



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΑΝΟΙΚΤΗ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ  
ΑΛΥΣΙΔΑ: ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ  
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ  
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΩΝ:**

**ΜΕΞΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ**

**ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΕΙΡΗΝΗ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**ΦΟΥΣΕΚΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ PhD**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΑΙΓΙΟ 2011**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερος τον κ. Κων/νο Φουσέκη, που ως εισηγητής της πτυχιακής εργασίας μας, μας καθοδήγησε και μας βοήθησε σημαντικά στη διεξαγωγή της. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Κων/νο Κουτσογιάννη, που χωρίς τη βοήθειά του δεν θα είχε επιτευχθεί το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας μας. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όσες φοιτήτριες συμμετείχαν εθελοντικά στην ερευνητική διαδικασία.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει την ΗΜΓ δραστηριότητα του έσω και του έξω πλατύ σε υγιείς και ασθενείς με χονδροπάθεια επιγονατίδας σε δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας.

Μέθοδος: 20 φοιτήτριες του ΑΤΕΙ Αιγίου, 10 υγιείς (ηλικία  $22,2 \pm 2$  έτη και Δ.Μ.  $21,6 \pm 3,9$ ) και 10 ασθενείς (ηλικία  $20,6 \pm 3$  έτη και Δ.Μ.  $22,1 \pm 4,1$ ) αξιολογήθηκαν ως προς το πρόσθιο και το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί. Το πρόσθιο ανέβασμα πραγματοποιήθηκε σε  $75^\circ$  αρχική κάμψη γόνατος και το οπίσθιο σε  $45^\circ$  αρχική κάμψη γόνατος. Πραγματοποιήθηκε καταγραφή της ΗΜΓ δραστηριότητας κατά τις δύο κινήσεις.

Αποτελέσματα: Η ΗΜΓ ενεργοποίηση του έσω πλατύ στην ομάδα των υγιών παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά από τον έξω πλατύ στο πρόσθιο ανέβασμα ( $t=3,487$  ,  $p=0,007$ ) και στο οπίσθιο ανέβασμα ( $t=3,994$  ,  $p=0,003$ ). Στην ομάδα των ασθενών παρατηρήθηκε συνολικά μία τάση του έξω πλατύ να ενεργοποιείται περισσότερο από τον έσω και στις δύο συνθήκες.

Συμπεράσματα: Στους ασθενείς με χονδροπάθεια επιγονατίδας, σημειώθηκε ισορροπημένη ενεργοποίηση μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ μόνο κατά το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί. Η άσκηση αυτή μπορεί να συμπεριληφθεί σε προγράμματα αποκατάστασης και ενδυνάμωσης.

Λέξεις κλειδιά: κλειστή κινητική αλυσίδα, ανοικτή κινητική αλυσίδα, χονδροπάθεια επιγονατίδας, ηλεκτρομυογράφημα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	iii
Κατάλογος Εικόνων .....	vi
Κατάλογος Πινάκων.....	vii
Κατάλογος Γραφημάτων .....	viii
Κατάλογος Σχημάτων.....	viii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> - Ανατομικά στοιχεία.....	2
1.1 Η άρθρωση του γόνατος.....	2
1.2 Το μηριαίο οστό.....	3
1.3. Η κνήμη .....	4
1.4. Η επιγονατίδα .....	5
1.5. Ο υαλοειδής χόνδρος.....	6
1.6. Ο αρθρικός θύλακας .....	7
1.7. Σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος.....	8
1.8. Κινήσεις της διάρθρωσης του γόνατος.....	12
1.9. Κινήσεις της επιγονατίδας.....	14
1.10. Μύες που περιβάλλουν την άρθρωση του γόνατος .....	15
1.11. Μηχανισμός κλειδώματος γόνατος .....	17
1.12. Ο εκτατικός μηχανισμός του γόνατος .....	19
1.13. Τετρακέφαλος μηριαίος μυς.....	20
1.14. Γωνία Q .....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> - Ανοικτή και κλειστή κινητική αλυσίδα.....	24
2.1. Εισαγωγή .....	24
2.2. Ανοικτή κινητική αλυσίδα.....	25
2.3. Κλειστή κινητική αλυσίδα.....	27
2.4. Εμβιομηχανική ανάλυση των δραστηριοτήτων ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας, στην άρθρωση του γόνατος. ....	31
Ασκήσεις ανοικτής κινητικής αλυσίδας .....	32
Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας .....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> – Χονδροπάθεια της επιγονατίδας.....	34
3.1. Ιστορική αναδρομή της εμφάνισης της ασθένειας .....	34
3.2. Ορισμός .....	35

3.3. Στάδια της χονδροπάθειας της επιγονατίδας.....	36
3.4. Επιδημιολογία Χονδροπάθειας της Επιγονατίδας.....	38
3.5. Αιτιολογία Χονδροπάθειας της Επιγονατίδας.....	41
3.6. Συμπτώματα – Κλινικά σημεία .....	49
3.7. Αποκατάσταση της χονδροπάθειας επιγονατίδας.....	50
Α) Επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ. ....	50
Β) Επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ σε συνδυασμό με προσαγωγή ισχίου .....	51
Γ) Επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ σε συνδυασμό με αλλαγή στη θέση της κνήμης. ....	53
Δ) Ασκήσεις σε συνδυασμό με ΗΜΓ biofeedback.....	53
Ε) Ασκήσεις με τη χρήση αυτοκόλλητων ταινιών τύπου tape και την εφαρμογή νάρθηκα .....	54
ΣΤ) Ασκήσεις ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας.....	57
3.8. Χειρουργική αποκατάσταση.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> – Μέθοδος.....	65
4.1. Σκοπός της μελέτης και ερευνητικές υποθέσεις.....	65
4.2. Δείγμα μελέτης.....	66
4.3. Οριοθετήσεις – Περιορισμοί .....	67
Α) Κριτήρια συμμετοχής και αποκλεισμού από την έρευνα.....	67
Β) Οι περιορισμοί της έρευνας ήταν οι εξής: .....	69
4.4. Πιλοτική μελέτη. ....	70
4.5. Δημογραφικά και προσωπικά στοιχεία των εθελοντών. ....	71
4.6. Όργανα Μέτρησης.....	71
Α) Κλινικές δοκιμασίες .....	71
Β) Ηλεκτρομυογράφος .....	73
Γ) Σκαλοπάτι εξέτασης.....	77
Δ) Τοποθέτηση κάμερας καταγραφής.....	77
Ε) Θέση εξεταζόμενων .....	78
4.7. Διαδικασία εξέτασης-έρευνας .....	78
Α) Εξεταζόμενες κινήσεις .....	78
Β) Τοποθέτηση ηλεκτροδίων-προετοιμασία εξεταζόμενων.....	80
Γ) Εξέταση.....	82
Δ) Ηλεκτρομυογραφική αξιολόγηση.....	82
4.8. Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων.....	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> - Αποτελέσματα Έρευνας.....	84

5.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά και συμπτώματα ομάδας ασθενών.....	85
5.2. Αποτελέσματα των παραμέτρων P-PuV, RMsuV, MRVuV, Turns/s, συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες. ....	86
5.2.1. Παράμετρος P-PuV.....	86
5.2.2. Παράμετρος RMsuV.....	88
5.2.3. Παράμετρος MRVuV. ....	91
5.2.4. Παράμετρος Turns/s. ....	94
5.3. Αποτελέσματα των παραμέτρων P-PuV, RMsuV, MRVuV, Turns/s, συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία. ..	96
5.3.1. Παράμετρος P-PuV.....	96
5.3.2. Παράμετρος RMsuV.....	97
5.3.3. Παράμετρος MRVuV .....	98
5.3.4. Παράμετρος Turns/s. ....	100
5.4. Αποτελέσματα των παραμέτρων RMsuV, MRVuV, συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες. ....	101
5.4.1. Παράμετρος RMsuV.....	101
5.4.2. Παράμετρος MRVuV. ....	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> - Συζήτηση – Συμπεράσματα .....	105
Αρθρογραφία .....	109
Βιβλιογραφία.....	131
Ιστοσελίδες.....	132
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 .....	134
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 .....	135
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 .....	137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 .....	139

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 1.1.</b> Άρθρωση του γόνατος (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000) .....	3
<b>Εικόνα 1.2.</b> Περιφερικό άκρο του μηριαίου (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000).....	4
<b>Εικόνα 1.3.</b> Η άνω επιφάνεια της κεφαλής της κνήμης (τροποποιημένο από Putz. and Pabst, 2000) .....	4
<b>Εικόνα 1.4.</b> Η επιγονατίδα (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000) .....	5
<b>Εικόνα 1.5.</b> Τα στρώματα του υαλοειδούς χόνδρου (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005) .....	6
<b>Εικόνα 1.6.</b> Ο αρθρικός θύλακας στις κινήσεις του γόνατος(τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005) .....	8
<b>Εικόνα 1.7.</b> (α) Οι μηνίσκοι (β) Η αιμάτωση του γόνατος (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000).....	10
<b>Εικόνα 1.8.</b> Κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000).....	13
<b>Εικόνα 1.9.</b> Κινήσεις της επιγονατίδας (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005).....	14
<b>Εικόνα 1.10.</b> Μύες του μηρού (πρόσθια όψη) (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000) .....	17
<b>Εικόνα 1.11.</b> Περιοχές πίεσης της επιγονατίδας ανάλογα με την γωνία κάμψης (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005) .....	20
<b>Εικόνα 1.12.</b> Γωνίες έλξης των 4 κεφαλών (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005). .....	21
<b>Εικόνα 1.13.</b> (α) Γωνία Q ( <a href="http://www.leadingmd.com">www.leadingmd.com</a> ) (β) Αύξηση γωνίας Q (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005). .....	23
<b>Εικόνα 2. 1.</b> Εφαρμογή της αλυσίδας στο ανθρώπινο σώμα ( <a href="http://www.kineticchainspecialist.com">www.kineticchainspecialist.com</a> ).....	24
<b>Εικόνα 2. 2.</b> Άσκηση ανύψωσης ευθιασμένου σκέλους ( <a href="http://www.emedicinehealth.com">www.emedicinehealth.com</a> ) .....	25
<b>Εικόνα 2. 3.</b> Ασκήσεις με χρήση ελαστικού ιμάντα ( <a href="http://www.falldown7timesgetup8justdontgiveup.blogspot.com">www.falldown7timesgetup8justdontgiveup.blogspot.com</a> ) .....	26
<b>Εικόνα 2. 4.</b> Άσκηση έκτασης γόνατος από καθιστή θέση ( <a href="http://www.emedicinehealth.com">www.emedicinehealth.com</a> ) .....	26
<b>Εικόνα 2. 5.</b> Άσκηση με χρήση ισοκινητικού μηχανήματος ( <a href="http://www.biodex.com">http://www.biodex.com</a> ).....	26
<b>Εικόνα 2. 6.</b> Άσκηση έκτασης γόνατος με χρήση πρόσθετου βάρους ( <a href="http://www.riversideonline.com">http://www.riversideonline.com</a> ) .....	26
<b>Εικόνα 2. 7.</b> (α), (β) Ημικάθισμα (α:..... <a href="http://www.msd.com.mx">www.msd.com.mx</a> ) , .....	28
(β: <a href="http://www.theridgeathleticclub.wordpress.com">www.theridgeathleticclub.wordpress.com</a> ) .....	28
<b>Εικόνα 2. 8.</b> Ημικάθισμα με ταυτόχρονη ολίσθηση σε τοίχο ( <a href="http://www.clinicalrehabspecialists.com">www.clinicalrehabspecialists.com</a> ) .....	29
<b>Εικόνα 2. 9.</b> Πρόσθια προβολή ( <a href="http://www.myfitnessstunes.com">www.myfitnessstunes.com</a> ) .....	29
<b>Εικόνα 2. 10.</b> Άσκηση με πρέσα για τα κάτω άκρα ( <a href="http://www.building-muscle101.com">www.building-muscle101.com</a> ).....	29
<b>Εικόνα 2. 11.</b> Άνοδος σκάλας μέσω ειδικού μηχανήματος ( <a href="http://www.auuuu.com">www.auuuu.com</a> ) .....	30
<b>Εικόνα 2. 12.</b> Άσκηση τελικής έκτασης γόνατος με χρήση ελαστικού ιμάντα (Prentice 2007).....	30
<b>Εικόνα 2. 13.</b> Άσκηση σε στατικό ποδήλατο ( <a href="http://www.ellipticalmachineprice.com">www.ellipticalmachineprice.com</a> ).....	30
<b>Εικόνα 2. 14.</b> Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας ( <a href="http://www.sportsphysio.ie">www.sportsphysio.ie</a> ) .....	31
<b>Εικόνα 2. 15.</b> Τα διανύσματα της διαμητρικής (Δ) και της συμπίεστικής (Σ) δύναμης (Prentice 2007).....	32
<b>Εικόνα 3.1.</b> Χονδρομαλάκυνση επιγονατίδας (τροποποιημένο από Gorniak 2009) .....	35
<b>Εικόνα 3.2.</b> Στάδια χονδρομαλάκυνσης ( <a href="http://www.physio-footclinics.com/">www.physio-footclinics.com/</a> ) .....	37
<b>Εικόνα 3.3.</b> Χονδρομαλάκυνση επιγονατίδας (τροποποιημένο από <a href="http://www.adam.com">www.adam.com</a> ) .....	39
<b>Εικόνα 3.4.</b> Δυνάμεις βλαισότητας και ραιβότητας (Levangie and Norkin, 2005).....	45
<b>Εικόνα 3.5.</b> Βραχύνσεις στην εξωτερική πλευρά της επιγονατίδας ( <a href="http://www.arthroscopy.com">www.arthroscopy.com</a> ) .....	48
<b>Εικόνα 3.6.</b> Προσαγωγή ισχίου (Conqueiro et al 2005).....	53
<b>Εικόνα 3.7.</b> ΗΜΓ biofeedback ( <a href="http://www.kine.is">www.kine.is</a> ) .....	54
<b>Εικόνα 3.8.</b> Εφαρμογή tape στην επιγονατίδα (McConnell et al., 1986).....	56

<b>Εικόνα 3.9.</b> Νάρθηκας σταθεροποίησης ( <a href="http://www.mueller.com">www.mueller.com</a> ).....	57
<b>Εικόνα 3.10.</b> Άσκηση ΚΚΑ σε πρέσα ( <a href="http://icepersonaltrainer.blogspot.com">http://icepersonaltrainer.blogspot.com</a> ).....	58
<b>Εικόνα 3.11.</b> Πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί ( <a href="http://www.examiner.com">http://www.examiner.com</a> ).....	61
<b>Εικόνα 4.1.</b> (α),(β) Διαδικασία εξέτασης – Compression test.....	72
<b>Εικόνα 4.2.</b> Ισομετρική σύσπαση του τετρακεφάλου.....	73
<b>Εικόνα 4.3.</b> Ο ηλεκτρομυογράφος.....	74
<b>Εικόνα 4.4.</b> Ειδικά διαμορφωμένο σκαλοπάτι εξέτασης.....	77
<b>Εικόνα 4.5.</b> Τυποποίηση θέσης εξεταζόμενων.....	78
<b>Εικόνα 4.6.</b> (α) Θέση εκκίνησης για το οπίσθιο ανέβασμα.....	79
(β) Θέση εκκίνησης για το πρόσθιο ανέβασμα.....	79
<b>Εικόνα 4.7.</b> (α) Ηλεκτρόδια καταγραφής και γείωσης.....	81
(β) Προϊόντα για τον καθαρισμό της περιοχής και Gel ηλεκτρόλυσης.....	81
<b>Εικόνα 4.8.</b> Τοποθέτηση ηλεκτροδίων.....	82
<b>Εικόνα 4.9.</b> Καταγραφή ΗΜΓ δραστηριότητας.....	83

## Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 1.1.</b> Σταθεροποιητές του γόνατος (Α) (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005).....	11
<b>Πίνακας 1.2.</b> Σταθεροποιητές του γόνατος (Β) (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005).....	12
<b>Πίνακας 1.3.</b> Δυναμική σταθεροποίηση της επιγονατίδας (Waryasz and McDermott, 2008;Dixit et al, 2007;Tuong et al, 2011).....	22
<b>Πίνακας 1.4.</b> Στατική σταθεροποίηση της επιγονατίδας (Waryasz and McDermott, 2008;Dixit et al, 2007;Tuong et al, 2011).....	22
<b>Πίνακας 2.1.</b> Τα χαρακτηριστικά σημεία των ασκήσεων ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας.....	28
<b>Πίνακας 3.1.</b> Κατηγοριοποίηση από International Cartilage Repair Society.....	37
<b>Πίνακας 5. 1.</b> Στοιχεία ομάδας ασθενών.....	85
<b>Πίνακας 5. 2.</b> Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.....	86
<b>Πίνακας 5. 3.</b> Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.....	87
<b>Πίνακας 5. 4.</b> Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.....	88
<b>Πίνακας 5.5.</b> Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.....	89
<b>Πίνακας 5. 6.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.....	91
<b>Πίνακας 5. 7.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.....	92
<b>Πίνακας 5. 8.</b> Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.....	94
<b>Πίνακας 5. 9.</b> Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.....	95
<b>Πίνακας 5. 10.</b> Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.....	96



<b>Πίνακας 5. 11.</b> Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση. ....	96
<b>Πίνακας 5. 12.</b> Παράμετρος RMsun συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία. ....	97
<b>Πίνακας 5. 13.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση. ....	97
<b>Πίνακας 5. 14.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία. ....	98
<b>Πίνακας 5. 15.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση. ....	99
<b>Πίνακας 5. 16.</b> Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία. ....	100
<b>Πίνακας 5. 17.</b> Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση. ....	100
<b>Πίνακας 5. 18.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες. ....	101
<b>Πίνακας 5. 19.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες και στατιστική ανάλυση. ....	102
<b>Πίνακας 5. 20.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες. ....	104
<b>Πίνακας 5. 21.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες και στατιστική ανάλυση. ....	104

## Κατάλογος Γραφημάτων

<b>Γράφημα 5. 1</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας το δεξί πόδι των υγιών. ....	90
<b>Γράφημα 5.2.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας το δεξί πόδι των ασθενών. ....	90
<b>Γράφημα 5. 3.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας το δεξί πόδι των υγιών. ....	93
<b>Γράφημα 5. 4.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας το δεξί πόδι των ασθενών. ....	93
<b>Γράφημα 5. 5.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας τα κάτω άκρα των ασθενών. ....	98
<b>Γράφημα 5. 6.</b> Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας τα κάτω άκρα των ασθενών. ....	99
<b>Γράφημα 5. 7.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στατιστική σημαντικότητα. ....	103
<b>Γράφημα 5.8.</b> Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και αξιοσημείωτη διαφορά. ....	103

## Κατάλογος Σχημάτων

<b>Σχήμα 3.1.</b> Χονδροπάθεια επιγονατίδας – αιτιολογία. ....	48
<b>Σχήμα 3.2.</b> Σύνοψη των χειρουργικών επεμβάσεων (Pylawka et al., 2006). ....	64

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ασκήσεις ανοικτής (ΑΚΑ) και κλειστής κινητικής αλυσίδας (ΚΚΑ) έχουν αποτελέσει συχνό θέμα μελέτης ανάμεσα στους ερευνητές. Σκοπός τους είναι να διευκρινίσουν ποια από τις δυο είναι καταλληλότερη για τα προγράμματα αποκατάστασης ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε πάθησης. Συνήθως, οι ασκήσεις ΑΚΑ επικεντρώνονται στην ενδυνάμωση, συγκεκριμένων μυών ή μυϊκών ομάδων (Hillman 1994), ενώ οι ασκήσεις ΚΚΑ στοχεύουν στην ταυτόχρονη επιστράτευση πολλών μυϊκών ομάδων, με αποτέλεσμα να προσομοιάζονται με διάφορες λειτουργικές δραστηριότητες (Rivera 1994).

Η χονδροπάθεια της επιγονατίδας ορίζεται ως το κλινικό σύνδρομο στο οποίο ο αρθρικός χόνδρος της επιγονατίδας εκφυλίζεται σταδιακά (Παπαδόπουλος και Γκούβας 1988). Η νόσος αυτή εμφανίζεται περισσότερο στις γυναίκες συγκριτικά με τους άνδρες, σε άτομα νεαρής ηλικίας και σε όσους επιβαρύνουν την επιγονατιδομηριαία άρθρωση καθημερινά (Muller and Snyder-Mackler 2000;Puniello 1993;Goodfellow et al., 1976). Παραμένει αδιευκρίνιστης αιτιολογίας, ενώ πιστεύεται ότι πολλοί παράγοντες συμβάλουν στη δημιουργία της (Monteiro-Pedro et al., 1997;Sacco et al., 2004;Cowan et al., 2002). Τα άτομα που πάσχουν από χονδροπάθεια επιγονατίδας, εμφανίζουν πόνο και κριγμό στην άρθρωση του γόνατος και οίδημα και ύδραρθρο πίσω και γύρω από την επιγονατίδα (Αμπατζίδης 1998).

Πολλοί ερευνητές (Bakhtiary and Fatemi, 2008;Sokhangooei et al., 2010) έχουν ασχοληθεί με την εύρεση κατάλληλων προγραμμάτων αποκατάστασης της χονδροπάθεια της επιγονατίδας. Η έλλειψη σαφούς αιτιολογίας της πάθησης δημιουργεί πολλά ερωτηματικά ως προς το ποιες ασκήσεις θα έπρεπε να ενσωματωθούν στη θεραπευτική παρέμβαση με σκοπό την εξάλειψη των συμπτωμάτων. Αναφέρεται (Cowan et al., 2002;Farahmanh et al., 2004) ότι σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της χονδροπάθειας έχει η ανισορροπία που δημιουργείται ανάμεσα στην ενεργοποίηση του έσω και του έξω πλατύ, δυο από τους βασικούς σταθεροποιητές της επιγονατίδας. Με βάση αυτό οι μελέτες που έχουν ως θέμα τους την εύρεση ασκήσεων για την αποκατάσταση της χονδροπάθειας, στοχεύουν στην επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ(McConnell 1986;Hodges et al., 1993;Hertel et al., 2004).

Η παρούσα μελέτη έχει ως στόχο να ερευνήσει την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του έσω πλατύ σε σχέση με τον έξω πλατύ, σε ασθενείς με χονδροπάθεια επιγονατίδας αλλά και σε ομάδα έλεγχου. Για την καταγραφή της ενεργοποίησης των μυών εξετάστηκαν δυο ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας: το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί και το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί.

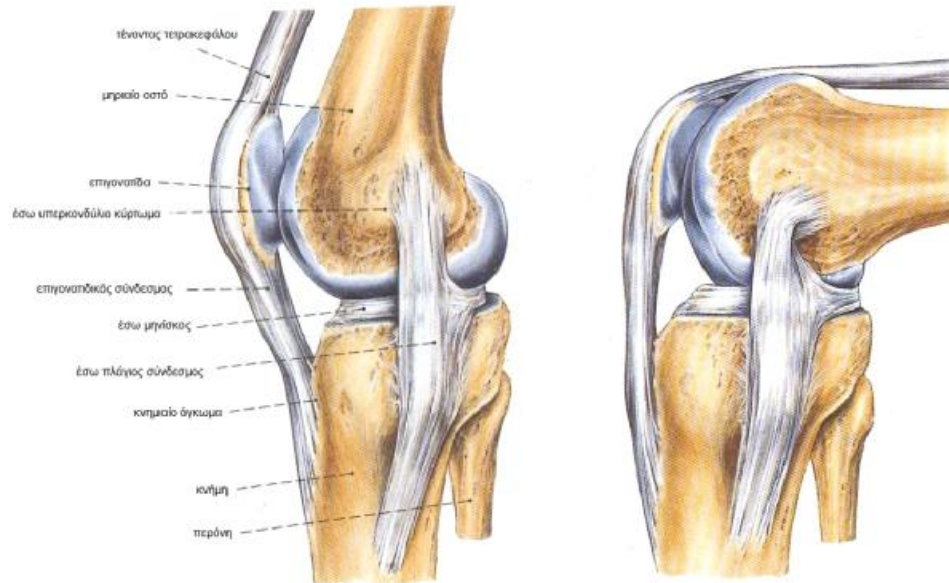
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> - Ανατομικά στοιχεία**

### **1.1 Η άρθρωση του γόνατος**

Η μεγαλύτερη και πολυπλοκότερη άρθρωση του σώματος είναι το γόνατο (Platzer 1985; Hoppenfeld 2008; Hamilton and Luttgens, 2003). Η πολυπλοκότητά της άρθρωσης την καθιστά μία από τις συχνότερα τραυματιζόμενες αρθρώσεις του σώματος, καθώς την στηρίζουν πολλοί σύνδεσμοι και την διαπερνά ένας μεγάλος αριθμός μυών, με τις εκφύσεις ή τις καταφύσεις τους, χωρίς, όμως, να προστατεύεται από λίπος ή από τις γαστέρες των μυών (Hoppenfeld 2008 ; Levangie and Norkin, 2005).

Ο ρόλος των στοιχείων της άρθρωσης είναι να της προσδίδουν μεγάλο εύρος κίνησης, ενώ παράλληλα αυξάνουν τη σταθερότητα, τόσο στο κάτω άκρο, όσο και σε ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα. Μέσω των κινήσεων που επιτρέπονται στην άρθρωση του γόνατος, σε συνδυασμό πάντα με την κίνηση του ισχίου και της ποδοκνημικής άρθρωσης, υπάρχει η δυνατότητα κίνησης του κάτω άκρου στο χώρο, η υποστήριξη του σώματος κατά την όρθια θέση και η χρησιμοποίησή του σε λειτουργικές δραστηριότητες, όπως η βάδιση και η έγερση από την καθιστή θέση (Kisner and Colby, 2003; Levangie and Norkin, 2005).

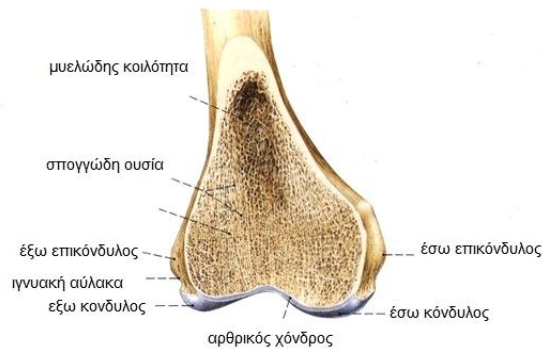
Το γόνατο (Εικόνα 1.1) είναι μία τροχογίγγλυμη άρθρωση, που επιτρέπει όμως μικρού βαθμού στροφή. Σχηματίζεται από την συνένωση του περιφερικού άκρου του μηριαίου οστού με το κεντρικό άκρο της κνήμης, σχηματίζοντας την κνημομηριαία άρθρωση, καθώς και από την συνένωση της οπίσθιας επιφάνειας της επιγονατίδας με το περιφερικό άκρο του μηριαίου οστού, σχηματίζοντας την επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Platzer 1985; Kisner and Colby , 2003; Levangie and Norkin, 2005). Οι δύο αυτές αρθρώσεις περιβάλλονται από κοινό αρθρικό θύλακο. Οι παχείς αρθρικοί χόνδροι και οι μηνίσκοι στοχεύουν στο να αντισταθμίσουν τις ανωμαλίες των αρθρικών επιφανειών. Η περόνη δεν θεωρείται ότι συμμετέχει στο σχηματισμό της διάρθρωσης του γόνατος, καθώς η άνω κνημοπερονιαία άρθρωση δεν περιβάλλεται από τον ίδιο αρθρικό θύλακο (Platzer 1985; Levangie and Norkin, 2005).



Εικόνα 1.1. Άρθρωση του γόνατος (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000)

## 1.2 Το μηριαίο οστό

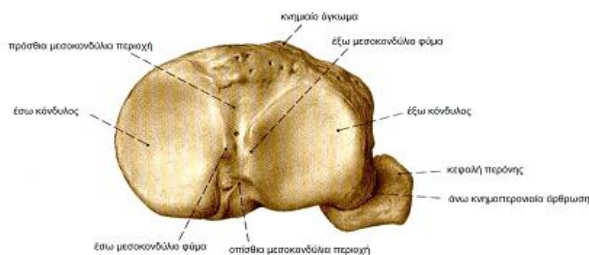
Το περιφερικό άκρο του μηριαίου οστού (Εικόνα 1.2) αποτελείται από τον έσω και τον έξω μηριαίο κόνδυλο με τα σύστοιχα έσω και έξω υπερκονδύλια κυρτώματα. Οι δύο κόνδυλοι ενώνονται μεταξύ τους πρόσθια με τη μηριαία τροχλία, ενώ οπίσθια χωρίζονται από τη μεσοκονδύλια εντομή (Platzer 1985). Ο έξω μηριαίος κόνδυλος είναι περισσότερο πλατύς στο πρόσθιο του μέρος σε σχέση με το οπίσθιο, ενώ ο έσω μηριαίος κόνδυλος διατηρεί σχετικά σταθερό το πλάτος του (Platzer 1985). Ο έξω μηριαίος κόνδυλος συνήθως είναι πιο ψηλά από τον έσω, περίπου 1cm, προσφέροντας ένα στήριγμα στην επιγονατίδα ενάντια στην προς τα έξω εξάρθρωσή της, βοηθώντας της να παραμείνει επικεντρωμένη στην μηριαία τροχλία (Minkowitz R et al., 2007; Scuderi 1995). Η καμπύλωση των δύο κόνδυλων στο εγκάρσιο επίπεδο και γύρω από τον οβελιαίο άξονα είναι σχετικά μικρή και κανονική. Κατά το οβελιαίο επίπεδο, η καμπυλότητα του έσω μηριαίου κόνδυλου αυξάνει προς τα πίσω, μικραίνει δηλαδή η ακτίνα καμπυλότητάς του. Συνεπώς, τα κέντρα καμπύλης βρίσκονται σε σπειροειδή γραμμή. Η κάμψη του γόνατος, λοιπόν, γίνεται γύρω από αναρίθμητους εγκάρσιους άξονες κι όχι μόνο γύρω από έναν, και είναι συνδυασμός κύλισης με ολίσθηση. Το μέγεθος, το σχήμα και οι κλίσεις των κόνδυλων φροντίζουν να εξομαλύνουν τις πιέσεις που δέχεται η άρθρωση κατά τις δραστηριότητες φόρτισης και κατά την κάμψη του γόνατος να χαλαρώνουν οι πλάγιοι σύνδεσμοι, έτσι ώστε να επιτρέπεται η εκτέλεση και στρωφικών κινήσεων. Επιπλέον, ο έσω μηριαίος κόνδυλος, καμπυλώνει και γύρω από έναν κάθετο άξονα, δημιουργώντας μια καμπύλη συστροφής (Platzer 1985; Hamilton and Luttgens 2003).



**Εικόνα 1.2.** Περιφερικό άκρο του μηριαίου (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000)

### 1.3. Η κνήμη

Το κεντρικό άκρο της κνήμης (Εικόνα 1.3) αποτελείται από τον έσω και τον έξω κνημιαίο κόνδυλο (Platzer 1985;Hamilton and Luttgens, 2003;Levangie and Norkin, 2005). Κάθε κόνδυλος διαθέτει μια άνω αρθρική επιφάνεια, την κνημιαία γλήνη ή κνημιαίο πλατώ, και μία περιφέρεια (Platzer 1985;Hamilton and Luttgens, 2003;Levangie and Norkin, 2005). Μεταξύ των δύο κνημιαίων γληνών βρίσκεται το μεσογλήνιο έπαρμα, το οποίο παρουσιάζει το έσω και έξω γληνιαίο φύμα. Πρόσθια και οπίσθια από το μεσογλήνιο έπαρμα υπάρχουν ο πρόσθιος και ο οπίσθιος μεσογλήνιος βόθρος. Η έσω αρθρική επιφάνεια της κνήμης είναι ελλειψοειδής, ενώ η έξω είναι μικρότερη και σχεδόν στρογγυλή. Και οι δύο επιφάνειες καλύπτονται από ινώδη χόνδρο, τον έσω και τον έξω μηνίσκο, αντίστοιχα (Platzer 1985;Hamilton and Luttgens 2003). Το κεντρικό άκρο της κνήμης είναι μεγαλύτερο σε μέγεθος από το σώμα της κνήμης, με αποτέλεσμα στους ενήλικους, να φέρεται προς τα πίσω, περίπου 7° με 10° (Martelli and Pinskerova 2002;Siu et al., 1996) ή 4° με 6° (Platzer 1985). Η έσω κνημιαία γλήνη είναι πιο μακριά από την έξω στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση, ενώ ο αρθρικός χόνδρος που καλύπτει την έξω είναι πιο παχύς από αυτόν που καλύπτει την έσω (Martelli and Pinskerova, 2002;Cicuttini et al., 2002). Τέλος, στην περιφέρεια του έξω κνημιαίου κόνδylου υπάρχει η περνιαία αρθρική επιφάνεια, όπου αρθρώνεται η κνήμη με την περόνη, δημιουργώντας την άνω κνημοπερνιαία άρθρωση (Platzer 1985;Hamilton and Luttgens, 2003).



**Εικόνα 1.3.** Η άνω επιφάνεια της κεφαλής της κνήμης (τροποποιημένο από Putz. and Pabst, 2000)

#### 1.4. Η επιγονατίδα

Η επιγονατίδα (Εικόνα 1.4) είναι το μεγαλύτερο σησαμοειδές οστό στο ανθρώπινο σώμα (Platzer 1985;Levangie and Norkin, 2005). Βρίσκεται εσωτερικά του τένοντα του τετρακεφάλου και είναι ενσφηνωμένη στο πρόσθιο τμήμα του αρθρικού θύλακα (Kisner and Colby, 2003 ; Levangie and Norkin, 2005). Το σχήμα της είναι τριγωνικό πεπλατυσμένο και η κορυφή της φέρεται προς τα κάτω (Platzer 1985;Levangie and Norkin, 2005). Το σχήμα της συμβάλλει στη μηχανική της κίνησης του γόνατος, ελαττώνει τις τριβές κατά τη διάρκεια της κίνησης και προωθεί τη σωστή τοποθέτηση της επιγονατίδας στη μεσοκονδύλια εντομή του μηριαίου (Arno 1990). Η πρόσθια επιφάνεια της επιγονατίδας είναι τραχεία, ενώ η οπίσθια επιφάνειά της υποδιαιρείται με μία κάθετη ακρολοφία σε μία μεγαλύτερη έξω και μία μικρότερη έσω αρθρική επιφάνεια (Platzer 1985;Levangie and Norkin, 2005). Και οι δύο επιφάνειες είναι ελαφρώς κυρτές, με την έσω να είναι περισσότερο από την έξω. Πολλές επιγονατίδες εμφανίζουν και μία δεύτερη κάθετη ακρολοφία, που χωρίζει την εσωτερική επιφάνεια σε δύο μέρη, δημιουργώντας μία αυστηρά εσωτερική επιφάνεια που είναι γνωστή ως odd facet (Kernozek et al., 2002;Gorniak, 2009). Η odd facet δεν έρχεται σε επαφή με τους μηριαίους κονδύλους κατά την κίνηση της άρθρωσης, παρά μόνο κατά την πλήρη κάμψη του γόνατος (Scuderi 1995). Επίσης, η οπίσθια επιφάνεια της επιγονατίδας καλύπτεται από λείο υαλοειδή χόνδρο (Kisner and Colby, 2003;Platzer 1985;Levangie and Norkin, 2005). Η επιγονατίδα πρόσθια αρθρώνεται με τη μηριαία τροχιλία του περιφερικού άκρου του μηριαίου οστού, με την οποία έρχεται σε άμεση επαφή κατά την πλήρη έκταση του γόνατος. Με την κνήμη συνδέεται μέσω του επιγονατιδικού συνδέσμου, ο οποίος καταφύεται στο κνημιαίο κύρτωμα (Kisner and Colby, 2003;Platzer 1985). Η επιγονατιδομηριαία άρθρωση αποτελεί μία από τις περισσότερο ασταθείς αρθρώσεις του σώματος, λόγω της διαφοράς μεγέθους και σχήματος ανάμεσα στην αρθρική της επιφάνεια και την αρθρική επιφάνεια των μηριαίων κονδύλων (Levangie and Norkin, 2005).

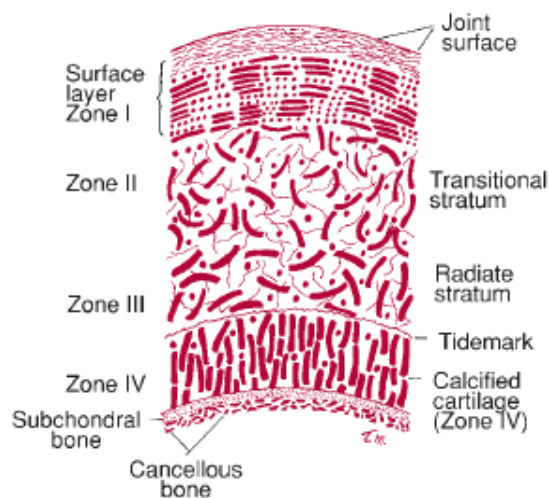


Εικόνα 1.4. Η επιγονατίδα (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000)

### 1.5. Ο υαλοειδής χόνδρος

Ο υαλοειδής χόνδρος καλύπτει τις αρθρικές επιφάνειες των περισσότερων οστών, των πλευρικών και των συζευκτικών χόνδρων και επιφάνειες της αναπνευστικής οδού (Platzer 1985), σχηματίζοντας ένα λεπτό υμένα πάχους 1-7mm. Σε σχέση με το συνολικό βάρος του, ο χόνδρος αποτελείται κατά 60%-85% από νερό (Levangie and Norkin, 2005). Εξωτερικά περιβάλλεται από μία λεπτή μεμβράνη, το περιχόνδριο, το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή με το χόνδρο που περιβάλλει (Platzer 1985). Ο υαλοειδής χόνδρος είναι ανθεκτικός ενάντια στις συμπιεστικές και στις καμπτικές δυνάμεις, παρέχοντας, ταυτόχρονα, μία επιφάνεια επαφής μεταξύ των δύο οστών που είναι λεία, ελαστική και με ελάχιστες τριβές (Platzer 1985;Levangie and Norkin, 2005). Οι επιφάνειές του είναι σχεδιασμένες να αντέχουν, να διανέμουν και να ομαλοποιούν τις πιέσεις σε όλη τη ζωή ενός ατόμου. Αν υποστεί όμως τραυματισμό, έχει πολύ περιορισμένες δυνατότητες αναγέννησης (Allan 1998;Trotter 2002). Αποτελείται από χονδροβλάστες και χονδροκύτταρα.

Εμφανίζει τρία διαφορετικά στρώματα (Εικόνα 1.5) επιφάνειες των αρθρώσεων (Walker 1996): α) στο εξωτερικό οι ίνες κολλαγόνου είναι διατεταγμένες παράλληλα με την επιφάνεια. Στόχος του είναι η μείωση της τριβής και η διανομή των δυνάμεων στην αρθρική επιφάνεια. β) Στο δεύτερο στρώμα οι ίνες κολλαγόνου είναι διατεταγμένες τυχαία. Αυτό είναι ικανό να παραμορφωθεί και συνεισφέρει στην απορρόφηση των δυνάμεων που ασκούνται στην άρθρωση. γ) Σε αυτό, οι ίνες κολλαγόνου είναι επίσης σε τυχαία διάταξη και επεκτείνονται μεταξύ του ασβεστοποιημένου και του μη ασβεστοποιημένου χόνδρου. Κατά την γήρανση, η ασβεστοποιημένη περιοχή του χόνδρου αντικαθίσταται από οστό. Ομοίως, μετά από έναν τραυματισμό, αντικαθίσταται από το υποχόνδριο οστό που αναπτύσσεται, με αποτέλεσμα ο υαλοειδής χόνδρος να λεπταίνει και να γίνεται περισσότερο ευάλωτος (O'Driscoll 1998).



Εικόνα 1.5. Τα στρώματα του υαλοειδούς χόνδρου (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005)

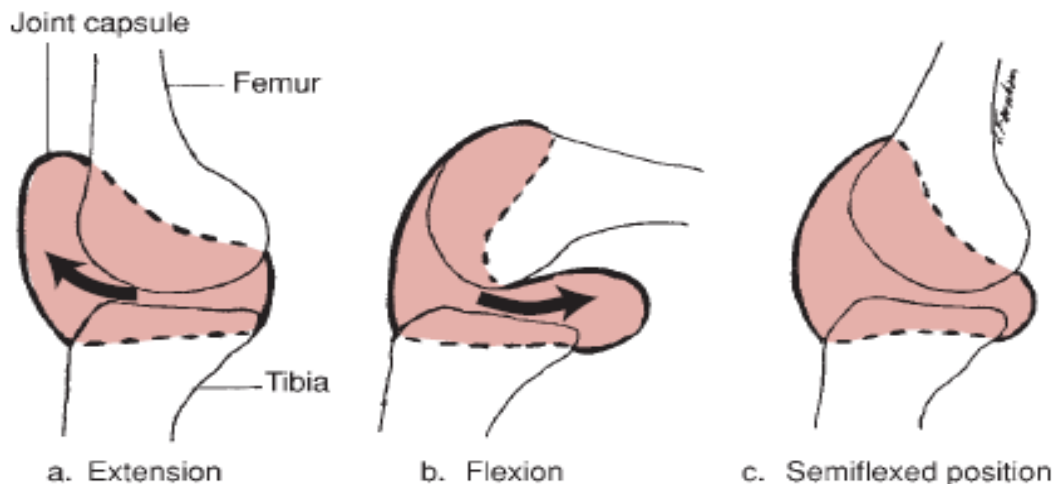
Κατά την κίνηση, ή όταν ασκείται πίεση στον χόνδρο, το υγρό που περιέχει βγαίνει μέσω πόρων στο εξωτερικό στρώμα κολλαγόνου (Mow et al., 1984;Bachrach et al., 1998). Μόλις η πίεση αρθεί, το υγρό επιστρέφει. Αυτό το υγρό μεταφέρει θρεπτικά συστατικά που θρέφουν τα χονδροκύτταρα (McDonough 1981). Όταν η ασκούμενη πίεση διαρκέσει για μεγάλο χρονικό διάστημα, η ροή του υγρού μειώνεται (Mow et al., 1984). Στον ενήλικα, ο υαλοειδής χόνδρος δεν έχει αιμάτωση ή νεύρωση. Γι' αυτό το λόγο, η τροφικότητά του καθορίζεται αποκλειστικά από την ροή του υγρού. Μείωση στη ροή του υγρού συμβαίνει και στην αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή δεν ασκούνται αρκετά φορτία στον χόνδρο. Έτσι, ο υαλοειδής χόνδρος υπόκειται σε εκφυλιστικές αλλαγές μετά από περιόδους υπερβολικής ή ελλιπούς φόρτισης της άρθρωσης, σαν αποτέλεσμα της διακοπής της θρεπτικής του διαδικασίας (Bachrach et al., 1998).

Ο αρθρικός χόνδρος της επιγονατίδας είναι πιο παχύς από αυτόν των μηριαίων κονδύλων (Cohen et al., 2003;Kwak et al., 1997;Snyder-Macker and Lewek, 2005;Staubli et al., 1999;Thomee et al., 1999). Ο χόνδρος που βρίσκεται στην έσω επιφάνεια της επιγονατίδας θεωρείται ότι είναι ο παχύτερος, ειδικά κατά μήκος της κάθετης, κεντρικής ακρολοφίας (Staubli et al., 1999; Thomee et al., 1999). Στους μηριαίους κονδύλους, ο αρθρικός χόνδρος είναι πιο παχύς στην μεσοκονδύλια εντομή και στο κέντρο της οπίσθιας επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου (Cohen et al., 2003).

### **1.6. Ο αρθρικός θύλακας**

Ο αρθρικός θύλακας (Εικόνα 1.6), που περιλαμβάνει τις δύο αρθρώσεις που σχηματίζουν τη διάρθρωση του γόνατος, είναι μεγάλος και χαλαρός. Αποτελείται από δύο στρώματα, ένα εξωτερικό και ένα εσωτερικό. Το εξωτερικό ή ινώδες στρώμα συνδέεται με το περιφερικό άκρο του μηριαίου οστού και το κεντρικό άκρο της κνήμης (Ralphs and Benjamin, 1994). Οπίσθια, εκτείνεται από τα κατώτερα άκρα των μηριαίων κονδύλων και την μεσοκονδύλια εντομή, έως την οπίσθια πλευρά της κεφαλής της κνήμης (Terry and LaPrade, 1996). Πρόσθια, ολοκληρώνεται συμφυόμενο με τον τένοντα του τετρακεφάλου, την επιγονατίδα και τον επιγονατιδικό τένοντα. Οι πρόσθιες έσω και έξω ίνες του σχηματίζουν τον έσω και τον έξω καθεκτικό σύνδεσμο της επιγονατίδας, αντίστοιχα (Starok et al., 1997). Ο αρθρικός θύλακας διαθέτει νευρικούς μηχανοϋποδοχείς, οι οποίοι συμβάλλουν στην σταθεροποίηση της άρθρωσης, ενεργοποιώντας αντανεκλαστικές μυϊκές συσπάσεις. Τέλος, ο αρθρικός θύλακας συγκρατεί μέσα στην άρθρωση το συνοβιακό υγρό που είναι υπεύθυνο για την λίπανσή της (Ralphs and Benjamin, 1994).





