησης σε μεγάλες αρθρώσεις.

Ο βαθμός αξιοπιστίας του γωνιόμετρου ποικίλει ανάλογα με την άρθρωση και την κίνηση που αξιολογείται. Ωστόσο, έχει βρεθεί ότι ο βαθμός αυτός κυμαίνεται από «καλός» ως «εξαιρετικός» [23-25]. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι η αξιοπιστία του οργάνου είναι υψηλότερη όταν οι μετρήσεις γίνονται από τον ίδιο εξεταστή συγκριτικά με τις μετρήσεις που γίνονται από διαφορετικό εξεταστή [25-27].

Συμπερασματικά, το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης μπορεί να μετρηθεί αξιόπιστα με τη χρήση ενός τυπικού γωνιόμετρου, αρκεί οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις να εκτελούνται από τον ίδιο εξεταστή, χρησιμοποιώντας ένα «σταθερό, τυποποιημένο πρωτόκολλο μέτρησης» [28].

9.3.1.2 Τυπικό Κλισιόμετρο (Standard Inclinator)

Το κλισιόμετρο είναι ένας άλλος τύπος γωνιόμετρου που λειτουργεί με την έλξη της βαρύτητας. Αποτελείται από ένα μοιρογνωμόνιο 360° με έναν σταθμισμένο δείκτη στο κέντρο του. Το όργανο αυτό περιγράφηκε για πρώτη φορά από τους Fox & Breemen [29] το 1934.

9.3.1.3 Ευκαμψιόμετρο του Leighton (Leighton flexometer)

Το ευκαμψιόμετρο του Leighton, σύμφωνα με τον δημιουργό του [30], αποτελείται από ένα σταθμισμένο καντράν 360° και από έναν σταθμισμένο δείκτη, τοποθετημένα σε μία θήκη. Το καντράν και ο δείκτης λειτουργούν ανεξάρτητα, με το καθένα να ελέγχεται από τη βαρύτητα. Η μέτρηση του εύρους κίνησης γίνεται με τη βοήθεια της βαρυτικής έλξης στο καντράν και στον δείκτη. Η αξιοπιστία του οργάνου φέρεται να είναι υψηλή ($r=0.86-0.996$) [15, 30].

9.3.1.4 Ηλεκτρογωνιόμετρο

Το ηλεκτρογωνιόμετρο παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τους Karpovich & Karpovich [31] το 1959 [31]. Αποτελείται από δύο βραχίονες παρόμοιους με αυτούς του τυπικού γωνιόμετρου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι ο ένας στο εγγύς οστό της άρθρωσης που αξιολογείται και ο άλλος στο περιφερικό. Ένα ποτενσιόμετρο είναι συνδεδεμένο με τους δύο βραχίονες. Αλλαγές στη γωνία της άρθρωσης προκαλούν μεταβολές στην τάση που καταγράφεται από το ποτενσιόμετρο, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης μεταβολής του εύρους κίνησης της άρθρωσης. Ποτενσιόμετρα που μετρούν τη γωνιακή μετατόπιση μαζί με μετρητές τάσης και ισοκινητικά δυναμόμετρα έχουν ενσωματωθεί σε συσκευές που μετρούν τη ροπή αντίστασης. Τα ηλεκτρογωνιόμετρα είναι ακριβά, ενώ η βαθμονόμηση και η τοποθέτησή τους στον εξεταζόμενο είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα.

9.3.2 Μέτρηση με τυπικό γωνιόμετρο

Σκοπός: Η μέτρηση του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης
Περιγραφή μέτρησης με γωνιόμετρο:

- **Τοποθέτηση του οργάνου:** Προτείνεται το γωνιόμετρο να τοποθετείται στο πλάι της άρθρωσης, αλλά μπορεί να τοποθετηθεί και πάνω στην άρθρωση με κάποιους περιορισμούς.
- **Τοποθέτηση άξονα:** Ο άξονας του γωνιόμετρου τοποθετείται αντίστοιχα προς τον άξονα περιστροφής της άρθρωσης. Μια ορισμένη οστική προεξοχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς αντιπροσωπεύοντας τον άξονα περιστροφής, ακόμη και αν αυτή δεν αντιπροσωπεύει την ακριβή θέση του άξονα περιστροφής σε όλο το εύρος της κίνησης.
- **Σταθερός βραχίονας:** Ο σταθερός βραχίονας του γωνιόμετρου τοποθετείται παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του σταθερού μέλους της άρθρωσης.
- **Κινητός βραχίονας:** Ο κινητός βραχίονας του γωνιόμετρου τοποθετείται παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του κινούμενου μέλους της άρθρωσης.

