

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΔΙΣΗΣ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΠΡΩΤΟΠΑΘΗ ΟΣΤΕΟΑΡΘΡΙΤΙΔΑ ΓΟΝΑΤΟΣ

της

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ  
Ζαγκαβιέρου Στυλιανής

Επιβλέπων Καθηγητής  
Γιάκας Ιωάννης

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2009

### **Περίληψη**

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εξέταση των εμβιομηχανικών διαφορών σε άτομα διαφορετικού βαθμού οστεοαρθρίτιδας στην άρθρωση του γόνατος. Απώτερος στόχος είναι η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων ως κλινικό εργαλείο που θα μπορεί να αποτελέσει ένα εναλλακτικό μέσο διάγνωσης του βαθμού της οστεοαρθρίτιδας.

*Μέθοδος:* Είκοσι πέντε ασθενείς, με γνωμάτευση πρωτοπαθούς OA γόνατος, στο έσω διαμέρισμα της άρθρωσης (medial knee osteoarthritis) από το Γενικό Νοσοκομείο των Τρικάλων, υποβλήθηκαν σε τρισδιάστατη ανάλυση βάδισης. Η αξιολόγηση του βαθμού OA κάθε ασθενή πραγματοποιούνταν από έναν και μόνο ορθοπεδικό χειρουργό του Γενικού Νοσοκομείου Τρικάλων βάσει ακτινολογικών κριτηρίων της κλίμακας Kellegran/Lawrence (K/L). Για καλύτερη σύγκριση των δεδομένων οι ασθενείς χωρίστηκαν σε ομάδες με 2 τρόπους. Αρχικά, σε 2 ομάδες την ομάδα 2 με την πιο ήπια OA (βαθμό  $\leq 2$ ) και την ομάδα 1 με την πιο βαριά OA (βαθμό  $\geq 3$ ). Στον 2<sup>ο</sup> τρόπο η ομάδα 1 συμπεριλάμβανε άτομα με OA 4<sup>ου</sup> βαθμού, η ομάδα 2 άτομα με OA 3<sup>ου</sup> βαθμού και η ομάδα 3 άτομα με OA 2<sup>ου</sup>, 1<sup>ου</sup> και 0 βαθμού.

*Αποτελέσματα:* Στον 1<sup>ο</sup> τρόπο διαχωρισμού τα άτομα με ήπια OA γόνατος εμφάνισαν μεγαλύτερη γωνία κάμψης ισχίου στη φάση στήριξης ( $p < 0,05$ ), ενώ τα άτομα με πιο σοβαρή OA σημείωσαν μεγαλύτερη γωνία πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής στη φάση αιώρησης ( $p < 0,05$ ) και μεγαλύτερη ροπή ραχιαίας κάμψης στην άρθρωση της ποδοκνημικής στην αρχή της φάσης στήριξης ( $p < 0,05$ ). Στον 2ο τρόπο διαχωρισμού η μέγιστη γωνία κάμψης γόνατος στην φάση στήριξης και στη φάση αιώρησης βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη στα άτομα με βαθμό OA 3 (ομάδα 2) από τα άτομα με βαθμό OA 4 ( $p < 0,017$ ). Η πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής στη φάση αιώρησης εμφανίζεται μεγαλύτερη στην ομάδα με βαθμό OA 4 ( $p < 0,017$ ). Μεγαλύτερη ροπή ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής στην αρχή της φάσης στήριξης βρέθηκε να εμφανίζουν τα άτομα με OA 4 ( $p < 0,017$ ). Το μήκος δρασκεισμού και το μήκος βήματος μειώνεται όσο μεγαλώνει ο βαθμός OA.

*Συμπεράσματα:* Οι ασθενείς ανάλογα τη βαθμίδα ΟΑ γόνατος που έχουν υιοθετούν διαφορετικούς τρόπους βαδίσματος. Αυτή η διαφορετικότητα δύναται να συμβάλλει στην δημιουργία ενός κλινικού εργαλείου που θα αναγνωρίζει το βαθμό ΟΑ στην άρθρωση του γόνατος.

*Λέξεις κλειδιά:* ταξινόμηση ΟΑ γόνατος, στρατηγική βάδισης, εμβιομηχανικές διαφορές βαθμών ΟΑ

## ***Abstract***

The aim of this research is the examination of the embiomichanical differences in subjects with varied severity of knee osteoarthritis (OA). Final objective is the creation of a database as a clinical tool that might constitute an alternative means of diagnosis of the grade of osteoarthritis.

Method: Twenty five patients, with protopathy bilateral OA in the medial compartment of the knee, from the General Hospital of Trikala, were submitted in three dimensional analysis.

The grade of knee OA for each patient was evaluated by only one orthopaedic surgeon of General Hospital of Trikala based on radiological criterias of Kellegran/Lawrence scale (K/L). For a better comparison, the patients were separated in groups with two different methods. Initially, in 2 groups, group 2 consisted of patients with a K/L grade of  $\leq 2$  for either knee. Patients with at least 1 knee assigned a K/L grade  $\geq 3$  were placed in the more severe OA group, group 1. In the 2nd method, group 1 consisted of subjects with a 4 degree OA, group 2 subjects with a 3 degree OA and group 3 subjects with a K/L grade 2, 1 and 0 OA.

Results: In the 1st method of separation the subjects with less severe OA had greater angle of hip flexion shortly after heel strike ( $p < 0,05$ ), while subjects with more severe OA had greater angle of ankle plantar flexion at the swing phase ( $p < 0,05$ ) and greater ankle dorsal flexion moment at the beginning of stance phase ( $p < 0,05$ ). In the 2nd method of separation, subjects with grade 3 (group 2) presented the greater maximum angle of knee flexion at the stance phase and at the swing phase, compared with those with grade 4 ( $p < 0,017$ ). The group with degree 4 OA had the greater ankle plantar flexion moments at the swing phase ( $p < 0,017$ ). Subjects with knee OA 4 had greater ankle dorsal flexion moments at the beginning of phase of support ( $p < 0,017$ ).

Conclusion: Patients, depending on the OA grade, adopt different strategies of gait. This individual characteristic is able to contribute in the creation of a clinical tool that will recognize the grade of knee OA.

Words keys: classification knee OA, recognition pattern, embiomechanical differences of degrees OA

Περιεχόμενα

*Λίστα με πίνακες*

*Λίστα με σχεδιαγράμματα*

*Λίστα με εικόνες*

*Λίστα συντμήσεων*

*Λίστα συμβόλων*

***Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή***

*1.1. Σημαντικότητα επιστημονικής μελέτης*

*1.2. Σκοπός*

***Κεφάλαιο 2. Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας***

*2.1. Επιβαρυντικοί παράγοντες*

*2.2. Στοιχεία προηγούμενων μελετών*

***Κεφάλαιο 3. Μεθοδολογία***

*3.1. Δείγμα*

*3.2. Κριτήρια αποκλεισμού συμμετοχής*

*3.3. Ακτινολογική ταξινόμηση*

*3.4. Διαχωρισμός σε ομάδες*

*3.5. Πειραματική διαδικασία*

*3.6. Όργανα μετρήσεων*

*3.7. Παράμετροι εξέτασης*

***Κεφάλαιο 4. Στατιστική ανάλυση***

***Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα***

***Κεφάλαιο 6. Συζήτηση***

***Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα και προτάσεις***

***Κεφάλαιο 8. Βιβλιογραφία***

***Παραρτήματα***

## ***1. Εισαγωγή***

Η οστεοαρθρίτιδα είναι μια εκφυλιστική πάθηση των αρθρώσεων που προσβάλλει το μεγαλύτερο πληθυσμό της τρίτης ηλικίας (Felson et al, 1987). Η άρθρωση του γόνατος είναι η πιο συνήθης προσβαλλόμενη άρθρωση από τη νόσο (Guccione,1994; Oliveria et al,1995; Sharma, Kapoor, Issa), με τις περισσότερες αλλαγές να παρατηρούνται στο εσωτερικό της τμήμα (Thomas et al, 1975) .

Μελέτες πάνω στην ανάλυση βάδισης σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος, παρουσιάζουν πληθώρα κινηματικών και κινητικών αλλαγών συγκριτικά με τον υγιή πληθυσμό, όπως: μείωση εύρους κάμψης κατά τη φάση στήριξης της βάδισης (Kaufman et al., 2001; Childs et al,2004; Stauffer et al,1991), κάτι για το οποίο μπορεί να είναι υπόλογη η μείωση της ταχύτητας βάδισης που παρατηρείται γενικά σε αυτά τα άτομα (Andriacchi et al., 1977; Kaufman et al., 2001) , μείωση στις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (Childs et al., 2004; Gok et al,2002), αύξηση της ροπής της προσαγωγής του γόνατος (Baliunas et al., 2002; Hurwitz et al., 1998) και μειωμένη συχνότητα βάδισης (Andriacchi et al., 1977).

Ωστόσο, στις περισσότερες έρευνες συμπεριλαμβάνονται όλοι οι βαθμοί οστεοαρθρίτιδας (0-4 K/L) στο δείγμα, από την αρχόμενη οστεοαρθρίτιδα μέχρι την πιο βαριά μορφή και παρατηρείται εξίσου, ότι δε γίνεται διαχωρισμός στην οστεοαρθρίτιδα που υπάρχει στο έξω τμήμα με αυτή που υπάρχει στο έσω τμήμα της άρθρωσης του γόνατος (Childs et al,2004; Kaufman et al, 2001;Stauffer et al,1991; Chen et al, 2003). Επίσης, με εξαίρεση την έρευνα των Mundermann, Dyrby και Andriacchi (2005) δεν εντοπίζονται μελέτες που να έχουν ασχοληθεί με την ταξινόμηση των εμβιομηχανικών αυτών αλλαγών βάσει των βαθμών της οστεοαρθρίτιδας.

Δυσκολία, εξίσου, παρουσιάζει η επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν από την ανάλυση βάδισης εξαιτίας της μεγάλης ποσότητάς τους. Ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη δημιουργία τεχνικών ανάλυσης όλων των κυματομορφών που προκύπτουν από μια ανάλυση

βάδισης περιλαμβάνοντας νευρωνικά δίκτυα ταξινόμησης (neural network classifiers), τεχνικές αναγνώρισης κινητικών μοτίβων (Whittle & Jefferson, 1989; Wilson et al, 1996) και ταξινομητές που βασίζονται στη θεωρία Dempster- Shafer theory of evidence, οι οποίες είναι ικανές να παράγουν αντικειμενική ανάλυση των εμβιομηχανικών δεδομένων (Shafer, 1976). Κάτι παρόμοιο δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα με σκοπό την πρόγνωση της οστεοαρθρίτιδας και την ταξινόμηση των βαθμών της.

### ***1.1. Σημαντικότητα επιστημονικής μελέτης***

Η καλύτερη κατανόηση των κινητικών μοτίβων και των στρατηγικών βάδισης και η ικανότητα διάκρισης της εξέλιξης της νόσου αποτελεί απαραίτητη βάση για τη δημιουργία προγραμμάτων παρέμβασης και αποκατάστασης, χρήσιμα για τη θεραπευτική κοινότητα στους παρακάτω τομείς:

- Στην έγκαιρη πρόγνωση της οστεοαρθρίτιδας γόνατος (σε αρχικό στάδιο αν είναι δυνατόν) η οποία θα ενεργοποιήσει την ομάδα παρακολούθησης του ασθενή για αποτροπή επιδείνωσης του προβλήματος.
- Στη βελτίωση της κινητικότητας των ασθενών
- Σε πιθανή αποφυγή χειρουργείου (εξαρτάται από το βαθμό εκφύλισης), εφόσον επιτευχθεί επιβράδυνση της εξέλιξης της νόσου

Στην περίπτωση εύρεσης σημαντικών χαρακτηριστικών στον κάθε βαθμό οστεοαρθρίτιδας, δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας μιας αυτόματης υπολογιστικής μεθόδου που θα διακρίνει το βαθμό οστεοαρθρίτιδας γόνατος βάσει της ανάλυσης βάδισης. Μια συστηματική και γρήγορη εκτίμηση των δεδομένων που προκύπτουν από την εργαστηριακή ανάλυση βάδισης είναι άκρως απαραίτητη καθώς είναι αρκετά δύσκολη η αντικειμενική ανάλυση και η εξαγωγή συμπερασμάτων λόγω της πληθώρας δεδομένων (Benedetti, 1998). Η νέα αυτή



μέθοδος μπορεί να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες, πριν και μετά από μια θεραπευτική παρέμβαση, που ίσως να μην μπορούν να ανιχνευθούν οπτικά.