Εικόνα 1.6. Ο αρθρικός θύλακας στις κινήσεις του γόνατος(τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005)

### 1.7. Σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος

Οι κινήσεις του γόνατος δεν περιορίζονται από τα οστά της άρθρωσης, με αποτέλεσμα η ύπαρξη των συνδέσμων να είναι απαραίτητη για να αντισταθεί η άρθρωση ή να ελέγξει την υπέρμετρη έκταση του γόνατος, τις δυνάμεις βλαισότητας και ραιβότητας, την πρόσθια και οπίσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό, τις στροφικές κινήσεις της κνήμης και τον συνδυασμό των προσθιοπίσθιων μετατοπίσεων της κνήμης με τις στροφικές της κινήσεις (Levangie and Norkin, 2005). Σημαντική σταθερότητα στη διάρθρωση του γόνατος προσφέρουν οι εξής σύνδεσμοι (Platzer 1985;Hamilton and Luttgens, 2003;Levangie and Norkin, 2005;Lippert 1993):

1. Επιγονατιδικός σύνδεσμος, είναι η συνέχεια του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου, με πορεία από την επιγονατίδα προς το κνημιαίο κύρτωμα.
2. Έξω καθεκτικός σύνδεσμος της επιγονατίδας, είναι προσεκβολή του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου και φέρεται προς το έξω πλάγιο του κνημιαίου κυρτώματος.
3. Έσω καθεκτικός σύνδεσμος της επιγονατίδας, είναι προσεκβολή του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου και φέρεται προς το έσω πλάγιο του κνημιαίου κυρτώματος.
4. Έξω πλάγιος σύνδεσμος, πορεύεται από το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα προς την κεφαλή της περόνης.
5. Έσω πλάγιος σύνδεσμος, φέρεται από το έσω υπερκονδύλιο κύρτωμα

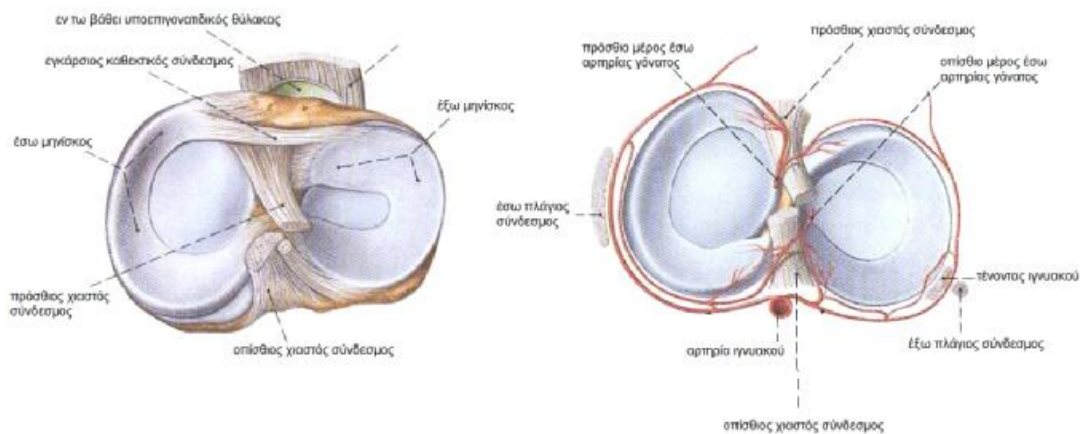
προς την έσω επιφάνεια της κνήμης, συμφυόμενος με τον έσω μηνίσκο και τον αρθρικό θύλακο στην πορεία.

6. Λοξός ιγνυακός σύνδεσμος ή σύνδεσμος του Winslow, είναι προσεκβολή του καταφυτικού τένοντα του ημιμυενώδη μυός και καταφύεται πλάγια στην έξω κεφαλή του δικέφαλου γαστροκνημίου.
7. Τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος, φέρεται από την οπίσθια επιφάνεια του έξω μηριαίου κονδύλου προς την κεφαλή της περόνης.
8. Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, κατευθύνεται από τον πρόσθιο μεσογλήνιο βόθρο στην έσω μεσοκονδύλια επιφάνεια του έξω μηριαίου κονδύλου.
9. Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος, κατευθύνεται από τον οπίσθιο μεσογλήνιο βόθρο προς την έξω μεσοκονδύλια επιφάνεια του έσω μηριαίου κονδύλου.
10. Εγκάρσιος σύνδεσμος, συνδέει τις άνω έσω επιφάνειες των δύο μηνίσκων.

## Οι μηνίσκοι

Ένα άλλο στοιχείο που προσδίδει σταθερότητα στη διάρθρωση του γόνατος, μειώνοντας τις ασυμμετρίες των αρθρικών επιφανειών, είναι οι μηνίσκοι (Εικόνα 1.7), που σχηματίζουν κοιλότητες στις οποίες οι μηριαίοι κόνδυλοι «κάθονται». (Kisner and Colby, 2003;Levangie and Norkin, 2005). Ο έσω και ο έξω μηνίσκος διαβιβάζουν και ομαλοποιούν τις δυνάμεις βάρους που ασκούνται στο γόνατο, μειώνουν τις τριβές ανάμεσα στην κνήμη και στο μηριαίο οστό, διευκολύνουν τη θρέψη της άρθρωσης, παρέχουν λίπανση και απορρόφηση των αιφνίδιων κραδασμών και, τέλος, προωθούν την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης (Chivers and Howitt, 2009;Levangie and Norkin, 2005). Οι συμπιεστικές δυνάμεις που ασκούνται στο γόνατο κατά τις καθημερινές δραστηριότητες ποικίλλουν από 1 έως 8 φορές επί το σωματικό βάρος (Kulkarni 2008;Kutzner et al., 2010;Clippinger 2007;Kisner and Colby, 2003) με τους μηνίσκους να απορροφούν το 50% έως 70% αυτού του φορτίου (Rasmussen et al., 1982). Η ικανότητά τους να απορροφούν αυτά τα φορτία εξαρτάται από το αν υπάρχει κακή ευθυγράμμιση της άρθρωσης στο μετωπιαίο επίπεδο, παραδείγματος χάριν σε γόνατο με αυξημένη βλαισότητα, αυξάνεται η πίεση στον έσω μηνίσκο (Levangie and Norkin, 2005). Οι μηνίσκοι προσφύονται στον αρθρικό θύλακο με τους κορακοειδείς συνδέσμους (Levangie and Norkin, 2005;Kisner and Colby, 2003). Ο έξω μηνίσκος μπορεί να

συνδέεται με την έσω επιφάνεια του έσω μηριαίου κονδύλου πρόσθια με τον πρόσθιο μηνισκομηριαίο σύνδεσμο ή σύνδεσμο του Humphrey και οπίσθια με τον οπίσθιο μηνισκομηριαίο σύνδεσμο ή σύνδεσμο του Weisberg. Η ταυτόχρονη ύπαρξη και των δύο συνδέσμων είναι πολύ σπάνια. Μεταξύ τους οι δύο μηνίσκοι συνδέονται πρόσθια με τον εγκάρσιο σύνδεσμο (Platzer 1985;Levangie and Norkin, 2005). Οι ισχυρές προσαρτήσεις των μηνίσκων έχουν ως στόχο τη μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής μεταξύ των μηνίσκων και του μηριαίου οστού. Αν οι μηριαίοι κόνδυλοι έρθουν σε άμεση επαφή με το επίπεδο κνημιαίο πλατώ, θα υπάρξει μικρή επιφάνεια επαφής ανάμεσα στις οστικές επιφάνειες. Αυξάνοντας την επιφάνεια επαφής, μειώνονται οι συμπιεστικές δυνάμεις στην κνημομηριαία άρθρωση, συνεπώς και στον αρθρικό χόνδρο της άρθρωσης (Levangie and Norkin, 2005). Η αφαίρεση των μηνίσκων σχεδόν διπλασιάζει την πίεση που ασκείται στον αρθρικό χόνδρο του μηριαίου, πολλαπλασιάζοντας 6 με 7 φορές τις δυνάμεις πίεσης που ασκούνται στο κνημιαίο πλατώ (Sarrafian 1993).



**Εικόνα 1.7.** (α) Οι μηνίσκοι (β) Η αιμάτωση του γόνατος (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000).

**Πίνακας 1.1.** Σταθεροποιητές του γόνατος (Α) (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005)

	Δομές	Λειτουργία
Πρόσθιοι και οπίσθιοι σταθεροποιητές ενάντια στις δυνάμεις υπερέκτασης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Οπίσθιοι μηριαίοι</li> <li>• Λαγονοκνημιαία ταινία</li> <li>• Υποκνημίδιος μυς</li> <li>• Υποκνημίδιος μυς</li> </ul>	∅ Περιορισμός πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Μηνισκομηριαίοι σύνδεσμοι</li> <li>• Τετρακέφαλος μυς</li> <li>• Ιγνυακός μυς</li> <li>• Γαστροκνήμιο μυς</li> </ul>	∅ Περιορισμός οπίσθιας μετατόπισης της κνήμης
Σταθεροποιητές ενάντια στις δυνάμεις βλαισότητας και ραιβότητας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έσω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Τοξοειδής σύνδεσμος</li> <li>• Λοξός ιγνυακός σύνδεσμος</li> <li>• Ραπτικός μυς</li> <li>• Ισχνός προσαγωγός μυς</li> <li>• Ημιπενοντώδης μυς</li> <li>• Ημιμενώδης μυς</li> <li>• Έσω κεφαλή του γαστροκνημίου μύος</li> </ul>	∅ Περιορισμός βλαισότητας στην κνήμη
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έξω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Λαγονοκνημιαία ταινία</li> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Τοξοειδής σύνδεσμος</li> <li>• Ιγνυακός σύνδεσμος</li> <li>• Δικέφαλος μηριαίος μυς</li> <li>• Έξω κεφαλή του γαστροκνημίου</li> </ul>	∅ περιορισμός ραιβότητας στην κνήμη
Σταθεροποιητές ενάντια στις δυνάμεις της έσω και της έξω στροφής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Μηνισκομηριαίος σύνδεσμος</li> <li>• Δικέφαλος μηριαίος μυς</li> </ul>	∅ Περιορισμός της έσω στροφής της κνήμης
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έσω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Έξω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Ιγνυακός μυς</li> <li>• Ραπτικός μυς</li> <li>• Ισχνός προσαγωγός μυς</li> <li>• Ημιπενοντώδης μυς</li> <li>• Ημιμενώδης μυς</li> </ul>	∅ Περιορισμός της έξω στροφής της κνήμης

**Πίνακας 1.2.** Σταθεροποιητές του γόνατος (B) (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005)

Πρόσθια	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έσω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Λοξός ιγνυακός σύνδεσμος</li> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έξω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος</li> <li>• Λαγονοκνημιαία ταινία</li> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> </ul>
Οπίσθια	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Λοξός ιγνυακός σύνδεσμος</li> <li>• Έσω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Ημιμενώδης μυς</li> <li>• Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος</li> <li>• Τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος</li> <li>• Έξω πλάγιος σύνδεσμος</li> <li>• Δικέφαλος μηριαίος μυς</li> </ul>

### 1.8. Κινήσεις της διάρθρωσης του γόνατος

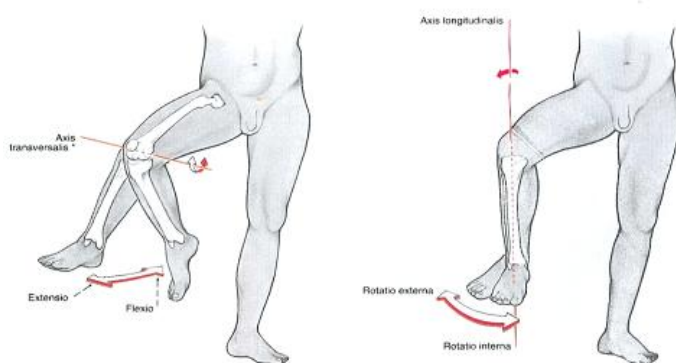
Στη διάρθρωση του γόνατος γίνονται κυρίως κινήσεις κάμψης και έκτασης (Hamilton and Luttgens, 2003;Levangie and Norkin, 2005). Μικρές στροφικές κινήσεις μπορούν να συμβούν όταν το γόνατο είναι σε θέση κάμψης και δεν υποβαστάζει το βάρος του σώματος, στις αρχικές μοίρες κάμψης και στις τελικές μοίρες έκτασης. (Hamilton and Luttgens, 2003). Μπορούν επίσης να συμβούν μικρές κινήσεις βλαισότητας – ραιβότητας (προσαγωγής – απαγωγής) (Levangie and Norkin, 2005). Κατά την κίνηση της κνήμης σε ανοικτή κινηματική αλυσίδα, η κνημιαία γλήνη ολισθαίνει στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση του οστού (πρόσθια και οπίσθια). Όμως, κατά την κίνηση του μηριαίου σε κλειστή κινηματική αλυσίδα με σταθεροποιημένη κνήμη, οι μηριαίοι κόνδυλοι ολισθαίνουν αντίθετα από την κίνηση του οστού(Kisner and Colby, 2003).

Το εύρος της παθητικής κάμψης του γόνατος υπολογίζεται περίπου στις 130° με 140° (Hoppenfeld 2008), ανάλογα όμως με τον μυϊκό ιστό που μπορεί να παρεμποδίζει την κίνηση, πιθανόν να είναι και μικρότερη. Σε δραστηριότητες όπως το βαθύ κάθισμα, ενώ βρίσκονται σε πλήρη κάμψη και το ισχίο και το γόνατο και το βάρος του σώματος δρα καθηλωτικά στην άρθρωση του γόνατος, σε έναν φυσιολογικό ενήλικα, το εύρος κάμψης του γόνατος μπορεί να φτάσει και τις 160°. Σε καθημερινές δραστηριότητες όπως η βάδιση και η έγερση από την καθιστή θέση απαιτούνται 60° έως 70° κάμψης και 90° κάμψης αντίστοιχα (Glasoe et al., 2001). Η φυσιολογική έκταση του γόνατος είναι 0°, ενώ είναι δυνατόν να παρουσιάζεται και υπερέκταση 5° (Platzer 1985;Hoppenfeld 2008;Levangie and Norkin, 2005). Όταν εμφανίζεται έκταση του γόνατος μεγαλύτερη των 5°, αναφέρεται ως ανάκυρτο γόνατο (Glasoe et al.,

2001).

Το μέγιστο εύρος στροφής της κνήμης επιτυγχάνεται όταν το γόνατο είναι σε κάμψη  $90^\circ$  και υπολογίζεται περίπου στις  $35^\circ$  από πλήρη έσω σε πλήρη έξω στροφή. Μειώνεται όσο πλησιάζει τόσο την πλήρη έκταση, όσο και την πλήρη κάμψη. Το εύρος της έσω στροφής της κνήμης είναι μικρότερο από το εύρος της έξω στροφής, διότι περιορίζεται από την συστροφή των δύο χιαστών συνδέσμων μεταξύ τους, υπολογίζεται περίπου στις  $0^\circ$  έως  $20^\circ$  για την έξω και  $0^\circ$  έως  $15^\circ$  για την έσω στροφή (Levangie and Norkin, 2005; Hoppenfeld 2008). Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η έσω στροφή μπορεί να φτάσει τις  $20^\circ$  με  $30^\circ$ , ενώ η έξω τις  $30^\circ$  με  $45^\circ$  (Magee 2002; Rasch 1989). Κατά τη στροφή ο μηρός και οι μηνίσκοι κινούνται επάνω στην κνήμη, σε αντίθεση με την κάμψη και την έκταση που ο μηρός κινείται επάνω στους μηνίσκους (Platzer 1985).

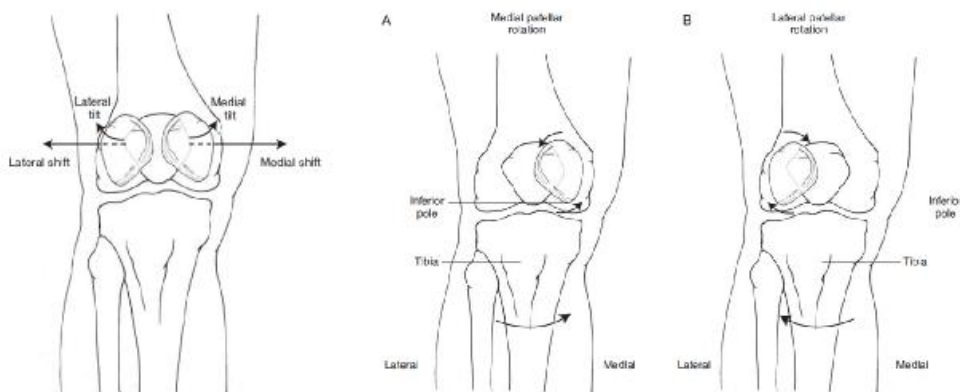
Τέλος, το εύρος κίνησης στο μετωπιαίο επίπεδο για την απαγωγή και την προσαγωγή της άρθρωσης είναι περίπου  $8^\circ$  στην έκταση και  $13^\circ$  στις  $20^\circ$  κάμψης του γόνατος. Ρόλος των κινήσεων απαγωγής – προσαγωγής είναι να συνεισφέρουν στη φυσιολογική λειτουργία της κνημομηριαίας άρθρωσης (Markolf et al., 1978; Markolf et al., 1981).



**Εικόνα 1.8.** Κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000).

## 1.9. Κινήσεις της επιγονατίδας

Σε περίπτωση περιορισμού του εύρους κίνησης της επιγονατίδας, περιορίζεται ακολούθως το εύρος κίνησης του γόνατος. Σε φυσιολογικές συνθήκες, όταν το γόνατο κάμπτεται, η επιγονατίδα ολισθαίνει ουραία, ενώ όταν το γόνατο εκτείνεται, ολισθαίνει κρανιακά (Platzer 1985;Kisner and Colby, 2003). Αναλυτικότερα, όταν η κνήμη κάμπτεται πάνω στο μηριαίο, η επιγονατίδα έλκεται προς τα κάτω, κάτω από τους μηριαίους κονδύλους, καταλήγοντας στη μηριαία τροχιλία με την κορυφή της να δείχνει προς τα κάτω. Αυτή η κίνηση που συμβαίνει στο οβελιαίο επίπεδο ονομάζεται κάμψη της επιγονατίδας. Αντίστοιχα, κατά την έκταση του γόνατος, η επιγονατίδα επιστρέφει στην αρχική της θέση. Αυτή η κίνηση ονομάζεται έκταση της επιγονατίδας (Levangie and Norkin, 2005). Η έσω και η έξω κλίση της επιγονατίδας καθορίζονται από την κατεύθυνση προς την οποία κινείται η πρόσθια όψη της επιγονατίδας. Όταν το γόνατο βρίσκεται σε θέση κάμψης και υπάρχει έσω στροφή στην κνήμη, ο κάτω πόλος της επιγονατίδας θα στραφεί προς τα έσω, αυτή η κίνηση ονομάζεται έσω στροφή της επιγονατίδας. Στην έξω στροφή της επιγονατίδας, ο κάτω πόλος της στρέφεται σύμφωνα με την έξω στροφή της κνήμης. Κατά την κάμψη από τις 20° έως τις 90°, η επιγονατίδα στρέφεται περίπου 5° προς τα έξω (Lin et al., 2003;Mizuno et al., 2001;Morooka et al., 2002;Hefzy et al., 1992). Τέλος, κατά την έκταση η επιγονατίδα ολισθαίνει προς τα πάνω και κατά την κάμψη προς τα κάτω, με παράλληλη μετατόπισή της προς τα έσω και προς τα έξω, που ονομάζεται μεταβολή της θέσης της επιγονατίδας (patellar shift) (Mizuno et al., 2001).



Εικόνα 1.9. Κινήσεις της επιγονατίδας (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005).

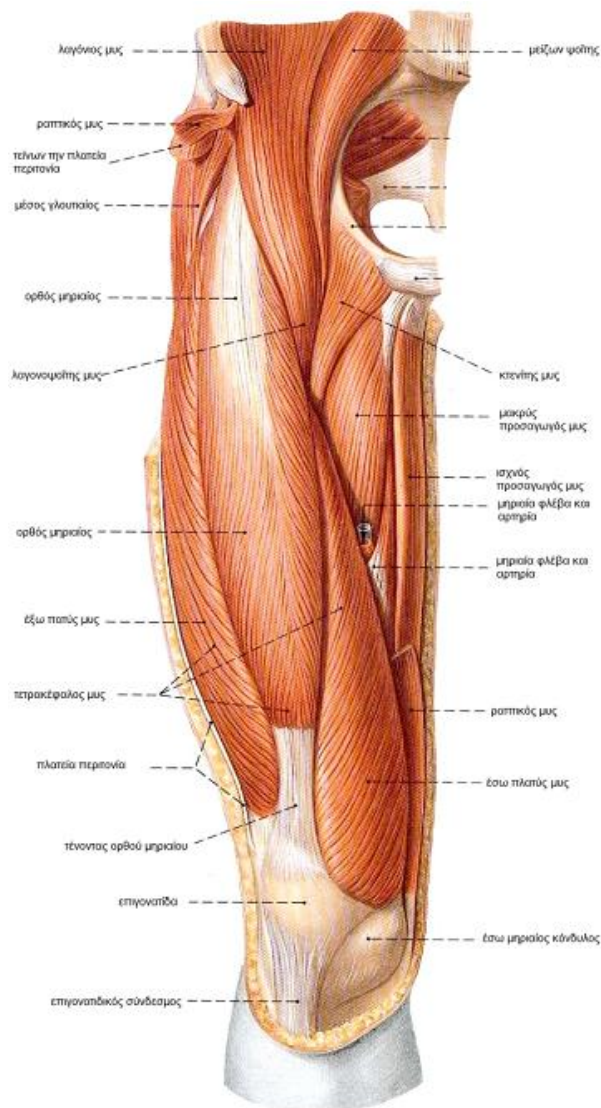
### 1.10. Μύες που περιβάλλουν την άρθρωση του γόνατος

(Platzer 1985;Hamilton and Luttgens, 2003;Putz and Pabst, 2000;Clippinger 2007)

1. Ισχνός προσαγωγός: εκφύεται από τον κάτω κλάδο του ηβικού οστού και καταφύεται στην έσω επιφάνεια του κνημιαίου κυρτώματος μαζί με τον ραπτικό και τον ημιτενοντώδη, σχηματίζοντας τον χήναιο πόδα. Ενεργεί ως προσαγωγός του μηριαίου οστού και καμπτήρας του ισχίου και του γόνατος.
2. Τείνων τη λαγονοκνημιαία ταινία: εκφύεται από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα και καταφύεται στη λαγονοκνημιαία ταινία, η οποία συνενώνεται με τον έξω καθεκτικό σύνδεσμο της επιγονατίδας στον έξω κνημιαίο κόνδυλο. Ενεργεί ως καμπτήρας, έσω στροφέας και προσαγωγός του μηριαίου οστού και, λόγω της κατάφυσής του, ως συνεργός στην έκταση του γόνατος και ως σταθεροποιός της άρθρωσης του γόνατος σε θέσεις φόρτισης.
3. Τετρακέφαλος μηριαίος: αποτελείται από τον ορθό μηριαίο, το μέσο, τον έσω και τον έξω πλατύ. Ο ορθός μηριαίος δρα και στην άρθρωση του ισχίου, όπου λειτουργεί ως καμπτήρας. Οι τέσσερις μύες διαθέτουν κοινό καταφυτικό τένοντα, τον τένοντα του τετρακεφάλου. Οι επιπολής ίνες του ενώνονται με τον επιγονατιδικό σύνδεσμο, ενώ οι εν τω βάθει ίνες του , ίνες από τον έσω και τον έξω πλατύ, καταφύονται στα άνω και στα πλάγια χείλη της επιγονατίδας. Ο μυς ενεργεί ως εκτείνων του γόνατος.
  - i. Ορθός μηριαίος: εκφύεται από την πρόσθια κάτω λαγόνια άκανθα και από το άνω χείλος της οφρύος της κοτύλης.
  - ii. Μέσος πλατύς: εκφύεται από την πρόσθια και έξω επιφάνεια του μηριαίου οστού.
  - iii. Έσω πλατύς: εκφύεται από το έσω κράσπεδο της τραχείας γραμμής.
  - iv. Έξω πλατύς: εκφύεται από την έξω επιφάνεια του μείζονος τροχαντήρα, την οπίσθια μεσοτροχαντήρια γραμμή, το γλουτιαίο τράχυσμα και το έξω κράσπεδο της τραχείας γραμμής.
4. Ραπτικός: εκφύεται από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα και καταφύεται στην έσω επιφάνεια του κνημιαίου κυρτώματος μαζί με τον ισχνό προσαγωγό και τον ημιτενοντώδη, σχηματίζοντας τον χήναιο πόδα. Ενεργεί ως καμπτήρας και έξω στροφέας στην άρθρωση του ισχίου και ως καμπτήρας και έσω στροφέας στην άρθρωση του γόνατος.



5. Δικέφαλος μηριαίος: η μακρά κεφαλή εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα και η βραχεία από το έξω κράσπεδο της τραχείας γραμμής και το έξω μεσομύιο διάφραγμα. Συνενώνονται και καταφύονται στην κεφαλή της περόνης. Η μακρά κεφαλή ενεργεί ως εκτείνων του μηρού, ενώ ολόκληρος ο μυς ενεργεί ως καμπτήρας του γόνατος και έξω στροφέας της κνήμης.
6. Ημιτενοντώδης: εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα και καταφύεται στην έσω επιφάνεια του κνημιαίου κυρτώματος μαζί με τον ραπτικό και τον ισχνό προσαγωγό, σχηματίζοντας τον χήναιο πόδα. Ενεργεί ως εκτείνων του μηρού, καμπτήρας του γόνατος και έσω στροφέας της κνήμης.
7. Ημιϋμενώδης: εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα και καταφύεται κάτω από τον έσω πλάγιο σύνδεσμο. Ενεργεί όπως ο ημιτενοντώδης.
8. (Δικέφαλος) γαστροκνήμιος: η έσω κεφαλή του εκφύεται από τον έσω μηριαίο κόνδυλο, ενώ η έξω κεφαλή του από τον έξω μηριαίο κόνδυλο. Καταφύεται μέσω του Αχίλλειου τένοντα στο κύρτωμα της πτέρνας. Ενεργεί ως καμπτήρας του γόνατος και πελματιαίος καμπτήρας.
9. Μακρός πελματικός: εκφύεται από τον έξω μηριαίο κόνδυλο και τον αρθρικό θύλακο της διάρθρωσης του γόνατος, καταφύεται στο έσω χείλος του Αχίλλειου τένοντα. Ενεργεί όπως ο γαστροκνήμιος.
10. Ιγνυακός: εκφύεται από τον έξω μηριαίο κόνδυλο και καταφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης. Ενεργεί ως καμπτήρας και έσω στροφέας στην άρθρωση του γόνατος.



**Εικόνα 1.10.** Μύες του μηρού (πρόσθια όψη) (τροποποιημένο από Putz and Pabst, 2000)

### 1.11. Μηχανισμός κλειδώματος γόνατος

Η συστροφή ανάμεσα στους μηριαίους και τους κνημιαίους κονδύλους κατά τις τελευταίες 20° μοίρες έκτασης του γόνατος ονομάζεται μηχανισμός κλειδώματος του γόνατος (Kisner and Colby, 2003; Hamill and Knutzen K, 1995).

1. Σε κλειστή κινητική αλυσίδα (ΚΚΑ) που η κνήμη είναι σταθεροποιημένη στο έδαφος ή σε άλλο σταθερό σημείο, για να πραγματοποιηθεί το κλείδωμα του γόνατος πρέπει το μηριαίο οστό να στραφεί εσωτερικά σε σχέση με την κνήμη και να γίνει πλήρης έκταση στην άρθρωση του ισχίου (Kisner and Colby, 2003). Λόγω των ανατομικών διαφορών

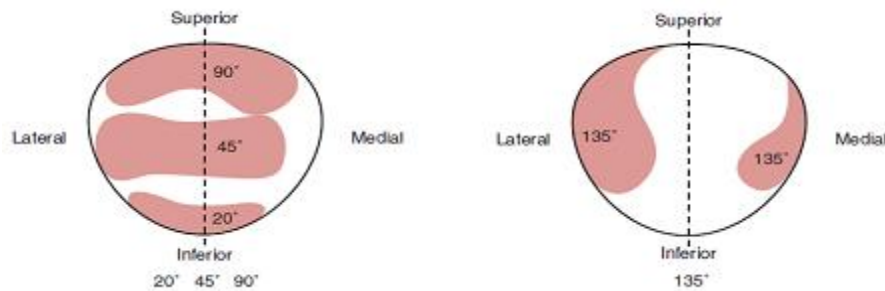
ανάμεσα στους δύο μηριαίους κόνδυλους, κατά την έκταση του γόνατος, ο έξω μηριαίος κόνδυλος έχει έρθει σε επαφή με όλη την αρθρική επιφάνεια, σε αντίθεση με τον έσω μηριαίο κόνδυλο, ο οποίος πρέπει να διανύσει ακόμα περίπου 1,3cm. Για να επιτευχθεί η απόλυτη έκταση του γόνατος και να έρθει και ο έσω μηριαίος κόνδυλος σε απόλυτη επαφή με την αρθρική επιφάνεια, ο έσω κόνδυλος συνεχίζει να ολισθαίνει, προκαλώντας έσω στροφή στο μηριαίο ως προς την κνήμη. Αυτή η στροφή είναι περίπου 5° με 7° (Clippinger 2007). Αν η πλήρης έκταση του ισχίου είναι αδύνατη, δεν μπορεί να λειτουργήσει ο μηχανισμός κλειδώματος του γόνατος σε ΚΚΑ. Για να αντιστραφεί το κλείδωμα του γόνατος απαιτείται κάμψη στην άρθρωση του ισχίου και του γόνατος, έτσι ώστε το μηριαίο οστό να στραφεί προς τα έξω. Πραγματοποιείται από την δράση του ιγνυακού μυός, ο οποίος στρέφει προς τα έξω το μηριαίο ως προς την κνήμη (Kisner and Colby, 2003;Clippinger 2007). Όταν το γόνατο είναι κλειδωμένο στην όρθια στάση, και η γραμμή βαρύτητας είναι πίσω από τον άξονα της κίνησης, ο τετρακέφαλος δεν χρειάζεται να λειτουργεί. Η σταθερότητα ελέγχεται από την τάση των καμπτήρων του ισχίου, κυρίως του λαγονοψοίτη. Όταν η γραμμή της βαρύτητας είναι μπροστά από την άρθρωση, συμβάλλει στη διατήρηση του γόνατος σε έκταση. Η σταθερότητα της θέσης αυτής ελέγχεται από τον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο, τον οπίσθιο θύλακο και την τάση του γαστροκνημίου, του υποκνημιδίου και των οπίσθιων μηριαίων. (Kisner and Colby, 2003).

2. Σε ανοικτή κινητική αλυσίδα (ΑΚΑ) που η κνήμη δεν έρχεται σε επαφή με κάποιο σταθερό σημείο, για να πραγματοποιηθούν οι τελικές μοίρες έκτασης και να κλειδώσει το γόνατο, πρέπει να πραγματοποιήσει έξω στροφή πάνω στο μηριαίο οστό κατά τις τελευταίες 20° με 30° έκτασης. Αφού κλειδώσει το γόνατο, η διαδικασία αντιστρέφεται με την στροφή της κνήμης προς τα έσω (Kisner and Colby, 2003;Clippinger 2007).

## 1.12. Ο εκτατικός μηχανισμός του γόνατος

Ο εκτατικός μηχανισμός του γόνατος αποτελείται από τον τετρακέφαλο, τον καταφυτικό του τένοντα, την επιγονατίδα και τον επιγονατιδικό σύνδεσμο (Prentice 2007; Scuderi 1995). Κατά την έκταση του γόνατος, στόχος της επιγονατίδας είναι η επιμήκυνση του μοχλοβραχίονα του τετρακεφάλου (Prentice 2007). Αυτό επιτυγχάνεται καθώς η επιγονατίδα αυξάνει την απόσταση του τένοντα του τετρακεφάλου και του επιγονατιδικού συνδέσμου από τον άξονα κίνησης της άρθρωσης του γόνατος. Λειτουργώντας ως ανατομική τροχαλία, η επιγονατίδα εκτρέπει τη γραμμή ενεργοποίησης του τετρακεφάλου μυός μακριά από το κέντρο της άρθρωσης, αυξάνοντας έτσι την γωνία έλξης, αλλά και τη δυνατότητα του μυός να παράγει μεγαλύτερη εκτατική ροπή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη τάση στο κατώτερο μέρος της επιγονατίδας, στον επιγονατιδικό σύνδεσμο, απ' ότι στο ανώτερο μέρος της, στον τένοντα του τετρακεφάλου (Grelsamer and Weinstein, 2001). Η γωνία έλξης που ασκεί ο τετρακέφαλος στην κνήμη κατά την κάμψη και την έκταση καθορίζεται τόσο από τη δομή της άρθρωσης, όσο και από την επιγονατίδα. Στις αρχικές μοίρες κάμψης, η επιγονατίδα ευθύνεται κυρίως για την αύξηση της γωνίας έλξης του τετρακεφάλου (Levangie and Norkin, 2005). Από τις 10° έως τις 90° κάμψης, η επιφάνεια επαφής μεταξύ του αρθρικού χόνδρου της επιγονατίδας και της μηριαίας τροχιλίας μετατοπίζεται σταδιακά από το περιφερικό άκρο της επιγονατίδας (κάτω πόλο) προς την κορυφή (Grabiner et al, 1994). Όταν πλησιάζει τις 120° κάμψης, η επιφάνεια επαφής επιστρέφει πάλι στο κέντρο της επιγονατίδας. Σε κάμψη μεγαλύτερη των 120°, δεν υφίσταται επαφή μεταξύ της επιγονατίδας και του έσω μηριαίου κονδύλου, εκτός εάν έρχεται σε επαφή με το odd facet (Grelsamer and McConnell, 1998; Kwak et al., 1997). Στις 20° κάμψης η επιγονατίδα κινείται μέσα στη μηριαία τροχιλία, ενώ στις 30° κάμψης προεξέχει κατά το μέγιστο βαθμό. Από τις 30° κάμψης έως τις 90° η επιγονατίδα κινείται ακόμα πιο βαθιά μέσα στη μηριαία τροχιλία (Prentice 2007). Στην πλήρη κάμψη του γόνατος, όμως, η επιγονατίδα παύει να λειτουργεί ως ανατομική τροχαλία στην άρθρωση του γόνατος, καθώς έχει ενσφηνωθεί στη μεσοκονδύλια εντομή των μηριαίων κονδύλων. Σε αυτή την περίπτωση, ο τετρακέφαλος διατηρεί το μοχλοβραχίονα ροπής του εξαιτίας της καμπυλότητας των μηριαίων κονδύλων και του άξονα περιστροφής της άρθρωσης. Κατά την έκταση του γόνατος από θέση πλήρους κάμψης, η επιγονατίδα αποδεσμεύεται από τη μεσοκονδύλια εντομή και κινείται προς τους μηριαίους κονδύλους (Levangie and Norkin, 2005). Ο μοχλοβραχίονας ροπής του τετρακεφάλου αλλά και η μηκοδυναμική σχέση του μυός μεγιστοποιούνται περίπου στις 45° με 60° κάμψης, με αποτέλεσμα να παράγονται και οι μεγαλύτερες ροπές στην άρθρωση του γόνατος (Kellis and Baltzopoulos, 1999). Όσο εκτείνεται περισσότερο το γόνατο, τόσο μειώνεται ο

μοχλοβραχίονας ροπής. Στις τελικές μοίρες έκτασης του γόνατος, ο τετρακέφαλος έχει βραχυνθεί, άρα δεν είναι ικανός να προκαλέσει ενεργητική τάση στην άρθρωση. Για να παραχθεί κίνηση στις τελευταίες 15° έκτασης, ο τετρακέφαλος πρέπει εξισορροπήσει τη μείωση του μοχλοβραχίονα και την έλλειψη ενεργητικής τάσης, προκαλώντας αύξηση της δραστηριότητας σε όλη την κινητική μονάδα (Levangie and Norkin, 2005).

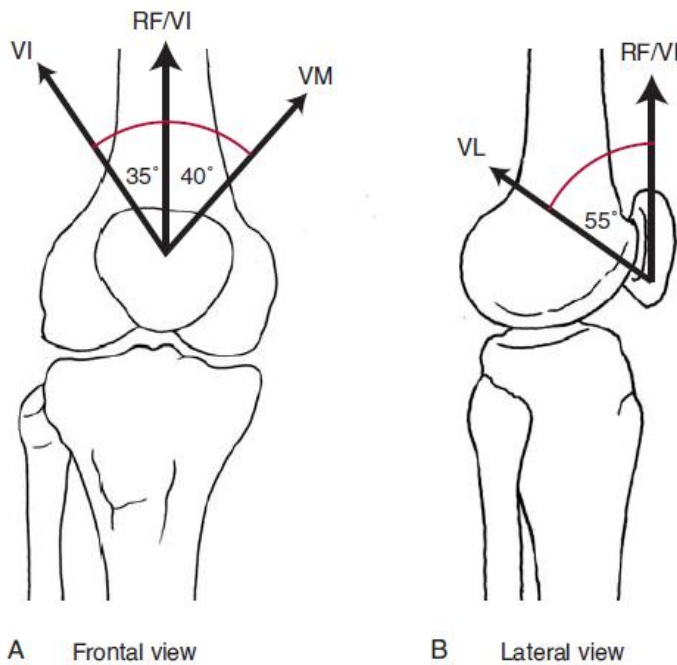


**Εικόνα 1.11.** Περιοχές πίεσης της επιγονατίδας ανάλογα με την γωνία κάμψης (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005)

### 1.13. Τετρακέφαλος μηριαίος μυς

Οι τέσσερις μύες που αποτελούν τον τετρακέφαλο μηριαίο μυ, ενεργούν ως εκτεινόντες του γόνατος, έχουν όμως διαφορετικές μεταξύ τους κατευθύνσεις έλξης (Levangie and Norkin, 2005). Η γραμμή έλξης του έξω πλατύ βρίσκεται 12° με 15° εξωτερικά από τον άξονα του μηριαίου οστού, με τις περιφερικές άκρες του μυός να έχουν τη μεγαλύτερη γωνίωση (Lieb and Perry, 1968). Ο μέσος πλατύς είναι ο πιο ενεργός από τους τρεις πλατείς κατά το μεγαλύτερο μέρος της τροχιάς της έκτασης του γόνατος (Hamilton and Luttgens, 2003; Levangie and Norkin, 2005), καθώς οι ίνες του είναι παράλληλες με τον άξονα του μηριαίου. Η γωνία έλξης του έσω πλατύ καθορίζεται ανάλογα με το ποιο μέρος του μυός αξιολογείται. Οι κεντρικότερες ίνες του έλκουν υπό μια γωνία 15° με 18°, ενώ οι περιφερικότερες με γωνία 50° έως 55° (Lieb and Perry, 1968). Άλλοι ερευνητές αργότερα αξιολόγησαν ότι ο έξω πλατύς έλκει την άρθρωση εξωτερικά με γωνία 35° και ο έσω πλατύς εσωτερικά με γωνία 40° (Powers et al., 1998), ενώ άλλοι ότι ο έσω πλατύς έλκει εσωτερικά με γωνία 50° έως 65° (Bose et al., 1980; Koskinen and Kujala, 1992; Raimondo et al., 1998). Η διαφορετική κατεύθυνση των ανώτερων και των κατώτερων ινών του έσω πλατύ οδήγησε τους ερευνητές στο διαχωρισμό του μυός σε δύο μέρη: οι ανώτερες ίνες αναφέρονται ως Μακρύς Έσω Πλατύς (Vastus Medialis Longus - VML) και οι κατώτερες ίνες ως Λοξός Έσω Πλατύς (Vastus Medialis Obliquus - VMO), χωρίς να παύουν να αποτελούν μέρη του ίδιου μυός. Έχει βρεθεί όμως ότι ο VMO δρα ως ο κύριος ενεργός σταθεροποιητής της επιγονατίδας εσωτερικά (Lieb and Perry, 1968; Fulkerson 1997; Grelsamer and McConnell, 1998), γι' αυτό το λόγο πολλοί ερευνητές τα

τελευταία χρόνια έχουν επικεντρωθεί στην προσπάθεια να επιτύχουν τη μεμονωμένη δραστηριοποίησή του, σε ασθενείς που αντιμετωπίζουν συμπτώματα επιγονατιδομηριαίου πόνου (Hubbard et al., 1997; Glenn and Samojla, 2002). Αντίστοιχα, και ο έξω πλατύς μυς έχει διαχωριστεί σε δύο μέρη (Javadpour et al., 1991; Bevilaqua-Grosso et al., 1997). Ο μακρύς έξω πλατύς (Vastus Lateralis Longus – VLL) και ο λοξός έξω πλατύς (Vastus Lateralis Obliquus – VLO) χωρίζονται από μία περιτονία. Θεωρείται ότι ο μακρύς έξω πλατύς έλκει την επιγονατίδα υπό γωνία  $13,6^\circ$ , ενώ ο λοξός έξω πλατύς υπό γωνία  $50,4^\circ$  σε σχέση με τον άξονα του μηριαίου οστού (Bevilaqua-Grosso et al., 1997). Ολόκληρος ο τετρακέφαλος μυς έλκει εξωτερικά περίπου  $7^\circ$  με  $10^\circ$  και προς τα πάνω περίπου  $3^\circ$  με  $5^\circ$  την άρθρωση του γόνατος σε σχέση με τον λοξό άξονα του μηριαίου οστού (Lieb and Perry, 1968) (Εικόνα 1.12).



**Εικόνα 1.12.** Γωνίες έλξης των 4 κεφαλών (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005).

**Πίνακας 1.3.** Δυναμική σταθεροποίηση της επιγονατίδας (Waryasz and McDermott, 2008;Dixit et al, 2007;Tuong et al, 2011)

Δυναμική έξω σταθεροποίηση	Δυναμική έσω σταθεροποίηση	Δυναμική κεντρική σταθεροποίηση
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Έξω πλατύς μυς</li> <li>2. Λαγονοκνημιαία ταινία</li> <li>3. Δικέφαλος μηριαίος</li> </ol>	Λοξός έσω πλατύς μυς	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Τένοντας τετρακεφάλου</li> <li>2. Επιγονατιδικός τένοντας</li> </ol>

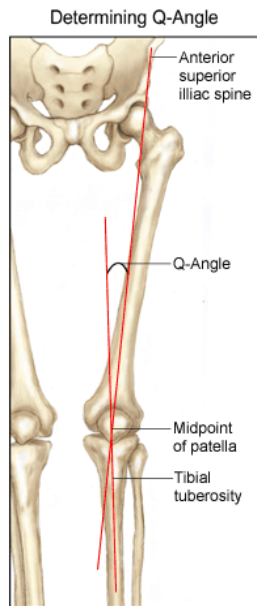
**Πίνακας 1.4.** Στατική σταθεροποίηση της επιγονατίδας (Waryasz and McDermott, 2008;Dixit et al, 2007;Tuong et al, 2011)

Στατική έξω σταθεροποίηση	Στατική έσω σταθεροποίηση	Στατική κεντρική σταθεροποίηση
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Έξω επιγονατιδομηριαίος σύνδεσμος</li> <li>2. Έξω επιγονατιδοκνημιαίος σύνδεσμος</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Έσω επιγονατιδομηριαίος σύνδεσμος (MPFL)</li> <li>2. Έσω μηνισκοεπιγονατιδικός σύνδεσμος (MPML)</li> <li>3. Έσω επιγονατιδοκνημιαίος σύνδεσμος (MPTL)</li> <li>4. Έσω πλάγιος σύνδεσμος</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αρθρικός θύλακας</li> <li>2. Μηριαία τροχιλία</li> </ol>

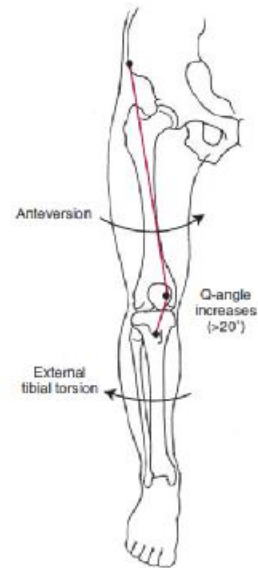
#### 1.14. Γωνία Q

Η γωνία έλξης του τετρακεφάλου ή γωνία Q (από τη λέξη quadriceps = τετρακέφαλος) καθορίζει τη φυσιολογική ευθυγράμμιση της επιγονατίδας, όταν της ασκείται συνδυαστικά έλξη από τον τετρακέφαλο και τον επιγονατιδικό τένοντα (Kisner and Colby, 2003;Brattstrom 1964;Hungerford and Barry, 1979). Η γωνία θεωρείται σημαντική επειδή δείχνει κατά πόσο έλκεται προς τα έξω η επιγονατίδα κατά την σύσπαση του τετρακεφάλου (Horton and Hall, 1989;Kisner and Colby, 2003). Οι φυσιολογικές τιμές της ποικίλλουν από 8° έως 17° (Hamilton and Luttgens, 2003;Brattstrom, 1964;Horton and Hall, 1989). Οι γυναίκες εμφανίζουν μεγαλύτερη γωνία Q πιθανόν λόγω της ευρύτερης λεκάνης τους ή λόγω του ότι ο λόγος του εύρους της λεκάνης προς το μήκος του μηριαίου οστού είναι μεγαλύτερος στις γυναίκες σε σχέση με τους άντρες (Hamilton and Luttgens, 2003;Outerbridge 1964;Horton and Hall, 1989). Σχηματίζεται από δύο ευθείες που τέμνονται στο κέντρο της επιγονατίδας: η πρώτη ξεκινά από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα και η δεύτερη από τη μεσότητα του κνημιαίου κυρτώματος (Hamilton and Luttgens, 2003;Brattstrom

1964;Horton and Hall, 1989).



