

Μηχανική συμπεριφορά των μηνίσκων και στόχοι
του προγράμματος φυσικοθεραπείας και
επανάστασης

Δρ. Παναγιώτης Β. Τσακλής

Καθηγητής

Εμβιομηχανικής & Εργονομίας

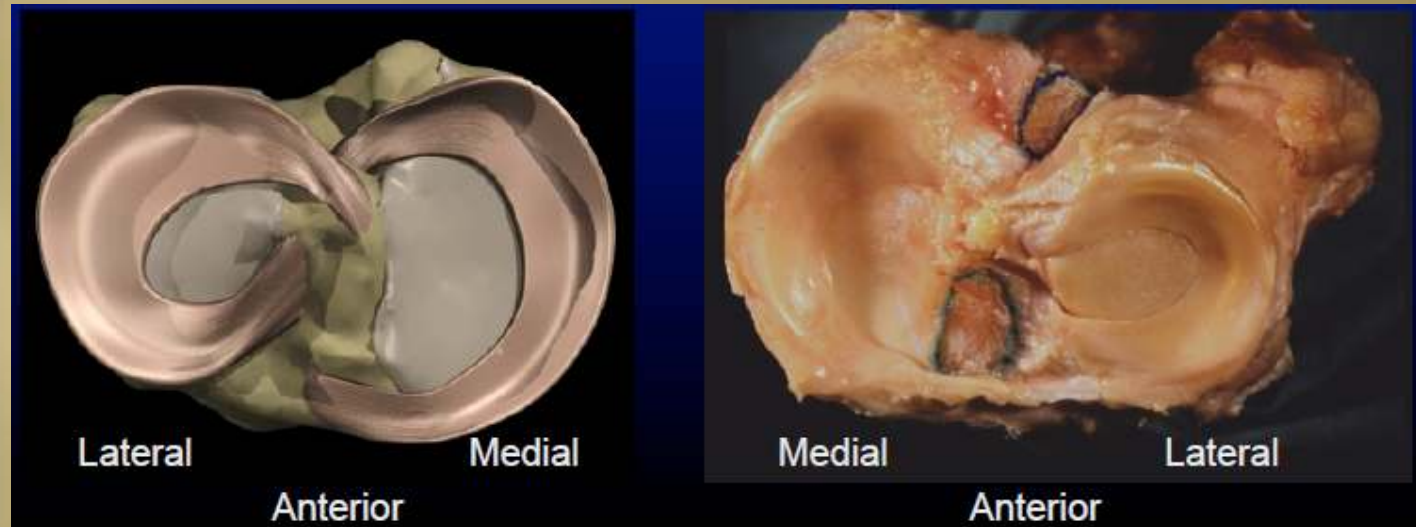
ΣΕΦΑΑ – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



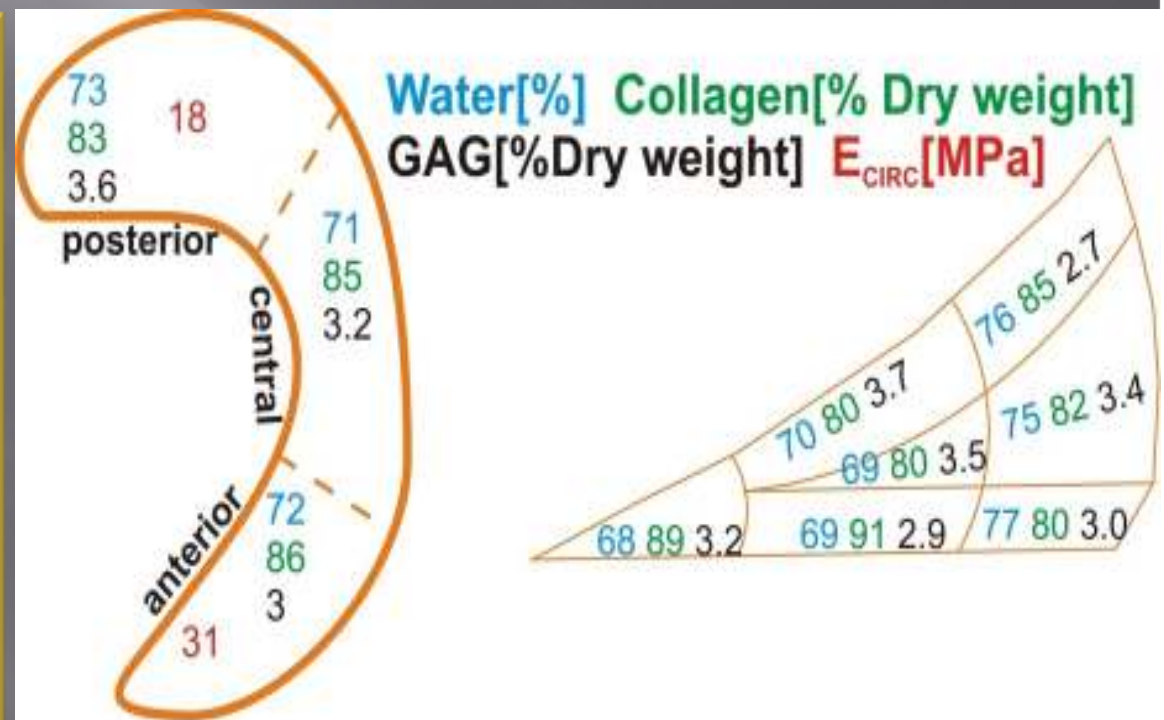
*Res. Assoc. Department of Molecular Medicine & Surgery,
Growth and Metabolism,
Karolinska Institutet*