9.3.3 Μέτρηση με το Leighton flexometer

Σκοπός: Η μέτρηση του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης.

Περιγραφή: Ο εξεταστής προσαρτά στέρεα το όργανο στο προς εξέταση μέλος δένοντάς το με το ενσωματωμένο λουρί του και κλειδώνει το καντράν στη θέση «μηδέν» στο ένα ακραίο σημείο του εύρους κίνησης. Στη συνέχεια, ο εξεταζόμενος εκτελεί την κίνηση και κλειδώνει τον δείκτη στο άλλο ακραίο σημείο του εύρους κίνησης. Η γωνία που διέγραψε το μέλος διαβάζεται κατευθείαν στο καντράν.

Αξιολόγηση: Καταγράφεται το εύρος κίνησης σε μοίρες.

Σημεία Προσοχής: Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση του οργάνου.

9.3.4 Μέτρηση με τυπικό κλισιόμετρο

Σκοπός: Η μέτρηση του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης.

Περιγραφή: Αρχικά, ο εξεταστής τοποθετεί το όργανο στο περιφερικό μέλος της προς εξέταση άρθρωσης. Το όργανο είναι πιο εύκολο στη χρήση του από ό,τι είναι το τυπικό γωνιόμετρο και το ευκαμψιόμετρο, διότι συγκρατείται από τον εξεταστή στο κινούμενο μέλος κατά τη διάρκεια της μέτρησης και δεν είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένο σημείο. Επίσης, προτείνεται για τη μέτρηση ειδικότερα της κινητικότητας της σπονδυλικής στήλης η χρήση της τεχνικής των δύο κλισιομέτρων.

Αξιολόγηση: Καταγράφεται, σε μοίρες, η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της τελικής θέσης του κινούμενου μέλους και της γραμμής της βαρύτητας.

Σημεία Προσοχής: Σε μετρήσεις που εκτελείται προσαγωγή-απαγωγή ή κάμψη-έκταση μελών του σώματος υπεισέρχεται η επίδραση της βαρύτητας, η οποία σε κάποιες μετρήσεις λειτουργεί βοηθητικά, άρα επιτυγχάνεται μεγαλύτερο εύρος κίνησης, ενώ σε άλλες λειτουργεί ως αντίσταση, παράγοντας μειωμένες επιδόσεις. Επιπλέον, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην καταγραφή τυχόν κίνησης υπερέκτασης της εξεταζόμενης άρθρωσης.

9.4 Έμμεσες δοκιμασίες

Οι έμμεσες δοκιμασίες μέτρησης της κινητικότητας βασίζονται στη γραμμική μέτρηση αποστάσεων μεταξύ μελών του σώματος ή της απόστασης ενός μέλους από κάποιο εξωτερικό αντικείμενο. Οι δοκιμασίες αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως για την αξιολόγηση διάφορων ομάδων του πληθυσμού, όπως π.χ. η δοκιμασία δίπλωσης του κορμού από εδραία θέση (δοκιμασία sit and reach) [33-35]. Αν και οι δοκιμασίες αυτές είναι απλές και οικονομικές στην εφαρμογή τους, παρουσιάζουν μειονεκτήματα σχετικά με την ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους και τις συγκρίσεις μεταξύ των εξεταζομένων. Παρακάτω θα παρουσιαστούν παραδείγματα δοκιμασιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δοκιμασίες πεδίου.

9.4.1 Δοκιμασία δίπλωσης του κορμού από εδραία θέση (sit and reach test)

Σκοπός: Η αξιολόγηση της συνδυαστικής κινητικότητας ισχίων και οσφύος (οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης) και ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών. Αποτελεί μια από τις συνηθέστερες δοκιμασίες σε δέσμες αξιολόγησης της φυσικής κατάστασης, όπως είναι η δέσμη μετρήσεων Eurofit, καθώς η κινητικότητα της οσφύος και η ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών συνδέεται όχι μόνο με την αθλητική απόδοση αλλά και με τη δυνατότητα εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων [1, 18].

