

**Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Πατρών Παράρτημα Αιγίου**

**Σχολή επαγγελματιών υγείας και πρόνοιας**

**Τμήμα Φυσικοθεραπείας**

**Πτυχιακή εργασία**

**Εμβιομηχανική ανάλυση φορτίσεων και  
μυοσκελετικών προσαρμογών στα κάτω  
άκρα υπέρβαρων ατόμων**

**Φοιτήτρια : Μεσημέρη Δέσποινα**

**Εισηγήτρια : Κουμουνδούρου Δήμητρα**

**ΑΙΓΙΟ 2009**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παρά την πολυπαραγοντική φύση των μυοσκελετικών παθήσεων, η παχυσαρκία εμφανίζεται σταθερά ως κύριος και, ενδεχομένως, τροποποιησιμος παράγοντας κινδύνου στην εμφάνιση και εξέλιξη των μυοσκελετικών παθήσεων στο ισχίο, γόνατο, αστράγαλο και το πόδι. Αν και ο μηχανισμός παραμένει ασαφής, οι λειτουργικοί και δομικοί περιορισμοί που επιβάλλονται από την πρόσθετη φόρτιση του κινητικού συστήματος εξαιτίας της παχυσαρκίας είναι σχεδόν καθολικά αποδεκτό ότι παράγουν ανώμαλη μηχανική, αυξάνοντας έτσι άσκοπα την πίεση στο εσωτερικό των δομών και τη δυνατότητα για μυοσκελετικό τραυματισμό.

Η πλειοψηφία των μυοσκελετικών παθήσεων για τα ενήλικα άτομα επικεντρώνονται στα κάτω άκρα με την μορφή αρθρίτιδας, ανώμαλης σκελετικής ευθυγράμμισης και σύνδρομο επώδυνης πτέρνας, ενώ στα παιδιά οι μηχανικές αλλαγές των οστών, τα οποία βρίσκονται ακόμα σε ανάπτυξη, περιλαμβάνουν παθήσεις όπως η επιφυσιολίσθηση, η νόσος του Blount, το ραιβό και βλαισό γόνατο και η πλατυποδία.

Σε αρκετές από τις παραπάνω παθήσεις σπουδαίο ρολό στην αποκατάσταση τους κατέχει η φυσικοθεραπεία, όπου με διαφορές μεθόδους μπορεί να ανακουφίσει ή και να εξαλείψει την συμπτωματολογία των καταστάσεων. Παθήσεις όμως με σοβαρότερη μορφή ή καταστάσεις που εμμένουν αντιμετωπίζονται χειρουργικά.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ την καθηγήτρια μου Δήμητρα Κουμουνδούρου που με βοήθησε και με στήριξε κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της πτυχιακής εργασίας μου. Επίσης ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του Α.Τ.Ε.Ι Φυσικοθεραπείας Αιγίου, για τις γνώσεις που μου πρόσφεραν καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησης μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	1
---------------	---

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

#### Δομή του Κάτω Άκρου

1.1. Δομή του ισχίου.....	3
1.1.1. Μύες του ισχίου.....	7
1.2. Δομή του γόνατος.....	8
1.2.1. Μηροκνημιαία άρθρωση.....	8
1.2.2 Μηγίσκοι.....	9
1.2.3 Σύνδεσμοι.....	9
1.2.4 Επιγονατιδομηριαία άρθρωση.....	11
1.2.5 Αρθρικός θύλακας και ορογόνοι θύλακοι.....	11
1.2.6 Μύες του γόνατος.....	12
1.3 Δομή της Ποδοκνημικής.....	13
1.4.1 Δομή του Άκρου Πόδα.....	14
1.4.1.1 Υπαστραγαλική άρθρωση.....	14
1.4.1.2 Ταρσομετατάρσιες και Μεσομετατάρσιες αρθρώσεις.....	15
1.4.1.3 Μεταταρσιοφαλαγγικές και Μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις.....	15
1.4.2 Ποδικές καμάρες.....	15
1.4.3 Μύες της ποδοκνημικής και του άκρου πόδα.....	16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

#### Εμβιομηχανική ανάλυση κάτω άκρου

2.1 Εμβιομηχανική ανάλυση άρθρωσης του ισχίου.....	18
2.1.1 Κινήσεις στο οβελιαίο επίπεδο.....	18
2.1.2 Κινήσεις στο μετωπιαίο επίπεδο.....	19
2.1.3.α Κινήσεις στο οριζόντιο επίπεδο.....	20

2.1.3.β Οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή.....	20
2.1.4 Περιαγωγή.....	21
2.1.5 Φορτίσεις στο ισχίο.....	21
2.2 Εμβιομηχανική ανάλυση άρθρωσης του γόνατος.....	22
2.2.1. Κινήσεις στο οβελιαίο επίπεδο.....	22
2.2.2. Κινήσεις στο οριζόντιο επίπεδο.....	23
2.2.3 Κίνηση της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης.....	23
2.2.4 Φορτίσεις στο γόνατο.....	24
2.2.4.α Δυνάμεις στη μηροκνημιαία άρθρωση.....	24
2.2.4.β Δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση.....	25
2.3 Εμβιομηχανική ανάλυση ποδοκνημικής και άκρου πόδα.....	26
2.3.1 Κινήσεις ποδοκνημικής άρθρωσης.....	26
2.3.2 Κινήσεις αρθρώσεων του άκρου πόδα.....	26
2.3.3 Φορτίσεις στον άκρο πόδα.....	28

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

<b>Επιδημιολογικά δεδομένα της παχυσαρκίας.....</b>	<b>29</b>
---	-----------

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

#### **Εμβιομηχανικές επιδράσεις της παχυσαρκίας**

4.1 Εμβιομηχανικές επιδράσεις της παχυσαρκίας στους ενήλικες.....	31
4.1.1 Οστεοαρθρίτιδα.....	31
4.1.1.1 Οστεοαρθρίτιδα του γόνατος.....	33
4.1.1.2 Αξονική παρέκκλιση και οστεοαρθρίτιδα γόνατος.....	35
4.1.1.3 Μυϊκή δύναμη και οστεοαρθρίτιδα γόνατος.....	36
4.1.2 Σύνδρομο επώδυνης πτέρνας.....	38
4.1.2.1 Υποπτερνικό επίθεμα λίπους και σύνδρομο επώδυνης πτέρνας.....	40
4.1.3 Κίνδυνος κατάγματος.....	42
4.1.3.α Στους ενήλικες.....	42

4.1.3.β Στα παιδιά.....	43
4.2 Εμβιομηχανικές επιδράσεις της παχυσαρκίας στα παιδιά.....	44
4.2.1 Η παχυσαρκία στον υπό ανάπτυξη σκελετό.....	44
4.2.2 Γόνατο.....	45
4.2.2.1 Νόσος του Blount.....	45
4.2.2.2 Ραιβό Γόνατο.....	49
4.2.2.3 Βλαισό Γόνατο.....	50
4.2.3 Ισχίο.....	53
4.2.3.1 Επιφυσιολίσθηση.....	54
4.2.4 Πλατυποδία.....	56

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση**

5.1 οστεοαρθρίτιδας γόνατος.....	57
5.1.1 Manual therapy.....	58
5.1.2 Ισορροπία και λειτουργικές τεχνικές επανεκπαίδευσης.....	60
5.1.3 Ορθώσεις.....	61
5.1.4 Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την θεραπεία.....	62
5.2 Διορθωτικά μέσα και αξονική παρέκκλιση γόνατος.....	63
5.3 Σύνδρομο επώδυνης πτέρνας.....	64
5.4 Πλατυποδία.....	66
Συμπεράσματα.....	68
Βιβλιογραφία.....	70
Αρθρογραφία.....	71

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παχυσαρκία έχει αναγνωρισθεί παγκοσμίως ως μία από τις πιο επικίνδυνες και σοβαρές ασθένειες του 21<sup>ου</sup> αιώνα, η οποία έχει πλέον αποκτήσει διαστάσεις επιδημίας. Η παχυσαρκία αποτελεί αναμφισβήτητα την πιο σημαντική διατροφική πάθηση στις ανεπτυγμένες χώρες και μπορεί να επηρεάσει τόσο την ποιότητα όσο και τη διάρκεια της ζωής των πασχόντων, καθώς είναι πλέον επιστημονικά αποδεδειγμένο ότι σχετίζεται στενά με μια σειρά από σοβαρά προβλήματα υγείας, που μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και στο θάνατο.

Ως παχυσαρκία ορίζεται η περίσσεια σωματικού λίπους και η διάγνυσή της πρέπει να βασίζεται στην απόδειξη της παρουσίας του λίπους αυτού. Αυτό προϋποθέτει την μέτρηση της σύστασης του σώματος και δεν είναι πρακτικό σε καθημερινή βάση. Έχουν προταθεί κατά καιρούς διάφοροι τρόποι μέτρησης του σωματικού λίπους και ακριβούς ορισμού της παχυσαρκίας. Από αυτούς ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) ή BMI (body mass index), ισούται με το λόγο του βάρους προς το τετράγωνο του ύψους σε μέτρα ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), έχει τη μεγαλύτερη αποδοχή και χρησιμοποιείται παγκοσμίως στη διάγνωση της παχυσαρκίας στους ενήλικες καθώς σχετίζεται καλύτερα με το σωματικό λίπος. Με αυτόν οι ενήλικες χαρακτηρίζονται ως κανονικοί (ΔΜΣ κάτω του 25), υπέρβαροι (ΔΜΣ μεταξύ 25 και 29,9) και παχύσαρκοι (ΔΜΣ άνω του 30) (Guillaume, 1999).

Παρόλο που έχει ελάχιστη επίδραση στη θνησιμότητα, οι μυοσκελετικές ασθένειες αποτελούν σημαντικότατο αίτιο του πόνου και αναπηρίας. Οι προσωπικές και χρηματοοικονομικές δαπάνες που συνδέονται με μυοσκελετικές παθήσεις είναι σημαντικές. Στις Ηνωμένες Πολιτείες μόνο, το οικονομικό κόστος που σχετίζεται με τις μυοσκελετικές διαταραχές, το 1992 υπολογιζόταν σε \$ 149 δις, ενώ στην Ευρώπη, ο μυοσκελετικός πόνος έχει χαρακτηριστεί ως ο πιο ακριβός όλων των κατηγοριών των ασθενειών. Η παχυσαρκία έχει κλινικά εμπλακεί με μυοσκελετικές παθήσεις που αφορούν την πλάτη, το ισχίο, γόνατο, την ποδοκνημική, το πόδι και, σε μικρότερο βαθμό, τους τραυματισμούς των μαλακών ιστών του άνω μέρους του σώματος και τον καρπό (Wearing 2006a).

Έτσι λοιπόν, είναι κατανοητό ότι το σώμα δεν είναι κατασκευασμένο να υπομένει την περίσσια μάζας και τα φορτία όπου προσθέτονται στις αρθρώσεις των υπέρβαρων και παχύσαρκων ατόμων, με αποτέλεσμα πολλές από αυτές να εμφανίζουν σημαντικές αλλοιώσεις στη δομή τους.

Δεδομένης της παγκόσμιας αύξησης της παχυσαρκίας και την ταχεία αύξηση των μυοσκελετικών παθήσεων, είναι ανάγκη να καθοριστούν οι φυσικές συνέπειες της συνεχούς και επαναλαμβανόμενης φόρτισης των μεγάλων δομών του κινητικού συστήματος στους παχύσαρκους και να διαπιστωθεί ο τρόπος με τον οποίο η παχυσαρκία μπορεί να αλληλεπιδρά με άλλους παράγοντες για να αυξήσει τον κίνδυνο των μυοσκελετικών ασθενειών.

Μέχρι σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας έχει επικεντρωθεί στις επιπτώσεις της παχυσαρκίας στα οστά και στις εκφυλιστικές διαταραχές των αρθρώσεων, όπως ο κίνδυνος κατάγματος και η οστεοαρθρίτιδα, πάρα το γεγονός ότι υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι η παχυσαρκία μπορεί να έχει μια βαθύτερη επίδραση στη δομή των μαλακών ιστών, όπως οι τένοντες οι σύνδεσμοι και οι περιτονίες.

Η εργασία αυτή λοιπόν, έχει ως στόχο να παράσχει μια ανασκόπηση των μυοσκελετικών παθήσεων και να παρουσιάσει τον αντίκτυπο της πλεονάζουσας μάζας και του φορτίου στις δομές όπου πλήττονται, και επίσης να αναλύσει τυχόν μηχανικές επιδράσεις σε αυτές.

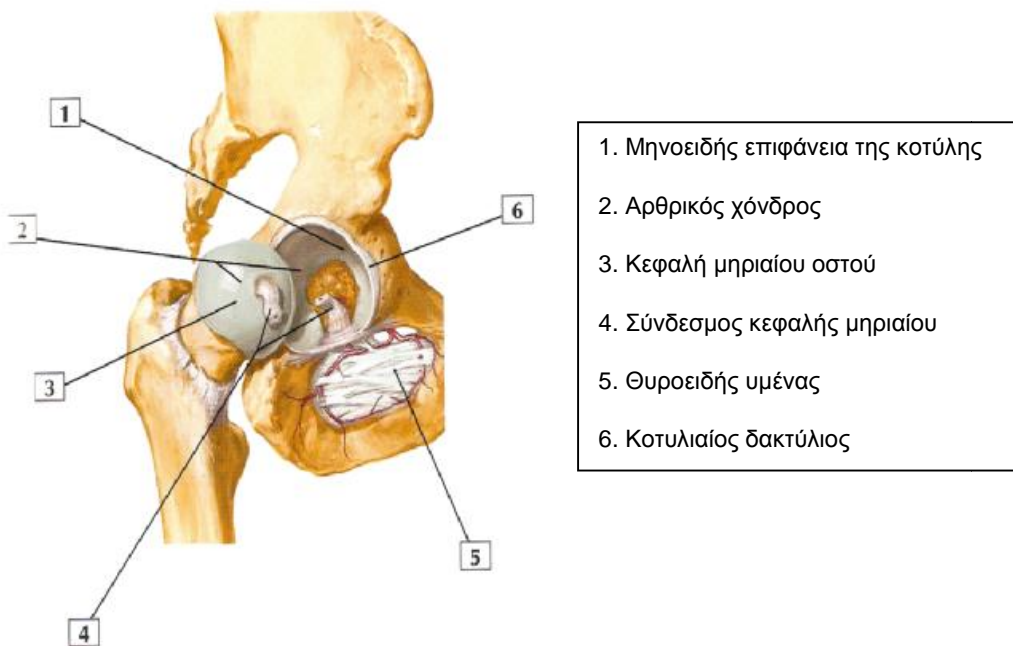


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### Δομή του Κάτω Άκρου

#### 1.1 Δομή του Ισχίου

Το ισχίο είναι μια σφαιροειδής άρθρωση. Η σφαίρα είναι η κεφαλή του μηριαίου οστού, η οποία σχηματίζει περίπου τα δυο τρίτα μιας σφαίρας. Η θήκη είναι μια κοίλη κοτύλη, η οποία βρίσκεται σε πλάγια γωνία σε μια πρόσθια, εξωτερική και κατώτερη κατεύθυνση. Ο αρθρικός χόνδρος καλύπτει και τις δυο αρθρικές επιφάνειες. Ο χόνδρος της κοτύλης είναι πιο παχύς στην περιφέρεια του, όπου και ενώνεται με τον επιχείλιο χόνδρο, τον κοτυλιαίο δακτύλιο, που συνεισφέρει στην ισορροπία της άρθρωσης.

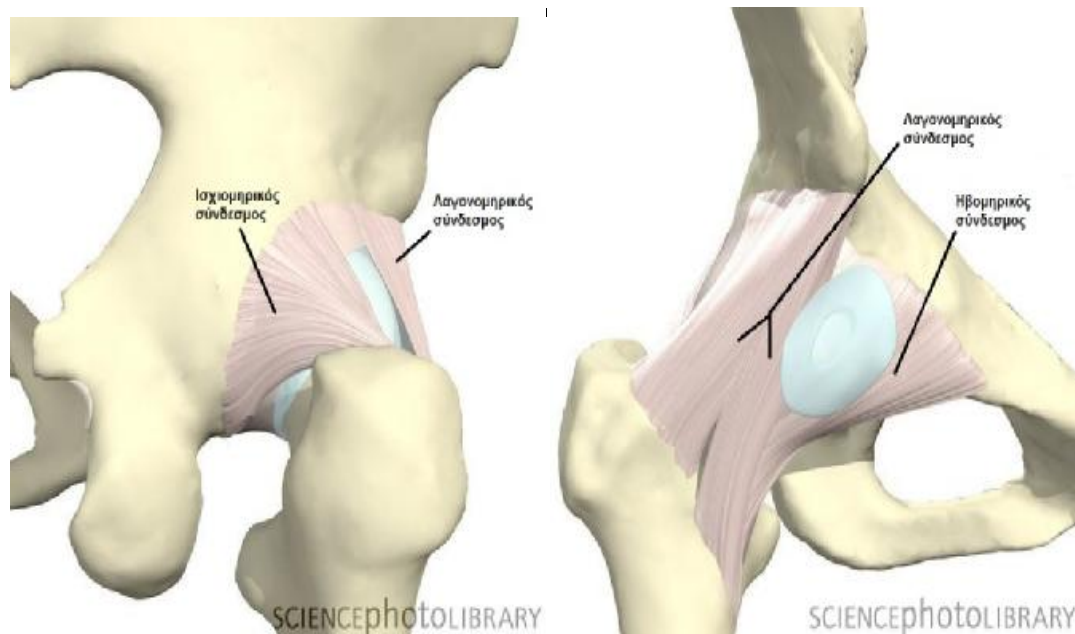


Εικόνα 1: Άρθρωση του ισχίου, έξω άποψη

Αρκετοί μεγάλοι και ισχυροί σύνδεσμοι συνεισφέρουν επίσης στην ισορροπία του ισχίου. Ο ιδιαίτερα δυνατός λαγονομηρικός και ηβομηρικός σύνδεσμος ενισχύουν την πρόσθια πλευρά του αρθρικού θύλακα, με τον ισchioμηρικό σύνδεσμο να ενισχύει την οπίσθια πλευρά. Η τάση σε αυτούς τους μείζονες συνδέσμους τείνει να στρέψει την κεφαλή του μηριαίου οστού μέσα στην κοτύλη κατά την έκταση του ισχίου.

Μέσα στον αρθρικό θύλακα ο στρογγύλος σύνδεσμος παρέχει άμεση σύνδεση μεταξύ του χείλους της κοτύλης με την κεφαλή του μηριαίου οστού.

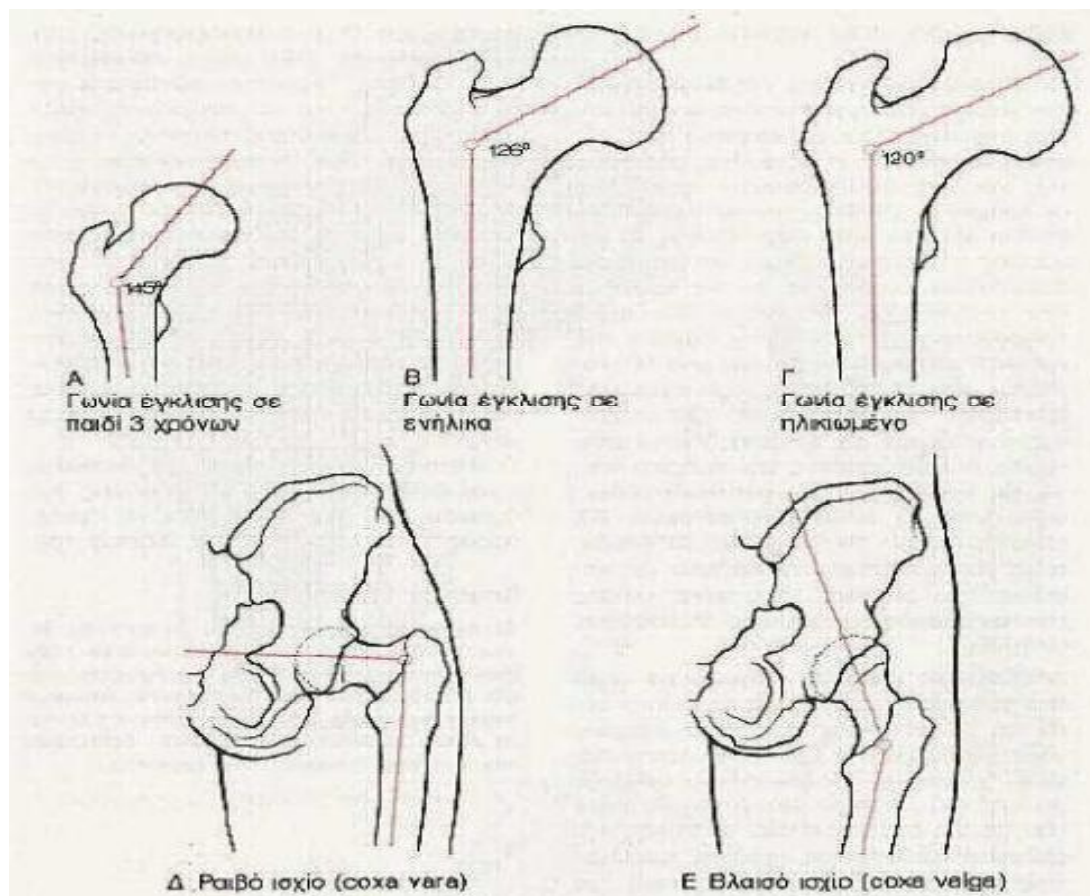
Στην άρθρωση του ισχίου, αρκετοί ορογόνοι θύλακοι είναι παρόντες στους περιβάλλοντες ιστούς για να βοηθήσουν στη λίπανση τους. Οι σημαντικότεροι από τους θύλακες αυτούς εντοπίζονται κάτω από τον λαγονοψοίτη και τον μέγα γλουτιαίο. Ο πρώτος βρίσκεται μεταξύ του λαγονοψοίτη και του αρθρικού θύλακα, εξυπηρετώντας στη μείωση της τριβής μεταξύ αυτών των δομών. Ο δεύτερος αποτελεί ένα «μαξιλαράκι» μεταξύ του μείζονος τροχαντήρα του μηριαίου οστού και του μέγα γλουτιαίου στο σημείο της πρόσφυσης του με την λαγονιοκνημιαία ταινία.



Εικόνα 2: Άρθρωση του ισχίου, οπίσθια και πρόσθια άποψη

Το μηριαίο οστό είναι το κύριο οστό στήριξης του βάρους και είναι το μακρύτερο, μεγαλύτερο και δυνατότερο οστό του σώματος. Το λιγότερο δυνατό μέρος του είναι ο ανατομικός αυχένας, που είναι μικρότερος σε διάμετρο από το υπόλοιπο οστό και αδύναμος εσωτερικά, λόγω του ότι αποτελείται κύριος από σπογγώδη οστέινη ουσία. Το μηριαίο οστό βρίσκεται υπό πλάγια έσω γωνία σε σχέση με το ισχίο κατά τη φάση στήριξης από το ένα μόνο κάτω άκρο, κάτω από το κέντρο βάρους του σώματος (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.234-235).

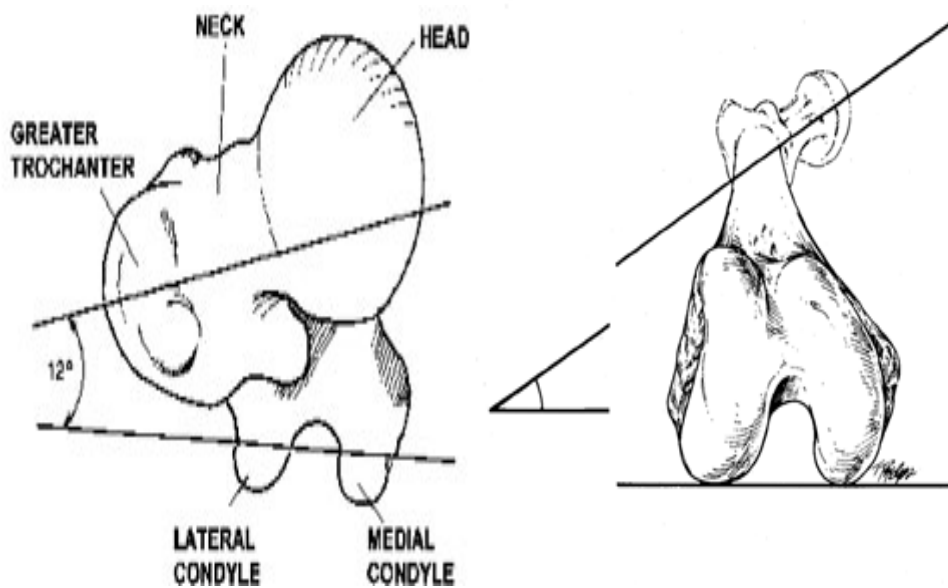
Η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του ανατομικού αυχένα και του σώματος του μηριαίου καλείται αυχENOδιαφυσιαία ή γωνία έγκλισης. Στο νεογνό φθάνει περίπου τις  $150^{\circ}$  και τον τρίτο χρόνο ελαττώνεται στις  $145^{\circ}$ . Στους ενήλικες η γωνία κυμαίνεται από  $126^{\circ} - 128^{\circ}$ , ενώ στους υπερήλικες φθάνει στις  $120^{\circ}$ . Η γωνία έγκλισης επηρεάζει τη σχέση του σώματος του μηριαίου με τη γραμμή φόρτισης του κάτω άκρου, η οποία φυσιολογικά διέρχεται από το μέσο της κεφαλής του μηριαίου, δια της μεσότητας της άρθρωσης του γόνατος, μέχρι τη μεσότητα του αστραγάλου.



Εικόνα 3: Α, Β, Γ γωνία έγκλισης, Δ ραιβό ισχίο, Ε βλαισό ισχίο

Το μηριαίο οστό εμφανίζει επίσης τη λεγόμενη γωνία συστροφής περί τον επιμήκη άξονα του, έτσι ώστε ο εγκάρσιος άξονας του άνω άκρου του που διέρχεται από τον ανατομικό του αυχένα και φέρεται λοξά προς τα εμπρός και έσω, να σχηματίζει με τον κατά μέτωπο φερόμενο εγκάρσιο άξονα του κάτω άκρου του, που διέρχεται από τους μηριαίους κονδύλους γωνία ανοιχτή προς τα εμπρός και έσω.

Στους Ευρωπαίους η γωνία αυτή ανέρχεται κατά μέσο όρο στις  $12^\circ$ . Με τη γωνία συστροφής οι κινήσεις κάμψης του ισχίου μετατρέπονται σε στροφικές κινήσεις της κεφαλής του μηριαίου. Ανώμαλες τιμές της γωνίας συστροφής έχουν αποτέλεσμα άτυπες θέσεις των κάτω ακρών (Platzer W.1985 Εγχειρίδιο Ανατομικής του Ανθρώπου Τόμος 1, Μυοσκελετικό σύστημα p.192) .



