

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

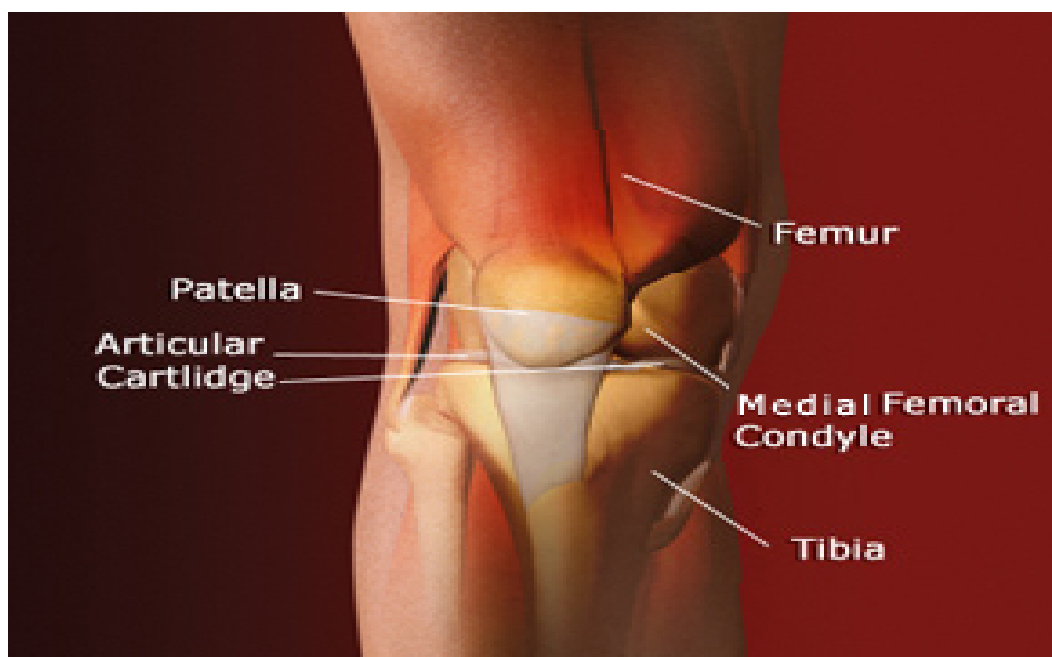
**ΣΕΥΠ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Θέμα:

«Επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης κατά την κάμψη και την έκταση του γόνατος.»



Εισηγητής: Βαρσαμίδης Κωνσταντίνος

Σπουδαστής: Διαμαντής Δημήτριος

Θεσσαλονίκη

Απρίλιος 2009



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<b>Σελίδα</b>
Θέμα	1
Περιεχόμενα	2
Σχήματα – πίνακες – εικόνες	4
Περίληψη	6
Ευχαριστίες	7
Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 1. Η άρθρωση του γόνατος	9
1.1 ανατομικά στοιχεία	9
1.2 κινησιολογική ανάλυση της άρθρωσης του γόνατος	10
Κεφάλαιο 2. Η επιγονατιδομηριαία άρθρωση	12
2.1 επιφανειακή αρχιτεκτονική κατασκευή της άρθρωσης	12
2.2 η σταθερότητα της άρθρωσης	13
2.3 ο ρόλος της επιγονατίδας – εκτατικός μηχανισμός του γόνατος	15
2.4 ταξινόμηση της επιγονατίδας κατά Wilberg	17
Κεφάλαιο 3. Λειτουργική ανατομική της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης	18
3.1 η τροχοδρόμηση της επιδονατίδας	18
3.2 γωνία Q – γωνία A	19
Κεφάλαιο 4. Βιομηχανική μελέτη της άρθρωσης	22
4.1 τα σημεία επαφής	22
4.2 επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης	24

Κεφάλαιο 5. Παθολογία της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης	29
5.1 προβλήματα τροχιοδρόμησης, αποτέλεσμα της μη φυσιολογικής ευθυγράμμισης της επιγονατίδας – κλινική εξέταση	29
5.2 ταξινόμηση λανθασμένης τροχιοδρόμησης και οστεοαρθρίτιδα γόνατος	35
5.3 εκφυλιστικές αλλοιώσεις του χόνδρου – σύστημα ταξινόμησης	36
5.4 υψηλή επιγονατίδα	38
Κεφάλαιο 6. Φυσική εξέταση της άρθρωσης	39
6.1 φυσικοθεραπευτική προσέγγιση	39
Κεφάλαιο 7. Συντηρητική αποκατάσταση	40
7.1 φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση	40
Συμπεράσματα	45
Αρθρογραφία – βιβλιογραφία	46

## ΣΧΗΜΑΤΑ – ΠΙΝΑΚΕΣ – ΕΙΚΟΝΕΣ

			<b>Σελίδα</b>
Εικόνα	1.1-1	Η άρθρωση του γόνατος, πρόσθια και οπίσθια επιφάνεια	9
Πίνακας	1.2-1	Οι άξονες του κάτω άκρου	10
Εικόνα	1.2-2	Οι μηχανικοί άξονες του γόνατος	10
Πίνακας	1.2-3	Το εύρος της τροχιάς κίνησης στην άρθρωση του γόνατος	
Σχήμα	2.1-1	Τα σημεία επαφής της επιγονατίδας	12
Σχήμα	2.2-2	Η παθητική και δυναμική σταθερότητα της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης	13
Σχήμα	2.3-1	Η απόσταση του καταφυτικού τένοντα του τετρακέφαλου	15
Σχήμα	2.4-1	Ταξινομηση της επιγονατίδας κατά Wilberg	17
Σχήμα	3.2-1	Η γωνία Q	19
Σχήμα	3.2-2	anteversion – retroversion	20
Σχήμα	3.2-3	Η γωνία A	21
Εικόνα	4.1-1	Οι επιφάνειες επαφής της επιγονατίδας με 20° και 30° κάμψη γόνατος	22
Εικόνα	4.1-2	Οι επιφάνειες επαφής της επιγονατίδας με 60° και 90° κάμψη γόνατος	23
Σχήμα	4.2-1	Η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης κατά την κάμψη του γόνατος	25
Πίνακας	4.2-2	Η επαφή του απεπλάτυσμένου επιγονατιδικού τένοντα	26
Πίνακας	4.2-3	Σύγκριση εφαρμοζόμενων πιέσεων κατά την κάμψη υπό το βάρος του σώματος και της ενεργούς έκτασης του γόνατος	28
Σχήμα	4.2-4	Η απόσταση του κέντρου περιστροφής της άρθρωσης	29
Πίνακας	5.1-1	Αύξηση της επιγονατιδομηριαίας πίεσης σε μειωμένη γωνία Q	30
Εικόνα	5.1-2	Επιφάνειες επαφής με γωνία Q αυξημένη – μειωμένη κατά 10°	31

Εικόνα	5.1-3	Γωνία του Merchant	32
Σχήμα	5.1-4	Η ενδοτροχιακή γωνία	33
Σχήμα	5.1-5	Γωνία του Laurin	34
Σχήμα	5.3-1	Τα στάδια του βασικού εκφυλισμού	37
Σχήμα	5.4-1	Η σχέση, μήκος επιγονατιδικού συνδέσμου προς μήκος επιγονατίδας	38
Σχήμα	7.1-1	Αξιολόγηση της αστάθειας του γόνατος και του πόνου, πριν και μετά την εφαρμογή κηδεμόνα	43

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη και παρουσίαση της επιγονατιδομηριαίας πίεσης αντίδρασης κατά τη διάρκεια της κάμψης και έκτασης του γόνατος. Ο σπουδαίος ρόλος της επιγονατίδας στον εκτατικό μηχανισμό του γόνατος, η γνώση της επιφανειακής αρχιτεκτονικής και η λειτουργική ανατομική της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης, είναι στοιχεία απαραίτητα για να προσεγγιστεί το θέμα. Ιδιαίτερη αναφορά έχει γίνει, όσο αναφορά την επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης κατά τη διάρκεια της κάμψης του γόνατος από το βάρος του σώματος και κατά τη διάρκεια της ενεργούς έκτασης. Η παθολογία της άρθρωσης εξετάζεται κυρίως υπό το πρίσμα της μη φυσιολογικής τροchioδρόμησης της επιγονατίδας, ενώ παραθέτονται και στοιχεία κλινικής και φυσικής εξέτασης της άρθρωσης. Το μέρος της φυσικοθεραπευτικής προσέγγισης και αποκατάστασης ολοκληρώνουν την παραπάνω εργασία.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θεωρείται απαραίτητο να ευχαριστήσω τον εισηγητή και καθηγητή μου κ. Βαρσαμίδα Κωνσταντίνο για την βοήθεια που μου πρόσφερε προκειμένου να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία. Επίσης, θα ήθελα να αναφερθώ στους γονείς μου, οι οποίοι αυτά τα χρόνια μου πρόσφεραν όλες τις προϋποθέσεις προκειμένου να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σπουδαιότερη βιομηχανική λειτουργία της επιγονατίδας, είναι η αύξηση της απόστασης του καταφυτικού τένοντα του τετρακέφαλου, από το κέντρο περιστροφής της άρθρωσης του γόνατος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μήκους του μοχλοβραχίονα δύναμης του τετρακέφαλου μυ (Hungerford et al, 1979).

Η κίνηση της επιγονατίδας κατά την κάμψη και έκταση του γόνατος είναι μια δυναμική διεργασία με έξω τοποθέτηση αυτής στην τέλεια έκταση και βαθμιαία έσω και κεντρική τοποθέτηση στην πορεία της κάμψης (Tria et al, 1992).

Οι επιφάνειες επαφής της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης διαφοροποιούνται επηρεαζόμενες από την έλξη που εφαρμόζεται στην επιγονατίδα. Οι επιφάνειες επαφής ξεκινούν κεντρικά καθώς ξεκινά η κάμψη του γόνατος και κινούνται περιφερικότερα καθώς προχωρά. Οι επιφάνειες επαφής στη μηριαία τροχιλία ξεκινούν περιφερικά και κινούνται κεντρικότερα με την ολοκλήρωση της κάμψης (Tria et al, 1992). Μετά τις 90° κάμψης γόνατος, ο απεπλατυσμένος επιγονατιδικός σύνδεσμος, έρχεται σε επαφή με το μηριαίο οστό, με αποτέλεσμα να αποφορτίζει την άρθρωση (Huberti et al, 1984).

Η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης είναι ένα φαινόμενο το οποίο οφείλουμε να εξετάσουμε προς δύο κατευθύνσεις. Κάμψη του γόνατος από το βάρος του σώματος και ελεύθερη ενεργή έκταση (Hungerford and Barry, 1979).

## Κεφάλαιο 1°

### Η άρθρωση του γόνατος

#### 1.1 ανατομικά στοιχεία

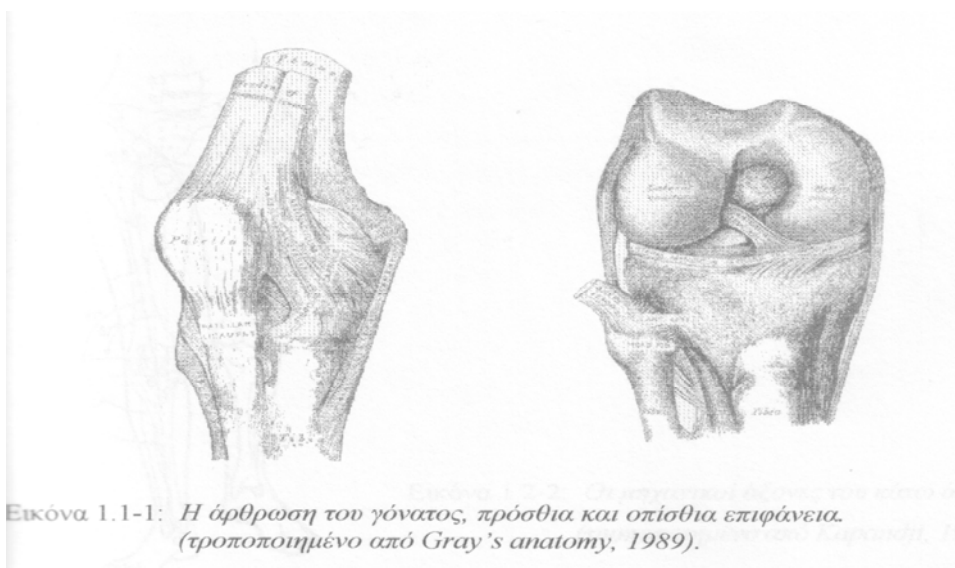
Τα οστά που σχηματίζουν την άρθρωση του γόνατος είναι:

- Μηρός
- Κνήμη
- Επιγονατίδα

Μεταξύ των οστών αυτών σχηματίζονται δύο αρθρώσεις:

- Η μηροκνημιαία
- Η επιγονατιδομηριαία

Στο κάτω άκρο του μηριαίου οστού βρίσκονται οι δύο κόνδυλοι, ο έσω και ο έξω, οι οποίοι αρθρώνονται με τα ανάλογα ογκώματα της κνήμης. Ο έσω είναι στενότερος και έχει μεγαλύτερο μήκος, ενώ ο έξω είναι φαρδύτερος και κοντύτερος. Οι δύο μηριαίοι κόνδυλοι ενώνονται στην πρόσθια επιφάνεια, στην μηριαία τροχιλία, χωρίζονται δε στην οπίσθια με την μεσοκονδύλιο εντομή. Η μηριαία τροχιλία συντάσσεται με την ανάλογη επιφάνεια της οπίσθιας επιφάνειας της επιγονατίδας.



## 1.2 Κινησιολογική ανάλυση της άρθρωσης του γόνατος

Η γραμμή της βαρύτητας περνά λίγο πιο μέσα από τον άξονα της άρθρωσης του γόνατος με αποτέλεσμα να υπάρχει μια φυσιολογική βλαισότητα. Αν μετατοπισθεί προς τα μέσα, θα αυξηθεί η βλαισογωνία, ενώ αν μετατοπισθεί προς τα έξω θα προκληθεί ραιβογωνία.

Γωνία μεταξύ άξονα της βαρύτητας και μηχανικού άξονα άκρου πόδα:  $3^{\circ}$

Γωνία μεταξύ μηχανικού άξονα άκρου πόδα και μηχανικού άξονα μηριαίου:  $6^{\circ}$

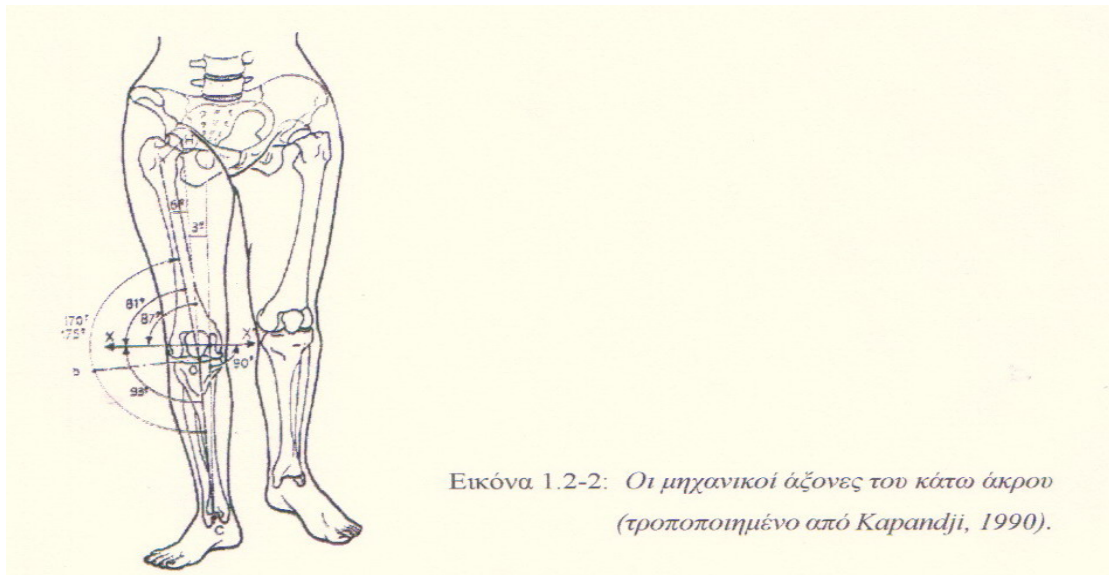
Γωνία μεταξύ μηχανικού άξονα άκρου πόδα και μετωπιαίου άξονα:  $87^{\circ}$

Γωνία μεταξύ μηχανικού άξονα μηριαίου και μετωπιαίου άξονα:  $81^{\circ}$

Γωνία μεταξύ μηχανικού άξονα μηριαίου και κνήμης:  $6^{\circ}$

Γωνία μεταξύ μηχανικού άξονα κνήμης και μετωπιαίου άξονα:  $93^{\circ}$

Πίνακας 1.2-1: Οι άξονες του κάτω άκρου (τροποποιημένο από Karandji, 1990).