Τέλος, η δημιουργία ενός κλινικού εργαλείου που θα μπορεί να αναγνωρίζει το βαθμό οστεοαρθρίτιδας μέσω της ανάλυσης βάδισης μπορεί να αποτελέσει έναν εναλλακτικό μέσο διάγνωσης του βαθμού της οστεοαρθρίτιδας πέρα από την κλασσική ακτινολογική διάγνωση.

## ***1.2. Σκοπός***

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εξέταση των εμβιομηχανικών διαφορών σε άτομα διαφορετικής βαθμίδας επιδείνωσης της οστεοαρθρίτιδας στην άρθρωση του γόνατος.

Απώτερος στόχος είναι η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων ως κλινικό εργαλείο που θα μπορεί να αναγνωρίζει το βαθμό οστεοαρθρίτιδας μέσω της ανάλυσης βάδισης. Αυτό θα λειτουργήσει προσθετικά στην κλινική διάγνωση και αξιολόγηση της νόσου.

## 2. Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας

Η οστεοαρθρίτιδα είναι μια δυναμικά, προοδευτική ασθένεια που προκαλεί σημαντική λειτουργική απώλεια. Είναι η πιο κοινή αρθροπάθεια με το 90% του πληθυσμού να εμφανίζει τις χαρακτηριστικές ακτινολογικές αλλοιώσεις στις αρθρώσεις που υποστηρίζουν το βάρος του σώματος ήδη από την ηλικία των 40 ετών. Μπορεί να πλήξει οποιαδήποτε σχεδόν άρθρωση αλλά συμβαίνει κυρίως σε αυτές που καταπονούνται, όπως των δακτύλων, και αυτές που δέχονται μεγάλες πιέσεις, όπως τα γόνατα και τα ισχία, οδηγώντας συχνά σε ποικίλου βαθμού αναπηρία (Badley, Rasooly, Webster, 1994).

Η οστεοαρθρίτιδα χαρακτηρίζεται από την βαθμιαία φθορά του αρθρικού χόνδρου και την αντιδραστική ανάπτυξη νέου οστού με την μορφή των οστεοφύτων, δηλαδή μικρών οστέινων προεκτάσεων (τα περίφημα «άλατα»). Ο αρθρικός υμένας αντιδρά σε αυτήν κατάσταση παράγοντας περισσότερο αρθρικό υγρό με αποτέλεσμα την παρουσία οιδήματος.

(Συμεωνίδης, 1996)

Η όλη διαδικασία ξεκινάει σε σχετικά μικρή ηλικία αλλά επιβαρύνεται με το πέρασμα του χρόνου, με αποτέλεσμα τα συμπτώματα να εμφανίζονται περίπου στην ηλικία των 50-55 ετών. Ορισμένες φορές οι αλλοιώσεις εξελίσσονται και είναι τελικά τόσο εκτεταμένες ώστε να παραμορφώνεται η άρθρωση (Felson et al, 2000) (εικόνα 1).



**Εικόνα 1.** Ακτινολογική απεικόνιση των οστεοαρθριτικών αλλοιώσεων στην άρθρωση του γόνατος

## **2.1. Επιβαρυντικοί παράγοντες**

Η οστεοαρθρίτιδα στην άρθρωση του γόνατος είναι 2-3 φορές πιο συχνή στο γυναικείο φύλο (Buckwalter and Larrin, 2000) και οι γυναίκες έχουν 2 φορές τον κίνδυνο να αναπτύξουν αμφίπλευρα οστεοαρθρίτιδα γόνατος. (March and Bagga, 2004).

Η ΟΑ γόνατος αποτελεί το αποτέλεσμα δυο σημαντικών κατηγοριών παραγόντων: 1) αυτών που αυξάνουν τοπικά τη φόρτιση κατά μήκος του αρθρικού χόνδρου και 2) αυτών που επιδρούν στα ανατομικά υλικά της άρθρωσης και στην ικανότητα τους να ανταποκρίνονται σε μεγάλες επιβαρύνσεις (Kuettner KE, Goldberg, 1995; Pelletier, Martel-Pelletier, Howell, 1997)

Αν και η πλειονότητα των ατόμων εμφανίζουν ακτινολογικές αλλοιώσεις στα γόνατα συμβατές με οστεοαρθρίτιδα με την πάροδο της ηλικίας, αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι θα εμφανίσουν συμπτωματική νόσο. Υπάρχουν μια σειρά παραγόντων που αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοαρθρίτιδας στα γόνατα:

- Κληρονομικοί παράγοντες, οι οποίοι ενδεχομένως επηρεάζουν την ποιότητα του κολλαγόνου που αποτελεί σημαντικό συστατικό των χόνδρων.
- Η υπερβολική επιβάρυνση των γονάτων στο πλαίσιο επαγγελμάτων που απαιτούν την άρση βαρών, το λύγισμα των γονάτων ή το γονάτισμα.
- Το αυξημένο βάρος το οποίο καταπονεί τα γόνατα σε καθημερινή βάση και παίζει ρόλο στην εμφάνιση αλλά και την εξέλιξη της νόσου. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι ο συγκεκριμένος παράγοντας φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα τις γυναίκες, πιθανώς εξαιτίας των τακουνιών που φορούν.

## 2.2 Ευρήματα προηγούμενων μελετών

Μελέτες πάνω στην ανάλυση βάδισης σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος, παρουσιάζουν πληθώρα κινηματικών και κινητικών αλλαγών συγκριτικά με τον υγιή πληθυσμό. Κάποιες από αυτές είναι:

- η αυξημένη ροπή προσαγωγής γόνατος (Baliunas et al., 2002; Hurwitz et al., 1998, Sharma et al, 1998) που οδηγεί σε αυξημένη φόρτιση στο έσω τμήμα της άρθρωσης του γόνατος (Schnitzer et al., 1993)
- μειωμένη ροπή κάμψης γόνατος κατά τη μέση φάση στήριξης (Hurwitz et al., 1998). Baliunas et al., 2002) που σχετίζεται με την δράση του τετρακεφάλου και την στρατηγική αποφυγής του πόνου (Kaufman et al.,2001).
- μειωμένο εύρος κίνησης γόνατος (Kaufman et al., 2001; Childs et al,2004; Stauffer et al,1991; Zahrani & Bakheit, 2002; Messier, 1994)
- μειωμένη γωνία κάμψης γόνατος (Andriacchi et al., 1982; Schnitzer et al., 1993).
- μειωμένη κάθετη αντίδραση του εδάφους (Childs et al., 2004; Gok et al,2002; Messier, 1994),
- χαμηλότερη ταχύτητα (Andriacchi et al., 1977; Kaufman et al., 2001) και
- μειωμένη συχνότητα βάδισης (Andriacchi et al., 1977)
- μειωμένο μήκος δρασκελισμού και μεγαλύτερη φάση στήριξης (Andriacchi et al., 1977; Baliunas et al., 2002; Kaufman et al., 2001; Teixeira and Olney, 1996)

Οι περισσότερες έρευνες που πραγματεύονται τη βάδιση σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος ασχολούνται κυρίως με τα κινητικά και κινηματικά δεδομένα του γόνατος (Gok et al, 2002;Baliunas et al, 2002; Childs et al,2004; Kaufman et al, 2001; Stauffer RN, Chao EY, Gvory, 1977; Radin EL, Yang KH, Riegger C, Kish VL, O'Connor JJ., 1991) και τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (Gok et al, 2002;Baliunas et al, 2002; Radin et al,1991,

Stauffer,1977). Προβληματίζει, επίσης, το μικρό μέγεθος του δείγματός τους (Messier, 1994; Gok et al,2002; Radin et al, 1991) καθώς και ότι συμπεριλάμβαναν όλους τους βαθμούς οστεοαρθρίτιδας (0-4 K/L) χωρίς να διαχωρίζεται η οστεοαρθρίτιδα που υπάρχει στο έξω τμήμα με αυτή που υπάρχει στο έσω τμήμα του γόνατος (Childs et al,2004; Kaufman et al, 2001;Stauffer et al,1991; Chen et al, 2003; McGibbon, Krebs, 2002, Messier, 1994). Η τελευταία παρατήρηση είναι αρκετά σημαντική καθώς έχει αποδειχθεί ότι η ΟΑ στην έξω αρθρική επιφάνεια της άρθρωσης επιφέρει διαφορετικούς μηχανισμούς κάκωσης και διαφορετικές στρατηγικές βάδισης, από αυτήν της εσωτερικής (Ogata et al., 1997; Cerejo et al., 2002).

Έρευνες που ασχολήθηκαν με την επίδραση της ταχύτητας της βάρδισης σε διάφορες παραμέτρους έχουν δείξει ότι τα άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος εμφανίζουν μείωση της ταχύτητας βάρδισης τους, αναφερόμενοι στη φυσιολογική και προσωπικά επιλεγμένη ταχύτητα βάρδισης (Brinkmann & Rate (1985) και Kirtley, Whittle & Jefferson (1985).

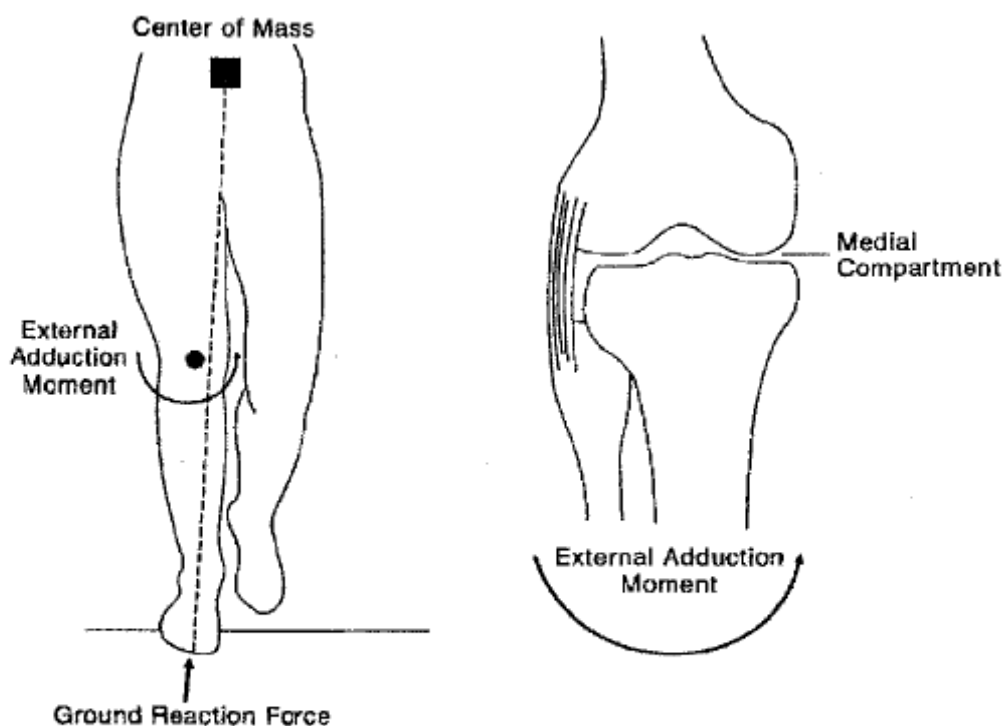
Μάλιστα, υποστηρίζεται ότι οι αλλαγές στο προσθιοπίσθιο επίπεδο μπορεί να οφείλονται στη χαμηλή ταχύτητα που εμφανίζουν τα άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος όπως αναφέρεται σε αρκετές έρευνες (Kaufman et al., 2001; Gok et al,2002; Stauffer et al,1991; Al-Zahrani & Bakheit, 2002; Messier, 1994).