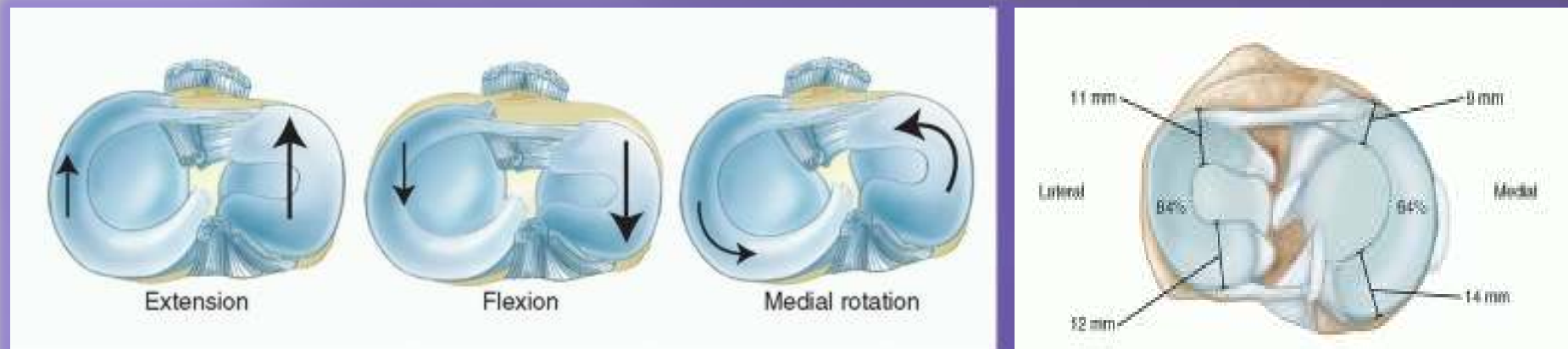
Μηνίσκοι



- ▣ Ενδαρθρικές δομές του γόνατος
 - Ημι-σεληνοειδείς (οβελιαία)
 - Σφηνοειδείς (μετωπιαία / εγκάρσια)
 - Ινω-Χόνδρινοι (Κολλαγόνο I)



Κινηματική των μηνίσκων...



Κινηματική των μηνίσκων με το γόνατο σε κάμψη, έκταση και στροφή...

- ▣ Παρότι ο έξω μηνίσκος και ο έξω κνημιαίο πλατώ έχουν μικρότερο προσθιοπίσθιο εύρος, ο έξω μηνίσκος κινείται περισσότερο από τον έσω, σε κάθε ένα αντίστοιχο εύρος κίνησης...