Εικόνα 1.2-2: Οι μηχανικοί άξονες του κάτω άκρου (τροποποιημένο από Karandji, 1990).

Η συστροφή του αυχένα του μηριαίου οστού αντιρροπίζεται από την συστροφή της κνήμης, με αποτέλεσμα όταν στεκόμαστε όρθιοι, ο άξονας του αυχένα του μηριαίου να είναι παράλληλος με τον άξονα της ποδοκνημικής.

Η άρθρωση του γόνατος παρουσιάζει κίνηση γίγγλυμο και τριχοειδή. Κατά την διάρκεια της κάμψης του γόνατος οι μηριαίοι κόνδυλοι κυλιούνται προς τα πίσω και ολισθαίνουν εμπρός. Οι κνημιαίες γλάνες κυλιούνται και ολισθαίνουν εμπρός ενώ ταυτόχρονα οι μηριαίοι κόνδυλοι κυλιούνται μπροστά και ολισθαίνουν προς τα πίσω.

- Ενεργητική κάμψη γόνατος: 140° με τυλιγμένο το ισχίο  
: 120° με τεντωμένο το ισχίο
- Παθητική κάμψη γόνατος: 160°, η φτέρνα ακουμπά στο μηρό
- Ενεργητική έκταση γόνατος: 0°
- Παθητική έκταση γόνατος: 5° - 10°
- Έσω στροφή κνήμης : 30°
- Έξω στροφή κνήμης : 40°
- Αυτόματη έξω στροφή της  
κνήμης κατά τη διάρκεια  
της έκτασης του γόνατος : 5°

Πίνακας 1.2-3: Το εύρος της τροχιάς κίνησης στην άρθρωση του γόνατος (τροποποιημένο από Karandji, 1990).

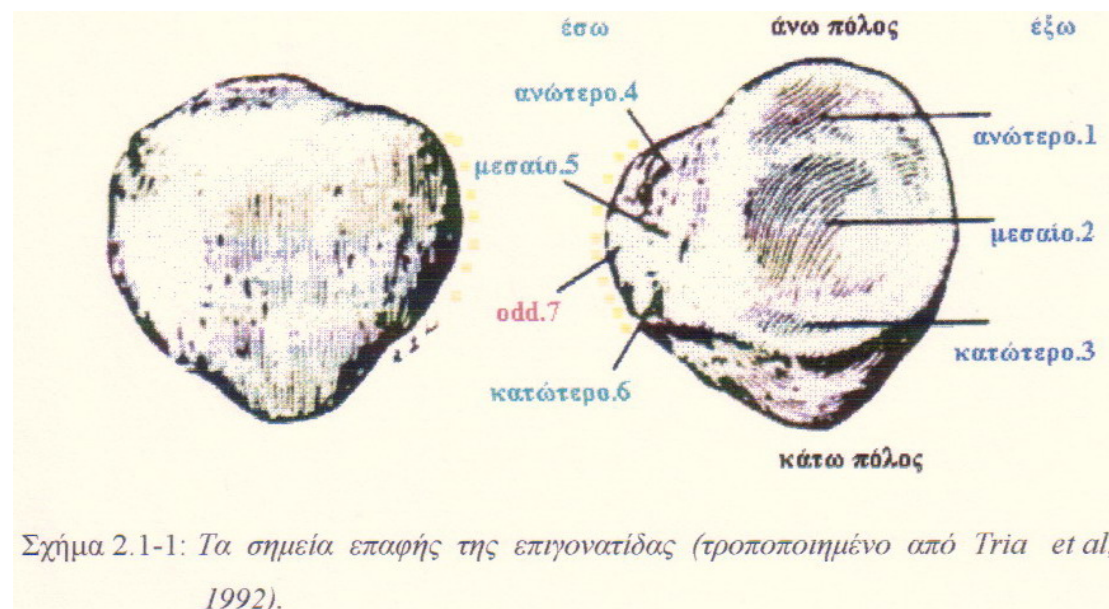
## Κεφάλαιο 2°

### Η επιγονατιδομηριαία άρθρωση

#### 2.1 Επιφανειακή αρχιτεκτονική κατασκευή της άρθρωσης

Οι αρθρούμενες επιφάνειες που συντάσσουν την επιγονατιδομηριαία άρθρωση είναι τα ‘facets’ της οπίσθιας επιφάνειας της μηριαίας τροχιλίας. Η επαφή μεταξύ των δύο επιφανειών είναι αποτέλεσμα της επιφανειακής αρχιτεκτονικής κατασκευής, της περιστροφικής κίνησης του άκρου κατά την κάμψη – έκταση του γόνατος και των μυών που περιβάλλουν την άρθρωση.

Η επιφάνεια της επιγονατίδας παρουσιάζει επτά σημεία επαφής. Τα τρία βρίσκονται στην πίσω και έσω επιφάνεια, τα υπόλοιπα τρία στην πίσω και έξω επιφάνεια, ενώ το έβδομο, το odd facet, στην έσω πλευρά.



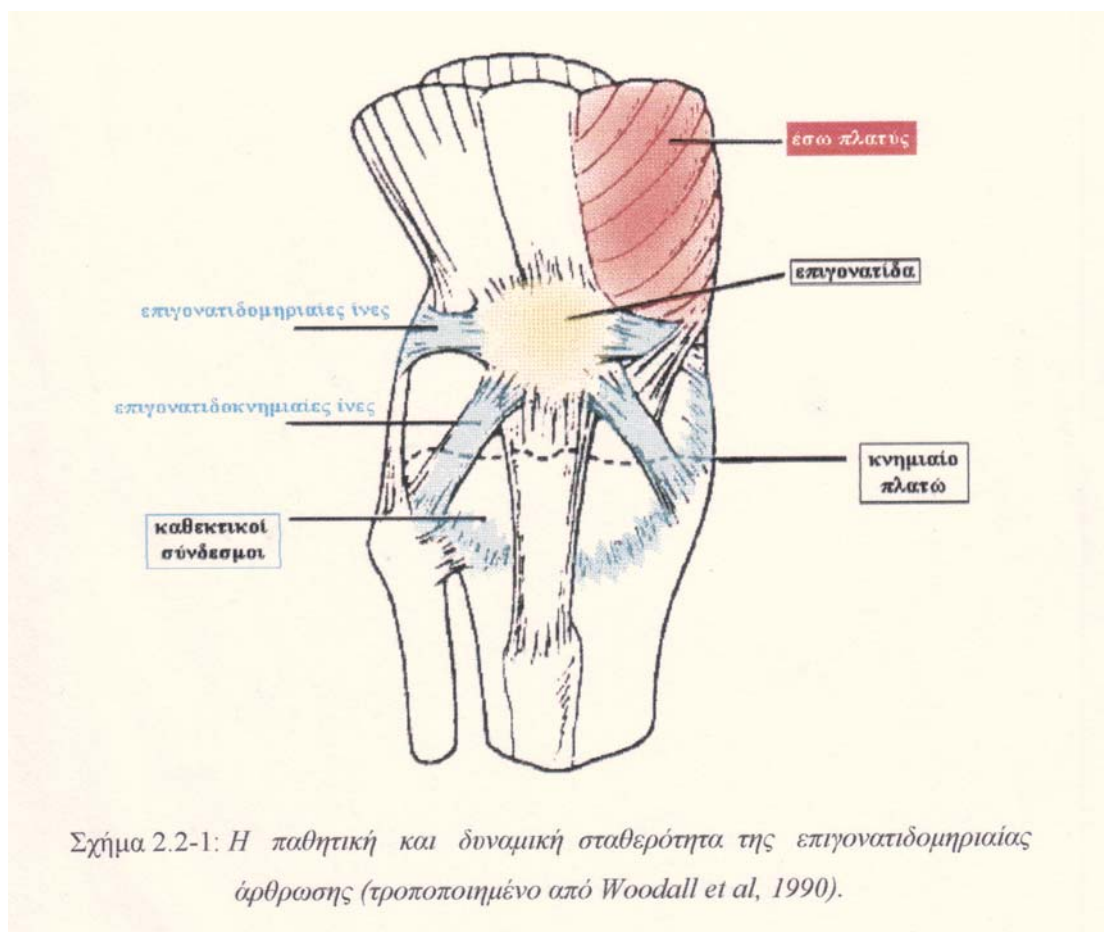
Σχήμα 2.1-1: Τα σημεία επαφής της επιγονατίδας (τροποποιημένο από Tria et al, 1992).

Η μηριαία τροχιλία παρουσιάζει μια γωνίωση ελαφρά προς τα έσω, ο δε έξω μηριαίος κόνδυλος είναι ελαφρά τοποθετημένος υψηλότερα από τον έσω. Η φυσιολογική γωνία εντός της μηριαίας τροχιλίας είναι 137°, με απόκλιση τις 8°. Γωνία από 150° και άνω θεωρείται μη φυσιολογική με

αποτέλεσμα τον εκτροχιασμό της επιγονατίδας, δυσπλασία ή και τα δύο (Tria et. Al., 192).

## 2.2 Η σταθερότητα της άρθρωσης

Οι καθεκτικοί σύνδεσμοι που περιβάλλουν την επιγονατίδα αποτελούν τις παθητικές κατασκευές σταθεροποίησης. Οι καθεκτικοί σύνδεσμοι διαχωρίζονται σε καθεκτικοί σύνδεσμοι της έσω και έξω πλευράς αντίστοιχα. Οι καθεκτικοί σύνδεσμοι της έσω πλευράς οριοθετούνται μεταξύ του κάτω και έσω τμήματος του έσω πλατύ μυ και του τένοντα του τετρακέφαλου ενώ οι έξω καθεκτικοί σύνδεσμοι οριοθετούνται μεταξύ του ακραίου τμήματος της λαγοκνημιαίας ταινίας και του άνω και έξω τμήματος της επιγονατίδας.



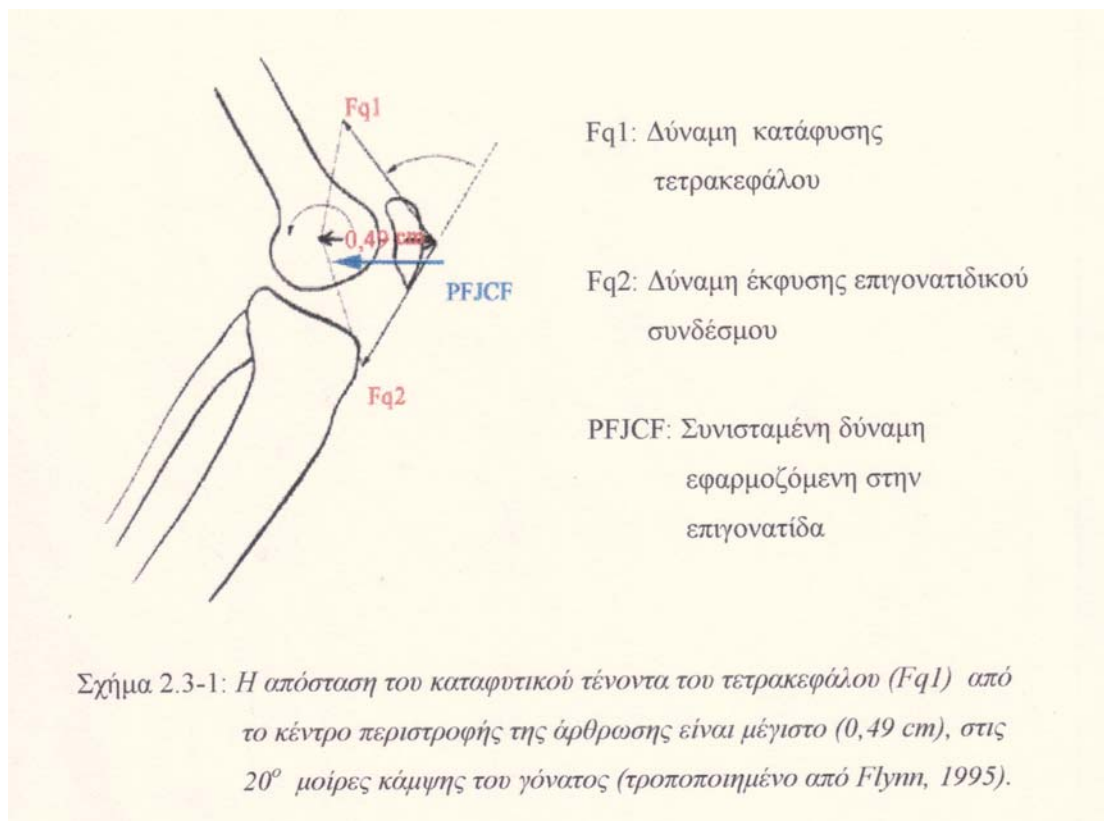
Στις δυναμικές κατασκευές που προασπίζουν την σταθερότητα της επιγονατίδας ανήκει η κάτω μοίρα του έσω πλατύ μυ, η οποία καταφύεται στην έσω πλευρά της επιγονατίδας και σχηματίζει γωνία με αυτήν ίση με  $55^{\circ}$  -  $65^{\circ}$  αντίστοιχα (Woodall et al, 1990).

Σταθεροποιητικό ρόλο στο προσθιοπίσθιο επίπεδο παρουσιάζουν οι τρεις σύνδεσμοι της επιγονατίδας, ο ορθός, ο οριζόντιος και ο τοξοειδής, οι οποίοι προσφύονται στον αρθρικό θύλακα του γόνατος. Ο θύλακας της άρθρωσης εκτίνεται από το πρόσθιο μέσο της επιγονατίδας και καταφύεται στον έσω και έξω κόνδυλο του μηριαίου αντίστοιχα. Άξιο αναφοράς αποτελούν και οι μηνισκοεπιγονατιδικοί σύνδεσμοι, οι οποίοι ενώνουν τους δύο μηνίσκους με την επιγονατίδα (Kaufner, 1979).

Η ομάδα των μυών (ημιμυενώδης, ισχνός προσαγωγός και ραπτικός) που σχηματίζουν τον χήναιο πόδα καθώς και ο δικέφαλος μηριαίος, σταθεροποιούν το γόνατο και έμμεσα την επιγονατίδα, ελέγχοντας την έσω – έξω στροφή της κνήμης κατά τη διάρκεια της κάμψης – έκτασης του γόνατος (Kaufner, 1979).

### **2.3 Ο ρόλος της επιγονατίδας – εκτατικός μηχανισμός του γόνατος.**

Η κύρια βιομηχανική λειτουργία της επιγονατίδας είναι η αύξηση του μήκους του μοχλοβραχίονα δύναμης του τετρακέφαλου μυός κατά την διάρκεια της ενεργούς έκτασης και αντιστεκούμενης κάμψης του γόνατος. Η επιγονατίδα συγκεντρώνει τις διαφορετικές καταφύσεις του τετρακέφαλου μυός, ενώ η ύπαρξη της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης αυξάνει τη λειτουργική σταθερότητα του γόνατος κάτω από την εφαρμογή φορτίου (Hungerford et. al., 1979).