Σε αντίθεση με το παραπάνω εύρημα έρχονται οι έρευνες των Mundermann, Dyrby και Andriacchi (2005) οι οποίοι βρήκαν ότι η ταχύτητα βάρδισης ατόμων με οστεοαρθρίτιδα γόνατος όλων των βαθμών είναι παρόμοια με αυτή της ομάδας ελέγχου και γι'αυτό η ταχύτητα δεν μπορεί να αποτελέσει έναν υπολογίσιμο παράγοντα για τις διάφορες αλλαγές στη βάρδιση. Το ίδιο υποστηρίζουν οι ερευνητές Landry και οι συνεργάτες του (1996).

Οι φορτίσεις που μεταφέρονται στο έσω τμήμα της άρθρωσης είναι μεγαλύτερες από αυτές που μεταφέρονται στο έξω τμήμα της, κάτι που μπορεί να υπολογιστεί με την αυξημένη

εξωτερική ροπή προσαγωγής του γόνατος (Schipplein & Andriacchi, 1991) (εικόνα 2). Η πρώτη μέγιστη ροπή προσαγωγής γόνατος φαίνεται να είναι ισχυρός προγνωστικός παράγοντας της παρουσίας (Gok, Ergin, Yavuzer, 2001; Schnitzer et al, 1993; Sharma et al, 1998), της σοβαρότητας (Mundermann, 2004,2005; Sharma et al,1998) και του βαθμού εξελιξιμότητας της εκφυλιστικής ασθένειας στο γόνατο.

Συνήθως το 60-80% της ολικής συμπιεστικής φόρτισης που δέχεται η άρθρωση του γόνατος ασκείται στο εσωτερικό τμήμα της (Andriacchi, 1994)



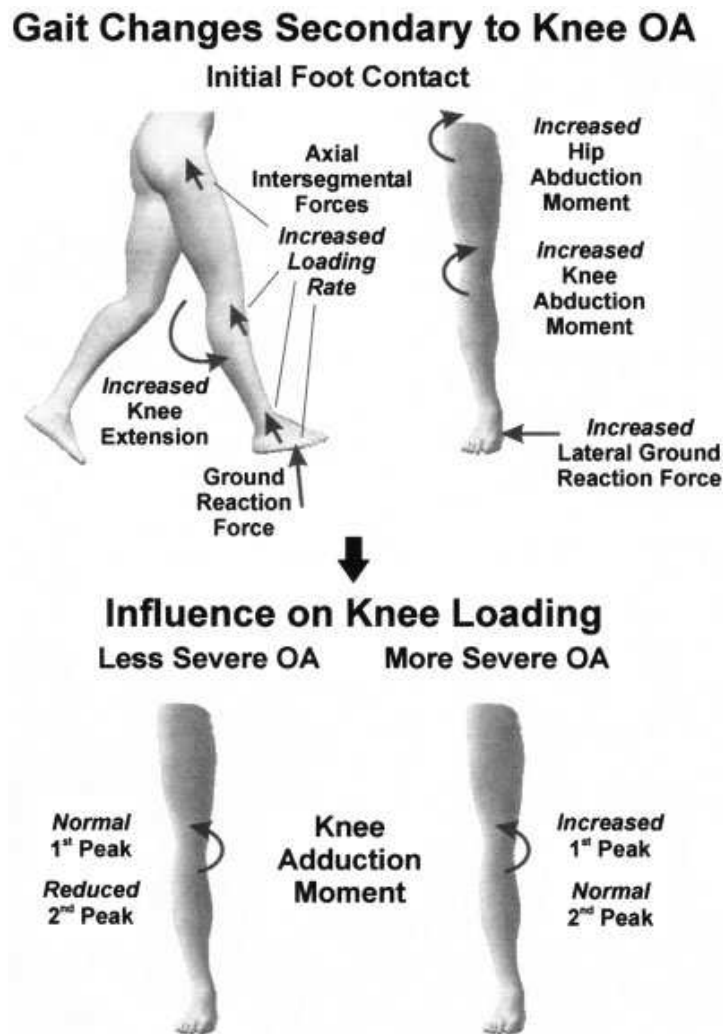
Εικόνα 2. Απεικόνιση της ροπής προσαγωγής στην άρθρωση του γόνατος κατά την κίνηση στον προσθιοπίσθιο άξονα

Οι ερευνητές Mundermann et al(2005) απέδειξαν πως οι αλλαγές στη βάδιση που οφείλονται στην εκφυλιστική πάθηση του γόνατος σχετίζονται με την αυξημένη φόρτιση στις αρθρώσεις της ποδοκνημικής, του γόνατος και του ισχίου. Στην έρευνά τους υποβλήθηκαν 42 άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος κάθε βαθμού βάσει της ακτινολογικής ταξινόμησης Kellgren/Lawrence (K/L) και 42 άτομα για ομάδα ελέγχου, σε τρισδιάστατη ανάλυση

βάδισης. Από την βάδιση προσωπικής ταχύτητας, πήραν τα εξής αποτελέσματα: Οι συμμετέχοντες με μεγαλύτερο βαθμό οστεοαρθρίτιδας είχαν μεγαλύτερη πρώτη μέγιστη ροπή προσαγωγής γόνατος και χαμηλότερη ροπή προσαγωγής του ισχίου από την ομάδα ελέγχου και τους συμμετέχοντες με πιο ήπια οστεοαρθρίτιδα. Όλοι οι συμμετέχοντες με οστεοαρθρίτιδα εμφάνιζαν μεγαλύτερη έκταση γόνατος κατά την αρχική επαφή του άκρου με το έδαφος και αυξημένη αξονική φόρτιση σε όλες τις αρθρώσεις των κάτω άκρων.

Σημαντικό εύρημα ήταν ότι τα πάσχοντα άτομα υιοθετούσαν την στρατηγική βάδισης να μεταφέρουν το βάρος του σώματος πιο γρήγορα από το αιωρούμενο άκρο στο άκρο στήριξης, η οποία είναι επιτυχής στη μείωση της ροπής του γόνατος μόνο στους ασθενείς με πιο ήπια οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Η πιο γρήγορη αύξηση της κάθετης αντίδρασης του εδάφους είναι ενδεικτική της πιο γρήγορης μεταφοράς του βάρους. Η αυξημένη φόρτιση στις αρθρώσεις των κάτω άκρων μπορεί να οδηγήσει πιο γρήγορα στην εμφάνιση ή επιδείνωση της οστεοαρθρίτιδας. Οι μέγιστες ροπές απαγωγής στο γόνατο και το ισχίο αμέσως μετά την αρχική επαφή με το έδαφος δείχνουν ότι ο ασθενής ασκεί μεγαλύτερες δυνάμεις απαγωγής στο ισχίο για να καταφέρει να μεταφέρει το άλλο άκρο πλευρικά. Το άκρο στήριξης, παράλληλα, θα ασκήσει μεγαλύτερη δύναμη στο έδαφος στην έσω του πλευρά και γι' αυτό εμφανίζεται μεγαλύτερη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Αυτό γίνεται στην προσπάθεια να μειωθεί η απόσταση μεταξύ κέντρου μάζας σώματος με κέντρο άρθρωσης γόνατος ώστε να μειωθεί ο μοχλοβραχίονας αντίστασης από το έδαφος και επομένως, να αποφευχθεί η αυξημένη ροπή προσαγωγής γόνατος κατά τη φάση στήριξης. Όμως αυτή η στρατηγική άμυνας, δείχνει να χειροτερεύει την πορεία της νόσου στα άτομα με βαριά ΟΑ γόνατος καθ' όσον δεν έχουν τόσο ισχυρούς απαγωγούς του ισχίου, όπως τα άτομα με ηπιότερη ΟΑ και αυτά της ομάδας ελέγχου, ώστε να ανταποκριθούν στη μεταφορά του άκρου κατά τη φάση στήριξης με αποτέλεσμα να οδηγούνται στη γνωστή βάδιση Trendelenburg και να έχουν

ακόμα μεγαλύτερη ροπή προσαγωγής γόνατος. Στην εικόνα 3 απεικονίζεται η διαφορετικά επίδραση της αυξημένης χρήσης των απαγωγών ανάλογα το βαθμό της ΟΑ.



Εικόνα 3. Δευτερεύουσες αλλαγές βάδισης, βάσει του βαθμού ΟΑ



### **3. Μεθοδολογία**

#### **3.1. Δείγμα**

Είκοσι πέντε ασθενείς, με γνωμάτευση πρωτοπαθούς ΟΑ γόνατος, στην έσω πλευρά της άρθρωσης (medial knee osteoarthritis) από το Γενικό Νοσοκομείο των Τρικάλων, υποβλήθηκαν σε τρισδιάστατη ανάλυση βάδισης. Τα δεδομένα τεσσάρων ασθενών αποκλείστηκαν από την ανάλυση καθώς η ακτινογραφική εκτίμηση έδειξε ότι έπασχαν από οστεοαρθρίτιδα στην έξω περιοχή του γόνατος (lateral knee osteoarthritis) και τα οποία αν συμπεριλαμβάνονταν στο δείγμα θα αλλοίωναν τα αποτελέσματα όπως υποστηρίζουν πολλοί ερευνητές και έχει ήδη αναφερθεί στην ανασκόπηση (Ogata et al., 1997; Cerejo et al., 2002). Το υπόλοιπο δείγμα των 25 ατόμων ήταν ηλικίας μεταξύ 52-84 ετών (mean:66,74, S.D.: ±8,3), ύψους ( mean: 1,55, S.D.: ±0,08) και σωματικού βάρους ( mean: 77,07, S.D.: ±10,36). Ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) έδειξε ότι ο μέσος όρος ανήκει στην κατηγορία των υπέρβαρων (mean: 31,82, S.D.: 4,46), αναμενόμενο αποτέλεσμα λαμβάνοντας υπόψιν τα δεδομένα που παρέχει η αρθρογραφία, για την σημαντική επίδραση της παχυσαρκίας στην εξέλιξη της εκφυλιστικής νόσου ΟΑ (Sharma et al, 2000). Συγκεκριμένα, 10 άτομα ανήκουν στην κατηγορία των υπέρβαρων, 7 άτομα στην κατηγορία του 1<sup>ου</sup> βαθμού παχυσαρκίας, 5 άτομα στο 2<sup>ο</sup> βαθμού παχυσαρκίας και 3 μόνο άτομα ανήκουν στους φυσιολογικούς, βάσει την επίσημη κατάταξη του δείκτη σωματικής μάζας. Από τα 25 άτομα οι 18 ήταν γυναίκες και οι 7 άντρες. Όλες οι περιπτώσεις αφορούσαν αμφοτερόπλευρη ΟΑ γόνατος.

#### **3.2. Κριτήρια αποκλεισμού συμμετοχής**

Στην έρευνα δεν επιτρέπονταν να συμμετάσχουν άτομα με

- δευτεροπαθή οστεοαρθρίτιδα

- οστεοαρθροπάθεια charcot
- νευρολογικά ελλείμματα
- ρευματολογικές νόσους
- κλινικά διαγνωσμένη οστεοαρθρίτιδα του ισχίου
- περιαρθρικά κατάγματα
- ακρομεγαλία/ ανισοσκελεμία
- νόσο Wilson
- οστεοχονδρομάτωση
- αρθροπλαστικές επεμβάσεις στα κάτω άκρα
- πρόσφατα χειρουργεία των κάτω άκρων.
- νοσογόνο παχυσαρκία ( $BMI > 45 \text{ kg/m}^2$ )

### **3.3. Ακτινολογική ταξινόμηση**

Η αξιολόγηση των ασθενών πραγματοποιούνταν από έναν και μόνο ορθοπεδικό χειρουργό του Γενικού Νοσοκομείου Τρικάλων για να υπάρχει μεγαλύτερη αξιοπιστία. Η διάγνωση της ύπαρξης της ΟΑ στην άρθρωση του γόνατος βασίζονταν αρχικά σε κλινικά κριτήρια (Altman, Asch, Bloch, 1986) και η ταξινόμηση της νόσου σε βαθμούς βαρύτητας σε ραδιολογικά κριτήρια (Kellgren, Lawrence, 1957). Έγινε ταξινόμηση και των δυο γονάτων ενός ασθενή, ανεξάρτητα από το που ήταν πιο έντονη η ύπαρξη συμπτωμάτων. Στον πίνακα 1 εμφανίζονται αναλυτικά τα κριτήρια αξιολόγησης.