Ιστολογικά:

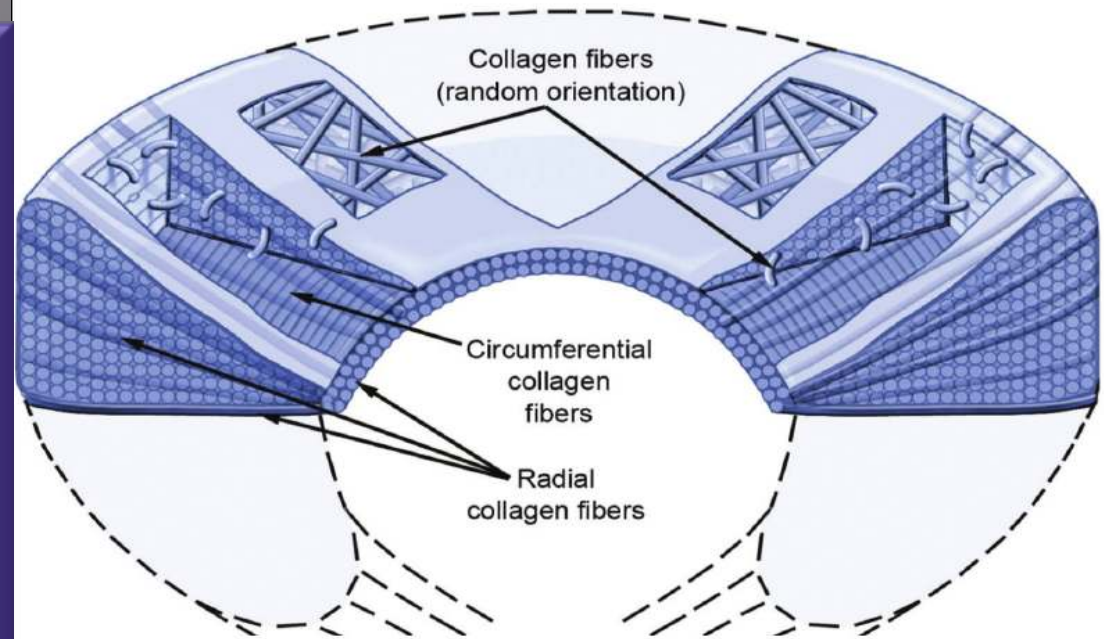
• Έσω στοιβάδες / κύριο σώμα: **Περιμετρικά** δεσμίδες ινών (Τύπου I)

• Επιφανειακά: δίκτυο λεπτών ινών / με ακτινική κατανομή

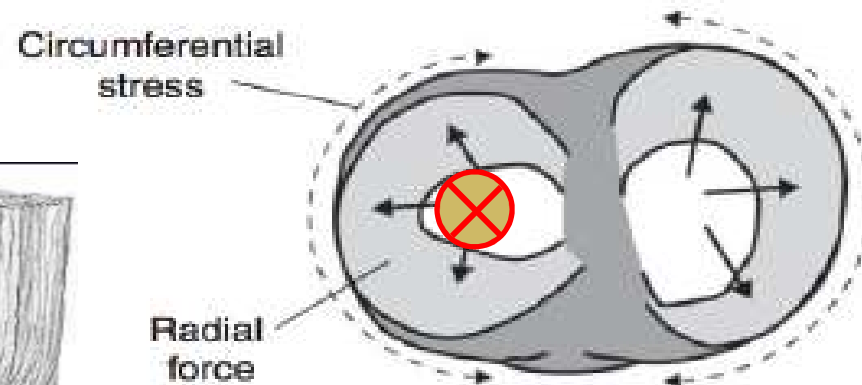
Δύναμη / μέτρο ελαστικότητας (Tensile Modulus)

• Δακτυλιακά (Hoop): ≈ 100 MPa

• Ακτινικά: ≈ 10 MPa



Composed of
70% water - 30% organic matter (Collagen constitutes 75%)



Menisci convert a compressive stress into radial stress, which is taken up by a circumferential (hoop) stress within menisci



Σκοποί και Ρόλοι:

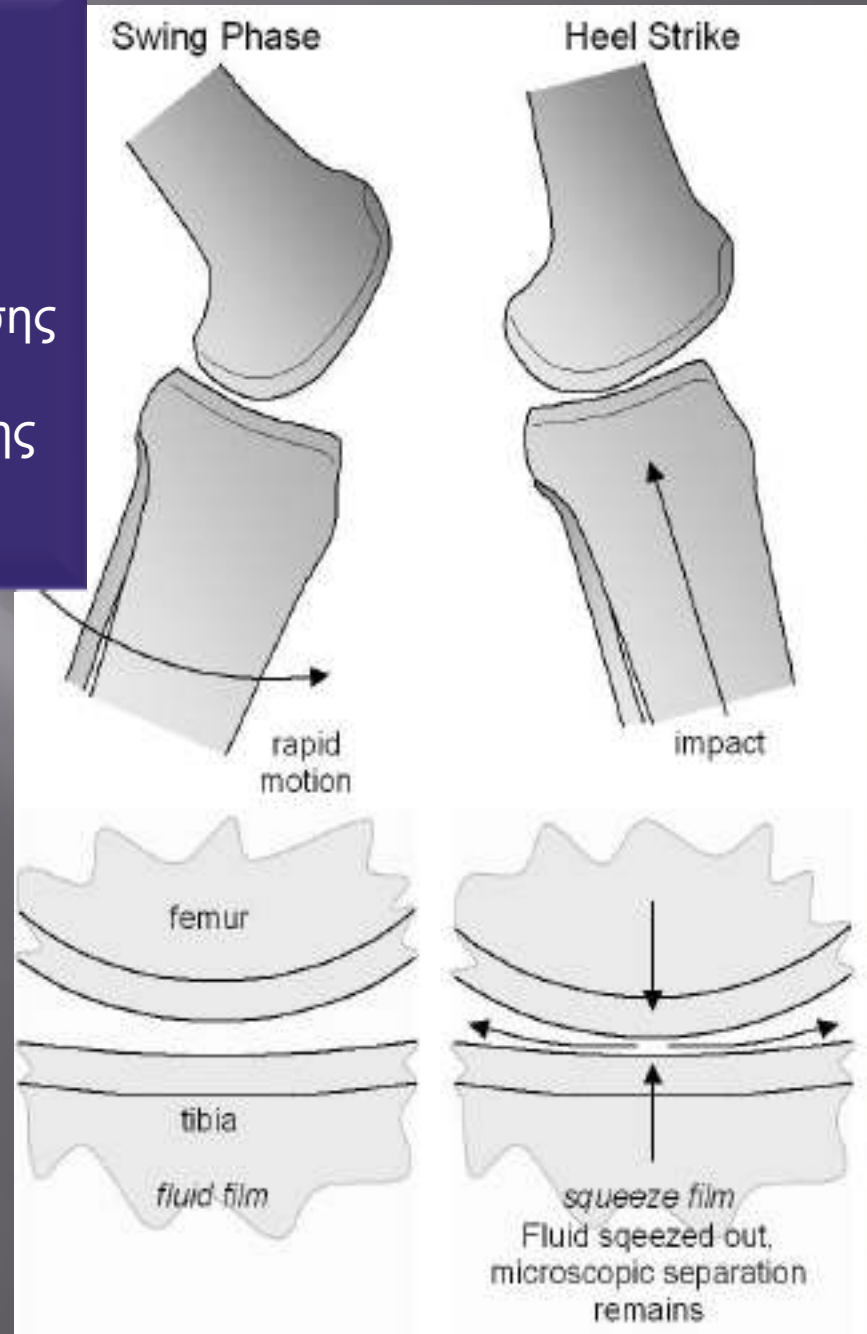
- Κνημομηριαία μετάδοση των φορτίσεων
- Απορρόφηση των κραδασμών
- Λίπανση
- Πρόληψη ενδοαρθρικής θυλακικής παγίδευσης
- Κατανομή του αρθρικού υγρού
- Συνεισφέρει στη σταθερότητα της άρθρωσης
- Βοηθά στη κίνηση ολίσθησης

Υγρή φάση – Συμπύεση

- Περιεχόμενο Νερό – 75%
- Χαμηλή διαπερατότητα
- Χαμηλός δείκτης (moduli) συμπίεσης και διάτμησης

Παρόλα αυτά...ο Μηνίσκος:

- Εγκλωβίζει το υγρό επιτρέποντας την ανάπτυξη υδροστατικής πίεσης
- Είναι πολύ ευμετάβλητος μορφολογικά
- Μπορεί να κατανείμει υψηλά φορτία