Η αύξηση του μήκους του μοχλοβραχίονα δύναμης του τετρακέφαλου μυός επιτυγχάνεται με την παρεμβολή της επιγονατίδας, η οποία με τη σειρά της αυξάνει την απόσταση του καταφυτικού τένοντα από το κέντρο περιστροφής της άρθρωσης του γόνατος (Tria et. Al., 1992).

Το μέτρο της ροπής δύναμης που αναπτύσσεται κατά την έκταση του γόνατος είναι το γινόμενο της εφαρμοζόμενης δύναμης επί το μήκος του μοχλοβραχίονα δύναμης. Η συμμετοχή της επιγονατίδας στο μήκος του μοχλοβραχίονα δύναμης μεγαλώνει καθώς το γόνατο εκτείνεται. Σε πλήρη έκταση γόνατος η επιγονατίδα συμμετέχει κατά 31% επί του συνολικού μήκους του μοχλοβραχίονα δύναμης.

Δύο είναι οι μηχανισμοί με τους οποίους εμπλέκεται η επιγονατίδα συμμετέχοντας στον εκτατικό μηχανισμό του γόνατος:

- Η επιγονατίδα αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ του τένοντα του τετρακέφαλου μυ και τον επιγονατιδικό σύνδεσμο. Σε περίπτωση



επιγονατιδεκτομής μεγάλο μέρος της έλξης του τετρακέφαλου καθεκτικούς συνδέσμους. Η αφύσικη όμως έλξη επί των καθεκτικών συνδέσμων προκαλεί μειωμένη ροπή δύναμης αφού το κέντρο της περιστροφής βρίσκεται πλέον πιο κοντά στον άξονα κάμψης του γόνατος.

- Η παρεμβολή της επιγονατίδας αυξάνει το μήκος των μυικών ινών του τετρακέφαλου μυ, με αποτέλεσμα να αυξάνει και την ελκτική τους ικανότητα. Σε περίπτωση επιγονατιδεκτομής ο τετρακέφαλος οδηγείται σε ατροφία (Kaufner, 1979).

Δευτερεύουσα σημασία αλλά άξιο αναφοράς αποτελεί ο προστατευτικός ρόλος της επιγονατίδας στην πρόσθια πλευρά του γόνατος. Η επιγονατίδα προασπίζει σαν ασπίδα την μηριαία τροχιλία καθώς και τους μηριαίους κονδύλους κατά τη διάρκεια της κάμψης του γόνατος (Hungerford et. al., 1979).

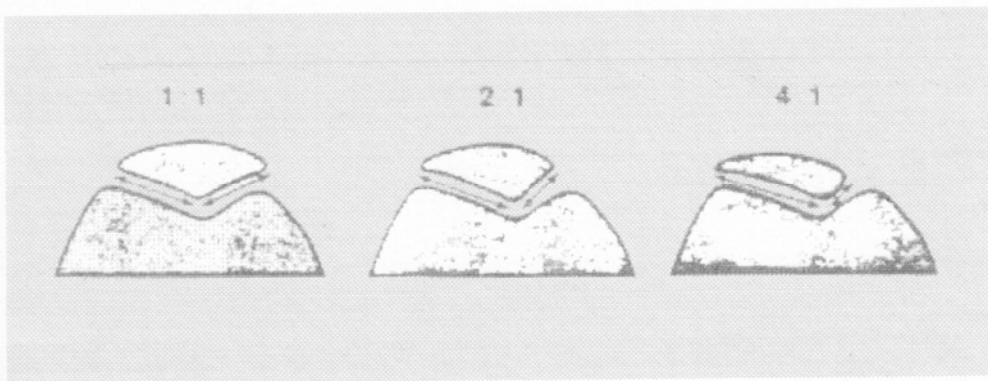
## 2.4 Ταξινόμηση της επιγονατίδας κατά Wilberg

Ο Wilberg (Wilberg, 1941) μελετώντας την μορφολογία της ανθρώπινης επιγονατίδας την ταξινομεί σε τρεις τύπους ανάλογα με το σχήμα και τις αλλαγές που παρατηρούνται όσο αναφορά τα σημεία επαφής.

- Η Wilberg τύπου I επιγονατίδα έχει δύο σημεία επαφής και τα δύο κοίλα με εξισορροπημένο μήκος

- Η Wilberg τύπου II επιγονατίδα έχει μία ελαφρώς μικρότερη έσω επιφάνεια επαφής, η οποία είναι ή κοίλη ή επίπεδη.
- Η Wilberg τύπου III επιγονατίδα έχει μία μικρότερη έσω επιφάνεια επαφής, η οποία είναι κυρτή.

Ο παραπάνω ερευνητής πιστεύει ότι η ανομοιόμορφη κατανομή των σημείων επαφής είναι ο κύριος παράγοντας που προκαλεί πόνο στην άρθρωση.



Σχήμα 2.4-1: Ταξινόμηση της ανθρώπινης επιγονατίδας κατά Wilberg (τροποποιημένο από Wilberg, 1941)

## Κεφάλαιο 3°

### Λειτουργική ανατομική της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης

#### 3.1 Η τροchioδρόμηση της επιγονατίδας

Η κίνηση της επιγονατίδας κατά την κάμψη – έκταση της άρθρωσης του γόνατος είναι μια δυναμική διεργασία με έξω τοποθέτηση αυτής κατά την πλήρη έκταση και βαθμιαία έσω και κεντρική τοποθέτηση κατά την πορεία της κάμψης (Tria et. al., 1992).

Η πορεία της επιγονατίδας από την πλήρη έκταση στην πλήρη κάμψη του γόνατος διαγράφει τροχιά που μπορεί να παρομοιαστεί με το λατινικό γράμμα 'C', το οποίο βλέπει όμως προς τα έξω (Hungerford et. al., 1979).

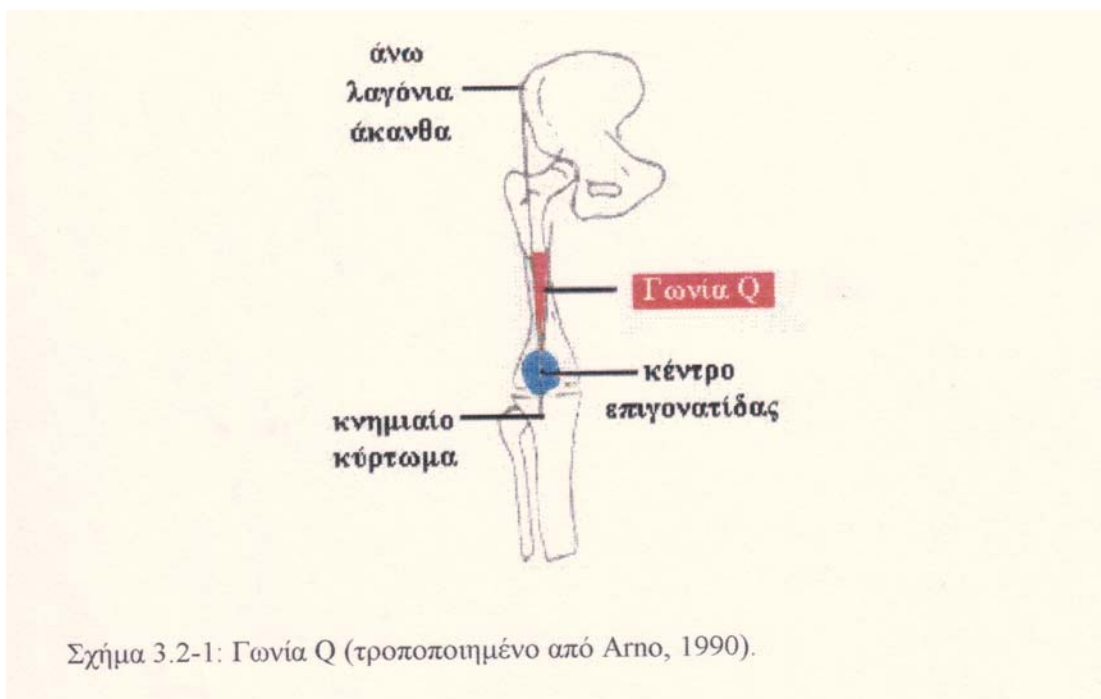
Η φυσιολογική επιγονατίδα μετά τις 10°- 20° κάμψης γόνατος αρχίζει να κινείται προς τα έσω, ερχόμενη σε επαφή με την μεσοκονδύλιο εντομή. Μέγιστη επαφή μεταξύ επιγονατίδας και μηριαίου οστού επιτυγχάνεται στις 45° κάμψης γόνατος. Στην πλήρη κάμψη του γόνατος ο έξω κόνδυλος του μηριαίου είναι πλήρως καλυμμένος από την επιγονατίδα, ενώ ο έσω κόνδυλος ψηλαφάτε σχεδόν ολόκληρος (Arno, 1990).

Οι επιφάνειες επαφής της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης διαφοροποιούνται επηρεαζόμενες από την έλξη που εφαρμόζεται στην επιγονατίδα κατά την διάρκεια της κίνησής της πάνω στο μηριαίο οστό. Οι επιφάνειες επαφής στην οπίσθια πλευρά της επιγονατίδας ξεκινούν περιφερικά καθώς αρχίζει η κάμψη του γόνατος και κινούνται κεντρικότερα καθώς αυτή προχωρά. Οι επιφάνειες επαφής στην μηριαία τροχιλία από κεντρικά μεταφέρονται περιφερικότερα καθώς αυξάνει η κάμψη (Tria et. al., 1992).

### 3.3 Γωνία Q – Γωνία A

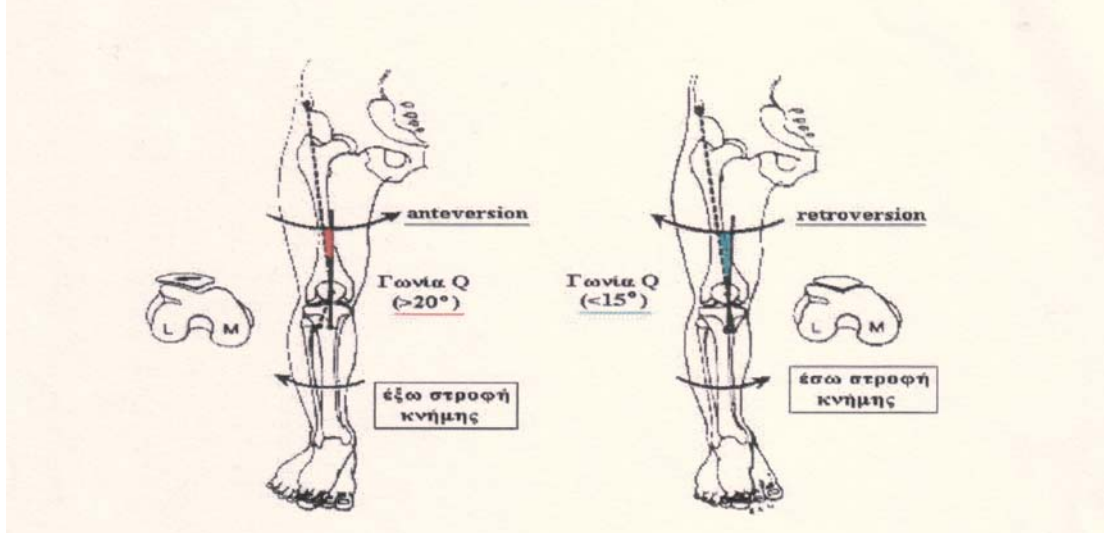
Άλλοι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την κίνηση της επιγονατίδας είναι η γενική αρχιτεκτονική της άρθρωσης καθώς και οι γύρω μυς. Η εφαρμοζόμενη τάση στην επιγονατίδα είναι αποτέλεσμα της έλξης του καταφυτικού τένοντα του τετρακέφαλου καθώς και από το σημείο πρόσφυσης του επιγονατιδικού συνδέσμου στο κνημιαίο κύρτωμα.

Η γωνία Q είναι ένας τρόπος έκφρασης της σχέσης αυτής. Η γωνία καθορίζεται από τη γραμμή που ενώνει την άνω λαγόνια άκανθα με το κέντρο της επιγονατίδας και τη γραμμή που ενώνει το κέντρο της επιγονατίδας με το κνημιαίο (Tria et. al., 1992).



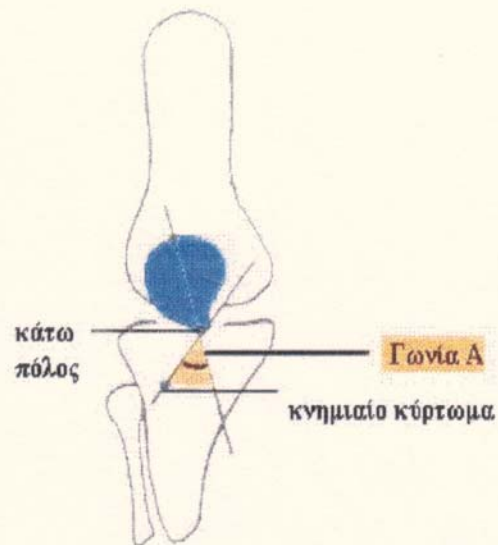
Οι μετρήσεις της γωνίας Q διαφέρουν ανάλογα με τον ερευνητή. Η φυσιολογική γωνία Q κυμαίνεται μεταξύ  $13^{\circ}$ -  $15^{\circ}$ ( $\pm 2$ ), ενώ γωνίες άνω των  $20^{\circ}$  θεωρούνται μη φυσιολογικές (Arno, 1990).

Σχήμα 3.2-2: Η έσω στροφή του αυχένα του μηριαίου (anteversion) και η έξω στροφή της κνήμης αυξάνουν τη γωνία Q, ξετροχιάζουν την επιγονατίδα και διαταράσσουν τη φυσιολογική της διαδρομή στη μηριαία τροχιλία. Η έξω στροφή του αυχένα του μηριαίου (retroversion) και η έσω της κνήμης, μειώνουν τη γωνία Q και τοποθετούν την επιγονατίδα στη φυσιολογική της διαδρομή (τροποποιημένο από Tria et al, 1992).



Το ‘anteversion’ του αυχένα του μηριαίου στην άρθρωση του συνεπάγεται έσω στροφή της μηριαίας τροχιλίας και το ‘retroversion’ που συνεπάγεται έξω στροφή της μηριαίας τροχιλίας, αυξάνουν στην πρώτη περίπτωση και μειώνουν στην δεύτερη τη γωνία Q, όπως ακριβώς συμβαίνει το ίδιο με έξω και έσω στροφή της κνήμης. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία Q, τόσο περισσότερο η επιγονατίδα τροchioδρομείται προς τα έξω (Tria et al, 1992).

Η θέση που καταλαμβάνει το κνημιαίο κύρτωμα κατά την κάμψη - έκταση του γόνατος σε σύγκριση με την θέση της επιγονατίδας είναι μια σχέση που εκφράζεται ποσοτικά μέσω της γωνίας A. Γωνίες μεγαλύτερες από 35° θεωρούνται αφύσικες αυξάνοντας τα συμπτώματα στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Arno, 1990).



Σχήμα 3.2-1: Η γωνία A. Ψηλαφάται και σημειώνεται ο άνω και κάτω πόλος της επιγονατίδας. Τα δύο σημεία ενώνονται με μία γραμμή, η οποία διχοτομεί την επιγονατίδα κατά μήκος. Η γωνία A σχηματίζεται από την ένωση της παραπάνω ευθείας με την ευθεία που ενώνει το κνημιαίο κόρτωμα με τον κάτω πόλο (τροποποιημένο από Arno, 1990).