Εικόνα 4: Μηριαίο οστό. Γωνία συστροφής (από δυο οπτικές γωνίες)

### 1.1.1 Μύες του ισχίου

Μύες	Έκφυση	Κατάφυση	Νεύρωση	Ενέργεια
Μείζων ψοίτης	εγκάρσιες αποφύσεις, σώματα και μεσοσπονδύλιοι δίσκοι των Θ12-Ο5	ελάσσονα τροχαντήρα	Οσφυϊκό πλέγμα	κάμπτει τον μηρό στο ισχίο
Λαγόνιος	Λαγόνιος βόθρος	ελάσσονα τροχαντήρα	Μηριαίο νεύρο	Κάμπτει τον μηρό στο ισχίο
Τείνων την πλατεία περιτονία	πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα και λαγόνια ακρολοφία	λαγονοκνημιαία ταινία	Άνω γλουτιαίου νεύρου	κάμπτει, απάγει και στρέφει προς τα έσω τον μηρό
Ραπτικός	Πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα	άνω έσω επιφάνεια διάφυσης μηριαίου	Μηριαίο νεύρο	καμπτήρας, απαγωγός και έξω στροφέας μηρού, κάμπτει και στρέφει έσω τη κνήμη
Ορθός μηριαίος	πρόσθια κάτω λαγόνια άκανθα και το λαγόνιο οστό	βάση της επιγονατίδας και μέσω της επέκτασης του επιγονατιδικού συνδέσμου στο κνημιαίο κύρτωμα	Μηριαίο νεύρο	Έκταση της κνήμης και κάμψη του μηρού
Κτενίτης	κτενιαία επιφάνεια του ηβικού	κάτω από τον ελάσσονα τροχαντήρα στο σώμα του μηριαίου	Μηριαίο νεύρο	Προσάγει, κάμπτει και βοηθά στη έσω στροφή
Μακρός προσαγωγός	σώμα του ηβικού αμέσως κάτω από το ηβικό φύμα	τραχεία γραμμή του μηριαίου οστού	Θυροειδές νεύρο	Προσάγει το μηρό και στρέφει έξω
Βραχύς προσαγωγός	σώμα και κάτω κλάδο του ηβικού	κτενιαία επιφάνεια και τραχεία γραμμή	Θυροειδές νεύρο	Προσάγει, κάμπτει, στρέφει προς τα έσω
Μεγάλος προσαγωγός	κάτω κλάδο του ηβικού οστού, τον κλάδο του ισχιακού οστού και το ισχιακό κύρτωμα	Γλουτιαίο τράχυσμα, τραχεία γραμμή, έσω υπερκονδύλια γραμμή και το φύμα του μεγάλου προσαγωγού	θυροειδές νεύρο	προσαγωγός του μηρού. Η ανώτερη μοίρα κάμπτει, στρέφει προς τα έσω, η κατώτερη μοίρα εκτείνει και στρέφει έξω
Ισχνός μης	σώμα και των κάτω κλάδο του ηβικού οστού	έσω επιφάνεια του έσω κνημιαίου κονδύλου	Θυροειδές νεύρο	Προσάγει το μηρό, κάμπτει την κνήμη, στρέφει προς τα έσω την κνήμη
Μεγάλος γλουτιαίος	οπίσθια γραμμή του λαγονιού, τις ραχιαίες επιφάνειες του ιερού και του κόκκυγα, μείζων ισχιοϊερό σύνδεσμο	λαγονοκνημιαία ταινία και γλουτιαίο τράχυσμα του μηριαίου οστού	Κάτω γλουτιαίο νεύρο	ισχυρός εκτείνοντας και έξω στροφέας του μηρού
Μέσος γλουτιαίος	έξω επιφάνεια του λαγονιού οστού	μείζων τροχαντήρα	Άνω γλουτιαίο νεύρο	απαγωγός και έσω στροφέας του μηρού
Μικρός γλουτιαίος	έξω επιφάνεια του λαγονιού	μείζων τροχαντήρα	Άνω γλουτιαίο νεύρο	απάγει και στρέφει προς τα έσω τον μηρό
Ημιτενοντώδης	ισχιακό κύρτωμα	έσω επιφάνεια του έσω κνημιαίου κονδύλου	κνημιαία μοίρα του ισχιακού νεύρου	Κάμπτει και στρέφει την κνήμη προς τα έσω, έκταση του μηρού
Ημιμυμένωδης	ισχιακό κύρτωμα	έσω κνημιαίος κονδύλος	κνημιαία μοίρα του ισχιακού νεύρου	Κάμπτει και στρέφει προς τα έσω την κνήμη, εκτείνει το μηρό
Δικέφαλος μηριαίος	Η μακρά κεφαλή: ισχιακό κύρτωμα	έξω επιφάνεια της κεφαλής της περόνης	Η μακρά κεφαλή:κνημιαία μοίρα του ισχιακού	κάμπτει την κνήμη στο γόνατο και από την θέση αυτή στρέφει την κνήμη προς τα έξω Η μακρά κεφαλή εκτείνει το μηρό
Έξι Έξω Στροφέις	Ιερό οστό, λαγόνιο οστό, ισχίο	Οπίσθια επιφάνεια μείζονα τροχαντήρα	Ο5-Ι2	Έξω στροφή

## 1.2 Δομή του Γόνατος

Η δομή του γόνατος επιτρέπει την υποδοχή μεγάλων φορτίσεων αλλά και την κινητικότητα που χρειάζεται για κινητικές δραστηριότητες. Το γόνατο είναι μια μεγάλη διάρθρωση, που περιλαμβάνει τρεις αρθρώσεις μέσα στον αρθρικό θύλακα. Οι αρθρώσεις που υπομένουν τις επιβαρύνσεις είναι οι δυο κονδυλοειδείς αρθρώσεις της μηροκνημιαίας άρθρωσης, ενώ η τρίτη άρθρωση είναι η επιγονατιδομηριαία. Παρόλο που δεν είναι μέρος του γόνατος η άνω κνημοπερονιαία άρθρωση συνδέεται με μαλακούς ιστούς, που επίσης επηρεάζουν ελαφρώς την κίνηση του γόνατος.



Εικόνα 5: Άρθρωση του γόνατος, πλάγια έξω άποψη

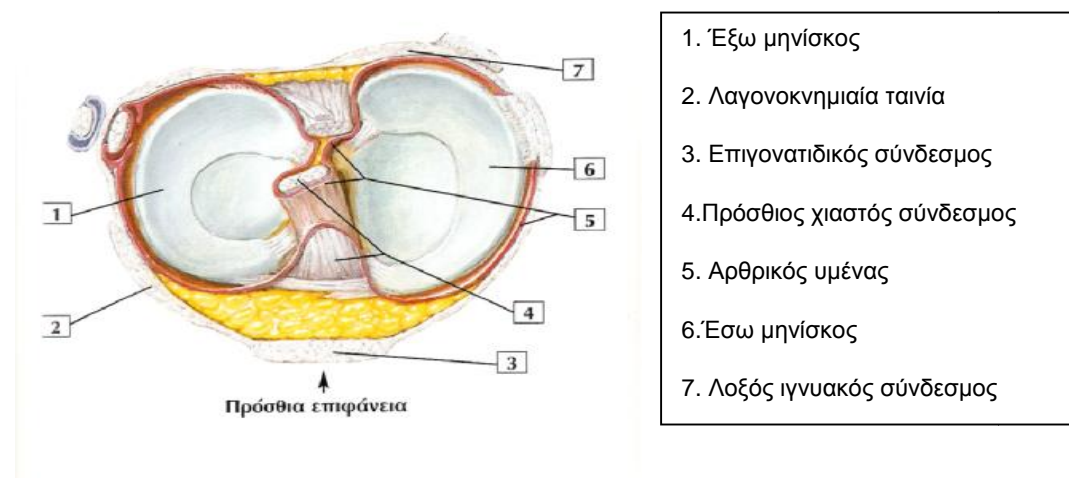
### 1.2.1 Μηροκνημιαία άρθρωση

Οι έσω και έξω κόνδυλοι της κνήμης και του μηριαίου οστού αρθρώνονται για να σχηματίσουν δυο γειτονικές κονδυλοειδείς αρθρώσεις. Αυτές οι αρθρώσεις λειτουργούν μαζί κυρίως ως μια τροποποιημένη άρθρωση λόγω των περιοριστικών συνδέσμων, με μερικές πλάγιες και στροφικές κινήσεις να επιτρέπονται. Οι κόνδυλοι της κνήμης σχηματίζουν μικρές κοιλότητες που διαχωρίζονται από το μεσοκονδύλιο έπαρμα. Επειδή ο έσω και έξω κόνδυλος του μηριαίου διαφέρουν κάπως σε μέγεθος, σχήμα και προσανατολισμό, η κνήμη στρέφεται εξωτερικά ως προς το μηριαίο κατά τις τελευταίες μοίρες έκτασης για να δημιουργήσει το «κλείδωμα του γόνατος».

Αυτό το φαινόμενο φέρνει το γόνατο στη θέση μεγίστης σταθερότητας στην πλήρη έκταση (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.242-243).

### 1.2.2 Μηνίσκοι

Οι μηνίσκοι είναι ινοχόνδρινοι μηνοειδείς δίσκοι και προσφύονται σταθερά στις άνω γλάνες της κνήμης με τους στεφαναίους συνδέσμους και στον αρθρικό θύλακα. Συνδέονται επίσης μεταξύ τους με τον εγκάρσιο σύνδεσμο. Οι μηνίσκοι είναι πιο παχύς στην περιφέρεια τους, όπου ίνες από τον αρθρικό θύλακα τους συνδέουν σταθερά στην κνήμη. Από την εσωτερική τους πλευρά και οι δυο μηνίσκοι λεπταίνουν φθάνοντας σε πάχος περίπου χαρτιού. Έτσι προσδίδουν μεγαλύτερο βάθος στις κνημιαίες γλάνες και βοηθούν στην απορρόφηση των κραδασμών στο γόνατο. Η εσωτερική δομή των έσω δυο τριτημόριων κάθε μηνίσκου ανταποκρίνεται πολύ καλά στη συμπίεση. Η τάση στη μηροκνημιαία άρθρωση θα μπορούσε να είναι μέχρι και τρεις φορές μεγαλύτερη χωρίς αυτούς (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.244).



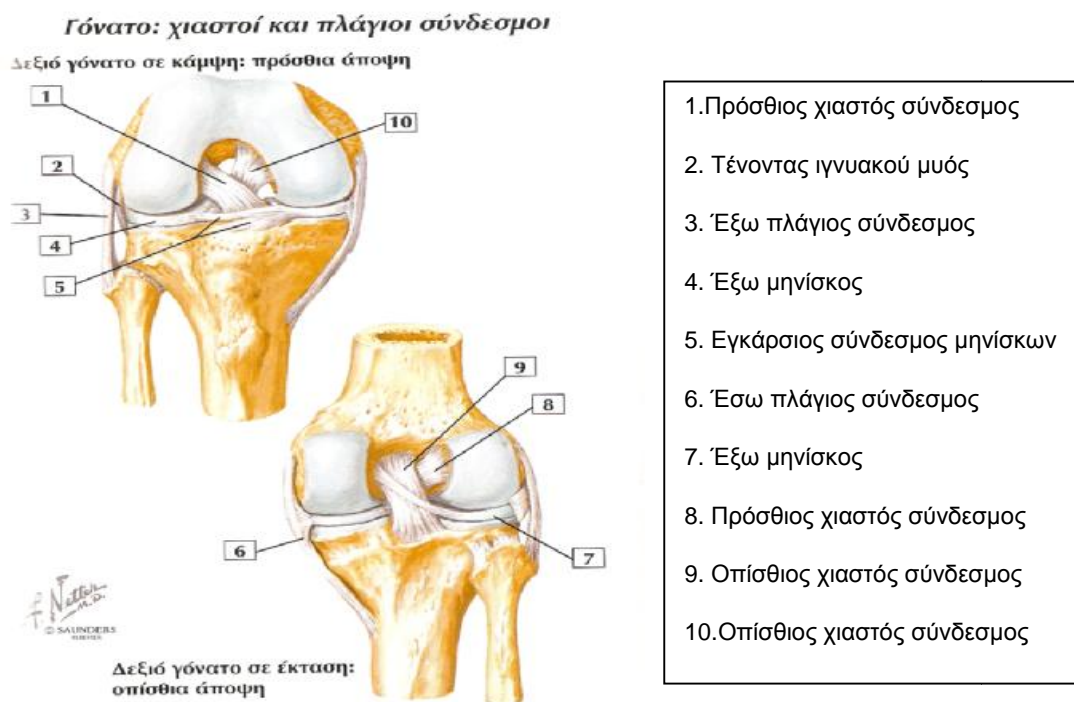
Εικόνα 6: Γόνατο, εσωτερικά (άνω άποψη)

### 1.2.3 Σύνδεσμοι

Πολλοί σύνδεσμοι περνούν από το γόνατο αυξάνοντας σημαντικά την σταθερότητα του. Ο έσω και έξω πλάγιος σύνδεσμος εμποδίζουν την πλάγια μετατόπιση στο γόνατο. Ίνες του έσω πλάγιου συνδέσμου ενώνονται με τον αρθρικό θύλακα και τον έσω μηνίσκο για να συνδέσουν το έσω επικονδύλιο του μηριαίου οστού με την έσω πλευρά της κνήμης.



Η πρόσφυση είναι μόλις κάτω από τον χήναιο πόδα, την κοινή κατάφυση του ημιτενοντώδη, ημιυμενώδη και ισχνού προσαγωγού στην κνήμη, τοποθετώντας έτσι το σύνδεσμο ώστε να αντιστέκεται στην απευθείας έσω πλευρική διάτμηση (βλαισθή) και σε στυπτικές δυνάμεις που δρουν στο γόνατο. Ο έξω πλάγιος σύνδεσμος συνδέει το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα του μηριαίου οστού με την κεφαλή της περόνης, συνεισφέροντας στην εξωτερική σταθερότητα του γόνατος.



Εικόνα 7: Γόνατο, πρόσθια και οπίσθια άποψη

Ο πρόσθιος και οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος περιορίζουν την πρόσθια και οπίσθια ολίσθηση του μηριαίου οστού στις γλήνες της κνήμης κατά την κάμψη και έκταση και περιορίζουν την υπερέκταση του γόνατος. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος εκφύεται από τον πρόσθιο μεσογλήνιο βόθρο της κνήμης, μπροστά από το μεσογλήνιο έπαρμα και καταφύεται στην οπίσθια εσωτερική επιφάνεια του έξω κονδύλου του μηριαίου οστού. Ο κοντύτερος και δυνατότερος οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος εκφύεται από τον οπίσθιο μεσογλήνιο βόθρο της κνήμης και καταφύεται στην πρόσθια εξωτερική επιφάνεια του έσω κονδύλου του μηριαίου οστού. Πολλοί άλλοι σύνδεσμοι συνεισφέρουν στη σταθερότητα του γόνατος. Ο λοξός και τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος διέρχονται από την οπίσθια πλευρά του γόνατος.



Μια άλλη σταθεροποιητική δομή είναι η λαγονοκνημιαία ταινία, μια ευρεία πεπλατυσμένη δεσμίδα της περιτονίας του τείνοντα την πλατεία περιτονία μύος, με προσφύσεις στον έξω κόνδυλο του μηριαίου οστού και το έξω φύμα της κνήμης, η οποία έχει υποτεθεί ότι λειτουργεί ως ένας πρόσθιος πλευρικός σύνδεσμος του γόνατος (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.245).

#### 1.2.4 Επιγονατιδομηριαία άρθρωση

Η επιγονατιδομηριαία άρθρωση είναι η διάρθρωση της επιγονατίδας, που έχει τριγωνικό σχήμα και περικλείεται από τον επιγονατιδικό τένοντα, μεταξύ των μηριαίων κονδύλων. Η οπίσθια επιφάνεια της καλύπτεται από αρθρικό χόνδρο. Η επιγονατίδα εκτελεί πολλές εμβιομηχανικές λειτουργίες. Η πιο προφανής είναι η αύξηση της γωνίας έλξης του τένοντα του τετρακέφαλου στην κνήμη, έτσι ώστε βελτιώνεται το μηχανικό πλεονέκτημα του τετρακέφαλου κατά την έκταση του γόνατος έως και 50%. Επίσης συγκεντρώνει τις αποκλίνουσες δυνάμεις από τον τετρακέφαλο μυ και τις μεταδίδει στον επιγονατιδικό τένοντα. Η επιγονατίδα ακόμη αυξάνει την επιφάνεια επαφής μεταξύ του επιγονατιδικού τένοντα και του μηριαίου οστού, μειώνοντας έτσι την φόρτιση λόγω της επαφής στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση. Τέλος παρέχει κάποια προστασία στην πρόσθια πλευρά του γόνατος.

#### 1.2.5 Αρθρικός θύλακας και ορογόνοι θύλακοι

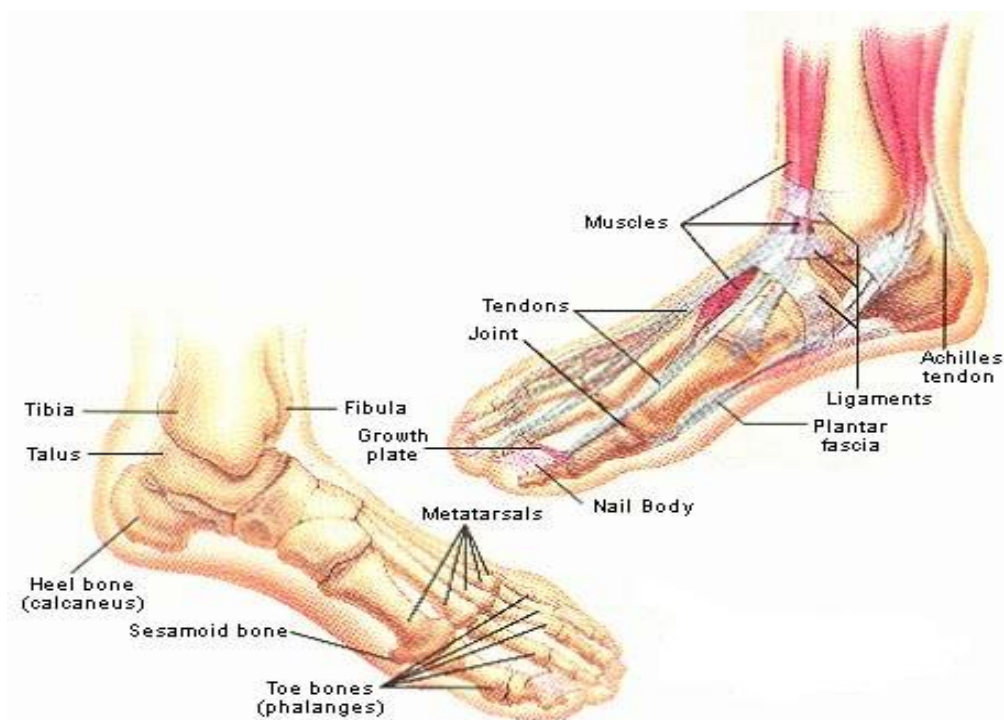
Ο λεπτός αρθρικός θύλακας του γόνατος είναι μεγάλος και χαλαρός και περιστοιχίζει την μηροκνημιαία και την επιγονατιδομηριαία άρθρωση. Πολλοί ορογόνοι θύλακοι βρίσκονται μέσα και γύρω από τον αρθρικό θύλακα για να μειώσουν την τριβή κατά τη διάρκεια των κινήσεων του γόνατος. Ο υπερεπιγονατιδικός ορογόνος θύλακος, ο οποίος βρίσκεται μεταξύ του μηριαίου οστού και του τένοντα του τετρακέφαλου, είναι ο μεγαλύτερος ορογόνος θύλακος του σώματος. Άλλοι σημαντικοί θύλακοι είναι αυτός του ιγνυακού και ο θύλακος του ημιμυενώδη μύος (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.246).

### 1.2.6 Μύες του γόνατος

Μύες	Έκφυση	Κατάφυση	Νεύρωση	Ενέργεια
Ραπτικός	Πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα	άνω έσω επιφάνεια διάφυσης μηριαίου	Μηριαίο νεύρο	καμπτήρας, απαγωγός και έξω στροφέας μηρού, κάμπτει και στρέφει έσω τη κνήμη
Ορθός μηριαίος	πρόσθια κάτω λαγόνια άκανθα και το λαγόνιο οστό	βάση της επιγονατίδας και μέσω της επέκτασης του επιγονατιδικού συνδέσμου στο κνημιαίο κύρτωμα	Μηριαίο νεύρο	Έκταση της κνήμης και κάμψη του μηρού
Έξω πλατύς	μείζονα τροχαντήρα και έξω κράσπεδο της τραχείας γραμμής του μηριαίου	πλάγια χείλη της επιγονατίδας και στον τένοντα του ορθού μηριαίου	Μηριαίο νεύρο	Έκταση της κνήμης
Μέσος πλατύς	πρόσθια και έξω επιφάνεια διάφυσης μηριαίου και έξω μεσομύιο διάφραγμα	οπίσθια επιφάνεια του άνω χείλος της επιγονατίδας	Μηριαίο νεύρο	Έκταση της κνήμης
Έσω πλατύς	πρόσθια μεσοτροχαντήρια γραμμή, το έσω κράσπεδο της τραχείας γραμμής και το έσω μεσομύιο διάφραγμα.	στο έσω χείλος του τένοντα του τετρακέφαλου και στο έσω χείλος τις επιγονατίδας	Μηριαίο νεύρο	Έκταση της κνήμης
Ισχνός μυς	σώμα και των κάτω κλάδο του ηβικού οστού	έσω επιφάνεια του έσω κνημιαίου κονδύλου	Θυροειδές νεύρο	Προσάγει το μηρό, κάμπτει την κνήμη, στρέφει προς τα έσω την κνήμη
Ημιτενοντώδης	ισχιακό κύρτωμα	έσω επιφάνεια του έσω κνημιαίου κονδύλου	κνημιαία μοίρα του ισχιακού νεύρου	Κάμπτει και στρέφει την κνήμη προς τα έσω, έκταση του μηρού
Ημιϋμενώδης	ισχιακό κύρτωμα	έσω κνημιαίος κονδύλος	κνημιαία μοίρα του ισχιακού νεύρου	Κάμπτει και στρέφει προς τα έσω την κνήμη, εκτείνει το μηρό
Δικέφαλος μηριαίος	Η βραχεία κεφαλή: τραχεία γραμμή και έξω υπερκονδύλια γραμμή του μηριαίου	έξω επιφάνεια της κεφαλής της περόνης	Η βραχεία κεφαλή: κοινή περοναία μοίρα του ισχίου	κάμπτει την κνήμη στο γόνατο και από την θέση αυτή στρέφει την κνήμη προς τα έξω
Γαστροκνήμιος	Η έξω κεφαλή πάνω από τον έξω μηριαίο κόνδυλο. Η έσω κεφαλή πάνω από τον του έσω μηριαίο κόνδυλο	οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας	κνημιαίο νεύρο	πελματιαία κάμψη στην ποδοκνημική, κάμπτει την κνήμη
Ιγνυακός	Βόθριο ιγνυακού κάτω από το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα	Ιγνυακή επιφάνεια της οπίσθια επιφάνεια της κνήμης,	Κνημιαίο νεύρο	Κάμπτει και στρέφει προς τα έσω την κνήμη
Μάκρος πελματικός	πάνω από τον έξω μηριαίο κόνδυλο	οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας	κνημιαίο νεύρο	πελματιαία κάμψη και την κάμψη της κνήμης

### 1.3 Δομή της Ποδοκνημικής

Η περιοχή της ποδοκνημικής περιλαμβάνει την κάτω κνημοπερονιαία, την αστραγαλοκνημική και την αστραγαλοπερονιαία άρθρωση. Η κάτω κνημοπερονιαία άρθρωση είναι μια συνδέσμωση όπου πυκνοί ινώδεις ιστοί συνδέουν τα οστά μεταξύ τους. Η άρθρωση υποστηρίζεται από τον πρόσθιο και οπίσθιο κνημοπερονιαίο σύνδεσμο, όπως και από τον μεσόστεο κνημοπερονιαίο σύνδεσμο. Η περισσότερη κίνηση στην ποδοκνημική συμβαίνει στην αστραγαλοκνημική γίγγλυμη άρθρωση, όπου η κυρτή επιφάνεια του άνω αστράγαλου αρθρώνεται με την κοίλη επιφάνεια του κάτω άκρου της κνήμης. Οι τρεις αυτές αρθρώσεις εσωκλείονται σε ένα αρθρικό θύλακα που είναι παχύτερος στην εσωτερική πλευρά και πολύ λεπτός στην οπίσθια. Τρεις σύνδεσμοι, ο πρόσθιος και οπίσθιος αστραγαλοπερονικός και ο περνοπερονικός, ενισχύουν εξωτερικά τον αρθρικό θύλακα. Οι τέσσερις ζώνες του δελτοειδή συνδέσμου συνεισφέρουν στην σταθερότητα της εσωτερικής πλευράς (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.257).



Εικόνα 8: Ποδοκνημική και άκρος πόδας. Έσω άποψη (πάνω :σύνδεσμοι και τένοντες, κάτω: οστά)

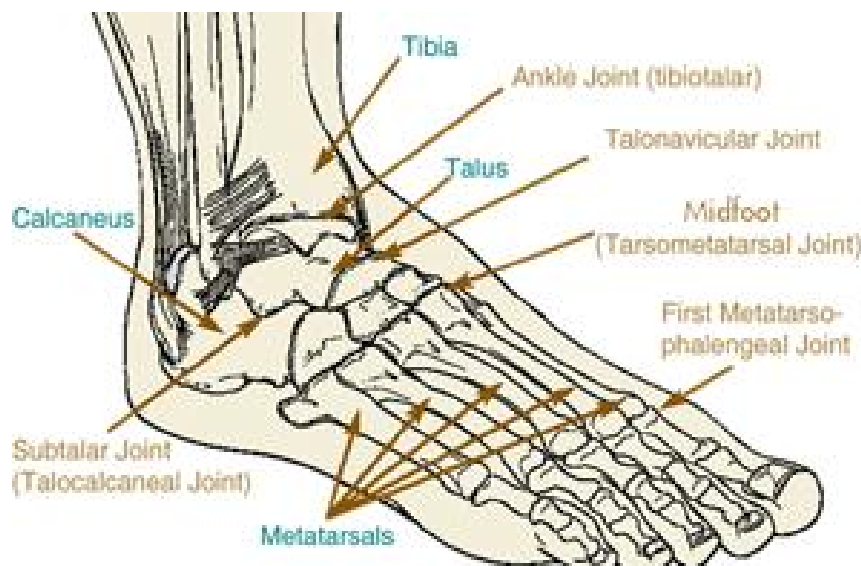
## 1.4. Δομή του Άκρου Πόδα

Ο άκρος πόδας είναι μια δομή που περιλαμβάνει πολλές αρθρώσεις. Αποτελείται συνολικά από 26 οστά με ένα μεγάλο αριθμό αρθρώσεων. Σε αυτές περιλαμβάνονται η υπαστραγαλική και οι μεσοτάρσιες αρθρώσεις και αρκετές ταρσομετατάρσιες, μεσομετατάρσιες, μεταταρσιοφαλαγγικές και μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις.

Τα οστά και οι αρθρώσεις του άκρου πόδα παρέχουν ένα θεμέλιο στήριξης για το υπόλοιπο σώμα και προσαρμογή σε ανώμαλες επιφάνειες κατά τη βάρδιση και απορρόφηση κραδασμών.

### 1.4.1.1 Υπαστραγαλική άρθρωση

Η υπαστραγαλική άρθρωση βρίσκεται κάτω από την ποδοκνημική, όπου πρόσθιες και οπίσθιες πλευρές της ποδοκνημικής αρθρώνονται με το υπέρεισμα του αστράγαλου της πτέρνας. Τέσσερις αστραγαλοπτερνικοί σύνδεσμοι συνδέουν την ποδοκνημική και την πτέρνα. Η άρθρωση είναι ουσιαστικά πολυαξονική, με μια σχετικά λοξή ευθυγράμμιση στα βασικά περιγραφικά επίπεδα κίνησης.



Εικόνα 9: Αρθρώσεις άκρου πόδα

#### 1.4.1.2 Ταρσομετατάρσιες και Μεσομετατάρσιες αρθρώσεις

Οι ταρσομετατάρσιες και μεσομετατάρσιες αρθρώσεις είναι μη αξονικές, με τα σχήματα των οστών και τους περιοριστικούς συνδέσμους να επιτρέπουν μόνο ολισθητικές κινήσεις. Αυτές οι αρθρώσεις επιτρέπουν στον άκρο πόδα να λειτουργεί ως μια ημι-άκαμπτη μονάδα, ή να προσαρμόζεται εύκολα σε ανώμαλες επιφάνειες κατά τη στήριξη του σωματικού βάρους.