Η Αξονική φόρτιση που μεταφέρεται μέσω των αρθρώσεων , μετατρέπεται σε «στεφανοειδείς» τάσεις (**Hoop menisci stresses**)

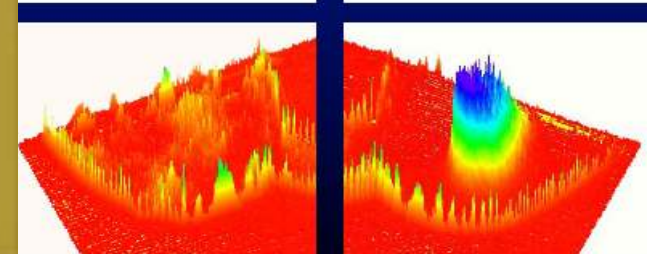
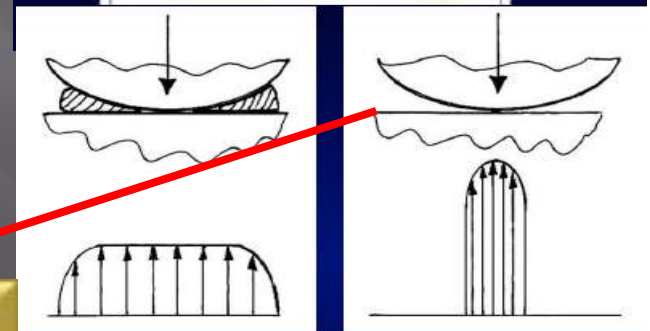
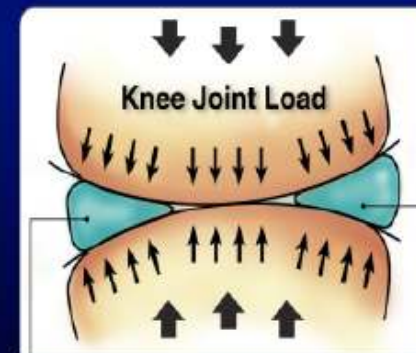
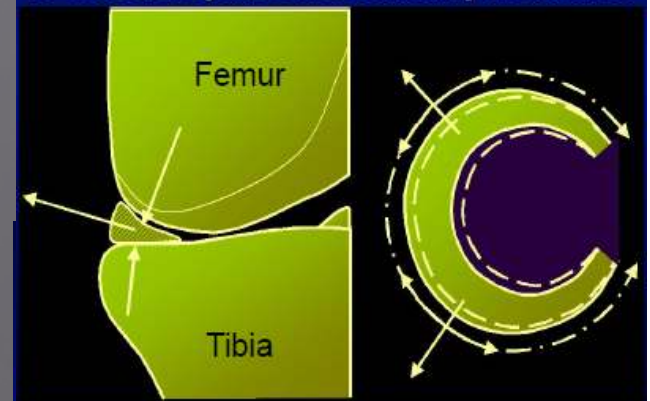
•Ο μηνίσκος....

- Προσαρμόζεται προς τον μηριαίο κόνδυλο
- Αυξάνει την περίμετρο του
- μετακινείται προς τα έξω
- Διαχέει το φορτίο σε μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής Και έτσι μειώνει τις πιέσεις στον υποκείμενο χόνδρο...