(α)



(β)

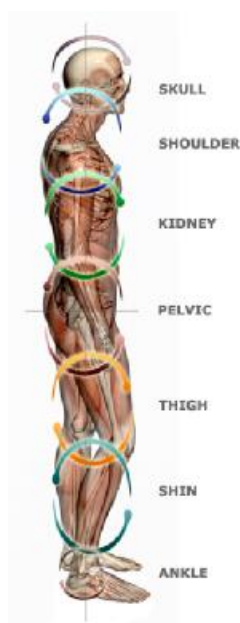
**Εικόνα 1.13.** (α) Γωνία Q ([www.leadingmd.com](http://www.leadingmd.com)) (β) Αύξηση γωνίας Q (τροποποιημένο από Levangie and Norkin, 2005).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> - Ανοικτή και κλειστή κινητική αλυσίδα

### 2.1. Εισαγωγή

Η έννοια των κινητικών αλυσίδων προήλθε αρχικά από θεωρίες μηχανολόγων – μηχανικών και αργότερα ενσωματώθηκε στην περιγραφή των κινήσεων του ανθρώπινου σώματος. Κάθε άκρο μπορεί να παρομοιαστεί ως κομμάτι μίας αλυσίδας, η οποία αποτελείται από μία σειρά σκληρών τμημάτων, που συνδέονται μέσω μίας σειράς αρθρώσεων (Steindler 1977). Αναφέρθηκε ότι όταν ο άκρος πόδας ή η άκρα χείρα συναντούν αντίσταση, ή είναι ακινητοποιημένα, η μυϊκή επιστράτευση και οι κινήσεις των αρθρώσεων εκτελούνται διαφορετικά, σε σχέση με όταν το άκρο κινείται ελεύθερο στο χώρο. Εξαιτίας αυτής της παρατήρησης, δημιουργήθηκαν δύο συστήματα: το ανοικτό και το κλειστό (Steindler 1977). Κλειστή κινητική αλυσίδα ονομάζεται όταν το άκρο συναντά αντίσταση και η κίνηση της μίας άρθρωσης επιφέρει προβλέψιμη κίνηση στις υπόλοιπες αρθρώσεις του άνω ή του κάτω άκρου. Ανοικτή κινητική αλυσίδα ονομάζεται όταν το άκρο είναι ελεύθερο να κινηθεί στον χώρο, χωρίς να υπάρχει προβλέψιμη συνεπαγωγική κίνηση στο υπόλοιπο άκρο (Steindler 1977; Bunton et al., 1993).



Εικόνα 2. 1. Εφαρμογή της αλυσίδας στο ανθρώπινο σώμα ([www.kineticchainspecialist.com](http://www.kineticchainspecialist.com)).

## 2.2. Ανοικτή κινητική αλυσίδα

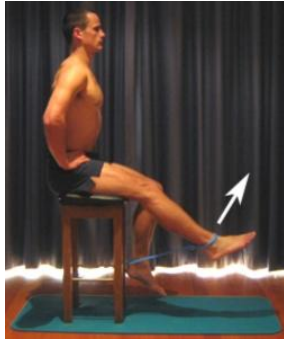
Η ανοικτή κινητικής αλυσίδα (ΑΚΑ) είναι ένας συνδυασμός από διαδοχικά διατεταγμένες αρθρώσεις όπου το περιφερικό τμήμα κινείται ελεύθερο (Steindler 1977). Η κίνηση παράγεται στην κατάφυση του μυός μιας και η έκφυση παραμένει σταθεροποιημένη. Συνήθως η δραστηριότητα πραγματοποιείται σε μια μεμονωμένη άρθρωση για την βελτίωση της δύναμης ή του εύρους τροχιάς της (Hillman 1994). Για αυτό το λόγο οι ασκήσεις ΑΚΑ προτιμούνται στα πρωτόκολλα ενδυνάμωσης κατά την αποκατάσταση. (DeHaven et al., 1979; Gerrard 1989; McConnell 1986 ) Κατά την διάρκεια της ΑΚΑ μπορεί να εφαρμοστεί ισοκινητική άσκηση και έλεγχος, δίνοντας έτσι πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή ροπής της συγκεκριμένης άρθρωσης (Augustsson et al., 1998).

### Ασκήσεις ανοικτής κινητικής αλυσίδας

1. Έκταση του γόνατος από καθιστή θέση ή από ύπτια θέση με το άκρο έξω από το κρεβάτι.
2. Ανύψωση ευθειαςμένου σκέλους (SLR)
3. Ασκήσεις με τη χρήση ελαστικού ιμάντα
4. Ασκήσεις με αυξημένη αντίσταση (βάρους-μηχάνημα)
5. Άσκηση με χρήση ισοκινητικού μηχανήματος



Εικόνα 2. 2. Άσκηση ανύψωσης ευθειαςμένου σκέλους ([www.emedicinehealth.com](http://www.emedicinehealth.com))



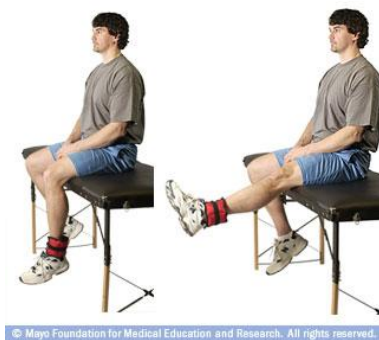
Εικόνα 2. 3. Ασκήσεις με χρήση ελαστικού μιάντα ([www.falldown7timesgetup8justdontgiveup.blogspot.com](http://www.falldown7timesgetup8justdontgiveup.blogspot.com))



Εικόνα 2. 4. Άσκηση έκτασης γόνατος από καθιστή θέση ([www.emedicinehealth.com](http://www.emedicinehealth.com))



Εικόνα 2. 5. Άσκηση με χρήση ισοκινητικού μηχανήματος (<http://www.biodex.com>)



Εικόνα 2. 6. Άσκηση έκτασης γόνατος με χρήση πρόσθετου βάρους (<http://www.riversideonline.com>)

### 2.3. Κλειστή κινητική αλυσίδα

Η κλειστή κινητική αλυσίδα (ΚΚΑ) είναι ένα σύστημα όπου το περιφερικό τμήμα δεν μπορεί να κινηθεί ελεύθερο γιατί συναντά μεγάλη αντίσταση ή βρίσκεται ακινητοποιημένο (Steindler, 1955). Η κατάφυση του μυός βρίσκεται σταθεροποιημένη και ο μυς ενεργοποιεί την έκφυση για την παραγωγή κίνησης. Οι ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας (ΚΚΑ) χρησιμοποιούνται σε διάφορους συνδυασμούς μειομετρικών και πλειομετρικών συστολών όπου πραγματοποιούνται ταυτόχρονα σε διαφορετικές μυϊκές ομάδες και παράγουν κίνηση σε πολλά επίπεδα, σε κάθε μία από τις αρθρώσεις της κινητικής αλυσίδας. Οι δραστηριότητες αυτές απαιτούν συγχρονισμό μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών (Grahm, Gehlsen and Edwards, 1993). Κατά την διάρκεια μιας φυσιολογικής κίνησης η συνσύσπαση των αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών σταθεροποιούν την άρθρωση (Wilk et al., 1996), μειώνουν τις διατμητικές δυνάμεις που εφαρμόζονται στην άρθρωση και προστατεύουν τα μαλακά μόρια από τυχόν τραυματισμούς (Harter 1995; Hopkins et al, 1999; Kaland et al. 1990; Renstrom et al., 1986; Solomonow et al., 1987). Είναι ασφαλέστερες γιατί δεν παράγουν μεγάλες φορτίσεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Shellbourne and Nitz., 1990; Heintjes et al., 2005). Η χρήση των ασκήσεων ΚΚΑ ευνοεί την επιγονατιδομηριαία άρθρωση γιατί λόγω των δυνάμεων που εφαρμόζονται, μειώνεται η ενδοαρθρική πίεση. Επίσης, όταν το γόνατο βρίσκεται σε 45° κάμψης ενισχύεται η σταθερότητα της άρθρωσης και επιπλέον η επιγονατίδα εφαρμόζει κατάλληλα μέσα στην μηριαία τροχιλία, κάτι που κάνει ιδανικές τις συνθήκες για την εκτέλεση της κίνησης (Manske and Davies, 2003). Έχουν πολύ καλή εφαρμογή στην αποκατάσταση των τραυματισμών του κάτω άκρου (Wawrzyniak, Tracy, and Catizone, 1996) επειδή αφορούν δραστηριότητες φόρτισης (Voight and Cook., 1995). Επίσης, λόγω της προσομοίωσης των ασκήσεων ΚΚΑ με διάφορες αθλητικές δραστηριότητες, προτιμούνται στην λειτουργική αποκατάσταση αθλητών (Snyder-Mackler 1995). Επιπλέον, προσομοιάζουν διάφορες λειτουργικές δραστηριότητες και για αυτόν το λόγο κατά την εκτέλεση τους επιστρατεύουν ταυτόχρονα πολλές αρθρώσεις και μύες σε διάφορα επίπεδα κίνησης (Rivera 1994). Με αυτόν τον τρόπο βοηθούν και στην αύξηση της ιδιοδεκτικότητας (Bunton, Pitney and Kane, 1993; Stensdotter 2003). Σε περιπτώσεις τραυματισμού όπου υπάρχουν συμπτώματα πόνου, οιδήματος, μυϊκής αδυναμίας ή περιορισμού του εύρους κίνησης, το προβλεπόμενο κινητικό πρότυπο της δραστηριότητας της ΚΚΑ μπορεί να μην είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί.

**Πίνακας 2.1.** Τα χαρακτηριστικά σημεία των ασκήσεων ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδα.

Ανοικτή κινητική αλυσίδα	Κλειστή κινητική αλυσίδα
∅ αυξημένες επιταχυντικές δυνάμεις	∅ αυξημένες συμπιεστικές δυνάμεις στις αρθρώσεις
∅ ελαττωμένες δυνάμεις αντίστασης	∅ αυξημένη προσέγγιση των αρθρώσεων ⇒ σταθερότητα
∅ αυξημένες στροφικές δυνάμεις και δυνάμεις απομάκρυνσης	∅ ελάττωση των επιταχυντικών δυνάμεων
∅ αύξηση της μηχανικής παραμόρφωσης της άρθρωσης	∅ μεγάλες δυνάμεις αντίστασης
∅ αύξηση των μυϊκών μηχανοϋποδοχέων της άρθρωσης	∅ ελάττωση των επιβραδυντικών δυνάμεων
∅ δυνάμεις πλειομετρικής επιβράδυνσης	∅ διέγερση των ιδιοδεκτικών υποδοχέων
∅ δυνάμεις μειομετρικής επιτάχυνσης	∅ βελτίωση της δυναμικής σταθερότητας

## Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδα



**Εικόνα 2.7.** (α), (β) Ημικάθισμα (α: [www.msd.com.mx](http://www.msd.com.mx) ) ,

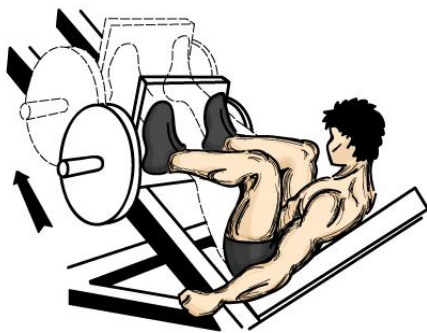
(β: [www.theridgeathleticclub.wordpress.com](http://www.theridgeathleticclub.wordpress.com))



**Εικόνα 2. 8.** Ημικάθισμα με ταυτόχρονη ολίσθηση σε τοίχο ([www.clinicalrehabspecialists.com](http://www.clinicalrehabspecialists.com))



**Εικόνα 2. 9.** Πρόσθια προβολή ([www.myfitnesstunes.com](http://www.myfitnesstunes.com))



**Εικόνα 2. 10.** Άσκηση με πρέσα για τα κάτω άκρα ([www.building-muscle101.com](http://www.building-muscle101.com))



**Εικόνα 2. 11.** Άνοδος σκάλας μέσω ειδικού μηχανήματος ([www.auuuu.com](http://www.auuuu.com))



**Εικόνα 2. 12.** Άσκηση τελικής έκτασης γόνατος με χρήση ελαστικού μάντα (Prentice 2007)



**Εικόνα 2. 13.** Άσκηση σε στατικό ποδήλατο ([www.ellipticalmachineprice.com](http://www.ellipticalmachineprice.com))



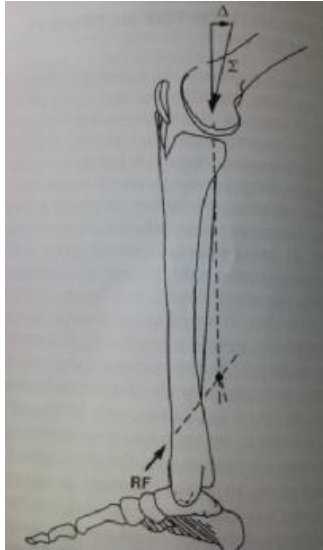
Εικόνα 2. 14. Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας ([www.sportsphysio.ie](http://www.sportsphysio.ie))

#### 2.4. Εμβιομηχανική ανάλυση των δραστηριοτήτων ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας, στην άρθρωση του γόνατος.

Οι ασκήσεις ΑΚΑ και οι ασκήσεις ΚΚΑ ασκούν διαφορετική εμβιομηχανική επίδραση στις αρθρώσεις του κάτω άκρου (Cook, Zimmerman, Lux, et al. 1992). Δραστηριότητες όπως η βόδιση και το τρέξιμο χρειάζονται συντονισμό και συνεργασία των αρθρώσεων και των μυών του κάτω άκρου. Η πραγματοποίηση μιας από αυτές τις δραστηριότητες απαιτεί κίνηση σε πολλά επίπεδα και σταθερότητα σε κάθε μια επιμέρους άρθρωση του κάτω άκρου (Rivera 1994).

Οι δυνάμεις που δρουν γύρω από το γόνατο είναι η διατμητική και η συμπιεστική δύναμη (Palmitier, Kai-Nan, Scott et al., 1991). Η διατμητική δύναμη εφαρμόζεται με κατεύθυνση προς τα πίσω όπου και θα προκαλούσε μετατόπιση της κνήμης προς τα εμπρός αν δεν επηρεαζόταν από μαλακά μέρια (πχ. πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος). Η συμπιεστική δύναμη έχει κατεύθυνση προς τον επιμήκη άξονα της κνήμης. (Εικόνα 2.15)





Εικόνα 2. 15. Τα διανύσματα της διατμητικής ( $\Delta$ ) και της συμπιεστικής ( $\Sigma$ ) δύναμης (Prentice 2007)

#### Ασκήσεις ανοικτής κινητικής αλυσίδας

Σε μια άσκηση ΑΚΑ από καθιστή θέση με την αντίσταση να εφαρμόζεται στο περιφερικό άκρο της κνήμης, οι δυο δυνάμεις μεγιστοποιούνται. Όταν η αντίσταση εφαρμοστεί πιο κεντρικά, η διατμητική δύναμη, όπως και η συμπιεστική, ελαττώνονται. Αν η αντίσταση εφαρμοστεί περισσότερο αξονικά τότε η διατμητική δύναμη είναι σε χαμηλά επίπεδα. Αν η ίδια δύναμη εφαρμοστεί σε συνδυασμό με μια συνσύσπαση των οπίσθιων μηριαίων, ελαχιστοποιείται η διατμητική δύναμη. Σε ασκήσεις ΑΚΑ με έκταση γόνατος από καθιστή θέση, η δύναμη αντίστασης εφαρμόζεται περιφερικά της κνήμης και παράγει ροπή κάμψης μόνο στο γόνατο. Αυτό εμποδίζει την συνσύσπαση των οπίσθιων μηριαίων οπότε παράγεται μέγιστη διατμητική δύναμη στην άρθρωση του γόνατος. Κατά την ισομετρική κάμψη και έκταση του γόνατος στις  $30^\circ$  και  $60^\circ$  σε ΑΚΑ, οι διατμητικές δυνάμεις είναι μεγαλύτερες από αυτές που πραγματοποιούνται σε ασκήσεις ΚΚΑ (Lutz, Stuart and Franklin., 1990). Σε ασκήσεις έκτασης γόνατος από τις  $90^\circ$  κάμψης προς πλήρη έκταση, σε ανοικτή κινητική αλυσίδα, η ροπή κάμψης μειώνεται καθώς το γόνατο εκτείνεται, οπότε αυξάνεται η τάση στο τετρακέφαλο και τον επιγονατιδικό τένοντα. Συνεπώς υπάρχει αύξηση στις δυνάμεις αντίδρασης στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, με τη μέγιστη τιμή να παρατηρείται στις  $36^\circ$  κάμψης του γόνατος (Fu, Woo and Irrgang, 1992). Όσο το γόνατο κινείται προς πλήρη έκταση, τόσο ελαττώνεται η επιφάνεια επαφής της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης, οπότε αυξάνεται η πίεση (Barrata et al. 1988;Hungerford et al., 1979).

#### Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας

Οι ασκήσεις ΚΚΑ προκαλούν την συστολή των οπίσθιων μηριαίων μέσω της παραγωγής ροπής κάμψης στο ισχίο και το γόνατο, ενώ οι οπίσθιοι μηριαίοι σταθεροποιούν το ισχίο και ο τετρακέφαλος το γόνατο (Tang, Chen et al., 2001). Η συνσύσπαση των οπίσθιων μηριαίων μυών συμβάλλει στην αντιστάθμιση της τάσης του τετρακέφαλου να μετατοπίσει την κνήμη προς τα εμπρός. Όταν η δύναμη αντίστασης κατευθύνεται αξονικά σε σχέση με την κνήμη, η συνσύσπαση των οπίσθιων μηριαίων είναι αποτελεσματική για την ελάττωση της διατμητικής δύναμης (Palmitier, Kai-Nan, Scott et al., 1991). Αρκετοί μελετητές έχουν δείξει ότι η συνσύσπαση των οπίσθιων μηριαίων οδηγεί στην σταθεροποίηση της άρθρωσης και την ελάττωση των διατμητικών δυνάμεων (Hopkins et al., 1999;Kaland et al., 1990;Renstrom et al., 1986;Solomonow et al., 1987;Wilk et al., 1996). Η τάση των οπίσθιων μηριαίων μπορεί να αυξηθεί εάν ο κορμός έρθει σε μια ελαφριά κάμψη προς τα εμπρός. Ο κορμός, καθώς έρχεται προς τα εμπρός, μετακινείται το κέντρο βάρους και έτσι, ελαττώνοντας τη ροπή κάμψης στο γόνατο, μειώνεται και η διατμητική δύναμη στο γόνατο και οι επιγονατιδομηριαίες συμπιεστικές δυνάμεις (Ohkoshi, Yasuda, K.Kaneda et al., 1991). Οι ασκήσεις ΚΚΑ προσπαθούν να ελαττώσουν τη ροπή κάμψης στο γόνατο και να αυξήσουν τη ροπή κάμψης στο ισχίο. Η ροπή κάμψης αυξάνεται κατά την κάμψη του γόνατος, οπότε προκαλείται αύξηση τάσης στον τετρακέφαλο και τον επιγονατιδικό τένοντα και αύξηση των δυνάμεων αντίδρασης στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση. Επειδή όμως η επιγονατίδα έχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής με το μηριαίο οστό, η φόρτιση κατά την επαφή ελαχιστοποιείται (Barrata et al., 1988;Fu et al., 1992;Hungerford et al., 1979) γι' αυτό και προτιμούνται οι ασκήσεις ΚΚΑ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – Χονδροπάθεια της επιγονατίδας

### 3.1. Ιστορική αναδρομή της εμφάνισης της ασθένειας

Η επιγονατίδα και τα προβλήματα που την αφορούν έχουν προκαλέσει το ενδιαφέρον των ερευνητών από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Στις αρχές του αιώνα περιγράφηκαν για πρώτη φορά οι τραυματικές σχισμές του αρθρικού χόνδρου ως πηγή του πρόσθιου πόνου στην περιοχή του γόνατος (Budinger 1906). Ο όρος «χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας» εισήχθη από έναν ερευνητή, όταν παρατήρησε, κατά τη διάρκεια μιας αρθροτομής του γόνατος, εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου (Aleman 1928). Μερικά χρόνια αργότερα, αναφέρθηκε στην Αμερική η πρώτη περίπτωση μίας γυναίκας 21 χρονών, η οποία είχε χονδρομαλάκυνση επιγονατίδας και ο ερευνητής παρατήρησε ότι η γυναίκα έπασχε και από υπερβολική κινητικότητα της επιγονατίδας προς τα έξω (Kulowski 1933). Τα επόμενα χρόνια σε μία έρευνα σε 125 επιγονατίδες πτωμάτων (Owre 1936) περιγράφηκαν με λεπτομέρεια η ύπαρξη και η ανατομική θέση των αλλαγών στον αρθρικό χόνδρο των επιγονατίδων αυτών. Υπήρχε οίδημα και σχισμές του αρθρικού χόνδρου, αλλαγές οι οποίες φάνηκε ότι ήταν εξαρτώμενες από την ηλικία των πτωμάτων, καθώς βρέθηκαν σε ασθενείς που ήταν μεγαλύτεροι από 60 χρονών. Έτσι, πιστεύτηκε ότι ο πρόσθιος πόνος στην περιοχή του γόνατος προκαλείτο από εκφυλιστικές αλλαγές στον αρθρικό χόνδρο. Ομοίως, μία ακόμα έρευνα έδειξε ότι βρέθηκε 88% επίπτωση της χονδρομαλάκυνσης της επιγονατίδας σε μεγαλύτερους σε ηλικία ασθενείς (Heine 1926). Έτσι, η χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας θεωρείτο πρόδρομος της εκφυλιστικής αρθρίτιδας της επιγονατίδας (Scuderi 1995). Ακολούθησαν αρκετές έρευνες που υποστήριζαν αυτές τις πρώιμες μελέτες (Bennett et al., 1942; Emery and Meachim 1973; Casscells 1978; Goodfellow et al., 1976), με την τελευταία να αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «η χονδρομαλάκυνση έχει γίνει σχεδόν ο κανόνας για την τρίτη ηλικία».

Η χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας αποτελούσε πια κοινό εύρημα των μελετητών. Σε έρευνα που διήρκεσε 21 χρόνια βρέθηκε ότι μόνο το 23% του δείγματος 67 διαγεγνωσμένων αντρών με χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας εμφάνισε εντονότερα συμπτώματα με την πάροδο των χρόνων (Karlson 1940). Τη θεωρία ότι τα συμπτώματα της χονδρομαλάκυνσης επιδεινώνονται με την αύξηση της ηλικίας, αμφισβήτησαν κι άλλοι ερευνητές (Wiles et al., 1956). Οι ίδιοι ανέφεραν ότι δεν κατάφεραν να εκτιμήσουν τον τρόπο με τον οποίο η χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας μπορεί να προκαλέσει συμπτωματολογία στην άρθρωση του γόνατος. Πιο πρόσφατα, αναφέρθηκε ότι η φυσική ιστορία της πάθησης παρέμενε ασαφής και ότι ο βαθμός της δεν συσχετίζεται απαραίτητα με τα αναφερόμενα συμπτώματα που παρουσίαζαν οι

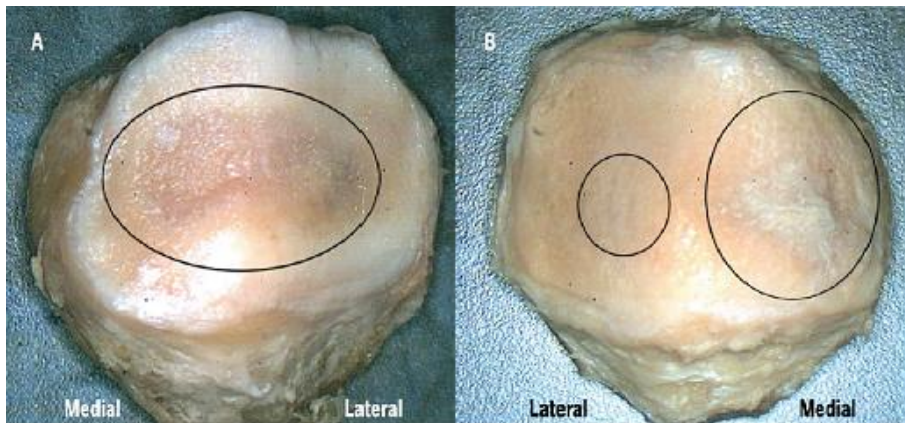
ασθενείς (Kelly and Insall, 1992).

Ο όρος χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας χρησιμοποιήθηκε λανθασμένα για να περιγράψει τον «πόνο πίσω από την επιγονατίδα». Η γενικευμένη περιγραφή αυτή ορίστηκε ως επιγονατιδομηριαίος πόνος. Ο όρος χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας θα έπρεπε να χρησιμοποιείται μόνο για την παθολογική εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου, η οποία είναι πιθανό να προκαλέσει επιγονατιδομηριαίο πόνο ή να υπάρχει χωρίς να εμφανίζεται συμπτωματολογία (Goodfellow et al., 1976; Abernethy et al., 1978; Radin 1979; Insall 1981).

### 3.2. Ορισμός

Ως χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας ορίζεται η παθολογική κατάσταση, κατά την οποία ο χόνδρος βρίσκεται σε ένα στάδιο μαλάκυνσης, το οποίο ακολουθείται από εκφύλιση, στη συνέχεια μερικά αποκοπή του και, τέλος, τη γυμνοποίηση του οστού από το χόνδρο (Nicholas 1986). Ο όρος, δηλαδή, αναφέρεται στην παθολογοανατομική εικόνα (Παπαδόπουλος και Γκούβας, 1988) (Εικόνα 3.1).

Ως χονδροπάθεια της επιγονατίδας ορίζεται το κλινικό επώδυνο σύνδρομο, το οποίο οφείλεται στη χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας (Παπαδόπουλος και Γκούβας, 1988).



Εικόνα 3.1. Χονδρομαλάκυνση επιγονατίδας (τροποποιημένο από Gorniak 2009)

Η χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας χωρίζεται σε δύο είδη (Reid 1992, Goodfellow 1976):

1. Την «κλασική» εκφύλιση στην αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας και
2. Τη «βασική» εκφύλιση στα βαθύτερα στρώματα του χόνδρου της αρθρικής επιφάνειας της επιγονατίδας.

### 3.3. Στάδια της χονδροπάθειας της επιγονατίδας

Ο υγιής υαλοειδής χόνδρος της οπίσθιας επιφάνειας της επιγονατίδας φυσιολογικά έχει υποκίτρινο χρώμα, είναι λείος, γυαλιστερός και ελαστικός (Outerbridge 1961). Τα στάδια της πορείας της νόσου είναι τα εξής (Εικόνα 3.2):

- Στάδιο 1: το χρώμα του χόνδρου γίνεται θαμπό, ή ακόμα και ελαφρώς κιτρινωπό (Outerbridge 1961). Ο χόνδρος μαλακώνει και γίνεται οιδηματώδης (Outerbridge 1961;Vigorita and Morgan 1995). Παρουσιάζονται μικρές ρωγμές στο χόνδρο, αλλά τα χονδροκύτταρα είναι φυσιολογικά (Vigorita and Morgan, 1995). Ο χόνδρος δίνει την αίσθηση σπόγγου (*φυσσαλιδοποίηση*) (Reid 1992).
- Στάδιο 2: υπάρχει κατακερματισμός και σχισμές σε μία περιοχή με διάμετρο μικρότερη ή ίση με 1,27cm, χωρίς να επεκτείνονται στο υποχόνδριο οστό (Outerbridge 1961;Reid 1992).
- Στάδιο 3: υπάρχουν ρωγμές, κατακερματισμός και ινιδισμός του αρθρικού χόνδρου, με την έκταση της εκφύλισης να είναι μεγαλύτερη από 1,27cm σε διάμετρο, καλύπτοντας μικρότερη επιφάνεια από το 50% της επιφάνειας της επιγονατίδας (Outerbridge 1961;Reid 1992). Παρατηρείται υπερδραστηριότητα και εκφύλιση των χονδροκυττάρων, με μερικά από αυτά να μετατρέπονται σε ινώδη ιστό (Vigorita and Morgan, 1995).
- Στάδιο 4: η εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου φθάνει μέχρι την επιγονατίδα, καταλαμβάνοντας >50% της επιφάνειας του χόνδρου της επιγονατίδας (Outerbridge 1961;Reid 1992;Vigorita and Morgan, 1995).

Σε μία έρευνα βρέθηκε ότι η εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου ακολουθεί την εξής πορεία (Abernethy 1978):

1. Η επιγονατίδα δεν εμφανίζει εκφύλιση στην έσω και στην έξω επιφάνεια (στάδιο 0 και στις δύο επιφάνειες)
2. Στάδιο 1 στην εσωτερική επιφάνεια του αρθρικού χόνδρου, με στάδιο 0 στην εξωτερική επιφάνεια
3. Σε μεγαλύτερες ηλικίες, βρέθηκαν στάδια 1 και 2 στην εσωτερική επιφάνεια, με στάδιο 1 στην εξωτερική επιφάνεια.
4. Στάδια 1 και 2 στην εσωτερική επιφάνεια , με στάδια 2 και 3 στην εξωτερική
5. Στάδιο 3 στην εσωτερική επιφάνεια με στάδιο 4 στην εξωτερική
6. Στάδιο 4 και στις δύο επιφάνειες.

**Πίνακας 3.1.** Κατηγοριοποίηση από International Cartilage Repair Society

Στάδιο 0 : (φυσιολογικός) υγιής χόνδρος
Σταδιο 1: ο χόνδρος έχει μαλάκυνση σε μικρό μέρος ή φυσαλίδες
Σταδιο 2: μικρές σχισμές είναι ορατές στον χόνδρο
Σταδιο 3: οι βλάβες έχουν προκαλέσει βαθιές ρωγμές (>50% του χόνδρου)
Σταδιο 4: οι ρωγμές του χόνδρου αποκαλύπτουν το υποκείμενο οστό



**Εικόνα 3.2.** Στάδια χονδρομαλάκυνσης (www. physio-footclinics.com/)

### 3.4. Επιδημιολογία Χονδροπάθειας της Επιγονατίδας

Η χονδροπάθεια της επιγονατίδας πολύ συχνά συγχέεται με τον γενικότερο όρο «επιγονατιδομηριαίος πόνος» (McConnell 1985;Thomee et al., 1999;Tuong et al., 2011) ή «πρόσθιος πόνος στο γόνατο» (Gomoll et al., 2006), ενώ, στην ουσία, χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας υπάρχει, όντως, μόνο σε μέρος των ασθενών που παρουσιάζονται με κλινική εκδήλωση πόνου στην περιοχή του γόνατος ή της επιγονατίδας (Reid 1993;Merchant 1988;Cutbill et al., 1997) (Εικόνα 3.3). Για το λόγο αυτό, δεν υπάρχουν σαφείς επιδημιολογικές καταγραφές όσον αφορά την συχνότητα εμφάνισης της χονδροπάθειας της επιγονατίδας. Σε πολλές έρευνες, ωστόσο, έχει αναφερθεί ότι περίπου 1 στους 4 τραυματισμούς στην περιοχή του γόνατος επιφέρει επιγονατιδομηριαίο πόνο (Baquie and Brukner, 1997;Deveraux and Lachman, 1984;Thomee et al., 1999;McConnell 1986).

Σε έρευνες που έχουν γίνει, έχει υπολογιστεί ότι στην Κίνα η συχνότητα εμφάνισης της χονδροπάθειας είναι 36,2% (Guo et al., 1998), ενώ στην Αμερική, σε περίπου 900.000 ανθρώπους κάθε χρόνο παρατηρούνται βλάβες αρθρικού χόνδρου (Pylawka et al., 2006). Οι βλάβες του αρθρικού χόνδρου στην περιοχή του γόνατος συμβαίνουν, κυρίως, στον έσω μηριαίο κόνδυλο με ποσοστό 58% των συνολικών βλαβών, ενώ ακολουθούν οι βλάβες στον έξω μηριαίο κόνδυλο και στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Pylawka et al., 2006). Σε μία ανασκοπική έρευνα όπου μελετήθηκαν συνολικά 31.516 αρθροσκοπήσεις του γόνατος, βρέθηκε ότι το 63% των ασθενών εμφάνιζε βλάβες στον αρθρικό χόνδρο. Το 41% εξ αυτών είχαν βλάβες 3<sup>ου</sup> βαθμού, ενώ το 19% είχαν βλάβες 4<sup>ου</sup> βαθμού. Στους ασθενείς κάτω των 40 ετών, όμως, οι βλάβες 4<sup>ου</sup> βαθμού αποτελούσαν μόνο το 5% των συνολικών, ενώ το 36,6% αυτών δεν παρουσίαζαν κάποια συνοδή συνδεσμική παθολογία στο γόνατο (Curl et al., 1997). Σε μία πιο πρόσφατη έρευνα, ανάμεσα σε 5.233 αρθροσκοπήσεις, το 57,3% εμφάνιζε βλάβες στον αρθρικό χόνδρο, με το 5,2% εξ αυτών να αποτελείται από βλάβες 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> βαθμού. Οι πιο συχνές περιοχές εμφάνισης των βλαβών αυτών ήταν στην αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας κατά 37,5% και στον έσω μηριαίο κόνδυλο κατά 32,2% (Widuchowski et al., 2008).



Εικόνα 3.3. Χονδρομαλάκυνση επιγονατίδας (τροποποιημένο από [www.adam.com](http://www.adam.com)).

Παρ' όλα αυτά, η συχνότητα εμφάνισης βλαβών αρθρικού χόνδρου στην επιγονατιδομηριαία διάρθρωση είναι αντικείμενο διαμάχης ανάμεσα στους ερευνητές, εφόσον είναι άγνωστο τι ποσοστό από αυτές επιφέρει αρκετά συμπτώματα ώστε να ζητήσουν οι ασθενείς εκτίμηση από ειδικούς (Gomoll et al., 2006). Σε δύο μελέτες που έχουν γίνει ανάμεσα σε ασυμπτωματικούς, επαγγελματίες παίκτες καλαθοσφαίρισης στην Αμερική, βρέθηκε ότι περίπου το 50% από αυτούς εμφάνιζαν βλάβες στον αρθρικό χόνδρο της άρθρωσης, με βλάβες στη μηριαία τροχλία σε ποσοστό 25% και στις δύο έρευνες και 35% στην αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας στη μία (Kaplan et al., 2005; Walczak et al., 2008). Επίσης, σε άλλες έρευνες έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να υπάρχουν ασθενείς που να εμφανίζουν επιγονατιδομηριαίο πόνο με υποψία χονδροπάθειας της επιγονατίδας και συνεχή συμπτωματολογία, αλλά αυτή τους η εικόνα να μην συνοδεύεται από χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας κατά την αρθροσκοπική τους εξέταση ή διαγνωστικής απεικόνισης μέσω MRI (Fulkerson 2002; Leslie and Bentley, 1978; Pihlajamäki et al., 2010; Fredericson 2001). Τέλος, μία ασυμπτωματική εικόνα μπορεί πάντα να εξελιχθεί σε συμπτωματική, ενώ παράλληλα, μία επιφανειακή βλάβη στον αρθρικό χόνδρο μπορεί να μετατραπεί σε βλάβη μεγαλύτερου βάθους και έκτασης (Lewis et al., 2006).

Η χονδροπάθεια, λοιπόν, της επιγονατίδας πιστεύεται ότι εμφανίζεται στους έφηβους και τους νεαρούς ενήλικους (ηλικίες 10-35 ετών) και ότι προσβάλλει συχνότερα τις γυναίκες σε σχέση με τους άντρες σε αναλογία ερίπου 3:1 (Fox 1988; Lichota 2003; Muller and Snyder-Mackler 2000; Puniello 1993; Goodfellow et al., 1976; Al-Rawi and Nessian, 1997; Insall et al., 1976, Tauton et al., 2002). Κατά τη διάρκεια της εφηβείας, κυρίως κατά την απότομη ανάπτυξη του οργανισμού, ο αρθρικός χόνδρος πολλαπλασιάζεται ανεπαρκώς



σε σχέση με το ρυθμό ανάπτυξης που φυσιολογικά επικρατεί. Σαν αποτέλεσμα, η δημιουργία των κολλαγόνων ινών του αρθρικού χόνδρου διαταράσσεται. Έτσι, οι δυνάμεις που ασκούνται στον αρθρικό χόνδρο ασκούν διαφορετικές ροπές απ' ότι σε μία φυσιολογική άρθρωση, προκαλώντας περαιτέρω εκφύλιση μετά από κάθε κίνηση. (Welsh 1985). Η διαφορά ανάμεσα στους άντρες και στις γυναίκες εξηγείται από το γεγονός ότι οι συμπιεστικές δυνάμεις που ασκούνται στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση είναι κατά 20% μεγαλύτερες στις γυναίκες, εξαιτίας του μηχανικού μειονεκτήματος που προκαλείται από τον μικρό μοχλοβραχίονα ροπής του μηριαίου τους και από την μικρότερη επιφάνεια επαφής μεταξύ των αρθρικών επιφανειών, λόγω των πιο μικρών διαστάσεων των οστικών τους κατασκευών (Balci et al., 2009; Horton and Hall, 1989). Ανάμεσα στους αθλητές πιστεύεται ότι έχει μεγάλη επίπτωση (Puniello 1993; Zhang et al., 2003; Tuong et al., 2011). Κάποιοι υποστηρίζουν ότι συμβαίνει σχετικά στον ίδιο βαθμό στους άντρες αθλητές και στις γυναίκες αθλήτριες (Fox 1988), ενώ άλλοι ότι στους αθλητές, οι άντρες εμφανίζουν πιο συχνά παθολογία σε σύγκριση με τις γυναίκες (Levine 1979). Επιρρεπή στην χονδροπάθεια της επιγονατίδας θεωρούνται τα άτομα που κατά την καθημερινότητά τους ασκούν αυξημένες σε ποσό ή σε διάρκεια συμπιεστικές δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (DeHaven et al., 1979; Buff et al., 1988; Van Ejdident et al., 1986). Οι δυνάμεις που ασκούνται στην επιγονατίδα ποικίλλουν φυσιολογικά από μισή έως 7 φορές το βάρος του ανθρωπίνου σώματος στις διάφορες δραστηριότητες (Reilly and Martens, 1972). Οι αθλητές που απαιτούν διαρκή και επίμονη τάση στο γόνατο όπως οι δρομείς, οι χορευτές, οι ποδηλάτες, οι άλτες, οι αρσιβαρίστες, οι αντισφαιριστές, οι πετοσφαιριστές, οι ποδοσφαιριστές, οι καλαθοσφαιριστές αλλά και οι καθιστικές εργασίες όπως οι υπάλληλοι γραφείου και οι επαγγελματίες οδηγοί παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης χονδροπάθειας της επιγονατίδας (McMullen et al., 1990; Fox 1988; Παπαδόπουλος και Γκούβας, 1988; Host et al., 1995).

### 3.5. Αιτιολογία Χονδροπάθειας της Επιγονατίδας

Οι αιτιολογικοί παράγοντες για την εμφάνιση της χονδρομαλάκυνσης της επιγονατίδας παραμένουν αδιευκρίνιστοι (Monteiro-Pedro et al., 1997, Sacco et al., 2004; Cowan et al., 2002). Σύμφωνα με έρευνα, η χονδροπάθεια στην έξω πλευρά της οπίσθιας επιφάνειας της επιγονατίδας σχετίζεται με χρόνια στροφή της επιγονατίδας προς τα πάνω και έξω και, συνεπώς, εφαρμογή αυξημένης πίεσης στην εξωτερική επιφάνεια. Αντίθετα, η χονδροπάθεια της εσωτερικής επιφάνειας της επιγονατίδας σχετίζεται με την εξάρθρωσή της (Fulkerson 2004). Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που έχει παρατηρηθεί ότι δρουν επιβαρυντικά, είτε μεμονωμένα, είτε σε συνδυασμό:

1. Η λανθασμένη μηχανική της κίνησης της επιγονατίδας (Doxey 1987a): επηρεάζεται από το σχήμα της επιγονατίδας, της θέσης της, τη μυϊκή δύναμη που εφαρμόζεται στην επιγονατίδα, την λειτουργία των μη συσταλτών στοιχείων της άρθρωσης και την άνιση χρήση των επιφανειών της (Fullerton 1989)
2. Η κακή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας (Fredericson and Yoon., 2006; Fulkerson 2002; Dixit et al., 2007; Bentley and Dowd, 1984; Herting and Kessler, 2006; Lewis et al., 2006): μπορεί να προκληθεί από:
  - i. Αύξηση της γωνίας Q
  - ii. Μυϊκή ή περιτοναϊκή βράχυνση
  - iii. Μυϊκή αδυναμία
  - iv. Αυξημένη φορτία και μεγαλύτερη τροχιά κάμψης στην άρθρωση του γόνατος (Christensen 2001; Kisner and Colby, 2003)

Η κακή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας:

- θα προκαλέσει αύξηση της πίεσης στην οπίσθια επιφάνεια της επιγονατίδας και μείωση του πάχους του χόνδρου.
  - θεωρείται προδιαθεσικός παράγοντας για τον εκφυλισμό του αρθρικού χόνδρου, την εμφάνιση επιγονατιδομηριαίου πόνου και της χονδρομαλάκυνσης. (Bellemans 2003; Aminaka and Gribble, 2005 )
3. Άμεσος τραυματισμός της επιγονατίδας ή συνεχής καταπόνηση της άρθρωσης (σύνδρομο υπέρχεισης) (Insall et al., 1976; McMullen et al., 1990; Pylawka et al., 2006; Dixit et al., 2007; Yoshimi et al., 2007; Neusel and Graf, 1996; Fredericson and Yoon, 2006; Fulkerson 2002; Major and Helms, 2002; Christensen, 2001) : μπορούν να αυξήσουν την πίεση στον αρθρικό χόνδρο και στο υποχόνδρινο οστό, ειδικά αν η άρθρωση δέχεται επαναλαμβανόμενες και οξείες συγκρούσεις, όπως στροφικές φορτίσεις (Pylawka et al., 2006). Σε παίκτες καλαθοσφαίρισης επαγγελματικού ή κολλεγιακού επιπέδου έχει δειχθεί ότι υπάρχει αυξημένη συχνότητα εμφάνισης ανωμαλιών στον αρθρικό χόνδρο (50% σε ασυμπτωματικούς

αθλητές) στην άρθρωση του γόνατος, λόγω των εκτεταμένων και επίμονων φορτίων και μικροτραυματισμών που δέχονται τα γόνατά τους (Walczak et al., 2008;Major and Helms, 2002).