Περιγραφή: Η διεξαγωγή της δοκιμασίας δεν απαιτεί ακριβό εξοπλισμό παρά μόνο ένα ευκαμψιόμετρο ή ένα κιβώτιο και έναν χάρακα μήκους 40 cm.

Για τη χρήση του κιβωτίου ο χάρακας θα πρέπει να τοποθετηθεί στην άνω επιφάνεια του κιβωτίου, έτσι ώστε να δημιουργεί μια προεξοχή 15 cm προς την κατεύθυνση του δοκιμαζομένου (δηλ. το 0 να βρίσκεται περίπου στο ύψος της ποδοκνημικής άρθρωσης του δοκιμαζομένου).

Ο δοκιμαζόμενος βρίσκεται σε εδραία θέση (εικόνα 9.1 Α και Β) με την οπίσθια επιφάνεια των κάτω άκρων να εφάπτονται στο έδαφος και τα πόδια να βρίσκονται σε πλήρη επαφή με την κατακόρυφη πλευρά του κιβωτίου σχηματίζοντας γωνία 90°. Οι παλάμες των χεριών τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη και είναι στραμμένες προς το έδαφος, ενώ ακουμπούν ελαφρώς το άνω μέρος του ευκαμψιόμετρου (ή του κιβωτίου). Ο δοκιμαζόμενος εκτελεί μέγιστη δίπλωση του κορμού με αργό ρυθμό (χωρίς ταλάντωση), εκτείνοντας τα χέρια του όσο το δυνατόν μακρύτερα, και προσπαθεί να διατηρήσει την τελική θέση δίπλωσης για τουλάχιστον 2-3 sec (Εικ. 1Α και Β). Συστήνεται να εκτελούνται δύο προσπάθειες μεταξύ των οποίων να μεσολαβεί ένα χρονικό διάστημα 10 sec.



A



B

Εικόνα 9.1 Α και Β Δοκιμασία δίπλωσης κορμού από εδραία θέση.

Ερμηνεία: Το αποτέλεσμα της καλύτερης μέτρησης καταγράφεται με προσέγγιση στο κοντινότερο εκατοστόμετρο (cm). Αν τα ακροδάχτυλα του δοκιμαζομένου φτάσουν και παραμείνουν για 2-3 sec στα πρώτα 15 cm του χάρακα, τότε το σκορ είναι 15 cm. Όσο περισσότερα τα εκατοστά τόσο καλύτερη η βαθμολογία. Σε γενικές γραμμές, βαθμολογία κάτω από 20 cm για τους άνδρες και κάτω από 30 cm για τις γυναίκες μεταφράζεται ως ένδειξη μέτριας έως ανεπαρκούς φυσικής κατάστασης [25].

Σημεία προσοχής: Ο δοκιμαζόμενος δεν πρέπει να φορά παπούτσια και πρέπει να διατηρεί τα γόνατα του σε έκταση χωρίς τη βοήθεια του εξεταστή. Λόγω μεγάλων διαφορών μεταξύ των μετρήσεων με ή χωρίς προθέρμανση, είναι σημαντικό να προηγείται πάντα η ίδια προθέρμανση και οι επαναλαμβανόμενες δοκιμασίες να γίνονται σε περιβάλλον με σταθερή θερμοκρασία. Επίσης το όργανο μέτρησης θα πρέπει να τοποθετείται σε κατάλληλο σημείο, έτσι ώστε να παραμένει σταθερό κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.

Στη βασική της μορφή, η συγκεκριμένη δοκιμασία δεν λαμβάνει υπόψη τις διαφορές που μπορεί να έχουν οι δοκιμαζόμενοι μεταξύ τους ως προς το μήκος των άνω και κάτω άκρων τους. Έτσι, ένα άτομο με κοντά άνω άκρα και μακριά κάτω άκρα θα καταγραφεί με χειρότερη κινητικότητα από ό,τι ένα άτομο με κοντά κάτω άκρα και μακριά άνω άκρα. Γι' αυτό, εάν δεν υπάρχει δυνατότητα «εξατομίκευσης» (κάποιες

σύγχρονες συσκευές μέτρησης την επιτρέπουν), τότε πρέπει να αποφεύγεται η σύγκριση μεταξύ των δοκιμαζομένων και να εξετάζεται η ατομική πρόοδος του καθενός.

9.4.2 Cureton's Test

Σκοπός: Η αξιολόγηση του ελάχιστου επιπέδου συνολικής κινητικότητας.