Πίνακας 1. Ακτινολογικά και κλινικά κριτήρια της ΟΑ στην άρθρωση του γόνατος

<b>ΡΑΔΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΑΡΘΡΙΤΙΔΑΣ</b>				
<b>(διάκριση σε τέσσερις βαθμούς) :</b>				
	<i>ΑΡ</i>	<i>ΔΕ</i>		
(0) Κανένα (none): φυσιολογικό, χωρίς ευρήματα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
(1) Αμφίβολο (doubtful): πιθανότητα οστεοφυτικών χειλών, αβλαβής στένωση αρθρικού διαστήματος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
(2) Ελάχιστο (minimal): βέβαιη ύπαρξη οστεοφύτων, πιθανότητα στένωσης αρθρικού διαστήματος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
(3) Μέτριο (moderate) : βέβαιη ύπαρξη πολλαπλών οστεοφύτων, βέβαιη στένωση αρθρικού διαστήματος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
(4) Σοβαρό (severe) : αξιοσημείωτη στένωση αρθρικού διαστήματος, μεγάλα οστεόφυτα, σκλήρωση, παραμόρφωση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>ΚΛΙΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΟΑ ΓΟΝΑΤΟ -ΙΣΧΙΟ</b>				
	ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΓΟΝ. ΙΣΧ.		ΔΕΞΙ ΓΟΝ. ΙΣΧ	
1. Πόνος στην άρθρωση τις περισσότερες μέρες του περασμένου μήνα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Κρυγμός κατά την ενεργητική κίνηση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Πρωινή δυσκαμψία (stiffness) στην άρθρωση ≤ 30 λεπτά	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ηλικία ≥ 38 ετών	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Κρυγμός -οστική	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Μεγέθυνση της άρθρωσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Όχι κρυγμός -οστική μεγέθυνση της άρθρωσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Ύπαρξη οστεοαρθρίτιδας: 1, 2, 3, 4 ή 1, 2, 3, 5 ή 1, 6</i>			

### 3.4. Διαχωρισμός σε ομάδες

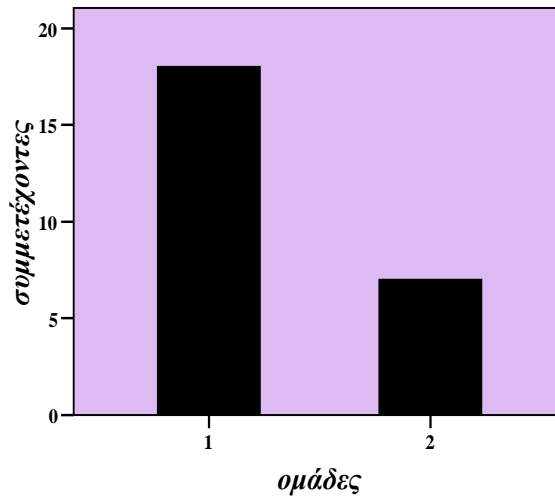
Αποφασίστηκε η ύπαρξη δύο τρόπων διαχωρισμού για καλύτερη σύγκριση δεδομένων και έλεγχο και των δυο περιπτώσεων ταξινόμησης. Οι ασθενείς διαχωρίστηκαν **με 2 τρόπους:**

#### 1<sup>ος</sup> τρόπος:

Σε 2 ομάδες, οι έχοντες μικρότερο βαθμό ΟΑ βάσει την Kellegran/Lawrence (K/L)

ακτινολογική κατάταξη (**ομάδα 2**) . Η ομάδα με την πιο ήπια ΟΑ αποτελούνταν από άτομα

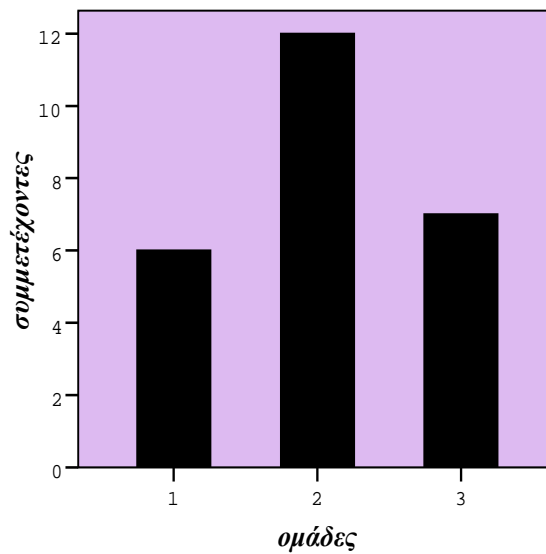
με βαθμό  $\leq 2$  για κάθε γόνατο. Οι ασθενείς που είχαν τουλάχιστον ένα γόνατο  $\geq 3$  συμπεριλήφθηκαν στην **ομάδα 1** με την πιο βαριά ΟΑ. Η κατανομή των συμμετεχόντων παρουσιάζεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.



Σχεδιάγραμμα 1. 1ος τρόπος διαχωρισμού

### 2<sup>ος</sup> τρόπος

Σε τρεις ομάδες: η **ομάδα 1** συμπεριλάμβανε άτομα με ΟΑ 4<sup>ου</sup> βαθμού, η **ομάδα 2** συμπεριλάμβανε άτομα με ΟΑ 3<sup>ου</sup> βαθμού και η **ομάδα 3** τα άτομα με ΟΑ 2<sup>ου</sup>, 1<sup>ου</sup> και δυο περιπτώσεις 0 βαθμού. Λήφθηκε υπόψιν το γόνατο με τον μεγαλύτερο βαθμό ΟΑ. Στο σχεδιάγραμμα 2 φαίνονται ο αριθμός των ατόμων κάθε ομάδας.



Σχεδιάγραμμα 2. 2ος τρόπος διαχωρισμού

### 3.5. Πειραματική διαδικασία

Οι ασθενείς προσήλθαν στο Εργαστήριο Εμβιομηχανικής του Τ.Ε.Φ.Α.Α του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και αρχικά τους ζητήθηκε να διαβάσουν και να υπογράψουν το έντυπο συναίνεσης για τη συμμετοχή τους στην έρευνα, αφού ενημερώθηκαν λεπτομερώς για τον τρόπο διεξαγωγής της (παράρτημα). Κατόπιν, φόρεσαν αθλητικό, κοντό, παντελόνι κοντή μπλούζα και αφαίρεσαν τις κάλτσες. Μετρήθηκε το σωματικό βάρος, το ύψος και για το κάθε κάτω άκρο ξεχωριστά, το μήκος του άκρου, το πάχος του γόνατος και το πάχος της ποδοκνημικής άρθρωσης. Εν συνέχεια, για να δημιουργηθεί το ανάλογο πρότυπο για την ανάλυση της κίνησης, σύμφωνα με το μοντέλο του Davies (1990) plug-in-gait του οπτοηλεκτρονικού συστήματος Vicon τοποθετήθηκαν ανακλαστικές επιδερμικά σε 16 σημεία του σώματος. Στην περίπτωση που οι πρόσθιες λαγόνιες άκανθες καλύπτονταν από πολύ λιπώδη ιστό, καθιστώντας δύσκολη την εφαρμογή ανακλαστικών στα συγκεκριμένα ανατομικά στοιχεία, εφαρμόζονταν αυτοκόλλητος επίδεσμος (tape) για την ανύψωση και συγκράτηση της μυϊκής μάζας. Τα άτομα βάδισαν αρχικά 2 λεπτά στο διάδρομο της βάδισης, δοκιμαστικά, προκειμένου να εξοικειωθούν με το χώρο. Μετά τους ζητήθηκε να

περπατήσουν με τη φυσιολογική τους ταχύτητα στο διάδρομο βάρδισης όπου λαμβάνονταν τρεις έγκυρες προσπάθειες για το κάθε κάτω άκρο.

### 3.6. Όργανα μετρήσεων

Η τρισδιάστατη ανάλυση βάρδισης έγινε με χρήση οπτικο-ηλεκτρονικού συστήματος VICON MX με 10 κάμερες (Oxford Metrics, Oxford, UK) και ταυτόχρονη λήψη δεδομένων από δυναμοδάπεδο (bertec force platform, 4060-15).

Το σωματικό βάρος μετρήθηκε στο δυναμοδάπεδο Bertec (4015) και το ύψος με αναστηνόμετρο. Το μήκος των άκρων με ταινία μέτρησης (μεζούρα) και το πάχος του γόνατος και της ποδοκνημικής με παχύμετρο.

### 3.7. Παράμετροι εξέτασης

Οι παράγοντες που εξετάστηκαν στην έρευνα παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2: Κινηματικοί και κινητικοί παράμετροι που εξετάστηκαν**

<i>Άρθρωση ισχίου</i>	<i>Άρθρωση γόνατος</i>	<i>Άρθρωση ποδοκνημικής</i>
Αρχική επαφή στο έδαφος	Αρχική επαφή στο έδαφος	Αρχική επαφή στο έδαφος
Μέγιστες γωνίες κάμψης στην στήριξη και αιώρηση	Μέγιστες γωνίες κάμψης στην στήριξη και αιώρηση	Μέγιστες γωνίες ραχιαίας κάμψης στην στήριξη και στην αιώρηση
Μέγιστη γωνία έκτασης	Μέγιστη γωνία έκτασης	Μέγιστες γωνίες πελματιαίας κάμψης στην στήριξη και στην αιώρηση
Γωνία στη φάση επαφής με το έδαφος (heel-strike)	Γωνία στη φάση επαφής με το έδαφος (heel-strike)	

Εύρος άρθρωσης	Εύρος άρθρωσης	Εύρος άρθρωσης
Έναρξη φάσης αιώρησης	Έναρξη φάσης αιώρησης	Έναρξη φάσης αιώρησης
Μέγιστη ροπή στη φάση στήριξης	Μέγιστη ροπή στη φάση στήριξης	Μέγιστη ροπή
Μικρότερη ροπή στη φάση αιώρησης	Μέγιστη ροπή στη φάση αιώρησης	Μικρότερη ροπή στη φάση στήριξης
Μέγιστες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους		

Τέλος, εξετάστηκαν οι χωροχρονικοί παράγοντες: συχνότητα, μήκος βήματος, πλάτος βήματος, μήκος δρασκελισμού και ταχύτητα βάδισης.

#### **4. Στατιστική ανάλυση**

Χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά τεστ και για τους δυο τρόπους διαχωρισμού καθώς το δείγμα ήταν άνισα κατανεμημένο στις ομάδες που συμπεριλάμβαναν τους διάφορους βαθμούς ΟΑ.

##### **4.1. 1<sup>ος</sup> τρόπος διαχωρισμού**

Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικό test Mann-Whitney (U) για να ερευνηθεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων 1 και 2 (βαθμοί ΟΑ 3,4 και 1,2,0 αντίστοιχα) ως προς τις κινηματικές και κινητικές παραμέτρους.

##### **4.2. 2<sup>ος</sup> τρόπος διαχωρισμού**

Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικό test Kruskal- Wallis για να ερευνηθεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των βαθμών ΟΑ ( ομάδες 1,2,3) ως προς τις εξαρτημένες μεταβλητές.

## 5. Αποτελέσματα

### 1<sup>ος</sup> τρόπος διαχωρισμού

Από τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού test Mann-Whitney (U) προέκυψε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις εξής μεταβλητές: **μέγιστη γωνία κάμψης ισχίου στη φάση στήριξης (HAMAX1)** με  $U= 28.000$ ,  $N1=18$ ,  $N2=7$  ,  $p=0,034$ , two-tailed, **μέγιστη γωνία πελματιαία κάμψης στην άρθρωση της ποδοκνημικής στη φάση αιώρησης (ANKAMIN2)** με  $U= 28.000$ ,  $N1=18$ ,  $N2=7$  ,  $p=0,034$  και **μέγιστη ροπή πελματιαίας κάμψης στην ποδοκνημική (ANKMF.R.)** με  $U= 29.000$ ,  $N1=18$ ,  $N2=7$  ,  $p=0,041$ .