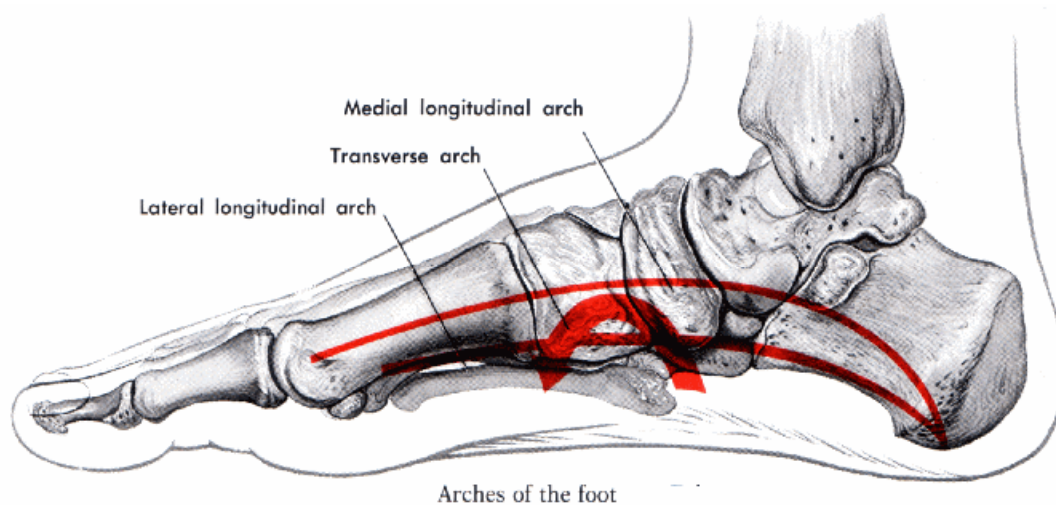
#### 1.4.1.3 Μεταταρσιοφαλαγγικές και Μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις

Οι μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις είναι κονδυλοειδείς και οι μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις είναι γίγγλιμες. Αρκετοί σύνδεσμοι παρέχουν ενίσχυση στις αρθρώσεις αυτές. Τα δάκτυλα λειτουργούν για να εξομαλύνουν την μετατόπιση του βάρους στον αντίθετο άκρο πόδα κατά τη βάδιση και βοηθούν στη διατήρηση της σταθερότητας κατά την στήριξη του σωματικού βάρους με το να πιέζουν στο έδαφος όποτε χρειάζεται.

#### 1.4.2 Ποδικές καμάρες

Ο ταρσός και τα μετατάρσια οστά του άκρου πόδα σχηματίζουν τρεις καμάρες. Η έσω και έξω επιμήκης κάμαρα εκτείνονται από την πτέρνα στα μετατάρσια και στα οστά του ταρσού. Η εγκάρσια κάμαρα σχηματίζεται από τις βάσεις των μεταταρσίων οστών. Η πελματιαία απονεύρωση και άλλοι σύνδεσμοι, υποστηρίζουν τις ποδικές καμάρες. Ο πελματιαίος πτεροσκαφοειδής σύνδεσμος είναι ο κύριος υποστηρικτής της έσω διαμήκους καμάρας. Ο μάκρος πελματιαίος σύνδεσμος παρέχει την περισσότερη υποστήριξη στην έξω επιμήκη κάμαρα, με βοήθεια από τον βραχύ πελματιαίο σύνδεσμο. Παχιές ινώδεις, ενωμένες μεταξύ τους δεσμίδες συνδετικού ιστού, γνωστές ως πελματιαία απονεύρωση, εκτείνονται πάνω από την πελματιαία επιφάνεια του άκρου πόδα, βοηθώντας στη υποστήριξη της επιμήκους καμάρας.

Όταν παρουσιάζεται μυϊκή τάση, οι μύες του άκρου πόδα, και ιδιαίτερα ο οπίσθιος κνημιαίος συνεισφέρουν επίσης στην υποστήριξη των καμαρών και των αρθρώσεων από τις οποίες διέρχονται. Όταν οι καμάρες παραμορφώνονται κατά τη διάρκεια στήριξης του σωματικού βάρους, αποθηκεύεται μηχανική ενέργεια στους διατεταμένους τένοντες και συνδέσμους και στην πελματιαία απονεύρωση (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.259-261).



Εικόνα 10: Ποδικές καμάρες

### 1.4.3 Μύες της ποδοκνημικής και του άκρου πόδα

Μύες	Έκφυση	Κατάφυση	Νεύρωση	Ενέργεια
Μάκρος περνιαίος	κεφαλή και έξω επιφάνεια της περόνης	στη βάση του 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου και έσω σφηνοειδές	επιτολής περνιαίο νεύρο	Πρηνίζει και κάμπτει πελματιαία το πόδι
Βραχύς περνιαίος	δυο τριτημόρια της έξω επιφάνειας της περόνης	βάση του 5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	επιτολής περνιαίο νεύρο	πρηνίζει και κάμπτει πελματιαία το πόδι
Πρόσθιος κνημιαίος	έξω επιφάνεια της κνήμης ,και μεσόστεο υμένα της	έσω και κάτω επιφάνεια του έσω σφηνοειδούς και βάση του 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	εν τω βάθει περνιαίο νεύρο	ραχιαία κάμψη στο πόδι και τα το υπτιάζει
Τρίτος περνιαίος	Πρόσθιο χείλος της περόνης , έξω κόνδυλο κνήμης	Βάση 5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	εν τω βάθει περνιαίο νεύρο	Ανάσπαση έξω χείλους και ραχιαία κάμψη
Μάκρος εκτείνων τον μεγάλο δάκτυλο	Έσω επιφάνεια της περόνης και μεσόστεο υμένα	ραχιαία επιφάνεια της ονυχοφόρου φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου	εν τω βάθει περνιαίο νεύρο	εκτείνει τον μεγάλο δάκτυλο και ραχιαία κάμψη και τον υπτιασμός του ποδιού
Μάκρος εκτείνων τους δάκτυλους	Πρόσθιο χείλος της περόνης , έξω κόνδυλο κνήμης	τέσσερις τένοντες για το 2 <sup>ο</sup> -5 <sup>ο</sup> δάκτυλο	Εν τω βάθει περνιαίο	Εκτείνει τους δακτύλους, κάμπτει ραχιαία το πόδι
Γαστροκνήμιος	Η έξω κεφαλή πάνω από τον έξω μηριαίο κόνδυλο. Η έσω κεφαλή πάνω από τον του έσω μηριαίο κόνδυλο	οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας	κνημιαίο νεύρο	πελματιαία κάμψη στην ποδοκνημική, κάμπτει την κνήμη

Υποκνημίδιος	Κεφαλής και άνω τριτημόριο της περόνης, τη μεσότητα της κνήμης	οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας	κνημιαίο νεύρο	Κάμπτει πελματιαία το πόδι
Μάκρος πελματικός	πάνω από τον έξω μηριαίο κόνδυλο	οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας	κνημιαίο νεύρο	πελματιαία κάμψη και την κάμψη της κνήμης
Μάκρος καμπτήρας τον μεγάλο δάκτυλο	κατωτέρα δυο τριτημόρια της οπίσθιας επιφάνειας της περόνης και από το μεσόστεο υμένα	στην βάση της ονυχοφόρας φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου	Κνημιαίο νεύρο	Κάμπτει την το μεγάλο δάκτυλο, κάμπτει πελματιαία το πόδι
Μάκρος καμπτήρας τους δάκτυλους	οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης	στις βάσεις των ονυχοφόρων φαλαγγών των τεσσάρων έξω δακτύλων	Κνημιαίο νεύρο	Κάμπτει τα τέσσερα δάκτυλα, κάμπτει πελματιαία το πόδι και υποβοηθά τον υπτιασμό
Οπίσθιος κνημιαίος	από το μεσόστεο υμένα και από τις παρακείμενες επιφάνειες της κνήμης και της περόνης	στο φύμα του σκαφοειδούς, τρία σφηνοειδή οστά	Κνημιαίο νεύρο	Ανάσπαση έσω χειλούς και κάμπτει πελματιαία
Απαγωγός τον μεγάλο δάκτυλο	έσω φύμα πτέρνας, το λακυδωτό σύνδεσμο	βάση της πρώτης φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου	Έσω πελματιαίο νεύρο	Απάγει και κάμπτει τον μεγάλο δάκτυλο
Βραχύς καμπτήρας των δακτύλων	κάτω επιφάνεια του κυρτώματος της πτέρνας	στην μέση φάλαγγα του 2 <sup>ου</sup> – 4 <sup>ου</sup> δακτύλου	Έσω πελματιαίο νεύρο	Κάμπτει τις μέσες φάλαγγες
Απαγωγός τον μικρό δάκτυλο	έσω φύμα του κυρτώματος της πτέρνας, το φύμα του 5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	πρώτη φάλαγγα του 5 <sup>ου</sup> δακτύλου	Έξω πελματιαίο νεύρο	Κάμπτει και απάγει τον 5 <sup>ο</sup> δάκτυλο
Βραχύς καμπτήρας τον μεγάλο δάκτυλο	έσω σφηνοειδές οστό, μακρό πελματικό σύνδεσμο και από τον τένοντα του οπίσθιου κνημιαίου	έσω και στο έξω σησαμοειδές οστό και στην βάση της πρώτης φάλαγγας	Έσω πελματιαίο νεύρο	Είναι σημαντικός καμπτήρας
Τετράγωνος πελματικός	Έξω και έσω χείλος της πελματιαίας επιφάνειας της Πτέρνας	έξω χείλος τένοντα του μακρού καμπτήρα μυός τους δακτύλους	Έξω πελματιαίο νεύρο	κάμψη των φαλαγγών των τεσσάρων δακτύλων
Βραχύς καμπτήρας τον μικρό δάκτυλο	από την βάση του 5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου και τον μακρό πελματικό σύνδεσμο	βάση της πρώτης φάλαγγας του 5 <sup>ου</sup> δακτύλου	έξω πελματιαίο νεύρο	πελματιαίος καμπτήρας
Ελμινθοειδείς μύες	έσω χείλος του κάθε τένοντα του μακρού καμπτήρα των δακτύλων	Βάσεις πρώτων φαλαγγών του 2 <sup>ου</sup> – 5 <sup>ου</sup> δακτύλου και στις ραχιαία απονευρώση	έσω πελματιαίο νεύρο για τους τρεις πρώτους και το έξω πελματιαίο νεύρο για τον τέταρτο	Εκτείνουν τους δακτύλους στις μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις
Προσαγωγός του μεγάλου δακτύλου	βάση του 2 <sup>ου</sup> – 4 <sup>ου</sup> μεταταρσίου, μακρό πελματικό σύνδεσμο και από τους μεταταρσιοφαλαγγικούς συνδέσμους του 3 <sup>ου</sup> – 5 <sup>ου</sup> δακτύλου	έξω σησαμοειδές οστό	Εν τω βάθει κλάδος του έσω πελματιαίου νεύρου	Προσάγει τον μεγάλο δάκτυλο και κάμπτει την πρώτη φάλαγγα.
Ραχιαίοι μεσόστεοι μύες	πλάγιες επιφάνειες των μεταταρσίων και από τον μακρό πελματικό σύνδεσμο	βάσεις των πρώτων φαλαγγών του 2 <sup>ου</sup> – 5 <sup>ου</sup> δακτύλου	Εν τω βάθει κλάδο του έξω πελματιαίου νεύρου	Απάγουν τους δακτύλους και κάμπτουν την κεντρική φάλαγγα
Πελματιαίοι μεσόστεοι μύες	έσω χείλος του 3 <sup>ου</sup> – 5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	έσω χείλος της βάσης της πρώτης φάλαγγας του 3 <sup>ου</sup> – 5 <sup>ου</sup> δακτύλου	Εν τω βάθει κλάδο του έξω πελματιαίου νεύρου	προσάγουν τον 3 <sup>ο</sup> -5 <sup>ο</sup> δάκτυλο και κάμπτουν τις κεντρικές φάλαγγες

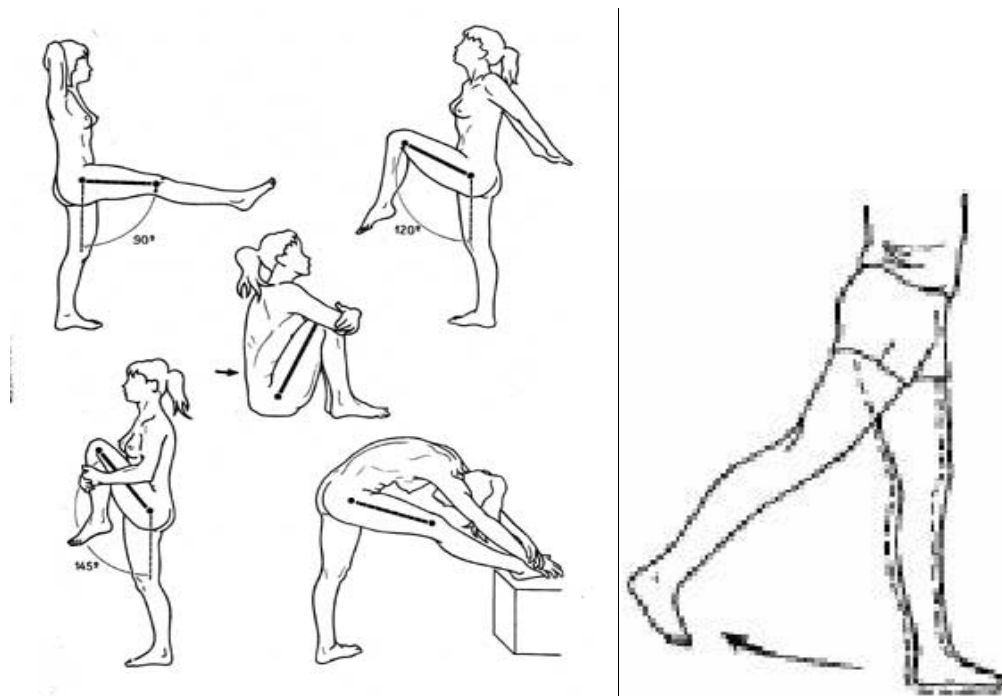
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Εμβιομηχανική ανάλυση κάτω άκρου

#### 2.1 Εμβιομηχανική ανάλυση άρθρωσης του ισχίου

##### 2.1.1 Κινήσεις στο οβελιαίο επίπεδο

Κάμψη: Η κάμψη της άρθρωσης του ισχίου είναι μια κίνηση με την οποία πλησιάζει η πρόσθια επιφάνεια του μηρού στον κορμό. Το εύρος της κάμψης διαφέρει ανάλογα με τις επόμενες συνθήκες. Συνολικά η ενεργητική κάμψη είναι μικρότερου εύρους από την παθητική κάμψη. Η θέση του γόνατος επίσης καθορίζει το εύρος της κάμψης. Με το γόνατο σε έκταση η κάμψη φτάνει στις  $90^\circ$ , με το γόνατο σε κάμψη η κάμψη μπορεί να ξεπεράσει τις  $120^\circ$ . Το εύρος της παθητικής κάμψης πάντα φτάνει τις  $120^\circ$ , αλλά ακόμα εξαρτάται από τη θέση του γόνατος. Αν αυτό είναι σε έκταση το εύρος της κάμψης είναι καθαρά μικρότερο από το αν το γόνατο είναι σε κάμψη, στη δεύτερη περίπτωση το εύρος φτάνει τις  $145^\circ$ .



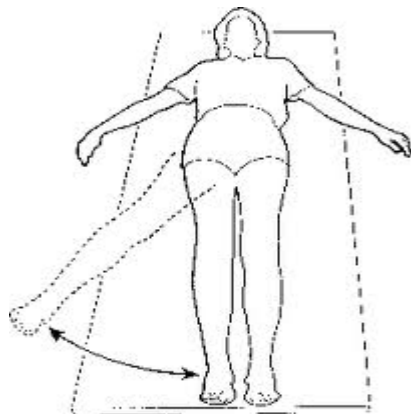
Εικόνα 11: Κάμψη ισχίου (αριστερά), υπερέκταση ισχίου (δεξιά)



Έκταση: Το εύρος της έκτασης είναι αξιοσημείωτα μικρότερο από αυτό της κάμψης και περιορίζεται από την τάση του λαγονομηρικού συνδέσμου. Η ενεργητική έκταση είναι μικρότερου εύρους από την παθητική. Όταν το γόνατο είναι σε έκταση, η έκταση του ισχίου έχει μεγαλύτερο εύρος ( $20^\circ$ ) από όταν το γόνατο είναι σε κάμψη, αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι οι οπίσθιοι μηριαίοι μύες χάνουν μερική από την ικανότητα τους σαν εκτείνοντες του ισχίου επειδή η σύσπασή τους χρησιμοποιείται περισσότερο για την κάμψη του γόνατος. Η παθητική έκταση επιτυγχάνει ένα εύρος  $20^\circ$  όταν κάποιος σκύβει προς τα εμπρός, αυτή φτάνει  $30^\circ$  όταν το κάτω άκρο κινείται βίαια προς τα πίσω.

### 2.1.2 Κινήσεις στο μετωπιαίο επίπεδο

Απαγωγή: Θεωρικά είναι δυνατόν να απάγει κανείς μονό το ένα ισχίο αλλά στην πράξη η απαγωγή στη μια άρθρωση αυτόματα συνοδεύεται από απαγωγή παρομοίου βαθμού στην άλλη άρθρωση. Αυτό γίνεται φανερό μετά από  $30^\circ$  απαγωγή, όταν παρατηρείται η κλίση της πυέλου. Όταν η απαγωγή φτάνει στο μέγιστο, η γωνία μεταξύ των δυο άκρων είναι ορθή. Η απαγωγή έχει συμβεί συμμετρικά και στις δύο αρθρώσεις έτσι που κάθε άκρο έχει μέγιστο απαγωγής  $45^\circ$ .

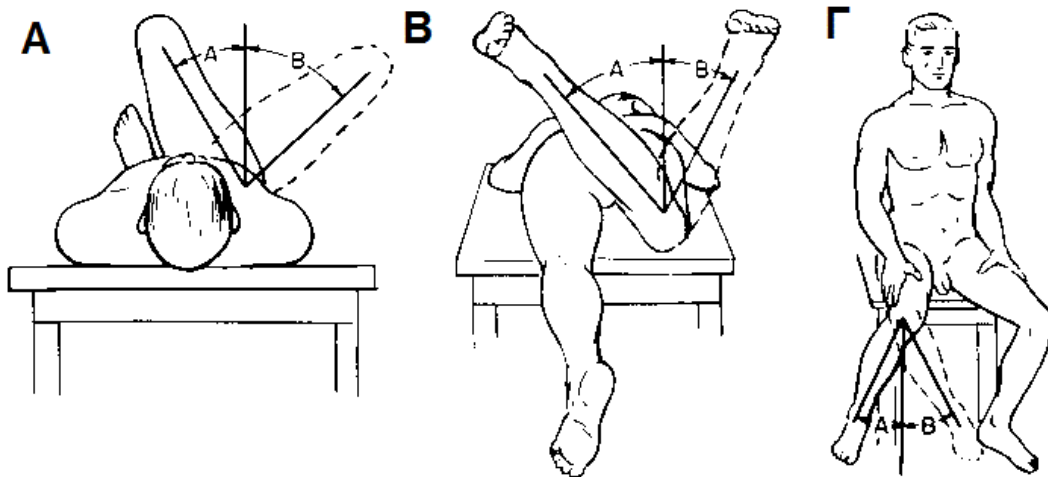


Εικόνα 12: Απαγωγή-προσαγωγή ισχίου

Προσαγωγή: Η προσαγωγή είναι η κίνηση του κάτω άκρου προς τα έσω προς το επίπεδο συμμετρίας του σώματος. Σχετική προσαγωγή υφίσταται το κάτω άκρο, καθώς κινείται προς τα έσω από οποιαδήποτε θέση απαγωγής. Υπάρχουν επίσης κινήσεις συνδυασμένης προσαγωγής και έκτασης και συνδυασμένης προσαγωγής και κάμψης στο ισχίο.

### 2.1.3.α Κινήσεις στο οριζόντιο επίπεδο

Οι στροφικές κινήσεις: Έξω στροφή είναι η κίνηση του κάτω άκρου η οποία φέρει τις άκρες των δακτύλων να βλέπουν προς τα έξω και έσω στροφή η κίνηση η οποία φέρει τις άκρες των δακτύλων να βλέπουν προς τα έσω. Καθώς το γόνατο βρίσκεται σε πλήρη έκταση η στροφή συμβαίνει μόνο στο ισχίο, όμως, αυτή δεν είναι η θέση η οποία χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του εύρους των στροφικών κινήσεων. Αυτό είναι πιο εύκολο να γίνει σε πρηνή θέση ή σε καθιστή στην άκρη ενός τραπέζιου με τα γόνατα σε κάμψη  $90^\circ$ . Από αυτή τη θέση όταν κνήμη κινείται προς τα έξω, συμβαίνει έσω στροφή με ένα συνολικό εύρος  $30^\circ$  με  $40^\circ$ . Όταν η κνήμη κινείται προς τα έσω συμβαίνει έξω στροφή με εύρος  $60^\circ$ .



Εικόνα 13: (Α) οριζόντια απαγωγή-προσαγωγή ισχίου. (Β) έσω-έξω στροφή ισχίου από θέση έκτασης. (Γ) έσω-έξω στροφή ισχίου από θέση κάμψης.

### 2.1.3.β Οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή

Η οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή του μηριαίου συμβαίνει όταν το ισχίο βρίσκεται σε κάμψη  $90^\circ$  ενώ το μηριαίο οστό βρίσκεται είτε ε απαγωγή είτε σε προσαγωγή. Οι δράσεις αυτές απαιτούν την ταυτόχρονη, συντονισμένη δράση πολλών μυών. Στους καμπτήρες του ισχίου απαιτείται τάση για την ανύψωση του μηριαίου οστού. Ακολούθως, οι απαγωγοί του ισχίου μπορούν να παράγουν οριζόντια απαγωγή και, από θέση οριζόντιας απαγωγής, οι προσαγωγοί του ισχίου μπορούν να παράγουν οριζόντια προσαγωγή.

Οι μύες που βρίσκονται στην οπίσθια πλευρά του ισχίου είναι περισσότερο αποτελεσματικοί ως οριζόντιοι απαγωγοί και προσαγωγοί από ότι οι μύες που βρίσκονται στην πρόσθια πλευρά, γιατί οι πρώτοι διατείνονται όταν το μηριαίο οστό βρίσκεται σε κάμψη  $90^\circ$ , ενώ η τάση στους μύς της πρόσθιας πλευράς συνήθως μειώνεται όταν το μηριαίο οστό βρίσκεται σε αυτή τη θέση.

#### 2.1.4 Περιαγωγή

Η κίνηση της περιαγωγής του ισχίου καθορίζεται σαν ένας συνδυασμός των πρωταρχικών κινήσεων οι οποίες παράγονται ταυτόχρονα γύρω από τους τρεις άξονες. Όταν η περιαγωγή έχει μέγιστο εύρος, ο άξονας του κάτω άκρου σχεδιάζει στο χώρο έναν κώνο με την κορυφή του να βρίσκεται στο κέντρο του ισχίου (Karandji A.2001 Η Λειτουργική Ανατομική των Αρθρώσεων Τόμος 2, κάτω άκρο p22-32).

#### 2.1.5 Φορτίσεις στο ισχίο

Το ισχίο είναι μια σημαντική άρθρωση στήριξης του σωματικού βάρους. Όταν το βάρος του σώματος είναι όμοια κατανομημένο στα δυο κάτω άκρα σε μια όρθια θέση, το βάρος που στηρίζεται από κάθε ισχίο είναι το μισό του βάρους των μελών του σώματος πάνω από το ισχίο, η περίπου το ένα-τρίτο του συνολικού σωματικού βάρους. Η συνολική επιβάρυνση πάντως σε κάθε ισχίο στην κατάσταση αυτή είναι μεγαλύτερη από το βάρος που στηρίζεται, επειδή η τάση στους μεγάλους, δυνατούς μύς του ισχίου προσθέτει παραπάνω συμπίεση στην άρθρωση.

Λόγω της μυϊκής τάσης, η συμπίεση στο ισχίο κατά τη φάση αιώρησης της βάρδισης είναι περίπου ισόποση με το βάρος του σώματος. Δεδομένα από ειδικά μηχανήματα μέτρησης των συμπιεστικών δυνάμεων στο ισχίο κατά την φάση της στήριξης στη βάρδιση έδειξαν τιμές περίπου 238% του σωματικού βάρους, ενώ αντίστοιχες τιμές για ανάβαση και κατάβαση σκαλοπατιών 251% ΣΒ και 260% ΣΒ αντίστοιχα. Η επιβάρυνση στο ισχίο αυξάνεται επίσης όταν φοράμε υποδήματα με σκληρές σόλες.

Όταν η ταχύτητα βάδισης αυξάνεται, η φόρτιση στο ισχίο αυξάνεται κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης άλλα και της φάσης στήριξης. Οι επιβαρύνσεις του ισχίου, κατά την διάρκεια τρεξίματος σε χαμηλές ταχύτητες, μπορούν να μειωθούν με τον ομαλό τύπο τρεξίματος και με μαλακές σόλες. Συνοψίζοντας, το σωματικό βάρος, οι δυνάμεις κρούσης που μεταφέρονται από τα πέλματα προς τα άνω μέσω του σκελετού, και η μυϊκή τάση, συντελούν στη μεγάλη συμπιεστική επιβάρυνση στο ισχίο.

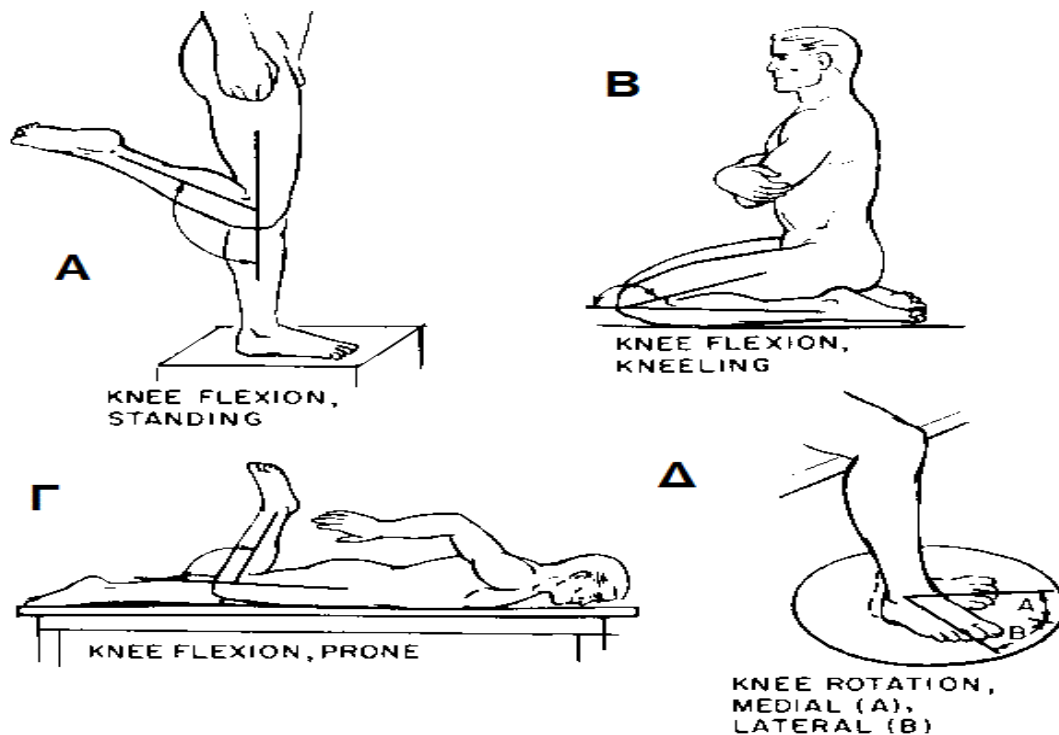
Η άρθρωση του ισχίου είναι καλά σχεδιασμένη για να αντέχει τις μεγάλες επιβαρύνσεις σε συνηθισμένες στηρίξεις. Επειδή η κεφαλή του μηριαίου οστού είναι κάπως μεγαλύτερη από την αρθρική επιφάνεια της κοτύλης, η επαφή των δυο οστών, κατά την φάση στήριξης, αρχίζει περιφερειακά της άρθρωσης. Καθώς η φόρτιση αυξάνεται, αυξάνεται και η επιφάνεια της αρθρικής επαφής, έτσι ώστε το μέγεθος των πιέσεων να παραμένει σταθερό(Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.240-241).