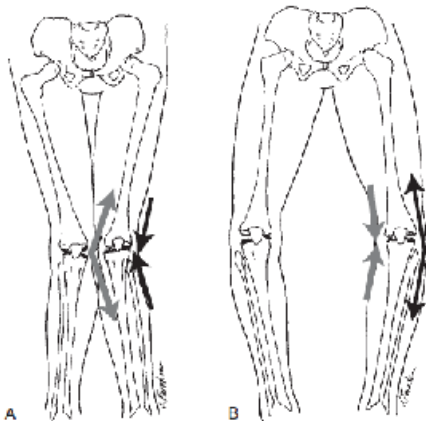
4. Αλλαγή στην γωνία Q: σε διάφορες έρευνες έχει υποστηριχθεί ότι αύξηση της γωνίας Q πέραν των φυσιολογικών ορίων, συμβάλλει στην περαιτέρω προς τα έξω μετατόπιση της επιγονατίδας (Mizuno et al., 2001;Horton and Hall, 1989;Duffey et al., 2000). Η προς τα έξω έλξη της επιγονατίδας είναι πιθανόν να ενισχύσει την εμφάνιση της χονδροπάθειας της επιγονατίδας (Horton and Hall, 1989;Insall et al., 1976). Η μετατόπιση της έλξης μακριά από το κέντρο της άρθρωσης, σχετίζεται με την συχνότητα εμφάνισης προβλημάτων στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση και στις περιαρθρικές δομές (Woodland and Francis, 1992). Έχει υποστηριχθεί ότι, αύξηση στην γωνία Q προκαλεί αλλαγή στην διανομή των πιέσεων ανάμεσα στα έξω και στα έσω διαμερίσματα της άρθρωσης του γόνατος, συμβάλλοντας πιθανόν στην εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου (Harrington 1983;Bruns et al., 1993;Huberti and Hayes, 1984). Σε μία έρευνα που έγινε, οι 7 γυναίκες από τις 12 του δείγματος είχαν μεγαλύτερες γωνίες Q από 20° και οι 4 είχαν ανάμεσα σε 15° και 20° (Hvid et al., 1981). Ομοίως, ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι και η μείωση της γωνίας Q προκαλεί αύξηση των πιέσεων που ασκούνται στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, προκαλώντας εκφυλιστικές παθολογικές αλλαγές στα ενδοαρθρικά στοιχεία (Huberti and Hayes, 1984). Αύξηση της γωνίας σχετίζεται με αυξημένες πιέσεις στα εξωτερικά στοιχεία της άρθρωσης που δέχονται τις φορτίσεις, ενώ η μείωση της γωνίας προκαλεί αύξηση της επαφής της κνήμης με τον έσω μηριαίο κόνδυλο, μέσω της ραιβής κατεύθυνσης που δίνει η μείωση της γωνίας στο γόνατο (Mizuno et al., 2001).
5. Γενικευμένη χαλαρότητα των συνδεσμικών στοιχείων της άρθρωσης: έχει αναφερθεί ότι η γενικευμένη συνδεσμική χαλαρότητα στην άρθρωση του γόνατος, μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση της κινητικότητας της επιγονατίδας. Αυτή η αύξηση θα προκαλούσε αλλαγή στον τρόπο ευθυγράμμισης της επιγονατίδας, με αποτέλεσμα να υπάρχει συμπτωματολογία χονδρομαλάκυνσης (Al-Rawi and Nessian, 1997). Οι γυναίκες έχουν περισσότερο χαλαρούς συνδέσμους από τους άντρες (Decoster et al., 1999), γεγονός που πιθανά συμβάλλει στην συχνότερη εμφάνιση χονδρομαλάκυνσης σε αυτές. Ομοίως, η μείωση της υπερεκτασιμότητας της άρθρωσης του γόνατος έχει βρεθεί ότι συμβάλλει στη βελτίωση των συμπτωμάτων της χονδρομαλάκυνσης (Walker and Schreck, 1978;Al-Rawi and Nessian, 1997). Οι καθέξην εξάρθρωσεις της επιγονατίδας, επίσης, επιφέρουν βλάβες στον αρθρικό χόνδρο (Insall et al., 1976;Shen et al., 2007;Galea and Albers, 1994). Σε έρευνα που έγινε σε 12 ασθενείς που παρουσίαζαν καθέξην εξάρθρωση της επιγονατίδας τους, βρέθηκαν βλάβες 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> βαθμού στον αρθρικό χόνδρο σε όλα

τα εξεταζόμενα γόνατα, κυρίως στην έσω και στην κεντρική οπίσθια επιφάνεια της επιγονατίδας, ενώ σε όλα τα γόνατα βρέθηκαν αλλοιώσεις στον έξω μηριαίο κόνδυλο (Shen et al., 2007). Η συνεχής αστάθεια της επιγονατίδας εξαρτάται από παράγοντες όπως η δυσπλασία των μηριαίων κονδύλων (Dejour et al., 1994; Koeter et al., 2007; Verdonk et al., 2005; Von Knoch et al., 2006; Shen et al., 2007), ανεπάρκεια των σταθεροποιητικών συνδέσμων και, κυρίως, του έσω επιγονατιδομηριαίου συνδέσμου (Davis and Fithian, 2002; Deie et al., 2003; Steiner et al., 2006), η «ψηλή» επιγονατίδα (Dejour et al., 1994; Simmons and Cameron, 1992; Atkin et al., 2000), μη φυσιολογική γωνία Q (Huberti and Hayes, 1984; Reider et al., 1981; Duffey et al., 2000) και βλαισότητα στην άρθρωση του γόνατος (Healy et al., 1988; Gao et al., 1990). Σε μία έρευνα που έγινε, βρέθηκε ότι η ηλικία, το βάρος του σώματος, ο δείκτης μάζας του σώματος και το επίπεδο δραστηριότητας δεν διέφερε ανάμεσα στην ομάδα με αυξημένη γωνία Q και στην ομάδα με μειωμένη γωνία Q (Tsakoniti et al., 2010). Συμπερασματικά, δεν αποτελούν επιβαρυντικούς παράγοντες στην γωνία Q και, συνεπώς, στη έλξη της επιγονατίδας από τον τετρακέφαλο και την ευθυγράμμισή της.

6. Η νευρομυϊκή δυσλειτουργία της άρθρωσης: έρευνες έχουν δείξει ότι υπάρχει ανισορροπία ανάμεσα στους χρόνους ενεργοποίησης του λοξού έσω πλατύ και του έξω πλατύ (Witvrouw et al., 2000; Witvrouw et al., 1996; Cowan and Bennell et al., 2001; Cowan and Hodges et al., 2001). Μετρώντας το χρόνο αντίδρασης στο μυοτατικό αντανακλαστικό του τετρακεφάλου ανάμεσα σε υγιείς και ασθενείς, βρέθηκε ότι η ομάδα των ασθενών είχε μικρότερο χρόνο αντίδρασης από την ομάδα ελέγχου (Witvrouw et al., 2000). Τα παραπάνω προτείνουν ότι η ανισορροπία ανάμεσα στους χρόνους ενεργοποίησης των δύο μυών είναι μία αλλαγή στον κινητικό έλεγχο, παρά μία μείωση της δύναμης (Cowan et al., 2002). Στους υγιείς έχει υπολογιστεί ότι ο λόγος ενεργοποίησης VMO/VL είναι περίπου 1:1. Επίσης, έχει βρεθεί ότι ο λοξός έσω πλατύς ενεργοποιείται νωρίτερα σε σχέση με τον έξω πλατύ. Γρηγορότερη ενεργοποίησή του, άρα και της έσω σταθεροποίησης της επιγονατίδας, αποτρέπει την προς τα έξω παρεκτόπισή της. Τέλος, ο λοξός έσω πλατύς εμφανίζει τονική δραστηριότητα. Αντίθετα, σε ασθενείς, ο λόγος διαταράσσεται, ο έξω πλατύς ενεργοποιείται πολύ νωρίτερα από τον λοξό έσω πλατύ και ο τελευταίος εμφανίζει φασική δραστηριότητα. (Witvrouw 2000; Voight and Weider, 1991; Souza and Gross, 1991). Μειωμένη δραστηριοποίηση ολόκληρου του τετρακεφάλου και αδυναμία του να ανταπεξέλθει στον απαιτούμενο, περιορισμένο χρόνο στις μηχανικές φορτίσεις και στις μεταβολές της κινητικής κατάστασης, μειώνουν την ικανότητα να προστατεύει την άρθρωση του γόνατος, οδηγώντας σε εκφυλιστικές αλλαγές στον αρθρικό χόνδρο της επιγονατίδας (Yoon et al., 2009; Johansson et al., 1991).

7. Η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος: η σωστή ιδιοδεκτικότητα πιστεύεται ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αποφυγή των τραυματισμών (Lephant 1995). Έχει επίσης υποτεθεί ότι οι ασθενείς που υποφέρουν από εξάρθρωση της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης, μπορεί να αντιμετωπίζουν έλλειμμα όσον αφορά στην ιδιοδεκτική τους ικανότητα. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διαταραχή δομών που λειτουργούν ως νευροϋποδοχείς, όπως ο έσω καθεκτικός σύνδεσμος της επιγονατίδας, ο αρθρικός θύλακας και ο έσω πλατύς μυς (Jerusch and Prymka, 1996). Σε μία άλλη μελέτη, οι ερευνητές βρήκαν ιστολογικές αποδείξεις για να υποστηρίξουν το επιχειρήμα τους. Βρήκαν νευρώματα και βλάβη στη εννεύρωση των περιεπιγονατιδικών μαλακών μορίων, ιδιαίτερα στον έξω καθεκτικό σύνδεσμο της επιγονατίδας, με αποτέλεσμα να σημειώνεται αλλαγή στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης, που οδηγεί άμεσα σε αστάθειά της και έμμεσα σε πόνο στην περιοχή (Sanchis-Alfonso et al., 1999).
8. Λανθασμένες βιομηχανικές προσαρμογές στην άρθρωση του γόνατος και στις περιφερικές αρθρώσεις: έχει αναφερθεί ότι οι ασθενείς που πάσχουν από χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας μπορεί να εμφανίζουν παράλληλα πρηνισμό στην ποδοκνημική άρθρωση, βλαισότητα στην ποδοκνημική και στο γόνατο, στροφή της κνήμης και μειωμένη ή λανθασμένη τοποθέτηση του κάτω άκρου κατά την όρθια στάση (Sacco et al., 2004; Cabral 2001; Dixit et al., 2007; Endo et al., 2007; Fredericson and Yoon, 2006). Σε άλλη έρευνα έχει βρεθεί ότι ο πρηνισμός της ποδοκνημικής συνυπάρχει κυρίως στους ασθενείς με χονδρομαλάκυνση που εμφανίζουν και υπερκινητικότητα στις αρθρώσεις τους (Al-Rawi 1997, 1985). Όταν ο άκρος πόδας είναι σε θέση πρηνισμού σε δραστηριότητες φόρτισης, η άρθρωση του γόνατος δέχεται στροφική πίεση και το ισχίο στρέφεται προς τα έσω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να αυξάνεται η γωνία Q και να αναπαράγονται τα συμπτώματα της χονδρομαλάκυνσης (Fulkerson 2002). Ομοίως, και όταν η ποδοκνημική είναι σε βλαισότητα, καθώς ο πρηνισμός του άκρου πόδα είναι ένας συνδυασμός στροφής, απαγωγής και ραχιαίας κάμψης της πτέρνας σε δραστηριότητες μη φόρτισης, ενώ σε δραστηριότητες φόρτισης είναι ένας συνδυασμός στροφής της πτέρνας με απαγωγή και πελματιαία κάμψη του αστραγάλου και έσω στροφή της κάτω κνημοπερονιαίας άρθρωσης (Levangie and Norkin, 2005). Επιπλέον, όταν υπάρχει βλαισότητα στο γόνατο, μετατοπίζεται το κέντρο βάρους προς τα έξω, προκαλώντας αύξηση στις συμπιεστικές δυνάμεις που ασκούνται στην εξωτερική πλευρά του γόνατος, ενώ, ταυτόχρονα, αποσυμπιέζονται οι εσωτερικές δομές της άρθρωσης. Οι συμπιεστικές δυνάμεις που ασκούνται στα εξωτερικά δομικά στοιχεία της άρθρωσης έχει ως αποτέλεσμα την συνεχή πίεση του αρθρικού χόνδρου εξωτερικά, που μπορεί να οδηγήσει στον τραυματισμό και την εκφύλισή του. Κατά τον ίδιο τρόπο, όταν υπάρχει

ραιβότητα στην άρθρωση του γόνατος, το κέντρο βάρους μετατοπίζεται εσωτερικά, αυξάνονται οι συμπιεστικές δυνάμεις στα εσωτερικά δομικά στοιχεία, άρα και στην εσωτερική επιφάνεια του αρθρικού χόνδρου (Levangie and Norkin, 2005) (Εικόνα 3.4). Η παθολογική γωνία έγκλισης, που είναι μεγαλύτερη από  $125^\circ$ , οδηγεί σε βλαισό ισχίο, ενώ αν η γωνία έγκλισης είναι μικρότερη από  $125^\circ$ , οδηγεί σε ραιβό ισχίο. Μονόπλευρο βλαισό ισχίο έχει ως αποτέλεσμα ένα σχετικά μακρύτερο κάτω άκρο ομόπλευρα και συνδυάζεται με ραιβό γόνατο. Ομοίως, ένα ραιβό ισχίο οδηγεί σε ένα κοντύτερο άκρο πόδι ομόπλευρα και συνδυάζεται με βλαισό γόνατο. Ετερόπλευρες αλλαγές συνήθως εμφανίζονται προσαρμοστικά στις παρακείμενες αρθρώσεις. Η γωνία συστροφής ποικίλει από  $8^\circ$  έως  $25^\circ$  με τις  $12^\circ$  ως μέση φυσιολογική τιμή. Γωνία μεγαλύτερη των  $25^\circ$  οδηγεί σε πρόσθια κλίση της λεκάνης και αναγκάζει το μηριαίο να στραφεί προς τα έσω. Αυτό προκαλεί βλαισότητα στο γόνατο και πρηνισμό στον άκρο πόδα, ενώ η μονόπλευρη πρόσθια κλίση οδηγεί σε κοντύτερο ισχίο ομόπλευρα και προσαρμοστικές αλλαγές στη λεκάνη. Μια μείωση της γωνίας οδηγεί σε οπίσθια κλίση και αναγκάζει το μηριαίο να στραφεί προς τα έξω. Αυτό προκαλεί ραιβότητα στο γόνατο. Μονόπλευρη οπίσθια κλίση οδηγεί, συνεπώς, σε μακρύτερο ισχίο ομόπλευρα και προσαρμοστικές αλλαγές στη λεκάνη (Kisner and Colby, 2003). Σε άλλη έρευνα κάποιοι από τους ασθενείς εμφάνιζαν ιδιαίτερα αυξημένη γωνία συστροφής, αυξημένη γωνία Q, σε συνδυασμό με βλαισότητα και υπερέκταση στο γόνατο και έξω στροφή της κνήμης. Αυτά τα κλινικά ευρήματα προκαλούν τη δράση υπερβολικής εξωτερικής δύναμης στην επιγονατίδα και μπορούν να προκαλέσουν χονδροπάθεια της επιγονατίδας (Hvid et al., 1981).



Εικόνα 3.4. Δυνάμεις βλαισότητας και ραιβότητας (Levangie and Norkin, 2005)

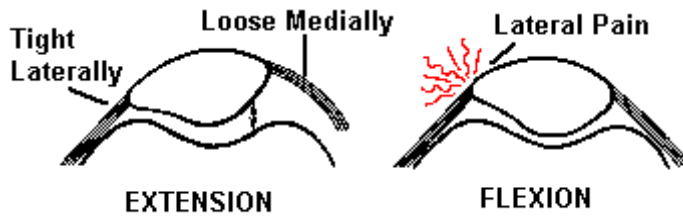
9. Λανθασμένες θέσεις της επιγονατίδας: έχει αναφερθεί ότι η μειωμένη κινητικότητα της επιγονατίδας μπορεί να συμβάλλει στη χονδρομαλάκυνση (Haim et al., 2006; Puniello 1993). Ο υαλώδης χόνδρος στους ενήλικες δεν έχει αιμάτωση ή νεύρωση. Η τροφικότητά του

εξαρτάται αποκλειστικά από την κίνηση του αρθρικού υγρού μέσα στην άρθρωση. Μείωση της κίνησης του υγρού παρατηρείται με την μείωση της κινητικότητας της άρθρωσης ή με το μειωμένο φορτίο που δέχεται η άρθρωση, καθώς μειώνονται οι συμπιεστικές δυνάμεις που ασκούνται σε αυτήν. Σαν αποτέλεσμα της κακής θρέψης του, ο αρθρικός χόνδρος μπορεί να υποστεί εκφυλιστικές αλλαγές (Levangie and Norkin, 2005). Επίσης, υπερβολική κλίση της επιγονατίδας προς τα έξω, μπορεί να συμβάλλει στην υποκινητικότητα της προς τα έσω (Fredericson and Yoon, 2006), άρα και την μειωμένη τροφικότητα του χόνδρου. Με αυτόν τον τρόπο, αυξάνονται οι πιέσεις ανάμεσα στην εξωτερική πλευρά της επιγονατίδας και τον έξω μηριαίο κόνδυλο (Fredericson and Yoon, 2006). Τέλος, η «ψηλή» επιγονατίδα αλλά και η «χαμηλή» (patella alta και patella bassa, αντίστοιχα) έχουν συσχετιστεί με την εμφάνιση χονδροπάθειας της επιγονατίδας (Endo et al., 2007; Norkin and Levangie, 1983; Brattstrom 1970).

10. Λειτουργικές δραστηριότητες: σε μία έρευνα παρατηρήθηκε ότι οι ασθενείς με πόνο στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση έχουν μειωμένη ικανότητα παραγωγής δύναμης κατά τη διάρκεια λειτουργικών δραστηριοτήτων (Witvrouw et al., 2000). Ο μυοσκελετικός πόνος δρα ανασταλτικά στην παραγωγή μιας κίνησης, πιθανόν μέσω αντανακλαστικών οδών, τόσο σε στατικές όσο και σε δυναμικές συσπάσεις, ειδικά αν συνοδεύεται από υγρό στην άρθρωση (Nielsen et al., 1995; Graven-Nielsen and Svensson, 1997; McConnell 1985). Παρατηρήθηκε αναστολή της λειτουργίας των αγωνιστών μυών, σε συνδυασμό με αυξημένη ηλεκτρομυογραφική δραστηριοποίηση των ανταγωνιστών μυών. Με αυτή τη λειτουργική προσαρμογή, η συν-σύσπαση των αντίθετων μυϊκών ομάδων οδήγησε στον περιορισμό του εύρους κίνησης, άρα και του πόνου (Nielsen and Svensson, 1997). Επίσης, έχει αναφερθεί ότι η αναστολή της μυϊκής λειτουργίας είναι συνέπεια της διαδικασίας φλεγμονής (Hurley and Newham, 1993; Hurley et al., 1997; Thomee et al., 1996; Thomee et al., 1995). Λειτουργικές δραστηριότητες που εξετάστηκαν σε διάφορες έρευνες ήταν η επίδοση στο κατακόρυφο, επιτόπιο άλμα (Witvrouw et al., 2000; Thomee et al., 1995), στην πρόσθια προβολή, στο κατέβασμα σκαλοπατιού και σε δοκιμασίες ισορροπίας (Loudon et al., 2002), στις οποίες εμφανίστηκε μειωμένη απόδοση ανάμεσα στο περισσότερο και στο λιγότερο συμπτωματικό κάτω άκρο και σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου. Δεν υπάρχουν σαφή στοιχεία που να διευκρινίζουν αν ο πόνος στην άρθρωση του γόνατος είναι αποτέλεσμα της μειωμένης ικανότητας παραγωγής δύναμης. Τα ελλείμματα, λοιπόν, που παρουσιάζουν αυτοί οι ασθενείς στις λειτουργικές δραστηριότητες θεωρούνται πιθανός αιτιολογικός παράγοντας, μέχρι αποδείξεως του εναντίου (Waryasz 2008).

11. Μυϊκές αδυναμίες-ατροφίες: όταν οι μύες που δρουν φυσιολογικά στην άρθρωση του ισχίου εμφανίσουν κάποια αδυναμία, ο ασθενής, μην μπορώντας να ανταπεξέλθει στις καθημερινές απαιτήσεις, αντισταθμίζει τις ελλείψεις, χρησιμοποιώντας λανθασμένες λειτουργικές προσαρμογές. Ομοίως, το ίδιο συμβαίνει και σε μυϊκές αδυναμίες των μυών που δρουν στην ποδοκνημική. Παραδείγματος χάριν, αν ο λαγονοψοίτης είναι αδύναμος, δεν σταθεροποιεί την λεκάνη, με αποτέλεσμα ο ασθενής να αναπτύσσει πρόσθια κλίση της λεκάνης και έσω στροφή στο ισχίο (Nicholas et al., 1976; Powers et al., 2003) και να αναπτύσσεται βλαισό γόνατο (βλέπε παραπάνω). Κυρίως, όμως, οφείλεται στην αδυναμία ολόκληρου του τετρακεφάλου να ασκήσει έλξη στην επιγονατίδα, ευθυγραμμίζοντάς την κατά την κίνηση του γόνατος (Kisner and Colby, 2003). Η μυϊκή ατροφία του τετρακεφάλου μπορεί να προκληθεί ως προσαρμοστική αποφυγή του πόνου που θα επιφέρει η σύσπασή του, προκαλώντας λειτουργικές και δομικές αλλαγές στην άρθρωση του γόνατος (Doxey 1987; Sakai et al., 2000; Thomee et al., 1996; Thomee et al., 1995). Πιο συγκεκριμένα, η μυϊκή αδυναμία του λοξού έσω πλατύ, που είναι ο κύριος ενεργός μυς για την ευθυγράμμιση της επιγονατίδας, προδιαθέτει την προς τα έξω παρεκτόπισή της από τους πιο ισχυρούς έξω σταθεροποιητές, προκαλώντας πίεση στην εξωτερική πλευρά της άρθρωσης, άρα και στον αρθρικό χόνδρο (Farahmanh et al., 2004; Senavongse and Amis, 2005; Amis 2007).
12. Μυϊκές ή περιτοναϊκές βράχυνσεις: η βράχυνση του γαστροκνημίου και του υποκνημιδίου, προκαλεί ελάττωση της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, συνεισφέροντας στον πρηγισμό του άκρου πόδα, ο οποίος οδηγεί σε αύξηση της γωνίας Q και, συνεπώς, αύξηση της πίεσης του αρθρικού χόνδρου στην εξωτερική πλευρά του (Levangie and Norkin, 2005). Η βράχυνση των οπίσθιων μηριαίων περιορίζει την πλήρη έκταση του γόνατος ή αναγκάζει τον τετρακέφαλο να υπερνικήσει την παθητική τους αντίσταση και να παράγει μεγαλύτερες δυνάμεις. Και στις δύο περιπτώσεις η επιγονατιδομηριαία αντίδραση αυξάνεται, με αποτέλεσμα να αναπαράγεται ο πόνος (Piva 2005). Η βράχυνση του τετρακεφάλου έχει αναφερθεί ότι μπορεί να προκαλέσει αυξημένες συμπιεστικές δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, με αποτέλεσμα την έκλυση συμπτωμάτων (Witvrouw 2000). Τέλος, σε βράχυνση της λαγονοκνημιαίας ταινίας, που είναι ένας από τους έξω σταθεροποιητικούς παράγοντες της επιγονατίδας (Waryasz and McDermott, 2008; Dixit et al., 2007; Tuong et al., 2011), δημιουργείται παρεκτόπιση της επιγονατίδας προς τα έξω, με αποτέλεσμα να ασκούνται αυξημένες πιέσεις στην εξωτερική επιφάνεια της επιγονατίδας (Puniello 1993; Dixit et al., 2007; Fulkerson and Hungerford, 1990; Hudson and Darthuy, 2009) (Εικόνα 3.5).

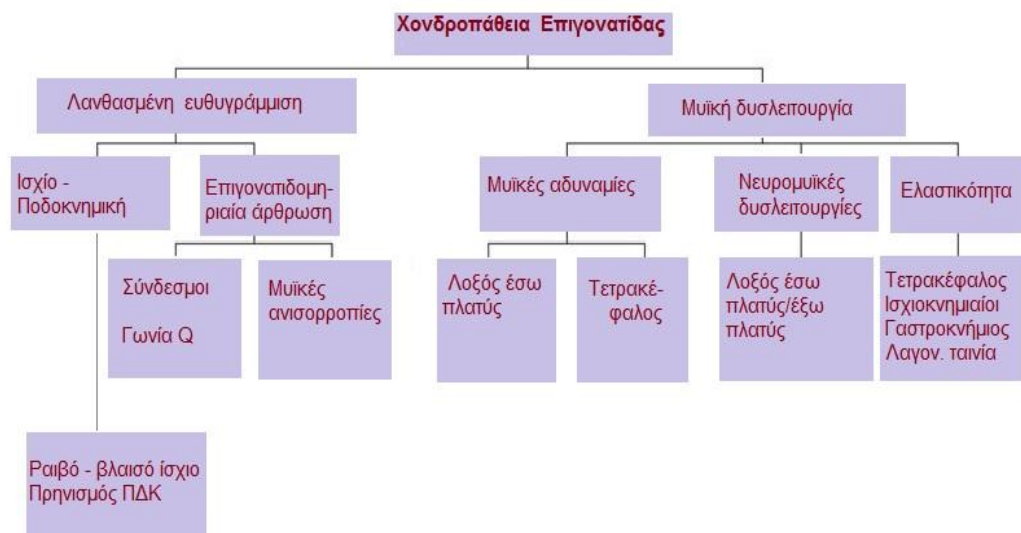




Εικόνα 3.5. Βραχύνσεις στην εξωτερική πλευρά της επιγονατίδας ([www.arthroscopy.com](http://www.arthroscopy.com))

13. Άλλοι παράγοντες: έχουν ενοχοποιηθεί παράγοντες όπως η παχυσαρκία και η κακή αιμάτωση του υποχόνδρινου οστού (Heng and Haw, 1996; Neusel and Graf, 1996; Endo et al., 2007), χωρίς όμως να υπάρχουν αποδείξεις για τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να συμβάλλουν στην εμφάνιση χονδρομαλάκυνσης στον αρθρικό χόνδρο. Σε μία πρόσφατη μελέτη (Tsakoniti et al., 2010), βρέθηκε ότι το σωματικό βάρος δεν επηρέαζε τη γωνία Q, συνεπώς, ίσως να μην συμβάλλει στις εκφυλιστικές αλλοιώσεις του χόνδρου.

Σχηματικά, τα παραπάνω συνοψίζονται ως εξής :



Σχήμα 3.1. Χονδροπάθεια επιγονατίδας – αιτιολογία.

### 3.6. Συμπτώματα – Κλινικά σημεία

Τα συμπτώματα συνίστανται σε ήπιο ή βαθύ πόνο ο οποίος επιτείνεται με τις κινήσεις του γόνατος και, κυρίως, κατά την φόρτισή του σε λειτουργικές δραστηριότητες. Δραστηριότητες που προκαλούν την έναρξη του πόνου είναι η άνοδος και η κάθοδος σκάλας, η βάδιση και το τρέξιμο, κυρίως σε επικλινές έδαφος (Robinson and Darracott, 1970;Dowd and Bentley, 1986;Souza 1997; Αμπατζίδης 1998;Grelsamer 2000;Pylawka et al., 2006). Πόνος αναπαράγεται και όταν ο ασθενής κάθεται για πολλή ώρα με τα γόνατα σε θέση κάμψης, το οποίο λέγεται και «σημείο του κινηματογράφου» (Insall et al., 1976;Insall 1981; Αμπατζίδης 1998). Επίσης, η έκταση του γόνατος ενάντια σε αντίσταση μπορεί να προκαλέσει πόνο, καθώς και αίσθηση αστάθειας στην άρθρωση (Robinson and Darracott, 1970;Dandy and Poirie, 1975;Outerbridge and Dunlop, 1975; Insall et al., 1976;Grelsamer 2000). Ο πόνος γίνεται αισθητός πίσω από την επιγονατίδα (McMullen 1990). Συνοδά συμπτώματα αποτελούν ο κριγμός κατά τις παθητικές και ενεργητικές κινήσεις του γόνατος (McMullen 1990; Αμπατζίδης 1998;Christensen 2001), η δυσλειτουργία της άρθρωσης (McMullen 1990;Pylawka et al., 2006), η παρουσία ύδραρθρου και οιδήματος (McMullen 1990;Αμπατζίδης 1998;Pylawka et al., 2006).

Η υπόθεση ότι ο αρθρικός χόνδρος είναι η πηγή των συμπτωμάτων είναι αναληθής. Ο αρθρικός χόνδρος δεν έχει νεύρωση και γι' αυτό δεν μπορεί να μεταφέρει τα επώδυνα ερεθίσματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι ερευνητές έχουν υποθέσει ότι ο πόνος προκαλείται από την πίεση του υποχόνδρινου οστού, το οποίο διαθέτει νεύρωση, καθώς και την πίεση των υπόλοιπων στοιχείων της άρθρωσης (Αμπατζίδης 1998;Niskanen et al., 2001;Lowe 2003; Gomoll et al., 2006). Τέλος, η συχνότητα εμφάνισης των συμπτωμάτων δεν συμβαδίζει πάντα με την αντικειμενική εικόνα ενός χόνδρου, είναι πιθανόν να υπάρχει συμπτωματολογία χωρίς πόνο ή εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου χωρίς συμπτωματολογία (Gomoll et al., 2006). Όμως, λόγω της ατελούς αιμάτωσης του αρθρικού χόνδρου, η εκφύλιση του χόνδρου πολλαπλασιάζεται, με αποτέλεσμα κάποια στιγμή να υπάρξουν κλινικές εκδηλώσεις της χονδροπάθειας (Cole et al., 2010).

### 3.7. Αποκατάσταση της χονδροπάθειας επιγονατίδας

Η χονδροπάθεια της επιγονατίδας είναι ένα συχνό σύνδρομο και παραμένει μια δύσκολη και συνήθως ιδιόμορφη παθολογία, ακόμα και για τους ανθρώπους που ασχολούνται με την αποκατάστασή της, μιας και η εξαφάνιση των συμπτωμάτων δεν είναι πάντα σίγουρη (Reid 1992). Οι τρόποι θεραπείας της χονδροπάθειας που αναφέρονται είναι πολλοί και αντιφατικοί. Έχουν αναφερθεί περισσότεροι από 100 χειρουργικοί τρόποι αντιμετώπισης της νόσου (McMullen 1990) ενώ μέσα στον προηγούμενο αιώνα έχουν αναφερθεί και πολλές μη χειρουργικές μέθοδοι αποκατάστασης της χονδροπάθειας. Τα προτεινόμενα προγράμματα αποκατάστασης περιλαμβάνουν:

- Ασκήσεις ενδυνάμωσης τετρακεφάλου
- Ασκήσεις ενδυνάμωσης τετρακεφάλου σε συνδυασμό με αλλαγή θέσεων του ισχίου ή της κνήμης
- Ασκήσεις επιλεκτικής ενδυνάμωσης του έσω πλατύ μυός
- Ασκήσεις με ταυτόχρονη χρήση του ΗΜΓ biofeedback
- Ασκήσεις με τη χρήση αυτοκόλλητων ταινιών τύπου tape
- Ασκήσεις κλειστής και ανοικτής κινητικής αλυσίδας
- Διατάσεις μυών που περιβάλλουν την άρθρωση του γόνατος
- Ασκήσεις επανεκπαίδευσης ιδιοδεκτικότητας
- Φαρμακευτική αγωγή

Παρακάτω, θα διερευνηθούν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι πιο δημοφιλείς και αποτελεσματικές τεχνικές συντηρητικής αποκατάστασης, που ξεφεύγουν από τα πλαίσια των κλασικών μεθόδων αποκατάστασης, όπως η ενδυνάμωση του τετρακεφάλου και οι διατάσεις. Οι τεχνικές επικεντρώνονται στην αναζήτηση των προτιμότερων μεθόδων επιλεκτικής ενδυνάμωσης του έσω πλατύ.

#### A) Επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ.

Η αποκατάσταση της πάθησης επικεντρώνεται στην επαναφορά της δυναμικής σταθεροποίησης της επιγονατίδας μέσω της ενδυνάμωσης του έσω πλατύ. Αυτή η θεωρία είναι βασισμένη στην υπόθεση ότι ο έσω πλατύς είναι πιο αδύναμος σε σχέση με τον έξω πλατύ παρά το γεγονός ότι η εκτίμηση της αντοχής του έσω πλατύ δεν μπορεί να υπολογιστεί. Παρόλα αυτά, η επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ φαίνεται να είναι επιθυμητή από βιομηχανικής πλευράς. Υπάρχουν λίγα στοιχεία που υποστηρίζουν ότι αυτό είναι πιθανό. Το σκεπτικό της ενδυνάμωσης του έσω πλατύ στηρίζεται στο ότι μπορεί να ενεργοποιηθεί ανεξάρτητα από τον έξω πλατύ μέσω διαφόρων ασκήσεων

(Hanten et al., 1990; Hodges et al., 1993; McConnell 1986). Οι πιο συνηθισμένες δραστηριότητες ενδυνάμωσης του έσω πλατύ που βελτιώνουν την ενδυνάμωση του έσω πλατύ περιλαμβάνουν διάφορες ασκήσεις του τετρακεφάλου, προσαγωγή ισχίου και στροφές κνήμης.

Πρόσφατα οι μελετητές έχουν αξιολογήσει διάφορες δραστηριότητες για το αν ενεργοποιούν επιλεκτικά τον έσω πλατύ σε υγιείς αλλά και σε ασθενείς. Σε μια ερευνα όπου εξετάστηκαν 22 διαφορετικές ασκήσεις τετρακεφάλου, βρέθηκε ότι καμία από αυτές δεν παρουσίασε αυξημένη δραστηριότητα στον έσω πλατύ σε σχέση με τον έξω πλατύ (Cerny 1995). Σε άλλες μελέτες βρέθηκε ότι κατά την ισομετρική έκταση του γόνατος δεν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στον έσω και τον έξω πλατύ στους υγιείς και στους ασθενείς (Laprade et al., 1998; Vaatainen et al., 1995).

#### **B) Επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ σε συνδυασμό με προσαγωγή ισχίου**

Διάφοροι τύποι ασκήσεων που περιλαμβάνουν προσαγωγή ισχίου έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλεία για την επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ (Hanten et al., 1990; Hodges et al., 1993). Η υπόθεση αυτή στηρίζεται στο ότι ο έσω πλατύς μυς διαχωρίζεται στον λοξό έσω πλατύ και στον μακρύ έξω πλατύ (Lieb and Perry, 1968; Hubbard et al., 1997; Glenn et al., 2002). Ο διαχωρισμός αυτός των ινών σε έσω λοξό και έσω μακρύ δεν αναιρεί το γεγονός ότι είναι μέρη του ίδιου μυός (Hubbard et al., 1997; Glenn et al., 2002). Θεωρήθηκε ότι οι μυϊκές ίνες του λοξού έσω πλατύ, εκφύονται από τον μεγάλο προσαγωγό και τον εκφυτικό τένοντα του μακρού προσαγωγού (Brunet et al. 1989; Cerny 1995; Rise et al., 1995; Bose et al., 1980; Smith et al., 2008). Οι ίνες του λοξού έσω πλατύ κατευθύνονται στην άνω έσω γωνία της επιγονατίδας, γίνονται τένοντας και κάποιες από αυτές καταλήγουν στη επιγονατίδα, ενώ άλλες συμφύονται με το σύστημα της έσω σταθεροποίησης της επιγονατίδας (Palastanga et al., 2006; Reider et al., 1981).

Ο λοξός έσω πλατύς έχει αναφερθεί ότι έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην αιτιολογία και την αποκατάσταση επιγονατιδικών δυσλειτουργιών. Αυτό οφείλεται στο ότι ο έσω πλατύς είναι αυτός που σταθεροποιεί εσωτερικά, ενεργά, την επιγονατίδα για να αποφευχθεί η μετακίνηση της προς τα έξω, σε όλο το εύρος κίνησης (Lieb and Perry, 1968; Sammer et al., 2007).

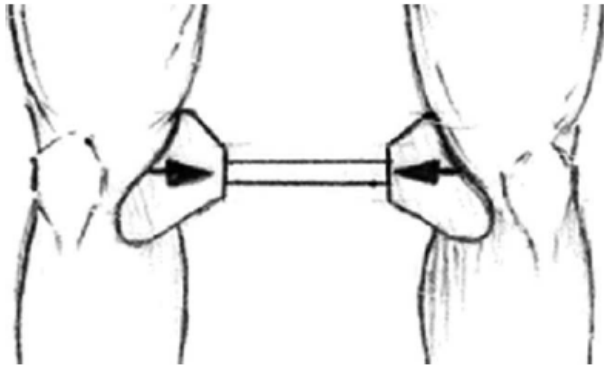
Βασιζόμενοι στα παραπάνω πολλοί μελετητές προσπάθησαν να βρουν ασκήσεις για την επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ κατά την έκταση γόνατος σε συνδυασμό με την προσαγωγή ισχίου (Hanten et al., 1990; McConnell et al., 1986; Monteiro-Pedro et al., 1997; Reynold et al., 1983; Hertel et al., 2004) (Εικόνα 3.6). Σύμφωνα με την παραπάνω άποψη, εφαρμόστηκε σε υγιείς ισομετρική σύσπαση τετρακεφάλου με και χωρίς βάρος, σε συνδυασμό

με προσαγωγή ισχίου σε τρία επίπεδα. Η ΗΜΓ μέτρηση έδειξε ότι, κατά την εκτέλεση της κίνησης, χωρίς την προσαγωγή ισχίου, η ενεργοποίηση του έσω πλατύ συγκριτικά με τον έξω πλατύ ήταν μεγαλύτερη, με την χρήση βάρους παρά χωρίς βάρους. Όταν προστέθηκε η προσαγωγή ισχίου στην κίνηση, η ενεργοποίηση του έσω πλατύ αυξήθηκε συγκριτικά περισσότερο από τον έξω πλατύ σε κάθε επίπεδο της προσαγωγής με τη χρήση βάρους, ενώ χωρίς το βάρους, μόνο κατά την μέγιστη προσαγωγή (Hodges et al. 1993).

Έρευνα είχε ως στόχο να καθορίσει εάν η ισομετρική έκταση του γόνατος με απαγωγή ή προσαγωγή κατά την μονοποδική εφαρμογή επιφέρει διαφορετικά ηλεκτρομυογραφικά αποτελέσματα για τον τετρακέφαλο σε υγιή πληθυσμό με θέση του γόνατος στις 60° κάμψης (Hertel et al., 2004). Τα αποτελέσματά της έδειξαν ότι η ενεργοποίηση του έσω πλατύ όσο και του έξω πλατύ αυξήθηκαν σημαντικά μόνο κατά την ισομετρική έκταση του γόνατος και όχι σε συνδυασμό με απαγωγή ή προσαγωγή ισχίου. (Hertel et al., 2004).

Παρόμοιες έρευνες έχουν δείξει ότι κατά την ισομετρική προσαγωγή του ισχίου σε συνδυασμό με έκταση του γόνατος, δεν έχει αυξηθεί η ενεργοποίηση του έσω πλατύ (Cerny 1995; Rise et al., 1995; Grabiner 1992). Σε άλλες έρευνες, κατά την ισομετρική προσαγωγή ισχίου σε συνδυασμό με ημικάθισμα και ολίσθηση σε τοίχο, δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στο λόγο του έσω πλατύ με τον έξω πλατύ (Cerny 1995; Miller et al., 1999). Σε παρόμοια έρευνα που εκτελέστηκε ισομετρική προσαγωγή με ημικάθισμα, έδειξαν ότι δεν ενεργοποιείται επιλεκτικά ο έσω πλατύς αλλά βελτιώνεται η ισορροπία ενεργοποίησης του έσω και του έξω πλατύ (Conqueiro et al., 2005) ενώ σε άλλη, εκτελώντας τις ίδιες κινήσεις σε υγιείς, σε κλειστή κινητική αλυσίδα, αυξάνεται η δραστηριοποίηση του τετρακεφάλου αλλά όχι μεμονωμένα του έσω πλατύ (Earl et al., 2001). Μελέτη έδειξε ότι σε άσκηση ανοικτής κινητικής αλυσίδας κατά την ισομετρική προσαγωγή και έκταση γόνατος, δεν παρουσιάστηκε επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ αλλά μειώθηκε η ενεργοποίηση του έξω πλατύ (Rise et al., 1995). Επιπλέον, κατά την εκτέλεση των ίδιων κινήσεων με την προηγούμενη μελέτη, σε ανοικτή κινητική αλυσίδα επίσης, άλλη έρευνα (Balogun et al., 2010) έδειξε ότι δεν παρουσιάστηκε κανένα θετικό αποτέλεσμα όσον αφορά την ενεργοποίηση είτε του έσω είτε του έξω πλατύ.

Τα αποτελέσματα από τις παραπάνω έρευνες συμφωνούν με την άποψη ότι για να ενδυναμωθεί ο έσω πλατύς θα πρέπει να γίνει μέσω της ενδυνάμωσης του τετρακεφάλου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο έσω και ο έξω πλατύς νευρώνονται από το ίδιο νεύρο, δηλαδή το μηριαίο νεύρο, και συνεπώς δεν μπορούν να ενεργοποιηθούν επιλεκτικά (Hubbard et al., 1997).



Εικόνα 3.6. Προσαγωγή ισχίου (Conqueiro et al 2005)

**Γ) Επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ σε συνδυασμό με αλλαγή στη θέση της κνήμης.**

Έχει αναφερθεί ότι ο έσω πλατύς μπορεί να προβάλλει αντίσταση στην προς τα έξω στροφή της κνήμης και, συνεπώς, ότι μπορεί να ενεργοποιηθεί επιλεκτικά μέσω της έσω στροφής της κνήμης. Αυτό στηρίζεται στο ότι ο έσω πλατύς καταφύεται στην άνω έσω επιφάνεια της κνήμης, μέσω της απονεύρωσης του μυός (Hanten et al., 1990; Laprade et al., 1998). Σε μελέτη που ασχολήθηκε με την επίδραση της θέσης της κνήμης σε σχέση με τον έξω πλατύ κατά την εκτέλεση ισομετρικής έκτασης του γόνατος σε ΚΚΑ, παρατηρήθηκε ότι η δραστηριότητα του έσω πλατύ δεν επηρεάστηκε σε καμία θέση της κνήμης. Αλλά κατά την ουδέτερη θέση και την έξω στροφή της κνήμης σημειώθηκε χαμηλή ενεργοποίηση του έξω πλατύ (Serraoa et al., 2005).

**Δ) Ασκήσεις σε συνδυασμό με ΗΜΓ biofeedback.**

Το ηλεκτρομυογραφικό σύστημα μπορεί να παρέχει άμεση πληροφόρηση σχετικά με τον μυ που εξετάζεται. Ερευνητές δήλωσαν ότι η χρήση ΗΜΓ biofeedback ως μέσο ενδυνάμωσης του έσω πλατύ παίζει σημαντικό ρόλο για την διόρθωση της μετατόπισης της επιγονατίδας προς τα έξω (Ingersoll et al., 1991) (Εικόνα 3.7). Σε μελέτη της χρήσης του ΗΜΓ biofeedback σε συνδυασμό με ένα διαβαθμισμένο πρόγραμμα ασκήσεων διαπιστώθηκε ότι σε 4-6 εβδομάδες εκπαίδευσης υπήρξε αλλαγή στην επιγονατιδομηριαία δύναμη και μείωση του πόνου, συμπεραίνοντας ότι η τεχνική αυτή ήταν αποτελεσματική για την θεραπεία των ασθενών (Wise et al., 1984).

Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την εξέταση της σχετικής ενεργοποίησης του έσω και του έξω πλατύ, σε ένα πρόγραμμα ασκήσεων 8 εβδομάδων με τη χρήση ή όχι του ΗΜΓ biofeedback, παρατηρήθηκε ότι ο συνδυασμός ασκήσεων και ΗΜΓ biofeedback σε ένα φυσιοθεραπευτικό πλάνο αποκατάστασης διευκολύνουν την ενεργοποίηση του έσω πλατύ. Έτσι, ο μυς μπορεί να ενδυναμωθεί επιλεκτικά κατά την διάρκεια των καθημερινών

δραστηριοτήτων. Το αποτέλεσμα της μελέτης δηλώνει ότι το ΗΜΓ biofeedback είναι ένα σημαντικό συμπλήρωμα στην αποκατάσταση (Ng et al., 2006).

Σε άλλη έρευνα, ο στόχος ήταν να εξετάσουν τον λόγο του έσω πλατύ προς τον έξω πλατύ ενώ θα έχουν αλλάξει τη θέση του ισχίου και θα χρησιμοποιούν ΗΜΓ biofeedback για πρόγραμμα ασκήσεων 5 ημερών. Οι θέσεις του ισχίου ήταν η ουδέτερη, η έσω στροφή και η έξω στροφή. Οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν ισομετρική σύσπαση τετρακεφάλου ενώ το γόνατο βρισκόταν σε πλήρη έκταση, σε κάθε μια από τις παραπάνω θέσεις. Οι αλλαγές των θέσεων του ισχίου δεν παρουσίασαν κανένα διαφορετικό αποτέλεσμα στον λόγο των μυών. Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας ήρθαν σε συμφωνία και με άλλες μελέτες (LeVeau et al., 1980; Ingersoll et al., 1991) οι οποίες υποστήριζαν ότι το ΗΜΓ biofeedback είναι μια σημαντική τεχνική για την επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ σε σχέση με τον έξω πλατύ. Προτείνουν ότι ο λόγος των μυών μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση του ΗΜΓ biofeedback κατά την διάρκεια ισομετρικών συσπάσεων του τετρακεφάλου με το γόνατο σε πλήρη έκταση (Davlin et al., 1999).



Εικόνα 3.7. ΗΜΓ biofeedback ([www.kine.is](http://www.kine.is))

#### **Ε) Ασκήσεις με τη χρήση αυτοκόλλητων ταινιών τύπου tape και την εφαρμογή νάρθηκα**

Η εφαρμογή της τεχνικής με χρήση tape στην επιγονατίδα έχει κερδίσει την ευρεία κλινική αποδοχή ως μια αποτελεσματική θεραπευτική μέθοδος (McConell et al. 1986). Σε αυτό το θεραπευτικό πρωτόκολλο η χρήση ανελαστικού tape εφαρμόζεται στην επιγονατίδα (Εικόνα 3.8) με σκοπό να διορθώσει την κακή ευθυγράμμιση (συμφώνα με την κλινική αξιολόγηση) και συνδυάζεται με λειτουργική ενδυνάμωση του τετρακεφάλου και ειδικότερα του έσω πλατύ, ο οποίος θεωρείται από τους ερευνητές (McConell et al. 1986) ο κύριος έσω ενεργός σταθεροποιητής της επιγονατίδας. Συμφώνα με μελέτη, (McConell et al. 1986) τοποθετήθηκε tape σε 35 ασθενείς οι οποίοι εκτέλεσαν

μια σειρά ασκήσεων με σκοπό την σύσπαση του έσω πλατύ. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά όσον αφορά τη μείωση του πόνου και την διαχείριση συμπτωμάτων.