Επίσης, τάση για στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψε στη μεταβλητή **μήκος βήματος (STEP LENGTH)** με  $U= 34.000$ ,  $N1=18$ ,  $N2=7$  ,  $p=0,085$ .

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των παραπάνω μεταβλητών (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των μεταβλητών

Group Statistics					
A/A		HAMAX1	ANKAMIN2	ANKMF.R.	STEP LENGTH
1	Mean	32,49	-6,80	-,10	,53
	Std. Deviation	7,02	10,47	,21	,10
2	Mean	39,42	-14,47	-,22	,76
	Std. Deviation	6	5,38	,09	,43
Total	Mean	34,43	-8,95	-,14	,6
	Std. Deviation	7,35	9,85	,19	,26

Ελέγχοντας τους μέσους όρους προέκυψε ότι η ομάδα 2 που περιλαμβάνει τα άτομα με ήπια ΟΑ γόνατος εμφάνισε μεγαλύτερους μέσους όρους από την ομάδα 1 στις μεταβλητές: **μέγιστη γωνία κάμψης ισχίου στη φάση στήριξης (HAMAX1)** (M.O.=39.42, S.D.= 6) έναντι της ομάδας 1 (M.O.= 32.49, S.D.=7.02) και **μέγιστη γωνία κάμψης ισχίου στη φάση αιώρησης (HAMAX2)** με M.O.=40.57, S.D.=6.54 έναντι της ομάδας 1 (M.O.= 34.1, S.D.=7.27). Η ομάδα 1 που περιλάμβανε τα άτομα με πιο βαριά ΟΑ εμφάνισε μεγαλύτερους



μέσους όρους στις μεταβλητές: μέγιστη γωνία πελματιαία κάμψης στην άρθρωση της ποδοκνημικής στη φάση αιώρησης (ANKAMIN2) με M.O.= -6.80, S.D.=10.47 έναντι της ομάδας 2 (M.O.= -14.47 , S.D.=5.37) και μέγιστη ροπή πελματιαίας κάμψης στην ποδοκνημική (ANKMF.R.) με M.O.= -0.10, S.D.=0,21) έναντι της ομάδας 2 (M.O.= -0,22 , S.D.=0,09)

### 2<sup>ος</sup> τρόπος διαχωρισμού

Από τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού test Kruskal- Wallis προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα ΟΑ στις μεταβλητές: μέγιστη γωνία κάμψης γόνατος στη φάση στήριξης (**KNAMAX1**) με  $\chi^2=6,356$ , df=2 και  $p<0,05$ , μέγιστη γωνία κάμψης γόνατος στη φάση αιώρησης (**KNAMAX2**) με  $\chi^2=6,920$ , df=2 και  $p<0,05$ , μέγιστη γωνία πελματιαίας κάμψης στη φάση αιώρησης (**ANKAMIN2**) με  $\chi^2=9,623$ , df=2 και  $p<0,05$ , εύρος κίνησης ποδοκνημικής (**ROMA**) με  $\chi^2=8,841$ , df=2 και  $p<0,05$ , μέγιστη ροπή πελματιαίας κάμψης (**ANKMF.R.**) με  $\chi^2=7,051$ , df=2 και  $p<0,05$ , μήκος βήματος (**STEP LENGTH**) με  $\chi^2=6,815$ , df=2 και  $p<0,05$ , πλάτος βήματος (**STEP WIDTH**) με  $\chi^2=7,109$ , df=2 και  $p<0,05$  και μήκος δρασκελισμού (**STRIDE LENGTH**) με  $\chi^2=6,616$ , df=2 και  $p<0,05$ .

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της δοκιμασίας Kruskal-Wallis.

**Πίνακας 4. Αποτελέσματα δοκιμασίας Kuskal-Wallis**

	KNAMAX1	KNAMAX2	ANKAMIN2	romA	ANKMF.R.	STEP.LENGTH	STEP.WIDTH	STRIDE.L.
Chi-Square	6,356	6,920	9,623	8,841	7,051	6,815	7,109	6,616
df	2	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,042	,031	,008	,012	,029	,033	,029	,037

Για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών εφαρμόστηκε για κάθε διπλό συνδυασμό των τριών ομάδων μη παραμετρικό test Mann-Whitney (U) με επίπεδο σημαντικότητας (P), και όχι  $p < 0,05$ , προσαρμοσμένο στη διόρθωση Bonferroni:

$P = \text{Target } p \text{ value}/n$ , όπου n ο αριθμός συνδυασμός ζευγών  $n = \kappa(\kappa-1)/2 = 3(3-1)/2 = 3$ , όπου κ ο αριθμός των ομάδων. Επομένως, το επίπεδο εμπιστοσύνης με τη διόρθωση Bonferroni είναι:  
 $P = 0,05/3 = 0,017$ .

Από την εφαρμογή, λοιπόν του μη παραμετρικού test Mann-Whitney (U) για την εύρεση στατιστικά σημαντικές διαφορών μεταξύ των ομάδων 1 και 2 προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές: μέγιστη γωνία κάμψης γόνατος στη φάση στήριξης (**KNAMAX1**) με  $U = 10.000$ ,  $N_1 = 6$ ,  $N_2 = 12$ ,  $P < 0,017$  μέγιστη γωνία κάμψης γόνατος στη φάση αιώρησης (**KNAMAX2**) με  $U = 28.000$ ,  $N_1 = 18$ ,  $N_2 = 7$ ,  $P < 0,017$  (πίνακας 5).

**Πίνακας 5. Δοκιμασία Mann-Whitney, ομάδες 1-2**

	<b>KNAMAX1</b>	<b>KNAMAX2</b>
Mann-Whitney U	10,000	10,000
Wilcoxon W	31,000	31,000
Z	-2,438	-2,438
Asymp. Sig. (2-tailed)	,015	,015
<b>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</b>	<b>,013(a)</b>	<b>,013(a)</b>

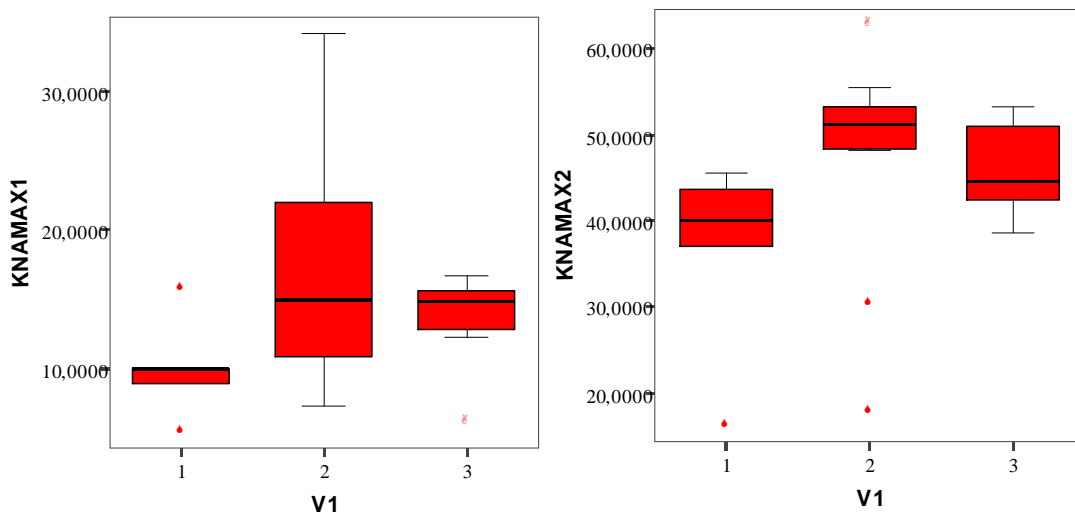
a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: V1

Ακολουθεί πίνακας (πίνακας 6) με τους μέσους όρους και box plot (εικόνα) με τους μέσους των μεταβλητών που εμφάνισαν στατιστικό ενδιαφέρον.

Πίνακας 6. Μέσοι όροι ομάδων 1-2

Report			
V1		KNAMAX1	KNAMAX2
1	Mean	9,97	37,02
	N	6	6
	Std. Deviation	3,33	10,839
2	Mean	17,23	47,76
	N	12	12
	Std. Deviation	7,77	12,05



Εικόνα 4. Βoxplot με μέσους όρους ομάδων 1-2

Ελέγχοντας τους μέσους όρους προέκυψε ότι η ομάδα 2 (άτομα με βαθμό OA 3) παρουσιάζει μεγαλύτερους μέσους όρους και στις δυο μεταβλητές (KNAMAX1: M.O.= 17.23, S.D.=7.77 και KNAMAX2: M.O.= 47,76, S.D.=12,05 ) έναντι της ομάδας 1 (άτομα με βαθμό OA 4) (KNAMAX1: M.O.= 9.97, S.D.=3.33 και KNAMAX2: M.O.= 37.03, S.D.=12.05)

Από την εφαρμογή, εξίσου του μη παραμετρικού test Mann-Whitney (U) για την εύρεση στατιστικά σημαντικές διαφορών μεταξύ των ομάδων 1 και 3 προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές: μέγιστη γωνία πελματιαίας κάμψης στη φάση αιώρησης (ANKAMIN2) με  $U= 1.000$ ,  $N1=6$ ,  $N3=7$ ,  $P<0,017$ , εύρος κίνησης

ποδοκνημικής (**ROMA**) με  $U=0$ ,  $N1=6$ ,  $N3=7$ ,  $P<0,017$ , μήκος βήματος (**STEP LENGTH**) με  $U= 2.500$ ,  $N1=6$ ,  $N3=7$ ,  $P<0,017$ , πλάτος βήματος (**STEP WIDTH**) με  $U= 2.500$ ,  $N1=6$ ,  $N3=7$ ,  $P<0,017$  και μήκος δρασκελισμού (**STRIDE LENGTH**) με  $U= 4.000$ ,  $N1=6$ ,  $N3=7$ ,  $P<0,017$

Τάση για στατιστική σημαντικότητα εμφάνισε η μεταβλητή μέγιστη ροπή πελματιαίας κάμψης (**ANKMF.R.**) με  $U= 5.000$ ,  $N1=6$ ,  $N3=7$ ,  $\text{sig}= 0,022$ .

**Πίνακας 7. Δοκιμασία Mann-Whitney, ομάδες 1-3**

	ANKAMIN2	romA	ANKMF.R.	STEP.LENGTH	STEP.WIDTH	STRIDE.L.
Mann-Whitney U	1,000	,000	5,000	2,500	2,500	4,000
Wilcoxon W	29,000	21,000	33,000	23,500	30,500	25,000
Z	-2,861	-3,004	-2,289	-2,654	-2,654	-2,435
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	,003	,022	,008	,008	,015
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,002(a)	,001(a)	,022(a)	,005(a)	,005(a)	,014(a)

a Not corrected for ties.