## Κεφάλαιο 4°

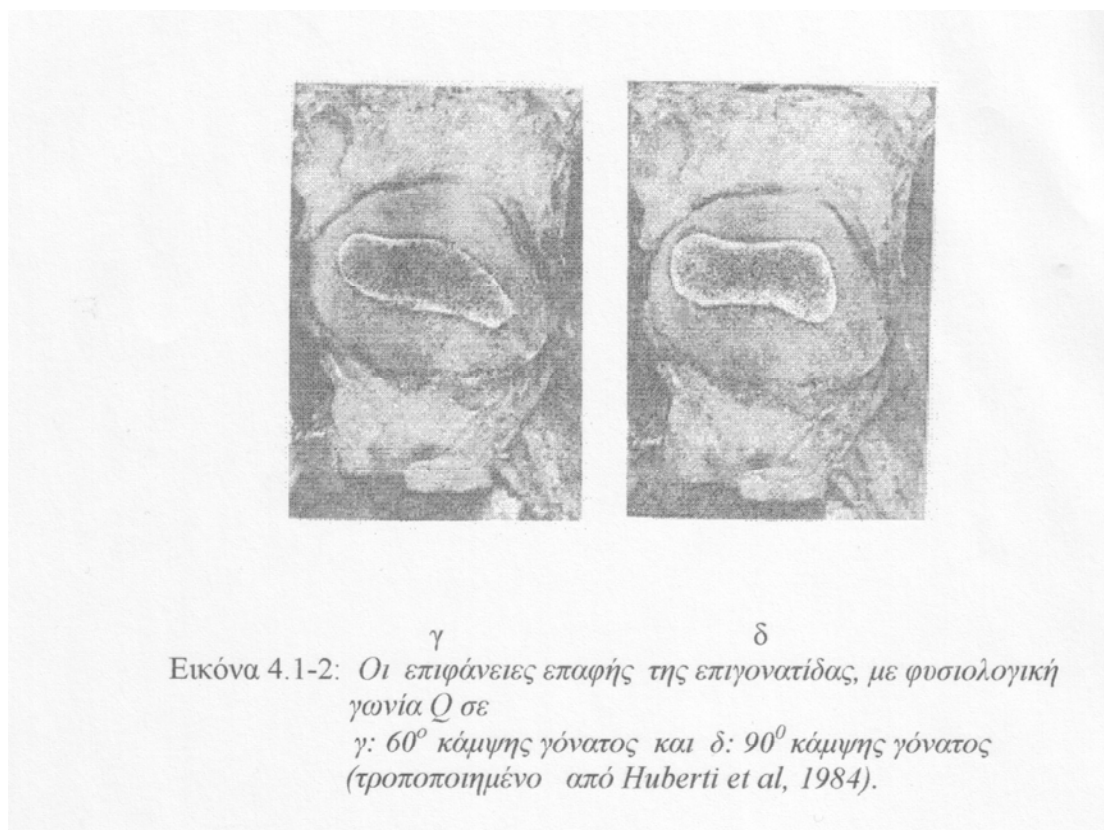
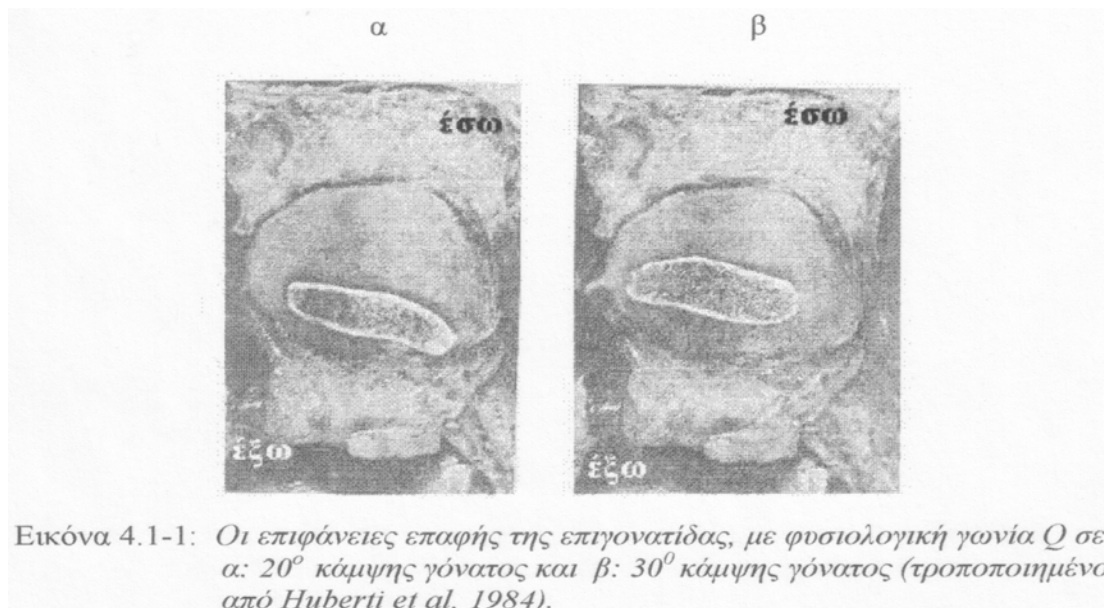
### Βιομηχανική μελέτη της άρθρωσης

#### 4.1 Τα σημεία επαφής

Μεταξύ 0°- 10° κάμψης γόνατος ο καταφυτικός τένοντας του τετρακέφαλου έρχεται σε επαφή με το μηριαίο οστό, ενώ η επιγονατίδα εφάπτεται με το υπερτροχίλιο λιπώδες σώμα (Woodall et. al., 1990).

Η αρχική επαφή της επιγονατίδας με την μηριαία τροχλία εξαρτάται από το μήκος του επιγονατιδικού συνδέσμου. Συνήθως η επαφή αυτή επιτυγχάνεται μετά τις πρώτες 20° κάμψης γόνατος (Hungerford et. al., 1979).

Σε φυσιολογική γωνία Q η μέση τιμή των επιφανειών επαφής, καθώς προχωρά η κάμψη του γόνατος από τις 20° στις 90°, καταλαμβάνει έκταση ίση με 2,6 cm<sup>2</sup> +/- 0,4 cm<sup>2</sup> έως 4,1 cm<sup>2</sup> +/- 1,2 cm<sup>2</sup>. Έτσι στις 20° κάμψης του γόνατος το 20% της συνολικής επιφάνειας της επιγονατίδας βρίσκεται σε επαφή με την μηριαία τροχλία, ενώ στις 90° κάμψης το 35% αυτής. Κατά την διάρκεια της κάμψης του γόνατος το πλάτος της εφάπτομενης επιφάνειας μεγαλώνει από 0,6 +/- 0,1 cm στις 20° κάμψης στα 1,0 +/- 0,2 cm. Στην παραπάνω τροχία η επιφάνεια επαφής, επί της επιγονατίδας, μετατοπίζεται από το έξω 1/3 στο μισό του κέντρου της (Huberti et. al., 1984).





Μεταξύ 20° και 90° κάμψης του γόνατος όλα τα σημεία της έσω επιφάνειας της επιγονατίδας έχουν έρθει σε επαφή με την μηριαία τροχίλια, εκτός από την περιοχή που αντιπροσωπεύει το “odd” facet. Μετά τις 90° κάμψης του γόνατος η έσω πλευρά της επιγονατίδας βυθίζεται μέσα στην μεσοτροχίλιο εντομή ενώ τότε αρχίζει και η επαφή του “odd” facet με το έξω όριο του έσω κονδύλου. Στην πλήρη κάμψη του γόνατος όλη η περιοχή του “odd” facet αναπαύεται επί του έσω κονδύλου, περιοχή όπου κλασικά παρουσιάζονται οστεοχόνδρινες αλλοιώσεις (Hungerford et al, 1979).

Κατά προσέγγιση στις 30° - 45° κάμψης του γόνατος η επιγονατίδα “κεντράρεται” μέσα στη μεσοτροχίλιο εντομή, ενώ στις 90° κάμψης εφάπτεται μόνο με την έσω πλευρά της εντομής (Woodall et al, 1990).

Ο επιγονατιδικός σύνδεσμος έχει κατεύθυνση προς τα εμπρός, σε σύγκριση με τον άξονα της κνήμης, στις πρώτες 70° κάμψης του γόνατος, ενώ μεταξύ 70° - 120° διευθετείται προς τα πίσω (Van Eijden et al, 1986).

Αυτός είναι ο κύριος λόγος, ο οποίος δικαιολογεί την επαφή του απεπλατυσμένου επιγονατιδικού συνδέσμου με το μηριαίο οστό μετά τις 90° κάμψης του γόνατος. Αποτέλεσμα της επαφής αυτής είναι ο επιγονατιδικός σύνδεσμος να δέχεται ένα μέρος των πιέσεων και να αποφορτίζει την επιγονατιδομηριαία άρθρωση. Η μέση τιμή όσο αναφορά την επιφάνεια επαφής μεταξύ επιγονατιδικού συνδέσμου και μηριαίου οστού επεκτείνεται στα 3,4 +/- 0,5 cm<sup>2</sup>. Αυτή η επιφάνεια αποτελεί περίπου το 75% της συνολικής επιφάνειας επαφής μεταξύ επιγονατίδας και μηριαίου. Στις 120° κάμψης γόνατος η επιφάνεια επαφής επί της επιγονατίδας καταλαμβάνει 4,6 +/- 0,7 cm<sup>2</sup> την στιγμή που το κέντρο της εφάπτεται με την μεσοτροχίλιο εντομή και η έσω επιφάνεια ακουμπά στους αντίστοιχους μηριαίους κόνδυλους (Huberti et al., 1984).

κάμψη γόνατος	επιφάνεια επαφής	
20	2.6 ± 0.4	20.5
30	3.1 ± 0.3	24.9
60	3.9 ± 0.6	30.4
90	4.1 ± 1.2	32.2
(μοίρες)	(cm <sup>2</sup> )	(%)

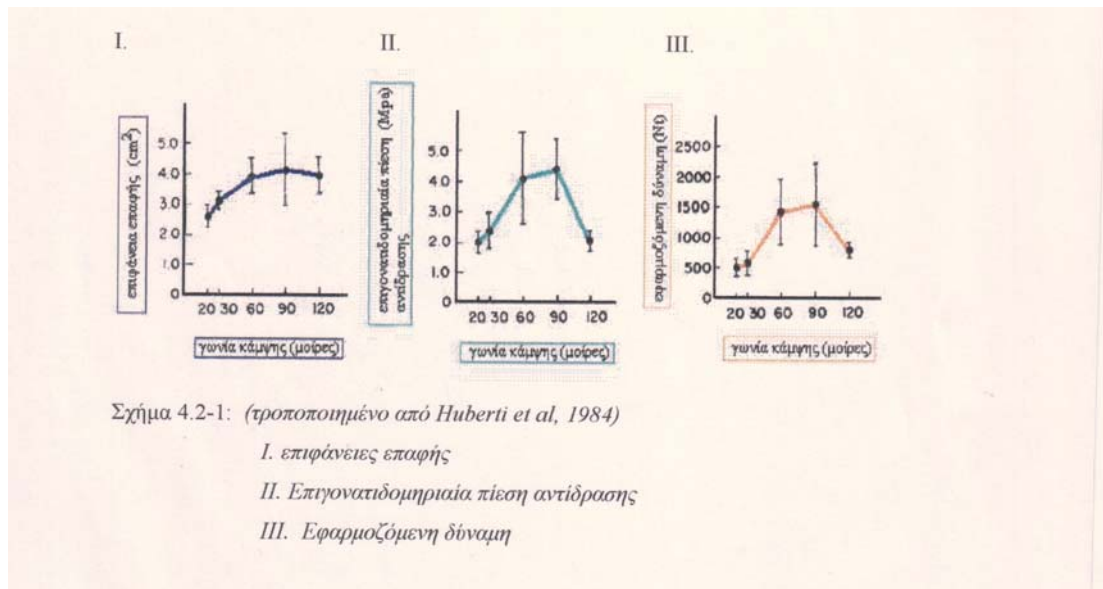
Πίνακας 4.1-3: Επιγονατιδομηριαίες επιφάνειες επαφής με φυσιολογική γωνία Q (Huberti et al, 1984).

## 4.2 Επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης

Η εκτατική δύναμη κάθε μοίρας του τετρακέφαλου μυ είναι σχεδόν ισότιμη. Η δύναμη που μεταφέρεται μέσω των καθεκτικών συνδέσμων πάνω στην επιγονατίδα είναι μικρή σε όλες τις γωνίες κάμψης του γόνατος. Επειδή η άκαμπτη επιγονατίδα έχει τους δικούς της μοχλοβραχίονες δύναμης και η κατάφυση του τετρακέφαλου διαφορετικά ύψη ανάλογα με την τροχιά της κάμψης του γόνατος, οι δυνάμεις που αναπτύσσονται πάνω στον καταφυτικό τένοντα του τετρακέφαλου και του επιγονατιδικού συνδέσμου διαφοροποιούνται συνεχώς (Hecne, et. al., 1989).

Ο Huberti και οι συνεργάτες του (Huberti et. al., 1984) μελετώντας δείγματα με φυσιολογικές γωνίες Q συμπεραίνουν πως η πίεση στην έσω και έξω επιφάνεια της επιγονατίδας απλώνεται ομοιόμορφα μεταξύ 20° και 90° κάμψης γόνατος. Η συνεχιζόμενη κάμψη στο γόνατο θα επιφορτίσει περισσότερο την έσω πλευρά σε σύγκριση με την έξω. Η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης κυμαίνεται μεταξύ 2,0 +/- 0,4 megapascals στις 20° κάμψης του γόνατος και 4,4 +/- 1,0 megapascals στις

90° κάμψης. Στις 90° κάμψης του γόνατος είναι το σημείο όπου παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή όσο αφορά την επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης.



Το παραπάνω δικαιολογείται από το γεγονός πως η συνισταμένη δύναμη που εφαρμόζεται στην επιφάνεια της επιγονατίδας από την έλξη του καταφυτικού τένοντα του τετρακέφαλου και του επιγονατιδικού συνδέσμου αντίστοιχα, έρχεται περισσότερο κάθετα στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Kaufer, 1979).

Στις 90° κάμψης του γόνατος η μέγιστη ισομετρική σύσπαση του τετρακέφαλου μυ παράγει δύναμη που αγγίζει τα 4600 Nt, ίση περίπου με 6,5 φορές το βάρος του σώματος (Huberti et. al., 1984).

Παρόλο που στις 90° κάμψης του γόνατος η απόλυτη τιμή της επιγονατιδομηριαίας πίεσης αντίδρασης είναι μέγιστη, η τροχιά μεταξύ 30° και 60° κάμψης του γόνατος είναι αυτή που επιφορτίζει υπέρμετρα την άρθρωση αφού η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης εκτοξεύεται από τα 2,4 στα 4,1 megapascals. Η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης στις 120° κάμψης του γόνατος αγγίζει τα 3,5 +/- 0,5 megapascals.

Οι ίδιοι ερευνητές βασιζόμενοι σε υποθετική ομοιόμορφη κατανομή των πιέσεων και των επιφανειών επαφής υπολογίσανε τη δύναμη που εφαρμόζεται απευθείας στην άρθρωση. Αυτή βρέθηκε να είναι περίπου  $497 \pm 150$  Nt στις  $20^\circ$  κάμψης του γόνατος και  $1555 \pm 665$  Nt στις  $90^\circ$  κάμψης.

Μετά τις  $90^\circ$  κάμψης του γόνατος ο απεπλατυσμένος επιγονατιδικός σύνδεσμος έρχεται σε επαφή με το μηριαίο οστό αποφορτίζοντας εν μέρη την επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Tria et. al., 1992).