Η μείωση του πόνου έχει αναφερθεί ξανά σε πολλές μελέτες (Bockrath et al. 1993; Powers et al. 1997; Christou 2004; Cerny et al. 1995; Herrington et al. 1997). Έχει αναφερθεί ότι το 92% των ασθενών δεν παρουσίασαν πόνο μετά από οκτώ θεραπευτικές συνεδρίες, (McConnell 1986) κάτι που είναι συγκρίσιμο με μελέτη όπου 96% των ασθενών δεν παρουσίασαν πόνο μετά από θεραπείες συμπεριλαμβανομένης της χρήσης tape (Gerrard 1989).

Η χρήση του tape ανεξάρτητα από την κατεύθυνση που θα τοποθετηθεί, μπορεί να μειώσει τον πόνο από 20- 80%, να αυξήσει την ενεργοποίηση του έσω πλατύ κατά 10-20% στις γωνίες κάμψης του γόνατος 20° - 50° , και να μειώσει την ενεργοποίηση του έξω πλατύ σε ασθενείς (Christou 2004). Σε μια έρευνα, έχει βρεθεί ότι αυξάνεται η ενεργοποίηση του έσω πλατύ κατά την διάρκεια ανεβάσματος σε σκάλα, ενώ η ενεργοποίηση του έξω πλατύ δεν μεταβάλλεται (Cowan et al., 2002). Παρομοίως σε άλλη έρευνα ενώ η ενεργοποίηση του έσω πλατύ αυξάνεται γρηγορότερα, η ενεργοποίηση του έξω πλατύ καθυστερεί κατά το ανέβασμα και κατέβασμα σκάλας (Gilleard et al., 1998).

Η τεχνική αυτή προκαλεί ολίσθηση της επιγονατίδας προς τα έσω και μπορεί να είναι αποτελεσματική υπό ελεγχόμενες συνθήκες και όχι έντονη άσκηση (Pfeiffer et al. 2004). Η τοποθέτηση του tape από την έσω πλευρά της επιγονατίδας, ενισχύει την υποστήριξη των έσω συνδέσμων της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης και/ή ρυθμίζει τον πόνο μέσω της δερματικής διέγερσης (Christou 2004).

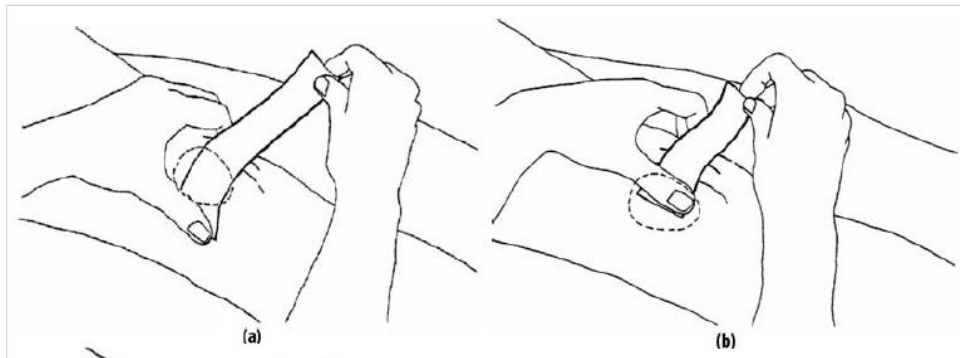
Η έσω μετακίνηση της επιγονατίδας δεν επηρεάζει το εύρος του ΗΜΓ αλλά τον χρόνο ενεργοποίησης και βελτιώνει τον μοχλοβραχίονα της δύναμης του έσω πλατύ (Cowan et al., 2006).

Παρατηρούνται αλλαγές στον κινηματικό έλεγχο του γόνατος λόγω της συσχέτισης των τάσεων των μυών που παίρνουν μέρος και λόγω της θέσης της επιγονατίδας κατά την διάρκεια της κίνησης (Herrington et al., 1997). Σε έρευνα σημειώθηκε ότι η χρήση tape αύξησε την κινητική απάντηση μέσω της φόρτισης κατά την κάμψη του γόνατος κάτι που βελτίωσε την απορρόφηση των κραδασμών ενώ αυξήθηκε η δύναμη του τετρακεφάλου και μειώθηκε ο πόνος (Powers et al., 1997).

Αντίθετα έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση tape δεν έχει σημαντικά αποτελέσματα (Cerny et al., 1995; Millar et al., 1999; Salsich et al., 2002; Callaghan et al., 2008; Clark et al., 2000). Έρευνα έδειξε ότι η χρήση tape είχε θετική επίδραση στη μείωση του πόνου, χωρίς όμως να υπάρχει αξιοσημείωτη



αλλαγή στη θέση της επιγονατίδας (Bockrath et al., 1993). Επιπλέον, αναφέρεται ότι η μετατόπιση της επιγονατίδας προς τα έσω δεν παραμένει σταθερή μετά από την άσκηση με τη χρήση tape (Larsen et al., 1995). Μελετητές (Cerny et al., 1995) έψαξαν να βρουν αν η χρήση tape με τοποθέτηση προς τα έσω μπορεί να αυξήσει την δραστηριότητα του έσω πλατύ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό ενεργοποίησης του έσω πλατύ δεν μεταβλήθηκε.



Εικόνα 3.8. Εφαρμογή tape στην επιγονατίδα (McConnell et al., 1986).

Ένα άλλο μέσο που χρησιμοποιείται για την επανατοποθέτηση της επιγονατίδας στο κέντρο της άρθρωσης, μέσα στην μηριαία τροχιλία είναι οι νάρθηκες (Hunter 1985;Palumbo 1981) (Εικόνα 3.9). Σε έρευνα που έγινε, αναφέρθηκε ότι το 76% των ασθενών είχαν ποιοτικά καλύτερη ευθυγράμμιση της επιγονατίδας, φορώντας έναν συγκεκριμένο νάρθηκα (Shellock et al., 1994). Η χρήση νάρθηκα βελτιώνει την θέση της επιγονατίδας, τοποθετώντας την κεντρικότερα (Koskinen 1991;Worell et al., 1998;Worell et al., 1994;Shellock et al., 2000). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτής της τεχνικής περιλαμβάνουν την άμεση εφαρμογή στους περιεπιγονατιδικούς ιστούς, τη συνεχή εφαρμογή διάταξης στους έξω και έσω σταθεροποιητές της επιγονατίδας (ανάλογα με την κατεύθυνση παρεκτόπισης της επιγονατίδας), την παραμονή της στη σωστή θέση ακόμα και μετά από την εκτέλεση έντονης φυσικής δραστηριότητας και τέλος, την ενεργοποίηση του λοξού έσω πλατύ, με σκοπό την επαναφορά της επιγονατίδας προς τα έσω (σε ασθενείς με παρεκτόπιση της επιγονατίδας προς τα έξω) (Shellock et al., 2000). Βρέθηκε ότι η χρήση νάρθηκων μπορεί να μειώσει τα συμπτώματα αυτών των ασθενών, χωρίς όμως να προσφέρει ταχύτερη μείωση όταν προστέθηκε σε πρόγραμμα ενδυνάμωσης (Lun et al., 2005).

Οι δύο παραπάνω τεχνικές, όπως έδειξαν τα αποτελέσματα καταγραφής μέσω MRI, δηλαδή το tape και η εφαρμογή νάρθηκα, προάγουν την προς τα

έσω τοποθέτηση της επιγονατίδας όταν εφαρμόζονται σε γόνατο που βρίσκεται σε 10° κάμψης, με την εφαρμογή νάρθηκα να θεωρείται περισσότερο αποτελεσματική (Worell et al., 1998).



Εικόνα 3.9. Νάρθηκας σταθεροποίησης ([www.mueller.com](http://www.mueller.com))

#### ΣΤ) Ασκήσεις ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας

Κατά την άσκηση σε ΑΚΑ, ο τετρακέφαλος μηριαίος μυς δρα ως κυρίαρχος για την έκταση του γόνατος, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι συμπιεστικές δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Lam and Gabriel, 2001). Η ενδυνάμωση του τετρακεφάλου σε ΑΚΑ μπορεί να εφαρμοστεί ασφαλέστερα και περισσότερο αποτελεσματικά στο τελικό εύρος κίνησης της έκτασης, δηλαδή περίπου στις 15° έως 20° (Witvrouw et al., 2000). Παραδοσιακά, οι ασκήσεις σε ΑΚΑ ήταν το είδος που επιλεγόταν για την ενδυνάμωση του τετρακεφάλου σε ασθενείς με προβλήματα στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (DeHaven and Lintner, 1986; Neptune et al, 2000; Witvrouw et al, 2005). Ωστόσο, υπάρχουν αναφορές ότι μπορεί να επιδεινώνουν τα συμπτώματα των ασθενών με προβλήματα σε αυτήν την άρθρωση (McConnell 1986; Witvrouw et al, 2000).

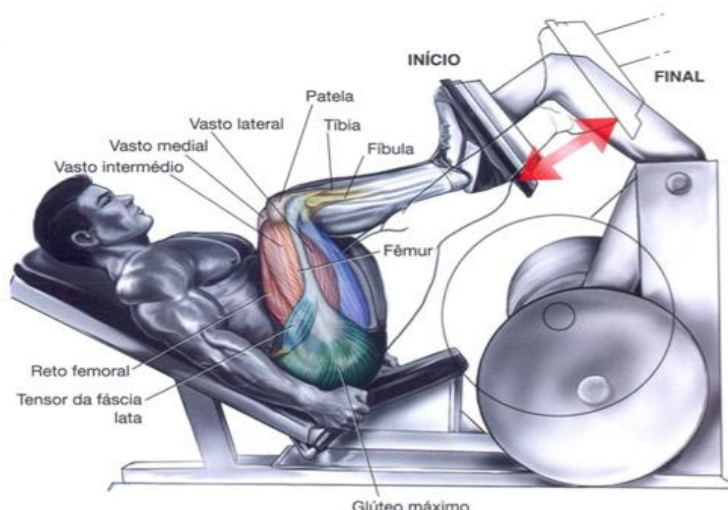
Οι παραπάνω λόγοι οδηγούν στην αυξανόμενη προτίμηση των ερευνητών και των κλινικών ως προς την ένταξη κυρίως ασκήσεων ΚΚΑ στα προγράμματα αποκατάστασης. Σε ασκήσεις ΚΚΑ, παρατηρείται συν-σύσπαση του τετρακεφάλου με τους οπίσθιους μηριαίους, κάτι που οδηγεί στην αύξηση της δύναμης του τετρακεφάλου και στη βελτίωση της σταθερότητας της άρθρωσης (Palmitier et al., 1991; Fowkes – Godek 1994; Wilk et al, 1996). Προτιμούνται επίσης επειδή προσομοιάζουν διάφορες καθημερινές, λειτουργικές δραστηριότητες (Palmitier et al., 1991; Steinkamp et al., 1993; Fowkes – Godek 1994; Wilk et al, 1996; Fitzgerald 1997; Augustsson and Thomee, 2000; Witvrouw et al., 2000). Ασφαλέστερο εύρος κίνησης στην ΚΚΑ είναι από 0° έως 60° κάμψης του γόνατος, γιατί έτσι ελαχιστοποιείται η διατμητική

δύναμη που ασκεί η κνήμη στην επιγονατίδα (Wilk and Andrews, 1992). Επειδή εκτελούνται σε μικρότερο, πιο λειτουργικό εύρος κίνησης από τις ασκήσεις σε ΑΚΑ, είναι περισσότερο ανεκτές από τους ασθενείς, με αποτέλεσμα να έχουν καλύτερα αποτελέσματα στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας (Fulkerson et al, 1992;Steinkamp et al, 1993).

Πολλές λειτουργικές δραστηριότητες απαιτούν κάμψη γόνατος σε εύρος κίνησης τουλάχιστον από 0° έως 90° κάμψης, συνεπώς η ενδυνάμωση των μυών του γόνατος σε αυτό το εύρος, στον κατάλληλο χρόνο μέσα στο πρόγραμμα αποκατάστασης είναι θεμελιώδους σημασίας, αν θέλουμε να επιτύχουμε απόλυτη λειτουργική δραστηριοποίηση σε αυτό το εύρος (Wawrzyniak et al., 1996).

Υπάρχουν αρκετές έρευνες που έχουν ασχοληθεί με την ανάλυση των θεραπευτικών επιδράσεων των ασκήσεων της ΑΚΑ και της ΚΚΑ, ποια είναι πιο κατάλληλη να συμπεριληφθεί σε προγράμματα αποκατάστασης, καθώς και σε ποια φάση του θεραπευτικού προγράμματος θα πρέπει να εισαχθούν (Wawrzyniak et al., 1996;Fehr et al, 2006;Cabral et al, 2007;Witvrouw et al., 2000;Irish et al, 2010;Hopkins et al, 1999;Stensdotter et al, 2003;Sokhangooei et al, 2010;Witvrouw et al., 2004;Mellor and Hodges, 2005;Tang et al, 2001).

Η άσκηση στα κάτω άκρα με τη χρήση πρέσας (Εικόνα 3.10) είναι μία συνηθισμένη άσκηση ΚΚΑ, που περιλαμβάνεται από νωρίς σε πολλά προγράμματα αποκατάστασης, σχεδιασμένη έτσι ώστε να αυξάνει τη δύναμη του τετρακεφάλου και να προσομοιάζει την φυσιολογική, λειτουργική δραστηριότητα (Blair and Wills, 1991;Lutz et al, 1990;Shelbourne and Nitz, 1990;Wilk and Andrews, 1992;Palmitier et al., 1991;Fowkes – Godek 1994).



Εικόνα 3.10. Άσκηση ΚΚΑ σε πρέσα (<http://icepersonaltrainer.blogspot.com>).

Κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος αποκατάστασης, στο οποίο συμμετείχαν 10 ασθενείς, η παρέμβαση περιλάμβανε ασκήσεις σε πρέσα κάτω

άκρων (ΚΚΑ), με προοδευτική επιβάρυνση σε θεραπείες διάρκειας 8 εβδομάδων, με 2 θεραπείες/βδομάδα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, δεν σημειώθηκε καμία σημαντική διαφορά όσον αφορά τον επίπεδο του πόνου και της γωνίας Q μετά από τη θεραπεία. Επίσης, καμία διαφορά δεν βρέθηκε στην ΗΜΓ δραστηριότητα του έσω και του έξω πλατύ. Παρ' όλα αυτά, διατηρήθηκε η ισορροπία ενεργοποίησης ανάμεσα στους δύο μύες, βελτιώνοντας τη λειτουργικότητα του πάσχοντος κάτω άκρου ( $p < 0,05$ ) (Cabral et al, 2007).

Σε ένα προπονητικό πρόγραμμα με ασκήσεις σε πρέσα, έχει αναφερθεί ότι στην ΚΚΑ ο τετρακέφαλος μυς παράγει μεγαλύτερη ή ίση ισοκινητική δύναμη, σε σύγκριση με την προπόνηση σε ασκήσεις ΑΚΑ, σε όλες τις ταχύτητες που εξετάστηκαν (Fowkes-Godeck 1994).

Με σκοπό να διευκρινιστεί η επίδραση ενός προπονητικού προγράμματος με πρέσα στην μέγιστη ροπή του τετρακεφάλου και στην λειτουργική απόδοση των κάτω άκρων, πραγματοποιήθηκε μία έρευνα (Wawrzyniak et al., 1996). Οι 30 συμμετέχουσες, οι οποίες δεν εμφάνιζαν συμπτωματολογία στο κάτω άκρο, πραγματοποιούσαν ισοτονικές, μονοποδικές πιέσεις σε πρέσα σε εύρος  $0^\circ$  έως  $60^\circ$  ή  $0^\circ$  έως  $90^\circ$  κάμψης γόνατος. Η εξάσκηση διήρκησε 6 εβδομάδες, με 3 θεραπείες/βδομάδα. Η άσκηση που εκτελέστηκε στις  $0^\circ$  έως  $90^\circ$  κάμψης γόνατος προκάλεσε την αύξηση της σύγκεντρης και της έκκεντρης μέγιστης ροπής του τετρακεφάλου, ενώ η άσκηση σε εύρος  $0^\circ$  έως  $60^\circ$  βελτίωσε μόνο την έκκεντρη ροπή. Υποστηρίχθηκε ότι τις πρώτες μέρες μετά από έναν τραυματισμό η ΚΚΑ είναι προτιμότερη από την ΑΚΑ, όμως δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία από τις λειτουργικές δραστηριότητες που εξετάστηκαν, θέτοντας υπό αμφισβήτηση την επιλογή της ΚΚΑ ως μέσο αποκατάστασης και επανάκτησης της λειτουργικότητας των ασθενών (Wawrzyniak et al., 1996).

Σε ένα θεραπευτικό πρόγραμμα 24 ασθενείς εκτέλεσαν ασκήσεις ΑΚΑ (ισομετρική άσκηση τετρακεφάλου στις  $90^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $50^\circ$  και άσκηση από κάμψη γόνατος προς έκταση από  $90^\circ$  προς  $50^\circ$ ) και ΚΚΑ (ισομετρική άσκηση τετρακεφάλου στις  $20^\circ$ ,  $40^\circ$ , ημικάθισμα και πρέσα από  $0^\circ$  έως  $50^\circ$ ). Το πρόγραμμα διήρκησε 8 εβδομάδες, με 3 θεραπείες/βδομάδα. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές στο λόγο VMO/VL, ούτε και στην έκκεντρη ή στην σύγκεντρη φάση των ασκήσεων στην ΑΚΑ αλλά και στην ΚΚΑ, πριν και μετά από το πρόγραμμα αποκατάστασης. Παρ' όλα αυτά, ο VMO παρουσίασε μειωμένη δραστηριότητα συγκριτικά με τον VL στην έκκεντρη φάση των ασκήσεων της ΚΚΑ. Σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στη λειτουργικότητα και στη μείωση της έντασης του πόνου ανάμεσα στις μετρήσεις πριν από την παρέμβαση και μετά, και στις δύο ομάδες, με την ομάδα της ΚΚΑ να έχει μεγαλύτερα ποσοστά και στις δύο μεταβλητές που εξετάστηκαν. Ακόμη, δεν σημειώθηκε καμία μεταβολή στον τρόπο ενεργοποίησης των δύο μυών κατά την ΗΜΓ καταγραφή. Η βελτίωση της λειτουργικότητας και η μείωση του πόνου

καθιστούν τις ασκήσεις ΚΚΑ ως πιο αποδοτικές από τις ασκήσεις ΑΚΑ (Fehr et al, 2006).

Σε μέτρηση ανάμεσα σε 22 υγιείς, ασυμπτωματικούς εθελοντές ερευνήθηκαν ως ασκήσεις ΚΚΑ 1) το ημικάθισμα με την πλάτη στον τοίχο μέχρι 45° κάμψης γόνατος, με ισομετρική προσαγωγή των ισχίων και 2) η πρόσθια προβολή του κάτω άκρου, με το εξεταζόμενο γόνατο να κινείται από 45° κάμψης έως την πλήρη έκταση. Ως άσκηση ΑΚΑ χρησιμοποιήθηκε η έκταση του γόνατος σε καθιστή θέση από τις 90° κάμψης γόνατος έως την πλήρη έκταση. Το ημικάθισμα σε συνδυασμό με προσαγωγή ισχίου παρήγαγε τη μεγαλύτερη τιμή για το λόγο VMO/VL ανάμεσα στις ασκήσεις (1.14:1). Η έκταση του γόνατος στην ΑΚΑ προκάλεσε την μεγαλύτερη ενεργοποίηση του έξω πλατύ σε σχέση με τον λοξό έσω πλατύ, με αποτέλεσμα ο λόγος VMO/VL να είναι μικρότερος από 1 (Irish et al, 2010).

Η συντηρητική θεραπεία της χονδροπάθειας της επιγονατίδας έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές. Μία έρευνα σύγκρινε τα αποτελέσματα δύο προτεινόμενων ασκήσεων για την αποκατάστασή της (Bakhtiary and Fatemi, 2008). Στην ΑΚΑ επέλεξε να εξετάσει την ανύψωση ευθειασμένου σκέλους και στην ΚΚΑ το ημικάθισμα, σε 32 φοιτήτριες του πανεπιστημίου με διαγεγνωσμένη χονδροπάθεια επιγονατίδας. Ακολούθησαν πρόγραμμα αποκατάστασης διάρκειας 3 εβδομάδων, με σταδιακή αύξηση του αριθμού των ασκήσεων. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το ημικάθισμα (ΚΚΑ) ήταν περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με την ανύψωση ευθειασμένου σκέλους (ΑΚΑ). Βρέθηκε ότι η γωνία Q μειώθηκε ( $p=0.016$ ), όπως και ο κριγμός ( $p=0.04$ ). Αύξηση σημειώθηκε στη μέγιστη ισομετρική εθελοντική σύσπαση του τετρακεφάλου ( $p=0.01$ ) και στην μυική μάζα του μηρού ( $p=0.001$ ). Ο πόνος, όμως, βρέθηκε ότι μειώθηκε σημαντικά και στις δύο ασκήσεις (Bakhtiary and Fatemi, 2008).

Έρευνα που εξέτασε σε ομάδα υγιών, την επιστράτευση του έσω και του έξω πλατύ κατά την ισομετρική έκταση του γόνατος σε θέση κάμψης 30° ανάμεσα σε ΑΚΑ και ΚΚΑ, υποστήριξε ότι στην ΚΚΑ υπάρχει μεγαλύτερος συντονισμός ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων ανάμεσα στους δύο μύες (Mellor and Hodges, 2005).

Σε έρευνα όπου εξετάστηκαν 10 υγιείς εθελοντές, αξιολογήθηκε ο χρόνος ενεργοποίησης του τετρακεφάλου μέσω ισομετρικών συσπάσεων του μυός σε ΑΚΑ και ΚΚΑ, έδειξε ότι και οι 4 κεφαλές του μυός ενεργοποιούνται περισσότερο συγχρονισμένα στην ΚΚΑ από ότι στην ΑΚΑ. Στην ΑΚΑ, ο ορθός μηριαίος ενεργοποιείται νωρίτερα από τους 4 μύες, ενώ ο έσω πλατύς τελευταίος και με μικρότερη δύναμη από αυτήν που παρήγαγε στην ΚΚΑ. Συνεπώς, οι ερευνητές προτείνουν τις ασκήσεις σε ΚΚΑ, επειδή προκαλούν πιο ισορροπημένη ενεργοποίηση του τετρακεφάλου, με αποτέλεσμα να ελέγχονται

καλύτερα οι κινήσεις της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης (Stensdotter et al, 2003).

Η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση βρέθηκε ότι βελτίωσε την ικανότητα ατόμων με επιγονατιδομηριαίο πόνο να εκτελούν έκκεντρες ασκήσεις, μέσα από το κατέβασμα της σκάλας (Sacco et al, 2004). Παρατηρήθηκε μείωση στην ενεργοποίηση του τετρακεφάλου μέσω ΗΜΓ, προκαλώντας μεγαλύτερο έλεγχο και καλύτερο συντονισμό ανάμεσα στους 4 μύες, πιθανώς οδηγώντας και σε μείωση της μυϊκής ενέργειας, ειδικά για τον έσω πλατύ (Sacco et al., 2004).

Το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί, όμως, δεν έχει μελετηθεί αρκετά. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε (Cabral and Monteiro-Pedro, 2001) εξετάστηκε σε 18 ασθενείς η δραστηριότητα του έσω και του έξω πλατύ κατά την διάρκεια πρόσθιου και οπίσθιου ανεβάσματος και κατεβάσματος σε σκαλοπάτι με το γόνατο να βρίσκεται σε 75° κάμψης. Για να το πετύχουν αυτό, προσάρμοζαν το ύψος του σκαλιού ανάλογα με την κίνηση. Παρατήρησαν μεγαλύτερη δραστηριοποίηση του έσω πλατύ συγκριτικά με τον έξω πλατύ κατά την διάρκεια και των τεσσάρων μετρήσεων.



Εικόνα 3.11. Πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί (<http://www.examiner.com>).

Σε μια άλλη μελέτη που έγινε (Pulzatto et al. 2005) συμμετείχαν 27 γυναίκες, μη αθλήτριες (18-30 έτη) οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο ομάδες. Την πρώτη ομάδα (ομάδα έλεγχου) αποτελούσαν 15 εξεταζόμενες χωρίς καμία προηγούμενη αναφορά σε πόνο, τραυματισμό ή χειρουργική επέμβαση στα κάτω άκρα. Την δεύτερη ομάδα (ομάδα των ασθενών) αποτελούσαν 12 ασθενείς παρουσιάζοντας συμπτώματα πόνου σε διάφορες λειτουργικές δραστηριότητες και κλινικές δοκιμασίες. Αφού τους τοποθετήθηκαν τα επιφανειακά ηλεκτρόδια στον έσω και στον έξω πλατύ, τους ζητήθηκε να εκτελέσουν τον βηματισμό

προς τα μπροστά και προς τα πίσω σε σκαλοπάτι με αρχική θέση γόνατος αρχικά στις 45° και έπειτα στις 75°. Για κάθε εξεταζόμενη γωνία προσαρμόζαν το σκαλοπάτι ανάλογα και οι εθελόντριες εκτελούσαν τρεις επαναλήψεις για την κάθε γωνία και συνολικά έξι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασκήσεις που εκτελέστηκαν με το γόνατο στις 45° σε σύγκριση με τις ασκήσεις στις 75°, επιστράτευσαν περισσότερο τον έσω πλατύ από τον έξω πλατύ. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα αυτά, οι ερευνητές προτείνουν ως ιδανικότερη άσκηση για την επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ, το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί, κυρίως με το γόνατο σε κάμψη 45°.

Όμως, υπάρχουν και μελέτες που δεν προτείνουν κάποια από τις δύο μεθόδους ως προτιμότερη για την αποκατάσταση της χονδροπάθειας της επιγονατίδας. Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε με σκοπό να διευκρινιστεί η αποδοτικότητα των ασκήσεων ΑΚΑ και ΚΚΑ, μετρήθηκαν 34 νέες, ασθενείς. Η άσκηση στην ΑΚΑ ήταν η έκταση του γόνατος από καθιστή θέση με αρχική κάμψη στο γόνατο 90°, μέχρι έκταση σε 45°, με προσθήκη βάρους 1kg σε κάθε ποδοκνημική. Η άσκηση στην ΚΚΑ περιλάμβανε ένα ημικάθισμα από την πλήρη έκταση, μέχρι την κάμψη σε 30°, με προσθήκη 1kg σε βάρος σε κάθε χέρι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική μείωση στα επίπεδα του πόνου και στις δύο ασκήσεις ( $p < 0.05$ ), όπως και στη μείωση της γωνίας Q σημειώθηκε στατιστικά σημαντική μείωση και στην ΑΚΑ και στην ΚΚΑ. Οι ερευνητές προτείνουν και τα δύο είδη ασκήσεων ως το ίδιο αποτελεσματικά στην θεραπευτική αποκατάσταση, ελλείψει σαφών αποδείξεων ως προς την διαφοροποίησή τους (Sokhangooei et al, 2010).

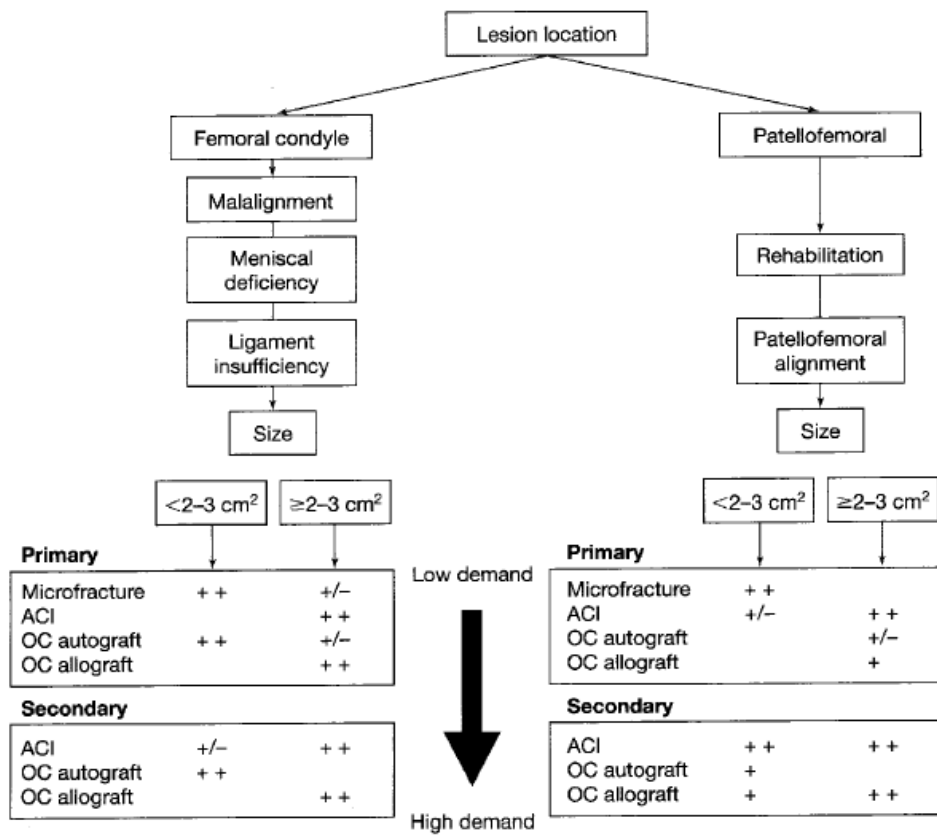
### **3.8. Χειρουργική αποκατάσταση**

Όταν αποτύχει η συντηρητική θεραπεία να μειώσει επαρκώς τα συμπτώματα της χονδροπάθειας, έτσι ώστε ο ασθενής να επανέλθει πλήρως στις καθημερινές, λειτουργικές δραστηριότητές του, οδηγείται στη χειρουργική αποκατάσταση του χόνδρου ή στην ευθυγράμμιση της επιγονατίδας (Grelsamer 2000;Pylawka et al., 2006;Cole et al., 2009). Παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση ως προς το ποια χειρουργική διαδικασία θα ακολουθηθεί είναι το μέγεθος της βλάβης που έχει υποστεί ο χόνδρος, το βάθος, το σημείο, η χρονιότητα των συμπτωμάτων, καθώς και σε ποιες δραστηριότητες εμφανίζεται εντονότερη εκδήλωση των συμπτωμάτων και η ύπαρξη ή όχι συνοδών βλαβών στην περιοχή του γόνατος. Άλλα χαρακτηριστικά που πρέπει να ληφθούν υπόψιν, είναι η ηλικία του ασθενούς, ο δείκτης μάζας σώματος, το επάγγελμα και οι καθημερινές απαιτήσεις του ασθενή και, φυσικά, οι προσδοκίες του ασθενή από το αποτέλεσμα της επέμβασης (Cole et al., 2009;Pylawka et al., 2006).

Οι επεμβάσεις που συνηθίζονται για την αποκατάσταση της χονδροπάθειας της επιγονατίδας χωρίζονται σε 3 κατηγορίες: 1) την εγγύς επανευθυγράμμιση της επιγονατίδας, 2) την περιφερική επανευθυγράμμιση και 3) τις τεχνικές που δεν στοχεύουν στην ευθυγράμμιση του εκτατικού μηχανισμού (Grelsamer 2000).

- 1) Αυτές οι τεχνικές περιλαμβάνουν την απελευθέρωση της επιγονατίδας από τα στοιχεία στην εξωτερική πλευρά που βρίσκονται σε βράχυνση όπως η λαγονοκνημιαία ταινία, την αποκατάσταση του έσω επιγονατιδομηριαίου συνδέσμου και στην προαγωγή του έσω πλατύ.
- 2) Αποτελούνται από μεταβολές της θέσης της επιγονατίδας μέσω μεταφοράς του επιγονατιδικού τένοντα, του κνημιαίου κυρτώματος και άλλων μαλακών στοιχείων.
- 3) Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν τον καθαρισμό της οπίσθιας αρθρικής επιφάνειας, για να αποτραπεί η περαιτέρω τριβή με τους μηριαίους κονδύλους που οδηγεί στην εκφύλιση του χόνδρου, την απονεύρωση της επιγονατίδας, την μεταμόσχευση χόνδρου, περιόστεου ή και των δύο, την οστεοτομία της επιγονατίδας, την αντικατάστασή της και την εκτομή μέρους της.





Σχήμα 3.2. Σύνοψη των χειρουργικών επεμβάσεων (Pylawka et al., 2006).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> – Μέθοδος

### 4.1. Σκοπός της μελέτης και ερευνητικές υποθέσεις

Σκοπός της παρούσας μελέτης η καταγραφή της στατιστικής δομής της ΗΜΓ ενεργοποίησης των εκτεινόντων του γόνατος σε δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας. Συγκεκριμένα:

1. Η ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού.
2. Η ενεργοποίηση του έξω πλατύ σε πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού.
3. Η ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού.
4. Η ενεργοποίηση του έξω πλατύ σε οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού.

Με βάση τα παραπάνω, οι ερευνητικές υποθέσεις που θα ελεγχθούν σύμφωνα και με την τρέχουσα βιβλιογραφία είναι οι ακόλουθες :

- 1) Ποια είναι η στατιστική δομή της ΗΜΓ ενεργοποίησης των εκτεινόντων μυών του γόνατος, σε ασθενείς με χονδροπάθεια επιγονατίδας σε δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας: πρόσθιο και οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί.
  - 1α) Υπάρχει σημαντικότερη ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ κατά το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί στο υγιές και πάσχον κάτω άκρο;
  - 1β) Υπάρχει σημαντικότερη ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ κατά το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί στο υγιές και πάσχον κάτω άκρο;
  - 1γ) Υπάρχει σημαντική διαφορά στην ΗΜΓ ενεργοποίηση των εκτεινόντων μυών του πάσχοντος γόνατος συγκριτικά με αυτούς του υγιούς;
- 2) Ποια είναι η στατιστική δομή της ΗΜΓ ενεργοποίησης των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε εξεταζόμενους της ομάδας ελέγχου σε δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας: πρόσθιο και οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί.

2α) Υπάρχει σημαντικότερη ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ κατά το πρόσθιο ανέβασμα στο κυρίαρχο και στο μη κυρίαρχο κάτω άκρο;

2β) Υπάρχει σημαντικότερη ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ κατά το οπίσθιο ανέβασμα στο κυρίαρχο και στο μη κυρίαρχο κάτω άκρο;

#### 4.2. Δείγμα μελέτης

Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος 20 εθελοντές/γυναίκες οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες. Η πρώτη ομάδα (ομάδα παρέμβασης) αποτελούνταν από ασθενείς που είχαν υποψία πρόσθιου πόνου στην περιοχή του γόνατος και πιο συγκεκριμένα αναζητήθηκαν άτομα με χονδροπάθεια επιγονατίδας. Η συγκεκριμένη παθολογική κατάσταση επιλέχτηκε να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα μελέτη διότι είναι μια κοινή ασθένεια που έχει απασχολήσει τον χώρο της αποκατάστασης (Shelton 1991;McMullen 1990; Vaatainen et al.1994;McConnell 1986;Goodfellow et al. 1976;Outerbrige 1961,1964;Insall et al. 1976;Gagliardi 1994;Dehavn et al. 1979;Bentley 1984,1970) και προσβάλλει τις γυναίκες σε διπλάσια συχνότητα συγκριτικά με τους άνδρες (Malek 1991;McMullen 1990;Fox 1988;Goodfellow et al. 1976;Biro et al. 1983;Leslie et al.1978;Al-Rawi. et al.1997). Η δεύτερη ομάδα (ομάδα έλεγχου) αποτελούνταν από υγιή άτομα που δεν παρουσίαζαν καμιά συμπτωματολογία στο κάτω άκρο. Η ομάδα παρέμβασης αποτελούνταν από 10 γυναίκες με μέσο όρο ηλικιών 20,6 έτη (εύρος 19-25 έτη) και μέσο όρο Δείκτη Μάζας σώματος 22,13 (εύρος 18,365-26,542). Η πλευρικότητα για το άνω άκρο ήταν εννέα δεξιόχειρες και μια αριστερόχειρας ενώ στο κάτω άκρο ήταν 9 με επικρατούν άκρο το δεξί και 1 με το αριστερό. Η ομάδα έλεγχου αποτελούνταν από 10 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 22,2 έτη (εύρος 21-25) και μέσο όρο Δείκτη Μάζας σώματος 21,59 (εύρος 18,524-26,218). Η πλευρικότητα στο άνω άκρο ήταν κι οι δέκα δεξιόχειρες όπως επίσης και στο κάτω άκρο επικρατούν ήταν το δεξί. Η εύρεση πλευρικότητας άνω και κάτω άκρου έγινε μέσω κατάλληλων ερωτηματολογίων (Παράρτημα 3). Στις κλινικές δοκιμασίες έλαβαν μέρος 27 άτομα με υποψία πρόσθιου πόνου και 15 άτομα για τη συμμετοχή τους στην ομάδα έλεγχου. Τελικά, έπειτα από την λήψη διαφόρων στοιχείων και την εφαρμογή κλινικών δοκιμασιών όπως θα αναφερθούν και παρακάτω, έλαβαν μέρος 10 άτομα στην ομάδα παρέμβασης και 10 άτομα στην ομάδα έλεγχου. Όλοι οι εξεταζόμενοι αφού ενημερώθηκαν προφορικά αρχικά και εγγράφως στην συνέχεια για τον σκοπό και την διαδικασία της μελέτης, συμφωνήσαν να λάβουν μέρος στην ερεύνα, υπογράφοντας ένα έγγραφο συγκατάθεσης της συμμετοχής τους.

### 4.3. Οριοθετήσεις – Περιορισμοί

#### Α) Κριτήρια συμμετοχής και αποκλεισμού από την έρευνα

Σύμφωνα με την ανασκόπηση βιβλιογραφίας, αποφασίστηκε ότι τα κριτήρια συμμετοχής των ασθενών στην μελέτη θα είναι τα εξής :

- 1) Οι ασθενείς θα έπρεπε να είχαν πόνο στην περιοχή του γόνατος πάνω από 3 μήνες, δηλαδή να έπασχαν από χρόνια πόνο (Merskey et al. 1994;International Association for the Study of Pain). Ο χρόνιος πόνος συμβάλλει στη δημιουργία μυϊκών προσαρμογών, οι οποίες οδηγούν στην αλλαγή των κινητικών προτύπων (Nielsen et al., 1995;Nielsen et al., 1997). Εξετάζοντας άτομα με χρόνια πόνο, μπορεί μέσω ΗΜΓ καταγραφής να μελετηθούν οι προσαρμογές αυτές.
- 2) Κάθε ασθενής θα έπρεπε να απαντήσει θετικά όσον αφορά τον πόνο σε τουλάχιστον δυο από τις παρακάτω καθημερινές δραστηριότητες (Sacco et al. 2004;Cowan et al. 2002a,b;Loundon et al., 2002;Dursun et al. 2001;Powers et al, 1996,1999;Fulkerson, et al.1990;Levine 1979;Puniello 1993;Insall et al. 1976):

- Βάδιση
- Καθιστή θέση (κάθισμα, έγερση, παρατεταμένη ώρα)
- Κάθισμα σταυροπόδι (γυναικείο, ανδρικό)
- Κάθισμα σε θέση οκλαδόν
- Ανέβασμα και κατέβασμα σκαλιών

Οι παραπάνω δοκιμασίες αυξάνουν την πίεση μέσα στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Tunay et al. 2003)

- 3) Κάθε ασθενής θα έπρεπε να ήταν θετικός σε τουλάχιστον δυο από τις κλινικές δοκιμασίες:
  - Compression test (Witvrouw et al., 2000;Robinson et al. 1970;Korkala et al.1995;Niskanen et al 2001).
  - Βαθύ κάθισμα (καθ' όλη την διάρκεια και στην επαναφορά) (Fulkerson and Hungerford, 1990;Cowan et al., 2002a; Dursun et al., 2001;Laprade et al. 1998).
  - Ανέβασμα και κατέβασμα 12 σκαλιών (Fulkerson and Hungerford, 1990;Cowan et al., 2002a;Dursun et al., 2001; Laprade et al. 1998).
  - Ισομετρική σύσπαση τετρακέφαλου από ύπτια θέση (Fulkerson and Hungerford 1990;Pulzatto et al.2005;Powers et al.1996).

Για την κατάλληλη επιλογή ασθενών κρίθηκε απαραίτητο να συμπεριληφθούν και κριτήρια αποκλεισμού ασθενών, που είναι τα εξής:

- 1) Όλοι οι ασθενείς που προσήλθαν είχαν υποψία πρόσθιου πόνου στην επιγονατίδα. Με σκοπό την διαφοροδιάγνωση μεταξύ της χονδροπάθειας και οποιασδήποτε άλλης αιτίας που πιθανόν να προκαλούσε πρόσθιο πόνο στην περιοχή της επιγονατίδας, εφαρμόστηκαν οι παρακάτω κλινικές δοκιμασίες:
  - Δοκιμασίες σταθερότητας της άρθρωσης: έλεγχος του έσω και έξω πλάγιου συνδέσμου και έλεγχος του πρόσθιου και του οπίσθιου χιαστού συνδέσμου (πρόσθιο και οπίσθιο συρτάρι).
  - Ειδικές δοκιμασίες: δοκιμασία McMurray και δοκιμασία συμπίεσης και ανάσπασης του Appley όσον αφορά τους μηνίσκους (Hoppenfeld 2008).
  - Κλινική εξέταση της ποδοκνημικής για πιθανή ύπαρξη πρηνισμού ή υπτιασμού του άκρου πόδα (βλαιογωνία, ραιβογωνία) η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει την θέση των οστών της επιγονατιδομηριαίας διάρθρωσης και κατά συνέπεια της λειτουργιάς της.
  - Κλινικός έλεγχος της διάρθρωσης του ισχίου για πιθανές παρεκκλίσεις της (συνήθως έσω στροφή του ισχίου), μια και η παρουσία παθολογικής στροφής έχει άμεση σχέση με τη πλήρη κινητικότητα του γόνατος.
- 2) Δεν θα έπρεπε να υπήρχε πρόσφατος οξύς τραυματισμός στην περιοχή του γόνατος γιατί λόγω της φλεγμονής και του πόνου δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η λειτουργική δραστηριότητα.
- 3) Δεν θα έπρεπε να υπήρχε παλαιότερη χειρουργική επέμβαση σε κανένα από τα δυο κάτω άκρα λόγω των αλλαγών που θα είχαν επέλθει όσον αφορά την εμβιομηχανική ανάλυση του άκρου.
- 4) Οι εξεταζόμενοι θα έπρεπε να μην έχουν συμπτώματα πόνου τουλάχιστον μια ώρα πριν την μέτρηση. Κάτι που προϋποθέτει να μην είχαν κάνει έντονη σωματική άσκηση πριν από την μελέτη.
- 5) Απουσία νευρολογικών διαταραχών διότι είναι πιθανόν να προκαλέσουν συμπτωματολογία στην περιοχή του γόνατος.
- 6) Οι ασθενείς θα έπρεπε να μην παρουσιάζουν περαιτέρω συμπτωματολογία στην περιοχή της μέσης, του ισχίου και της ποδοκνημικής, τουλάχιστον ομόπλευρα του πάσχοντος γόνατος. Σε περίπτωση που υπήρχε συμπτωματολογία θα έπρεπε να είχε αποκατασταθεί τουλάχιστον ένα χρόνο πριν.
- 7) Να μην είχαν κάποια ρευματική πάθηση, ούτε κατά τη μέτρηση, ούτε κατά το παρελθόν.

Τα κριτήρια επιλογής της ομάδας έλεγχου ήταν τα εξής:

- 1) Μετά από κλινικές δοκιμές δεν παρουσίαζαν κανένα σύμπτωμα χονδροπάθειας επιγονατίδας.
- 2) Η διαδικασία των μετρήσεων δεν τους προκαλούσε πόνο.
- 3) Δεν είχαν τραυματιστεί τα τελευταία δυο χρόνια στην επιγονατιδομηριαία διάρθρωση (μύες, οστά, συνδεσμικά στοιχεία).
- 4) Μετά από κλινικό έλεγχο, οι σύνδεσμοι του γόνατος δεν είχαν υποστεί τραυματισμό στο παρελθόν, ώστε να υπάρχει πρόβλημα σταθερότητας στην άρθρωση του γόνατος.
- 5) Τα άτομα της ομάδας αυτής δεν έπρεπε να είχαν υποστεί καμία χειρουργική επέμβαση στο γόνατο.
- 6) Έπρεπε το εύρος κίνησης του γόνατος να ήταν πλήρες ( $0^{\circ}$ - $0^{\circ}$ - $130^{\circ}$ ).
- 7) Κλινική εξέταση της ποδοκνημικής για πιθανή ύπαρξη πρηνισμού ή υπτιασμού του άκρου πόδα (βλαιογωνία, ραιβογωνία) η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει την θέση των οστών της επιγονατιδομηριαίας διάρθρωσης και κατά συνέπεια της λειτουργία της.
- 8) Κλινικός έλεγχος της κατ' ισχίον διάρθρωσης για πιθανές παρεκκλίσεις της (συνήθως έσω στροφή του ισχίου), μια και η παρουσία παθολογικής στροφής έχει άμεση σχέση με τη πλήρη κινητικότητα του γόνατος.
- 9) Απουσία οποιασδήποτε ρευματικής πάθησης κατά την διάρκεια των μετρήσεων αλλά και στο παρελθόν.