•*Σημαντικότερο ρόλο παίζουν οι εισερχόμενοι μηνισκικοί σύνδεσμοι*

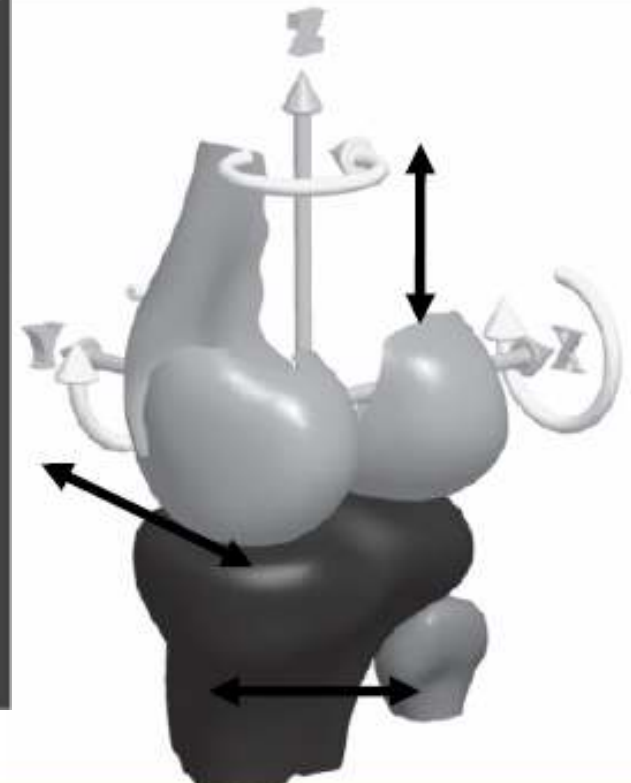
- Επαφή των χόνδρων...
- Λιγότερη συμμόρφωση της άρθρωσης
- Ελαττωμένη επιφάνεια επαφής
- Αυξημένες πιέσεις επαφής > 200%
- Αυξημένες διατμητικές δυνάμεις...

70-99% of the joint load is carried by the menisci¹



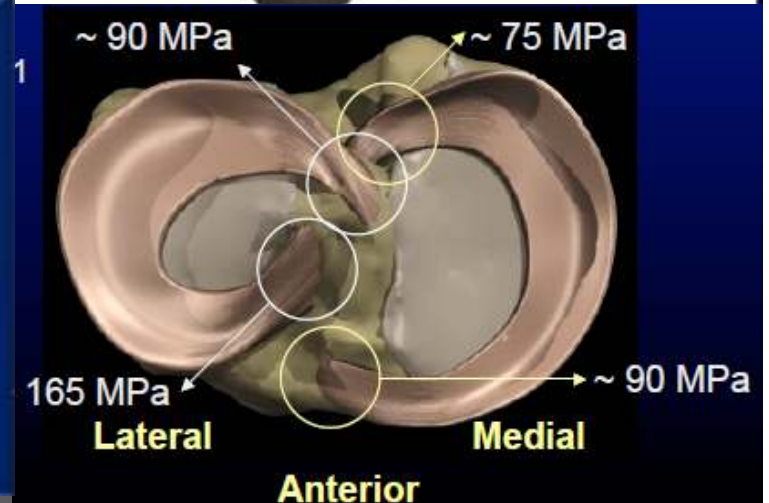
Σταθερότητα της άρθρωσης

- Πρόσθια ολίσθηση
 - Το οπίσθιο κέρας του έσω μηνίσκου σταθεροποιεί το πρόσθιο «συρταρωτό» ολίσθημα σε γόνατα με ελλείμματα του ΠΧΣ
- Οπίσθια ολίσθηση
 - Οι μηνισκικοί σύνδεσμοι είναι δευτερεύοντες περιοριστές της οπίσθιας ολίσθησης
- Στροφή
 - Οι μηνισκικές δομές συγκρατούν/ελέγχουν τη στροφή της κνήμης



Οι σύνδεσμοι

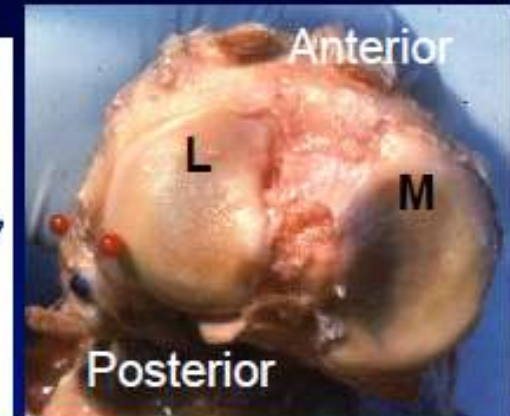
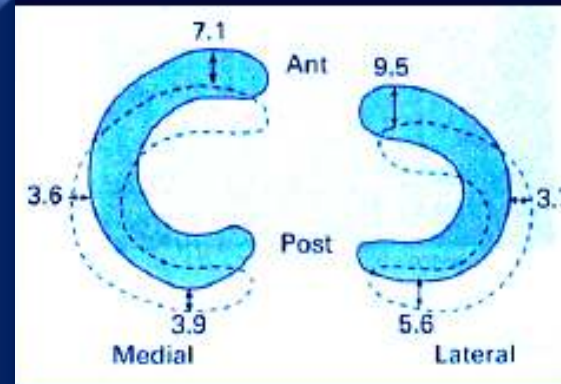
- Σταθεροποιούν τους μηνίσκους στο κνημιαίο πλατώ
- Ελέγχουν την κινητικότητα των μηνίσκων
- Αποτρέπουν την υπέρμετρη μηνισκική προβολή..
- Απώλεια έστω και ενός, αποδιοργανώνει τη λειτουργία του μηνίσκου...