Περιγραφή:

- Αγγιγμα εδάφους: Ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος με τα χέρια στο πλάι του κορμού. Στη συνέχεια, εκτελεί αργά κάμψη του κορμού και προσπαθεί να αγγίξει το έδαφος με τις άκρες των δαχτύλων του, ενώ διατηρεί τα γόνατα τεντωμένα. Οι άνδρες θα πρέπει να ακουμπήσουν τις άκρες των δαχτύλων τους ενώ οι γυναίκες τις παλάμες τους.
- Κάμψη του κορμού εμπρός: Ο εξεταζόμενος κάθεται σε εδραία θέση με τα κάτω άκρα τεντωμένα και εκτελεί κάμψη του κορμού μπροστά όσο περισσότερο μπορεί.
- Έκταση του κορμού: Ο εξεταζόμενος παίρνει θέση πρηνούς κατάκλισης με τα κάτω άκρα σταθεροποιημένα και εκτελεί άρση του κεφαλιού και του κορμού.
- Αξιολόγηση.
- Η επίτευξη επαφής με το έδαφος για τους μεν άνδρες με τις άκρες των δαχτύλων τους για τις δε γυναίκες με τις παλάμες τους χαρακτηρίζει τη δοκιμασία ως επιτυχή. Σε αντίθετη περίπτωση καταγράφεται αποτυχία ολοκλήρωσης της δοκιμασίας.
- Καταγράφεται η απόσταση μεταξύ μετώπου και τραπεζιού.

Σημεία Προσοχής: Οι παραπάνω δοκιμασίες δεν μπορούν να αξιολογήσουν την κινητικότητα συγκεκριμένων αρθρώσεων αλλά αποτελούν δείκτες συνολικότερης κινητικότητας του σώματος λόγω της συμμετοχής πολλών αρθρώσεων στην αξιολογούμενη κίνηση.

9.4.3 Scott and French Bobbing Test

Σκοπός: Η μέτρηση της κινητικότητας των ισχίων, της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και της ευλυγισίας των οπίσθιων μυών των κάτω άκρων.

Περιγραφή : Από όρθια θέση δίπλωση εμπρός. Ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος πάνω σε πάγκο γυμναστικής και ακολούθως αφήνει ελεύθερα τα άνω άκρα και τον κορμό να καμφθούν προς τα εμπρός. Ο εξεταζόμενος ταλαντεύεται προς τα κάτω τέσσερις φορές και διατηρεί τη θέση μέγιστης δίπλωσης.

Αξιολόγηση:

- Καταγράφεται η απόσταση από τον πάγκο μέχρι τις άκρες των δαχτύλων. Όταν η απόσταση μετράται πάνω από τον πάγκο καταγράφεται ως αρνητική και κάτω από αυτόν θετική.
- Καταγράφεται η απόσταση από το σημείο «μηδέν» μέχρι τις άκρες των δαχτύλων.

Σημεία Προσοχής: Θα πρέπει να γίνεται προσεκτική χρήση των αποτελεσμάτων μέτρησης, ειδικά όταν πρόκειται να συγκριθούν με άλλα. Και αυτό γιατί η αναφερόμενη παραπάνω θέση «μηδέν» μπορεί να επιλεγεί αυθαίρετα. Ένα εύλογο σημείο για την τοποθέτηση του σημείου «μηδέν» είναι το κατακόρυφο επίπεδο των πελμάτων. Έτσι, κάθε μέτρηση στην οποία ο εξεταζόμενος δεν φτάνει στο επίπεδο των πελμάτων του θεωρείται αρνητική, ενώ κάθε μέτρηση στην οποία ο εξεταζόμενος ξεπερνά αυτό το σημείο είναι θετική. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι η χρήση αρνητικών τιμών παρουσιάζει προβλήματα στη στατιστική ανάλυση και στη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

9.4.4 Wells and Dillon Test

Σκοπός: Η μέτρηση της κινητικότητας των ισχίων, της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και της ευλυγισίας των οπίσθιων μυών των κάτω άκρων.

Περιγραφή: Δίπλωση από εδραία θέση Sit & Reach. Ο εξεταζόμενος κάθεται στο έδαφος με τα κάτω άκρα τεντωμένα και ακουμπώντας τα πέλματα στη βάση του κιβωτίου εξέτασης. Ο εξεταζόμενος ταλαντεύεται προς τα εμπρός τέσσερις φορές παράλληλα με το έδαφος και με τεντωμένα τα άνω άκρα και

διατηρεί τη θέση μέγιστης δίπλωσης (βλ. παραπάνω την αναλυτική περιγραφή της δοκιμασίας δίπλωσης κορμού από εδραία θέση).