## 2.2 Εμβιομηχανική ανάλυση άρθρωσης του γόνατος

### 2.2.1. Κινήσεις στο οβελιαίο επίπεδο

Κάμψη: Είναι η κίνηση της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης προς την οπίσθια επιφάνεια του μηρού. Η ενεργητική κάμψη μπορεί να φτάσει σε ένα εύρος  $140^{\circ}$  εάν το ισχίο είναι ήδη σε κάμψη και μόλις στις  $120^{\circ}$  εάν το ίσιο βρίσκεται σε έκταση. Η διάφορα αυτή οφείλεται στο ότι η οπίσθιοι μηριαίοι μύες χάνουν μέρος της αποτελεσματικότητας τους με την έκταση του ισχίου. Η παθητική κάμψη του γόνατος μπορεί να φτάσει τις  $160^{\circ}$ .

Έκταση: ορίζεται ως η κίνηση απομάκρυνσης της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης από την οπίσθια επιφάνεια του μηρού. Δεν είναι δυνατή αυστηρώς πλήρη έκταση, καθώς στη θέση επαναφοράς το άκρο βρίσκεται σε μέγιστη έκταση. Είναι ως τόσο δυνατή η επίτευξη παθητικής έκτασης  $5^{\circ}$  έως  $10^{\circ}$  από τη θέση αναφοράς



Εικόνα 14: (Α), (Γ) κάμψη γόνατος. (Β) κάθισμα στα γόνατα (μεγίστη κάμψη). (Δ) έσω-έξω στροφή από θέση κάμψης στο γόνατο.

### 2.2.2. Κινήσεις στο οριζόντιο επίπεδο

Στροφή της κνήμης μπορεί να επιτευχθεί μόνο με το γόνατο σε κάμψη. Για τη μέτρηση της ενεργητικής στροφής το γόνατο πρέπει να κάμπτεται σε ορθή γωνιά στην άκρη ενός τραπέζιου. Το εύρος της έξω στροφής είναι  $40^{\circ}$  και της έσω στροφής  $30^{\circ}$ . Το εύρος αυτό ποικίλει ανάλογα με το βαθμό κάμψης του γόνατος (Karandji A.2001 Η Λειτουργική Ανατομική των Αρθρώσεων Τόμος 2, κάτω άκρο p.88-92).

### 2.2.3 Κίνηση της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης

Κατά την κάμψη και την έκταση στη μηροκνημιαία άρθρωση, η επιγονατίδα ολισθαίνει ανωτέρα και κατώτερα προς το κάτω άκρο του μηριαίου οστού σε μια κυρίως κατακόρυφη κατεύθυνση σε μια διαδρομή περίπου 7 εκατοστών. Στα πλαίσια της φυσιολογικής διαδρομής η επιγονατίδα μπορεί επίσης να μετατοπιστεί ελαφρώς και να στραφεί προς τα έσω ή προς τα έξω. Η διαδρομή της επιγονατίδας ως προς το μηριαίο οστό εξαρτάται από την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης που παράγεται από τον τετρακέφαλο.

Ο έξω πλατύς τείνει να έλκει την επιγονατίδα προς τα έξω, ενώ ο έσω πλατύς αντιτίθεται λοξά στην προς τα έξω έλξη του έξω πλατύ, κρατώντας την επιγονατίδα στο κέντρο της επιγονατιδομηριαίας τροχαλίας (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.249).

#### 2.2.4 Φορτίσεις στο γόνατο

Επειδή το γόνατο είναι τοποθετημένο μεταξύ των δυο μεγαλύτερων οστικών μοχλών του σώματος (το μηριαίο οστό και η κνήμη), το δυναμικό για ανάπτυξη ροπής στην άρθρωση ένα μεγάλη. Το γόνατο είναι επίσης μια πολύ σημαντική άρθρωση υποδοχής φορτίσεων.

##### 2.2.4.α Δυνάμεις στη μηροκνημιαία άρθρωση

Η μηροκνημιαία άρθρωση υποβάλλεται σε συμπίεση άλλα και διάτμηση σε καθημερινές δραστηριότητες. Η υποδοχή βάρους και η ανάπτυξη τάσης στους μύς, που διέρχονται από το γόνατο, συνεισφέρουν στις δυνάμεις αυτές, με τη συμπίεση να κυριαρχεί όταν το γόνατο είναι πλήρως εκτεταμένο. Η συμπιεστική δύναμη στη μηροκνημιαία άρθρωση έχει αναφερθεί ότι είναι λίγο μεγαλύτερη από τρεις φορές το βάρος του σώματος κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης της βόδισης, και αυξάνει μέχρι και τέσσερις φορές το βάρος του σώματος κατά τη διάρκεια ανόδου σκαλοπατιών. Ισοκινητικές μυϊκές δυνάμεις κάμψης της τάξης των 3,44 έως 6,19 φορές του σωματικού βάρους παράγουν συμπιεστικές δυνάμεις στη μηροκνημιαία άρθρωση της τάξης των 2,62 έως 5,89 φορές του σωματικού βάρους και δυνάμεις διάτμησης με κατεύθυνση προς τα πίσω της τάξης των 2,61 έως 3,89 φορές του σωματικού βάρους. Η έσω κνημιαία γλήνη υπομένει την περισσότερη από αυτή τη φόρτιση κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης όταν το γόνατο βρίσκεται σε έκταση, με την έξω κνημιαία γλήνη να υπομένει τις περισσότερες επιβαρύνσεις που ασκούνται κατά τη φάση της αιώρησης. Εφόσον η έσω κνημιαία γλήνη έχει εμβαδόν επιφάνειας περίπου 60% μεγαλύτερο από αυτό της έξω κνημιαίας γλήνης, η φόρτιση που ασκείται στην άρθρωση είναι μικρότερη από ότι εάν οι υψηλότερες επιβαρύνσεις κατανέμονταν εσωτερικά.

Το γεγονός ότι ο αρθρικός χονδρός της έσω κνημιαίας γλήνης είναι τρεις φορές παχύτερος από αυτόν της έξω κνημιαίας γλήνης επίσης βοηθά στην προστασία της άρθρωσης από την φθορά.

Όταν συμβαίνει κάμψη στο γόνατο και η γωνία της άρθρωσης αυξάνει στους  $90^\circ$ , η συνιστώσα διάτμησης της δύναμης της άρθρωσης που παράγεται από την υποστήριξη του βάρους αυξάνεται. Οι μύες και οι άλλες βοηθητικές δομές που διέρχονται από το γόνατο αντιστέκονται στη διάτμηση του γόνατος, η όποια προκαλεί μια τάση στο μηριαίο οστό να μετατοπιστεί προς τα μπροστά στην κνημιαία γλήνη.

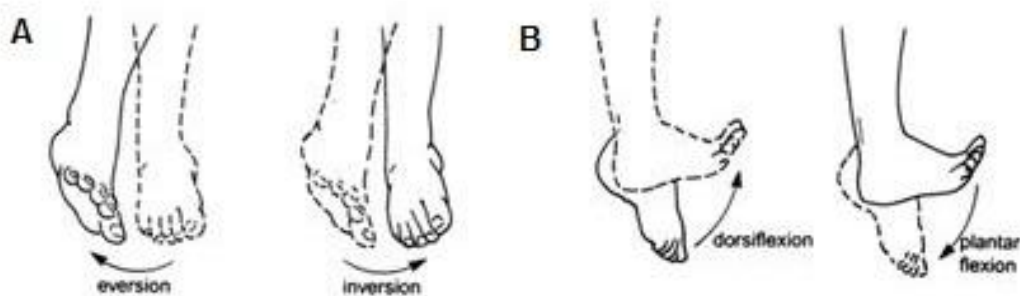
#### 2.2.4.β Δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση

Η συμπιεστική δύναμη στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση έχει βρεθεί ότι ισούται με το μισό του βάρους του σώματος κατά την διάρκεια της φυσιολογικής βάρδισης, ενώ αυξάνεται μέχρι και τρεις φορές πάνω από το βάρος του σώματος κατά την άνοδο σκαλοπατιών. Η επιγονατιδομηριαία συμπίεση αυξάνεται με την κάμψη του γόνατος κατά την υποστήριξη βάρους. Δυο είναι οι λόγοι για αυτό. Πρώτον, η αύξηση στην κάμψη του γόνατος αυξάνει την συμπιεστική συνιστώσα της δύναμης που δρα στην άρθρωση. Δεύτερον, όταν αυξάνει η κάμψη, απαιτείται μεγαλύτερο ποσό τάσης στον τετρακέφαλο για να εμποδίσει το γόνατο από το να λυγίσει λόγω της βαρύτητας. Οι ασκήσεις με βαθύ κάθισμα, λόγω της παράγωγης ιδιαίτερα μεγάλων συμπιεστικών δυνάμεων στο γόνατο, παράγουν συμπιεστική δύναμη στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση μεγέθους μέχρι και 7,6 φορές του βάρους του σώματος. Οι συμπιεστικές δυνάμεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση αυξάνονται με την αύξηση του βάθους του καθίσματος, παρόλο ότι δεν υπάρχει σημαντικά διάφορα στο μέγεθος αυτών των δυνάμεων μεταξύ του μικρού, μεσαίου και πλήρους βαθέως καθίσματος (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.249-252).

## 2.3 Εμβιομηχανική ανάλυση ποδοκνημικής και άκρου πόδα

### 2.3.1 Κινήσεις ποδοκνημικής άρθρωσης

Οι κινήσεις της ποδοκνημικής λαμβάνουν χώρα γύρω από έναν άξονα, που περιγράφεται συνήθως ως μετωπιαίος, αλλά στην πραγματικότητα είναι ελαφρώς λοξός. Η ραχιαία κάμψη είναι μια κίνηση προς τα εμπρός και πάνω του ποδιού στο οβελιαίο επίπεδο έτσι ώστε να προσεγγίζει η ραχιαία επιφάνεια του ποδιού την πρόσθια επιφάνεια της κνήμης. Όταν γίνεται η αντίθετη ακριβώς κίνηση δηλαδή μια κίνηση προς τα κάτω στο οβελιαίο επίπεδο με την ραχιαία επιφάνεια του ποδιού να απομακρύνεται από την πρόσθια επιφάνεια του σκέλους, τότε αναφερόμαστε στην πελματιαία κάμψη (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.257-258).



Εικόνα 15: (A) ανάσπαση έξω χείλους, ανάσπαση έσω χείλους. (B) ραχιαία κάμψη, πελματιαία κάμψη.

### 2.3.2 Κινήσεις αρθρώσεων του άκρου πόδα

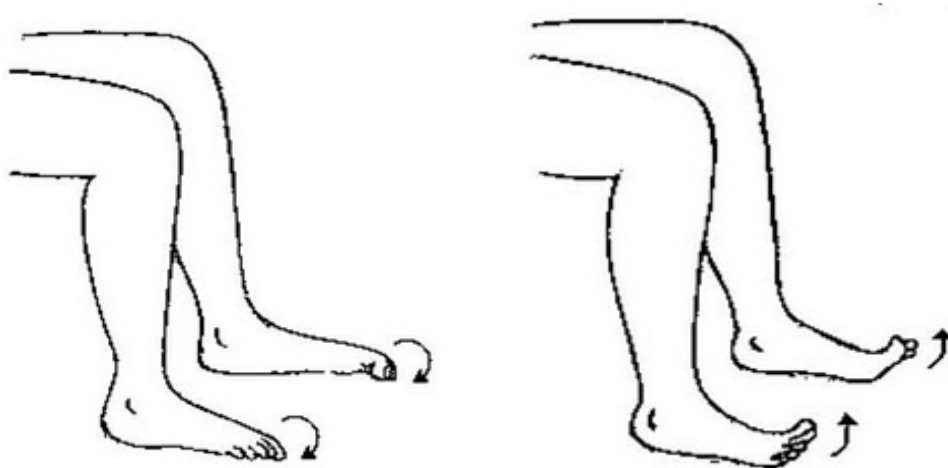
Οι κινήσεις, που εμφανίζονται στην εγκάρσια άρθρωση του τάρσους, στην υπαστραγαλική και στις υπόλοιπες αρθρώσεις του τάρσους, σχετίζονται συνήθως σε μεγάλο βαθμό με τις κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Η *ανάσπαση έσω χείλους* (υππιασμός) είναι η ανύψωση του έσω χείλους της κάμαρας σε συνδυασμό με στροφή προς τα έσω του προσθίου τμήματος του ποδιού, ενώ η *ανάσπαση έξω χείλους* (πρηνισμός) είναι μια ελαφρά ανύψωση του έξω χείλους του ποδιού, σε συνδυασμό με μια ελαφριά έξω στροφή του προσθίου τμήματος του ποδιού.



Οι ταρσομετατάρσιες και μεσομετατάρσιες αρθρώσεις έχουν μια ελαφριά κίνηση ολίσθησης. Το πρώτο μετατάρσιο οστό έχει ελαφρώς μεγαλύτερο βαθμό κινητικότητας στις αρθρώσεις αυτές από ότι τα άλλα μετατάρσια, λόγω της απουσίας συνδέσμων μεταξύ της βάσης του και της βάσης του δευτέρου μεταταρσίου.

Στις μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις εμφανίζεται κάμψη, έκταση και περιορισμένη προσαγωγή και απαγωγή, ενώ στις μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις εμφανίζεται κάμψη και έκταση, όπως επίσης και υπερέκταση, ειδικά του μεγάλου δακτύλου (Hamilton N. 2003 Κινησιολογία : επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης p.216-217)



Εικόνα 16: Κάμψη δάκτυλων (αριστερά), έκταση δάκτυλων (δεξιά)

### 2.3.3 Φορτίσεις στον άκρο πόδα

Οι δυνάμεις επαφής που υπομένονται κατά τη βάδιση αυξάνουν με το βάρος του σώματος και την ταχύτητα της βάδισης, συμφώνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. Η κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους που ασκείται στον άκρο πόδα κατά το τρέξιμο έχει δυο κορυφές, με ένα αρχικό μέγιστο σημείο επαφής να ακολουθείται από ένα μέγιστο ώθησης, όταν το σκέλος πιέζει το έδαφος. Οι δομές του άκρου πόδα είναι ανατομικά συνδεδεμένες έτσι, ώστε η φόρτιση να κατανέμεται ομοιόμορφα στον άκρο πόδα κατά τη στήριξη του σωματικού βάρους.

Περίπου το 50% του σωματικού βάρους κατανέμεται μέσω της υπαστραγαλικής άρθρωσης στην πτέρνα, με το υπόλοιπο 50% να μεταφέρεται στις μετατάρσιες κεφάλες. Η κεφαλή του πρώτου μεταταρσίου υπομένει διπλάσια φόρτιση από ότι οι υπόλοιπες μετατάρσιες κεφάλες. Ένας παράγοντας που επηρεάζει αυτό το τρόπο φόρτισης, πάντως, είναι η αρχιτεκτονική του πέλματος. Η κατάσταση πλατυποδίας (σχετικά επίπεδη καμάρα) τείνει να μειώσει την επιβάρυνση στο πρόσθιο μέρος του πέλματος, ενώ η σχετικά υψηλή καμάρα αυξάνει σημαντικά την επιβάρυνση στο πρόσθιο μέρος του πέλματος (Hall S. 2007 Εμβιομηχανική p.264).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Επιδημιολογικά δεδομένα της παχυσαρκίας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συχνότητα εμφάνισης της παχυσαρκίας είναι η ηλικία (αύξηση ποσοστού παχυσαρκίας σε ηλικία πάνω από τα 65 έτη), το φύλο (συχνότερη στις γυναίκες), η φυλή (πιο συχνή στις έγχρωμες Αμερικανίδες), η κοινωνική τάξη (συχνότερη στις χαμηλού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου τάξεις του αναπτυγμένου κόσμου), και οι διατροφικές συνήθειες. Για παράδειγμα, στην Ιαπωνία υπάρχει αύξηση της παχυσαρκίας, ύστερα από την υιοθέτηση του δυτικού τύπου διατροφής.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η επίπτωση της παχυσαρκίας αυξάνει παγκοσμίως, ιδιαίτερα στις δυτικές αναπτυγμένες χώρες και δικαίως, η νόσος έχει λάβει το χαρακτηρισμό της επιδημίας.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ύστερα από το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, μέχρι το 1960, ενώ ο μέσος όρος του σωματικού βάρους του πληθυσμού αυξήθηκε, λίγοι άνθρωποι ήταν παχύσαρκοι. Στις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, ύστερα από το 1980, η αύξηση του ποσοστού παχυσαρκίας ήταν ραγδαία και σήμερα θεωρείται ένα ουσιαστικό πρόβλημα της Δημόσιας Υγείας, αφού η παχυσαρκία αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου για πολλά χρόνια νοσήματα όπως ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 και η στεφανιαία νόσος. Στις Ευρωπαϊκές χώρες, η παχυσαρκία εμφανίζεται, επίσης, σε αυξημένη συχνότητα. Στη Γερμανία, το έτος 1992, το ποσοστό παχυσαρκίας ήταν 18,6%, ενώ στη Μεγάλη Βρετανία, το έτος 1997, το 13% των ενήλικων ανδρών και το 16% των ενήλικων γυναικών ήταν παχύσαρκοι. Στη Μεγάλη Βρετανία αναμένεται ότι 12 εκατομμύρια ενήλικοι και ένα εκατομμύριο παιδιά θα είναι παχύσαρκοι μέχρι το έτος 2010, εάν δε ληφθεί κανένα προληπτικό μέτρο (Health Survey for England).

Επίσης, στην Κίνα, τη μεγαλύτερη χώρα του κόσμου, ύστερα από την οικονομική ανάπτυξη που έχει επιτευχθεί τα τελευταία χρόνια, έχουν υιοθετηθεί δυτικού τύπου συνήθειες, όπως η καθιστική ζωή και η αύξηση των ημερήσιων προσλαμβανόμενων θερμίδων, με αποτέλεσμα, το χρονικό διάστημα 1991-2004, να αυξηθεί το ποσοστό των υπέρβαρων ή παχύσαρκων ενήλικων από το 12,9% στο 27,3%<sup>8</sup>.

Σύμφωνα με μία μεγάλη επιδημιολογική έρευνα που έγινε στην Ελλάδα το 2003, οι παχύσαρκοι ενήλικες είναι το 22.5% του γενικού πληθυσμού, ενώ οι υπέρβαροι το 35.2%. Τα νούμερα αυτά είναι εντυπωσιακά καθώς βρισκόμαστε στις πρώτες θέσεις των χωρών της Ευρώπης, ενώ τα ποσοστά για τους εφήβους είναι εξίσου απογοητευτικά. 7000 παχύσαρκοι πεθαίνουν κάθε χρόνο στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα, και ιδιαίτερα η Κρήτη, είναι η χώρα που δημιούργησε την ιδέα της Μεσογειακής Δίαιτας, η οποία αποτελεί σήμερα πρότυπο διατροφής (Κατσίκης 2009). Σε μια επιδημιολογική, διασταυρούμενη, πανελλαδική μελέτη, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που συμπλήρωναν τα παιδιά στα σχολεία, με στοιχεία από το οικογενειακό τους περιβάλλον. Βρέθηκε ότι το συνολικό ποσοστό παχυσαρκίας στους ενήλικες ήταν 22,5%<sup>11</sup>. Οι άνδρες είχαν μεγαλύτερα ποσοστά παχυσαρκίας (26%), συγκριτικά με τις γυναίκες (18,2%). Τα ποσοστά υπέρβαρων ατόμων ήταν 41,1% και 29,9% στους άνδρες και στις γυναίκες, αντίστοιχα. Από τα δεδομένα της μελέτης προκύπτει ότι το πρόβλημα της παχυσαρκίας στην Ελλάδα εμφανίζεται, κυρίως, στους άνδρες και στις γυναίκες ύστερα από την εμμηνόπαυση, ενώ οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερα ποσοστά κοιλιακής παχυσαρκίας. Δυστυχώς, επιβεβαιώνεται ότι η Ελλάδα κατέχει το θλιβερό προνόμιο να εμφανίζει ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά παχυσαρκίας και στους άνδρες και στις γυναίκες, αλλά και στα παιδιά (Panagiotakos 2004).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Εμβιομηχανικές επιδράσεις της παχυσαρκίας

#### 4.1 Εμβιομηχανικές επιδράσεις της παχυσαρκίας στους ενήλικες

##### 4.1.1 Οστεοαρθρίτιδα

Η οστεοαρθρίτιδα (ΟΑ) είναι μια εκφυλιστική νόσος του μυοσκελετικού συστήματος με αλλοιώσεις στις αρθρικές επιφάνειες καθώς και η φλεγμονή της περιοχής. Κατά κύριο λόγο αφορά τις αρθρώσεις του γόνατος, του ισχίου, του ωμού, του καρπού και του άκρου πόδα, ο επιπολασμός της ΟΑ αυξάνεται με την ηλικία και εκτιμάται ότι θα επηρεάσει το 40% των ατόμων ηλικίας άνω των 70 ετών (Lidgren 2003 ). Η αιτία του πόνου, ωστόσο, παραμένει άγνωστη και σε πολλές περιπτώσεις ο εκφυλισμός μπορεί να προχωρήσει ασυμπτωματικά (Wearing 2006a).



Εικόνα 17: Σπινθηρογράφημα των οστών από μια παχύσαρκη 62 ετών γυναίκα. Οι κόκκινες περιοχές υποδεικνύουν μια πιθανή περίπτωση οστεοαρθρίτιδας στα γόνατα και τα πόδια που προκαλείται από το υπερβολικό βάρος.

Αν και είναι ασαφές εάν η ΟΑ αποτελεί μια ενιαία ασθένεια ή μια ετερογενή συστάδα όρων που μοιράζονται μια κοινή τελική οδό, αρχικά χαρακτηρίζεται από εστιακή και προοδευτική εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου, ακολουθούμενη από οστεοποίηση του, υπερτροφία και στένωση/περιορισμός της άρθρωσης (Martel 2004).

Οι παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη της ΟΑ γενικά κατηγοριοποιούνται σε δομικούς και τοπικούς παράγοντες, με τους τελευταίους συνήθως να οδηγούνται από εμβιομηχανικά στοιχεία, όπως η (υπέρ) χρήση των αρθρώσεων, η σκελετική ευθυγράμμιση, η μυϊκή αδυναμία και η παχυσαρκία (Wearing 2006a).

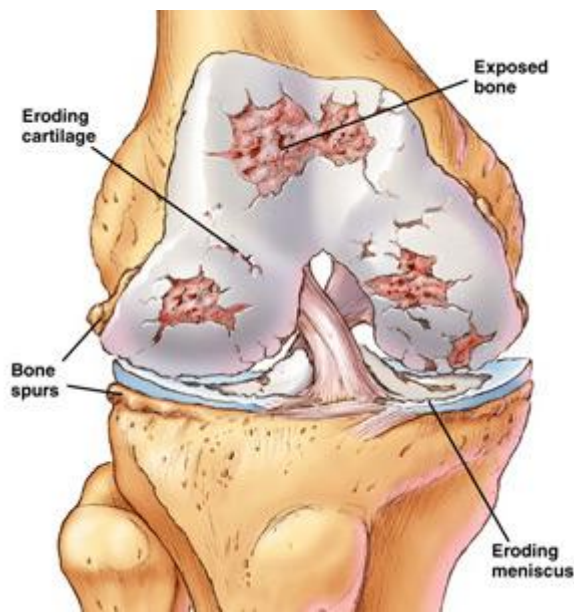
<b>Δομικοί παράγοντες</b>	<b>Τοπικοί παράγοντες</b>
Γενετικοί παράγοντες	Εξωγενείς τραυματισμός άρθρωσης
Ηλικία	Αθλητισμός
Φύλο	Σκελετική ευθυγράμμιση
Εθνικότητα	Αρθρική χαλαρότητα
Μεταβολισμός των οστών	Μυϊκή αδυναμία
Τα επίπεδα των οιστρογόνων και άλλων ορμονών	ιδιοδεκτικότητα
Διατροφικοί παράγοντες	
Παχυσαρκία	

Πίνακας : Παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την οστεοαρθρίτιδα

Αν και υπάρχουν ενδείξεις ότι παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την έναρξη της εκφύλισης των αρθρώσεων μπορεί να διαφέρουν από εκείνες που συνδέονται με τον πόνο και την πρόοδο, η παχυσαρκία έχει επανειλημμένα αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη και την εξέλιξη της οστεοαρθρίτιδας των αρθρώσεων που φέρουν βάρος, κυρίως το γόνατο και σε μικρότερο βαθμό το ισχίο (Felson 2004, Allan 1999). Δυστυχώς, όπως συμβαίνει για τους περισσότερους παράγοντες κινδύνου, οι σχέσεις μεταξύ της ΟΑ και της πλεονάζουσας μάζας σώματος είναι ελάχιστα κατανοητή.

#### 4.1.1.1 Οστεοαρθρίτιδα του γόνατος

Η άρθρωση του γόνατος είναι εκτεθειμένη σε υψηλή επαφή και δυνάμεις διάτμησης κατά τη διάρκεια της φόρτισης, με τα φορτία σύνθλιψης να υπερβαίνουν το σωματικό βάρος τρεις φορές κατά το βάδισμα και έως έξι φορές κατά το ανέβασμα σκάλας.



Εικόνα 18: Οστεοαρθρίτιδα του γόνατος

Η μεγαλύτερη τάση συμπίεσης, γενικά, παρατηρείται στο έσω διαμέρισμα κατά το βάδισμα, καθώς το σωματικό βάρος περνά συνήθως έσω προς το κέντρο της άρθρωσης του γόνατος. Οι μεταβολές στην πυκνότητα και την ακαμψία του υποχόνδριου οστού σε σχέση με τον υπερκείμενο χόνδρο έχουν ενοχοποιηθεί για την έναρξη και την εξέλιξη της βλάβης του αρθρικού χόνδρου. Μελέτες έχουν βρει μια μεγαλύτερη ασύμμετρη κατανομή της οστικής πυκνότητας με την πάροδο των σταδίων της ΟΑ. Ενώ ένας τέτοιος μηχανισμός θα κάλυπτε το μεγαλύτερο επιπολασμό της συμμετοχής του έσω διαμερίσματος στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος και με την παχυσαρκία, είναι άγνωστο εάν οι οστεώδεις αλλαγές προηγούνται, συμπίπτουν ή ακολουθούν τον εκφυλισμό χόνδρου. Αν και υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι η οστική πυκνότητα είναι αυξημένη στα πρώτα στάδια της εξέλιξης της νόσου (Hochberg 2004) και συνδέεται με την εξέλιξη της στένωσης στην άρθρωση, η εστιακή εκφύλιση του χόνδρου έχει αποδειχθεί ότι συμβαίνει σε περίπτωση απουσίας μετρήσιμων αλλαγών στην οστική πυκνότητα (Wearing 2006a).