Κίνηση και γεωμετρία...

Κατά την κάμψη του γόνατος, ο μηνίσκος μετακινείται

- προς τα έξω..
- και οπίσθια



(Taken from: Vedi et al, 1999, JBJS-Br)

- ▣ Γεωμετρικά στοιχεία:
 - Το έσω κνημιαίο πλατώ είναι κοίλο
 - Το έξω κνημιαίο πλατώ είναι κυρτό
 - Οπότε ο έσω μηνίσκος συνθλίβεται στο κνημιαίο έπαρμα κατά την πλήρη κάμψη (πιθανότητα κάκωσης 3:1 με τον έξω μηνίσκο)

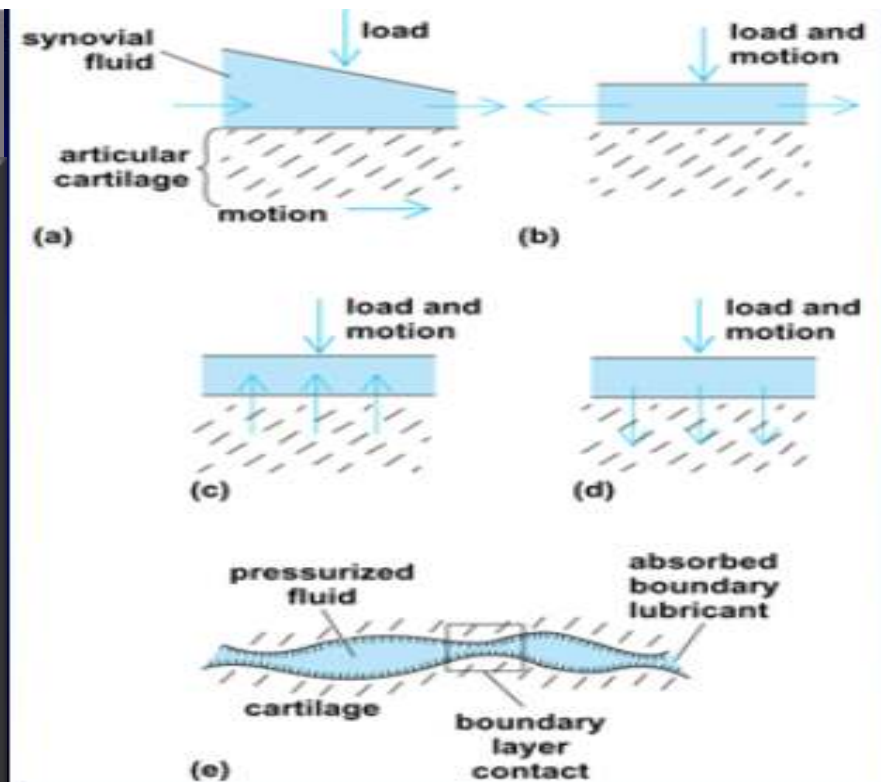


Ιδιοδεκτικότητα Λιπανση

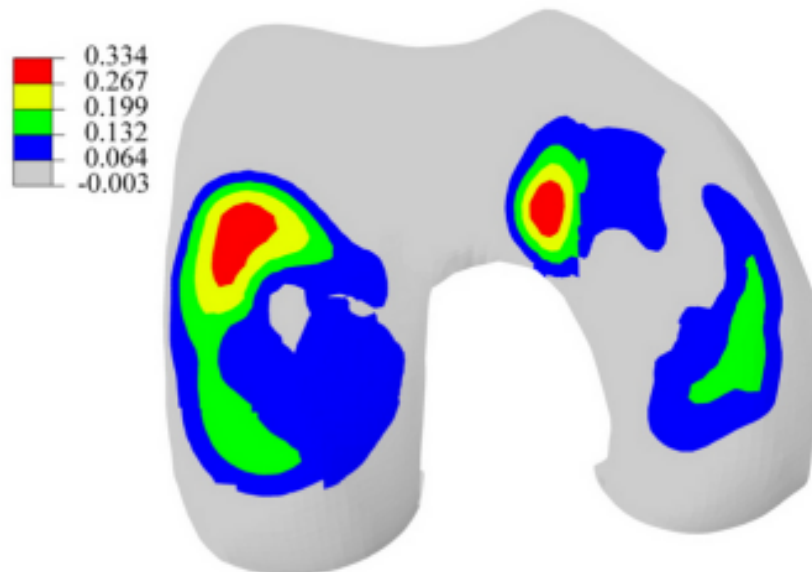