Αξιολόγηση:

- Καταγράφεται η απόσταση από τον πάγκο μέχρι τις άκρες των δαχτύλων. Όταν η απόσταση μετράται πάνω από τον πάγκο καταγράφεται ως αρνητική και κάτω από αυτόν θετική.
- Καταγράφεται η απόσταση από το σημείο «μηδέν» μέχρι τις άκρες των δαχτύλων.

Σημεία Προσοχής: Θα πρέπει να γίνεται προσεκτική χρήση των αποτελεσμάτων μέτρησης, ειδικά όταν πρόκειται να συγκριθούν με άλλα. Και αυτό γιατί η αναφερόμενη παραπάνω θέση «μηδέν» μπορεί να επιλεγεί αυθαίρετα. Ένα εύλογο σημείο για την τοποθέτηση του σημείου «μηδέν» είναι το κατακόρυφο επίπεδο των πελμάτων. Έτσι, κάθε μέτρηση στην οποία ο εξεταζόμενος δεν φτάνει στο επίπεδο των πελμάτων του θεωρείται αρνητική, ενώ κάθε μέτρηση στην οποία ο εξεταζόμενος ξεπερνά αυτό το σημείο είναι θετική. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι η χρήση αρνητικών τιμών παρουσιάζει προβλήματα στη στατιστική ανάλυση και στη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

9.4.5 Δοκιμασία back scratch

Σκοπός: Η δοκιμασία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της κινητικότητας της ωμικής ζώνης και μπορεί να εκτελεστεί με ασφάλεια από πολλές ομάδες του πληθυσμού [2, 20].

Περιγραφή: Η διαδικασία αξιολόγησης είναι εξαιρετικά απλή και σύντομη και για τη διεξαγωγή της απαιτείται μόνο μία μετροταινία (μεζούρα).

Ο δοκιμαζόμενος από όρθια θέση σηκώνει ψηλά το ένα χέρι και λυγίζει τον αγκώνα φέρνοντας την παλάμη στο άνω μέρος της ράχης (πλάτης), περίπου στο ύψος του αυχένα με την παλάμη στραμμένη προς τα μέσα (εικόνα 9.2). Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με το αντίθετο χέρι. Συστήνονται 2 μετρήσεις για την κάθε πλευρά με διάλλειμα 30 sec μεταξύ τους.

Καταγράφεται η απόσταση από τον 7ο αυχενικό σπόνδυλο ως στην άκρη του μέσου δακτύλου.



Εικόνα 9.2 Δοκιμασία back scratch.

Ερμηνεία: Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση τόσο καλύτερα εκτελείται ο συνδυασμός στροφής, προσαγωγής και κάμψης της ωμικής ζώνης. Επιπλέον, γίνεται σύγκριση των τιμών που λαμβάνονται από τις δύο πλευρές του σώματος.

Σημεία προσοχής: Οι κινήσεις θα πρέπει να εκτελούνται αργά και να έχει προηγηθεί προθέρμανση.