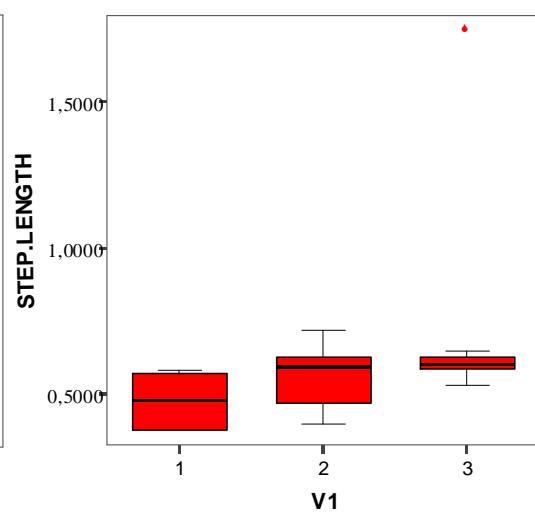
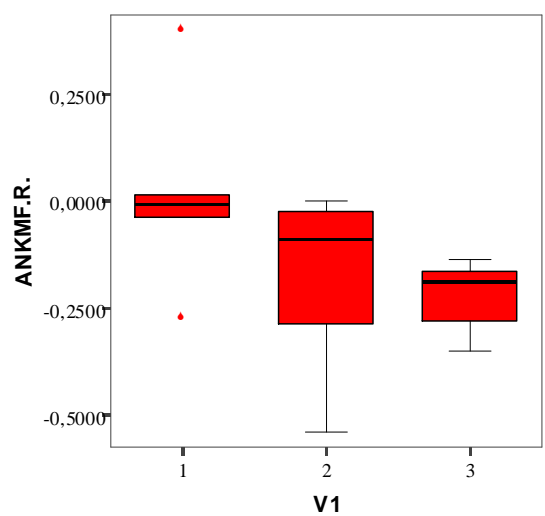
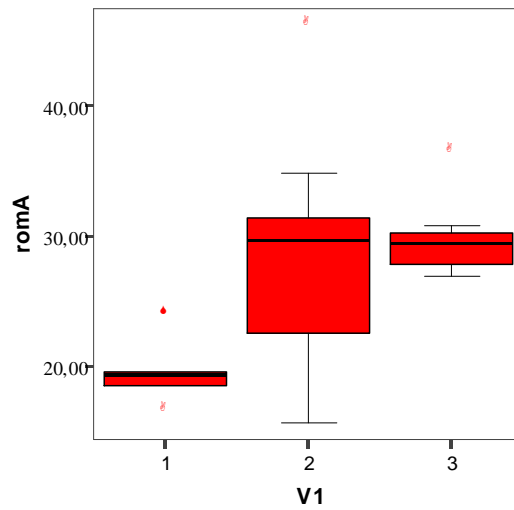
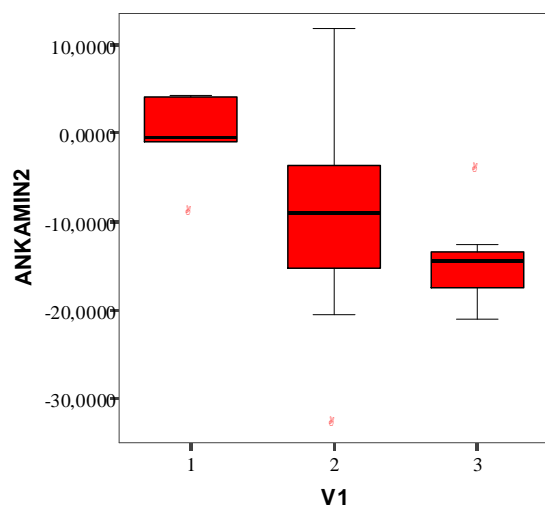
b Grouping Variable: V1

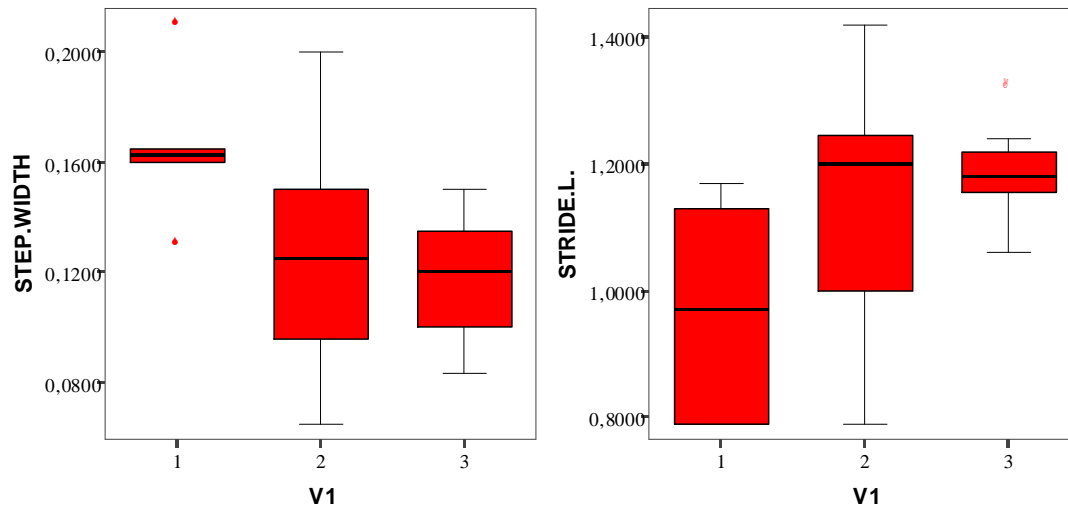
Ελέγχοντας τους μέσους όρους (πίνακας 8) προέκυψε ότι η ομάδα 1 υπερτερεί στις μεταβλητές ANKAMIN2 (M.O.= -0.44, S.D.=4.92) και STEP.WIDTH (M.O.= 0.17, S.D.=0.03) έναντι της ομάδας 3 (M.O.= -14.47, S.D.=5.36 και M.O.= 0.12, S.D.=0.03 αντιστοίχως) όπως και στη μεταβλητή ANKMF.R που εμφάνισε τάση για στατιστική σημαντικότητα με M.O.=0.01, S.D.=0.22 έναντι της ομάδας 3 που εμφάνισε M.O.= -0.22, S.D.=0.09 . Στις υπόλοιπες μεταβλητές υπερτερεί η ομάδα 3 όπως διαφαίνεται αναλυτικά στον και στους μέσους που παρουσιάζονται στα box plots που ακολουθούν (εικόνα 5).

## Report

Πίνακας 8. Μέσοι όροι ομάδων 1-3

V1		ANKAMIN2	romA	ANKMF.R.	STEP.LENGTH	STEP.WIDTH	STRIDE.L.
1	Mean	-,44	19,47	,01	,48	,17	,97
	N	6	6	6	6	6	6
	Std. Deviation	4,92	2,48	,22	,09	,03	,16
3	Mean	-14,47	29,84	-,22	,76	,12	1,19
	N	7	7	7	7	7	7
	Std. Deviation	5,38	3,25	,09	,43	,02	,08
Total	Mean	-8,95	26,53	-,14	,59	,13	1,11
	N	25	25	25	25	25	25
	Std. Deviation	9,86	7,19	,19	,26	,04	,17





Εικόνα 5. Boxplot των μέσων των ομάδων 1-3

## 6. Συζήτηση

### Σύγκριση αποτελεσμάτων των δυο τρόπων υπολογισμού

Και οι δυο τρόποι διαχωρισμού σε ομάδες εντοπίζουν κοινές στατιστικά σημαντικές διαφορές στους εξής κινηματικούς παράγοντες: **μέγιστη γωνία πελματιαίας κάμψης ποδοκνημικής (ANKAMIN2)**, **μήκος βήματος (STEP LENGTH)** και στον κινητικό παράγοντα **μέγιστη ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής (ANKMF.R)**. Ο μοναδικός παράγοντας που εμφάνισε στατιστική σημαντικότητα στον 1<sup>ο</sup> τρόπο και δεν εντοπίστηκε στον 2<sup>ο</sup> είναι η **μέγιστη γωνία κάμψης ισχίου στη φάση στήριξης (HAMAX1)**. Οι υπόλοιποι τρεις παράγοντες που εμφάνισαν στατιστική σημαντικότητα στον 1<sup>ο</sup> τρόπο διαχωρισμού συμπίπτουν και με τον 2<sup>ο</sup> τρόπο. Η διαφορά των αποτελεσμάτων στους δυο τρόπους διαχωρισμού είναι αναμενόμενη καθώς ο πρώτος τρόπος (ήπια – σοβαρή ΟΑ) ενσωματώνει 2 με 3 βαθμούς ΟΑ στην κάθε ομάδα, επομένως, πολλά χαρακτηριστικά του κάθε βαθμού πιθανόν να μην μπορούν να εντοπιστούν έντονα, Όμως, δίνεται μια γενική εικόνα για τις διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ βαριάς και ήπιας ΟΑ.

### *Συζήτηση αποτελεσμάτων 1<sup>ου</sup> τρόπου διαχωρισμού:*

Τα άτομα με ήπια ΟΑ γόνατος εμφάνισαν μεγαλύτερη γωνία κάμψης ισχίου στη φάση στήριξης (HAMAX1) και σε σχέση με τα άτομα με πιο σοβαρή, ενώ τα άτομα με πιο σοβαρή ΟΑ σημείωσαν μεγαλύτερη γωνία **πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής στη φάση αιώρησης (third rocker)** και μεγαλύτερη **ροπή ραχιαίας κάμψης στην άρθρωση της ποδοκνημικής στην αρχή της φάσης στήριξης**. Πιθανόν, τα άτομα με βαριά ΟΑ να χρησιμοποιούν πιο πολύ την άρθρωση της ποδοκνημικής για τη μεταφορά του κάτω άκρου, καθώς αδυνατούν περισσότερο να χρησιμοποιήσουν τους διαρθρικούς μύες του γόνατος και του ισχίου. Τα άτομα με πιο βαριά ΟΑ εμφάνισαν πιο **μικρό μήκος βήματος**, γεγονός που φανερώνει την έλλειψη της ισορροπίστικής τους ικανότητας αλλά και την τάση που εμφανίζουν όλα τα άτομα με ΟΑ να αυξάνουν τη φάση στήριξης στη βάδιση (Andriacchi et al., 1977; Baliunas et al., 2002; Kaufman et al., 2001; Teixeira and Olney, 1996).

ομάδες	ANKAMIN2	ANKMF.R	STEP LENGTH
1 <sup>ος</sup> τρόπος διαχωρισμού	1>2	1>2	2>1

Πίνακας 9.

### *Συζήτηση αποτελεσμάτων 2<sup>ου</sup> τρόπου διαχωρισμού:*

Συγκεκριμένα, στον 2<sup>ο</sup> τρόπο διαχωρισμού που εντοπίζονται χαρακτηριστικά για τις τρεις ομάδες χωριστά προκύπτει η παρακάτω κατάταξη στην οποία διαφαίνεται αναλυτικά σε ποιες ομάδες έχει υπάρξει μεγαλύτερη επίδραση του παράγοντα ΟΑ και μεταξύ ποιων ομάδων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

<b>Κινηματικοί &amp; κινητικοί παράγοντες</b>	<b>Μεταξύ ποιων ομάδων εντοπίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά</b>	<b>Φθίνουσα κατάταξη μέσων όρων των ομάδων</b>
KNAMAX1	1-2	2>1
KNAMAX2	1-2	2>1
ANKAMIN2	1-3	1>3
RomA	1-3	3>1
STEP LENGTH	1-3	3>1
STEP WIDTH	1-3	1>3
STRIDE LENGTH	1-3	3>1
*ANKMF.R.	1-3	1>3

*\*η μεταβλητή εμφανίζει τάση για στατιστική σημαντικότητα*

Από τον παραπάνω συγκεντρωτικό πίνακα προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- **Η μέγιστη γωνία κάμψης γόνατος στην φάση στήριξης** βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη στα άτομα με βαθμό OA 3 (ομάδα 2) από τα άτομα με βαθμό 4. Μια πιθανή εξήγηση μπορεί να στηριχθεί στην έρευνα των Mundermann et al(2005) η οποία, όπως αναφέρεται και στην ανασκόπηση, υποστηρίζει ότι τα άτομα με OA γόνατος στην προσπάθειά τους να μειώσουν την αυξημένη ροπή προσαγωγής γόνατος υιοθετούν ένα διαφορετικό τρόπο βάδισης από τον υγιή πληθυσμό: *η αρχική επαφή με το έδαφος γίνεται με το γόνατο σε πιο εκτεταμένη θέση, εμφανίζουν μεγαλύτερες ροπές απαγωγής σε γόνατο και ισχίο και μεγαλύτερες πλάγιες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους που αποδεικνύει πιο γρήγορη μεταφορά του βάρους, πιο γρήγορη μεταφορά του άκρου στη φάση αιώρησης. Πιθανά η στρατηγική αυτή να αποσκοπεί στη μείωση της απόστασης μεταξύ κέντρου μάζας σώματος με κέντρο άρθρωσης γόνατος, ώστε να μειωθεί ο μοχλοβραχίονας αντίστασης από το έδαφος και επομένως να αποφευχθεί η*



αυξημένη ροπή προσαγωγής γόνατος κατά τη φάση στήριξης. Η στρατηγική αυτή, παρόλα αυτά, αποδεικνύεται αποτελεσματική μόνο στα άτομα με ήπια ΟΑ καθώς στα άτομα με πιο βαριά απαιτείται πιο δυνατό δίκτυο απαγωγών μυών για να μπορούν τόσο να διατηρούν το επίπεδο της λεκάνης όσο και να προκαλούν μια τάση απαγωγής στο γόνατο.