Επιπλέον, σε αντίθεση με την ακτινογραφική μέτρηση, η μορφολογία του αρθρικού χόνδρου φαίνεται να εμφανίζει παράλληλα υποκειμενικά συμπτώματα πόνου και λειτουργικής απώλεια στην ΟΑ. Μελέτες έχουν προσδιορίσει συνεχώς ατροφικές αλλαγές στο κνημιαίο χόνδρο με οστεοαρθρίτιδα γόνατος (Cicuttini 2001), ενώ η πλειοψηφία των διαχρονικών μελετών, αλλά όχι το σύνολο, έχουν δείξει ότι το 5% των όγκου του χόνδρου μπορεί να χαθεί ετησίως σε άτομα με ΟΑ γόνατος (Cicuttini 2004, Wluka 2002)

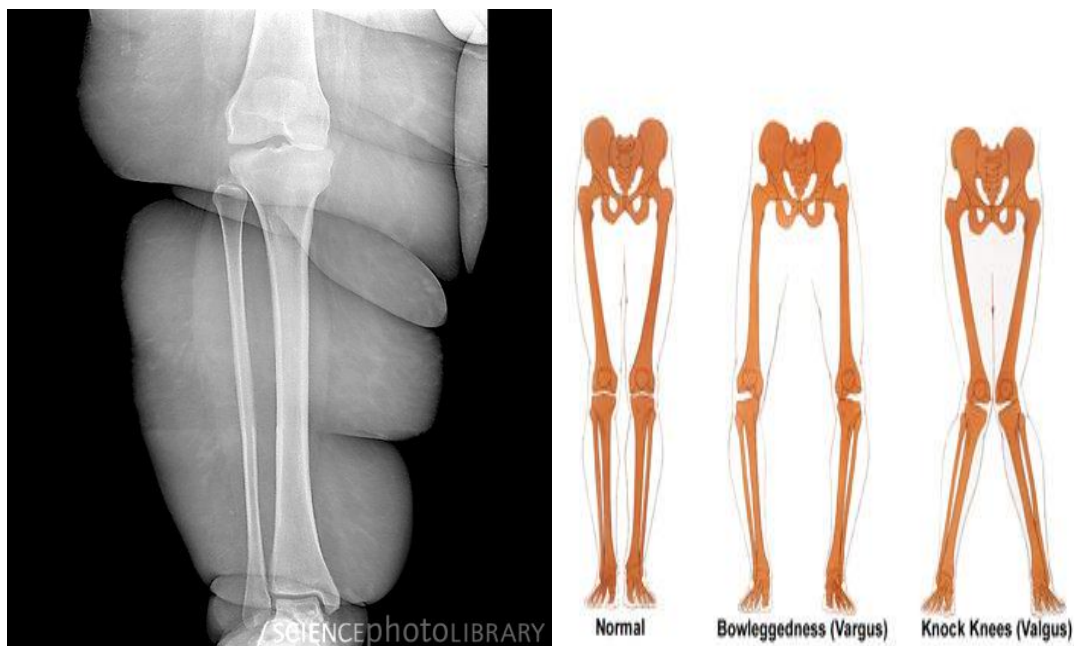


Εικόνα 19: Παχύσαρκη γυναίκα 52 ετών με αντικατάσταση γόνατος αριστερά.



#### 4.1.1.2 Αξονική παρέκκλιση και οστεοαρθρίτιδα γόνατος

Ενώ η παχυσαρκία μπορεί να αυξήσει τα μεγέθη των φορτίων της άρθρωσης, η θέση της άρθρωσης και η ευθυγράμμιση είναι επίσης γνωστό ότι επηρεάζουν τις δυνάμεις του γόνατος και έχει θεωρηθεί ότι παίζει ζωτικό ρόλο στην εξέλιξη της ΟΑ στους παχύσαρκους με την αλλαγή της κατανομή των φορτίων και των δυνάμεων εντός της άρθρωσης (Wearing 2006a). Ειδικότερα, η ραιβότητα του γόνατου έχει προταθεί ότι ενισχύει την επίδραση της παχυσαρκίας επικεντρώνοντας ακόμη περισσότερο φορτίο πάνω στο έσω διαμέρισμα του γόνατος (Kobayashi 2000). Σε μια μελέτη στην οποία συμμετείχαν 300 ασθενείς με ΟΑ γόνατος, διαπίστωσαν ότι ο ΔΜΣ ήταν θετικά συνδεδεμένος με την κακουχία της στένωσης του χώρου στην άρθρωση σε άτομα με ραιβότητα γόνατος, αλλά όχι σε εκείνα με βλαισότητα όταν προσδιοριζόταν με πλήρη ακτινογραφία των άκρων (Sharma 2000). Μελέτες που χρησιμοποιούν δυναμικές μετρήσεις φόρτωσης γόνατος έχουν δείξει ότι ήπια παραμόρφωση σε βλαισότητα του γόνατος οδηγεί σε μια πιο δίκαιη κατανομή των φορτίων κατά τη διάρκεια της βάρδισης (Harrington 1983, Johnson 1980).



Εικόνα 20: 23 ετών παχύσαρκος άντρας με ραιβότητα γόνατος (αριστερά). Απεικόνιση αξονικών παρεκκλίσεων (δεξιά).

Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν η ραιβότητα του γόνατος και αύξηση ΔΜΣ που παρατηρείται αποτελούν συνέπεια της ΟΑ ή απλώς παράλληλες αλλαγές στη κατάσταση της πάθησης (Wearing 2006a). Ενώ υπάρχουν έμμεσες ενδείξεις ότι η παχυσαρκία μπορεί να προηγείται της ανάπτυξη της ΟΑ και της πριν την εξέλιξη της (Felson 2004), απαιτούνται διαχρονικές μελέτες, για εξακριβωθεί η χρονική σχέση, αν υπάρχει, μεταξύ της παχυσαρκίας, ραιβότητα και ΟΑ του γόνατος. Επιπλέον, η σημασία του ΔΜΣ στην εξέλιξη της ΟΑ μπορεί να βρίσκεται σε αλληλεπίδραση και σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες κινδύνου, υποδεικνύοντας ότι πολυμεταβλητή έρευνα μπορεί να δώσει μια μεγαλύτερη κατανόηση των επιδράσεων της παχυσαρκίας στην ανάπτυξη και εξέλιξη της ΟΑ του γόνατος.

#### 4.1.1.3 Μυϊκή δύναμη και οστεοαρθρίτιδα γόνατος

Αν και η άσκηση φαίνεται να έχει αμελητέα επίδραση στην μορφολογία του χόνδρου σε υγιείς ενήλικες, ο όγκος του αρθρικού χόνδρου έχει βρεθεί να είναι μερικώς συσχετισμένος με το σωματικό βάρος και το ύψος του σώματος και πιστεύεται, τουλάχιστον εν μέρει, ότι εξηγεί την επίδραση της διαφοράς του φύλου σχετικά με τη μορφολογία του χόνδρου στο γόνατο (Faber 2001).

Ενώ η ογκομετρικές μετρήσεις αντανακλούν σε μεγάλο βαθμό τις διαφορές στο μέγεθος των οστών και είναι πιθανό να έχουν μια ισχυρή γενετική συνιστώσα, οι Cicuttini et al. (2005) έδειξαν ότι ο όγκος του αρθρικού χόνδρου, κυρίως του έσω διαμερίσματος του γόνατου, σχετίζεται ευθέως με την περιφερειακή και συνολική μάζα των μυών του σώματος. Επιπλέον, η μειωμένη μυϊκή μάζα συσχετίστηκε με μεγαλύτερη απώλεια του χόνδρου κατά τη διάρκεια της 2έτους διάρκειας της μελέτης, γεγονός που υποδηλώνει ότι η μυϊκή μάζα και, ενδεχομένως, η μυϊκή δύναμη μπορεί να είναι πιο σημαντική από την παχυσαρκία στην ανάπτυξη της ΟΑ του γόνατος. Προς υποστήριξη αυτής της ιδέας, έχουν παρατηρηθεί σε ενήλικες με ΟΑ του γόνατος αδυναμία του τετρακέφαλου, έλλειψη ισορροπίας των μυών και προβλήματα στον έλεγχο της υπομέγιστης δύναμης (Slemenda 1997, Hortobagyi 2004) και, στη συνέχεια, έχουν ενοχοποιηθεί για την ανάπτυξη της πάθησης.

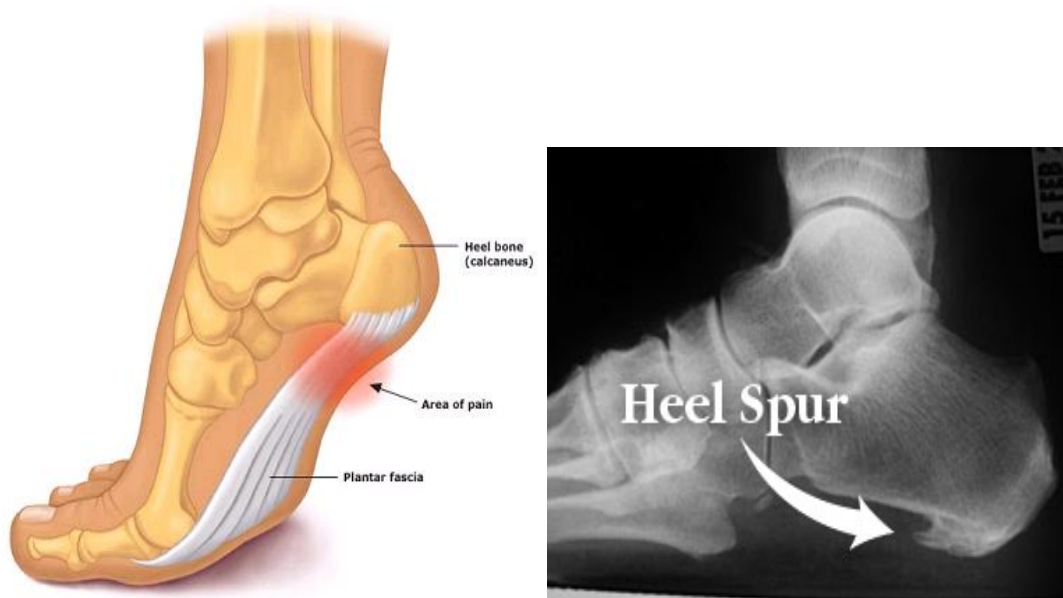
Η αυξημένη σωματική δραστηριότητα και η διατροφή, που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για την αύξηση της μυϊκής δύναμης έχει επίσης αποδειχθεί ότι μειώνει τον πόνο που σχετίζεται με την αρθρίτιδα του γόνατος γεγονός που υποδηλώνει ότι η μυϊκή δύναμη μπορεί να σχετίζεται με μειωμένη συμπτωματολογία στην αρθρίτιδα του γόνατος (van Baar 2001).

Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι η δύναμη του τετρακέφαλου ρυθμίζεται από τον πόνο (Miller 2001). Είναι ενδιαφέρον ότι, όταν χρησιμοποιείται μόνο άσκηση, δεν φαίνεται να επιφέρει τόσο πολύ όφελος στον πόνο και την λειτουργική κινητικότητα όπως όταν συνδυάζετε με έλεγχο της διατροφής (Messier 2000, 2004) που δείχνει ότι μια βελτιωμένη αναλογία βάρους-δύναμης(αντοχής) μπορεί να επιταχύνει τη συμπτωματική ανακούφιση της ΟΑ γόνατος.

Οι Syed και Davis (2000) προτείνουν ότι η μείωση της μυϊκής δύναμης σε σχέση με το σωματικό βάρος προκαλεί νωρίτερα κόπωση του τετρακέφαλου μυός στους παχύσαρκους οποία, με τη σειρά της, μειώνει την απορρόφηση των κραδασμών και αυξάνει την αναλογία φόρτισης στο γόνατο κατά τη διάρκεια της βάρδισης. Η μυϊκή δραστηριότητα του τετρακέφαλου είναι γνωστό ότι είναι ένας σημαντικός παράγοντας που αναχαιτίζει τους κραδασμούς των κάτω άκρων (Wakeling 2003). Επιπλέον, υπάρχουν ενδείξεις ότι η αυξημένη ισχύς του τετρακέφαλου, δεν μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εξέλιξης της νόσου σε ανθρώπους με ΟΑ, ή σε εκείνους με χαλαρότητα ή απόκλιση γόνατος (Messier 2004).

#### 4.1.2 Σύνδρομο επώδυνης πτέρνας

Συνώνυμος με όρους όπως ενθεσίτιδα και η πελματιαία απονευρωσίτιδα (Άκανθα πτέρνης), το σύνδρομο επώδυνης πτέρνας είναι μια κοινή διαταραχή του ποδιού που συνήθως χαρακτηρίζεται από τον πόνο που αφορά την ενσωμάτωση της πελματιαίας περιτονίας στην πτέρνα.



Εικόνα 21: Σημείο εντοπισμού του πόνου στο σύνδρομο επώδυνης πτέρνας (αριστερά). Άκανθα πτέρνης (δεξιά)

Παρά το γεγονός ότι ο πόνος συνήθως επιδεινώνεται μετά περιόδους που δεν φορτίζεται η άρθρωση, η ανάπτυξη του πελματιαίου πόνου πιστεύεται ότι είναι μηχανικής προελεύσεως (McGonagle 2002), με την παρατεταμένη φόρτωση βάρους και την παχυσαρκία συχνά να εμπλέκονται (Hill 1989, Rano 2001, Sadat-Ali 1998, Riddle 2003). Οι Riddle et al, κατά την αξιολόγηση δυνητικών παραγόντων κινδύνου στον πόνο της πτέρνας, ανέφερε ότι τα παχύσαρκα άτομα ( $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$ ) ήταν πέντε φορές πιο πιθανό να παρουσιάσουν πόνο από εκείνα με  $\Delta M\Sigma$  κάτω των  $25 \text{ kg/m}^2$ .

Η πελματιαία περιτονία έχει αναφερθεί ως η κύρια δομή σταθεροποίηση της έσω επιμήκουσ καμάρας του ποδιού (Huang 1993). Ως εκ τούτου, η μη φυσιολογική δομή της καμάρας και η κίνηση έχουν ενοχοποιηθεί για την ανάπτυξη της πελματιαίας περιτονίτιδας και επακόλουθη την επώδυνη πτέρνα (Wearing 2006a).

Ειδικότερα, η πλατυποδία ή η εμβιομηχανική των κάτω άκρων που οδηγούν σε μειωμένη διαμήκη καμάρα, πιστεύεται ότι αυξάνουν την ένταση στο εσωτερικό της πελματιαίας περιτονίας και ως εκ τούτου αυξάνουν τον κίνδυνο του τραυματισμού της (Huang 2004, Cornwall 1999). Οι Prichasuk και Subhadrabandhu (1994) παρατήρησαν σημαντικά χαμηλότερη γωνία κλίσης πτέρνας (γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο υποστήριξης και την κλίση του άξονα της πτέρνας) στην ακτινολογική μελέτη 82 ασθενών με επώδυνη πτέρνα, υποδεικνύοντας ότι πλατυποδία ήταν ένας σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη του πόνου.

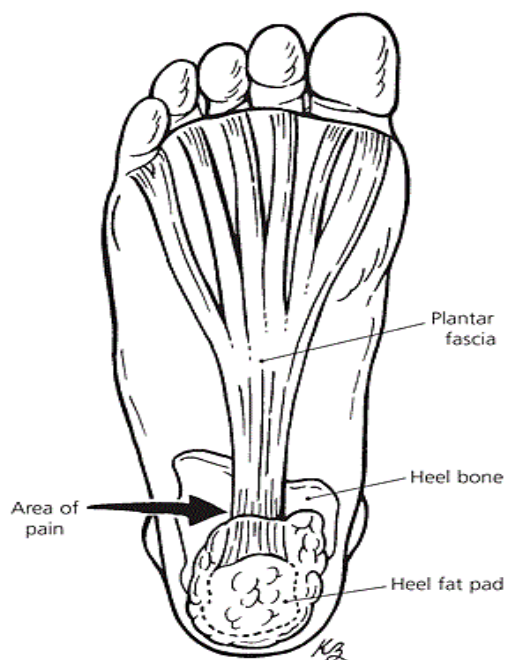


Εικόνα 22: φυσιολογική ποδική καμάρα (αριστερά). Πλατυποδία (δεξιά).

Αν και η σχέση μεταξύ παχυσαρκίας και πελματικού πόνου της πτέρνας είναι ελάχιστα κατανοητή, η έρευνες μέχρι σήμερα εστιάζουν στις επιπτώσεις της εναπόθεσης λίπους στο υποπτερνικό επίθεμα λίπους και τη λειτουργία του έσω επιμήκους τόξου.

#### 4.1.2.1 Υποπτερνικό επίθεμα λίπους και σύνδρομο επώδυνης πτέρνας

Το πελματικό επίθεμα λίπους είναι ένας ειδικά οργανωμένος και πλούσια εννευρομένος λιπώδης ιστός που προσφέρει απορρόφηση των κραδασμών στις υποκείμενες δομές της πτέρνας. Πιστεύεται ότι είναι σημαντικό για την προστασία του ποδιού από τις τοπικές τάσεις κατά την βάρδια και παίζει ζωτικό ρόλο στην απόσβεση παλμικής μετάβασης που συνδέεται με το χτύπημα της πτέρνας.



Εικόνα 23: Απεικόνιση πελματιαίο επίθεμα λίπους

Το πελματικό επίθεμα λίπους είναι ιδιαίτερα δεκτικό στα παλμικά ερεθίσματα, γεγονός που υποδηλώνει ότι η δομή μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον αισθητήρα ανίχνευσης των κρουστικών κυμάτων που συνδέονται με την βάρδια. Κατά συνέπεια, αλλαγές στην φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του υποπτερνικού επιθέματος λίπους έχουν συνδεθεί με ανάπτυξη του συνδρόμου επώδυνης πτέρνας.

Ειδικότερα, η αυξημένη ακαμψία και η μείωση συμπίεσης του υποπτερνικού επίθεμα λίπους έχουν συχνά ενοχοποιηθεί για την ανάπτυξη του πόνου, κατά πάσα πιθανότητα από τη μείωση της εξασθένησης της παλμικής μετάβασης κατά τη διάρκεια της βάδισης (Wearing 2006a). Οι Onwuanyi et al. (2000) πρότειναν ότι η παχυσαρκία, προώθησε την ανάπτυξη του πόνου με τη μείωση της ελαστικότητας του υποπτερνικού επιθέματος λίπους.

Προς υποστήριξη αυτής της ιδέας, οι Prichasuk et al. (1994), συγκρίνοντας 70 ασθενείς πελματιαίο πόνο έναντι 200 χωρίς, παρατήρησαν ότι ο ΔΜΣ δεν ήταν μόνο μεγαλύτερος στα άτομα με σύνδρομο επώδυνης πτέρνας, αλλά και συνδέεται με μειωμένη ελαστικότητα του υποπτερνικού επιθέματος λίπους. Η μειωμένη συμπιεστότητα του επιθέματος στους παχύσαρκους, με τη σειρά της, θεωρείται ότι αντανακλά μια μεγαλύτερη ποσότητα ή γλοιότητα του λιπώδους ιστού που περιέχεται στα 'U' σχήματος διαχωρίσματα του λιπώδους επιθέματος.

Αν και ο ΔΜΣ έχει σχετιστεί με το πάχος του υποπτερνικού επιθέματος λίπους σε συμπτωματικά και ασυμπτωματικά άτομα, σε περίπτωση απουσίας του πόνου, οι Nass et al (1999) δεν βρήκαν καμία διαφορά στην συμπιεστότητα του επιθέματος υπό στατικές συνθήκες φόρτωσης σε 35 φυσιολογικού βάρους και 16 υπέρβαρων ατόμων ( $\Delta\text{ΜΣ} > 27 \text{ kg/m}^2$ ). Ωστόσο, άλλοι αξιολογώντας τις ιδιότητες του επιθέματος στον πόνο έχουν βρει το αντίθετο αποτέλεσμα, με την παχυσαρκία να συνδέεται με μια πιο λεπτή εκφόρτωση επιθέματος λίπους και υψηλότερο δείκτη συμπιεστότητας. Έτσι, οι συνέπειες της παχυσαρκίας στις ιδιότητες του υποπτερνικού επιθέματος λίπους έχουν ασαφή αντικρουόμενα αποτελέσματα (Wearing 2006a).

Οι Kanatli et al. (2001) δεν βρήκαν καμία συσχέτιση μεταξύ της ελαστικότητας του επιθέματος λίπους και τη δυναμική πίεση κάτω από τις πτέρνες των ατόμων με και χωρίς πελματικό πόνο. Ωστόσο, υπό το πρίσμα των αυξημένων πελματικών πιέσεων που συνήθως συνδέονται με το βάδισμα του παχύσαρκου (Hills 2001, Dowling 2004), οι Nass et al. (1999) υπέθεσαν ότι η αύξηση των πελματικών πιέσεων των ποδιών, και όχι μια αλλαγή στις ιδιότητες του λιπώδους επιθέματος καθεαυτού, μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη του συνδρόμου επώδυνης πτέρνας.

### 4.1.3 Κίνδυνος κατάγματος

#### 4.1.3.α Στους ενήλικες

Ο κίνδυνος κατάγματος μπορεί να αντικατοπτρίζει τα χαρακτηριστικά της πτώσης και την ευπάθεια του ατόμου. Αν και ηλικία είναι ο πρωταρχικός παράγοντας κινδύνου (Wearing 2006a), αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης κάταγμα ισχίου-καρπού και σε ηλικιωμένα άτομα με υψηλό Δείκτη Μάζας Σώματος (Shiraki 1991). Μολονότι ο υποκείμενος μηχανισμός είναι ελάχιστα κατανοητός, ο μειωμένος συντελεστής καταγμάτων σε υπέρβαρους ενήλικες έχει αποδοθεί σε μεγαλύτερη περιφερειακή οστική πυκνότητα που παρατηρήθηκε στους παχύσαρκους και στο αποτέλεσμα της απορρόφηση των κραδασμών που προσφέρει ένα μεγαλύτερο πάχος του λιπώδους ιστού κατά τη διάρκεια μιας πτώσης.

Παράγοντες, όπως το είδος της πτώσης, το είδος και η ταχύτητα της σύγκρουσης, καθώς και η χρήση προστατευτικών αντιδράσεων, όταν εμπíπτουν, αναφέρονται ως οι μηχανισμοί που διέπουν την ενέργεια κρούσης και μετέπειτα κίνδυνο καταγμάτων κατά τη διάρκεια πτώσεων. Επιπλέον, μέτρια επίπεδα σωματικής δραστηριότητας παρέχουν προστασία από κάταγμα ισχίου σε ενήλικες, με τη μείωση της φυσική δραστηριότητα να συνδέεται με μετέπειτα αυξημένο κίνδυνο κατάγματος ισχίου σε σύγκριση με τα μη ενεργητικά άτομα (Wearing 2006a). Είναι ενδιαφέρον να τονιστεί ότι οι Maffeis και Tato (2001) ανέφεραν πως η συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων ισχίου σε ηλικιωμένους ενήλικες ήταν, εν μέρει, ανάλογη με κατάσταση του σώμα τους κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, με μεγαλύτερο ποσοστό των καταγμάτων που αναφέρθηκαν σε αυτούς που ήταν υπέρβαροι ως έφηβοι.



#### 4.1.3.β Στα παιδιά

Σε αντίθεση με την προστατευτική επίδραση της παχυσαρκίας στη συχνότητα καταγμάτων σε ενήλικες, η παχυσαρκία έχει συνδεθεί με έως και δύο φορές μεγαλύτερο κίνδυνο για κάταγμα σε παιδιά. Αν και έρευνα έχει αποδώσει το μεγαλύτερο κίνδυνο κατάγματος στην πλεονάζουσα μάζα και τη σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα των οστών στα υπέρβαρα παιδιά (Goulding 1998), οι Weiler et al. (2000) πρότειναν ότι η χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα των οστών των παχύσαρκων παιδιών αντικατοπτρίζει απλώς παράγοντες τρόπου ζωής που δεν προωθούν τη βέλτιστη αύξηση των οστών. Ειδικότερα, η σωματική δραστηριότητα έχει εμπλακεί στην οστική μάζα, με τη μειωμένη φυσική δραστηριότητα να σχετίζεται με χαμηλή οστική πυκνότητα.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει έμμεση απόδειξη της μειωμένης φυσικής δραστηριότητας στα παχύσαρκα παιδιά, δεν είναι σαφές σε ποιο βαθμό οι αλλαγές στα δευτερεύοντα στοιχεία της φυσικής κατάστασης, όπως διαταραχή της ισορροπίας και της στάσης, η μειωμένη μυϊκή δύναμη και ο συντονισμός, συμβάλλουν στην αυξημένη συχνότητα καταγμάτων όπου παρατηρείτε σε υπέρβαρα παιδιά. Επιπλέον, δεν είναι γνωστό αν το μεγαλύτερο ποσοστό καταγμάτων αποτελεί εγγενή ευαισθησία των παχύσαρκων παιδιών ή χαρακτηριστικό της πτώσης αυτής καθεαυτής.

Δεδομένου ότι η παιδική παχυσαρκία μπορεί να σχετίζεται με μεγαλύτερο κίνδυνο κατάγματος του ισχίου με το γήρας (Maffei Tato 2001), υπάρχει ανάγκη να θεσπιστούν τα χαρακτηριστικά της πτώσης, καθώς και να προσδιοριστεί η σχετική σημασία και η συμβολή των συνιστωσών της φυσικής κατάστασης, με κίνδυνο κατάγματος στα παχύσαρκα παιδιά.

## 4.2 Εμβιομηχανικές επιδράσεις της παχυσαρκίας στα παιδιά

### 4.2.1 Η παχυσαρκία στον υπό ανάπτυξη σκελετό

Αρκετές κοινές ορθοπεδικές καταστάσεις σε υπέρβαρα παιδιά δημιουργούνται από την αύξηση του μηχανικού φορτίου κατά την ανάπτυξη των οστών. Το οστό είναι ένας δυναμικός ιστός που ανταποκρίνεται στις μηχανικές καταπονήσεις και τα φορτία που τοποθετούνται σε αυτό. Ο παράγοντας διαφοροποίησης στην παιδιατρική ορθοπεδική είναι ότι τα οστά μεγαλώνουν, και ο αυξητικός χόνδρος είναι ένα εξειδικευμένο όργανο που είναι ευαίσθητο στο γύρω μηχανικό περιβάλλον (Gettys 2011).

Η φόρτωση βάρους και η μηχανικές καταπονήσεις, έχουν καθοριστική σημασία για την αύξηση της οστικής μάζας του φλοιού και επιφέρουν αύξηση απόλυτης περιεκτικότητας των οστών σε μεταλλικά στοιχεία στα υπέρβαρα παιδιά ( Mora 1994). Ωστόσο, η αύξηση της πυκνότητας των οστών είναι ανεπαρκής για να ξεπεραστούν οι σημαντικά μεγαλύτερες δυνάμεις βρίσκονται σε υπέρβαρα παιδιά. Αυτό οδηγεί σε μια διαφορά μεταξύ αυξημένου σωματικού βάρους και ανάπτυξης των οστών που οδηγεί σε μικρότερη προβλεπόμενη περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία των οστών και την επιφάνεια των οστών (Goulding 2003).

Δύο νόμοι εδώ και πολύ καιρό προσφέρονται για να εξηγήσουν τα αποτελέσματα των μηχανικών φόρτωσης επί της διαμήκου ανάπτυξη των οστών. Ο νόμος Hueter-Volkmann ορίζει ότι οι δυνάμεις συμπίεσης εμποδίζουν την ανάπτυξη και οι δυνάμεις διάτμησης τονώνουν την ανάπτυξη. Ομοίως, ο νόμος Delpech αναφέρει ότι η αύξηση της έντασης σε όλο τον αυξητικό χόνδρο οδηγεί σε αύξηση της ανάπτυξης. Οι νόμοι αυτοί περιγράφουν σύνθετες φυσιολογικές σχέσεις, οι μηχανισμοί των οποίων έχουν μελετηθεί, αλλά δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Οι νόμοι των Hueter-Volkmann και Delpech μπορούν να εξηγήσουν μερικές από τις παθολογικές καταστάσεις που σχετίζονται με την αύξηση της φόρτωσης στον αυξητικό χόνδρο στο υπέρβαρο παιδί.

Εφαρμόζοντας την θεωρία Hueter-Volkman στα υπέρβαρα παιδιά, το πρόσθετο βάρος στον αυξητικό χόνδρο τους θα μπορούσε να οδηγήσει σε αυξημένο φορτίο ή συμπίεση, δημιουργώντας μείωση της ανάπτυξης, ειδικά σε κοίλη μορφή της άρθρωσης (π.χ. σε γόνατα ραιβιά). Εάν υπάρχει κακή ευθυγράμμιση σε αρθρώσεις που φέρουν βάρος αυτό οδηγεί σε δυνάμεις τάσης σε όλη την κυρτότητα της άρθρωσης. Έτσι, ένας φαύλος κύκλος, στον οποίο η μετατόπιση οδηγεί σε μη φυσιολογικές μηχανικές δυνάμεις που δημιουργούν ανώμαλη επιφυσιακή ανάπτυξη, προκαλώντας επιδείνωση μετατόπισης (Gettys 2011).