εμπλεκόμενες επιφάνειες	επιφάνεια επαφής ( $\text{cm}^2$ )	μέση εφαρμοζόμενη πίεση (N/cm <sup>2</sup> )	συνολική εφαρμοζόμενη δύναμη (Nt)
επιγονατιδομηριαίες	$4.6 \pm 0.7$	$3.5 \pm 0.5$	$1609 \pm 235$
επιγονατιδικός συνδ./ μηριαίο οστό	$3.4 \pm 0.5$	$1.6 \pm 0.3$	$547 \pm 133$

Πίνακας 4.2-2: Επιγονατιδομηριαία επαφή και επαφή απεπλατυσμένου επιγονατιδικού τένοντα στις  $120^\circ$  κάμψης γόνατος (τροποποιημένο από Huberti et al, 1984)

Η πίεση που εφαρμόζει ο επιγονατιδικός σύνδεσμος ισούται με  $1,6 \pm 0,3$  megapascals, τιμή περίπου ίση με το 50% της επιγονατιδομηριαίας πίεσης αντίδρασης. Η μέση εφαρμοζόμενη δύναμη στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, βρέθηκε κατά προσέγγιση να είναι 1600 Nt ενώ αυτή που αναπτύσσεται από την επαφή του επιγονατιδικού συνδέσμου με το μηριαίο οστό αγγίζει τα 550 Nt. Παρατηρούμε μια σχέση 1:3, όσο αφορά την εφαρμοζόμενη δύναμη από τον επιγονατιδικό

σύνδεσμο στο μηριαίο οστό και αυτής που εφαρμόζεται στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση (Huberti et al, 1984).

Ο Hungerford (Hungerford et al, 1979), μελετώντας την κύρια βιομηχανική λειτουργία της επιγονατίδας που είναι η αύξηση του μήκους του μοχλοβραχίονα δύναμης του τετρακέφαλου μυός, εξετάζει την επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης υπό το πρίσμα της ενεργούς έκτασης του γόνατος και της αντιστεκόμενης κάμψης αυτού.

### • Κάμψη του γόνατος υπό το βάρος του σώματος

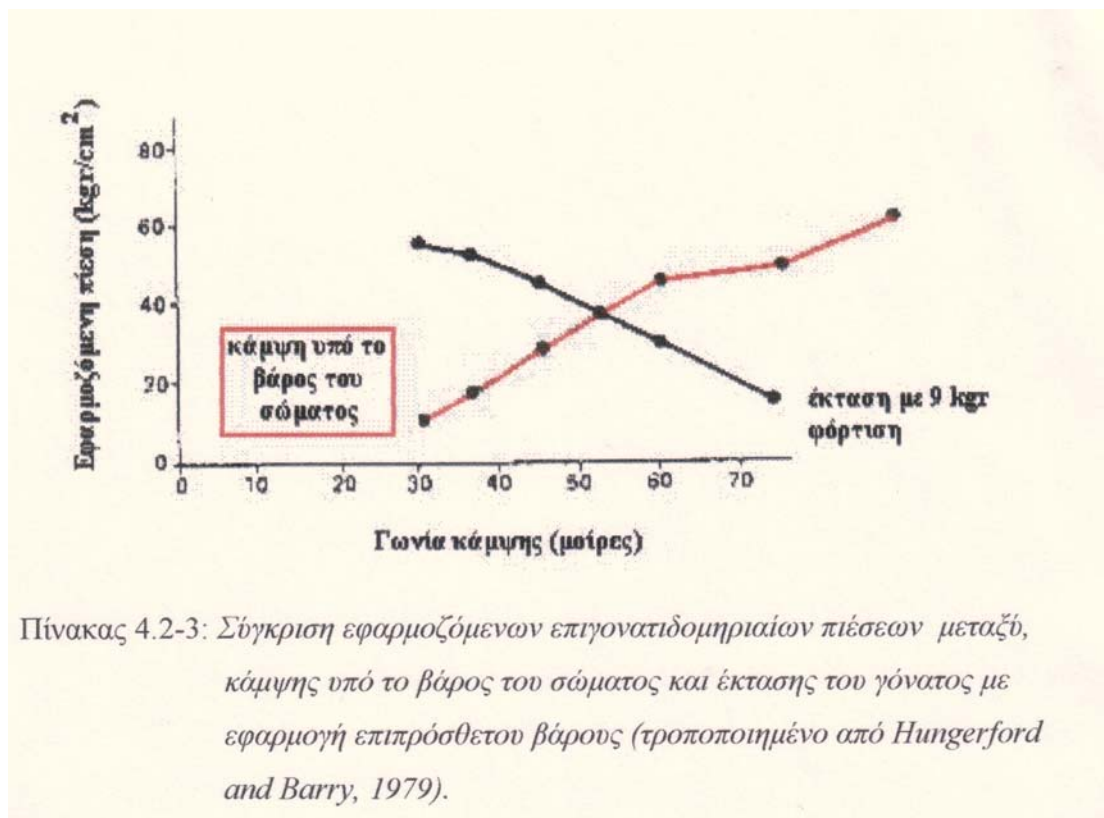
Δύο είναι οι παράγοντες που αυξάνουν την επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης κατά την συνεχιζόμενη κάμψη του γόνατος υπό το βάρος του σώματος:

**I.** Το μήκος του μοχλοβραχίονα δύναμης των καμπτήρων μυών του γόνατος μεγαλώνει καθώς προχωράει η κάμψη του γόνατος. Αυτό απαιτεί αντισταθμιστικά μια συνεχώς αυξανόμενη δύναμη από τους εκτεινόντες μυς. Όσο προχωράει η κάμψη και μικραίνει η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του καταφυτικού τένοντα του τετρακέφαλου και του επιγονατιδικού συνδέσμου τόσο μεγαλώνει η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης.

**II.** Το μήκος του μοχλοβραχίονα δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος δεν παραμένει σταθερό κατά την διάρκεια της κάμψης του γόνατος. Η μεταβολή αυτή είναι αποτέλεσμα της αρχιτεκτονικής κατασκευής του κάτω τριτημορίου του μηριαίου οστού καθώς και λόγω της συνεχιζόμενης αλλαγής των κέντρων στροφής, εξαιτίας της κύλισης και ολίσθησης των μηριαίων κονδύλων.

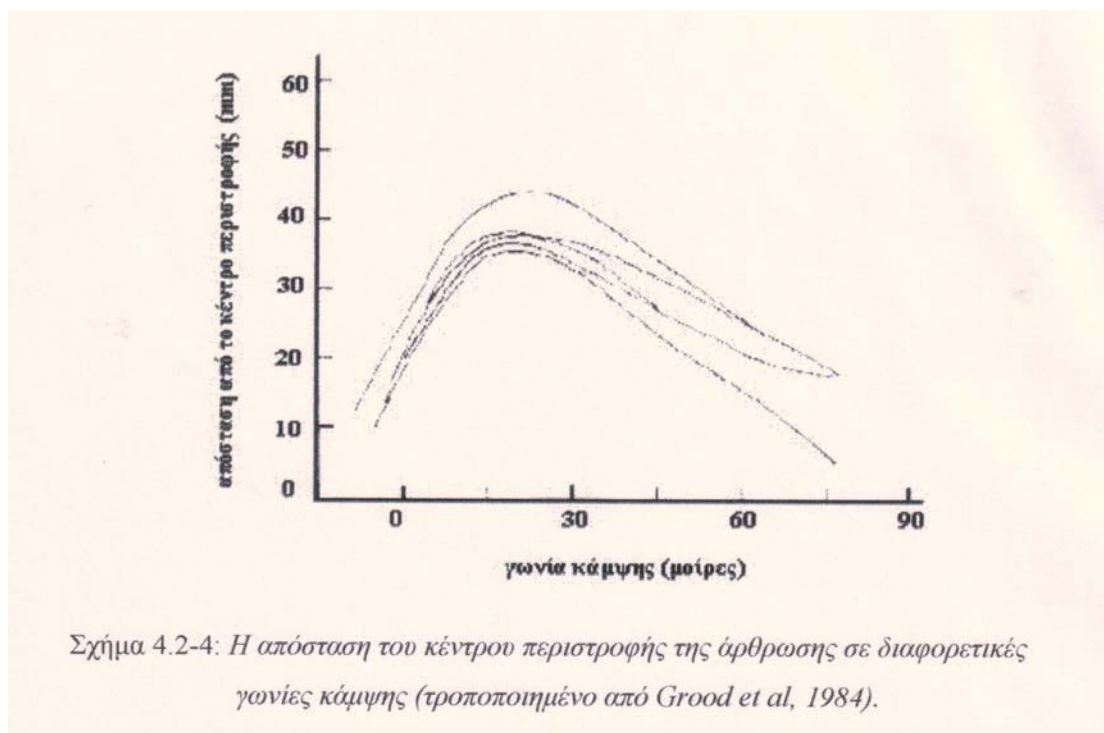
### • Ενεργός έκταση του γόνατος

Κατά την διάρκεια αυτής της δυναμικής ενέργειας το βάρος του μέλους αποτελεί την κύρια δύναμη, η οποία τείνει να κάμψει το γόνατο. Η ελεύθερη κάμψη και έκταση του γόνατος διαφοροποιείται από την κάμψη του γόνατος υπό το βάρος του σώματος, όχι όσο αφορά το μέγεθος των δυνάμεων αλλά όσο αφορά το μήκος του μοχλοβραχίονα αντίστασης. Η αύξηση του μοχλοβραχίονα της αντίστασης καθώς μειώνεται η κάμψη απαιτεί μια συνεχώς αυξανόμενη δύναμη από τους εκτείνοντες μυς του γόνατος, φαινόμενο αντίστροφο σε σχέση με την κάμψη του γόνατος υπό το βάρος του σώματος.



Άλλο ένα βιομηχανικό στοιχείο το οποίο πλαισιώνει την προηγούμενη αναφορά είναι το γεγονός πως η εφαρμοζόμενη από τον τετρακέφαλο δύναμη βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, στη μέση τροχιά, μεταξύ 50° και 15° κάμψης του γόνατος. Προκειμένου να ολοκληρωθεί η

έκταση του γόνατος ο τετρακέφαλος είναι αναγκασμένος να έλξει πολύ δυνατά στις τελευταίες μοίρες της έκτασης για να ολοκληρωθεί η κίνηση. Το παραπάνω συμβαίνει γιατί ο μοχλοβραχίονας της δύναμης του τετρακέφαλου μυ έχει το μεγαλύτερο μήκος στις 20° κάμψης γόνατος, ενώ μειώνεται ραγδαία καθώς προσεγγίζεται η τέλεια έκταση. Η εφαρμογή επιπρόσθετου βάρους 31 Nt στον άκρο πόδα έχει ως αποτέλεσμα τον διπλασιασμό της ελκτικής δύναμης του τετρακέφαλου μυός (Grood et al, 1984).



Υπολογίστηκε πως κατά την διάρκεια της ελεύθερης βάρδισης η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης ισούται με 0,5 φορές το βάρος του σώματος με κάμψη γόνατος στις 9°. Στο ανέβασμα και κατέβασμα σκάλας, με το γόνατο στις 60° κάμψης, η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης αγγίζει τιμές ίσες με 3,3 φορές το βάρος του σώματος ενώ σε βαθύ κάθισμα, όπου το γόνατο βρίσκεται στις 130° κάμψης, η πίεση αγγίζει τιμές ίσες με 7,8 φορές το βάρος του σώματος (Woodall et al, 1990).

## Κεφάλαιο 5°

### Παθολογία της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης

#### 5.1 Προβλήματα τροchioδρόμησης αποτέλεσμα της μη φυσιολογικής ευθυγράμμισης της επιγονατίδας – κλινική εξέταση

Η εφαπτόμενη αξονική τομογραφία στην επιγονατίδα με το γόνατο σε ελαφρά κάμψη μπορεί να αποκαλύψει προβλήματα σχετιζόμενα με την ευθυγράμμιση της επιγονατίδας κατά μήκος της τροχιάς της. Αν η απλή τομογραφία δεν είναι αρκετή για τον εντοπισμό της βλάβης, η αξονική τομογραφία με το γόνατο στις 15° και 30° κάμψης, είναι αυτή που θα δώσει την λύση. Η μαγνητική τομογραφία αποτελεί επίσης ένα σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο (Fulkerson et al, 1990).

Οι μέθοδοι κλινικής αξιολόγησης όσο αφορά την ευθυγράμμιση της επιγονατίδας επιβάλλουν τους παρακάτω ελέγχους:

- Έλεγχος της γωνίας Q

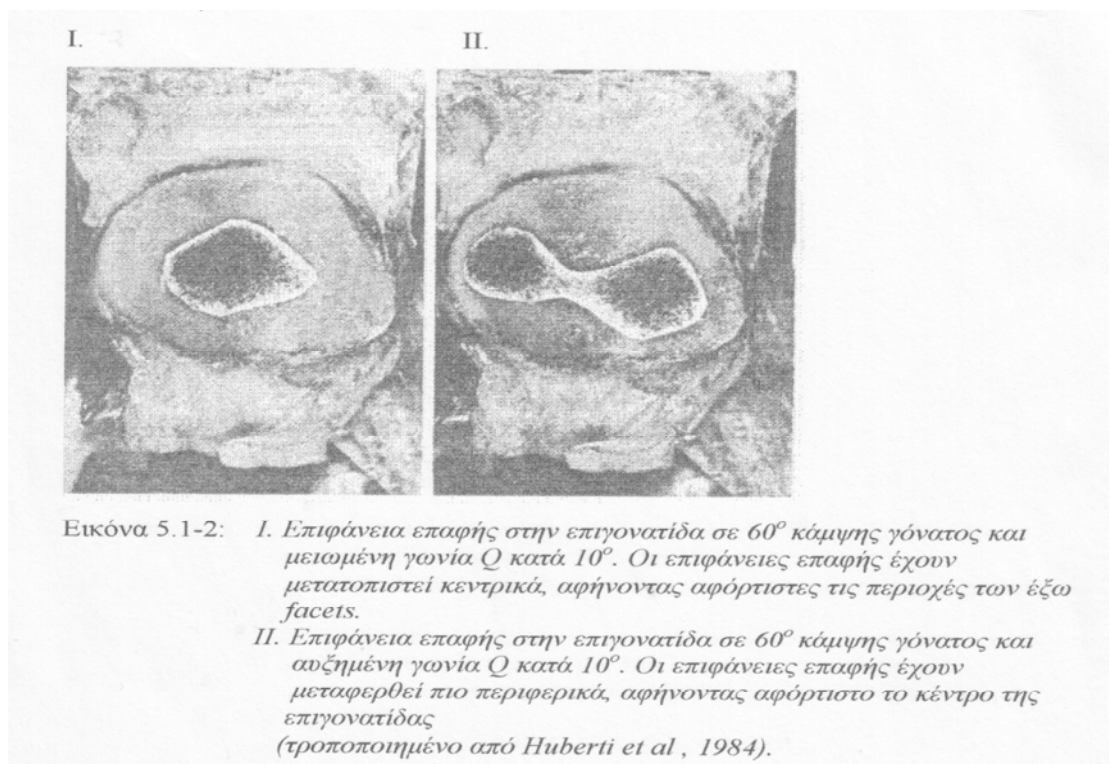
Έλεγχος της γωνίας Q, από ύπτια θέση, με τον τετρακέφαλο του ασθενή χαλαρό. Η μείωση της γωνίας Q οφειλόμενη σε ανισορροπία του τετρακέφαλου μυός ή σε βλαισό γόνατο ή λόγω πρηνισμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης, οδηγεί σε ανακατανομή των πιέσεων, με αποτέλεσμα άλλες περιοχές να φορτίζονται υπερβολικά και άλλες να παραμένουν αφόρτιστες. Η αυξημένη κατά 10° γωνία Q,



Μειωμένη γωνία Q	
κάμψη γόνατος	αύξηση της επιγονατιδομηριαίας πίεσης
20	53%
30	29%
60	41%
90	23%

Πίνακας 5.1-1: *Αύξηση της επιγονατιδομηριαίας πίεσης στην κάμψη του γόνατος με μειωμένη γωνία Q (τροποποιημένο από Huberti et al, 1984).*

δεν επηρεάζει σημαντικά το μέγεθος των επιφανειών επαφής. Αυτές παρουσιάζουν τις ίδιες συγκρινόμενες με δείγματα με φυσιολογική γωνία Q. Άμεσα επηρεάζονται τα σημεία επαφής όπου γίνεται ανακατανομή αυτών με αποτέλεσμα άλλες περιοχές να φορτίζονται υπερβολικά και άλλες να μένουν αφόρτιστες. Απόρεια αυτού του γεγονότος είναι στις 20° κάμψης γόνατος, η επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης να αυξάνεται κατά 45% συγκρινόμενη με την φυσιολογική τιμή (Huberti et al, 1984).