**B) Οι περιορισμοί της έρευνας ήταν οι εξής:**

- Λόγω του μεγάλου δείγματος και της δυσκολίας ανεύρεσης εξεταζόμενων δεν πραγματοποιήθηκε τυχαία δειγματοληψία.
- Ο μικρός αριθμός του δείγματος (10 άτομα στην ομάδα έλεγχου – 10 άτομα στη ομάδα παρέμβασης).
- Το δείγμα αποτελούνταν αποκλειστικά από γυναίκες.
- Το εύρος της ηλικίας ήταν 19-25 έτη.
- Όλες οι εξεταζόμενες ήταν φοιτήτριες του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Α.Τ.Ε.Ι Αιγίου.
- Κατά την αξιολόγηση των εξεταζόμενων δεν πραγματοποιήθηκε ακτινολογικός έλεγχος.

Δεν συμπεριλήφθηκαν περισσότερες κινήσεις στην εξέταση, λόγω χρονικού περιορισμού.

#### 4.4. Πιλοτική μελέτη.

Πριν από την έναρξη της επίσημης μελέτης, πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική μελέτη με σκοπό την εφαρμογή στην πράξη της μεθοδολογίας και των διαδικασιών που θα χρησιμοποιούνταν κατά την διάρκεια της έρευνας. Η μελέτη αυτή βοήθησε στην αποφυγή τυχόν προβλημάτων που θα προέκυπταν, στα ελλείμματα που μπορεί να υπήρχαν στην μέθοδο έρευνας, στη κατανομή εργασιών των εξεταστών και στην διαμόρφωση της τελικής μορφής της. Η ασθενής που χρησιμοποιήθηκε προσήλθε με πρόσθιο πόνο στην περιοχή του γόνατος. Αφού ενημερώθηκε για την διαδικασία της εξέτασης και τον ρόλο της, δέχθηκε να συμμετάσχει συμπληρώνοντας το ενημερωτικό φυλλάδιο συγκατάθεσης. Αφού έγιναν ορισμένες κλινικές δοκιμασίες, η ασθενής πληρούσε τα κριτήρια εισαγωγής στη μελέτη. Έπειτα έγινε λήψη δημογραφικών στοιχείων όπως ότι ήταν 20 ετών, με ύψος 1.60 και 50 κιλά. Στη συνέχεια, απάντησε σε ερωτήσεις που αφορούσαν το ιστορικό της πάθησης. Τέλος, η ασθενής, αφού της τοποθετηθήκαν τα ηλεκτρόδια στα προβλεπόμενα σημεία, ξεκίνησε την διαδικασία καταγραφής της μυϊκής δραστηριότητας των εξεταζόμενων μυών με τη χρήση ηλεκτρομυογράφου. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων και για την λήψη ακριβέστερων τιμών ενεργοποίησης των εξεταζόμενων μυών έγινε χρήση ενός νάρθηκα τύπου Aircast. Η χρήση αυτή έγινε με σκοπό την αποφυγή πρητισμού ή υπτιασμού της ποδοκνημικής άρθρωσης κατά την διάρκεια της εξεταζόμενης κίνησης. Σύμφωνα όμως με τις μετρήσεις με τον νάρθηκα και χωρίς τον νάρθηκα δεν υπήρχαν αξιοσημείωτες διαφορές και γι' αυτό δεν συμπεριλήφθηκε στις μετρήσεις. Η πιλοτική μελέτη διήρκησε 2-3 ώρες κατά τις οποίες οριστικοποιήθηκαν στοιχεία όπως:

- Ο προγραμματισμός και η σειρά εξέτασης και συλλογής των στοιχείων που ερευνούνται.
- Ποιες θα είναι οι ερωτήσεις που θα αφορούν την πορεία-ιστορικό της νόσου.
- Ποιες θα είναι οι κλινικές δοκιμές εισαγωγής ή απόρριψης που θα εφαρμοστούν στους εξεταζόμενους.
- Με ποιον τρόπο και που ακριβώς θα τοποθετούνται τα διπολικά επιφανειακά ηλεκτρόδια.
- Ποιες κινήσεις θα επιλεχθούν.
- Με ποιον τρόπο θα επιτευχτεί η κίνηση ομαλά, χωρίς απώλεια της ισορροπίας.

#### 4.5. Δημογραφικά και προσωπικά στοιχεία των εθελοντών.

Η παρούσα μελέτη έλαβε χώρα σε έναν ειδικά εξοπλισμένο και διαμορφωμένο χώρο στο εργαστήριο Εμβιομηχανικής του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Α.Τ.Ε.Ι Αιγίου. Η κάθε εθελόντρια αρχικά ενημερωνόταν για το τι ακριβώς πραγματεύεται η μελέτη και στη συνέχεια υπέγραφαν μια συγκατάθεση εθελοντικής συμμετοχής στις μετρήσεις και γενικότερα στην ερευνητική διαδικασία (Παράρτημα 1). Έγινε καταγραφή ορισμένων προσωπικών και δημογραφικών στοιχείων όπως το φύλο, η ηλικία, το βάρος, το ύψος και το επάγγελμα της εθελόντριας. Επιπλέον οι ασθενείς ρωτήθηκαν σχετικά με το ιστορικό της πάθησης. Το ερωτηματολόγιο που πρόέκυψε μετά την πιλοτική μελέτη παρατίθεται (Παράρτημα 2).

#### 4.6. Όργανα Μέτρησης

##### A) Κλινικές δοκιμασίες

##### *Compression test*

Η διαγνωστική αυτή μέθοδος εφαρμόζεται όταν ο ασθενής βρίσκεται σε ύπτια θέση πάνω στο κρεβάτι με τα γόνατα σε έκταση. Ο εξεταστής μετακινεί την επιγονατίδα προς τα επάνω και εφαρμόζει κατακόρυφη πίεση πάνω στην επιγονατίδα ενάντια στους μηριαίους κονδύλους. Εάν ο ασθενής αισθανθεί πόνο, τότε η εξέταση θεωρείται θετική (Εικόνα 4.1 α,β).



(α)





**Εικόνα 4.1.** (α),(β) Διαδικασία εξέτασης – Compression test.

#### *Βαθύ κάθισμα*

Ο εξεταζόμενος βρίσκεται σε όρθια θέση με τα πόδια ανοικτά στο επίπεδο των ώμων. Ζητείται να κοιτάξει ένα συγκεκριμένο σημείο απέναντί του και στη συνέχεια να εκτελέσει κάμψη ισχίων και γονάτων, ενώ διατηρεί την πλάτη του σε ευθεία. Θα πρέπει το βάρος του σώματος του να το νιώθει στο μέσο του άκρου πόδα και να σχηματίζει μια νοητή ευθεία γραμμή από το αυτί έως τον άκρο πόδα. Εάν ο ασθενής αισθανθεί πόνο κατά το κάθισμα ή την επαναφορά, τότε η εξέταση θεωρείται θετική.

#### *Ανέβασμα και κατέβασμα 12 σκαλιών*

Ο εξεταζόμενος κλίθηκε να ανέβει και να κατέβει 12 σκαλοπάτια (ύψους 17cm). Εάν ο ασθενής αισθανθεί πόνο κατά το ανέβασμα ή το κατέβασμα των σκαλοπατιών, τότε η εξέταση θεωρείται θετική.

#### *Ισομετρική σύσπαση τετρακέφαλου από ύπτια θέση*

Ο εξεταζόμενος βρίσκεται σε ύπτια θέση στο κρεβάτι με τα γόνατα του σε έκταση. Αφού του τοποθετηθεί μια μικρή αντίσταση, ζητείται να εκτελέσει ισομετρική σύσπαση. Εάν ο ασθενής αισθανθεί πόνο, τότε η εξέταση θεωρείται θετική.

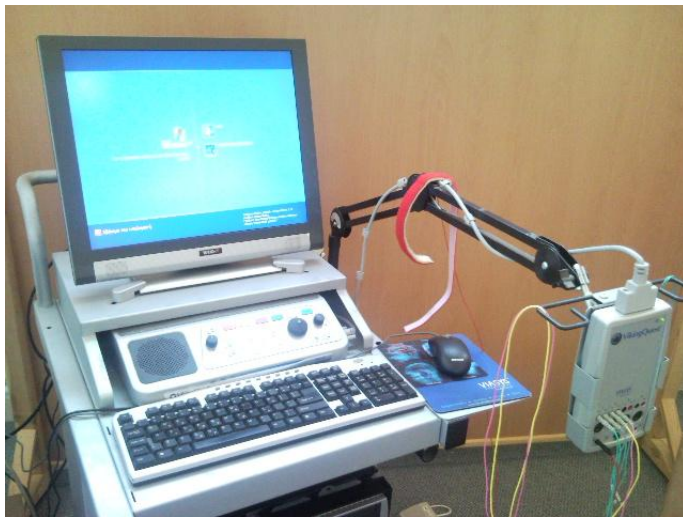


**Εικόνα 4.2.** Ισομετρική σύσπαση του τετρακεφάλου.

## **B) Ηλεκτρομυογράφος**

Ο ηλεκτρομυογράφος είναι μια συσκευή που ανιχνεύει τις νευρομυϊκές συστολές και παρέχει ενδείξεις ανάδρασης στον εξεταζόμενο (Dursun et al., 2001). Πολλοί ερευνητές έχουν επιχειρήσει να καταγράψουν ποσοτικά την ενεργοποίηση του τετρακέφαλου (Boucher et al. 1992; Mariani et al. 1979; Moller et al. 1986; Reynolds et al. 1983; Souza et al., 1991). Η χρήση επιφανειακών ηλεκτροδίων χρησιμοποιείται σε κλινικό περιβάλλον για την ανίχνευση και την ανάλυση ηλεκτρικών σημάτων που περιλαμβάνουν πληροφορίες του εξεταζόμενου μυός (Hogrel JY 2005). Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η μέθοδος αξιολόγησης μέσω ΗΜΓ είναι αξιόπιστη και ότι η χρήση επιφανειακών ηλεκτροδίων παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα όσον αφορά το πλάτος και τον χρόνο ενεργοποίησης των μυών (Bolgia et al. 2010). Σε έρευνα όπου αξιολογήθηκαν 102 ασθενείς χρησιμοποιώντας επιφανειακά ηλεκτρόδια για την μελέτη 10 μυών, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι είναι μία αξιόπιστη μέθοδος (Cram et al. 1994). Η καταγραφή των σημάτων μέσω των επιφανειακών ηλεκτροδίων μπορεί να δώσει επαρκείς πληροφορίες (Bouisset and Maton, 1972). Μελέτη αναφέρει ότι η χρήση επιφανειακών ηλεκτροδίων για μακροπρόθεσμες εφαρμογές, είναι εφικτή (Ochia and Cavanagh, 2007). Έχει αποδειχθεί ότι ο ΗΜΓ είναι ένα αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης κατά την ισομετρική σύσπαση του τετρακεφάλου (Soderberg et al. 1987; Wild et al. 1982).

Για την καταγραφή της μυϊκής δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκε ο ηλεκτρομυογράφος Viking Quest της εταιρείας Nicolet (USA) με ενσωματωμένο Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (εικόνα 4.3). Αφού ακολούθησε αποστείρωση του δέρματος με οινόπνευμα και στη συνέχεια ο καθαρισμός με ειδική αλοιφή απολέπισης, τοποθετούνταν μιας χρήσεως επιφανειακά αυτοκόλλητα ηλεκτρόδια μεγέθους 1cm, ενώ όταν χρειαζόταν η αγωγιμότητα βελτιωνόταν με Gel ηλεκτρονευρογραφίας και ηλεκτροεγκεφαλογραφίας, αμφίπλευρα στους μυς. Η καταγραφή του σήματος γινόταν από την έναρξη έως και τη λήξη της κίνησης και οι καταγραφές περιελάμβαναν το αναλογικό σήμα ηλεκτρομυογραφίας και στη συνέχεια (μετά την λήξη της κίνησης) γινόταν η επεξεργασία του.



Εικόνα 4.3. Ο ηλεκτρομυογράφος.

Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε είχε την δυνατότητα των παρακάτω μετρήσεων – αναλύσεων ΗΜΓ:

#### Αρχικό ΗΜΓ (RAW-EMG)

- Ø Η επεξεργασία ενός ηλεκτρομυογραφήματος μπορεί να πραγματοποιηθεί:
  - α) στο πεδίο του χρόνου (Time-Domain Analysis)
  - β) στο πεδίο της συχνότητας (Frequency-Domain Analysis).
- Ø Μέσω ενός προ-επεξεργασμένου ΗΜΓ, μπορεί να διαπιστωθεί αν ένας μυς ενεργοποιείται ή όχι. Συνήθως όμως, παρουσιάζεται η ποσότητα της ενεργοποίησης (amount of activity) κατά τη διάρκεια μιας συστολής (σε σχέση με το χρόνο). Καθώς το ΗΜΓ καταγράφεται από ενισχυτές εναλλασσόμενου ρεύματος, η μέση τιμή του προ-επεξεργασμένου ΗΜΓ

είναι ίση με μηδέν. Συνεπώς, η απευθείας χρησιμοποίησή του δεν παρέχει ικανοποιητικές πληροφορίες και χρειάζεται ανόρθωση.

#### Πλήρως ανορθωμένο ΗΜΓ (Full-wave rectify)

- ∅ Η πλήρης ανόρθωση του ΗΜΓ επιτυγχάνεται μέσω ενός ανορθωτή πλήρους κύματος που παρέχει την απόλυτη τιμή του ΗΜΓ, μέσω θετικής πολικότητας. Η μονάδα μέτρησης του πλάτους του ανορθωμένου σήματος εκφράζεται σε mV.

#### Γραμμική ομαδοποίηση (Linear envelope detector)

Το ανορθωμένο σήμα εμπεριέχει θόρυβο και για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξομαλυνθεί. Η εξομαλυνση επιτυγχάνεται είτε:

- ∅ μέσω φίλτρων χαμηλών ενισχυτών (low-pass filters), που επιτρέπουν τη διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων και αποκόπτουν τη διέλευση υψηλών συχνοτήτων
- ∅ με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου (moving average), όπου κάθε σημείο αντικαθίσταται από το μέσο όρο των γειτονικών του σημείων.

Με την είσοδο του πλήρους ανορθωμένου σήματος μέσα από ένα φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων, αφαιρείται ο θόρυβος που εμπεριέχεται στην αρχική καμπύλη του ΗΜΓ και προκύπτει ένα νέο σήμα που αναπαριστά με αρκετή πιστότητα το αρχικό ΗΜΓ και καλείται γραμμικό περίβλημα (linear envelope). Στο στάδιο αυτό της επεξεργασίας, σημαντικό στοιχείο αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης συχνότητας αποκοπής του φίλτρου. Η τιμή αυτή είναι ανάλογη με τη μέγιστη συχνότητα που εμπεριέχει το σήμα και η οποία εντοπίζεται μέσω εφαρμογής του μετασχηματισμού Fourier στο σήμα. Οι συνηθέστερες τιμές είναι μεταξύ 3Hz και 6Hz.

Με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου ή κινούμενου παραθύρου (moving average window) προκύπτει το γραμμικό περίβλημα του αρχικού ΗΜΓ, όπου στη νέα καμπύλη δεδομένων, η τιμή της καμπύλης κατά τη χρονική στιγμή  $t$  είναι η μέση τιμή των τιμών της αρχικής καμπύλης για το χρονικό διάστημα  $t-T/2$  έως  $t+T/2$ , όπου  $T$  είναι το χρονικό εύρος του παράθυρου. Αυτός ο τύπος επεξεργασίας του ΗΜΓ χρησιμοποιείται για την απόρριψη θορύβου σε υψηλές συχνότητες χρησιμοποιώντας χρονικά διαστήματα των 10-30 msec.

### Χρονική επεξεργασία σήματος (Time-domain analysis)

Για τη χρονική επεξεργασία ενός ΗΜΓ, υπολογίζεται το ολοκλήρωμα του ΗΜΓ ως εμβαδόν της επιφάνειας που βρίσκεται κάτω από την καμπύλη του πλήρως ανορθωμένου και εξομαλυμένου ΗΜΓ, σε σχέση με το χρόνο. Αν ο χρόνος ολοκλήρωσης είναι π.χ. 20msec, η ολοκλήρωση του σήματος γίνεται ανά 20msec. Μονάδα μέτρησης του ολοκληρωμένου ΗΜΓ είναι mV·sec. Το ολοκλήρωμα του ΗΜΓ μπορεί να ελεγχθεί είτε για ολόκληρη τη διάρκεια της συστολής είτε για συγκεκριμένο χρονικό διάστημά της.

### Μέσο ΗΜΓ (Average EMG – MRuV)

Το μέσο ΗΜΓ προκύπτει από τη διαίρεση του ολοκληρώματος του ΗΜΓ προς το χρόνο συστολής και μετριέται σε mV. Με τον τρόπο αυτό, υπολογίζεται μόνο μια τιμή για το χρονικό διάστημα συστολής και αντιστοιχεί στη μέση τιμή του ΗΜΓ. Πρακτικά, προτιμότερο κριτήριο για τη μυϊκή δραστηριότητα είναι το ολοκληρωμένο ΗΜΓ και όχι το μέσο ΗΜΓ.

### Μέση τετραγωνική ρίζα (Root mean square - RMsuV)

Το RMsuV είναι η τετραγωνική ρίζα του ολοκληρώματος του τετραγώνου του δυναμικού του ηλεκτρομυογραφήματος (ΗΜΓ) ως προς το χρόνο. Με την ανάλυση αυτή συμπεριλαμβάνεται τόσο η ισχύς όσο και η χρονική διάρκεια της κάθε κίνησης. Αποτελεί συχνή επιλογή των μετρήσεων των ερευνητών, γιατί η μέση τετραγωνική ρίζα είναι ένας από τους καλύτερους δείκτες που αντιπροσωπεύουν την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα (Konrad 2005).

### Γ) Σκαλοπάτι εξέτασης

Στα πλαίσια της ερευνητικής διαδικασίας χρειάστηκε να δημιουργηθεί ο απαραίτητος εξοπλισμός για την προσομοίωση του σκαλιού. Γι' αυτό τον λόγο παρασκευάστηκε ένα σκαλοπάτι με διαστάσεις 52cm X 48cm X 60,5 cm με την ικανότητα προσαρμογής του ύψους του σκαλιού από το πάτωμα (Εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.4. Ειδικά διαμορφωμένο σκαλοπάτι εξέτασης.

### Δ) Τοποθέτηση κάμερας καταγραφής

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων τοποθετήθηκε μια κάμερα καταγραφής σε συγκεκριμένο σημείο μέσα στη αίθουσα με σκοπό την καταγραφή των κινήσεων που εκτελούσαν οι εξεταζόμενοι. Η χρήση της έγινε για λόγους ακρίβειας, αξιοπιστίας της έρευνας και για τον εντοπισμό τυχόν λαθών κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Μέσω της οπτικοακουστικής παρουσίασης, οι εξεταζόμενοι μπορούσαν να δουν, να ακούσουν και να κατανοήσουν την ζητούμενη κίνηση. Όλα τα δεδομένα από τις καταγραφές διατηρηθήκαν ως αρχείο του κάθε εξεταζόμενου. Οι θέσεις των εξεταζόμενων και της κάμερας ήταν σταθερές μέσα στο χώρο.

## **E) Θέση εξεταζόμενων**

Πριν την έναρξη της διαδικασίας των μετρήσεων τοποθετήθηκε επάνω στη βάση στήριξης και σε οριζόντια θέση μια αυτοκόλλητη ταινία όπου οριοθετούσε την θέση του άκρου ποδός κατά την έναρξη των κινήσεων. Κατά την εμπρός κίνηση η γραμμή ήταν το όριο της πτέρνας ενώ κατά την πίσω κίνηση η γραμμή ήταν το όριο των δακτύλων. Με αυτό τον τρόπο όλοι οι εξεταζόμενοι ξεκινούσαν πάντα από την ίδια θέση.



**Εικόνα 4.5.** Τυποποίηση θέσης εξεταζόμενων.

## **4.7. Διαδικασία εξέτασης-έρευνας**

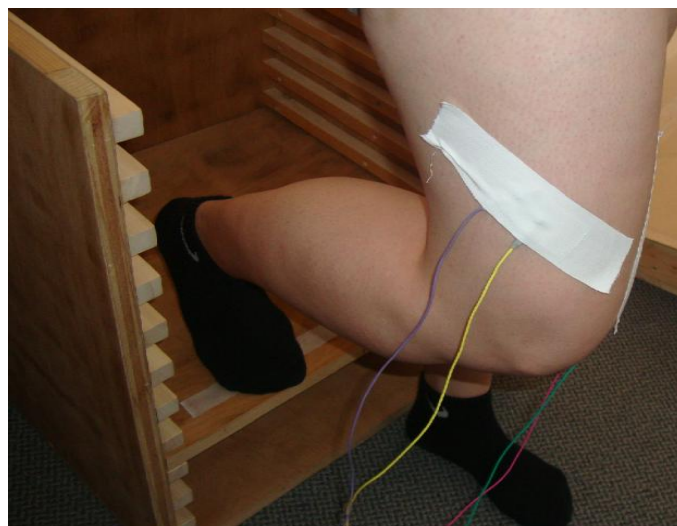
### **A) Εξεταζόμενες κινήσεις**

Επιλέχθηκαν να εξεταστούν δυο κινήσεις, το πρόσθιο ανέβασμα και το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλοπάτι. Το ανέβασμα σε σκαλοπάτι είναι μια απλή λειτουργική δραστηριότητα που περιλαμβάνεται στις καθημερινές κινήσεις του καθενός. Σύμφωνα με μελέτες (Cabral and Monteiro-Pedro 2001; Pullzato et al 2005; Sacco et al 2006), το ανέβασμα σε σκαλοπάτι τόσο πρόσθια όσο και οπίσθια, έχει δείξει ότι βοηθά στην ενεργοποίηση του τετρακεφάλου και ιδιαίτερα του έσω και του έξω πλατύ, με τον πρώτο να ενεργοποιείται γρηγορότερα από τον δεύτερο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και την ευρύτερη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, προκύπτει ότι οι ασκήσεις στην ΚΚΑ είναι περισσότερο αποτελεσματικές από αυτές που εκτελούνται σε ΑΚΑ, όσον αφορά στη μείωση του πόνου και την αύξηση της δύναμης του τετρακεφάλου. Επιπλέον στις ασκήσεις ΚΚΑ, επιτεύχθηκε ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε μεγαλύτερο

βαθμό σε σχέση με την ενεργοποίηση που παρουσιάζει σε ασκήσεις ΑΚΑ. Τα παραπάνω είχαν ως αποτέλεσμα, την καλύτερη ευθυγράμμιση της επιγονατίδας και την εξισορρόπηση των δυνάμεων που ασκούνται στην επιγονατίδα, οι οποίες οδηγούν στην κλινική εμφάνιση της χονδρομαλάκυνσής της. Συνεπώς, στην έρευνά μας επιλέχθηκαν δύο ασκήσεις που εκτελέστηκαν σε ΚΚΑ, το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί, με γωνία κάμψης γόνατος  $75^\circ$  και το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί σε γωνία κάμψης γόνατος  $45^\circ$ .

Επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες γωνίες κάμψης στο γόνατο ως αρχικές θέσεις, διότι, όπως έχει αποδειχθεί σε προηγούμενες μελέτες, σε αυτές τις γωνίες υπάρχουν στατιστικά σημαντικότερα αποτελέσματα (Cabral and Monteiro-Pedro, 2001; Pullzato et al 2005). Με αυτόν τον τρόπο, δεν χρειαζόταν να προσαρμόζουμε διαφορετικά το ύψος του σκαλοπατιού ανάλογα με την κάθε κίνηση (πρόσθια ή οπίσθια), με αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρόνος της συνολικής διαδικασίας.



(α)



(β)

**Εικόνα 4.6.** (α) Θέση εκκίνησης για το οπίσθιο ανέβασμα.

(β) Θέση εκκίνησης για το πρόσθιο ανέβασμα.



## **B) Τοποθέτηση ηλεκτροδίων-προετοιμασία εξεταζόμενων**

Για την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, αρχικά ζητήθηκε από τον ασθενή η αφαίρεση των ενδυμάτων (κάτω άκρου) ώστε να μείνει ακάλυπτη η περιοχή του γόνατος μέχρι και την μεσότητα του μηρού. Ελέγχθηκε η περιοχή για πιθανή τριχοφυΐα και ξυρίστηκε σε περίπτωση τριχοφυΐας. Στη συνέχεια ξεκίνησε η διαδικασία για την ανεύρεση των κινητικών σημείων των εξεταζόμενων μυών καθώς προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι αυτή η τεχνική παρέχει μεγαλύτερη αξιοπιστία για την καταγραφή του ηλεκτρομυογραφικού σήματος μειώνοντας την παραγωγή παρεμβολών (Araujo et al., 1998; De Luca 1997; Doucette 1992). Τα σημεία που επιλέχθηκαν για την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων ήταν στη μυϊκή γαστέρα. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει (Basmajian and Blumenstein, 1980; Gillearn et al. 1998; Cram and Kasman, 1998) η τοποθέτηση πρέπει να είναι για τον έξω πλατύ 4cm πάνω και 3cm έσω της άνω έξω γωνίας της επιγονατίδας με προσανατολισμό 55° προς την κατακόρυφο. Ενώ για τον έσω πλατύ να είναι 10cm πάνω και 6-8cm έξω από την άνω έσω γωνία της επιγονατίδας και με προσανατολισμό 15° με την κατακόρυφο.

Έχοντας υπ' όψιν τα παραπάνω, ο κάθε εξεταζόμενος βρισκόταν στο κρεβάτι σε ύπια θέση και ο εξεταστής ζητούσε από τον εξεταζόμενο να εκτελέσει μέγιστη ισομετρική σύσπαση τετρακεφάλου με σκοπό να ψηλαφήσει στην μυϊκή γαστέρα το κινητικό σημείο του μυός. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε και τους δυο μύες (έσω και έξω πλατύ) και στα δυο κάτω άκρα. Αφού προσδιορίστηκε η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, έγινε καθαρισμός της περιοχής με οινόπνευμα και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε μία ειδική αλοιφή (Nuprep) με σκοπό την απομάκρυνση των νεκρών κυττάρων.



(α)



(β)

**Εικόνα 4.7.** (α) Ηλεκτρόδια καταγραφής και γείωσης.

(β) Προϊόντα για τον καθαρισμό της περιοχής και Gel ηλεκτρόλυσης.

Τα ηλεκτρόδια ήταν επιφανειακά 1cm διαμέτρου και τοποθετήθηκαν στα προαναφερθέντα σημεία βάζοντας μία αλοιφή-τζέλ (Viasys electrolyte Gel) με σκοπό την καλύτερη μετάδοση του σήματος από το σώμα στο ηλεκτρόδιο. Η σταθεροποίηση των ηλεκτροδίων έγινε με χρήση tape. Επίσης ένα ανεξάρτητο ηλεκτρόδιο για γείωση του ασθενή, τοποθετήθηκε στο βραχίονα του, και πιο συγκεκριμένα στο ωλέκρανο, που είναι ένα οστικό σημείο κατάλληλο για την τοποθέτηση του συγκεκριμένου ηλεκτροδίου, αφού πρώτα είχε εμποτιστεί με λίγο νερό για τη μείωση της παραγωγής ήχων κατά την ηλεκτρομυογραφική διαδικασία.



Εικόνα 4.8. Τοποθέτηση ηλεκτροδίων.

### Γ) Εξέταση

Η κάθε κίνηση εκτελούνταν αρχικά δοκιμαστικά για την κατανόηση από τον εξεταζόμενο και την προσαρμογή του σκαλοπατιού στο κατάλληλο ύψος, σύμφωνα με την εκάστοτε γωνία μέτρησης. Ο ρυθμός της κίνησης καθορίστηκε από λεκτικό παράγγελμα που δινόταν στις εξεταζόμενες: «έτοιμη; 1, 2, πάμε». Ο συνολικός χρόνος της κίνησης διαρκούσε 3 δευτερόλεπτα, από την στιγμή της έναρξης μέχρι να βρεθούν και τα δυο πόδια επάνω στο σκαλοπάτι.

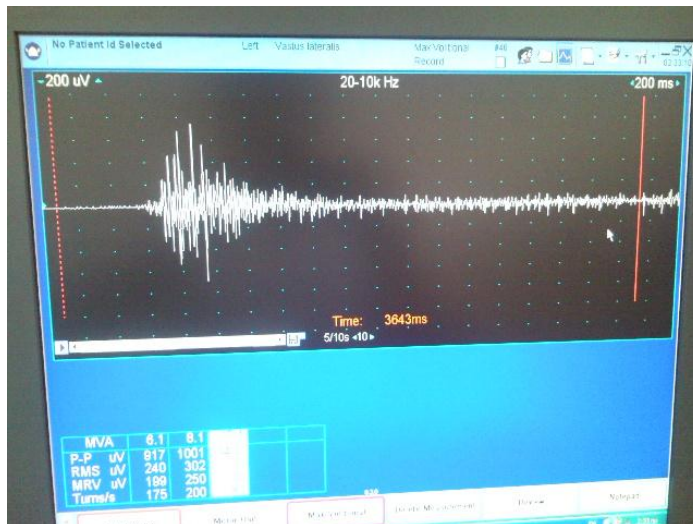
### Δ) Ηλεκτρομυογραφική αξιολόγηση

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η καταγραφή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του έσω και του έξω πλατύ μέσω του λειτουργικού προγράμματος του ΗΜΓ το οποίο είναι συνδεδεμένο με τον Η/Υ (Εικόνα 4.9).

Τις μετρήσεις κατέγραφε ένας ερευνητής-καθηγητής, με εξειδίκευση στις ΗΜΓ μετρήσεις.

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν την ενεργοποίηση του έσω και του έξω πλατύ:

- ✓ Κατά το εμπρός ανέβασμα σε σκαλοπάτι με το δεξί κάτω άκρο.
- ✓ Κατά το εμπρός ανέβασμα σε σκαλοπάτι με το αριστερό κάτω άκρο.
- ✓ Κατά το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλοπάτι με το δεξί κάτω άκρο.
- ✓ Κατά το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλοπάτι με το αριστερό κάτω άκρο.



Εικόνα 4.9. Καταγραφή ΗΜΓ δραστηριότητας.

#### 4.8. Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων

Από την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων, παρήχθησαν 2 σετ μεταβλητών: οι πλευρικότητες των υγιών και των ασθενών και η ΗΜΓ δραστηριότητα. Οι μεταβλητές υποβλήθηκαν για το σύνολο του δείγματος ( $N=20$ ) σε πλήρη περιγραφική στατιστική ανάλυση, προκειμένου να ελεγχθούν: (α) ως προς την κατανομική τους μορφή και (β) ως προς την ύπαρξη ακραίων τιμών και άλλων προβλημάτων μεταβλητότητας. Υπολογίστηκαν οι κύριοι περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες (μέτρα θέσης, μέτρα διασποράς), παρήχθησαν ιστογράμματα των μεταβλητών και έγινε έλεγχος Kolimgorov-Smirnov για την κανονικότητά τους. Για κάθε σετ μεταβλητών υπολογίστηκαν οι ενδοσυσχετίσεις κατά Pearson προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός εσωτερικής συνοχής τους και να εντοπισθούν τυχόν προβλήματα συγγραμμικότητας. Οι στατιστικές ασυμμετρίες αξιολογήθηκαν πιθανολογικά με μονομεταβλητούς ελέγχους (t-test) με στόχο την ανάδειξη των ασύμμετρων τάσεων και προσαρμογών στα κάτω άκρα του δείγματος, μέσω βέλτιστων γραμμικών συνδυασμών των εξαρτημένων μεταβλητών. Η στατιστική σημαντικότητα για όλες τις στατιστικές αναλύσεις ελέγχθηκε στο επίπεδο πιθανότητας σφάλματος  $\alpha = 0.05$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> - Αποτελέσματα Έρευνας

Κεντρικός στόχος της έρευνας ήταν να εξεταστεί στατιστικώς η ΗΜΓ ενεργοποίηση των εκτεινόντων του γόνατος σε δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας: α) πρόσθιου ανεβάσματος σε σκαλί και β) οπίσθιου ανεβάσματος σε σκαλί. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε η ενεργοποίηση του έσω πλατύ και του έξω πλατύ, σε μία ομάδα ασθενών με υποψία χονδροπάθειας της επιγονατίδας και σε μία ομάδα υγιών.

Στο κεφάλαιο αυτό, παρατίθενται τα αποτελέσματα των περιγραφικών και των στατιστικών αναλύσεων των δεδομένων που ανακτήθηκαν κατά την έρευνα, στα εξής υποκεφάλαια:

- 5.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά και συμπτώματα ομάδας ασθενών.
- 5.2. Αποτελέσματα των παραμέτρων P-PuV, RMsuV, MRVuV, Turns/s, συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.
  - 5.2.1. Παράμετρος P-PuV.
  - 5.2.2. Παράμετρος RMsuV.
  - 5.2.3. Παράμετρος MRVuV.
  - 5.2.4. Παράμετρος Turns/s.
- 5.3. Αποτελέσματα των παραμέτρων P-PuV, RMsuV, MRVuV, Turns/s, συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.
  - 5.3.1. Παράμετρος P-PuV.
  - 5.3.2. Παράμετρος RMsuV.
  - 5.3.3. Παράμετρος MRVuV.
  - 5.3.4. Παράμετρος Turns/s.
- 5.4. Αποτελέσματα των παραμέτρων RMsuV, MRVuV, συγκρίνοντας τον κάθε μυ ανάμεσα στα δύο κάτω άκρα, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες.
  - 5.4.1 Παράμετρος RMsuV.
  - 5.4.2 Παράμετρος MRVuV.

### 5.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά και συμπτώματα ομάδας ασθενών.

Η ομάδα των ασθενών αποτελείτο από 10 φοιτήτριες του τμήματος φυσικοθεραπείας. Οι 9 στις 10 είχαν ως κυρίαρχο κάτω άκρο το δεξί, όπως καθορίστηκε από το ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας (Παράρτημα 3) και οι 7 στις 10 εμφάνιζαν συμπτώματα χονδροπάθειας της επιγονατίδας στο κυρίαρχο άκρο. Οι 2 από τις 3 που εμφάνιζαν συμπτωματολογία στο αριστερό κάτω άκρο, είχαν ως κυρίαρχο άκρο το δεξί (Πίνακας 5.1). Αντίστοιχα, η ομάδα των υγιών αποτελείτο εξίσου από 10 φοιτήτριες, οι οποίες είχαν όλες το δεξί κάτω άκρο ως κυρίαρχο.

Πίνακας 5. 1. Στοιχεία ομάδας ασθενών.

Ηλικία (Μ.Ο.)	ΔΜ (Μ.Ο.)	Κυρίαρχο κάτω άκρο	Κάτω άκρο με συμπτώματα	Πόνος Περπάτημα	Πόνος Σκάλες	Πόνος Καθιστή θέση	Πόνος Σταυροπόδι
20,6	22,13	1-αριστερό 9 –δεξί	7- δεξί 3- αριστερό	6\10	9\10	7\10	6\10

**5.2. Αποτελέσματα των παραμέτρων P-PuV, RMsuV, MRVuV, Turns/s, συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μήνες.**

**5.2.1. Παράμετρος P-PuV.**

Στη μέτρηση P-PuV σημειώθηκαν τα παρακάτω:

**Πίνακας 5. 2.** Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μήνες.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ	773,79	10	697,84	160,10
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	942,26	10	1002,06	229,89
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ	2003,30	10	615,01	194,48
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	1450,30	10	470,26	148,71
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ	1978,80	10	836,03	264,37
	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	1603,00	10	466,90	147,65
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ	1871,30	10	737,74	233,29
	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	2482,90	10	746,75	236,14
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	1462,10	10	834,19	263,79
	αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	1696,00	10	681,74	215,58
Ζεύγος 6	αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	1863,90	10	729,10	230,56
	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ	1488,40	10	630,60	199,41
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	1745,00	10	842,72	266,49
	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	1923,50	10	561,77	177,65
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	1823,90	10	456,10	144,23
	αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	2045,90	10	1138,87	360,14

**Πίνακας 5. 3.** Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	-168,47	571,40	131,08	-443,88	106,93	-1,285	18	,215
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	553,00	512,17	161,96	186,61	919,38	3,414	9	,008
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	375,80	787,42	249,00	-187,48	939,08	1,509	9	,166
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	-611,60	694,91	219,75	-1108,71	-114,48	-2,783	9	,021
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	-233,90	1045,38	330,58	-981,71	513,91	-,708	9	,497
Ζεύγος 6	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ/ αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	375,50	617,38	195,23	-66,14	817,14	1,923	9	,087
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ/ αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	-178,50	858,62	271,52	-792,72	435,72	-,657	9	,527
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	-222,00	1016,93	321,58	-949,46	505,46	-,690	9	,507

Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν κατά τη σύγκριση στην ομάδα των υγιών (Πίνακας 5.3) :

- 1) Στο πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έσω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,008$ ).
- 2) Στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έσω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,021$ ).

Επίσης, παρατηρούμε ότι στους ασθενείς σημειώθηκε σημαντική διαφορά στην ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ, στο αριστερό κάτω άκρο, κατά το οπίσθιο ανέβασμα ( $p = 0,087$ ).



## 5.2.2. Παράμετρος RMsuv.

Στη μέτρηση RMsuv σημειώθηκαν τα παρακάτω:

**Πίνακας 5. 4.** Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μήνες.

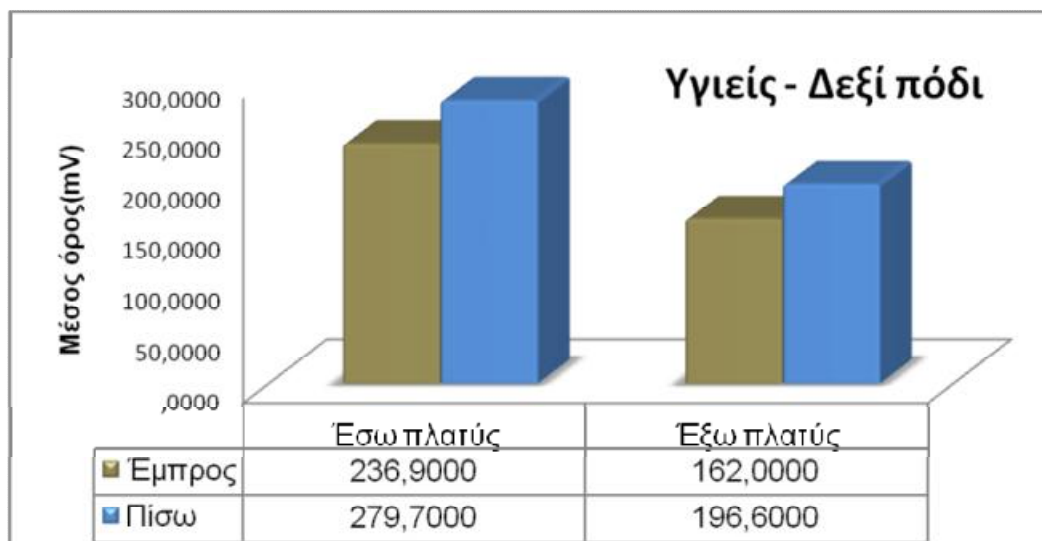
		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ	157,80	10	62,16	19,65
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	192,50	10	117,68	37,21
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ	236,90	10	81,92	25,90
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	162,00	10	51,98	16,44
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ	277,20	10	223,13	70,56
	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	187,70	10	70,23	22,21
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ	196,60	10	74,79	23,65
	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	279,70	10	88,02	27,83
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	168,30	10	96,87	30,63
	αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	185,00	10	57,22	18,10
Ζεύγος 6	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	224,50	10	159,90	50,56
	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	223,90	10	74,76	23,64
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	196,90	10	49,37	15,61
	αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	236,80	10	137,88	43,60
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ	168,90	10	51,28	16,21
	αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	215,90	10	89,19	28,20

**Πίνακας 5.5.** Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά				t	df	p	
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή				Υψηλότερη τιμή
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	-34,70	117,15	37,05	-118,50	49,10	-,937	9	,373
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	74,90	67,92	21,48	26,30	123,49	3,487	9	,007
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	89,50	192,75	60,95	-48,38	227,38	1,468	9	,176
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	-83,10	65,80	20,80	-130,17	-36,03	-3,994	9	,003
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	-16,70	102,90	32,53	-90,30	56,90	-,513	9	,620
Ζεύγος 6	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ/ αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	,60	147,02	46,49	-104,57	105,77	,013	9	,990
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ/ αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	-39,90	137,06	43,34	-137,95	58,15	-,921	9	,381

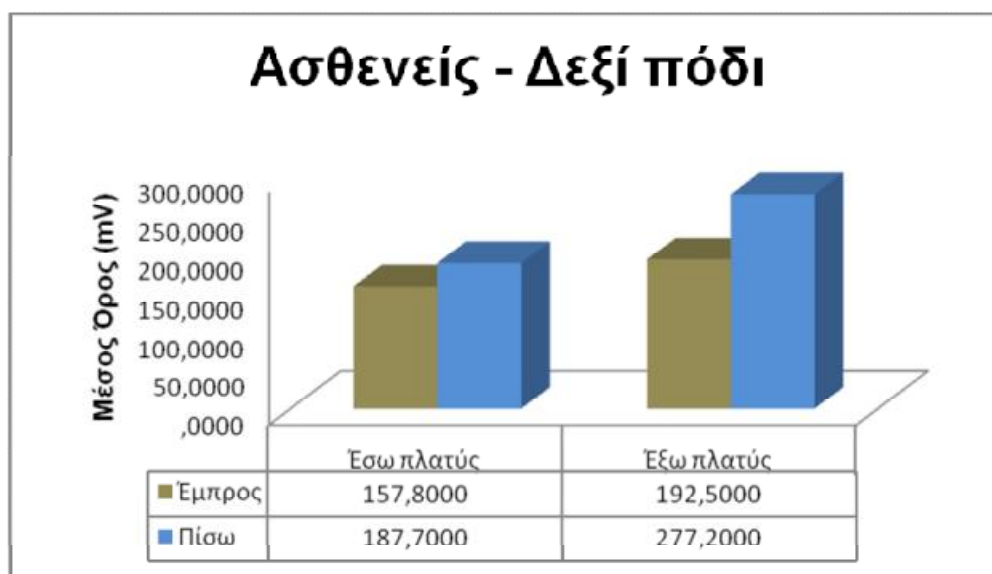
Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν κατά τη σύγκριση στην ομάδα των υγιών (Πίνακας 5.5 , Γράφημα 5.1) :

- 1) Στο πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έσω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,007$ ).
- 2) Στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έσω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,003$ ).



Γράφημα 5.1 Παράμετρος RMSuV συγκρίνοντας το δεξί πόδι των υγιών.

Επίσης, παρατηρούμε ότι στους ασθενείς σημειώθηκε σημαντική διαφορά στην ενεργοποίηση του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ, στο αριστερό κάτω άκρο, κατά το πρόσθιο ανέβασμα ( $p = 0,078$ ) (Πίνακας 5.5).



Γράφημα 5.2. Παράμετρος RMSuV συγκρίνοντας το δεξί πόδι των ασθενών.