#### 4.2.2 Γόνατο

##### 4.2.2.1 Νόσος του Blount

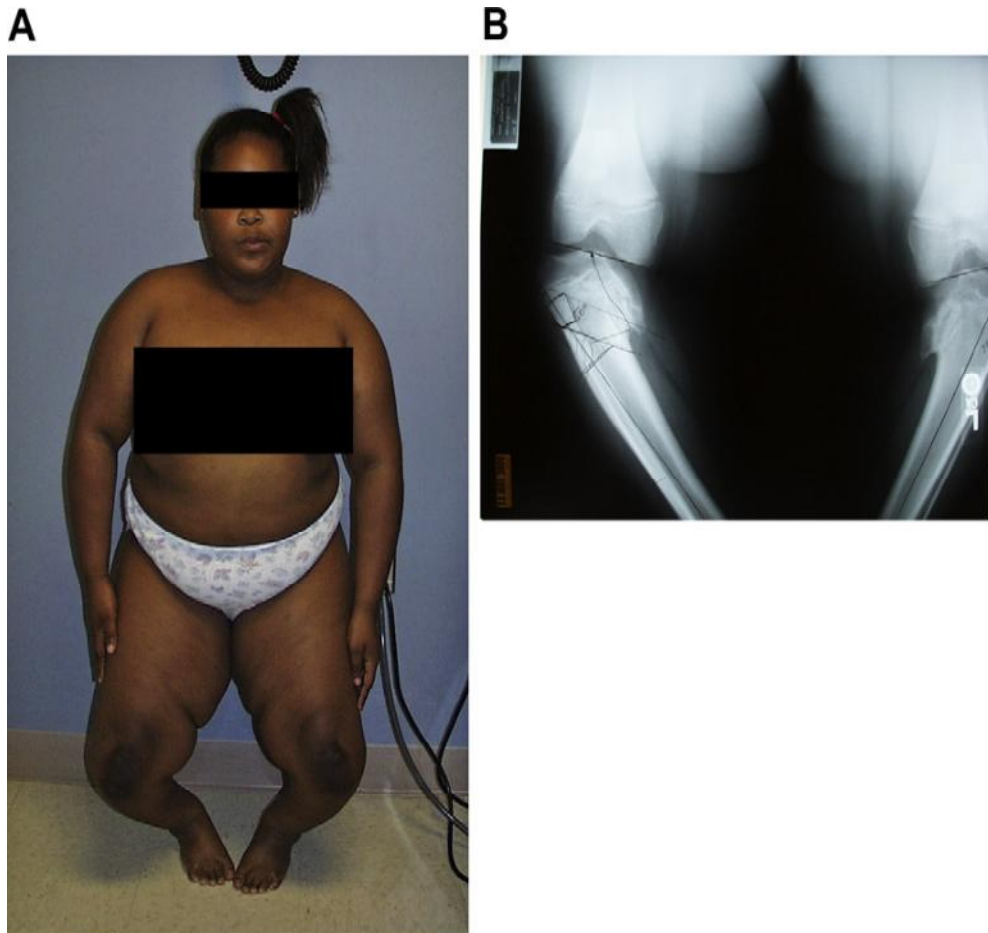
Αυτή η ανώμαλη ανάπτυξη οφείλεται σε μια τρισδιάστατη παραμόρφωση που εκδηλώνεται κυρίως ως μια μη φυσιολογική παραμόρφωση ραιβότητας της κνήμης, η οποία συνήθως συνοδεύεται από στροφή προς τα έξω και καμπύλωση (Sabharwal 2007). Αυτή η παραμόρφωση μπορεί να είναι δύσκολο να διακριθεί στο πολύ μικρό παιδί, ιδιαίτερα σε εκείνα κάτω των 2 ετών (Chan,Chen 2009). Υπάρχουν 2 κλινικά διαφορετικές μορφές της νόσου του Blount, παιδική και εφηβική, οι οποίες βασίζονται στο κατά πόσον η παραμόρφωση των άκρων αναπτύσσεται πριν ή μετά την ηλικία των 4 χρόνων. Η ακριβής αιτία και των δύο μορφών της νόσου του Blount δεν έχει ακόμη προσδιοριστεί πλήρως. Πολλοί έχουν προτείνει μια μηχανική βάση για την ασθένεια, με βάση τις παρατηρήσεις που εμφανίζει η νόσος συχνότερα σε παιδιά που αρχίζουν περπάτημα σε νεαρή ηλικία και όσα είναι υπέρβαρα (Gettys 2011).



Εικόνα 24: Βρέφος με νόσο του Blount.

Η βρεφική νόσος Blount επηρεάζει τα παιδιά πριν την ηλικία των 4 χρόνων. Διμερείς συμμετοχή είναι κοινή και πιο πιθανό να συμβεί στην παιδική φόρμα. Η παιδική φόρμα επηρεάζει αγόρια και κορίτσια εξίσου. Ωστόσο, τα παιδιά των αφροαμερικάνων πλήττονται πιο συχνά. Η βρεφική νόσος Blount αναπτύσσεται μεταξύ των ηλικιών 2 και 4 χρόνων, όταν η κανονική φυσιολογική ραιβότητα εμφανίζεται σε βρέφη που εξελίσσεται σε φυσιολογική βλαισότητα και πρέπει να διακρίνεται από φυσιολογική κύρτωση (Gettys 2011). Οι Scott et al. (2007) συνέκριναν τα παιδιά με φυσιολογική κύρτωση και αυτά που διαγνώστηκαν με τη βρεφική νόσο του Blount και βρήκαν σημαντικά αυξημένο ΔΜΣ σε αυτά με τη βρεφική νόσο του Blount.

Οι Sabharwal et al. (2007) διαπίστωσαν ότι η παιδική μορφή είχε πιο σοβαρή ραιβότητα και παραμορφώσεις της κνήμης από την εφηβική μορφή. Διαπίστωσαν επίσης ότι το μέγεθος της παραμόρφωσης συνδέεται στενά με το αυξημένο βάρος στα παιδιά με την πρώιμη μορφή της νόσου και ότι η συσχέτιση με τη δυσμορφία ήταν ισχυρότερη σε εξαιρετικά παχύσαρκα άτομα ( $BMI > 40$ ).



Εικόνα 25: Κλινική εικόνα παχύσαρκου νεαρού κοριτσιού με σοβαρή νόσο Blount. Η παραμόρφωση του παιδιού ήταν τόσο σοβαρή που δεν μπορούσε να περπατήσει.

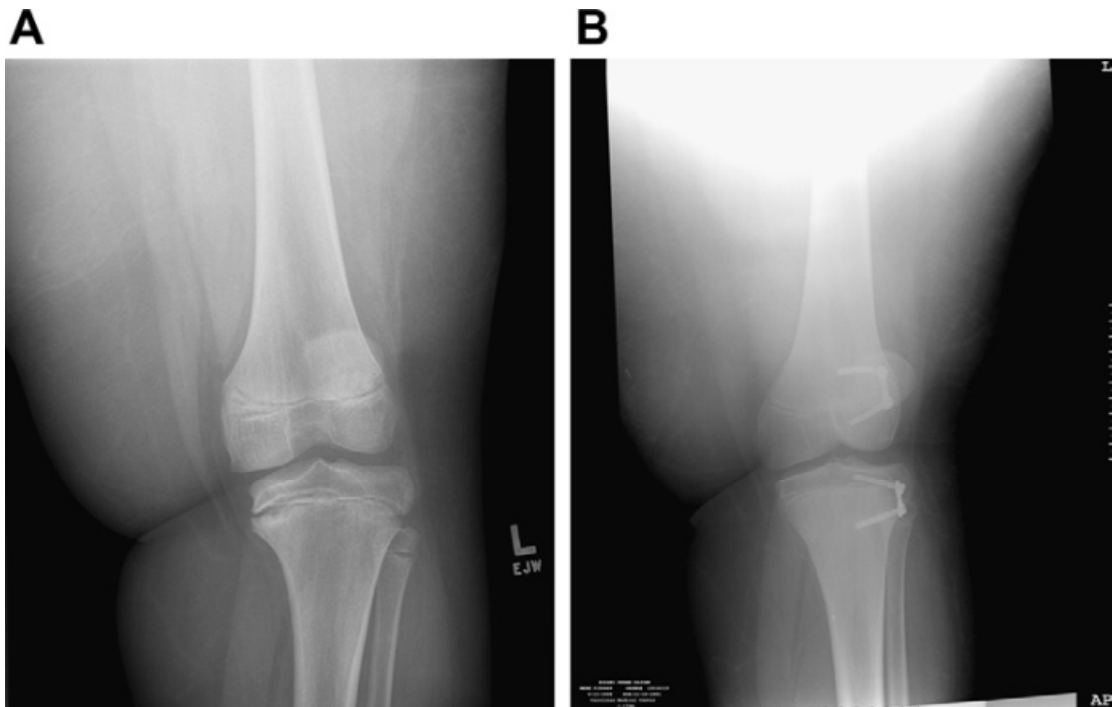
Η νόσος Blount στους έφηβους είναι λιγότερο συχνή από ό, τι η παιδική μορφή, και η συχνότητα είναι υψηλότερη στο ανδρικό φύλο ακόμη, οι αφροαμερικανοί οι οποίοι είναι παθολογικά παχύσαρκοι αποτελούν ποσοστό άνω του 90% των περιπτώσεων που αναφέρθηκαν (Gettys 2011). Υπήρχαν θεωρίες ότι η εφηβική μορφή οφείλεται στην τεράστια αύξηση του σωματικού βάρους κατά την εφηβεία σε άτομα με υποκείμενη ραιβότητα που θα μπορούσε να οδηγήσει σε υπερβολική φόρτωση και να μεταβληθεί επιφυσιακή ανάπτυξη. Ωστόσο, ο Henderson (1992) σε μια μελέτη δεν βρήκε καμία συσχέτιση μεταξύ της ραιβότητας και την ανάπτυξη της εφηβικής μορφής της νόσου.

Και για τις δύο μορφές της νόσου του Blount, η θεραπεία είναι εξατομικευμένη με βάση την ηλικία του παιδιού, το μέγεθος της παραμόρφωσης, η διαφορά μήκους των άκρων, η ψυχοκοινωνικούς παράγοντες, και η εμπειρία του χειρουργού. Τρόποι για την αντιμετώπιση της παιδικής νόσου Blount περιλαμβάνουν τοποθέτηση νάρθηκα ή χειρουργική αντιμετώπιση. Όταν η ασθένεια Blount διαγνωστεί, η παραμόρφωση αναμένεται προοδευτικά. Η κατευθυντήρια αρχή της θεραπείας είναι η μείωση στις συμπιεστικές δυνάμεις που δρουν στην έσω επιφυσιακή περιοχή (Gettys 2011).

Χειρουργικές επιλογές θεραπείας περιλαμβάνουν διάφορους τύπους οστεοτομιών επανευθυγράμμισης, με γνώμονα την ανάπτυξη, σταδιακή ασύμμετρη επιφυσιακή διάσπαση, εκτομή του επιφυσιακή γραμμή και ανύψωση του έσω κνημιαίου πλατό. Αν ο ασθενής έχει σημαντική ανάπτυξη να υπολείπεται, μια οργανωμένη στρατηγική ανάπτυξης μπορεί να είναι αποτελεσματική και να αποφευχθεί το ενδεχόμενο νοσηρότητα των οστεοτομιών (Gettys 2011). Μία από τις καθοδηγούμενες τεχνικές ανάπτυξης χρησιμοποιεί πλακά-βίδες για την διόρθωση του άξονα με αποφόρτιση του έσω διαμερίσματος στην κυρτή πλευρά του επιφυσιακού χόνδρου. Το εμφύτευμα που επιλέγεται για αυτή τη μέθοδο της διόρθωσης μπορεί να απαιτεί εξέταση του βάρους του ασθενούς και την κατάσταση του οργανισμού του σώματος. Οι Schroerlucke et al.(2009) ανέφεραν 8 αποτυχίες από τους 31 ασθενείς με τη χρήση της μεθόδου αυτής. Οι Stanitski et al.(1997) ανέφεραν τη χρήση της κυκλικής εξωτερικής οστεοσύνθεσης Ilizarov, με σταδιακή διόρθωση σε 17 παχύσαρκους ασθενείς με εφηβική ραιβότητα κνήμης. Η μόνη επιπλοκή ήταν μια καθυστερημένη ένωση και μια πρόωρη ενοποίηση. Ωστόσο, όλοι επέτυχαν ευθυγράμμιση εντός 5<sup>ο</sup> της φυσιολογικής. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε αυτό το υψηλού κινδύνου χειρουργικό πληθυσμό ασθενών, κυκλική εξωτερική οστεοσύνθεση ήταν μια εξαιρετική μέθοδοςθεραπείας.

#### 4.2.2.2 Ραιβό Γόναυ

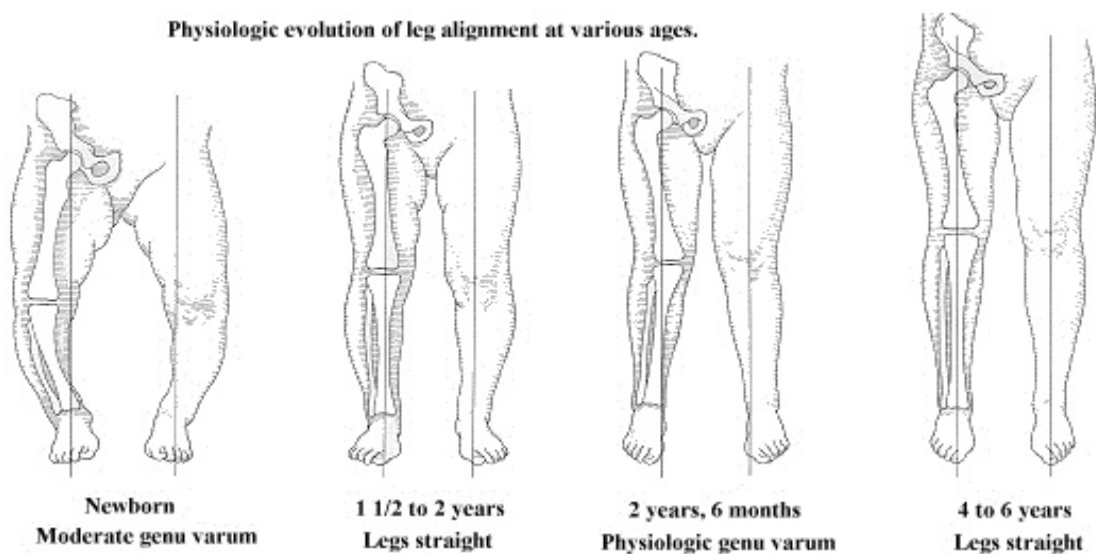
Το γόνατο είναι η πιο κοινή περιοχή για μυοσκελετικό πόνο στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά. Η θέση και η ευθυγράμμιση της άρθρωσης είναι θέματα ζωτικής σημασίας για τον τραυματισμό ή τις αλλοιώσεις που προκαλούνται από την περίσσεια μάζας (Shultz 2009). Σε ένα παιδί με ραιβά γόνατα, η παχυσαρκία έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει σημαντικά τις συμπιεστικές δυνάμεις που δημιουργούνται στο έσω διαμέρισμα του γόνατος. Οι Cook et al. (1983) αξιολόγησαν την κατανομή του φορτίου στη κνήμη ως συνάρτηση της ραιβότητας ή βλαισότητας, και εκτίμησαν την επιφυσιακή αναστολή της ανάπτυξης που εφαρμόζεται από τις δυνάμεις συμπίεσης. Υποστήριξαν ότι παραμόρφωση 20° ραιβότητας σε παχύσαρκα παιδιά 2 ετών και παραμόρφωση 10° ραιβότητας σε παχύσαρκα 5 ετών θα μπορούσε να δημιουργήσει αρκετή δύναμη συμπίεσης για να επιβραδύνει την ανάπτυξη της έσω και μέσης κνημιαίας επίφυσης. Οι Davids et al. (1996) εξέτασαν τις αποκλίσεις στο βάδισμα που σχετίζονται με την αυξημένη περίμετρο του μηρού που συνδέονται με την εφηβική παχυσαρκία. Υπόθεση τους ήταν ότι τα παχύσαρκα παιδιά με μεγαλύτερους μηρούς θα έχουν δυσκολία επαρκώς σχηματισμού ισχίων και αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στο βάδισμα «λιπώδους μηρού». Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι λίπος του μηρού στο βάδισμα θα μπορούσε να παράγει ραιβότητα στο γόνατο, με αποτέλεσμα την αύξηση των συμπιεστικών δυνάμεων στο έσω τμήμα της επίφυσης της κνήμης να επαρκούν για να επιβραδύνει την ανάπτυξη της. Αν και τα στοιχεία δείχνουν ότι η παχυσαρκία μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική φόρτιση της κνημιαίας επίφυσης, είναι απίθανο ότι αυτή είναι η μοναδική αιτία της παραμόρφωσης.



Εικόνα 26: (A) παχύσαρκο αγόρι 12ετων με μονομερή ραιβότητα κνήμης και επιφυσειακή ανωμαλία. (B) διαμόρφωση ανάπτυξης με πλευρικές πλάκες μπορεί να διορθώσει τη μηχανική απόκλιση του άξονα, εάν ο ασθενής έχει αρκετή ανάπτυξη να υπολείπεται.

#### 4.2.2.3 Βλαισό Γόναυ

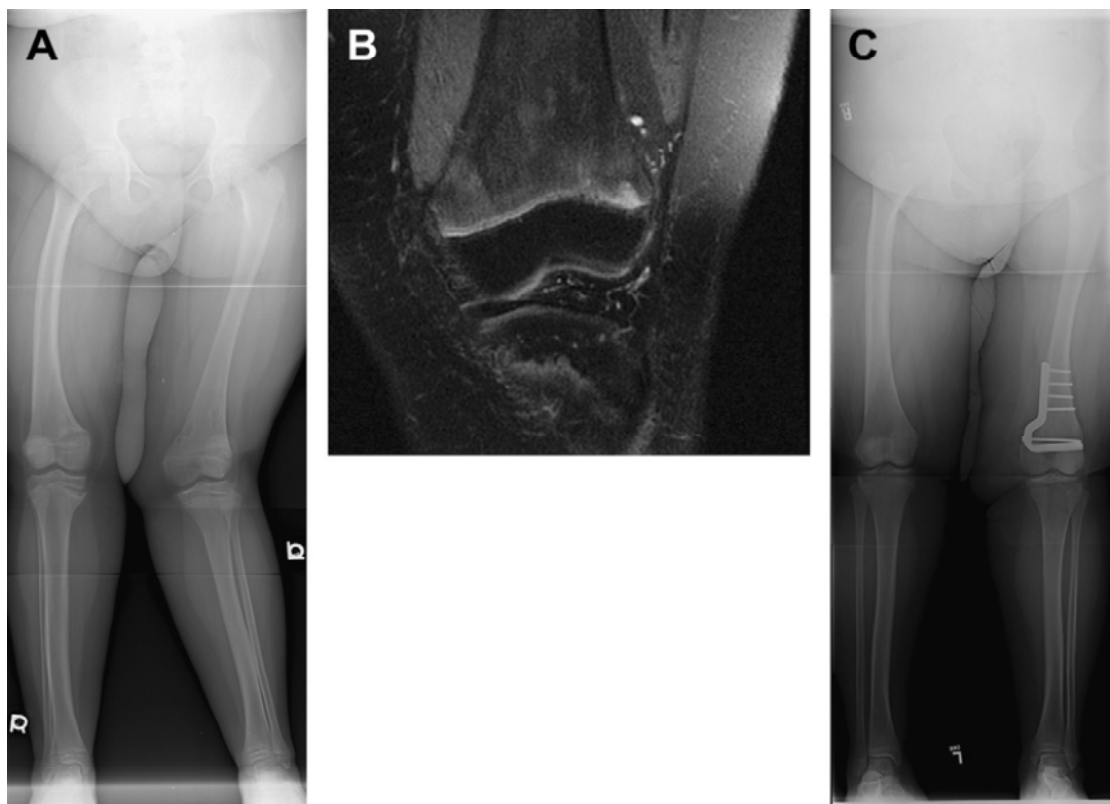
Η βλαισογονία στα παιδιά ηλικίας 4 και 6 χρονών είναι μια φυσιολογική κατάσταση, η οποία συνήθως διορθώνεται από μόνη της μέχρι την ηλικία των 9 χρόνων (Gettys 2011).



Εικόνα 27: φυσιολογική εξέλιξη σκελετικής ευθυγράμμισης.



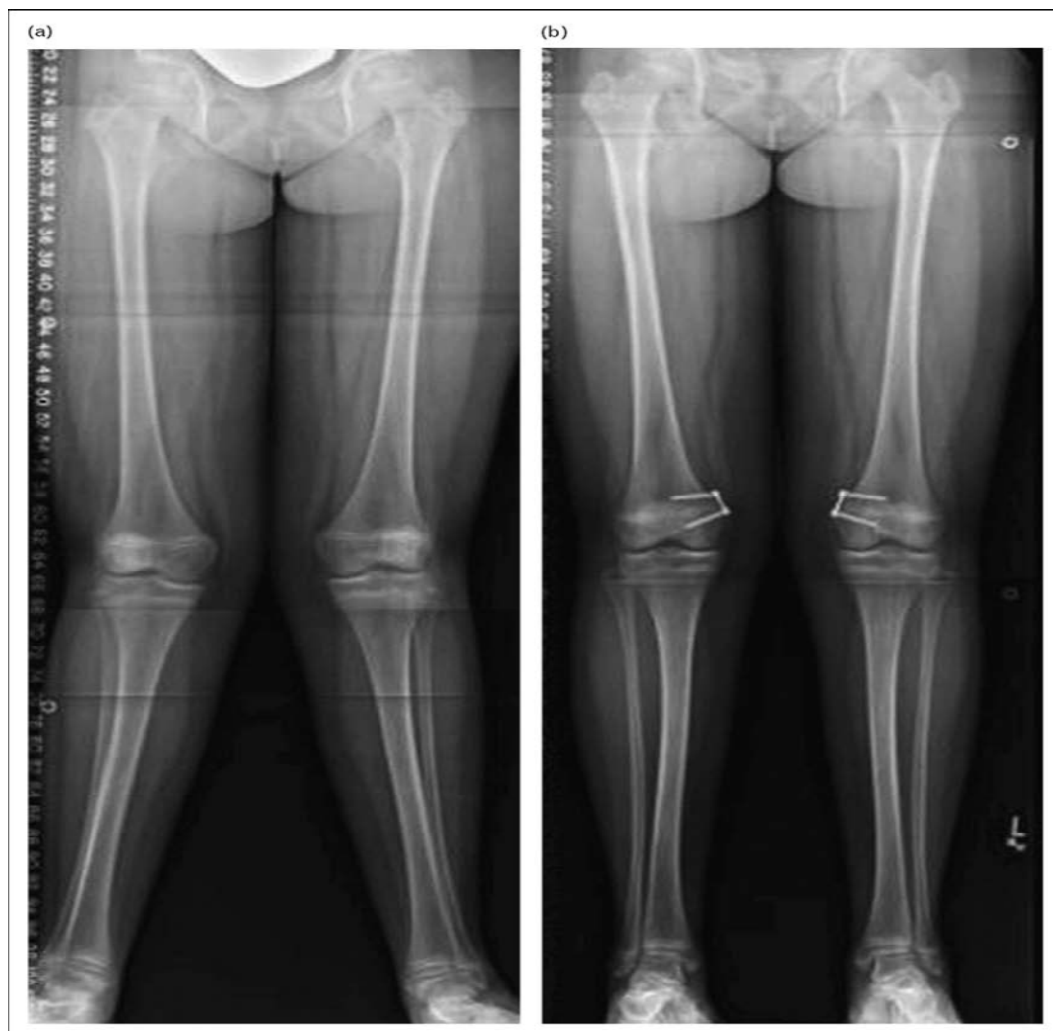
Η παχυσαρκία όμως, μπορεί να προδιαθέσει το γόνατο για την ανάπτυξη μιας παραμόρφωση σε βλαισότητα. Παθολογική αίτια του βλαισού γόνατος έχει περιγραφεί μετά από κατάγματα με ορισμένες κληρονομικές διαταραχές και που συνδέονται με λοιμώδεις και μεταβολικές διαταραχές. Αν και περιορισμένα στοιχεία συνδέουν την παχυσαρκία με βλαισό γόνατο, η θεωρία είναι ότι στα παιδιά και στους εφήβους που έχουν βλαισότητα στο γόνατο, η αύξηση βάρους οδηγεί σε μεγαλύτερη συμπίεση στην πλάγια περιφερική επίφυση του μηριαίου (νόμος Hueter-Volkman), που οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη και την πλευρική προοδευτική παραμόρφωση (Gettys 2011).



Εικόνα 28:(Α) 12ετων παχύσαρκο κορίτσι με αριστερό βλαισό γόνατο. (Β) Η μαγνητική τομογραφία δείχνει μη φυσιολογικές προεξοχές χόνδρου. Οι Zhang et al. υποστηρίζουν ότι αυτές οι αλλαγές ήταν το αποτέλεσμα της φόρτιση της επίφυσης. (C) Διορθωτική επέμβαση μηριαίου με στερέωση σε πλάκα χρησιμοποιείται για να αποκαταστήσει την φυσιολογική ευθυγράμμιση των άκρων.

Οι Zhang et al. (2008) περιγράφουν δύο αιτίες των υπέρβαρων κοριτσιών χωρίς ιστορικό προηγούμενου τραυματισμού ή παθολογική κατάσταση που ανέπτυξαν προοδευτικά βλαισό γόνατο. Πρότειναν ότι η παχυσαρκία οδηγεί σε επαναλαμβανόμενα μικροτραύματα στη περιφερική μηριαία επίφυση, συμβάλλοντας έτσι στην παραμόρφωση.

Οι Stevens et al. (2004) ανακάλυψαν επίσης μια συσχέτιση της παχυσαρκίας και της παραμόρφωση σε βλαισότητα του γόνατος σε μια μελέτη ανάλυσης της βάδισης. Από τη μελέτη 16 ασθενών, έξι (37,5%) ήταν παχύσαρκοι, που δείχνουν μία συσχέτιση της αύξησης βάρους ή του ΔΜΣ με το βλαισό γόνατο. Θεωρούν τι η έγκαιρη αναγνώριση της εν δυνάμει προοδευτικής παραμόρφωση σε βλαισότητα μπορεί να επιτρέψει την διόρθωση και την αποκατάσταση της εμβιομηχανικής κάτω άκρων. Η βλαισογονία επηρεάζει το υπέρβαρο παιδί κατά το βάδισμα με την αύξηση του χρόνου στήριξης και μειωμένη ταχύτητα και ρυθμό. Εντός της κινητικής αλυσίδας, το βλαισό γόνατο θα αναγκάσει επίσης τη θέση του τάρσους να στρεβλωθεί, η οποία θα παρουσιαστεί κλινικά ως μεγαλύτερο πλάτος βήματος (Shultz 2009).



Εικόνα 29: (a) Ακτινογραφία ενός 12-χρονου κοριτσιού που παρουσίαζε με μια προοδευτική βλαισότητα του γόνατος. Ακτινολογική ανάλυση έδειξε  $15^\circ$  στο δεξί γόνατο και  $14^\circ$  στο αριστερό. Η χειρουργική διόρθωση της παραμόρφωσης έγινε μέσω διμερών πλακών με αντίρροπη τάση. (b) Ακτινογραφία ληφθεί εννέα μήνες μετά την επέμβαση και δείχνουν εξαιρετική διόρθωση της παραμόρφωση και ευθυγράμμιση των κάτω άκρων.