Συμπερασματικά, είναι πιθανόν, τα άτομα με βαθμό ΟΑ 4 να εμφανίζουν μικρότερη κάμψη στην άρθρωση του γόνατος στη φάση στήριξης με σκοπό να μειώσουν τη ροπή προσαγωγής στην έσω επιφάνεια του γόνατος εφόσον αδυνατούν να ασκήσουν την απαιτούμενη απαγωγική δύναμη για την παραπάνω στρατηγική. Ως γνωστόν, ο μεγάλος γλουτιαίος (βοηθητικός απαγωγός μυς του ισχίου) ενεργοποιείται κατά το τέλος της φάσης αιώρησης και στην αρχή της φάσης στήριξης. Η ενέργεια αυτή παρουσιάζεται για να ελέγξει την κάμψη στην άρθρωση του γόνατος και αμέσως μετά (στη φάση στήριξης) ενεργοποιούνται οι απαγωγοί μέσος και μικρός γλουτιαίος (Δούκας, 1979). Στα άτομα, προφανώς, με βαθμό ΟΑ 4 αυτό δεν μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά.

- Τα παραπάνω ισχύουν επίσης και για τον παράγοντα **μέγιστη κάμψη γόνατος στη φάση αιώρησης**. Η κίνηση αυτή έχει σκοπό να ανυψώσει τον άκρο πόδα από το έδαφος και να τον μικρύνει ώστε να γίνει πιο εύκολα η μεταφορά του, και να βοηθήσει άμεσα τη κάμψη του ισχίου του αντίθετου άκρου ( Δούκας, 1979). Παρατηρείται επομένως, η τάση να χρησιμοποιείται από τα άτομα του βαθμού 3 περισσότερο η άρθρωση του γόνατος για τη μεταφορά του άκρου.
- Η **πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής στην αρχή της φάσης αιώρησης (third rocker)** εμφανίζεται μεγαλύτερη στην ομάδα με βαθμό ΟΑ 4. Τα άτομα με σοβαρή ΟΑ την ώρα ανύψωσης του άκρου από το έδαφος διατηρούν την πελματιαία κάμψη δίνοντας την εικόνα drop foot σε αντίθεση με τους πιο «ήπιους» ασθενείς. Επίσης, το **εύρος κίνησης της άρθρωσης της ποδοκνημικής** είναι μεγαλύτερο στα άτομα με το μικρότερο βαθμό ΟΑ.

- Μεγαλύτερη **ροπή ραχιαίας κάμψης στην άρθρωση της ποδοκνημικής στην αρχή της φάσης στήριξης** βρέθηκε να εμφανίζουν τα άτομα με OA 4.

#### *Χωροχρονικοί παράμετροι:*

- Το **μήκος βήματος** μειώνεται όσο μεγαλώνει ο βαθμός OA. Στατιστικά σημαντική διαφορά εμφανίζουν οι ομάδες 1-3. Το μήκος βήματος στις περισσότερες παθήσεις που τα άτομα προσπαθούν να υιοθετήσουν έναν αναλγητικό τρόπο βάδισης μικραίνει (Kirtley, Whittle, Jefferson, 1985).
- Το **μήκος δρασκεισμού**, εξίσου, μειώνεται όσο μεγαλώνει ο βαθμός OA. Στις περισσότερες διαταραχές βάδισης παρατηρείται μείωση του μήκους δρασκεισμού και αύξηση της συχνότητας βάδισης ώστε να διατηρηθεί η ταχύτητα στα αρχικά της επίπεδα. «Σε πολλές παθήσεις η αύξηση της συχνότητας είναι αξιοσημείωτη» κατά τους ερευνητές Morris et al (1996), κάτι που επαληθεύεται και στην περίπτωση των ατόμων με τη μεγαλύτερη OA.
- Το **πλάτος βήματος** είναι μεγαλύτερο στα άτομα με βαθμό OA 4 και μικραίνει όσο μειώνεται και ο βαθμός OA. Συνήθως, τα άτομα με διαταραχές στην ισορροπία αυξάνουν το πλάτος βήματος για καλύτερη βάση στήριξης (Kirtley, Whittle, Jefferson, 1985)  
Εντούτοις, πιθανοί περιορισμοί αυτής της έρευνας θα μπορούσαν να θεωρηθούν ο αυξημένος δείκτης μάζας σώματος που χαρακτήριζε το μεγαλύτερο δείγμα και προκαλούσε προβλήματα στην ακριβή τοποθέτηση των ανακλαστήρων στην περιοχή της λεκάνης. Η δυσκολία αυτή αντιμετωπίστηκε με εφαρμογή αυτοκόλλητου επιδέσμου (tape) για την ανύψωση και συγκράτηση του λιπώδη ιστού. Ο παραπάνω περιορισμός, άλλωστε, θα ήταν αναπόφευκτος, εφόσον, είναι γνωστό ότι η πλειοψηφία των ατόμων με OA γόνατος έχουν αυξημένο βάρος. Επίσης, το δείγμα συμπεριλάμβανε και τα δυο φύλα σε ποσοστό 18 γυναίκες προς 7 άντρες. Σύμφωνα με την έρευνα των Mc Kean και των συνεργατών του (2007) οι άντρες με OA γόνατος διατηρούν περισσότερο τις μηχανικές ιδιότητες, σε σύγκριση με τις γυναίκες που

παρουσιάζουν περισσότερες εμβιομηχανικές αλλαγές εξαιτίας της επίδρασης της ΟΑ. Όμως, οι περισσότερες σχετικές έρευνες, όπως και αυτές που καταγράφηκαν στην ανασκόπηση, χρησιμοποιούσαν, εξίσου, μεικτό δείγμα.

### **7. Συμπεράσματα- Προτάσεις**

Από τα παραπάνω αποτελέσματα διακρίνουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των βαθμών της ΟΑ στην άρθρωση του γόνατος. Αρκετές από αυτές είναι κινηματικοί και κινητικοί παράγοντες που δεν αποτελούσαν, βάσει της αρθρογραφίας, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων με ΟΑ και τον υγιή πληθυσμό (ομάδα ελέγχου). Σε αντίθεση, όμως, αποτελούν χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στη διάκριση των βαθμών ΟΑ και να αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία ενός χρήσιμου κλινικού εργαλείου αξιολόγησης και εκτίμησης του βαθμού της νόσου.

Τα αποτελέσματα που βρεθήκαν είναι δύσκολο να συγκριθούν με ευρήματα άλλων ερευνών. Πληθώρα ερευνών που πραγματεύονται τις διαφορές οστεοαρθρικού γόνατος με φυσιολογικού έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς. Έρευνες, όμως, που να αναζητούν κινηματικά και κινητικά χαρακτηριστικά κάθε βαθμού ΟΑ είναι ελάχιστες με εξαίρεση την έρευνα των Mundermann et al(2005) που ακολούθησαν τον 1<sup>ο</sup> τρόπο διαχωρισμού. Οι υπόλοιπες έρευνες σχετίζονται με τη δημιουργία αυτόματης υπολογιστικής μεθόδου αποσκοπώντας στη διάκριση ενός οστεοαρθρικού από ένα φυσιολογικό γόνατο και στηρίζονται σε χαρακτηριστικά που ήδη θεωρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων με ΟΑ με ομάδες ελέγχου. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να είναι η δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Mezghani et al,2008 ) είτε περισσότερα, όπως κάμψη-έκταση, έσω-έξω στροφή, προσαγωγή-απαγωγή γόνατος, αυξημένη φάση στήριξης (Jones, Holt, Beynon, 2008), κινήσεις γόνατος σε όλα τα επίπεδα, συχνότητα και κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Beynon, Jones, Holt, 2006). Εφόσον, όμως, δε διακρίνουν το βαθμό της νόσου δεν μπορούν να αποτελέσουν εργαλείο και έναυσμα στα χέρια των ιατρών για την λήψη απόφασης για ένα πιθανό χειρουργείο ή για την κατάλληλη επιλογή ενός προγράμματος αποκατάστασης, άποψη που έρχεται σε διαφωνία με τους παραπάνω ερευνητές. Σε αυτό το κομμάτι αποσκοπεί να συμβάλλει η παρούσα έρευνα. Να δημιουργήσει, δηλαδή, τη

κατάλληλη βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός υπολογιστικού συστήματος αναγνώρισης του βαθμού ΟΑ.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ισχυροποιούν την άποψη πολλών ερευνητών (Schipplein and Andriacchi, 1991; Gelber et al, 1999; Kepple, Lohmann, Stanhope, 1997) πως είναι πιθανόν οι μηχανισμοί βάρδισης στα άτομα με ΟΑ να καταδεικνύουν μια διαφοροποιημένη τεχνική η οποία μειώνει τα συμπτώματα που εντοπίζονται στην άρθρωση του γόνατος.

Βρέθηκαν διαφορετικοί τρόποι βαδίσματος που υιοθετούνται από τον κάθε βαθμό ΟΑ. Τα άτομα με βαθμό ΟΑ 4 φάνηκε να χρησιμοποιούν περισσότερο την άρθρωση της ποδοκνημικής για τη μεταφορά των κάτω άκρων και την επίτευξη σταθερότητας καθώς εμφάνισαν μεγαλύτερη ροπή ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής στην αρχή της φάσης στήριξης σε σχέση με την ομάδα 3 δηλαδή τα άτομα με βαθμό ΟΑ 0,1,2. Επίσης, εμφάνισαν μεγαλύτερο μήκος βήματος που φανερώνει την προσπάθεια τους να αυξήσουν την ισορροπιστική τους ικανότητα σε σχέση με τους πιο 'ήπιους' ασθενείς.

Η ομάδα 3 (ήπια ΟΑ) με τη σειρά της εμφάνισε μεγαλύτερο εύρος κίνησης στην άρθρωση της ποδοκνημικής, μεγαλύτερο μήκος βήματος και μεγαλύτερο μήκος δρασκελισμού κάτι που αποτελεί ένδειξη της καλύτερης ισορροπιστικής ικανότητας των ατόμων με μικρό βαθμό ΟΑ και της προσφυγής των ατόμων με βαθμό ΟΑ 4 σε πρότυπα αναλγητικής βάρδισης.

Τα άτομα με βαθμό ΟΑ 3 (ομάδα 2) εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά με τα άτομα με βαθμό ΟΑ 4 στη γωνία κάμψης γόνατος στη φάση στήριξης και στη φάση αιώρησης. Θα ήταν ίσως πιο αναμενόμενο η στατιστική αυτή διαφορά να εντοπίζονταν και μεταξύ του βαθμού ΟΑ 4 και του βαθμού ΟΑ1, της πιο βαριάς και της πιο ήπιας ΟΑ, καθώς η μείωση της γωνίας κάμψης γόνατος στη φάση στήριξης και στη φάση αιώρησης είναι χαρακτηριστικό διάκρισης του υγιή πληθυσμού με τους οστεοαρθρικούς (Andriacchi et al.,

1982; Schnitzer et al., 1993), κάτι όμως που δε συμβαίνει. Αποτελεί τη μοναδική διαφορά μεταξύ των 2 μεγαλύτερων βαθμών ΟΑ.