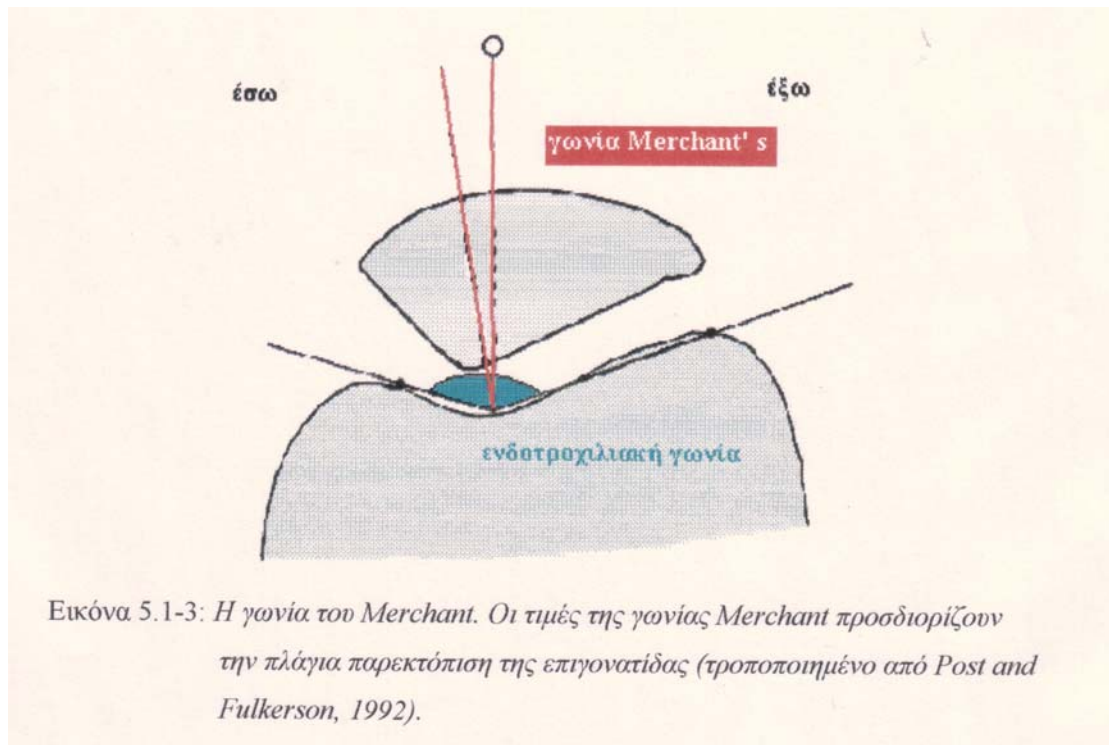
- **Έλεγχος πλάγιας παρεκτόπισης της επιγονατίδας (subluxation)**

Ο ασθενής τοποθετείται ύπτια ενώ ο μηρός στρέφεται μέχρι οι μηριαίοι κόνδυλοι να έρθουν σε θέση παράλληλη με το επίπεδο του κρεβατιού. Καταγράφεται η απόσταση μεταξύ του κάθε μηριαίου κονδύλου και το μέσο της επιγονατίδας. Αν η απόσταση είναι ίδια, δεν υπάρχει στατικά καμία παρέκκλιση. Συνήθως σε δυσλειτουργία της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης η απόσταση του έξω κονδύλου και του μέσου της επιγονατίδας είναι μεγαλύτερη, επακόλουθο της ανελαστικότητας των έξω ινών των καθεκτικών συνδέσμων (Zappalla et al, 1992).

Η κατάφυση του έσω πλατύ μυ είναι κεντρικότερα τοποθετημένη στην δύσπλαστη επιγονατίδα σε σύγκριση με τα υγιή δείγματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η επιγονατίδα να έλκεται περισσότερο προς τα έξω και να παρεκκλίνει της πορείας της (Serro et al, 1992).

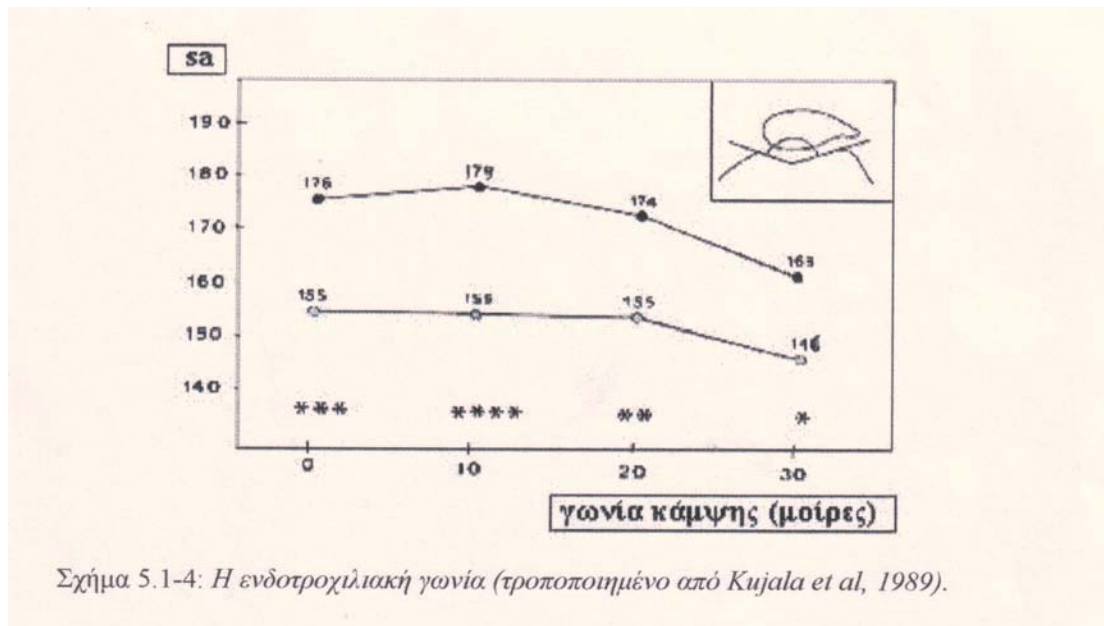
Ο παραπάνω έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί και δυναμικά. Ο εξεταστής τοποθετεί τα χέρια του πάνω στην επιγονατίδα, ενώ ο ασθενής συσπά ισομετρικά τον τετρακέφαλο μυ. Αν παρατηρηθεί ή ψηλαφηθεί κίνηση της επιγονατίδας προς τα έξω τότε είναι υπαρκτή μια δυναμική προς τα έξω παρεκτόπιση (Zappalla et al, 1992).

Η πλάγια παρεκτόπιση της επιγονατίδας μπορεί να αξιολογηθεί και με την χρήση απεικονιστικών μεθόδων. Η γωνία Merchant's εκφράζει ποσοτικά την σχέση αυτή. Η γωνία αυτή σχηματίζεται από την διχοτόμηση της γωνίας που σχηματίζει η βάση της μηριαίας τροχιλίας και την ευθεία που ενώνει τον κάτω πόλο της επιγονατίδας με την βάση της μεσοτροχιλίου εντομής. Γωνίες μεγαλύτερες από 16° θεωρούνται μη φυσιολογικές (Post et al, 1992).



- Έλεγχος ενδοτροχλιακής γωνίας (sulcus angle)

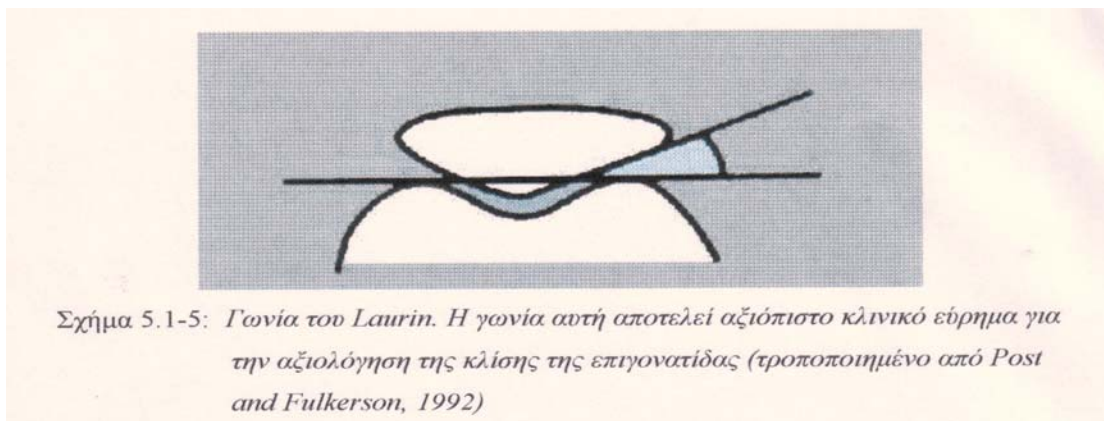
Ο Kujala και οι συνεργάτες του μελετώντας την τροchioδρόμηση της επιγονατίδας (Kujala et al, 1989) θεώρησαν ως την πιο αξιόπιστη μέτρηση, όσο αφορά την αξιολόγηση της δύσπλαστης επιγονατίδας, τις τιμές που λαμβάνει η ενδοτροχλιακή γωνία. Η εξέταση γίνεται με το γόνατο τοποθετημένο στις 10° κάμψης, ενώ γωνίες μεγαλύτερες από 150° περίπου και άνω θεωρούνται μη φυσιολογικές.



- Έλεγχος κλίσης της επιγονατίδας – (tilt)

Υπολογίζεται το επίπεδο στο οποίο βρίσκονται τα έσω και έξω όρια της επιγονατίδας. Αν τα δύο αυτά επίπεδα ταυτίζονται η επιγονατίδα αξιολογείται ως φυσιολογική, ενώ αν η επιγονατίδα κλίνει προς τα έξω αφύσικα, ενοχοποιούνται οι αδύναμες έσω ίνες των καθεκτικών συνδέσμων (Zappella et al, 1992).

Η κλίση της επιγονατίδας αξιολογείται απεικονιστικά μέσω της γωνίας Laurin. Με το γόνατο τοποθετημένο στις 10° - 20° κάμψης, γωνίες μεγαλύτερες από 14° θεωρούνται μη φυσιολογικές (Post et al, 1992).



Οι διαφοροποιήσεις πέρα του φυσιολογικού, όσο αφορά την πλάγια παρεκτόπιση και την στροφή της επιγονατίδας είναι περισσότερο εμφανής στις πρώτες 30° κάμψης του γόνατος ενώ στη συνέχεια εξομαλύνονται. Η δύσπλαστη επιγονατίδα στην αρχή της κάμψης του γόνατος έλκεται πέρα του φυσιολογικού προς τα έξω, ενώ παρατηρείται συγχρόνως και προς τα έξω κλίση (Kujula et al, 1989).

- **Έλεγχος στροφής – (external and internal rotation)**

Η στροφή της επιγονατίδας καταγράφεται από την θέση που καταλαμβάνει ο κάτω πόλος σε σχέση με τον άνω. Το πιο συχνό εύρημα σε προβλήματα κακής ευθυγράμμισης είναι η έξω στροφή της επιγονατίδας. Ο κάτω πόλος τοποθετείται προς τα έξω σε σχέση με τον άνω (Zappalla et al, 1992).

- **Έλεγχος προσθιοπίσθιας θέσης – (anterior/posterior position)**

Η κίνηση αυτή της επιγονατίδας ελέγχεται από ύπτια θέση με το γόνατο σε έκταση. Υπό φυσιολογικές συνθήκες ο κάτω πόλος της επιγονατίδας οφείλει να παραμείνει στο ίδιο επίπεδο ενώ δίνεται πρόσταγμα στον ασθενή να συσπάσει ισομετρικά τον τετρακέφαλο (Arno, 1990).

## **5.2 Ταξινόμηση λανθασμένης τροχοδρόμησης και οστεοαρθρίτιδα του γόνατος**

Παρατηρήθηκε σε γόνατα που πάσχουν από οστεοαρθρίτιδα, η επιγονατίδα να κεντράρεται πρόωρα εντός της μεσοτροχιλίου αύλακας, στις πρώτες 20° κάμψης του γόνατος ,ενώ τα facets ετερόπλευρα

διατηρούσαν την επαφή τους με το μηριαίο καθ' όλη την διαδρομή της κάμψης. Δύο είναι τα σημεία της τροχιάς όπου παρατηρούνται οι μεγαλύτερες αλλοιώσεις στις αρθρούμενες επιφάνειες. Στις 45° κάμψης του γόνατος όπου το μέγεθος της επιφάνειας επαφής στην επιγονατίδα είναι μέγιστο καθώς και στην περιοχή που αντιπροσωπεύει το odd facet (Woodall et al, 1990).

Οι υποχόνδριες εκφυλισμένες περιοχές παρουσιάζουν αγγειοβρίθεια, ενώ παρατηρείται και αύξηση στον αριθμό των νευρικών απολήξεων (Thus et al, 1977). Ο Levine (Levine et al, 1984) παρατήρησε ποσοτική αύξηση του νευροδιαβιβαστή 'P' εντός του αρθρικού θύλακα σε γόνατα με εμφανή συμπτώματα αρθρίτιδας.

Ο Fulkerson και οι συνεργάτες του (Fulkerson et al, 1990) ταξινόμησαν με βάση την οστεοαρθρίτιδα και την ευθυγράμμιση της επιγονατίδας, κάθε ασθενή με πόνο στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Τύπος I , με παρουσία μόνο πλάγιας παρεκτόπισης χωρίς αρθρικές αλλοιώσεις (τύπος Ια), με ελάχιστη χονδρομαλάκυνση (τύπος Ιβ), με οστεοαρθρίτιδα, με ή χωρίς ιστορικό δυσπλασίας (τύπος Ιγ).
- Τύπος II . Σε αυτό τον τύπο ασθενή παρατηρείται συγχρόνως πλάγια παρεκτόπιση και κλίση της επιγονατίδας, χωρίς αρθρικές αλλοιώσεις (τύπος ΙΙΑ), με ελάχιστη χονδρομαλάκυνση (τύπος ΙΙβ) ή με παρουσία οστεοαρθρίτιδας (τύπος ΙΙγ).
- Τύπος III . Σε αυτή την κατηγορία ασθενών παρατηρείται μόνο κλίση της επιγονατίδας, χωρίς αρθρικές αλλοιώσεις (τύπος ΙΙΙΑ), με ελάχιστη χονδρομαλάκυνση (τύπος ΙΙΙβ) ή με οστεοαρθρίτιδα (τύπος ΙΙΙγ).
- Τύπος IV. Σε αυτούς τους ασθενείς δεν παρατηρείται καμία παρέκκλιση όσο αφορά την ευθυγράμμιση της επιγονατίδας, χωρίς

χονδρομαλάκυνση (τύπος IVα), με ελάχιστη χονδρομαλάκυνση (τύπος IVβ) ή με οστεοαρθρίτιδα (τύπος IVγ).