### 4.2.3 Ισχίο

Κατά την διάρκεια τις φυσιολογικής ανάπτυξης η κεφαλή και ο αυχένας του μηριαίου υποβάλλονται σε σχετική εσωτερική στροφή σε σχέση με τους μηριαίους κονδύλους, ώστε η κεφαλή του μηριαίου κινείται από περίπου  $30^{\circ}$  σε  $13^{\circ}$  μέχρι την ενηλικίωση . Αυτή η μείωση στη γωνία συστροφής του μηριαίου έχει συνδεθεί με διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης του οστού, την τάση των μαλακών ιστών του ισχίου και την εμβιομηχανική των δυνάμεων φόρτωσης βάρους (Wearing 2006b).

Οι Galbraith et al (1987) ερεύνησαν την σχέση μεταξύ βάρους σώματος και γωνίας συστροφής του μηριαίου σε 12 παχύσαρκα και 13 μη παχύσαρκα παιδιά χρησιμοποιώντας αξονικό τομογράφο. Στη μελέτη τους, βρήκαν μια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων με την παχύσαρκα ομάδα να έχει μειωμένη γωνία συστροφής του μηριαίου. Συγκεκριμένα η γωνία συστροφή στα παχύσαρκα παιδιά ήταν από  $(0,4^{\circ} \pm 13^{\circ})$  ήταν πολύ λιγότερο από τα φυσιολογικά που ήταν  $(10,6^{\circ} \pm 8,6^{\circ})$  πράγμα που δείχνει, εν απουσία άλλων στροφικών δυσμορφιών, ότι τα παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν εξωτερική στροφή στο κάτω άκρο. Οι συγγραφείς θεωρούν ότι η αύξηση των φορτίων στην άρθρωση σχετίζονται με την παχυσαρκία και ως αποτέλεσμα τα τοπικά μηχανικά φορτία προωθούν την αναδιαμόρφωση του αυχένα του μηριαίου.

#### 4.2.3.1 Επιφυσιολίσθηση

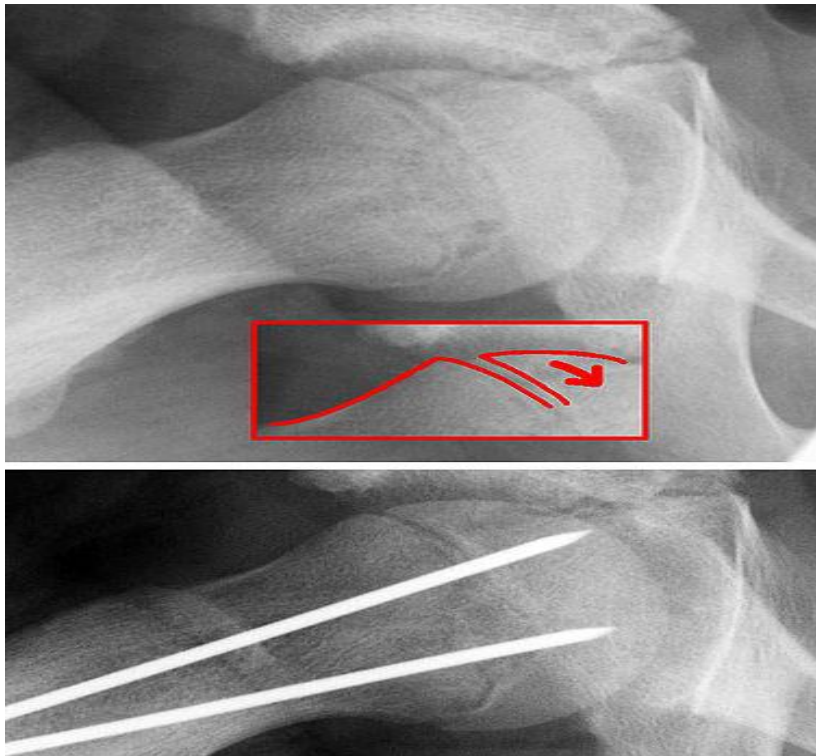
Η εξασθένηση της άνω μηριαίας επίφυσης και οι διατρητικές δυνάμεις, που ασκούνται σε αυτήν από το βάρος του σώματος, μπορούν, κατά τη διάρκεια της ταχείας ανάπτυξης των παιδιών, να δημιουργήσουν ολίσθηση της μηριαίας κεφαλής από τη φυσιολογική της σχέση προς τον αυχένα του μηριαίου οστού. Η ολίσθηση γίνεται συνήθως προς τα κάτω και πίσω (Λαμπίρης Η 2003 Ορθοπαιδική και Τραυματολογία p.274). Η συχνότητα της πάθησης εκτιμάται σε 7,38 περιπτώσεις ανά 100.000 παιδιά (Gettys 2011), η αναλογία μεταξύ αγοριών και κοριτσιών είναι 2,5:1 και μπορεί να είναι αμφοτερόπλευρη σε ποσοστό 25% των περιπτώσεων. Η ηλικία, στην οποία εμφανίζεται η πάθηση, είναι για τα αγόρια 13-15 ετών και για τα κορίτσια 11-13 ετών (Λαμπίρης Η. 2003 Ορθοπαιδική και Τραυματολογία p.274).



Εικόνα 30: παχύσαρκο αγόρι 13 ετών που εμφανίζει ασταθή SCFE δεξιά

Αν και τα αίτια της ασθένειας παραμένουν άγνωστα, μερικοί συγγραφείς αποδίδουν την ανάπτυξη της διαταραχής στην ανώμαλη ανάπτυξη του ισχίου στα παχύσαρκα παιδιά, γεγονός που οδηγεί σε μη φυσιολογική φόρτιση της άρθρωσης του ισχίου (Chan&Chen 2009). Εμβιομηχανικοί παράγοντες διαδραματίζουν αναμφίβολα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της πάθησης, δεν είναι όμως σαφές εάν η μειωμένη γωνία συστροφής του μηριαίου που παρατηρήθηκε σε παχύσαρκα παιδιά αντιπροσωπεύει μια καθυστέρηση στην φυσιολογική ανάπτυξη ή δυνητικά παθολογική αλλαγή στην ευθυγράμμιση που προκαλείται από την παχυσαρκία (Wearing 2006). Αυτή η κατάσταση συχνά σχετίζεται με το υπερβολικό βάρος και αυξημένο ΔΜΣ σε εφήβους (Bhatia 2006, Poussa 2003).

Η μείωση της γωνίας συστροφής του μηριαίου σε συνδυασμό με αυξημένο σωματικό βάρος μπορεί να ευθύνεται για την αύξηση των διατμητικών δυνάμεων που ασκούνται σε όλη την ανώριμη άρθρωση του ισχίου (Chan&Chen 2009). Παρά το γεγονός ότι η παχυσαρκία σαφώς φαίνεται να σχετίζεται με την ανάπτυξη της επιφυσιολίσθησης, η παχυσαρκία δεν είναι η μοναδική αιτία προδιάθεσης, καθώς πολλαπλοί παράγοντες υπεισέρχονται στην ανάπτυξη αυτής της κατάστασης. Η αντιμετώπιση της παχυσαρκίας από μόνη της δεν θα αντιμετώπιση την κατάσταση. Ωστόσο, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της συνολικής συχνότητας εμφάνισης της πάθησης, καθώς μελέτες έχουν δείξει μια καλή σχέση που συνδέει την άνοδο του αριθμού των κρουσμάτων της επιφυσιολίσθησης με την αυξανόμενη επικράτηση της παχυσαρκίας (Gettys 2011).



Εικόνα 31: Ακτινογραφία που δείχνει την επιφυσιολίσθηση, πριν και μετά τη χειρουργική σταθεροποίηση.

Η θεραπεία της επιφυσιολίσθησης είναι χειρουργική και το είδος της επέμβασης εξαρτάται από τον βαθμό παρεκτόπισης και από το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την έναρξη της πάθησης.

Ο χρόνος της θεραπείας στην οξεία τραυματική μορφή είναι η ανάταξη της κεφαλής και η καθήλωση της με έναν ή δυο ήλους, ώστε να συγκρατηθεί η ανάταξη και να επιτευχθεί η επιφυσιόδεση. Η επέμβαση πρέπει να είναι άμεση. Στις χρόνιες μορφές, και εφόσον η παρεκτόπιση είναι μικρότερη από τα  $\frac{3}{4}$  της διαμέτρου της μετάφυσης, γίνεται καθήλωση χωρίς να επιδιωχθεί ανάταξη επειδή υπάρχει ο κίνδυνος της άσηπτης νέκρωσης (Λαμπίρης Η. 2003 Ορθοπαιδική και Τραυματολογία p.275).

#### 4.2.4 Πλατυποδία

Η δομή του ποδιού μπορεί επίσης να επηρεαστεί από περίσσεια μάζας, ήδη από την ηλικία των 3-5 χρόνων. Το υπερβολικό βάρος που φέρουν τα υπέρβαρα παιδιά μπορεί να προκαλέσει δομική δυσλειτουργία, με αποτέλεσμα την κατάρρευση της ποδικής κάμαρας. Αυτές οι δομικές αλλαγές αυξάνουν τις πιέσεις στο πόδι και έχουν μετρηθεί υψηλότερες πιέσεις κάτω από το πρόσθιο και μέσο τμήμα ποδιού, καθώς και στις κεφάλες του πέμπτου μεταταρσίου (Wearing 2006b). Οι διαστάσεις του ποδιού των υπέρβαρων παιδιών είναι μεγαλύτερες από εκείνες των παιδιών φυσιολογικού βάρους. Οι μελέτες που έχουν αξιολογήσει πελματογραφήματα κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης ανέφεραν μια μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής (Shultz 2009). Δεν είναι σαφές εάν οι μεγαλύτερες διαστάσεις ποδιών που αναφέρθηκαν κατά τη στάση στα παχύσαρκα παιδιά είναι λόγω της οστικής διεύρυνση του ποδιού, δευτερογενώς μιας μεγαλύτερης μάζας σώματος, ή της αύξησης των διαστάσεων των μαλακών ιστών, λόγω της μεγαλύτερης μάζας λίπους, ή συνδυασμός και των δύο (Dowling&Steele 2001).

Ωστόσο, η ισχύς των παραμέτρων που χρησιμοποιούν το πελματογράφημα ως έμμεση εκτίμηση για το ύψος του τόξου είναι αμφιλεγόμενες. Οι Hawes et al (1992) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αντιφάσεις στο πάχος των μαλακών ιστών κάτω από τα πέλματα ακύρωσε τη χρήση των πελματογραφημάτων ως έμμεσες μετρήσεις για το ύψος της ποδικής κάμαρας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση

#### 5.1 οστεοαρθρίτιδας γόνατος

Η σωματική δραστηριότητα έχει αναγνωριστεί εδώ και πολλά χρόνια ότι είναι ευεργετική στην αντιμετώπιση της οστεοαρθρίτιδας του γόνατος (ΟΑ). Παρόλο που υπάρχει συμφωνία ότι η θεραπευτική άσκηση μπορεί να είναι χρήσιμη, η επίδραση της στον πόνο, στη δύναμη του τετρακέφαλου και στη σωματική λειτουργία φαίνεται να είναι από μικρή έως μέτρια στις περισσότερες κλινικές δοκιμές (van Baar 1998, 1999, Rogind 1998, Ettinger 1997, O'Reilly 1999, Fisher 1997, Schilke 1996, Maurer 1991, Fitzgerald 2004).



Εικόνα 32: Μια σειρά ασκήσεων οπού βοηθούν στην μείωση των συμπτωμάτων της ΟΑ

Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι υπάρχουν πιθανόν υποομάδες ατόμων που συνεχίζουν να έχουν πόνο, μυϊκή αδυναμία και ανικανότητα ακόμα και μετά τη συμμετοχή σε πρόγραμμα θεραπείας με άσκηση.

Τα άτομα με ΟΑ γόνατος πρέπει να ξεπεράσουν συχνά μια ποικιλία από προβλήματα, όπως πόνος στις αρθρώσεις, δυσκαμψία, περιορισμοί στην κίνηση, κινητικές και αισθητικές δυσλειτουργίες και λειτουργικούς περιορισμούς που τις αποτρέπουν από τη συμμετοχή σε τακτική σωματική δραστηριότητα. Η φυσικοθεραπεία μπορεί να παρέχει ένα ευρύ φάσμα παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που ενδέχεται να εμποδίζουν τα άτομα με οστεοαρθρίτιδα στο γόνατο να επιτύχουν το μέγιστο όφελος από την άσκηση ή τα προγράμματα σωματικής δραστηριότητας (Fitzgerald 2004). Όταν η συντηρητική αντιμετώπιση δεν έχει αποτέλεσμα επιλέγεται η χειρουργική αποκατάσταση.

Η χειρουργική θεραπεία συνίσταται στα κατωτέρω:

1. Σε αρθροσκοπικό καθαρισμό της άρθρωσης, εφόσον οι αλλοιώσεις είναι ήπιες και δεν υπάρχουν αξονικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα είναι συνήθως καλά αλλά βραχείας διάρκειας.
2. Σε υψηλή οστεοτομία κνήμης ή κάτω μετάφυσης μηριαίου, εφόσον η αρθρίτιδα είναι μονοδιαμερισματική και υπάρχει αξονική παρέκκλιση.
3. Σε ολική αρθροπλαστική, όταν υπάρχει προσβολή δυο ή τριών διαμερισμάτων (Λαμπίρης Η 2003. Ορθοπαιδική και Τραυματολογία p. 536).

### 5.1.1 Manual therapy

Τα τελευταία χρόνια, οι φυσιοθεραπευτές έχουν δοκιμαστεί την αποτελεσματικότητα των θεραπευτικών προγραμμάτων άσκησης που ενσωματώνουν τεχνικές Manual therapy ως συμπλήρωμα των ασκήσεων (Deyle 2000, Fransen 2001 ). Manual therapy είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει παθητικές κινήσεις που εφαρμόζονται από το φυσιοθεραπευτή, με σκοπό την αύξηση της κινητικότητας της άρθρωσης ή τη μείωση δυσκαμψία της άρθρωσης.





Εικόνα 33: Εσωτερική στροφή της κνήμης στο μηρό μπορεί να δώσει ανακούφιση και μεγαλύτερο εύρος κίνησης.

Οι τεχνικές μπορεί να περιλαμβάνουν μια σειρά από παθητικές κινήσεις, διατάσεις των μυών ή κινητοποίηση μαλακών ιστών και τεχνικές μασάζ (Fitzgerald 2004). Οι Deyle et al. (2000) πραγματοποίησαν μια μελέτη συνέκρινοντας τη χρήση των τεχνικών Manual therapy στο γόνατο, το ισχίο, το πόδι και τον αστράγαλο και οσφυϊκή μοίρα σπονδυλικής στήλης σε συνδυασμό με ασκήσεις για την ενίσχυση των κάτω άκρων, το εύρος της κίνησης, και την αντοχή σε μια ομάδα που έλαβε θεραπεία placebo με υπερήχους.

Οι τεχνικές Manual therapy επιλέχθηκαν με βάση την παρουσία των περιορισμών στην ενεργητική ή παθητική κίνηση των αρθρώσεων σε όλες ή μερικές από τις αρθρώσεις των κάτω άκρων και της σπονδυλικής στήλης. Οι μελετητές ανέφεραν σημαντική βελτίωση του πόνου, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου μετά από 8 θεραπείες σε χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων. Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι οι επιπλοκές που συνυπήρχαν με την ΟΑ γόνατος σε άλλες αρθρώσεις αντιμετωπίστηκαν.

### 5.1.2 Ισορροπία και λειτουργικές τεχνικές επανεκπαίδευσης

Εκτός από τις ασκήσεις που βελτιώνουν την δύναμη των κάτω άκρων, το εύρος της κίνησης και την καρδιοαναπνευστική αντοχή, πλέον συνιστάται τα προγράμματα θεραπείας άσκησης να περιλαμβάνουν, τεχνικές για τη βελτίωση της ισορροπίας και του συντονισμού και προσφέρει στους ασθενείς την ευκαιρία να εξασκήσουν διάφορες δεξιότητες που πιθανόν αντιμετωπίζουν κατά τις συνήθεις καθημερινές τους δραστηριότητες (Hurley 2003, Fitzgerald 2002). Αυτές οι πρόσθετες δραστηριότητες που πιστεύεται ότι θα τονώσει την εμπιστοσύνη και την ικανότητα στην εκτέλεση υψηλότερο επίπεδο σωματικής δραστηριότητας, η οποία με τη σειρά τους, μπορούν να παρέχουν στους ασθενείς τα κατάλληλα εργαλεία για την τακτική συμμετοχή σε σωματική δραστηριότητα. Οι Hurley και Scott (1998) εξέτασαν ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιούσε απλές ασκήσεις ισορροπίας μεταφοράς βάρους σε συνδυασμό με την καθιερωμένη θεραπεία ασκήσεων σε 60 ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος, συγκριτικά με μια ομάδα ελέγχου που δεν έλαβε τις ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας. Η ομάδα ασθενών όπου πραγματοποίησε τις ασκήσεις αυτές κατέδειξε βελτιώσεις στη δύναμη, στην ενεργοποίηση των μυών, οι οποία διατηρήθηκε σε διάστημα 6 μηνών, κατά την περίοδο της παρακολούθησης.



Εικόνα 34: Ασκήσεις ισορροπίας – ενδυνάμωσης

Οι Fitzgerald et al.(2002) ανέφεραν μια έκθεση στην οποία χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές ευκινησία (γρήγορο σταματά-ξεκινά, αλλαγές στην κατεύθυνση, κ.λπ.) και μια σειρά από τεχνικές διαταραχής ισορροπίας σε συνδυασμό με ασκήσεις ενδυνάμωσης και εύρους κίνησης σε μια ηλικιωμένη γυναίκα με διμερείς ΟΑ του γόνατος η οποία παραπονέθηκε της αστάθειας του γόνατος.

Μετά από 12 συνεδρίες θεραπείας, η ασθενής δεν παραπονέθηκε για αστάθεια του γόνατος και ήταν σε θέση να επιστρέψει σε δραστηριότητες όπως το περπάτημα, το τένις και το γκολφ

### 5.1.3 Ορθώσεις

Οι ορθώσεις των πελμάτων μερικές φορές χρησιμοποιούνται από φυσιοθεραπευτές για να αντισταθμίσουν έμμεσα μια ελαττωματική μηχανική που μπορεί να τοποθετήσει επιβλαβή πίεση στο γόνατο. Το διορθωτικό πέλμα σε άτομα με ΟΑ γόνατος στο έσω διαμέρισμα έχει βρεθεί ότι βοηθά στην μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργίας (Keating 1993, Kerrigan 2002 ).

Θεωρητικά το διορθωτικό πέλμα ενθαρρύνει τη βλαισότητα στο γόνατο, αντιμετωπίζοντας έτσι την ραιβότητα , μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την πίεση στο έσω διαμέρισμα του γόνατος. Το διορθωτικό αυτό μέσο φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικό σε άτομα με μικρού έως και μέτριου βαθμού ΟΑ. Τα άτομα με μεγαλύτερου βαθμού ΟΑ δεν ανταποκρίνονται πάντοτε θετικά στην διόρθωση αυτή (Fitzgerald 2004).



Εικόνα 35: Διορθωτικό πέλμα με πάχυνσης στην εξωτερική πλευρά ώστε να ενθαρρύνει τη βλαισότητα στο γόνατο

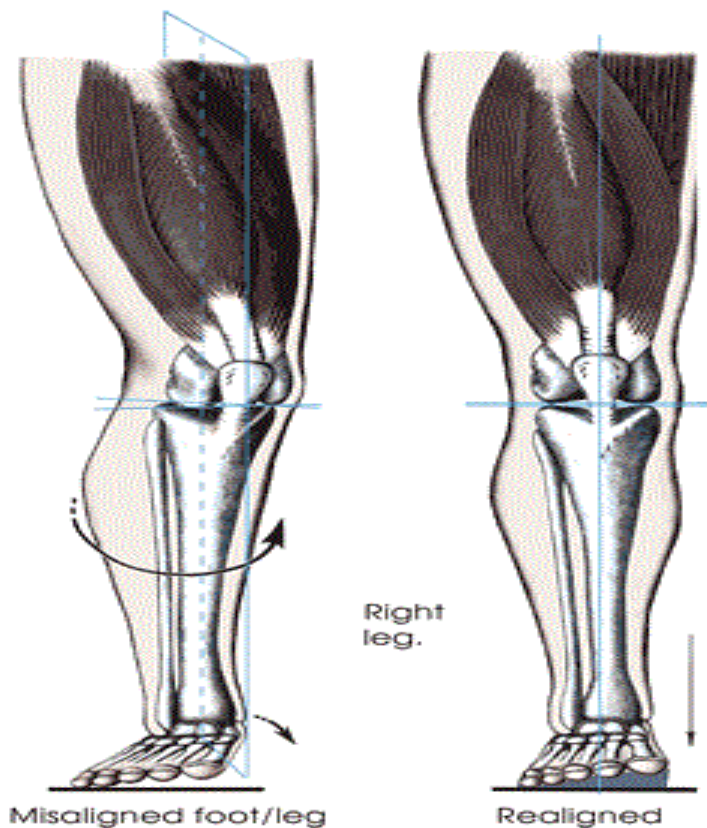
#### 5.1.4 Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την θεραπεία

Διάφορες μελέτες υποδηλώνουν ότι υπάρχει ανάγκη να εξεταστούν οι παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν την ανταπόκριση στην θεραπεία των ασθενών με ΟΑ γόνατος, στα προγράμματα σωματικής δραστηριότητας. Η συμμόρφωση με τα προγράμματα άσκησης στο σπίτι μπορεί να επηρεάσει μακροπρόθεσμα την ανταπόκριση στη θεραπεία (van Baar 2001, Campbell 2001, Wolfe 1991).

Οι Sharma et al. (2003) ανέφεραν ότι ραιβότητα / βλαισότητα και η σκελετική ευθυγράμμιση μπορεί να επηρεάσει τη σχέση μεταξύ της δύναμης του τετρακέφαλου και την εξέλιξη της αρθρίτιδας. Τέλος ο βαθμός σοβαρότητας της ΟΑ γόνατος μπορεί επίσης να μεταβάλλει την ανταπόκριση του ασθενή στη φυσικοθεραπεία (Fransen 2001).

## 5.2 Διορθωτικά μέσα και αξονική παρέκκλιση γόνατος

Η φυσιολογική γωνίωση των ανατομικών αξόνων της κνήμης και μηρού στο γόνατο έχει υπολογιστεί στις  $6^\circ$  βλαισότητα. Η γωνίωση υπολογίζεται τοποθετώντας τις δυο κινητές λαβές του γωνιόμετρου κατά μήκος των νοητών αξόνων που διατρέχουν το ισχίο και την κνήμη. Σε μια μελέτη, δυο ασθενείς με διμερείς ραιβότητα γόνατος έλαβαν προσαρμοσμένα διορθωτικά πέλματα. Η προσέγγιση αυτή υιοθετήθηκε σε μια προσπάθεια να μειωθεί η επαφή-πίεση στο έξω διαμέρισμα της μηροκνημιαίας άρθρωσης. Ένας ασθενής είχε σχεδόν άμεση ανακούφιση από τον πόνο με το διορθωτικό πέλμα και ο δεύτερος ασθενής εμφάνισε ανακούφιση από τον πόνο σε 2-3 εβδομάδες. Και οι δύο ασθενείς ήταν σε θέση να επαναλάβουν τις δραστηριότητες, όπως το τένις που προηγουμένως ήταν περιορισμένες λόγω πόνους στα γόνατα (Gross 1995).



Εικόνα 36: Απεικόνιση του άξονα πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την εφαρμογή διορθωτικού πέλματος.

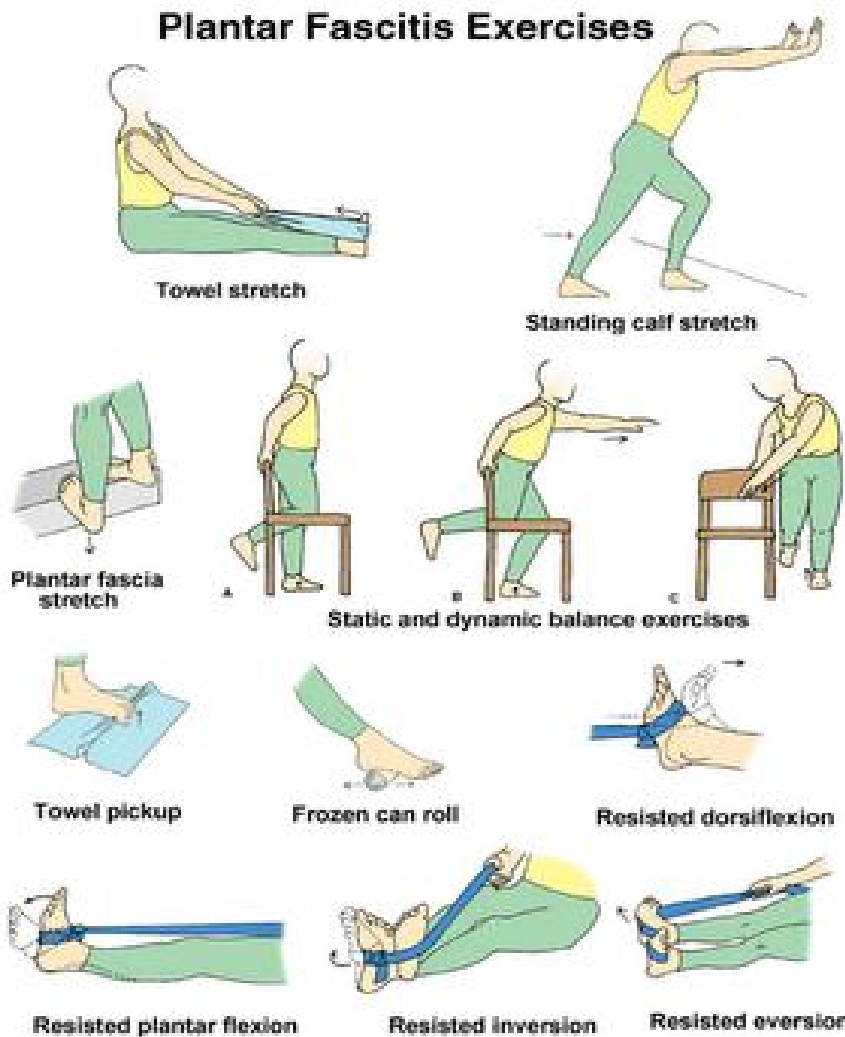
Μια παρόμοια θεωρητική και κλινική προσέγγιση έχει ληφθεί για τη θεραπεία ενός ασθενούς με βλαισότητα γόνατος. Ο ασθενής παραπονιόταν για πόνο στην εσωτερική πλευρά του γονάτου και στον έσω πλάγιο σύνδεσμο με την βλαισότητα να βρίσκεται περίπου στις 30°.

Στον ασθενή δόθηκε διορθωτικό πέλμα με υποστήριξη της έσω επιμήκουσ κάμαρας για τον περιορισμό του πρητισμού και θεωρητικά να μειώσει το υπερβολική πίεση που επιβλήθηκε στον έσω πλάγιο σύνδεσμο. Ο ασθενής ανέφερε σταδιακή βελτίωση του πόνου και επανήλθε στις πρωύτερες συνήθειες του (Gross 1995).

Άλλοι συγγραφείς επίσης έχουν αναφέρει τα αποτελέσματα των διορθωτικών μέσων στην βλαισότητα, την ραιβότητα αλλά και την ΟΑ του γόνατος (Wolfe 1991).

### 5.3 Σύνδρομο επώδυνης πτέρνας

Προγράμματα διατάσεων και ενδυνάμωσης μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη θεραπεία της πελματιαίου πόνου. Η ευκαμψία των μυών της γαστροκνημίας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Συγκρίνοντας τα συμπεράσματα δυο ερευνών για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων θεραπείας αναφέρθηκε χαρακτηριστικά στην πρώτη ότι, το 83 % των ασθενών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα διατάσεων είχαν επιτυχή θεραπεία και 29 % αυτών ανέφερε την διάταση ως τη θεραπεία που είχε βοηθήσει πιο πολύ σε σύγκριση με τη χρήση των ορθοπεδικών βοηθημάτων, μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φάρμακων (ΜΣΑΦ), τον πάγο, έγχυση στεροειδών, τη θερμότητα, νυχτερινούς νάρθηκες, το περπάτημα και την αλλαγή υποδημάτων (Wolgin 1994). Στην δεύτερη όμως μελέτη το 34,9 % των ασθενών έδειξε την ενδυνάμωση ως αποτελεσματικότερη θεραπεία σε σχέση με όλα τα παραπάνω (Martin 1998).