### 5.2.3. Παράμετρος MRVuV.

Στη μέτρηση MRVuV σημειώθηκαν τα παρακάτω:

**Πίνακας 5. 6.** Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.

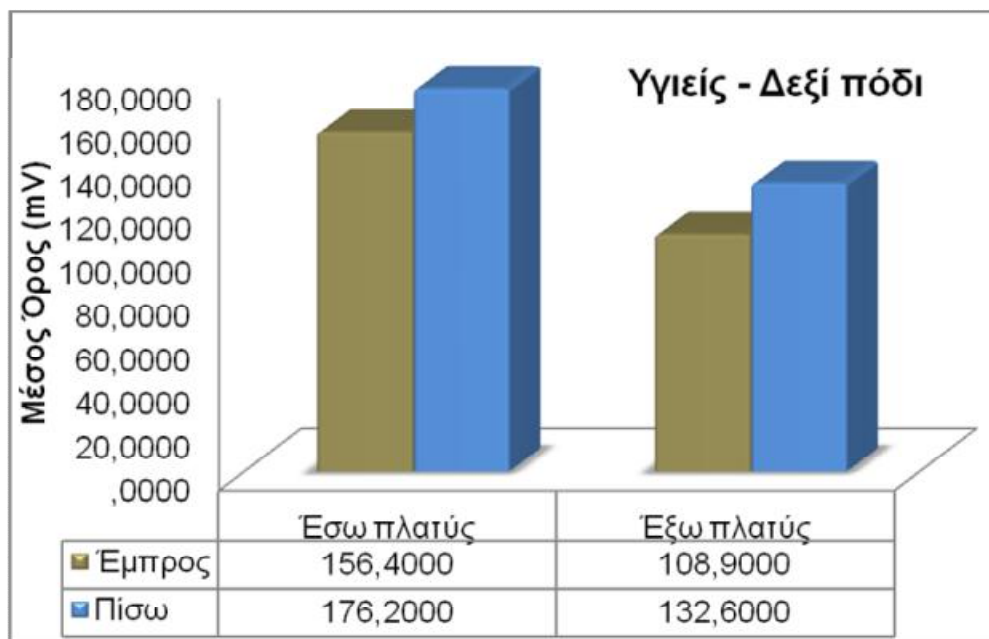
		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ	120,80	10	71,06	22,47
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	130,60	10	80,03	25,30
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ	156,40	10	54,93	17,37
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	108,90	10	32,56	10,29
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ	184,20	10	154,79	48,95
	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	141,90	10	84,44	26,70
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ	132,60	10	35,84	11,33
	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	176,20	10	46,78	14,79
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	111,60	10	54,10	17,10
	αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	126,20	10	37,41	11,83
Ζεύγος 6	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	145,50	10	90,03	28,47
	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	150,80	10	49,46	15,64
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	133,60	10	36,61	11,58
	αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	149,80	10	71,28	22,54
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ	117,00	10	31,70	10,02
	αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	139,90	10	53,78	17,00

**Πίνακας 5. 7.** Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.

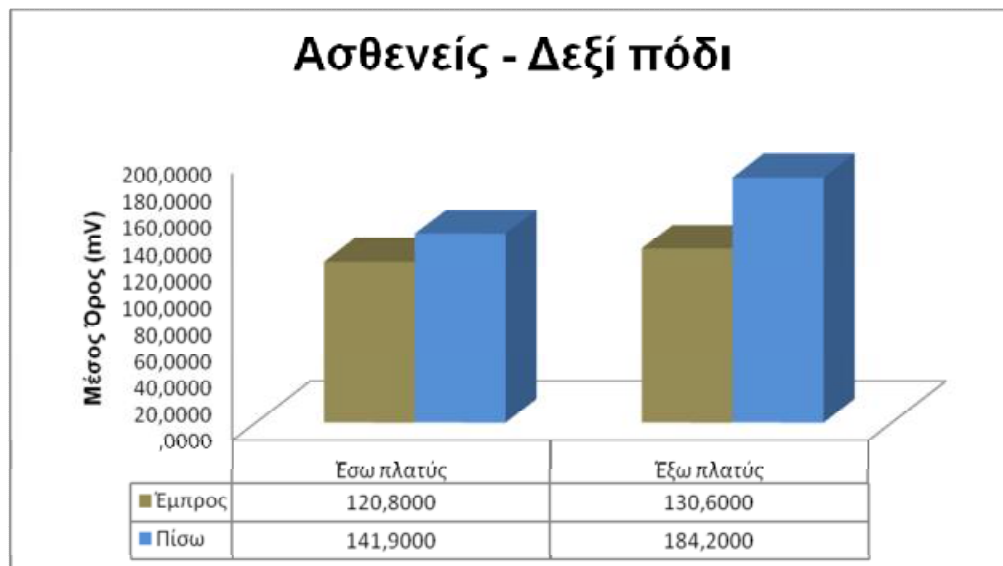
		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	-9,80	107,90	34,12	-86,98	67,38	-,287	9	,780
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	47,50	48,82	15,43	12,58	82,42	3,077	9	,013
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	42,30	161,82	51,17	-73,46	158,06	,827	9	,430
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	-43,60	33,64	10,64	-67,67	-19,53	-4,098	9	,003
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	-14,60	59,49	18,81	-57,15	27,95	-,776	9	,458
Ζεύγος 6	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ/ αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	-5,30	87,37	27,63	-67,80	57,20	-,192	9	,852
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ/ αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	-16,20	75,97	24,02	-70,54	38,14	-,674	9	,517
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	-22,90	45,46	14,38	-55,42	9,62	-1,593	9	,146

Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν κατά τη σύγκριση στην ομάδα των υγιών (Πίνακας 5.7 , Γράφημα 5.3) :

- 1) Στο πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έσω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,013$ ).
- 2) Στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έσω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,003$ ).



Γράφημα 5. 3. Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας το δεξί πόδι των υγιών.



Γράφημα 5. 4. Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας το δεξί πόδι των ασθενών.

#### 5.2.4. Παράμετρος Turns/s.

Στην μέτρηση turns/s σημειώθηκαν τα παρακάτω:

**Πίνακας 5. 8.** Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ	121,50	10	27,29	8,63
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	143,00	10	30,29	9,58
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ	119,50	10	17,02	5,38
	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	150,60	10	31,90	10,09
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ	180,60	10	85,27	26,96
	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	133,80	10	45,26	14,31
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ	174,30	10	36,72	11,61
	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	123,80	10	21,84	6,90
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	136,40	10	24,68	7,80
	αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	203,50	10	173,41	54,83
Ζεύγος 6	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ	168,40	10	43,85	13,87
	αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	125,80	10	25,33	8,00
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	162,20	10	33,28	10,52
	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	233,50	10	222,12	70,24
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	175,00	10	56,63	17,90
	αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	131,50	10	26,14	8,26

**Πίνακας 5. 9.** Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας και τις δύο ομάδες, στις δύο εξεταζόμενες κινήσεις και για τους δύο μύες και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	-21,50	40,12	12,69	-50,20	7,20	-1,695	9	,124
Ζεύγος 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ/ δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	-31,10	36,52	11,55	-57,23	-4,97	-2,692	9	,025
Ζεύγος 3	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	46,80	55,96	17,70	6,76	86,83	2,644	9	,027
Ζεύγος 4	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ/ δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	50,50	30,24	9,56	28,86	72,13	5,280	9	,001
Ζεύγος 5	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-ασθ	-67,10	169,58	53,62	-188,41	54,21	-1,251	9	,242
Ζεύγος 6	αρ-έξω πλ-εμπρός-υγ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	42,60	42,81	13,54	11,97	73,23	3,146	9	,012
Ζεύγος 7	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ/ αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	-71,30	242,65	76,73	-244,88	102,28	-,929	9	,377
Ζεύγος 8	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ/ αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	43,50	44,57	14,09	11,61	75,39	3,086	9	,013

Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν κατά τη σύγκριση στην ομάδα των υγιών (Πίνακας 5.9) :

- 1) Στο πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έξω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,025$ ).
- 2) Στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί (=κυρίαρχο) κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έξω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,001$ ).
- 3) Στο πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο αριστερό κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έξω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,012$ ).

Στην ομάδα των ασθενών παρατηρούμε ότι (Πίνακας 5.9) :

- 1) Στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο δεξί κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έξω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,027$ ).

Στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στο αριστερό κάτω άκρο, μεταξύ του έσω και του έξω πλατύ, με τον έξω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,013$ ).



**5.3. Αποτελέσματα των παραμέτρων P-PuV, RMsuV, MRVuV, Turns/s, συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.**

**5.3.1. Παράμετρος P-PuV.**

**Πίνακας 5. 10.** Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός	1449,32	10	484,29	153,14
	χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	1392,00	10	719,18	227,42
Ζεύγος 2	υγιές-έσω πλ-εμπρός	1606,44	10	668,77	211,48
	υγιές-έξω πλ-εμπρός	1726,16	10	974,61	308,20
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω	1807,14	10	676,70	213,99
	χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	1722,78	10	559,65	176,98
Ζεύγος 4	υγιές- έξω πλ-πίσω	1916,66	10	987,58	312,30
	υγιές- έσω πλ-πίσω	1803,72	10	523,26	165,47

**Πίνακας 5. 11.** Παράμετρος P-PuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός/ χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	57,32	650,96	205,85	-408,35	523,00	,278	9	,787
	υγιές-έσω πλ-εμπρός/ υγιές-έξω πλ-εμπρός	-119,72	1192,00	376,94	-972,42	732,98	-,318	9	,758
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω/ χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	84,36	525,38	166,14	-291,48	460,20	,508	9	,624
	υγιές- έξω πλ-πίσω/ υγιές-έσω πλ-πίσω	112,94	1118,88	353,82	-687,46	913,34	,319	9	,757

### 5.3.2. Παράμετρος RMsuv.

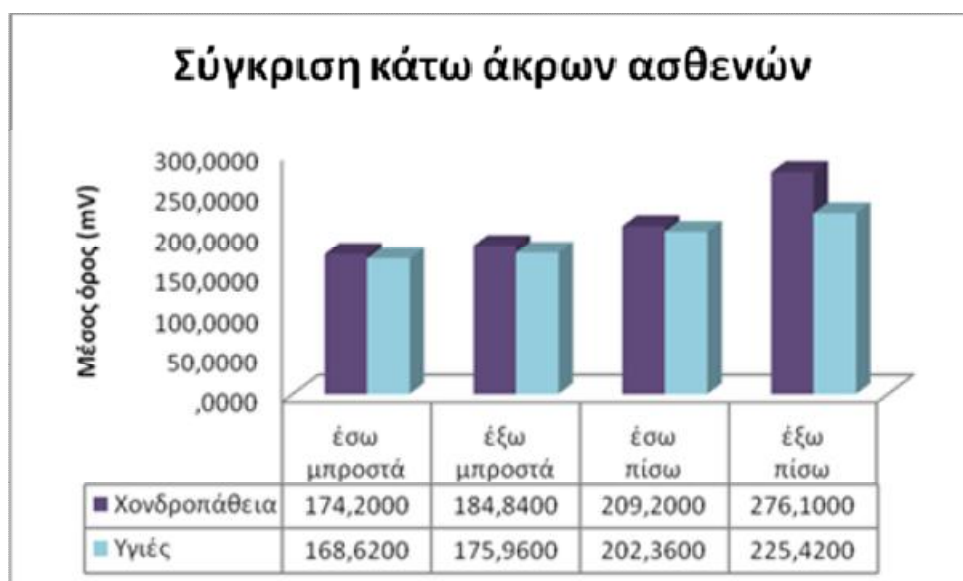
**Πίνακας 5. 12.** Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός	174,20	10	71,11	22,48
	χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	184,84	10	115,00	36,36
Ζεύγος 2	υγιές-έσω πλ-εμπρός	168,62	10	49,91	15,78
	υγιές-έξω πλ-εμπρός	175,96	10	101,87	32,21
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω	276,10	10	222,44	70,34
	χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	209,20	10	86,05	27,21
Ζεύγος 4	υγιές- έξω πλ-πίσω	225,42	10	161,00	50,91
	υγιές- έσω πλ-πίσω	202,36	10	61,96	19,59

**Πίνακας 5. 13.** Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός/ χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	-10,64	120,81	38,20	-97,06	75,79	-,278	9	,787
	υγιές-έσω πλ-εμπρός/ υγιές-έξω πλ-εμπρός	-7,34	105,98	33,51	-83,15	68,47	-,219	9	,832
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω/ χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	66,90	194,15	61,40	-72,00	205,80	1,090	9	,304
	υγιές- έξω πλ-πίσω/ υγιές-έσω πλ-πίσω	23,06	156,08	49,35	-88,60	134,71	,467	9	,651

Όπως φαίνεται (Πίνακες 5.12 και 5.13), δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο κάτω άκρο που εμφάνιζε συμπτώματα και στο υγιές. Ωστόσο, όπως φαίνεται (Γράφημα 5.5), προκύπτει από τη σύγκριση των δύο άκρων κατά τις εξεταζόμενες κινήσεις, ότι ο έξω πλατύς στο οπίσθιο ανέβασμα έχει μεγαλύτερη ενεργοποίηση σε σχέση με τους υπόλοιπους μύες.



**Γράφημα 5. 5.** Παράμετρος RMsV συγκρίνοντας τα κάτω άκρα των ασθενών.

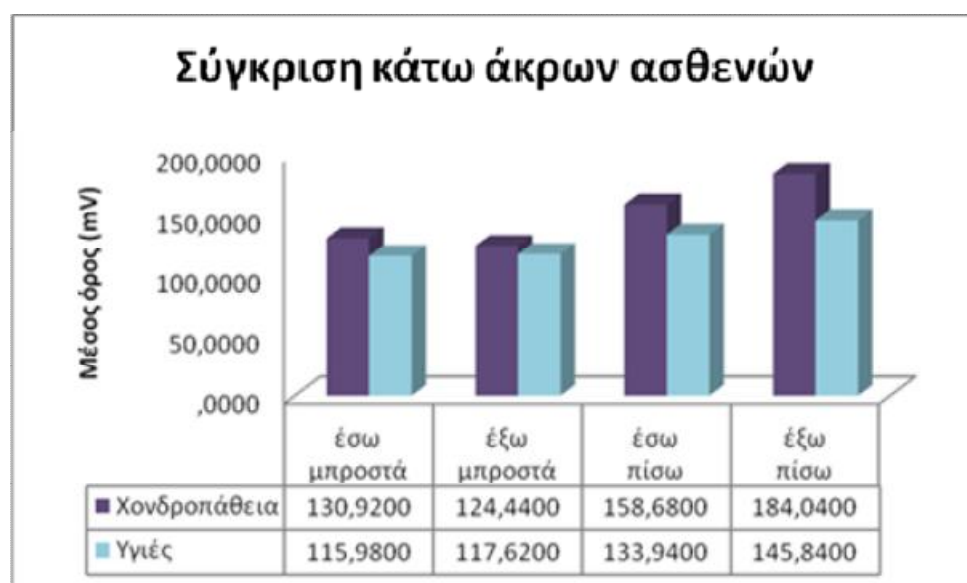
### 5.3.3. Παράμετρος MRVuV

**Πίνακας 5. 14.** Παράμετρος MRVuV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός	130,92	10	71,48	22,60
	χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	124,44	10	78,69	24,88
Ζεύγος 2	υγιές-έσω πλ-εμπρός	115,98	10	34,97	11,05
	υγιές-έξω πλ-εμπρός	117,62	10	57,59	18,21
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω	184,04	10	154,48	48,85
	χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	158,68	10	89,11	28,18
Ζεύγος 4	υγιές- έξω πλ-πίσω	145,84	10	90,44	28,60
	υγιές- έσω πλ-πίσω	133,94	10	36,67	11,60

**Πίνακας 5. 15.** Παράμετρος MRVυV συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός/ χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	6,48	106,94	33,82	-70,02	82,98	,192	9	,852
Ζεύγος 2	υγιές-έσω πλ-εμπρός/ υγιές-έξω πλ-εμπρός	-1,64	63,34	20,03	-46,95	43,67	-,082	9	,937
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω/ χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	25,36	162,83	51,50	-91,12	141,84	,492	9	,634
Ζεύγος 4	υγιές- έξω πλ-πίσω/ υγιές-έσω πλ-πίσω	11,90	91,82	29,04	-53,80	77,59	,410	9	,692



**Γράφημα 5. 6.** Παράμετρος MRVυV συγκρίνοντας τα κάτω άκρα των ασθενών.

### 5.3.4. Παράμετρος Turns/s.

**Πίνακας 5. 16.** Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός	124,24	10	25,23	7,98
	χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός	139,86	10	28,44	8,99
Ζεύγος 2	υγιές-έσω πλ-εμπρός	200,62	10	175,19	55,40
	υγιές-έξω πλ-εμπρός	139,64	10	27,22	8,61
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω	183,48	10	85,39	27,00
	χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω	141,24	10	46,15	14,59
Ζεύγος 4	υγιές- έξω πλ-πίσω	159,50	10	31,05	9,82
	υγιές- έσω πλ-πίσω	226,08	10	225,33	71,25

**Πίνακας 5. 17.** Παράμετρος Turns/s συγκρίνοντας στην ομάδα ασθενών, το υγιές κάτω άκρο με το άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Ζεύγος 1	χονδροπάθεια-έσω πλ-εμπρός/	-15,62	37,65	11,90	-42,55	11,31	-1,312	9	,222
	χονδροπάθεια-έξω πλ-εμπρός								
Ζεύγος 2	υγιές-έσω πλ-εμπρός/	60,98	173,36	54,82	-63,03	185,00	1,112	9	,295
	υγιές-έξω πλ-εμπρός								
Ζεύγος 3	χονδροπάθεια-έξω πλ-πίσω/	42,24	58,32	18,44	,52	83,96	2,290	9	,048
	χονδροπάθεια-έσω πλ-πίσω								
Ζεύγος 4	υγιές- έξω πλ-πίσω/	-66,58	244,50	77,32	-241,49	108,33	-,861	9	,412
	υγιές-έσω πλ-πίσω								

Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντική διαφορά σημειώθηκε κατά τη σύγκριση του έσω και του έξω πλατύ, στο άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία, με τον έξω πλατύ να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση κατά το οπίσθιο ανέβασμα ( $p = 0,048$ ) (Πίνακας 5.17).

## 5.4. Αποτελέσματα των παραμέτρων RMsuV, MRVuV, συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες.

### 5.4.1. Παράμετρος RMsuV.

**Πίνακας 5. 18.** Παράμετρος RMsuV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Σύγκριση 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ	157,80	10	62,16	19,66
	αρ-έσω-πλ-εμπρός-ασθ	185,00	10	57,22	18,10
Σύγκριση 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ	236,90	10	81,92	25,90
	αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	215,90	10	89,19	28,20
Σύγκριση 3	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	192,50	10	117,68	37,21
	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	168,30	10	96,87	30,63
Σύγκριση 4	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	162,00	10	51,98	16,43
	αρ-έξω-πλ-εμπρός-υγ	168,90	10	51,28	16,21
Σύγκριση 5	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ	277,20	10	223,13	70,56
	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	224,50	10	159,90	50,56
Σύγκριση 6	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ	196,60	10	74,79	23,65
	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	196,90	10	49,37	15,61
Σύγκριση 7	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	187,70	10	70,23	22,21
	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	223,90	10	74,76	23,64
Σύγκριση 8	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	279,70	10	88,02	27,83
	αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	236,80	10	137,88	43,60

**Πίνακας 5.19.** Παράμετρος RMsuv συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες και στατιστική ανάλυση.

					Διαφορά		t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Σύγκριση 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ/ αρ-έσω-πλ-εμπρός-ασθ	-27,20	36,09	11,41	-53,02	-1,38	-2,383	9	,041
Σύγκριση 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ/ αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	21,00	56,38	17,83	-19,33	61,33	1,178	9	,269
Σύγκριση 3	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ/ αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	24,20	80,60	25,49	-33,46	81,86	,949	9	,367
Σύγκριση 4	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ/ αρ-έξω-πλ-εμπρός-υγ	-6,90	52,82	16,70	-44,69	30,89	-,413	9	,689
Σύγκριση 5	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ/ αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	52,70	75,65	23,92	-1,42	106,82	2,203	9	,055
Σύγκριση 6	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ/ αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	-,30	89,07	28,16	-64,02	63,42	-,011	9	,992
Σύγκριση 7	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ/ αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	-36,20	70,84	22,40	-86,87	14,47	-1,616	9	,141

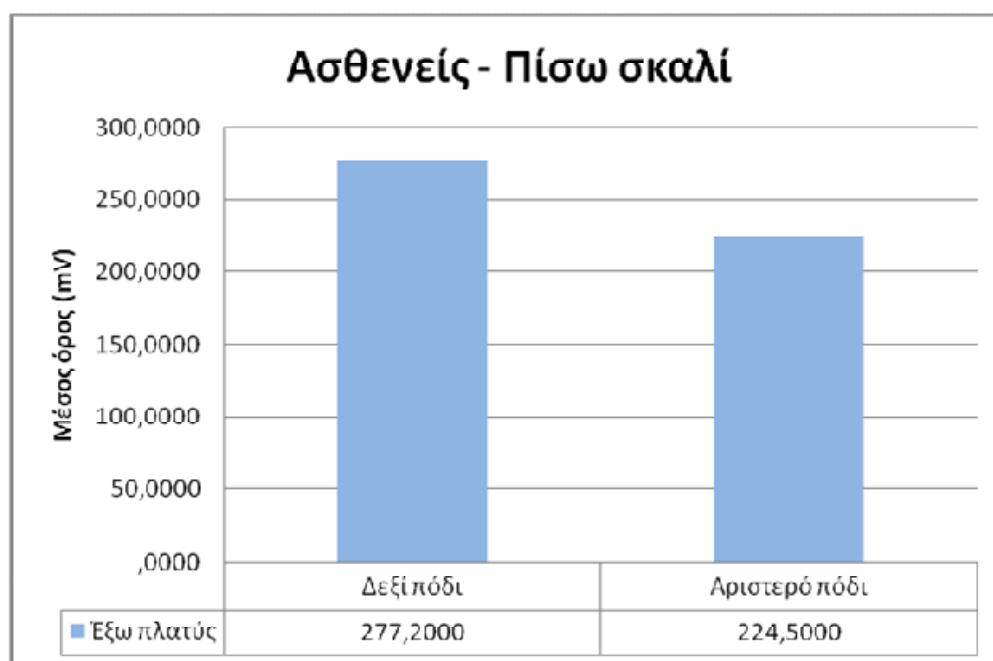
Παρατηρούμε ότι στατιστικά σημαντική διαφορά σημειώθηκε κατά τη σύγκριση στην ομάδα των ασθενών (Πίνακας 5.19) :

- Στο πρόσθιο ανέβασμα σκαλιού, στον έσω πλατύ, μεταξύ του δεξιού κάτω άκρου και του αριστερού, με τον έσω πλατύ του αριστερού κάτω άκρου να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,041$ ) (Γράφημα 5.7).

Αξιοσημείωτη διαφορά παρατηρήθηκε και στο οπίσθιο ανέβασμα σκαλιού, στον έξω πλατύ, μεταξύ του δεξιού κάτω άκρου και του αριστερού, με τον έξω πλατύ του δεξιού κάτω άκρου να εμφανίζει μεγαλύτερη ενεργοποίηση ( $p = 0,055$ ) (Γράφημα 5.8).



**Γράφημα 5.7.** Παράμετρος RMsV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στατιστική σημαντικότητα.



**Γράφημα 5.8.** Παράμετρος RMsV συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και αξιοσημείωτη διαφορά.



## 5.4.2. Παράμετρος MRV<sub>uV</sub>.

**Πίνακας 5. 20.** Παράμετρος MRV<sub>uV</sub> συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες.

		Μέσος Όρος	Δείγμα	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
Σύγκριση 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ	120,80	10	71,06	22,47
	αρ-έσω-πλ-εμπρός-ασθ	126,20	10	37,41	11,83
Σύγκριση 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ	156,40	10	54,94	17,37
	αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	139,90	10	53,78	17,00
Σύγκριση 3	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ	130,60	10	80,03	25,30
	αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	111,60	10	54,10	17,10
Σύγκριση 4	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ	108,90	10	32,55	10,30
	αρ-έξω-πλ-εμπρός-υγ	117,00	10	31,70	10,02
Σύγκριση 5	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ	184,20	10	154,79	48,95
	αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	145,50	10	90,03	28,47
Σύγκριση 6	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ	132,60	10	35,83	11,33
	αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	133,60	10	36,61	11,58
Σύγκριση 7	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ	141,90	10	84,44	26,70
	αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	150,80	10	49,46	15,64
Σύγκριση 8	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ	176,20	10	46,77	14,79
	αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	149,80	10	71,28	22,54

**Πίνακας 5. 21.** Παράμετρος MRV<sub>uV</sub> συγκρίνοντας τον ίδιο μυ ανάμεσα στα δύο πόδια, στις δύο εκτελούμενες κινήσεις και στις δύο ομάδες και στατιστική ανάλυση.

		Διαφορά					t	df	p
		Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή			
Σύγκριση 1	δεξι-έσω πλ-εμπρός-ασθ/αρ-έσω-πλ-εμπρός-ασθ	-5,40	48,36	15,29	-39,99	29,20	-,353	9	,732
Σύγκριση 2	δεξι-έσω πλ-εμπρός-υγ/αρ-έσω πλ-εμπρός-υγ	16,50	43,77	13,84	-14,81	47,81	1,192	9	,264
Σύγκριση 3	δεξι-έξω πλ-εμπρός-ασθ/αρ-έξω πλ-εμπρός-ασθ	19,00	60,58	19,15	-24,33	62,33	,992	9	,347
Σύγκριση 4	δεξι-έξω πλ-εμπρός-υγ/αρ-έξω-πλ-εμπρός-υγ	-8,10	39,22	12,40	-36,15	19,95	-,653	9	,530
Σύγκριση 5	δεξι-έξω πλ-πίσω-ασθ/αρ-έξω πλ-πίσω-ασθ	38,70	71,87	22,73	-12,71	90,11	1,703	9	,123
Σύγκριση 6	δεξι-έξω πλ-πίσω-υγ/αρ-έξω πλ-πίσω-υγ	-1,00	53,40	16,89	-39,20	37,20	-,059	9	,954
Σύγκριση 7	δεξι-έσω πλ-πίσω-ασθ/αρ-έσω πλ-πίσω-ασθ	-8,90	82,59	26,11	-67,98	50,18	-,341	9	,741
Σύγκριση 8	δεξι-έσω πλ-πίσω-υγ/αρ-έσω πλ-πίσω-υγ	26,40	53,32	16,86	-11,74	64,54	1,566	9	,152

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> - Συζήτηση – Συμπεράσματα

Χονδροπάθεια της επιγονατίδας ονομάζεται το κλινικό σύνδρομο κατά το οποίο εμφανίζεται χονδρομαλάκυνση στον αρθρικό χόνδρο της επιγονατίδας (Παπαδόπουλος και Γκούβας, 1988). Η παθολογική κατάσταση αυτή εμφανίζεται συχνότερα στις γυναίκες σε σχέση με τους άντρες σε αναλογία 3:1 (Lichota 2003;Muller and Snyder-Mackler, 2000;Tauton et al., 2002). Επηρεάζει περισσότερο τους εφήβους, εξαιτίας της απότομης ανάπτυξης του οργανισμού (Welsh 1985), τους αθλητές, λόγω υπέρχρησης της άρθρωσης (Zhang et al., 2003;Tuong et al, 2011), αλλά και όσους διεξάγουν μία σχετικά καθιστική ζωή (Παπαδόπουλος και Γκούβας, 1988). Παρ' όλο που η αιτιολογία της εμφάνισης του συνδρόμου παραμένει αδιευκρίνιστη, φαίνεται ότι οι περισσότεροι παράγοντες έχουν ως αποτέλεσμα την κακή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας (Fredericson and Yoon, 2006;Fulkerson 2002;Dixit et al, 2007; Herting and Kessler, 2006;Lewis et al, 2006). Τα κυριότερα συμπτώματα της νόσου είναι ο πόνος πίσω από την επιγονατίδα, ο κριγμός, η παρουσία ύδραρθρου και οιδήματος (Αμπατζίδης 1998;Christensen 2001).

Οι ασκήσεις ΑΚΑ και ΚΚΑ έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στα προγράμματα θεραπείας και αποκατάστασης. Η επιλογή των ασκήσεων εξαρτάται από τους στόχους του θεραπευτικού προγράμματος και το λειτουργικό επίπεδο του ασθενούς. Με τις ασκήσεις ΑΚΑ επιτυγχάνεται ενεργοποίηση μεμονομένων μυών ή μυϊκών ομάδων, αύξηση του εύρους τροχιάς, αύξηση της μυϊκής δύναμης (Hillman 1994). Χρησιμοποιούνται συνήθως στα πρωτόκολλα ενδυνάμωσης και στις ισοκινητικές ασκήσεις (McConnell 1986;Augustsson et al., 1998). Οι ασκήσεις ΚΚΑ προκαλούν συν-σύσπαση αγωνιστών-ανταγωνιστών, προστατεύοντας τα μαλακά μόρια της άρθρωσης (Wilk et al., 1996;Hopkins et al. 1999). Στις ασκήσεις αυτές επιτυγχάνεται εναλλαγή των μυϊκών συστολών, με αποτέλεσμα να προσομοιάζονται με τις λειτουργικές, καθημερινές δραστηριότητες (Rivera 1994). Επιφέρουν μείωση στην ενδοαρθρική πίεση και βελτιώνουν την ιδιοδεκτικότητα (Bunton, Pitney and Kane, 1993). Μελέτες που έχουν διεξαχθεί με στόχο την σύγκριση της αποτελεσματικότητας των ασκήσεων ΑΚΑ και ΚΚΑ, σε ασθενείς με χονδροπάθεια επιγονατίδας, έδειξαν ότι οι ασκήσεις ΚΚΑ εμφανίζουν καλύτερα αποτελέσματα ως προς την μείωση του πόνου και του κριγμού, τη συντονισμένη μυϊκή επιστράτευση και ενδυνάμωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος (Sacco et al., 2004;Fehr et al., 2006;Bakhtiary and Fatemi, 2008).

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή της στατιστικής δομής της ΗΜΓ ενεργοποίησης του έσω και του έξω πλατύ, σε δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας: στο πρόσθιο και στο οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί σε υγιείς και ασθενείς, με πιθανή χονδροπάθεια της επιγονατίδας.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι στην ομάδα ελέγχου, εκτιμώντας και τις δύο συνθήκες άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας, σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ενεργοποίησης του έσω και του έξω πλατύ. Συγκεκριμένα, στο πρόσθιο ανέβασμα με το δεξί κάτω άκρο (= κυρίαρχο), ο έσω πλατύς παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές RMsuV σε σχέση με τον έξω πλατύ ( $t=3,487$  ,  $p=0,007$ ). Ομοίως, παρουσίασε και μεγαλύτερες τιμές MRVuV ( $t=3,077$  ,  $p=0,013$ ). Επιπλέον, καταγράφηκαν μεγαλύτερες τιμές ενεργοποίησης του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ, τόσο στη μέτρηση RMsuV ( $t=3,994$  ,  $p=0,003$ ), όσο και στη μέτρηση MRVuV ( $t=4,098$  ,  $p=0,003$ ). Αντίστοιχα, στο αριστερό κάτω άκρο (= μη κυρίαρχο), δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ωστόσο, παρατηρήθηκε μία μεγαλύτερη τάση ενεργοποίησης του έσω πλατύ από τον έξω πλατύ στη μέτρηση RMsuV κατά το πρόσθιο ανέβασμα ( $t=1,992$  ,  $p=0,078$ ).

Όσον αφορά στην ομάδα των ασθενών, στατιστικά σημαντική διαφορά σημειώθηκε μόνο στην παράμετρο RMsuV. Συγκρίθηκαν ο έσω πλατύς του δεξιού κάτω άκρου με τον έσω πλατύ του αριστερού κάτω άκρου, κατά το πρόσθιο ανέβασμα, με τον αριστερό να εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές ( $t=2,383$  ,  $p=0,041$ ). Εξετάζοντας την ίδια παράμετρο, παρατηρήθηκε ότι ο έξω πλατύς κατά το οπίσθιο ανέβασμα, ήταν μεγαλύτερος στο δεξί κάτω άκρο από το αριστερό, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά τους ( $t=2,203$  ,  $p=0,055$ ). Πρέπει, όμως, να λάβουμε υπόψιν ότι σε αυτές τις συγκρίσεις δεν υπήρξε σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στο παθολογικό και στο υγιές άκρο των ασθενών, καθώς το 70% της ομάδας αυτής, εμφάνιζε παθολογία στο δεξί κάτω άκρο, το οποίο είχε και ως κυρίαρχο.

Η ομάδα των ασθενών δεν παρουσίασε καμία άλλη στατιστικά σημαντική διαφορά, αλλά προέκυψαν διαφορές στις μετρήσεις, οι οποίες αξίζει να αναφερθούν. Κατά την εξέταση του δεξιού κάτω άκρου των ασθενών, και στο πρόσθιο και στο οπίσθιο ανέβασμα, και στις δύο παραμέτρους, ο έξω πλατύς είχε μεγαλύτερη ενεργοποίηση από τον έσω πλατύ. Πιο συγκεκριμένα, στην παράμετρο RMsuV η διαφορά ενεργοποίησης των μυών (έξω πλατύς - έσω πλατύς) κατά το οπίσθιο ανέβασμα ήταν περίπου 3 φορές μεγαλύτερη από τη διαφορά τους κατά το πρόσθιο ανέβασμα. Παρομοίως, στην παράμετρο MRVuV, η διαφορά ενεργοποίησης των μυών κατά το οπίσθιο ανέβασμα ήταν σχεδόν 4 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη διαφορά τους κατά το πρόσθιο ανέβασμα. Συγκρίνοντας το κάτω άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία με το υγιές, και στις δύο παραμέτρους βρέθηκε ότι ο έξω πλατύς κατά το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί έχει μεγαλύτερη ενεργοποίηση στο κάτω άκρο που

εμφανίζει συμπτωματολογία. Στην παράμετρο RMsuV, φάνηκε ότι η διαφορά ενεργοποίησης των μυών (έξω πλατύς – έσω πλατύς) κατά το οπίσθιο ανέβασμα ήταν περίπου 7 φορές μεγαλύτερη από τη διαφορά τους κατά το πρόσθιο ανέβασμα, στο άκρο που εμφάνιζε συμπτωματολογία.

Αποτελέσματα από προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι κατά το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί, ο έσω πλατύς ενεργοποιείται περισσότερο από τον έξω πλατύ στην ομάδα των υγιών, των ασθενών, αλλά και σε ομάδα μετά από εφαρμογή φυσικοθεραπευτικού προγράμματος (Pulzatto et al. 2005; Sacco et al., 2006). Στην πρώτη έρευνα (Pulzatto et al. 2005), βρέθηκε ότι η ΗΜΓ δραστηριότητα του έσω πλατύ ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από αυτήν του έξω πλατύ στους υγιείς και τους ασθενείς κατά το πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί με το γόνατο σε 45°, αλλά και σε 75° κάμψης. Αναφέρεται, επίσης, ότι το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί με αρχική θέση κάμψης γόνατος 45°, είναι προτεινόμενο ως άσκηση για την επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ. Η παρούσα μελέτη συμφωνεί με τα προηγούμενα αποτελέσματα, όσον αφορά στο πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί, αλλά διαφωνεί με την πρόταση για το οπίσθιο ανέβασμα. Στην επόμενη έρευνα (Sacco et al., 2006), συγκρίνοντας το πρόσθιο ανέβασμα και κατέβασμα σε σκάλα, καταγράφηκαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο RMsuV στο ανέβασμα στην ομάδα ελέγχου και στην ομάδα ασθενών αφού είχε λάβει φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση, σε σύγκριση με τις καταγραφές πριν από την παρέμβαση. Σημειώθηκε, όμως, τάση στην ομάδα ελέγχου εμφάνισης μικρότερων τιμών για την παράμετρο RmsuV από την ομάδα που έλαβε θεραπεία. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, όσον αφορά στην ομάδα ελέγχου.

Συμπερασματικά, παρατηρήθηκε ότι στους υγιείς τόσο στο πρόσθιο, όσο και στο οπίσθιο σκαλί, η ενεργοποίηση του έσω πλατύ ήταν στατιστικά σημαντικότερη από αυτήν του έξω πλατύ. Επιπρόσθετα, στην ομάδα των ασθενών, πιθανώς λόγω των βιομηχανικών προσαρμογών που έχουν επέλθει από το σύνδρομο της χονδροπάθειας, παρατηρήθηκε γενικά μειωμένη ΗΜΓ δραστηριότητα του έσω πλατύ σε σύγκριση με τον έξω πλατύ, ειδικά στο οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί, όπου η ΗΜΓ δραστηριότητα του έξω πλατύ ξεπερνούσε κατά πολύ αυτήν του έσω πλατύ. Αναλογιζόμενοι τα αποτελέσματα της μελέτης, και σε συνδυασμό με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, πιστεύεται ότι είναι δύσκολο να αποκτηθεί επιλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ, χωρίς να αυξηθεί η δραστηριότητα και του έξω πλατύ, μιας και παραμένουν μέρη του ίδιου μυός. Παρ' όλα αυτά, στις πληθυσμιακές ομάδες που καταπονούν καθημερινά την άρθρωση του γόνατος με επιβαρυσμένα φορτία λόγω του τρόπου ζωής τους, προτείνονται και οι δύο ασκήσεις ενδυνάμωσης του τετρακεφάλου (οπίσθιο και πρόσθιο ανέβασμα σε σκαλί) με στόχο την πρόληψη και την αποφυγή των παραγόντων που οδηγούν στην κακή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας. Τέλος, όσον αφορά στους πάσχοντες από χονδροπάθεια της επιγονατίδας, προτείνεται μόνο το πρόσθιο ανέβασμα σε

σκαλί ως μία άσκηση ενδυνάμωσης του τετρακεφάλου, καθώς, όπως φάνηκε και από τα αποτελέσματα της μελέτης, υπάρχει περισσότερο ισορροπημένη ενεργοποίηση μεταξύ των δύο μυών. Αντίθετα, δεν προτείνεται το οπίσθιο ανέβασμα σε σκαλί, επειδή φάνηκε ότι υπάρχει τάση αυξημένης ενεργοποίησης του έξω πλατύ σε σύγκριση με τον έσω κατά την άσκηση.

Η έλλειψη εκτενούς βιβλιογραφίας σχετικά με την παθοφυσιολογία της νόσου, καθώς και τους προτεινόμενους τρόπους αποκατάστασή της, οδηγεί στην ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση. Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην εύρεση καταλληλότερου δείγματος, με περισσότερους εξεταζόμενους, και από τα δύο φύλα, αθλητές ή όχι. Οι μετρήσεις θα μπορούσαν να συμπεριλαμβάνουν διαφορετικές αρχικές γωνίες κάμψης γόνατος, περισσότερες κινήσεις (π.χ. κατέβασμα πρόσθιο και οπίσθιο) και συνδυασμό τεχνικών παρεμβάσεων (tape, FES και φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης).

## Αρθρογραφία

1. Abernethy PJ, Townsend PR, Rose RM, Radin EL, (1978). Chondromalacia patellae: A separate clinical entity? *The Journal of Bone and Joint Surgery*. Vol. 60-B, No. 2: 206-210.
2. Aleman, O. Chondromalacia post-traumatica patellae. *Acta Chir Scand* 1928, 63: 194
3. Al-Rawi Z and Nessian AH (1997). Joint Hypermobility in patients with Chondromalacia Patellae. *British Journal of Rheumatology*; 36:1324-1327.
4. Aminaka N, Gribble PA (2005). A systematic review of the effects of therapeutic taping in patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training*; 40(4):341-351.
5. Amis AA: Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. *Sports Medicine & Arthroscopy Review* 2007, 15(2):48-56.
6. Araujo RC, Duarte M, Amadio AC. (1998). On the inter- and intra-subject variability of the electromyographic signal in isometric contractions. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. Jun; 40(4):225-9.
7. Atkin DM, Fithian DC, Marangi KS, Stone ML, Dobson BE, Mendelsohn C. (2000). Characteristics of patients with primary acute lateral patellar dislocation and their recovery within the first 6 months of injury. *Am J Sports Med*. 2000; 28:472-479.
8. Augustsson J, Thomme R. (2000). Ability of closed and open kinetic chain tests of muscular strength to assess functional performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol. 10, issue 3: 164-168.
9. Augustsson R, Courtney C, and Carmeli E. 1998. EMG analysis of the vastus medialis /vastus lateralis muscles utilizing the unloading narrow and wide-stance squats. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 27(1):3
10. Bakhtiary AH, Fatemi E. (2008) Open versus closed kinetic chain exercises for patellar chondromalacia. *Br J Sports Med*. 2008; 42:99–102.

11. Balci P. et al. (2009). The effects of two different closed kinetic chain exercises on muscle strength and proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop traumatol Turc*; 43(5):419-425.
12. Balogun JA, Broderick K and Dolan-Aiello M. (2010). Comparison of the EMG activities in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles during hip adduction and terminal knee extension exercise protocols. *African Journal of Physiotherapy and Rehabilitation Sciences*, Vol. 2, No. 1: 1-5.
13. Baquie P, Brukner P. (1997). Injuries Presenting to an Australian Sports Medicine Centre: A 12-Month Study. *Clin J Sport Med* 7(1): 28.
14. Barrata R, Solomonow M, and Zhou B. (1988). Muscular coactivation: The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *American Journal of sports Medicine* 16(2): 113-122.
15. Basmajian JV and De Luca CJ. (1985). *Muscle alive: their function revealed by electromyography*. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins.
16. Bellemans J. (2003). Biomechanics of anterior knee pain. *The Knee*; 10(2):123-6
17. Bennett, G. A.; Waine, Hans; and Bauer, Walter: changes in the knee joint at various ages. With particular reference to the nature and development of degenerative joint disease. New York, The Commonwealth Fund, 1942.
18. Bentley G, Dowd G. (1984). Current concepts of etiology and treatment of chondromalacia patellae. *Clin Orthop* 189:209-228.
19. Bentley G. (1970). Chondromalacia patellae. *Journal of Bone and Joint Surgery*; 52:221-232.
20. Biro F., Gewanter H.L. and Baum J. (1983). The hypermobility syndrome. *Pediatrics*, Vol. 72, No. 5: 701-706.
21. Bockrath K.C., Wooden T. et al. (1993). Effects of patella taping on patella position and perceived pain. *Medicine and Science in sports & exercise*. Vol. 25, issue 9: 989-992.

22. Bolgla L.A., Malone T.R., Umberger B.R. and Uhl T. (2010). Reliability of electromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 20, issue 1: 142-147.
23. Bose, K.; Kanagasuntheram, R.; and Osman, M. B. H. (1980). Vastus medialis oblique: an anatomic and physiologic study. *Orthopedics*, 3: 880-883.
24. Boucher, J.P., King, M.A., Lefebvre, R., and Pépin, A. (1992). Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, 20(5): 527-32.
25. Bouisset S., Maton B. (1972). Quantitative relationship between surface EMG and intramuscular electromyographic activity in voluntary movement. *Am J Phys Med*, 51(6): 285-95.
26. Brattström, H. (1970). Patella alta in non-dislocating knee joints. *Acta Orthop. Scandinavica*, 41: 578-588.
27. Brunet M, Stewart G. Patellofemoral rehabilitation. *Clin Sports Med* 1989;8:319–29
28. Bruns J., Volkmer M. and Luessenhop S. (1993) Pressure distribution at the knee joint influence of varus and valgus deviation without and with ligament dissection. *Arch Orthop Trauma Surg* 113:12–19.
29. Büdinger Konrad (1984). The detachment or separation of parts of the joint and related processes. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Philadelphia, June 1984, 186: 2-4.
30. Buff H., Jones L.C., and Hungerford D.S. (1988). Experimental determination of forces transmitted through the patellofemoral joint. *J. Biomech.* 35:17–23.
31. Bunton, E., W. Pitney, and A. Kane. 1993. The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed-kinetic-chain rehabilitation of the lower extremity. *Journal of Athletic Training* 28(1): 10-20.



32. Cabral C.M.N., et al (2007). Effect of a closed kinetic chain exercise protocol on patellofemoral syndrome rehabilitation. XXV ISBS Symposium.
33. Callaghan MJ, Oldham JA (2004). Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Br J Sports Med.* 38(3):295-9.
34. Casscells SW: Gross pathological changes in the knee joint of the aged individual. *Clin Orthop* 1978;132:225
35. Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1995;75:672-83.
36. Christensen K. (2001). Chondromalacia Patellae and Orthotic Support. *Dynamic Chiropractic*. Vol. 19, Issue 25
37. Christou EA(2004). Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 14(4):495-504.
38. Clark DI, Downing N, Mitchell J, Coulson L, Syzpryt EP, Doherty M (2000). Physiotherapy for anterior knee pain: a randomized controlled trial. *Ann Rheum Dis.* 59(9):700-4.
39. Cook, T., C. Zimmerman, K. Lux, et al. 1992. EMG comparison of lateral step-up and stepping machine exercise. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 16(3): 108-113
40. Coqueiro KR, Bevilaqua-Grossi D, Berzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15:596-603.
41. Cowan, S.M., Bennell, K.L., Hodges, P.W., Crossley, K.M., and McConnell, J. (2001). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82: 183-9.

42. Cowan, S.M., Hodges, P.W., Bennell, K.L., and Crossley, K.M. (2002). Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83: 989-95.
43. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Electrode placements: introduction to surface electromyography*. Gaithersburg: Aspen; 1998. p 237-384.
44. Cram JR, Lloyd J, Cahn TS. (1994). The reliability of EMG muscle scanning. *Int J Psychosom.* ;41(1-4):41-5.
45. Curl W.W., Krome J., Gordon E.S., Rushing J., Smith B.P., Poehling G.G. (1997). Cartilage injuries: a review of 31,516 knee arthroscopies. *Arthroscopy*: 13:456-460.
46. Cutbill JW, Ladly KO, Bray RC, Thorne P, Verhoef M. (1997). Anterior knee pain: a review. *Clin J Sport Med* 1997;7:40-5.
47. Dandy, D. J. & Poirier, H. (1975) Chondromalacia and the unstable patella. *Acta Orthop. Scand.* 46,695-699.
48. Davis D.K. and Fithian D.C. (2002). Techniques of medial retinacular repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.*;402:38-52.
49. Davlin CD, Holcomb WR, Guadagnoli MA (1999). The effect of hip position and electromyographic biofeedback training on the vastus medialis oblique: vastus lateralis ratio. *J Athl Train* 34(4):342-346.
50. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech* 1997;13:135-63.
51. Decoster L.C., Bernier J.N., Lindsay R.H. and Vailas J.C. (1999). Generalized Joint Hypermobility and Its Relationship to Injury Patterns Among NCAA Lacrosse Players. *Journal of athletic training*; 34(2):99-105. DEHAVEN, K. E., W. A. DOLAN, and P. J. MAYER. (1979). Chondromalacia in athletes. *Am. J. Sports Med.* 7:5-11.
52. Deie M., Ochi M., Sumen Y., Yasumoto M., Kobayashi K., Kimura H. (2003). Reconstruction of medial patellofemoral ligament for the treatment of habitual or recurrent dislocation of the patella in children. *J Bone Joint Surg Br.*; 85:887-890.

53. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. (1994). Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* ; 2:19-26.
54. Devereaux, MD and Lachman, SM (1984). 'Patellofemoral arthralgia in athletes attending a sporting injury clinic. *British Journal of Sports Medicine*, 18, 1, 18-21.
55. Dixit S. et al. (2007). Management of Patellofemoral Pain Syndrome. *American Family Physician*. Volume 75, No. 2: 195-202.
56. Doucette, S.A., and Child, D.D. (1996). The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 23(2): 104-110.
57. Dowd G.S. and Bentley G. (1986). Radiographic assessment in patellar instability and chondromalacia patellae. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*, Vol. 68-B, issue 2: 297-300.
58. Doxey G.E. (1987). Assessing Quadriceps Femoris Muscle Bulk with Girth Measurements in Subjects with Patellofemoral Pain. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. Vol. 9, No. 5: 177-183.
59. Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T, Messier SP (2000). Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 32(11):1825-1832.
60. Durate-Cintra Al, Furlani 1: Electromyographic research study graphic study of quadriceps femoris in man. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 27 :539-554, 1981
61. Dursun N, Dursun E, Ziyet K. Electromyographic biofeedback controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1692-5.
62. Earl J.E , B.L. Schmitz, B.L. Arnold, Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction, *Journal of Electromyography and Kinesiology* 11 (1992) 381–386

63. Emery, L. H. & Meachim, G. (1973). Surface morphology and topography of patello-femoral cartilage fibrillation in Liverpool necropsies. *Journal of Anatomy* 116, 103-120.
64. Endo Y. et al., (2007). MRI Quantitative Morphologic Analysis of Patellofemoral Region: Lack of Correlation with Chondromalacia Patellae at Surgery. *AJR*; 189:1165-1168.
65. Farahmand F, Naghi Tahmasbi M, Amis A (2004) The contribution of the medial retinaculum and quadriceps muscles to patellar lateral stability—an in-vitro study. *Knee* 11:89–94. Fitzgerald G.K. (1997). Open versus closed kinetic chain exercise: issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Phys Ther.* 77(12): 1747-54.
66. Fowkes-Godek S. Two methods of strength and endurance training for knee rehabilitation: a comparative study. *J Athl Train.* 1994;29: 157-158.
67. Fredericson M. and Yoon K. (2006). Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*; 85(3):234-43.
68. Fu, F., S. Woo, and J. Irrgang. 1992. Current concepts for rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 15(6): 270-278.
69. Fulkerson J.P . (2002) Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med* ;30:447–56
70. Fulkerson JP, Hungerford DS. Disorders of the Patellofemoral Joint. 2nd ed. Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1990.
71. Fulkerson JP. (2004). Disorders of the patellofemoral joint, 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins:129–142, 239–253
72. Fullerton J. (1989). Evaluation of the peripatellar soft issues and retinaculum in patients with patellofemoral pain. *Clinics in Sports Medicine*; 8:997-202.
73. Gagliardi J.A., Chung E.M. et al. (1994). Detection and staging of chondromalacia patellae: relative efficacies of conventional MR imaging, MR arthrography, and CT arthrography. *American Journal of Roentgenology*, Vol. 163: 629-636.

74. Galea A.M. and Albers J.M. (1994). Patellofemoral pain: targeting the cause. *Phys Sports Med* ;22.
75. Gao G.X., Lee E.H., Bose K. (1990). Surgical management of congenital and habitual dislocation of the patella. *J Pediatr Orthop.* ;10:255-260.
76. Gerrard B. The patellofemoral pain syndrome: a clinical trial of the McConnell programme. *Australian Journal of Physiotherapy.* 1989;35: 70-80.
77. Gilleard, W., J. McConnell, and D. Parsons. The effect of patellar taping on the onset of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle activity in persons with patellofemoral pain. *Phys. Ther.* 78:25–31, 1998
78. Gomoll A.H. et al., (2006). Treatment of Chondral Defects in the Patellofemoral Joint. *The Journal of Knee Surgery.* Vol. 19, No. 4 : 285-295.
79. Goodfellow J. et al. (1976). Patello-femoral Mechanics and Pathology. 1. Functional Anatomy of the Patello-femoral Joint. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* Vol. 58-B. No. 3.
80. Goodfellow J. et al. (1976). Patello-femoral Mechanics and Pathology. 2. Chondromalacia Patellae. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* Vol. 58-B. No. 3.
81. Goodfellow, J., Hungerford, D. S. & Zindel, M. (1976) Patellofemoral joint mechanics and pathology. Part 2: Chondromalacia patellae. *J. Bone Joint Surg.* 58-B, 291-299.
82. Gorniak G.C. (2009) Patterns of Patellofemoral Articular Cartilage Wear in Cadavers. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy* : Volume 39. Number 9: 675-683.
83. Graven-Nielsen T., Svensson P., Arendt-Nielsen L. (1997). Effects of experimental muscle pain on muscle activity and coordination during static and dynamic motor function. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*; 105(2):156-64.
84. Grelsamer R.P. (2000). Patellar Malalignment. *The Journal of Bone and Joint Surgery*; 82:1639.

85. Guo KJ, Ye QB, Zeng ZH, et al. (1998). Survey of chondromalacia patellae morbidity of 2743 normal population. *Journal of Chinese Academy of Medical Sciences* ; 20: 213-215.
86. Haim A., Yaniv M. et al. (2006). Patellofemoral Pain Syndrome: Validity of Clinical and Radiological Features. *Clinical Orthopaedics & related Research*: Vol. 451:223-228.
87. Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther* 1990;70:561-5.
88. Harrington IJ (1983) Static and dynamic loading patterns in knee joints with deformities. *J Bone Joint Surg Am* 65:247–259
89. Healy W.L., Anglen J.O., Wasilewski S.A., Krackow K.A. (1988). Distal femoral varus osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* ;70:102-109.
90. Heine, J. (1926) *Virchows Arch. path. Anat.*, 260, 521.
91. Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM, Bernsen RM, Verhaar JA, Koes BW. (2003). Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* (4):CD003472
92. Heng R.C., Haw C.S. (1996). Patellofemoral pain syndrome diagnosis and management from an anatomical and biomechanical perspective. *Current Orthopaedics* 10: 256-266.
93. Hertel J., Earl J.E., Tsang K.K., Miller S.H. (2004). Combining isometric knee extension exercises with hip adduction or abduction does not increase quadriceps EMG activity. *Br J Sports Med.* 38(2): 210-3.
94. Herting D. and Kessler R.M. (2006). Management of common musculoskeletal disorders – physical therapy – principles and methods fourth edition p 524-532
95. Hillman, S. 1994. Principles and techniques of open-kinetic-chain rehabilitation: The upper extremity. *Journal of Sport Rehabilitation* 3(4): 319-330
96. Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of transverses abdominus is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res.* 1997;114:362–370

97. Hogrel J.Y. (2005). Clinical applicationw of surface electromyograpfy in neuromuscular disorders. *Clinical Neurophysiology*. Vol. 35, issues 2-3: 59-71.
98. Hopkins, J.T., C.D. Ingersoll, and M.A.Sandrey.1999. an electromyographic comparison of 4 closed chain exersices. *Journal of Athletic Training* 34(4): 353.
99. Horton M.G. and Hall T.L. (1989). Quadriceps Femoris Muscle Angle: Normal Values and Relationships with Gender and Selected Skeletal Measures. *Phys Ther* 69:897-901.
100. Host, J, Craig, Rand Lehman, R (1995). 'Patellofemoral dysfunction in tennis players. *Clinics in Sports Medicine*, 14, 1 , 177-203.
101. Hubbard. J K et al (1998) Prevalence and morphology of the vastus medialis oblique muscle in human cadavers. *The Anatomical Record*. 249.135-142.
102. Huberti HH, Hayes WC (1984) Patellofemoral contact pressures: The influence of Q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am* 66:715–724.
103. Hudson Z. and Darthuy E. (2009). Iliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome: a case-control study. *Man Ther*; 14(2):147-51.
104. Hungerford DS, Barry M: Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Rel Res* 1979;144:9–15
105. Hungerford, D., and M. Barry. 1979. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clinical Ortopedics* 144:9-15.
106. Hurley, M.V. and Newham, D.J. (1993) The influence of arthrogeous muscle inhibition on quadriceps rehabilitation of patients with early, unilateral osteoarthritic knees. *British Journal Rheumatology* 32, 127-131.
107. Hurley, M.V., Scott, D.L., Rees, J. and Newham, D.J. (1997) Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Annals Rheumatic Disease* 56, 641-648

- 108.Hvid I., Anderson I.B. and Schmidt H. (1981). Chondromalacia patellae: The relation of abnormal joint mechanics. *Acta Orthop Scand* 52:661-666.
- 109.Ingersoll CD, Knight KL. Patellar location changes following EMG biofeedback or progressive resistance exercise. *Med Sci Sport Exer* 1991;23(10):1122–7.
- 110.Insall J: patella pain syndromes and chondromalacia patellae. *Instr course Lect* 1981; 30:342.
- 111.Insall, J., Falvo, K. A. & Wise, D. W. (1976) Chondromalacia patellae. *J. Bone Joint Surg.* 58-A, 1-8.
- 112.Irish S.E. Millward A.J. et al. (2010). The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *Journal of Srength and Conditioning Research*; 24(5):1256-1262.
- 113.Jacob Kulowski (1933). Chondromalacia of the patella: fissural cartilage degeneration; traumatic chondropathy: report of three cases. *J Am Med Assoc.* 1933;100 (23):1837-1840
- 114.Jerosch J, Prymka M. (1996). Knee joint proprioception in patients with a posttraumatic recurrent patellar dislocation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* ;4:14–8.
- 115.Johansson H, Sjölander P, Sojka P. (1991). A sensory role for the cruciate ligaments. *Clin Orthop* ;268:161–78.
- 116.Kaland, S., T. Sinkjaer, L. Arendt-Neilsen, et al .1990. Altered timing of hamstring muscle action in anterior cruciate ligament deficient patients. *American Journal of Sport Medicine*18(3): 245-248.
- 117.Kaplan L.D. et al. (2005). Magnetic resonance imaging of the knee in asymptomatic professional basketball players. *Arthroscopy.* 21:557-561.
- 118.Karlson, S. Chondromalacia patellae. *Acta Chir Scand* 1940; 83: 347-381.
- 119.Kelly MA, Inshall Jn: Historical perspective of chondromalacia patella. *Orthop Clin North Am* 1992;23(4):517-521.



120. Koeter S, Pakvis D, van Loon CJ, van Kampen A. (2007). Trochlear osteotomy for patellar instability: satisfactory minimum 2-year results in patient with dysplasia of the trochlea. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* ;15:228-232.
121. Konrad P. (2005). *The ABC of EMG*. Noraxon Inc. USA.
122. Korkala OL, Kuokkanen HO (1995) Autoarthroplasty of knee cartilage defects by osteoperiosteal grafts. *Arch Orthop Trauma Surg* 114: 253-256.
123. Koskinen, S. K., and Kujala, U. M.: Patellofemoral relationships and distal insertion of the vastus medialis muscle: a magnetic resonance imaging study in nonsymptomatic subjects and in patients with patellar dislocation. *Arthroscopy*, 8: 465-468, 1992.
124. L. Herrington, C. Payton, Effects of corrective taping of the patella on patients with patellofemoral pain, *Physiotherapy* 83 (11) (1997) 566–572
125. Laprade J, Culham E, Brouwer B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27:197-204.
126. Larsen B., Andreadsen E. et al. (1995). *Am J Sports Med*. Vol. 23, No. 4: 465-471.
127. Lephart SM. (1995). The role of proprioception in the treatment of sports injuries. *Sports Exercise and Injury* ;1:96–102.
128. Leslie IJ, Bentley G. (1978). Arthroscopy in the diagnosis of chondromalacia patellae. *Ann Rheum Dis.* ;37:540–547.
129. LeVeau B, Rogers C. Selective training of the vastus medialis muscle using EMG biofeedback. *Phys Therapy* 1980;60:1410–5.
130. Levine J. (1979). Chondromalacia patellae. *Physician Sportsmed* 7:4 1-49
131. Levine J. Chondromalacia patellae. *The Physician and Sportsmedicine*. 1979;7:41-49.
132. Lewis P.B. et al. (2006). Basic science and treatment options for articular cartilage injuries. *J Orthop Sports Phys Ther*; 36(10):717-27.

- 133.Lichota DK. (2003). Anterior knee pain: symptom or syndrome?. *Curr Women Health Report* ;3(1):81–6.
- 134.Loudon J.K., Wiesner D. et al. (2002). Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Athl Train*; 37(3): 256–261.
- 135.Lun VM, Wiley JP, Meeuwisse WH, Yanagawa TL.(2005). Effectiveness of patellar bracing for treatment of patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med.*;15(4):235-40.
- 136.Lutz, G., M.Stuart, and H. Franklin.1990. Rehabilitative techniques for athletes after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Mayo Clinic Proceeding* 65:1322-29
- 137.Major N.M. and Helms C.A. (2002). MR Imaging of the Knee: Findings in Asymptomatic Collegiate Basketball Players. *AJR*; 179:641-644.
- 138.Malek MM, Fanelli GC. (1991). Patellofemoral pain. An arthroscopic perspective. *Clin Sports Med* : 10:549-567.
- 139.Manske R.C., Davies G.J. (2003). A nonsurgical approach to examination and treatment of the patellofemoral joint. Part 1: examination of the patellofemoral joint. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* ;15(2):141-66.
- 140.Mariani P, Caruso I. An electromyographic investigation of subluxation of the patella. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1979;61:169-171.
- 141.Markou S, Vagenas G. (2006). Multivariate isokinetic asymmetry of the knee and shoulder in elite volleyball players .*European Journal of Sport Science*, 1536-7290, Volume 6, Issue 1, 2006, Pages 71 – 80
- 142.McConnell J. The management of chondromalacia patellae: A long-term solution. *Austral J Physiother* 1986;32:215-223.
- 143.McMullen W., Roncarati A. and Koval P. (1990). Static and Isokinetic Treatments of Chondromalacia Patella: A Comparative Investigation. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*; 12:6: 256-266.
- 144.Merchant AC. (1988). Classification of patellofemoral disorders. *Arthroscopy* ;4:235-40.

145. Merskey H, Bogduk N. Classification of chronic pain. 2nd ed. Seattle: IASP Press, 1994.
146. Millar AL, Berglund K, Blake B, et al. Effects of patellofemoral taping on knee pain and EMG activity of the quadriceps. In: 12th International Confederation of Physical Therapy. Washington, DC, 1999
147. Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ, Chao EY (2001). Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *Journal of Orthopaedic Research*; 19(5):834-840.
148. Møller B, Krrbs B, Tidemand-Dal C, hris K. Isometric contractions in the patellofemoral pain syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1986;105:24-27.
149. Møller. A, and Peter J. Jannetta.(1986). Monitoring facial EMG responses during microvascular decompression operations for hemifacial spasm. Volume 66 , number 5.
150. Monteiro-Pedro V, Vitti M, Berzin F, Bevilaqua-Grossi D. (1997). Electromyographic (EMG) study of the vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis (VL) muscles in the hip adduction and knee extension exercises. *Braz J Morphol Sci.*;14(1):167.
151. Muller K. and Snyder-Mackler L. (2000). Diagnosis of patellofemoral pain after arthroscopic meniscectomy. *J Orthop Sports Phys Ther* ; 30(3):138-42.
152. Neptune RR, Wright IC, van den Bogert AJ. The influence of orthotic devices and vastus medialis strength and timing on patellofemoral loads during running. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*.2000;15:611–8.
153. Neusel E, Graf J. (1996). The influence of subchondral vascularization on chondromalacia patellae. *Arch Orthop Trauma Surg*; 115:313–315
154. Ng G.Y.F., Zhang A.Q., Lib C.K. (2008). Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjectes with patellofemoral ain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 18(1): 128-33.

155. Nicholas J.A., Strizak A.M. and Veras G. (1976). A study of thigh muscle weakness in different pathological states of the lower extremity. *The American Journal of Sports Medicine*; Vol. 4, No. 6: 241-248.
156. Nicholas JA, Hershman EB. (1986). The lower extremity and spine in sports medicine. In: Nicholas JA, Hershman EB, editors. *Evaluation of strength and local muscle endurance*. 1st ed. Mosby Year Book; St. Louis: p. 128.
157. Nielsen L.A., Nielsen T.G., Svarrer H. and Svensson P. (1995). The influence of low back pain on muscle activity and coordination during gait: a clinical and experimental study. *Elsevier Science B.V.* Vol. 64, issue 2:231-240.
158. Niskanen RO, Paavilainen PJ, Jaakola M, Korkala OL: Poor correlation of clinical signs with patellar cartilaginous changes. *Arthroscopy* 2001, 17(3):307-310.
159. Ochia S.R, Cavanagh P.R (2007). Reliability of surface EMG measurements over 12 hours. *Journal of electromyography and kinesiology*. Volume 17, issue 3:365-37.
160. Ohkoshi, Y., K. Yasuda, K. Kaneda, et al. 1991. Biomechanical analysis of rehabilitation in the standing position. *American Journal of Sport Medicine* 19(6): 605-611
161. Outerbridge R.E. (1961). The etiology of chondromalacia patellae. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. Vol. 43 B, No. 4 : 752-757.
162. Outerbridge R.E. (1964). Further studies on the etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg [Br]* 46:179-190.
163. Outerbridge, R. E. & Dunlop, J. A. Y. (1975) The problem of chondromalacia patellae. *Clin. Orthop.* 110, 177-196
164. Owre, A. (1936) Chondromalacia patellae. *Acta Chir. Scand.* 77, Suppl. 41
165. Palmitier, R., A. Kai-Nan, S. Scott, et al. 1991. Kinetic-chain exercise in knee rehabilitation. *Sport Medicine* 11(6):402-413

166. Palumbo P.M. (1981). Dynamic patellar brace: A new orthosis in the management of patellofemoral disorders. A preliminary report. *AM J Sports Med* 9:45.
167. Pfeiffer R.P, DeBeliso M. et al. (2004). Kinematic MRI Assessment of McConnell taping before and after exercise. *Am J Sports Med*. Vol. 32, No. 3: 621-628.
168. Pihlajamäki H.K. et al. (2010). Reliability of Clinical Findings and Magnetic Resonance Imaging for the Diagnosis of Chondromalacia Patellae. *Journal of Bone and Joint Surgery (American)*. ;92:927-934.
169. Powers C.M. (2003). The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*; 33(11):639-46.
170. Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther* 1996;76:946-55.
171. Powers CM. (2000). Patellar kinematics, part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with patellofemoral pain. *Phys Ther*.;80(10): 950-64.
172. Pulzatto F., Gramani-Say K., De Siqueira A.C.B., Santos G.M., et al. (2005). Atividade electrica dos musculos estabilizadores da patela em individuos portadores da síndrome da dor femoropatelar durante exercicios realizados no step. (Published Msc Thesis, Universidade Federal de Sao Carlos).
173. Puniello MS. Iliotibial band tightness and medial patellar glide in patients with patellofemoral dysfunction. *J Orthop sports ~ Phys Ther*. 1993;17:144-148.
174. Puniello, M. S. (1993). Iliotibial band tightness and medial patellar glide in patients with patellofemoral dysfunction. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17(3), 144–148.
175. Radin E.L. (1979). A Rational Approach to the Treatment of Patellofemoral Pain. *Clinical Orthopaedics & Related Research: Volume 144 - Issue - ppg 107-109*

- 176.Reid DC. (1992). Sports injury assessment and rehabilitation. New York: Churchill Livingstone, :345-98.
- 177.Reid DC. (1993). The myth, mystic and frustration of anterior knee pain [Editorial]. Clin J Sport Med ;3:139-43.
- 178.Reider B., Marshall J., Ring B. (1981), Patellar tracking. Current Orthopaedic Practice. Vol. 157 :143-148.
- 179.Reider B., Marshall J.L., Warren R.F. (1981). Clinical characteristics of patella disorders in young athletes. Am J Sports Med. ;9:270-274.
- 180.Reilly DT, Martens M. (1972). Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patello-femoral joint reaction force for various activities. Acta Orthop Scand;43:126-37.
- 181.Renstrom, P.,S. Arms, T. Stanwyck, et al. 1986. Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. American Journal of Sport Medicine 14:83-87
- 182.Reynolds NL, Worrell TW, Perrin DH. Effect of lateral step-up exercise protocol on quadriceps isokinetic peak torque values and thigh girth. J Orthop Sports Phys Ther. 1992;15:151-155.
- 183.Rice M, Bennett J, Ruhling R. Comparison of two exercises on VMO and VL EMG activity and force production. Isokinet Exerc Sci 1995;5:61-7.
- 184.Rivera, J. E. Open versus closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity: a functional and biomechanical analysis. J. Sports Rehabil. 3:154-167, 1994.
- 185.Robinson AR, Darracott J. (1970). Chondromalacia patellae. A survey conducted at the Army Medical Rehabilitation Unit, Chester. Ann Phys Med. ;10:286-90.
- 186.Sacco, I.C.N., Konno, G.K., Rojas, G.B., Arnone, A.C., Pássaro, A.C., Marques, A.P., and Cabral, C.M.N. (2006). Functional and EMG responses to a physical treatment in patellofemoral syndrome patients. Journal of Electromyography and Kinesiology, 16: 167-74.
- 187.Sakai N., Luo Z.P., Rand J.A. and An K.N. (2000). The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on the patellofemoral

- joint: an in vitro biomechanical study. *Clinical Biomechanics*. Vol. 15, issue 5:335-339.
- 188.Salsich, G.B., Brechter, J.H., Powers, C.M., 2001. Lower extremity kinetics during stair ambulation in patients with and without patellofemoral pain. *Clin. Biomech*. 16, 906–912.
- 189.Salzman A, Torburn L, Perry I: Contribution of rectus femoris and vasti to knee extension. *Clin Orthop* 290:236- 243, 1993
- 190.Sanchis-Alfonso V, Rosello-Sastre E, Martinez-Sanjuan V. (1999). Pathogenesis of anterior knee pain syndrome and functional patellofemoral instability in the active young. *American Journal of Knee Surgery* ;12(1):29–40.
- 191.Senavongse W, Amis AA (2005) The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability. *J Bone Joint Surg* 87-Br:577–582.
- 192.Serrao F.V., Cabral C.M.N. et al. (2005). Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longuw muscles during isometric leg press. *Physical Therapy in Sport*. Vol. 6, issue 1: 15-23.
- 193.Shellock F.G., Mullin M., Stone K.R., Coleman M. and Crues J.V. (2000). Kinematic magnetic resonance imaging of the effect of bracing on patellar position: qualitative assesment using an extremity magnetic resonance system. *J Athl Train* 35(1): 44-49.
- 194.Shelton G.L. and Thigpen L.K. (1991). Rehabilitation of Patellofemoral Dysfunction: A Review of Literature. *Jospt*, Vol. 14, No. 6: 243-249.
- 195.Shelton G.L. and Thigpen L.K. (1991). Rehabilitation of Patellofemoral Dysfunction A Review of Literature. *Jospt*, Vol. 14, No. 6: 243-249.
- 196.Shelton GL, Thigpen LK (1991) Rehabilitationof patellofemoral dysfunction: a review of the literature. *J Orthop Sports Phys Ther* 14: 243–249.
- 197.Shen H.C., Chao K.H. et al. (2007)/ Combined proximal and distal realignment procedures to treat the habitual dislocation of the patella in adults. *Am J Sports Med*;35(12):2101-8.

198. Simmons E.J. and Cameron J.C. (1992). Patella alta and recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop Relat Res.* ;274:265-269.
199. Smith T.O., Bowyer D. et al. (2008). Can vastus medialis oblique be preferentially activated? A systematic review of electromyographic studies. *Physiotherapy: Theory and Practice.* Vol. 25, No.2 : 69-98.
200. Soderberg GL, Arnold K, Henry T, Chattersson JK, Poppe DR, Wall C (1987) Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. *Phys Ther* 67: 1691–1696
201. Soderberg GL, Arnold K, Henry T, Chattersson JK, Poppe DR, Wall C (1987) Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. *Phys Ther* 67: 1691–1696
202. Soderberg GL. *Kinesiology: Application to Pathological Motion.* Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1986:60-61.
203. Sokhangoeei Y, Anbarian M. et al. (2010). The effect of open and closed kinetic chain exercises on patellofemoral syndrome patients. *World Journal of Sports Sciences*; 3(1): 07-10.
204. Solomonow, M., R. Barata, B. Zhou, et al. 1987. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *American Journal of Sport Medicine* 15:207-213.
205. Souza DR, Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys Ther* 1991;71:310-6
206. Steindler A: *Kinesiology of the human body: Under normal and pathological conditions.* Springfield, IL: Charles C Thomas 1955.
207. Steiner T.M., Torga-Spak R., Teitge R.A. (2006). Medial patellofemoral ligament reconstruction in patients with lateral patellar instability and trochlear dysplasia. *Am J Sports Med.* ;34:1254-1261.
208. Stensdotter A, Hodges P, Mellor R, Sundelin G, Hager-Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(12):2043–7.
209. Tang, S. F. T., C. K. Chen, R. Hsu, S. W. Chou, W.H. Hong, and H.L. Lew. 2001. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open



and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 82(10): 1441-45.

210. Taunton J.E. et al. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med*;36:95-101
211. Thomee R, Augustsson J, Karlsson J. (1999). Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Med.* ;28:245–262.
212. Thomee, R., Grimby, G., Svantesson, U. and Osterberg, U. (1996) Quadriceps muscle performance in sitting and standing in young women with patellofemoral pain syndrome and young healthy women. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 6, 233-241.
213. Thomee, R., Renstrom, P., Karlsson, J. and Grimby, G. (1995) Patellofemoral pain syndrome in young women. II. Muscle function in patients and healthy controls. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 5, 245-251.
214. Tsakoniti A.E. Mandalidis D.G. et al. (2010). Effect of Q-angle on patellar positioning and thickness of knee articular cartilages. *Surg Radiol Anat*; 33:97-104.
215. Tunay, V.B., Baltaci, G., Tunay, S., and Ergun, N. (2003b). A comparison of different treatment approaches to patellofemoral pain syndrome. *The Pain Clinic*, 15(2): 179-84.
216. Tunay, V.B., Ergun, N., Baltaci, G., Tunay, S., and Erden, Z. (2003a). Treatment of patellar tracking and pain in patellofemoral malalignment: Conservative versus surgery. *The Pain Clinic*, 15(2): 185-92.
217. Tuong B. et al. (2011). Get a kick out of this: the spectrum of knee extensor mechanism injuries. *Br. J. Sports Med.* ; 45: 140-146.
218. Vaatainen, U., Aira Ksinen, O., Jaroma, H.(1995). Decreased torque and electromyographic activity in the extensor thigh muscle in chondromalacia patella. *Int J. Sport Med* 16(45-50)
219. Van Ejdent T.M.G. et al.(1986). A mathematical model of the patellofemoral joint. *J. Biomech.* 19:219 –229.

220. Verdonk R, Jansegers E, Stuyts B. (2005). Trochleoplasty in dysplastic knee trochlea. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*;13:529-533.
221. Voight M. and Weider D. (1991). Comparative reflex response times of the vastus medialis and the vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction. *American Journal of Sports Medicine* 10: 131-137.
222. Von Knoch F, Bohm T, Burgi ML, von Knoch M, Bereiter H. (2006). Trochleoplasty for recurrent patellar dislocation in association with trochlear dysplasia: a 4- to 14-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.*;88:1331-1335.
223. Walczak B.E. et al. (2008). Abnormal findings on knee magnetic resonance imaging in asymptomatic NBA players. *J Knee Surg.*; 21:27-33.
224. Walker H.L. and Schreck R.C. (1978). Relationship of hyper-extended gait pattern to chondromalacia patellae. *Physiotherapy*; 64:8-9.
225. Waryasz G.R. and McDermott A.Y. (2008). Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dynamic Medicine*; 7:9.
226. Welsh P.R. (1985). Patellofemoral arthralgia, overuse syndromes of the knee, and chondromalacia patella. *Can. Fam. Physician*; 31:573-576.
227. Widuchowski W. et al., (2008). Isolated full thickness chondral injuries. Prevalance and outcome of treatment. A retrospective study of 5233 knee arthroscopies. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.*; 75(5):382-6.
228. Wild J, Franklin T, Woods W. Patellar pain and quadriceps rehabilitation: an EMG study. *Am] Sports Med* 1982; 10:12-15.
229. Wiles P, Andrews PS, Devas MB: Chondromalacia of the patella. *J Bone Joint Surg Br* 1956; 38B:95-113.
230. Wilk K.E. and Andrews J.R. (1992). Current concepts in the treatment of anterior cruciate ligament disruption. *J Orthop Sports Phys Ther*; 15(6): 279-93.
231. Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR, Boyd ML. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic

- activity during open and closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med* 1996;24:518-27.
232. Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews JR. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;20:60-73.
233. Wise H.H., Fiebert I. and Kates J.L. (1984). EMG Biofeedback as treatment for patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.*; 6(2): 95-103.
234. Witvrouw E, Cambier D, Danneels L, Bellemans J, Werner S, Almqvist F, et al. The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:251-8.
235. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. (2000). Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med.*;28(4): 480-9.
236. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain: a prospective, randomized study. *Am J Sports Med* 2000;28:687-94.
237. Witvrouw E. et al. (2005). Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13: 122-130.
238. Witvrouw E., Sneyers C. et al. (1996). Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects and in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*; 24(3):160-5.
239. Woodland LH and Francis RS. (1992). Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. *The American Journal of Sports Medicine* 20:208-11
240. Worrell T, Connelly S, Hilvert J. VMO:VL ratios and torque comparisons at four angles of knee flexion. *J Sport Rehabil* 1995;4:264-72.

241. Worrell T., Ingersoll C.D. et al., (1998). Effect of patellar taping and bracing on patellar position as determined by MRI in patients with patellofemoral pain. *J Athl Train*; 33(1): 16-20.
242. Yoon J.Y. et al., (2009). Differences in activities of the lower extremity muscles with and without heel contact during stair ascent by young women wearing high-heeled shoes. *Journal of Orthopaedic science*; Vol. 14, No. 4: 418-422.
243. Zhang H., Kong X.Q., Cheng C., Liang M.H. (2003). A correlative study between prevalence of chondromalacia patellae and sports injury in 4068 students. *Chin J Traumatol.*; 6(6):360-4
244. Παπαδόπουλος Χ., Γκούβας Χ., και συν. (1988). "Χονδροπάθεια επιγονατίδος", Μονογραφία, Εκδόσεις Σωτηρόπουλος, Αθήνα.

## **Βιβλιογραφία**

1. Hoppenfeld S. (2008). Φυσική Εξέταση της Σπονδυλικής Στήλης και των Άκρων . Εκδόσεις Παρισιάνου.
2. Platzer W. (1985). Εγχειρίδιο ανατομικής του ανθρώπου με έγχρωμο άτλαντα. Τόμος 1, μυοσκελετικό σύστημα. Εκδόσεις Λίτσας.
3. Hamilton N. and Luttgens K. (2003). Κινησιολογία. Εκδόσεις Παρισιάνου.
4. Kisner C. and Colby L.A. (2003). Θεραπευτικές ασκήσεις. Βασικές Αρχές και Τεχνικές. Εκδόσεις Σιώκης.
5. Fox J.M. and McGuire R. (1988): Save your knees. Dell Pub. (New York, N.Y.)
6. Magee, DJ (2008). Orthopedic Physical assessment, 4th ed. Philadelphia, WB Saunders.
7. Rasch, P. J. (1989). Kinesiology and Applied Anatomy. Philadelphia: Lea and Febinge.

8. Pylawka T.K. et al. (2006). Articular Cartilage Injuries. Sports Medicine. Lippincott Williams & Wilkins publications. Chapter 30. p 418-429.
9. Souza TA. (1997). Differential Diagnosis for the Chiropractor. Protocols and algorithms. Gaithersburg, MD: Aspen Pubs. :302.
10. Αμπατζιδης Γ. (1998). Αθλητικές κακώσεις. Εκδόσεις University Studio Press.
11. Lowe W.W. (2009). Orthopedic Massage: Theory and Technique. Εκδόσεις Mosby Elsevier.
12. Cole BJ et al, 2010). Advanced Reconstruction: Knee.
13. Fredericson M. (2001): Patellofemoral pain syndrome, in O’Conner FG, Wilder RP, Nirschl R (eds): Textbook of Running Medicine. New York, McGraw-Hill: 169–79.
14. Palastanga N., Field D. and Soames R. (2006) Anatomy and human movement: structure and function. Elsevier.

### **Ιστοσελίδες**

1. <http://icepersonaltrainer.blogspot.com>
2. <http://www.examiner.com>
3. [www.emedicinehealth.com](http://www.emedicinehealth.com)
4. [www.falldown7timesgetup8justdontgiveup.blogspot.com](http://www.falldown7timesgetup8justdontgiveup.blogspot.com)
5. [www.emedicinehealth.com](http://www.emedicinehealth.com)
6. <http://www.biodex.com>
7. <http://www.riversideonline.com>
8. [www.msd.com.mx](http://www.msd.com.mx)
9. [www.theridgeathleticclub.wordpress.com](http://www.theridgeathleticclub.wordpress.com)

10. [www.clinicalrehabspecialists.com](http://www.clinicalrehabspecialists.com)
11. [www.myfitnesstunes.com](http://www.myfitnesstunes.com)
12. [www.building-muscle101.com](http://www.building-muscle101.com)
13. [www.auuuu.com](http://www.auuuu.com)
14. [www.ellipticalmachineprice.com](http://www.ellipticalmachineprice.com)
15. [www.sportsphysio.ie](http://www.sportsphysio.ie)
16. [www.mueller.com](http://www.mueller.com).

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

## 1. ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΓΙΑ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥΣ ΕΘΕΛΟΝΤΕΣ

ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ με θέμα:

«Ανοικτή και κλειστή κινητική αλυσίδα: εμβιομηχανική ανάλυση και εφαρμογές στην φυσικοθεραπεία»

Σπουδάστριες: Μέξη Αικατερίνη Παπαγεωργίου Ειρήνη

Εισηγητής: Φουσέκης Κων/νος, Phd

### ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΓΙΑ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥΣ ΕΘΕΛΟΝΤΕΣ

Με το παρόν φυλλάδιο θα θέλαμε να ενημερώσουμε τους υποψηφίους εθελοντές μας και να ζητήσουμε την ουσιαστική και πολύ σημαντική συμμετοχή τους στη διεξαγωγή της έρευνάς μας που θα διεξαχθεί τις προσεχείς εβδομάδες στο χώρο της σχολής μας (Τμήμα Φυσικοθεραπείας, Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας).

Για την μελέτη αυτή, θα χρειαστεί να παραβρεθείτε 1 φορά στο Τ.Ε.Ι. Αιγίου. Η συνεδρία θα διαρκέσει περίπου 30-45 λεπτά σε ώρα και ημέρα που σας εξυπηρετεί (θα καθορίζεται κατόπιν συνεννοήσεως).

Παρακαλείσθε, λοιπόν, να συμμετάσχετε στην ερευνητική μας αυτή προσπάθεια ως εθελοντές. Η εχεμύθεια και ανωνυμία θα τηρηθεί καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας και μετά την ολοκλήρωσή της και μόνον οι αναγραφόμενες σπουδάστριες και ο εισηγητής θα γνωρίζουν τα στοιχεία σας. Τέλος, αν αλλάξετε γνώμη (σε οποιαδήποτε φάση της έρευνας), μπορείτε να αποσυρθείτε.

Αν αποφασίστε λοιπόν να συμμετάσχετε και να συμβάλλετε και εσείς στην έρευνα στην Φυσικοθεραπεία, παρακαλώ συμπληρώστε με τα στοιχεία σας το επόμενο φύλλο.

Οποιαδήποτε άλλη πληροφορία θέλετε, είμαστε στην διάθεσή σας. Σας ευχαριστούμε πολύ εκ των προτέρων!

Η υπογεγραμμένη ..... δηλώνω ότι ενημερώθηκα επαρκώς για την έρευνα που θα διεξαχθεί στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας στα πλαίσια πτυχιακής ερευνητικής εργασίας. Γνωρίζω ότι θα τηρηθεί ανωνυμία όσον αφορά τα στοιχεία που θα συλλεχθούν και επίσης γνωρίζω ότι είμαι ελεύθερη να αποσυρθώ από την μελέτη οποιαδήποτε στιγμή αν για κάποιον λόγο το θελήσω.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

### Ερωτηματολόγιο

#### Ερωτηματολόγιο και κλινικές δοκιμασίες για ασθενείς με πιθανή γονδροπάθεια γόνατος.

#### Ερωτηματολόγιο

1. Όνομα..... Επώνυμο.....
2. Ηλικία..... Βάρος..... Ύψος..... Δ.Μ.....
3. Επάγγελμα.....
4. Ποιο πόδι εμφανίζει συμπτωματολογία;  
.....
5. Τραυματισμός  
.....
6. Προηγούμενοι τραυματισμοί  
.....  
.....
7. Ακτινολογικός έλεγχος .....
8. Αντιμετώπιση  
.....  
.....
9. Αλλαγές στο υπόλοιπο σώμα  
.....  
.....
10. Συμπτώματα στην περιοχή του γόνατος  
.....  
.....
11. 24ωρη συμπεριφορά συμπτωμάτων  
.....
12. Καθημερινές δραστηριότητες:  
Περπάτημα.....  
Καθιστή θέση.....  
Σταυροπόδι..... / Αντρικό σταυροπόδι.....  
Οκλαδόν.....



- Σκάλα.....
13. Συμπεριφορά συμπτωμάτων μετά από τις δραστηριότητες (κατά – μετά):
- Περπάτημα.....
- Καθιστή θέση.....
- Σταυροπόδι..... / Αντρικό σταυροπόδι.....
- Οκλαδόν.....
- Σκάλα.....
14. Τακούνι..... Συχνότητα.....
15. Αθλητικές δραστηριότητες  
.....  
.....
16. Πόσες φορές/βδομάδα;  
.....
17. Για πόσα χρόνια;  
.....  
.....
18. Πόνος κατά - μετά από τις δραστηριότητες:  
.....  
.....
19. Διάρκεια πόνου .....  
.....
20. Αντιμετώπιση πόνου  
.....  
.....

### **Κλινικές δοκιμασίες**

1. Compression test
2. Βαθύ κάθισμα
3. Ανέβασμα και κατέβασμα 12 σκαλοπατιών
4. Ισομετρική σύσπαση 4κεφάλου από ύπτια θέση

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Κυρίαρχο άνω και κάτω άκρο (Markou S, Vagenas G.,2006).

Ερωτηματολόγια πλευρικής κυριαρχίας (χειροπλευρικότητα, ποδοπλευρικότητα)

Ερωτηματολόγια πλευρικότητας άκρων:

1. Ερωτηματολόγιο πλευρικότητας για το άνω άκρο

Οδηγίες:

Μην απαντήσεις απλά στην κάθε ερώτηση, αλλά προσπάθησε πρώτα να φανταστείς τον εαυτό σου να εκτελεί την κάθε δραστηριότητα.

Σε κάθε ερώτηση επέλεξε μόνο μία από τις πέντε επιλογές-απαντήσεις.

		ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΑΡΙΣΤΕΡ Ο	ΣΥΝΗΘΩΣ ΜΕ ΑΡΙΣΤΕΡΟ	ΙΔΙΑ & ΤΑ ΔΥΟ ΧΕΡΙΑ	ΣΥΝΗΘΩ Σ ΜΕ ΔΕΞΙ	ΠΑΝΤ Α ΜΕ ΔΕΞΙ
1.	Με ποιο χέρι γράφεις;					
2.	Ποιο χέρι χρησιμοποιείς για να χτυπήσεις κάτι με σφυρί;					
3.	Με ποιο χέρι κρατάς την οδοντόβουρτσα;					
4.	Ποιο χέρι χρησιμοποιείς για να κόψεις κάτι με το μαχαίρι;					
5.	Με ποιο χέρι κρατάς το σπέρτο για να το ανάψεις;					

## 2. Ερωτηματολόγιο πλευρικότητας για το κάτω άκρο

Οδηγίες:

Μην απαντήσεις απλά στην κάθε ερώτηση, αλλά προσπάθησε πρώτα να φανταστείς τον εαυτό σου να εκτελεί την κάθε δραστηριότητα.

Σε κάθε ερώτηση επέλεξε μόνο μία από τις πέντε επιλογές-απαντήσεις.

		<i>ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΑΡΙΣΤΕΡΟ</i>	<i>ΣΥΝΗΘΩΣ ΜΕ ΑΡΙΣΤΕΡΟ</i>	<i>ΙΔΙΑ &amp; ΤΑ ΔΥΟ ΠΟΔΙΑ</i>	<i>ΣΥΝΗΘΩΣ ΜΕ ΔΕΞΙ</i>	<i>ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΔΕΞΙ</i>
1.	Ποιό πόδι βάζεις πρώτο για να ανέβεις στο λεωφορείο;					
2.	Σε ποιό πόδι στηρίζεις περισσότερο το βάρος του σώματος για να ξεκουραστείς στην όρθια στάση;					
3.	Με ποιό πόδι θα έπιανες ένα πετραδάκι από το πάτωμα;					
4.	Ποιό πόδι θα χρησιμοποιούσες για να ισορροπήσεις σε μια δοκό; (πόδι στήριξης)					
5.	Αν έπρεπε να αναπηδήσεις στο ένα πόδι, ποιό θα χρησιμοποιούσες;					
6.	Ποιό πόδι χρησιμοποιείς για να κλωτσήσεις μια μπάλα;					
7.	Ποιό πόδι θα χρησιμοποιήσεις για να πεδήσεις ένα εμπόδιο; (πόδι υπερπήδησης)					
8.	Σε ποιό πόδι θα πατήσεις για να κάνεις άλμα εις μήκος; (πόδι ώθησης)					

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Ενδεικτικό πρόγραμμα αποκατάστασης χονδροπάθειας επιγονατίδας (τροποποιημένο από Toronto Western Hospital).

### PATELLAR FEMORAL PAIN DYSFUNCTION

PHASE OF REHABILITATION	CONSERVATIVE TREATMENT (Chondromalacia Patella)	
PHASE 1 ACUTE or POST-OP (0-6 WEEKS)	GOALS	Reduction of Pain Strengthening and Stretching Program
	REHABILITATION GUIDE	-Rest from aggravating activities -Modalities for pain as needed: ice -ROM exercises for knee -Strengthening of quadriceps, hamstrings and hip -Closed Chain Kinetic Exercises: less than 45° (semi squat) -Open Chain Kinetic Exercises: pain free only, short arc (0-5°, 90°-full) -Balance and proprioception (single leg stance, foam pad, wobble board) -General Conditioning and cross training (stationary bicycle, swimming) -Taping or Bracing as needed
	PRECAUTIONS	Avoid pain during exercises Avoid impact, deep squats and running
	CRITERIA FOR PROGRESSION TO PHASE 2	Full ROM Patella is aligned and stable Good quadriceps activation
PHASE 2 (6-12 WEEKS)	GOALS	Maintain full ROM Progress strengthening
	REHABILITATION GUIDE	-Progress with functional strengthening exercises (sit to stand, lunging, squatting, step-ups, side steps) -Progress balance exercises (Bosu Ball, single leg stance with movement) -Include core strengthening

PHASE OF REHABILITATION		CONSERVATIVE TREATMENT (Chondromalacia Patella)
		-Continue with home exercise program: 3-4 sets of 12-15, 3 times a week for maintenance program
	PRECAUTIONS	Avoid pain during exercises Avoid impact and deep squats Avoid running
	CRITERIA FOR PROGRESSION TO PHASE 3	Full ROM, good patella position, good VMO and quadriceps strength (50% compared to other side), pain free with exercise program, no effusion
PHASE 3 (10-16 WEEKS)	GOALS	Progression of strengthening program and sport specific training
	REHABILITATION GUIDE	-Progress sport specific training with drills, cutting/directional change movements, performing sudden stops/starts -Lunge walking, high-knee march, toe jogging, side shuffles, deadlifts, bridging (with/out ball) -Plyometrics: box jumps, resisted squat jumps, 1 to 2 times a week, warm up and cool down -Return to sport if pain free with training -Continue with home exercise program: 3-4 sets of 12-15, 3 times a week for maintenance program, 50-60% intensity
	PRECAUTIONS	Proper warm up and cool down Gradual build up of volume of work