### 5.3 Εκφυλιστικές αλλοιώσεις του χόνδρου – σύστημα ταξινόμησης

Ο χόνδρος που καλύπτει την έσω επιφάνεια της επιγονατίδας στερείται νευρικών απολήξεων και αγγείων. Τρέφεται μέσω διάχυσης εκμεταλλευόμενος τις εφαρμοζόμενες πιέσεις στην πίσω πλευρά της επιγονατίδας (Arno, 1990).

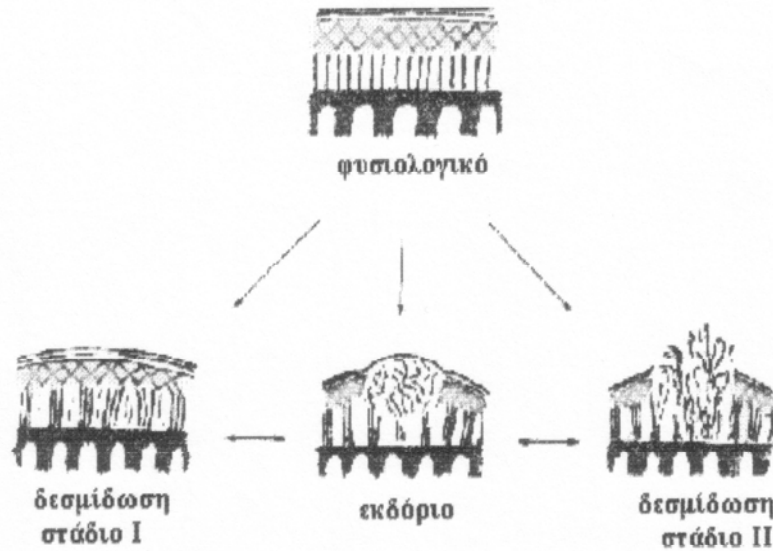
Δύο διακριτές αλλοιώσεις έχουν παρατηρηθεί όσο αφορά τον χόνδρο που καλύπτει επιφανειακά την πίσω πλευρά της επιγονατίδας:

- **επιφανειακός εκφυλισμός**

Ο επιφανειακός εκφυλισμός του χόνδρου, ο οποίος συναντάται συνήθως σε νεαρή ηλικία. Ο παραπάνω εκφυλισμός εστιάζεται κυρίως στο ‘‘odd’’ facet της επιγονατίδας. Στα αρχικά στάδια δεν αποτελεί παράγοντα πρόκλησης πόνου αλλά αποτελεί σοβαρό προδιαθεσικό παράγοντα όσο αφορά την εξέλιξη γενικευμένης αρθρίτιδας.

- **βασικός εκφυλισμός**

Ο όρος ‘‘βασικός εκφυλισμός’’ χρησιμοποιείται για να περιγράψει δεσμιδωτές αλλοιώσεις των κολλαγόνων ινών του χόνδρου, οι οποίες ξεκινούν από τις κατώτερες και μεσαίες ζώνες και σταδιακά μπορούν να επεκταθούν μέχρι την επιφάνεια. Η χειρουργική επιλεκτική αφαίρεση, με την μέθοδο του ‘‘ξυρίσματος’’, των προσβεβλημένων ινών προσφέρει ανακούφιση από τον πόνο και δραστική μείωση των συμπτωμάτων. Η παθογένεση του βασικού εκφυλισμού έχει στενή σχέση με την λειτουργική ανατομική της επιγονατίδας (Goodfellow et al, 1976).



Σχήμα 5.3-1: Τα στάδια του βασικού εκφυλισμού (τροποποιημένο από Goodfellow et al, 1976).

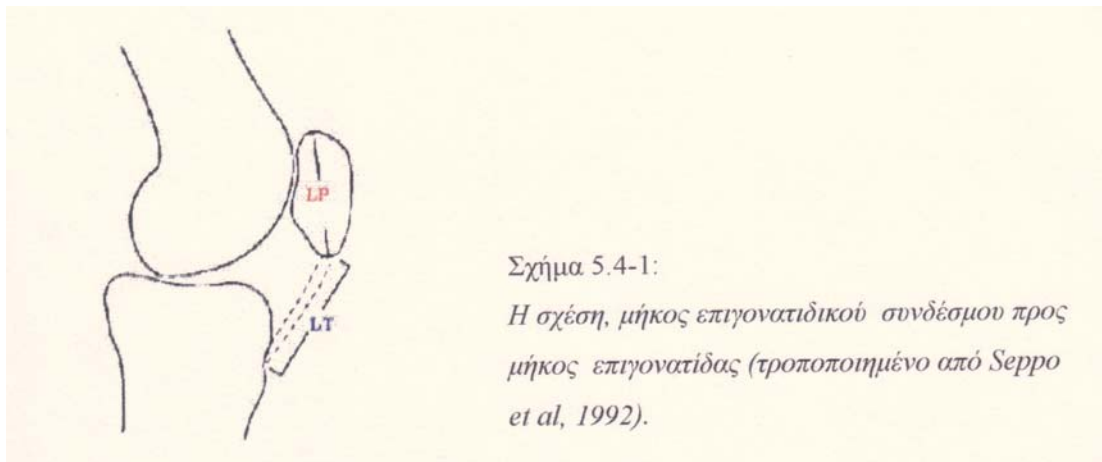
Ο Ficat και οι συνεργάτες του (Ficat et al, 1979) με την χρησιμοποίηση σκιαγραφικών ουσιών και λαμβάνοντας αξονικές τομογραφίες της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης σε διαφορετικές τροχιές της κάμψης του γόνατος ( $30^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  ) κατάφεραν να εντοπίσουν ιστικές αλλοιώσεις του χόνδρου, λέπτυνση, σε διαφορετικά σημεία της επιφάνειας. Η ταξινόμηση αφορά την τοπογραφική εντόπιση των αλλοιώσεων:

- χονδρομαλάκυνση στο έξω facet
- χονδρομαλάκυνση στο έσω facet
- χονδρομαλάκυνση εστιασμένη στο κέντρο της επιφάνειας της επιγονατίδας
- διπολική χονδρομαλάκυνση
- ολική χονδρομαλάκυνση



#### 5.4 “Υψηλή” επιγονατίδα

Αντικειμενικό κριτήριο όσο αφορά την διάγνωση υψηλής επιγονατίδας αποτελεί η σχέση: μήκος επιγονατιδικού συνδέσμου προς μήκος επιγονατίδας. Αν η σχέση: μήκος επιγονατιδικού συνδέσμου προς μήκος επιγονατίδας. Αν η σχέση αυτή ξεπεράσει την τιμή 1,2 τότε αξιολογείται η επιγονατίδα ως “υψηλή” (Post και Fulkerson, 1992).



Η αναλογία LT/LP βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη σε άτομα με δύσπλαστη επιγονατίδα (Seppo et al, 1992).

Στην υψηλή επιγονατίδα μειώνεται η επαφή μεταξύ επιγονατιδικού συνδέσμου και μηριαίου οστού με αποτέλεσμα οι επιφάνειες της επιγονατίδας να επιφορτίζονται με επιπλέον πίεση, αν συνεχιστεί η κάμψη πέρα των 90°. Το αποτέλεσμα αυτό, ίσως εξηγεί την αυξημένη εμφάνιση χονδρομαλάκυνσης σε άτομα με υψηλή επιγονατίδα (Huberti et al, 1984).

## Κεφάλαιο 6°

### Φυσική εξέταση της άρθρωσης

#### 6.1 Φυσικοθεραπευτική προσέγγιση

Οι Post και Fulkerson (Post and Fulkerson, 1992) υποστηρίζουν διάρκεια της φυσικής εξέτασης όσο αφορά την επιγονατιδομηριαία άρθρωση, σημαντική είναι η διαφοροποίηση μεταξύ των συμπτωμάτων αστάθειας και συμπτωμάτων του πόνου. Ο πόνος στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση μπορεί να προέρχεται ή από τα περιαρθρικά στοιχεία ή από τις αρθρούμενες επιφάνειες. Σημαντικό είναι να υπενθυμίσουμε πως ο αρθρικός χόντρος, στερούμενος νευρικών απολήξεων, δεν παράγει πόνο. Ο πόνος είναι συχνά οξύς και αυξανόμενος κατά τη διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων, όπως το ανέβασμα και κατέβασμα σκάλας.

Η φυσική εξέταση έχει δύο σκοπούς. Ο πρώτος είναι η αξιολόγηση της σωστής ή όχι ευθυγράμμισης της επιγονατίδας κατά τη διάρκεια της κάμψης – έκτασης του γόνατος και ο δεύτερος η πρόκληση πόνου χρησιμοποιώντας την ψηλάφηση ή την απευθείας πίεση στην επιγονατίδα κατά τη διάρκεια της κίνησής της. Η κακή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας πρέπει να αναζητηθεί σε παράγοντες όπως συστροφή του αυχένα του μηριαίου οστού, σε βλαισό γόνατο, σε στροφή της κνήμης και σε πρηνισμό της υπαστραγαλικής άρθρωσης.

Ο πρηνισμός της υπαστραγαλικής άρθρωσης προκαλεί αντισταθμιστικά έσω στροφή του μηριαίου επί της κνήμης με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι συμπιεστικές δυνάμεις στην έξω πλευρά της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης (Zappalla et al, 1992).

Η μέτρηση της γωνίας Q, στην ύπτια θέση, αποτελεί αντικειμενικό παράγοντα αξιολόγησης των παραπάνω ευρημάτων. Γωνίες

μεγαλύτερες από 15° στις γυναίκες και 10° στους άνδρες θεωρούνται μη φυσιολογικές.

Απαραίτητος είναι ο έλεγχος ελαστικότητας του τετρακέφαλου μυ, των ισchioκνημιαίων καθώς και του τείνων την πλατειά περιτονία. Ορισμένες ίνες των καθεκτικών συνδέσμων προέρχονται από τον τείνοντα την πλατειά περιτονία καθώς και από τον μεγάλο προσαγωγό μυ. Το γεγονός της αρχικής εμβύθισης της επιγονατίδας μέσα στη μηριαία τροχιλία μετά τις πρώτες 15° κάμψης του γόνατος αποτελεί σημαντική παρατήρηση. Αν ο τείνων την πλατειά περιτονία είναι ανελαστικός, κατά την κάμψη του γόνατος, θα έλξει την επιγονατίδα υπερβολικά προς τα έξω επιφορτίζοντας τις περιοχές που αντιστοιχούν στα έξω facets (Zappalla et al, 1992).

Η σωστή ή όχι τροχοδρόμηση της επιγονατίδας μπορεί να αξιολογηθεί ελέγχοντας την πλάγια παρεκτόπισή της. Η επιγονατίδα με το γόνατο σε τέλεια έκταση, μπορεί να παρεκτοπισθεί προς τα μέσα ή έξω, όχι περισσότερο από το μισό του πλάτους της, ενώ μετά τις 30° κάμψης, δεν πρέπει να κινείται ιδιαίτερα προς τα πλάγια (Carson et al, 1982).

Η δοκιμασία τριβής και πρόκλησης πόνου για τον καθορισμό της ποιότητας των αρθρικών επιφανειών της επιγονατίδας και του τροχλιακού βόθρου, πραγματοποιείται με τον ασθενή σε ύπτια θέση και το γόνατο σε έκταση. Ο εξεταστής σπρώχνει την επιγονατίδα προς τα κάτω και τότε ζητά από τον ασθενή να συσπάσει ισομετρικά τον τετρακέφαλο. Η επιγονατίδα ψηλαφάται στην πορεία της, ενώ η κίνηση της πρέπει να είναι ομαλή και να γλιστρά προς τον τροχλιακό βόθρο του μηριαίου οστού. Κάθε τραχύτητα στις αρθρικές επιφάνειες προκαλεί ψηλαφητό κριγμό. Αν η δοκιμασία είναι θετική στην ύπαρξη κριγμού, ο ασθενής συνήθως παραπονιέται και για πόνο ή ενόχληση (Hoppenfield, 1993).

## Κεφάλαιο 7°

### Συντηρητική αποκατάσταση

#### 7.1 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση

Η γνώση της βιομηχανικής της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης είναι σημαντική όσο αφορά τις ασκήσεις αποκατάστασης που θα δοθούν μέσα στο γενικότερο πλαίσιο του προγράμματος αποθεραπείας. Σκοπός του προγράμματος αποθεραπείας, στο αρχικό στάδιο, είναι η αποσυμφόρηση της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης, η ελάττωση του πόνου και γενικότερα όλων των συμπτωμάτων. Προοδευτική οφείλει να είναι η επιβάρυνση στα επόμενα στάδια και ανάλογα με την εξέλιξη της κατάστασης (Woodall et al, 1990).

Ενδεικτικά το φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης μπορεί να εμπεριέχει τους παρακάτω χειρισμούς:

- **εκλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ**

Στα αρχικά στάδια της αποθεραπείας έμφαση πρέπει να δοθεί από τον θεραπευτή, όσο αφορά την εκλεκτική ενδυνάμωση του έσω πλατύ μυ. Ο έσω πλατύς νευρούται από διαφορετικό κλάδο του μηριαίου νεύρου σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις μοίρες του τετρακεφάλου. Εκμεταλλευόμενοι το παραπάνω γεγονός, είναι δυνατόν να δραστηριοποιηθεί ο έσω πλατύς εκλεκτικά ενώ συγχρόνως ο έξω να παραμένει ανενεργός. Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός, το biofeedback και η τοποθέτηση των χεριών του εξεταστή πάνω στον έσω πλατύ είναι

τεχνικές που εξυπηρετούν τον παραπάνω σκοπό. Ηλεκτρομυογραφικά έχει παρατηρηθεί μυϊκή ισορροπία 1:1, όσο αφορά την δύναμη του έσω πλατύ με αυτή του έξω. Σε ασθενείς με προβλήματα στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση η ισορροπία αυτή έχει διαταραχθεί σε βάρος του έσω πλατύ, πράγμα που ενισχύει τη θεωρία της εκλεκτικής ενδυνάμωσής του. Οι περισσότερες μυϊκές ίνες του έσω πλατύ εκφύονται από τη μυϊκή απονεύρωση του μεγάλου προσαγωγού μυ. Αυτή η ανατομική σχέση του έσω πλατύ με τους προσαγωγούς του ισχίου αποτελεί άλλο ένα εφόδιο για την εκλεκτική του ενδυνάμωση (Zappalla et al, 1992).

- **ασκήσεις στην έσω τροχιά της κάμψης του γόνατος**

Προκειμένου να διατηρηθούν οι ασκούμενες συμπιεστικές δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση σε χαμηλά επίπεδα ο τετρακέφαλος οφείλει να εκπαιδευτεί στην έσω τροχιά όπου η κάμψη είναι μικρή. Αυτό επιτυγχάνεται με ασκήσεις κάμψης του ισχίου με το γόνατο τεντωμένο (SLR – straight leg raise) και με ασκήσεις κάμψης – έκτασης στις τελευταίες 20° (Woodall et al, 1990).

Η εφαρμογή μικρού έστω βάρους γύρω από τα σφυρά και η προσπάθεια ελεύθερης έκτασης του γόνατος αυξάνει πέρα του φυσιολογικού την επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης, φορτίζοντας αφύσικα την άρθρωση. Αυτό συμβαίνει για δύο λόγους:

Ο πρώτος είναι ότι καθώς προχωράει η έκταση του γόνατος, το μέγεθος των επιφανειών επαφής μεταξύ επιγονατίδας και μηριαίου μειώνεται σταδιακά, ενώ για να ολοκληρωθεί η πλήρη έκταση, ο τετρακέφαλος είναι αναγκασμένος να έλξει όλο και πιο δυνατά, με αποτέλεσμα η κάθετη συνισταμένη δύναμη, στην επιγονατίδα, να λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές (Hungerford et al, 1979).

Ισομετρικές ασκήσεις μπορούν να δοθούν μόνο σε τροχιά που δεν παρατηρείται πόνος. Ως αρχική τροχιά ισομετρικής σύσπασης προτείνονται οι 20° κάμψης γόνατος. Οι ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας έχουν θέση σε αυτό το πρόγραμμα αποθεραπείας (Woodall et al, 1990).