Εν κατακλείδι, η αξία της ύπαρξης ενός κλινικού εργαλείου που θα αναγνωρίζει το βαθμό της ΟΑ στην άρθρωση του γόνατος, βάσει της βάρδισης έχει εκτιμηθεί και θεωρηθεί αναγκαία, κατά καιρούς, από τη συνολική θεραπευτική κοινότητα. Χρήζει, όμως, περαιτέρω ερευνητική προσπάθεια η δημιουργία της βάσης δεδομένων ώστε να μπορεί να υπάρξει καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

## 8. Βιβλιογραφία

1. Altman, R., Asch, E., Bloch, D. (1986). Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 29: 1039-1049
2. Al-Zahrani, K.S., Bakheit, A.M. (2002). A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee. *Disabil Rehabil*, 24:275–80.
3. Al-Zahrani, K.S., Bakheit, A.M. (2002). A study of the gait characteristics of Andriacchi, T.P. (1994). Dynamics of knee malalignment. *Orthop Clin North Am*, 25:395-403.
4. Andriacchi, T.P., Ogle, J.A., Galante, J.O. (1977). Walking Speed as a Basis for Normal and Abnormal Gait Measurements. *Orthop Clin North Am*, pp. 261–268.
5. Badley, E. M., Rasooly, I., Webster, G. K. (1994). Relative importance of musculoskeletal disorders as a cause of chronic health problems, disability and health care utilization : findings from the 1990 ontario health survey,” *Journal of Rheumatology*, vol. 21, pp. 505–514
6. Baliunas, A.J., Hurwitz, D.E., Ryals, A.B., Karrar, A., Case, J.P., Block, J.A., Andriacchi, T.P. (2002). Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthr. Cartilage*, 10, 573–579.

7. Benedetti, M. G., Catani, F., Leardini, A., Pignotti, E., Giannini, S. (1998). Data management in gait analysis for clinical applications. *Clin. Biomech.*, vol. 13, no. 3, pp. 204–215
8. Beynon, M. J., Jones, L., Holt C. A. (2006). Classification of Osteoarthritic and Normal Knee Function Using Three-Dimensional Motion Analysis and the Dempster–Shafer Theory of Evidence. *Ieee Transactions on Systems, Man, And Cybernetics—Part A: Systems And Humans*, Vol. 36, NO. 1
9. Brinkmann, J.R., Perry, J. (1985). Rate and range of knee motion during ambulation in healthy and arthritic subjects. *Phys Ther*, 65: 1055–60.
10. Buckwalter, J.A., Lappin, D.R., (2000). The disproportionate impact of chronic arthralgia and arthritis among women. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 159–168.
11. Cerejo, R., Dunlop, D., Cahue, S., Channin, D., Song, J., Sharma, L. (2002). The influence of alignment on risk of knee osteoarthritis progression according to baseline stage of disease. *Arthritis Rheum.*, 46, 2632–2637.
12. Chen, C.P., Chen, M.J., Pei, Y.C., Lew, H.L., Wong, P.Y., Tang, S.F. (2003). Sagittal plane loading response during gait in different age groups and in people with knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil*, 82: 307–12.



13. Childs, J.D., Sparto, P.J., Fitzgerald, G.K., Bizzini, M., Irrgang, J.J. (2004). Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis. *Clin. Biomech.*, 19, 44–49.
14. Dempster, A. P. (1968). A generalization of Bayesian inference (with discussion). *J. R. Statist. Soc., Ser. B Statist. Methodol.*, vol. 30, no. 2, pp. 205–247,.
15. Felson, D.T, Naimark, A., Anderson, J., Kazis, L., Castelli, W., Meenan, R.F. (1987). The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly: the Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*, 30:914–8.
16. Felson, D.T., Lawrence, R.C., Dieppe, P.A., Hirsch, R., Helmick, C.G., Jordan, J.M. (2000). Osteoarthritis: new insights. Part 1: The disease and its risk factors. *Ann Intern Med*, 133:635–46.
17. Gelber, A.C., Hochberg, M.C., Mead, Wang, N-Y., Wigley, F.M., Klag,M.J. (1999). “Body mass index in young men and the risk of subsequent knee and hip osteoarthritis”, *Am. J. Med.*, 107, pp. 542–548,.
18. Gok, H., Ergin, S., Yavuzer, G. (2002). Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis. *Acta Orthop Scand*, 73:647–52.
19. Guccione, A.A., Felson, D.T., Anderson, J.J., Anthony, J.M., Zhang, Y., Wilson P.W.F., et al. (1994). The effects of specific medical conditions on the functional limitations of elders in the Framingham Study. *Am J Public Health*, 84:35 1-7.

20. Jones, Lianne, Holt, Cathy A. and Beynon, Malcolm J.(2007). Reduction, classification and ranking of motion analysis data: an application to osteoarthritic and normal knee function data. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 11:1,31 — 40
21. Kaufman, K. R., Hughesa, C., Morrey, B.F., Morrey, M., Ana, K.-N. (2001). Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis, *Journal of Biomechanics*, vol. 34, no. 7, pp. 907–915
22. Kaufman, K.R., Hughes, C., Morrey, B.F., Morrey, M., An, K. (2001). Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *J. Biomech.*, 34, 907–915.
23. Kellgren, J.H., Lawrence, J.S. Radiological assessment of osteo-arthrosis. (1957). *Ann. Rheum. Dis*, 16, 494
24. Kepple, T.S., Lohmann, S. K., Stanhope, S.J. (1997). Relative contributions of the lower extremity joint moments to forward progression and support during gait. *Gait Posture*, 6:1–8.
25. Kirtley, C., Whittle, M.W., Jefferson, R.J. (1985). Influence of walking speed on gait parameters. *J Biomed Eng*, 7:282–8.

26. Kuettner, K.E., Goldberg, V.M. (1995). Introduction In: Kuettner K.E., Goldberg V.M., editors. Osteoarthritic disorders. Rosemont (IL): *American Academy of Orthopedic Surgeons*, p. mi-xxv.
27. Landrya, S.C., McKeana, K.A., Hubley-Kozeya, C.L., Stanishc, W.D, Deluzioa, K.J. (2007). Knee biomechanics of moderate OA patients measured during gait at a self-selected and fast walking speed. *Journal of Biomechanics*, 40, 1754–1761
28. March, L.M., Bagga, H. (2004). Epidemiology of osteoarthritis in Australia. *Med. J. Australia*, 180, S6–S10.
29. McGibbon, C.A., Krebs, D.E. (2002). Compensatory gait mechanics in patients with unilateral knee arthritis. *J Rheumatol*, 29: 2410–9.
30. Messier, S.P. (1994). Osteoarthritis of the knee and associated factors of age and obesity: effects on gait. *Med Sci Sports Exerc*, 26: 1446–52.
31. Mezghani, N., Husse, S., Boivin, K., Turcot K., Aissaoui, R., Hagemester, N., Guise, J. (2008). Automatic Classification of Asymptomatic and Osteoarthritis Knee Gait Patterns Using Kinematic Data Features and the Nearest Neighbor Classifier. *IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING*, VOL. 55, NO. 3
32. Mu'ndermann, A., Dyrby C.O., Andriacchi T.P. (2005). Secondary Gait Changes in Patients With Medial Compartment Knee Osteoarthritis Increased Load at the Ankle,

Knee, and Hip During Walking. *Arthritis & Rheumatism*, Vol. 52, No. 9, pp 2835–2844

33. Mundermann, A., Dyrby, C.O., Hurwitz, D.E., Sharma, L., Andriacchi, T.P. (2004). Potential strategies to reduce medial compartment loading in patients with knee osteoarthritis of varying severity: reduced walking speed. *Arthritis Rheum*, 50:1172–8.
34. Ogata, K., Yasunaga, M., Nomiya, H. (1997). The effect of wedged insoles on the thrust of osteoarthritic knees. *Int. Orthop.*, 21, 308–312.
35. Ogata, K., Yasunaga, M., Nomiya, H. (1997). The effect of wedged insoles on the thrust of osteoarthritic knees. *Int. Orthop.*, 21, 308–312.
36. Oliveria, S.A., Felson, D.T., Reed, J.I., Cirillo, P.A., Walker, A.M. (1995). Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. *Arthritis Rheum*, 38:1134–41.
37. Pelletier, J.P., Martel-Pelletier, J., Howell, D.S. (1997). *Etiopathogenesis of osteoarthritis*. In: *Koopman WJ, editor. Arthritis and allied conditions: a textbook of rheumatology*. Baltimore: Williams and Wilkins, p. 1969-83.
38. Radin, E.L., Yang, K.H., Riegger, C., Kish, V.L., O'Connor, J.J. (1991). Relationship between lower limb dynamics and knee joint pain. *J Orthop Res*, 9:398–405.

39. Schipplein, O.D., Andriacchi, T.P. (1991). Interaction between active and passive knee stabilizers during level walking. *J Orthop Res*, 9:113–9.
40. Schnitzer, T.J., Popovich, J.M., Andersson, G.B., Andriacchi, T.P. (1993). Effect of piroxicam on gait in patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*, 36:1207–13.
41. Shafer, G. (1976). *A Mathematical Theory of Evidence*. Princeton, NJ: Princeton, NJ: Princeton Univ. Press
42. Sharma, L., Congrong, L., Cahue, S. (2000). The mechanism of the effect of obesity in knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 43(3), 568-575
43. Sharma, L., Hurwitz, D.E., Thonar, E.J., Sum, J.A., Lenz, M.E., Dunlop, D.D. et al. (1998). Knee adduction moment, serum hyaluronan level, and disease severity in medial tibiofemoral osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 41:1233–40.
44. Sharma, L., Kapoor, D., Issa, S. (2006). Epidemiology of osteoarthritis: An Update. *Curr. Opin. Rheumatol.*, vol. 18, pp. 147–156, Mar.
45. Stauffer, R.N., Chao, E.Y., Gvory, A.N. (1977). Biomechanical gait analysis of the diseased knee joint. *Clin Orthop Relat Res*, 126:246–55.

46. Thomas, R.H., Resnick, D., Alazraki, N.P., Daniel, D., Greenfield, R. (1975).  
Compartmental evaluation of osteoarthritis of the knee: a comparative study of  
available diagnostic modalities. *Radiology*, 116:585–94.
47. Whittle, M.W., Jefferson, R.J. (1989). Functional biomechanical assessment of the  
Oxford meniscal knee. *J Arthroplasty*, 4:231–43.
48. Wilson, S.A., McCann, P.D., Gotliin, R.S., Ramakrishnan, H.K., Wootten, M.E.,  
Insall, J.N. (1996). Comprehensive gait analysis in posterior-stabilized knee  
arthroplasty. *J Arthroplasty*, 11:359–67
49. Δούκας Νίκος Μ. (1979). *Κινησιολογία*. Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
50. Συμεωνίδης Π.Π. (1996). *Κακώσεις και παθήσεις του μυοσκελετικού συστήματος*.  
University Studio Press, Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών

## *Παραρτήματα*

### Έντυπο συναίνεσης και πληροφόρησης δοκιμαζόμενου

#### **1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας**

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εξετάσει τις εμβιομηχανικές αλλαγές που συμβαίνουν στη βάδιση εξαιτίας της ύπαρξης οστεοαρθρίτιδας στην άρθρωση του γόνατος.

#### **2. Διαδικασία μετρήσεων**

Θα χρειαστεί να έρθεις στο εργαστήριο μια φορά. Θα περπατήσεις στο διάδρομο βάδισης με τη φυσιολογική σου ταχύτητα. Η διαδικασία αυτή πιθανώς να επαναληφθεί έως 8 φορές).

#### **3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις**

Κανένας κίνδυνος. Υπάρχει μόνο η πιθανότητα μικρής ενόχλησης λόγω της τοποθέτησης των ανακλαστήρων.

#### **4. Προσδοκούμενες ωφέλειες**

Θα ενημερωθείς για το βαθμό της οστεοαρθρίτιδας στο/α γόνατο/α σου βάσει ακτινολογικής εκτίμησης.

#### **5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων**

Η συμμετοχή σου στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείς με τη δημοσίευση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σου δε θα φαίνεται πουθενά.

#### **6. Πληροφορίες**

Μη διστάσεις να κάνεις ερωτήσεις γύρω από το σκοπό, τον τρόπο πραγματοποίησης της εργασίας ή τον υπολογισμό της λειτουργικής σου ικανότητας. Αν έχεις κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις, ζήτησέ μας να σου δώσουμε πρόσθετες εξηγήσεις.

### 7. Ελευθερία συναίνεσης

Η άδειά σου να συμμετάσχεις στην εργασία είναι εθελοντική. Είσαι ελεύθερος να μην συναινέσεις ή να διακόψεις τη συμμετοχή σου όποτε επιθυμείς.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσω. Συναινώ να συμμετέχω στην εργασία.

Ημερομηνία: \_\_/\_\_/\_\_

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή συμμετέχοντος		Υπογραφή ερευνητή
	Όνοματεπώνυμο και υπογραφή παρατηρητή	