Βιβλιογραφία/Αναφορές

1. Borms, J. and P. Van Roy, Flexibility, in *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Anthropometry*, R. Eston and T. Reilly, Editors. 1996, Routledge: New York.
2. Kreighbaum, E. and K.M. Barthels, *Biomechanics : a qualitative approach for studying human movement*. 4th ed. 1996, Boston: Allyn and Bacon. xvi, 619 p.
3. Heyward, V.H., *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Vol. 5. 2006: Human kinetics Champaign, IL.
4. McHugh, M.P., et al., The role of mechanical and neural restraints to joint range of motion during passive stretch. *Med Sci Sports Exerc*, 1998. 30(6): p. 928-32.
5. Magnusson, S.P., et al., Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports*, 1997. 7(4): p. 195-202.
6. Wilson, G.J., B.C. Elliott, and G.A. Wood, Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Med Sci Sports Exerc*, 1992. 24(1): p. 116-23.
7. Nicholas, C.W., Anthropometric and physiological characteristics of rugby union football players. *Sports Med*, 1997. 23(6): p. 375-96.
8. Roche, D., *Guidelines for Athlete Assessment in New Zealand Sport 1: Flexibility and Muscle Balance Assessment*. Retrieved November, 2004. 25.
9. Koutedakis, Y., N.C.C. Sharp, and C. Boreham, *The fit and healthy dancer*. 1999, Chichester ; New York: John Wiley. xxiii, 344 p.
10. Allander, E., et al., Normal range of joint movements in shoulder, hip, wrist and thumb with special reference to side: a comparison between two populations. *International Journal of Epidemiology*, 1974. 3(3): p. 253-261.
11. Stubbs, N.B., J.E. Fernandez, and W.M. Glenn, Normative data on joint ranges of motion of 25-to 54-year-old males. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1993. 12(4): p. 265-272.
12. Roach, K.E. and T.P. Miles, Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Physical therapy*, 1991. 71(9): p. 656-665.
13. de Weijer, V.C., G.C. Gorniak, and E. Shamus, The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2003. 33(12): p. 727-33.
14. Shrier, I. and K. Gossal, Myths and truths of stretching: individualized recommendations for healthy muscles. *Phys Sportsmed*, 2000. 28(8): p. 57-63.
15. Harris, M.L., A factor analytic study of flexibility. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 1969. 40(1): p. 62-70.
16. Kirby, R.L., et al., Flexibility and musculoskeletal symptomatology in female gymnasts and age-matched controls. *Am J Sports Med*, 1981. 9(3): p. 160-4.
17. McCue, B.F., Flexibility measurements of college women. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 1953. 24(3): p. 316-324.
18. De Vries, H.A., Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 1962. 33(2): p. 222-229.
19. Chapman, E.A., H.A. de Vries, and R. Swezey, Joint stiffness: effects of exercise on young and old men. *Journal of Gerontology*, 1972. 27(2): p. 218-221.
20. Johns, R.J. and V. Wright, Relative importance of various tissues in joint stiffness. *Journal of Applied Physiology*, 1962. 17(5): p. 824-828.
21. Morrow, J.R., et al., *Physical Fitness and Activity Assessment in Adults in Measurement and evaluation in human performance*. 2005, Human Kinetics: Champaign, IL. p. 252-253.
22. Dickinson, R.V., The specificity of flexibility. *Res Q*, 1968. 39(3): p. 792-4.
23. Boone, D.C., et al., Reliability of goniometric measurements. *Phys Ther*, 1978. 58(11): p. 1355-60.
24. Elveru, R.A., J.M. Rothstein, and R.L. Lamb, Goniometric reliability in a clinical setting. Subtalar and ankle joint measurements. *Phys Ther*, 1988. 68(5): p. 672-7.
25. Bovens, A.M., et al., Variability and reliability of joint measurements. *Am J Sports Med*, 1990. 18(1): p. 58-63.

26. Pandya, S., et al., Reliability of goniometric measurements in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Phys Ther*, 1985. 65(9): p. 1339-42.
27. Youdas, J.W., J.R. Carey, and T.R. Garrett, Reliability of measurements of cervical spine range of motion--comparison of three methods. *Phys Ther*, 1991. 71(2): p. 98-104; discussion 105-6.
28. Dijkstra, P.U., et al., Joint mobility measurements: reliability of a standardized method. *Cranio*, 1994. 12(1): p. 52-7.
29. Fox, R. and v. Breemen, *Chronic Rheumatism; Causation and Treatment*. 1934, London: Churchill.
30. Leighton, J.R., An instrument and technic for the measurement of range of joint motion. *Arch Phys Med Rehabil*, 1955. 36(9): p. 571-8.
31. Karpovich, P. and G. Karpovich. Electrogoniometer- A new device for study of joints in action. in *Federation Proceedings*. 1959. FEDERATION AMER SOC EXP BIOL 9650 ROCKVILLE PIKE, BETHESDA, MD 20814-3998.
32. Greene, W.D. and J.D. Heckman, *The clinical measurement of joint motion*. 1994, Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
33. Cureton, T.K., Flexibility as an aspect of physical fitness. *Research Quarterly*. American Association for Health, Physical Education and Recreation, 1941. 12(sup2): p. 381-390.
34. Kraus, H. and R.P. Hirschland, Minimum muscular fitness tests in school children. *Research Quarterly*. American Association for Health, Physical Education and Recreation, 1954. 25(2): p. 178-188.
35. Wells, K.F. and E.K. Dillon, The sit and reach—a test of back and leg flexibility. *Research Quarterly*. American Association for Health, Physical Education and Recreation, 1952. 23(1): p. 115-118.