- **διατάσεις**

Οι παράγοντες οι οποίοι ευθύνονται για την σωστή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας είναι οι εξής:

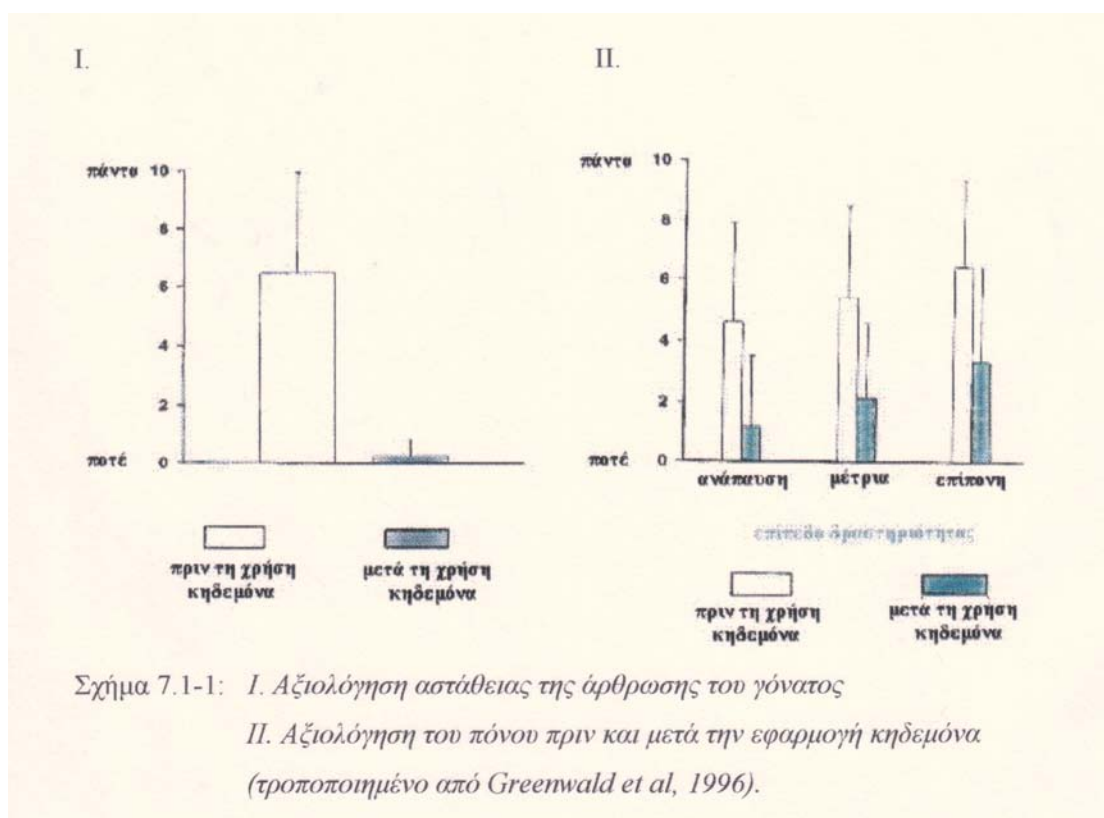
1. αυξημένη γωνία Q
2. ανελαστικές μαλακές κατασκευές στην έξω πλευρά του γόνατος
3. μείωση ελαστικότητας του γαστροκνημίου, υποκνημιδίου και των ισchioκνημιαίων
4. πρηνισμός της υπαστραγαλικής άρθρωσης
5. υψηλή επιγονατίδα
6. αδυναμία έσω πλατύ

Από τα παραπάνω φαίνεται πως η φυσιολογική λειτουργία της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης απαιτεί απόλυτη συνεργασία των δυναμικών στοιχείων της άρθρωσης, των μυών, των παθητικών στοιχείων της άρθρωσης, θυλακοσυνδεσμικές κατασκευές και των οστών. Η διάταση αποτελεί σημαντικό εργαλείο στα χέρια του θεραπευτή και ουσιαστικό κομμάτι μέσα στο πρόγραμμα της αποκατάστασης. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στην διάταση της λαγοκνημιαίας ταινίας, του ορθού μηριαίου, των ισchioκνημιαίων καθώς και του γαστροκνημίου και υποκνημιδίου μυ (Zappalla et al, 1992).

## • Υδροθεραπεία

Η χρήση της υδροθεραπείας έχει φέρει σημαντικά και γρήγορα αποτελέσματα στην αποκατάσταση αλλά και την γενικότερη αύξηση της αερόβιας ικανότητας του ασθενή. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η υδροθεραπεία είναι τα εξής:

1. αποτελεσματική συν-σύσπαση όλων των μυών γύρω από την άρθρωση του γόνατος
2. εκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας του ασθενή
3. εκτέλεση όλων των κινήσεων σε ολόκληρη την τροχιά τους, με μειωμένη επιγωνατιδομηριαία πίεση αντίδρασης
4. αύξηση της μυϊκής χάλασης (Woodall et al, 1990).



- **κηδεμόνες – ορθώσεις**

Έχει αποδειχτεί πως η σωστή χρήση των κηδεμόνων αποφορτίζει την επιγονατιδομηριαία άρθρωση με αποτέλεσμα την μείωση των συμπτωμάτων. Η λειτουργία του κηδεμόνα αποσκοπεί στην τοποθέτηση της επιγονατίδας μέσα στον τροχιακό βόθρο και την σωστή ευθυγράμμισή της κατά την διάρκεια της έλξης από τους εκτεινόντες μυς του γόνατος. Ο πρηνισμός της υπαστραγαλικής άρθρωσης μπορεί να διορθωθεί με την εφαρμογή όρθωσης στον άκρο πόδα (Zappalla et al, 1992).

- **προς τα πίσω βάδιση**

Ο Flynn και οι συνεργάτες του (Flynn et al, 1995), συγκρίνοντας την επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης κατά την διάρκεια ελεύθερης προς τα εμπρός και προς τα πίσω βάδισης, προτείνει την προς τα πίσω βάδιση ως ένα από τα μέσα αποκατάστασης των προβλημάτων της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης. Η εφαρμογή του παραπάνω προτύπου βάδισης απαιτεί υψηλή νευρομυϊκή συναρμογή και υψηλά επίπεδα κιναισθησης, με αποτέλεσμα η εφαρμογή της να περιορίζεται μόνο σε αθλητές. Κατά την διάρκεια γρήγορης προς τα εμπρός βάδισης, εφαρμόζεται επιγονατιδομηριαία πίεση αντίδρασης ίση με 5,6 φορές το βάρος του σώματος, σε αντίθεση με την γρήγορη προς τα πίσω βάδιση όπου η εφαρμοζόμενη πίεση περιορίζεται στις 3 φορές περίπου του βάρους του σώματος. Η παραπάνω παρατήρηση σε συνδυασμό με την παρατεταμένη δραστηριότητα του τετρακέφαλου, στη φάση της στάσης, κατά την διάρκεια της προς τα πίσω βάδισης, αναδεικνύουν αυτό το πρότυπο βάδισης ως σημαντικό εργαλείο αποκατάστασης.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συμμετοχή της επιγονατίδας στο μήκος του μοχλοβραχίονα δύναμης του τετρακέφαλου μυ, αυξάνεται καθώς το γόνατο εκτείνεται. Στην τέλεια έκταση γόνατος η επιγονατίδα συμμετέχει κατά 31% (Kaufner, 1979).

Η πορεία της επιγονατίδας από την τέλεια έκταση στην πλήρη κάμψη διαγράφει τροχιά που μπορεί να παρομοιαστεί με το λατινικό γράμμα C με το άνοιγμα όμως προς τα έξω (Hungerford et al, 1979).

Οι επιφάνειες επαφής της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης διαφοροποιούνται επηρεαζόμενες από την έλξη που εφαρμόζεται στην επιγονατίδα κατά τη διάρκεια της κίνησης της.

Προκειμένου να διατηρηθούν οι ασκούμενες συμπιεστικές δυνάμεις σε χαμηλά επίπεδα ο τετρακέφαλος οφείλει να εκπαιδευτεί στην έσω τροχιά, όπου η κάμψη είναι μικρή.

Η άρθρωση του γόνατος βρίσκεται στο μέσο μιας βιοκινητικής ενότητας. Οι παράγοντες που οδηγούν σε κακή ευθυγράμμιση της επιγονατίδας ή θα προέρχονται από τον μηρό ή από την κνήμη, ενώ μπορούν να αναζητηθούν και στα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία της άρθρωσης, καθεκτικοί σύνδεσμοι, ανελαστικότητα της λαγοκνημιαίας ταινίας. Η λανθασμένη τροχιοδρόμηση της επιγονατίδας έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλονται τα σημεία επαφής, στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, με αποτέλεσμα άλλες περιοχές να φορτίζονται υπερβολικά, ενώ άλλες να μένουν αφόρτιστες.

Η γνώση των βιομηχανικών παραμέτρων,

της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης, είναι σημαντική, όσο αφορά τις ασκήσεις αποκατάστασης που θα δοθούν μέσα στο γενικότερο πλαίσιο του προγράμματος αποθεραπείας.

## Αρθογραφία

1. Arno S. The angle: A quantitative measurement of patella alignment and realignment. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 12: 237-242, 1990.
2. Buff H., Jones L., Hungerford D. Experimental determination of forces transmitted through the patello-femoral joint. *Journal of biomechanics* 21:17-23, 1998.
3. William G., Carcon J., Stanley L., James, Robert L., Larcon M., Kenneth M., Singer, William W. Winternitz . Patellofemoral disorders: Physical and radiographic evaluation. *Clinical Orthopaedics and related research* 10:165-177, 1982.
4. Yasin Y. Dhaher, Scott L, Delp, William Z, Rymer. The use of basic functions In modeling joint articular surfaces: application to the knee joint. *Journal of Biomechanics* 339:01-907, 2000.
5. T. M. G. J. Van Eijden, E. Kouwenhoven, J. Verburg and W.A. Weijs. A mathematical model of the patellofemoral joint. *Journal of biomechanics* 19: 219-229, 1986.
6. Farahmand F, Tahmasbi M., Amis A. Lateral force-displacement Behaviour of the human patella and its variation with knee flexion-a biomechanical study in vitro. *Journal of biomechanics* 31: 1147-1152, 1998.
7. Ficat RP., Phillippe J., Hungerford DS. Chondromalacia Patellae: A system of classification. *Clinical Orthopaedics and related research* 12: 55-62, 1979.
8. Flynn T., Soutas-Little R. Patellofemoral joint compressive forces in forward and backward running. *Journal of Sports physical therapy* 21: 277-282, 1995.
9. Fulkerson J., Shea K. Disorders of patellofemoral alignment. *Journal of bone and joint surgery* 72A : 1442-1429, 1990.
10. Goh J., Lee D., Bose K. A cadaver study of the function of the oblique part of vastus medialis. *Journal of bone and joint surgery* 77: 225-231, 1995.
11. Goodfellow J., Hungerford S., Woods C. Patellofemoral joint mechanics and pathology. *Journal of bone and joint surgery* 58-B : 291-299, 1976.
12. Goodfellow J., Hungerford S., Zindel M. Functional anatomy of the patellofemoral joint. *Journal of bone and joint surgery* 58-B : 287-290, 1976.

13. Greenwald A., Bagley A., France P., Paulos P., Greenwald R. A biomechanical and clinical evaluation of a patellofemoral knee brace. *Clinical orthopaedics and related research* 324 :187-195, 1996.
14. Grelsamer R., Klein J. The biomechanics of the patellofemoral joint. *Journal of sports and physical therapy* 28 : 286-298, 1998.
15. Grood E., Stowers S., Noyes F. Limits of movement in the human knee. *Journal of bone and joint surgery* 70A : 88-97, 1988.
16. Grood E., Suntay W., Noyes F., Butler D. Biomechanics of the knee-Extension exercise. *Journal of bone and joint surgery* 66-A : 725-733, 1984.
17. Hasler E., Herzog W. Quantification of in vivo patellofemoral contact forces before and after ACL transection. *Journal of biomechanics* 31 : 37-44, 1998.
18. Hehne H. Biomechanics of the patellofemoral joint and its clinical relevance. *Clinical orthopaedics and related research* 258 : 73-79, 1990.
19. Huberti H., Hayes W. Patellofemoral contact pressures – The influence of Q-angle and tendofemoral contact. *Journal of bone and joint surgery* 66-A : 715-725, 1984.
20. Hungerford D., Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clinical of orthopaedics and related research* 11 : 9-15, 1979.
21. Kapandji IA. *The psysiology of the joints. Volume two-lower limb*, 1990.
22. Kaufer H. Patellar biomechanics. *Clinical of orthopaedics and related research* 10 : 51-54, 1979.
23. Kaufer H. Mechanical function of the patella. *Journal of bone and joint surgery* 53-A : 1551-1558, 1971.
24. Koskinen S., Kujala U. Patellofemoral relationships and distal insertion of the vastus medialis muscle: A magnetic resonance imaging study in nonsymptomatic subjects and in patients with patellar dislocation. *The journal of arthroscopic and related surgery* 8 : 465-468, 1992.
25. Kujala U., Oesterman K., Kormano M., Nlimarkka O., Hurme M., Taimela S. Patellofemoral relationships in recurrent patellar dislocation. *The journal of bone and joint surgery* 71-B : 788-792, 1989.
26. Lee T., Anzel S., Bennet K., Pang D., Kim W. The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patellofemoral contact pressures in human cadaver knees. *Clinical of orthopedics and related research* 302:69-74, 1994.

27. Mac Donald DA., Hutton JF., Kelly IG. Maximal isometric patellofemoral contact force in patients with anterior knee pain. *Journal of bone and joint surgery* 71-B : 296-299, 1989.
28. Masri B., Mc Cormack R. The effect of knee flexion and quadriceps contraction on the axial view of the patella. *Journal of sports medicine* 5:9-17, 1995.
29. Post W., Fulkerson J. Distal realignment of the patellofemoral joint. *Orthopedic clinics of North America* 23 : 631-643, 1992.
30. Reilly D., Martens M. Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patellofemoral joint reaction force for various activities. *Acta orthopedics skandinavia* 43 : 126-137, 1972.
31. Sakai N., Luo Z., Rand J. The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle of the patellofemoral joint an in vitro biomechanical study. *Journal of biomechanics* 15 : 335-339, 2000.
32. Shellock F., Foo T., Deutsch A., and Mink J. Patellofemoral joint: evaluation during active flexion ultrafast spoiled GRASS MR imaging. *Radiology* 180 : 581-585, 1991.
33. Singerman R., Berilla J., Kotzar G., Daly J., Davy D. A six degree of freedom transducer for in vitro measurement of patellofemoral contact forces. *Journal of biomechanics* 27 : 233-238, 1994.
34. Steinkamp I., Dilligham M., Markel M., Hill J., Kaufman K. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Journal of sports medicine* 23 : 438-444, 1993.
35. Singleton S., Silliman J. Acute chondral injuries of the patellofemoral joint. *Operative techniques in sports medicine* 2 : 96-103, 1995.
36. Tria A., Palumbo R., Alicea J. Conservative care for patellofemoral pain. *Orthopedic clinics of North America* 23 : 545-554, 1992.
37. Wolchok J., Hull M., Howell S. The effect of intersegmental knee moments on patellofemoral contact mechanics in cycling. *Journal of biomechanics* 31: 677-683, 1998.
38. Woodal W., Welsh J. A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint. *Journal of sports physical therapy* 11 : 535-542, 1990.
39. Wilberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint. *Acta Orthopedic Scandinavia* 12 : 319-410, 1941.
40. Zappala F., Taffel C., PT, Scuderi G. Rehabilitation of patellofemoral disorders. *Orthopedic clinics of North America* 23 : 555-566, 1992.