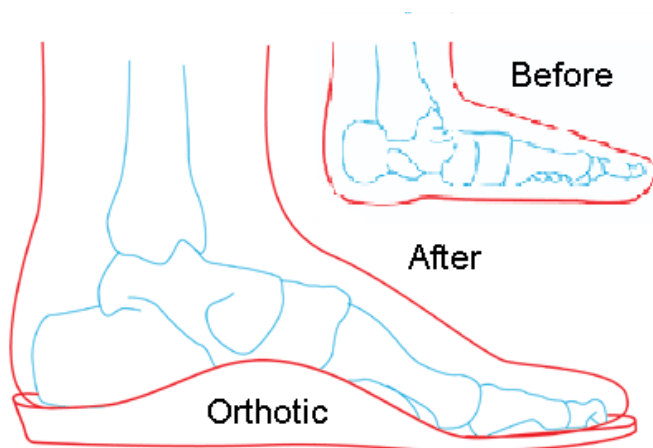


Εικόνα 37: Διατάσεις, ασκήσεις ισορροπίας και ενδυνάμωσης για την βελτίωση των συμπτωμάτων στο σύνδρομο επώδυνης πτέρνας.

Μια άλλη μελέτη (Gudeman 1997) αναφέρει την ιοντοφόρηση ως μια ακόμα επιλογή θεραπείας. Η ιοντοφόρηση είναι η χρήση των ηλεκτρικών ερεθισμάτων από ένα χαμηλής τάσης γαλβανικό ρεύμα όπου οδηγεί κορτικοστεροειδή σε μαλακούς ιστούς. Στη μελέτη διαπίστωσαν ότι η χρήση ιοντοφοράς οδήγησε σε σημαντική βελτίωση μετά από δύο εβδομάδες. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της ιοντοφόρησης είναι το κόστος και ο χρόνος, διότι, για να είναι αποτελεσματική, πρέπει να χορηγείται από ένα φυσιοθεραπευτή τουλάχιστον δύο με τρεις φορές την εβδομάδα, για αυτόν ακριβώς το λόγο προτείνετε σε καταστάσεις όπου χαρακτηρίζονται από ισχυρό πόνο.

#### 5.4 Πλατυποδία

Η χρήση βοηθημάτων για την βελτίωση της παιδικής πλατυποδίας έχει ιδιαίτερα μακρά ιστορία. Η χρήση ένθετων από πλαστική ύλη με μαλακό ή σκληρό υπόστρωμα, σαν πέλμα έσω υποδήματος ή σαν υποστήριξη του πέλματος του υποδήματος, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία. Υπάρχουν πέλματα που λαμβάνονται με αποτύπωμα, πέλματα που έχουν έτοιμη κατασκευή ή πέλματα που κατασκευάζονται εξατομικευμένα με βάση λογισμικό που βασίζεται στην μελέτη του πελματογραφήματος και εξυπηρετεί την αποφόρτιση στα σημεία φόρτισης και υποστήριξη στο υπόλοιπο τμήμα του ποδιού.



Εικόνα 38: Ποδική καμάρα πριν και μετά την τοποθέτηση διορθωτικού πέλματος.

Η χρήση των πελμάτων φαίνεται ότι αποτελεί κύρια θεραπεία για τους γονείς και για την διατήρηση του σχήματος των υποδημάτων, παρά για την δημιουργία ποδικής καμάρας. Οι Theologis et al (1994) σε σχεδιασμένη μελέτη με χρήση πελμάτων υποστήριξης βρήκαν ότι το σχήμα του πέλματος είναι ανεξάρτητο από το είδος του ενθέματος στο πόδι. Σε παιδιά με σημαντική βλαισότητα του άκρο ποδός δεν υπήρξε μετά από 2 έτη χρήσης, αλλαγή στο σχήμα της ποδικής καμάρας. Αντίστοιχα και οι Gould et al (1989), Wegner et al (1989) σε σειρά παιδιών όπου έγινε χρήση πελμάτων, δεν διαπίστωσαν διαφορά στον σχηματισμό ποδικής καμάρας. Η αυτόματη αποκατάσταση με τον σχηματισμό ποδικής καμάρας ήταν ίδια σε σχέση με την εφαρμογή ή όχι ενθέτου. (Harris 2004)



Η φυσιοθεραπεία μέσα στα πλαίσια ενεργοποίησης γενικά του τόνου σε παιδιά με σημαντική γενικευμένη χαλαρότητα των αρθρώσεων, είναι αποτελεσματική. Βοήθεια πρέπει να δοθεί με την συστηματική ενεργοποίηση των μυών του ποδιού, ώστε να διατηρηθεί η ευκαμπτότητα. Η συστηματική άσκηση με ασκήσεις στήριξης στις μύτες των ποδιών, η συστηματική βάδιση σε άμμο, όπου σε ανωμαλίες του εδάφους το πόδι προσαρμόζεται με την ενεργοποίηση της πελματιαίας απονεύρωσης, αποτελούν πολύ καλές λύσεις. Ασκήσεις διάτασης του αχιλλείου, βοηθούν, όταν υπάρχει ρίκνωση. Εφαρμογή ένθετων υποδήματος συνιστάται σε παιδιά με αυξημένο σωματικό βάρος και έξω στροφή στα ισχία. Σε αυτά, η χρήση πελμάτων πιθανώς διατηρεί βαθμό ευκαμπτότητος σε σχέση με την γρήγορη εμφάνιση δύσκαμπτης μορφής πλατυποδίας (Wearing 2004, D'Amico 2009).

Σήμερα τα υποδήματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο (μποτάκι, με ανύψωση στο έσω χείλος), καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό την ανάγκη για υποστήριξη στο πέλμα. (Wolf 2008)

## Συμπεράσματα

Καθώς τα ποσοστά της παχυσαρκίας αυξάνονται ανά τον κόσμο, ως επακόλουθο, αυξάνονται και οι παθήσεις όπου συνδέονται με αυτήν. Οι μυοσκελετικές αλλοιώσεις αποτελούν μέρος της παθογένειας που συνδέεται με την παχυσαρκία με αποτέλεσμα ο μυοσκελετικός πόνος έχει χαρακτηριστεί ως ο πιο ακριβός όλων των κατηγοριών των ασθενειών (Wearing 2006a).

Η παχυσαρκία πλήττει όλες τις ηλικιακές ομάδες ανθρώπων αλλά τα αποτελέσματα της διαφέρουν, κυρίως στις δυο μεγαλύτερες από αυτές. Ένα παιδί το οποίο αναπτύσσει το σκελετό του με φορτίσεις που ξεπερνούν τα όρια του φυσιολογικού είναι λογικό να επηρεάζουν τον αυξητικό χόνδρο, ο οποίος είναι ένα εξειδικευμένο όργανο που είναι ευαίσθητο στο γύρω μηχανικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα την μη φυσιολογική ανάπτυξη κυρίως των μακρών οστών (Gettys 2011). Έτσι καταστάσεις όπως η νόσος του Blount, αξονικές παρεκκλίσεις ραιβότητας και βλαισότητας, η επιφυσιολίσθηση και πτώση της ποδικής καμάρας είναι συχνές στην παιδιατρική ορθοπεδική (Gettys 2011, Chan&Chen 2009, Sabharwal 2009, Shultz 2009, Wearing 2006b). Η νόσος Blount είναι μια διαταραχή της ανάπτυξης της κνήμης που αναγκάζει την κνήμη σε γωνία προς τα έξω. Διακρίνεται σε δυο μορφές, την βρεφική και την εφηβική και η αντιμετώπιση είναι χειρουργική με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Gettys 2011, Chan&Chen 2009, Shultz 2009). Στα παχύσαρκα παιδιά το υπερβολικό βάρος που φέρουν μπορεί να προκαλέσει δομική δυσλειτουργία στο πέλμα, με αποτέλεσμα την κατάρρευση της ποδικής κάμαρας (Wearing 2006). Σε αυτή την περίπτωση η φυσικοθεραπεία και τα διορθωτικά πέλματα δείχνουν να έχουν εξαιρετικά αποτελέσματα (Wearing 2004, D'Amico 2009, Wolf 2008) .

Οι αξονικές παρεκκλίσεις συναντώνται και σε παιδιά αλλά και στους ενήλικες. Η παχυσαρκία αυξάνει σημαντικά τις συμπιεστικές δυνάμεις που δημιουργούνται είτε στο έξω (βλαισογωνία) είτε στο έσω διαμέρισμα του γόνατος (ραιβογωνία) με την τελευταία να συναντάται συχνότερα και πολλές φορές να συνυπάρχει με οστεοαρθρίτιδα στους ενήλικες (Wearing 2006a,

Kobayashi 2000, Shultz 2009, Gettys 2011, Chan&Chen 2009 ). Ανάλογα με την σοβαρότητα της κατάστασης, η θεραπεία μπορεί να είναι συντηρητική με διορθωτικά πέλματα(Gross 1995, Wolfe 1991 ) ή χειρουργική με μια τεχνική όπου δημιουργεί τάση στην επίφυση του μηριαίου με αποτέλεσμα την μείωση της παρέκκλισης (Gettys 2011, Chan&Chen 2009). Η σημαντικότερη, ίσως, πάθηση που προκαλεί η παχυσαρκία στον ενήλικο πληθυσμό είναι η οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Η αρθρίτιδα γόνατος είναι μια κατάσταση την οποία την χαρακτηρίζουν οι εκφυλιστικές αλλοιώσεις στις αρθρικές επιφάνειες του γόνατος καθώς και η φλεγμονή της περιοχής (Cicutini 2001,2004, Wluka 2002, Wearing 2006a). Η θεραπεία τις είναι αρχικά συντηρητική, με την κνησιοθεραπεία και άλλες φυσικές θεραπείες να διαδραματίζουν σπουδαίο ρολό στην μείωση των συμπτωμάτων (van Baar 1998, 1999, Rogind 1998, Ettinger 1997, O'Reilly 1999, Fisher 1997, Schilke 1996, Maurer 1991, Fitzgerald 2004 ). Μονό όταν η συντηρητική θεραπεία δεν έχει αποτελέσματα κρίνεται απαραίτητη η χειρουργική επέμβαση όπου η επιλογή της θα κριθεί από την σοβαρότητα της πάθησης (Λαμπίρης Η 2003 Ορθοπαιδική και Τραυματολογία p. 536). Τέλος, το σύνδρομο επώδυνης πτέρνας είναι μια κατάσταση που μπορεί να προέρχεται από διαφορετική αιτιολογία, αλλά με την ίδια ακριβός συμπτωματολογία και αποκατάσταση (Riddle 2003, Rano 2001 ) με τις διατάσεις και τις ασκήσεις ενδυνάμωσης να βελτιώνουν σημαντικά τον πόνο (Wolgin 1994, Martin 1998).

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία, ωστόσο, δεν είναι συγκεκριμένα και είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν υπάρχει πλούσια αρθρογραφία όπου αναλύει μηχανικά τις επιδράσεις της παχυσαρκίας στους μαλακούς ιστούς . Καθώς η επιδημία της παχυσαρκίας αυξάνεται, νεότερες μελέτες θα χρειαστούν για να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε πλήρως την πραγματική επίπτωση της παχυσαρκίας στο μυοσκελετικό σύστημα.

## Βιβλιογραφία

Ηλίας Ε. Λαμπίρης (2003) Ορθοπαιδική και Τραυματολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης

Nancy Hamilton, Kathryn Luttgens.(2003) Κινησιολογία : επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης. Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου

Susan J. Hall (2007) Εμβιομηχανική. Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου

John T. Hansen (2007) ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ Αυτοαξιολόγηση γνώσεων. Τόμος 1, Άκρα Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης

Karandji I.A. (2001) Η Λειτουργική Ανατομική των Αρθρώσεων. Τόμος 2, κάτω άκρο Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης

Platzer W., Leonhardt H. , Kahle W (1985) ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ με έγχρωμο άτλαντα Τόμος 1, Μυοσκελετικό σύστημα Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας

## Αρθρογραφία

Η. Κατσίκης Δ. Φλωράκης Α. Καρκανάκη Α. Πιούκα Δ. Χατζηδημητρίου Δ. Παχυσαρκία II: Επιδημιολογία, οικονομικό κόστος, κλινική αξιολόγηση του παχύσαρκου ασθενή. *Ελληνική Μαιευτική & Γυναικολογία* 21(4):332-340,2009

Allan C. Gelber, MD, MPH, Marc C. Hochberg, MD, MPH, Lucy A. Mead, ScM, Nae-Yuh Wang, MS, PhD, Fredrick M. Wigley, MD, Michael J. Klag, MD, MPH Body Mass Index in Young Men and the Risk of Subsequent Knee and Hip Osteoarthritis *Am J Med.* 1999;107:542–548.

Bhatia NN, Pirpiris M, Otsuka NY. Body mass index in patients with slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 2006; 26:197–199.

Campbell R, Evans M, Tucker M, et al.: Why don't patients do their exercises? Understanding non-compliance with physiotherapy in patients with osteoarthritis of the knee. *J Epidemiol Community Health* 2001, 55:132–138.

Cicuttini FM, Teichtahl AJ, Wluka AE, Davis S, Strauss BJG, Ebeling PR. The relationship between body composition and knee cartilage volume in healthy, middle-aged subjects. *Arthritis Rheum* 2005; 52: 461–467.

Cicuttini FM, Wluka AE, Stuckey SL. Tibial and femoral cartilage changes in knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2001; 60: 977–980.

Cicuttini FM, Wluka AE, Wang Y, Stuckey SL. Longitudinal study of changes in tibial and femoral cartilage in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2004; 50: 94–97.

Chan G, Chen CT. Musculoskeletal effects of obesity. *Curr Opin Pediatr.* 2009 Feb;21(1):65-70. Review.

Cook SD, Lavernia CJ, Burke SW, et al. A biomechanical analysis of the etiology of tibia vara. *J Pediatr Orthop* 1983; 3:449–454.

Cornwall MW, McPoil TG. Plantar fasciitis: etiology and treatment. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 29: 756–760.

D'Amico JC The flat-footed child-to treat or not to treat: what is the clinician to do? *J Am Podiatr Med Assoc.* 2009 ;99(3):267-8

Davids JR, Huskamp M, Bagley AM. A dynamic biomechanical analysis of the etiology of adolescent tibia vara. *J Pediatr Orthop* 1996; 16:461-468.

Deyle GD, Henderson NE, Matekel RL, et al.: Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med* 2000, 132:173–181.

Dowling AM, Steele JR. what are the effects of gender and obesity on foot structure in children? In: Hennig EM, Stacoff A(eds.) Proceedings of the 5<sup>th</sup> Symposium on Footwear Biomechanics. Zurich, Switzerland, 2001 pp. 30-31.

Ettinger WH Jr, Burns R, Messier SP, et al.: A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). JAMA 1997, 277:25–31.

Faber SC, Eckstein F, Lukasz S, Muhlbauer R, Hohe J, Englmeier KH, Reiser M. Gender differences in knee joint cartilage thickness, volume and articular surface areas: assessment with quantitative three-dimensional MR imaging. Skeletal Radiol 2001; 30: 144–150.

Felson DT, Goggins J, Niu J, Zhang Y, Hunter DJ. The effect of body weight on progression of knee osteoarthritis is dependent on alignment. Arthritis Rheum 2004; 50: 3904–3909.

Fisher NM, Pendergast DR: Reduced muscle function in patients with osteoarthritis. Scand J Rehabil Med 1997, 29:213–221.

Fitzgerald GK, Childs JD, Ridge TM, Agility and perturbation training for a physically active individual with knee osteoarthritis. Phys Ther 2002, 82:372–382.

Fitzgerald GK, Oatis C. Role of physical therapy in management of knee osteoarthritis Curr Opin Rheumatol. 2004 Mar; 16(2):143-7

Fransen M, Crosbie J, Edmonds J: Physical therapy is effective for patients with osteoarthritis of the knee: a randomized controlled clinical trial. J Rheumatol 2001, 28:156–164.

Galbraith RT, Gelberman RH, Hajek PC, et al. Obesity and decreased femoral anteversion in adolescence. J Orthop Res 1987; 5:523–528.

Gettys FK, Jackson JB, Frick SL. Obesity in pediatric orthopaedics. Orthop Clin North Am. 2011 Jan;42(1):95-105, vii. Review.

Gross MT. Lower quarter screening for skeletal malalignment--suggestions for orthotics and footwear. J Orthop Sports Phys Ther. 1995 Jun;21(6):389-405.

Goulding A, Cannan R, Williams SM, Gold EJ, Taylor RW, Lewis-Barned NJ. Bone mineral density in girls with forearm fractures. J Bone Miner Res 1998; 13: 143–148.

Goulding A, Taylor RW, Jones IE, McAuley KA, Manning PJ, Williams SM. Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. Int J Obes (Lond) 2003; 24: 627–632.

Gould N, Moreland M, Alvarez R. Development of the child's arch. *Foot Ankle* 1989;9:241-245

Gudeman SD, Eisele SA, Heidt RS, Colosimo AJ, Stroupe AL. Treatment of plantar fasciitis by iontophoresis of 0.4% dexamethasone. A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Am J Sports Med* 1997;25:312-6.

Guilleume, M Defining obesity in childhood current practice *American Journal of clinical Nutrition*, 70, (1999) 1265 – 1305 Manoff EM,

Harrington IJ. Static and dynamic loading patterns in knee joints with deformities. *J Bone Joint Surg* 1983; 65A: 247–259.

Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, Kravitz SR, Mendelson SA, Mendicino RW, Silvani SH, Gassen SC; Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. 2004 *Clinical*

Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle* 1992; 13: 22-26

Henderson RC. Tibia vara: a complication of adolescent obesity. *J Pediatr* 1992;121(3):482e6

Hill JJ Jr, Cutting PJ. Heel pain and body weight. *Foot Ankle* 1989; 9: 254–256.

Hills AP, Hennig EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25:

Hochberg MC, Lethbridge-Cejku M, Tobin JD. Bone mineral density and osteoarthritis: data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12: S45–S48.

Hortobagyi T, Garry J, Holbert D, Devita P. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2004; 51: 562–569.

Huang YC, Wang LY, Wang HC, Chang KL, Leong CP. The relationship between the flexible flatfoot and plantar fasciitis: ultrasonographic evaluation. *Chang Gung Med J* 2004; 27: 443–448.

Huang CK, Kitaoka HB, An KN, Chao EYS. Biomechanical stability of the arch. *Foot Ankle* 1993; 14: 353–357.

Hurley MV: Muscle dysfunction and effective rehabilitation of knee osteoarthritis: What we know and what we need to find out. *Arthritis Care and Research* 2003, 49:444–452.

Hurley MV, Scott DL: Improvements in quadriceps sensori-motor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheumatol* 1998, 37:1181–1187.

Johnson F, Leidl S, Waugh W. The distribution of load across the knee: a comparison of static and dynamic measurements. *J Bone Joint Surg* 1980; 62B: 346–349.

Kanatli U, Yetkin H, Simsek A, Besli K, Ozturk A. The relationship of the heel pad compressibility and plantar pressure distribution. *Foot Ankle Int* 2001; 22: 662–665.

Keating EM, Faris PM, Ritter MA, et al.: Use of lateral heel and sole wedges in the treatment of medial osteoarthritis of the knee. *Orthopaedic Review* 1993, 22:921–924.

Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, et al.: Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2002, 83:889–893.

Kobayashi T, Yoshihara Y, Yamada H, Fujikawa K. Procollagen IIC-peptide as a marker for assessing mechanical risk factors of knee osteoarthritis: effect of obesity and varus alignment. *Ann Rheum Dis* 2000; 59: 982–984.

Maffeis C, Tatò L. Long-term effects of childhood obesity on morbidity and mortality. *Horm Res* 2001; 55: 42–45

Martel-Pelletier J. Pathophysiology of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12: S31–S33.

Martin RL, Irrgang JJ, Conti SF. Outcome study of subjects with insertional plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 1998;19:803-11.

Maurer BT, Stern AG, Kinossian B, et al.: Osteoarthritis of the knee: isokinetic quadriceps exercise versus an educational intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 1991, 80:1293–1299.

McGonagle D, Marzo-Ortega H, O'Connor P, Gibbon W, Pease C, Reece R, Emery P. The role of biomechanical factors and HLA-B27 in magnetic resonance imaging-determined bone changes in plantar fascia enthesopathy. *Arthritis Rheum* 2002; 46: 489–493.

Messier SP, Loeser RF, Miller GD, Morgan TM, Rejeski WJ, Sevick MA, Ettinger WH Jr, Pahor M, Williamson JD. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. *Arthritis Rheum* 2004; 50: 1501–1510.



- Messier SP, Loeser RF, Mitchell MN, Valle G, Morgan TP, Rejeski WJ, Ettinger WH. Exercise and weight loss in obese older adults with knee osteoarthritis: a preliminary study. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48: 1062–1072.
- Miller ME, Rejeski WJ, Messier SP, Loeser RF. Modifiers of change in physical functioning in older adults with knee pain: the Observational Arthritis Study in Seniors (OASIS). *Arthritis Rheum* 2001; 45: 331–339.
- Mora S, Goodman WG, Loro ML, Roe TF, Sayre J, Gilsanz V. Age-related changes in cortical and cancellous vertebral bone density in girls: assessment with quantitative CT. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162: 405–409.
- Nass D, Hennig EM, van Treenk R. The thickness of the heel pad loaded by body weight in obese and normal weight adults . In: Hennig EM, Stephanyshin DJ (eds). *Proceedings of the 4th Symposium on Footwear Biomechanics*. University of Calgary: Calgary, 1999, pp. 74–75.
- Onwuanyi ON. Calcaneal spurs and plantar heel pad pain. *Foot* 2000; 10: 182–185.
- O'Reilly SC, Muir KR, Doherty M: Effectiveness of home exercise on pain and disability from osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. *Ann Rheum Dis* 1999, 58:15–19.
- Panagiotakos D., Christos Pitsavos, Christina Chrysohoou, Grigoris Risvas, Meropi D. Kontogianni, Antonis Zampelas, Christodoulos Stefanadis  
Epidemiology of Overweight and Obesity in a Greek Adult Population: the ATTICA Study *Obesity Research* (2004) 12, 1914–1920;
- Poussa M, Schlenzka D, Yrjonen T. Body mass index and slipped capitulum femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop B* 2003; 12:369–371.
- Prichasuk S. The heel pad in plantar heel pain. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B: 140–142.
- Prichasuk S, Subhadrabandhu T. The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. *Clin Orthop* 1994; 306: 192–196.
- Rano JA, Fallat LM, Savoy-Moore RT. Correlation of heel pain with body mass index and other characteristics of heel pain. *J Foot Ankle Surg* 2001; 40: 351–356.
- Riddle DL, Pulisic M, Pidcoke P, Johnson RE. Risk factors for plantar fasciitis: a matched case control study. *J Bone Joint Surg* 2003; 85A: 872–877.
- Rogind H, Bibow-Nielsen B, Jensen B, et al.: The effects of a physical training program on patients with osteoarthritis of the knees. *Arch Phys Med Rehabil* 1998, 79:1421–1427.

- Sabharwal S, Lee J Jr, Zhao C. Multiplanar deformity analysis of untreated Blount disease. *J Pediatr Orthop* 2007; 27:260–265.
- Sadat-Ali M. Plantar fasciitis/calcaneal spur among security forces personnel. *Mil Med* 1998; 163: 56–57.
- Schilke JM, Johnson GO, Housh TJ, et al.: Effects of muscle strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. *Nurs Res* 1996, 45:68–72.
- Schroerlucke S, Bertrand S, Clapp J, et al. Failure of orthofix eight-plate for the treatment of blount disease. *J Pediatr Orthop* 2009;29(1):57-60.
- Scott AC, Kelly CH, Sullivan E. Body mass index as a prognostic factor in development of infantile Blount disease. *J Pediatr Orthop* 2007; 27:921–925.
- Sharma L, Dunlop DD, Song J, et al.: Quadriceps strength and osteoarthritis progression in maligned and lax knees. *Ann Intern Med* 2003, 138:613–619.
- Sharma L, Lou C, Cahue S, Dunlop DD. The mechanism of the effect of obesity in knee osteoarthritis: the mediating role of malalignment. *Arthritis Rheum* 2000; 43: 568–575.
- Shiraki M, Ito H, Fujimaki H, Higuchi T. Relation between body size and bone mineral density with special reference to sex hormones and calcium regulating hormones in elderly females. *Endocrinol Jpn* 1991; 38: 343–349.
- Shultz SP, Anner J, Hills AP. Paediatric obesity, physical activity and the musculoskeletal system. *Obes Rev.* 2009 Sep;10(5):576-82. Epub 2009 May 12. Review.
- Slemenda C, Brandt KD. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med* 1997; 127: 97–104.
- Stanitski DF, Dahl M, Louie K, et al. Management of late onset tibia vara in the obese patient by using circular external fixation. *J Pediatr Orthop* 1997 17(5) 691-694.
- Stevens PM, MacWilliams B, Mohr RA. Gait analysis of stapling for genu valgum. *J Pediatr Orthop* 2004; 24(1):70-74.
- Syed IY, Davis BL. Obesity and osteoarthritis of the knee: hypotheses concerning the relationship between ground reaction forces and quadriceps fatigue in long-duration walking. *Med Hypotheses* 2000; 54: 182–185.
- Theologis TN, Gordon C, Benson MK. Heel seats and shoe wear. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 760-762

van Baar ME, Assendelft WJJ, Dekker J, et al.: Effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of randomized clinical trials. *Arthritis Rheum* 1999, 42:1361–1369

van Baar ME, Dekker J, Oostendorp RA, Bijl D, Voorn TB, Bijlsma JW. Effectiveness of exercise in patients with osteoarthritis of hip or knee: nine months' follow up. *Ann Rheum Dis* 2001; 60: 1123–1130.

van Baar ME, Dekker J, Oostendorp RAB, et al.: The effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee; a randomized clinical trial. *J Rheumatol* 1998, 25:2432–2439.

Wearing S.C, Hennig E.M, Byrne NM, Steele JR, Hills AP (2006 a) Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective *Obesity reviews* 7, 239-250

Wearing S.C, Hennig E.M, Byrne NM, Steele JR, Hills AP (2006 b). The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obesity reviews* 7, 239-250

Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Hennig EM, McDonald M. The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot Ankle Int.* 2004 Aug;25(8):575-81.

Wakeling JM, Liphardt AM, Nigg BM. Muscle activity reduces soft-tissue resonance at heel-strike during walking. *J Biomech* 2003; 36: 1761–1769.

Wegner DR, Mauldin D, Speck G. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:800-810

Weiler HA, Janzen L, Green K, Grabowski J, Seshia MM, Yuen KC. Percent body fat and bone mass in healthy Canadian females 10–19 years of age. *Bone* 2000; 27: 203–207.

Wluka AE, Stuckey S, Snaddon J, Cicuttini FM. The determinants of change in tibial cartilage volume in osteoarthritic knees. *Arthritis Rheum* 2002; 46: 2065–2072.

Wolfe SA, Brueckmann FR: Conservative treatment of genu valgus and varum with medialateral heel wedges. *Indiana Med* 84(9):6 14 - 6 15, 1991

Wolf S, Simon J, Patikas D, Schuster W, Armbrust P, Doderlein L. Foot motion in children shoes: a comparison of barefoot walking with shoe walking in conventional and flexible shoes. *Gait and Posture* 2008 Jan;27(1):51-9.

Wolgin M, Cook C, Graham C, Mauldin D. Conservative treatment of plantar heel pain: long-term follow-up. *Foot Ankle Int* 1994;15:97-102.

Zhang AL, Exner GU, Wenger DR. Progressive genu valgum resulting from idiopathic lateral distal femoral physeal growth suppression in adolescents. *J Pediatr Orthop* 2008;28(7):752e6.