•Υποδοχείς στις προσφύσεις : των μηνισκο-κνημιαίου και μηνισκο-μηριαίου συν.

•Απολήξεις μηχανοϋποδοχέων **Ruffini και Pacini**

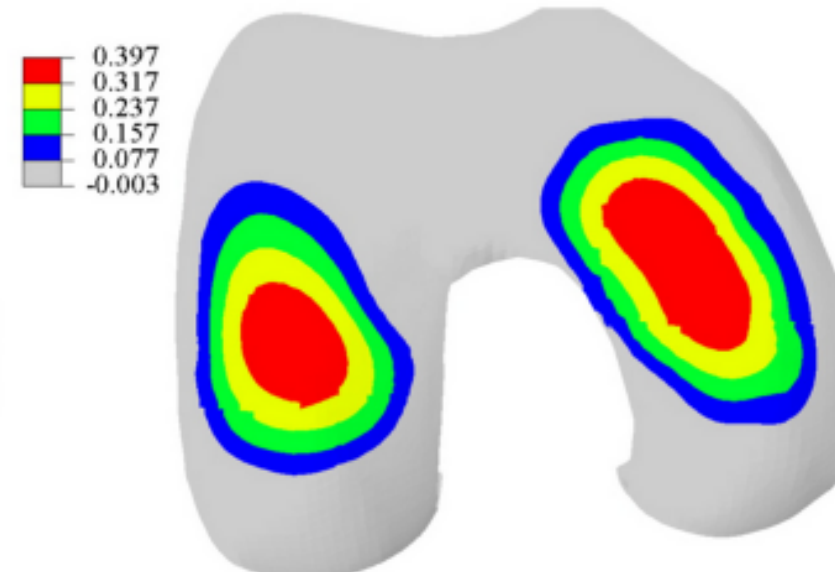
•Η μηνισεκτομή ή ρήξεις στο μηνίσκο, ελαττώνουν την ιδιοδεκτικότητα...



Fluid pressure in femoral cartilage, intact joint (MPa)



Fluid pressure in femoral cartilage, meniscectomy joint (MPa)



Επιπτώσεις μηνισεκτομής...

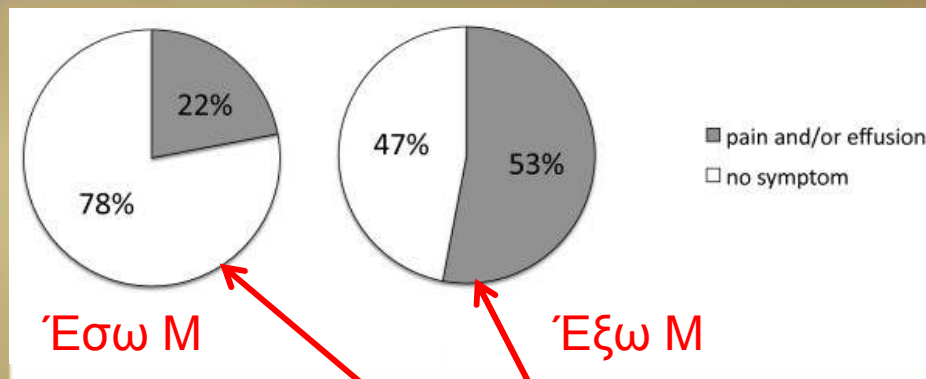
ερώτημα:

μπορεί και θα πρέπει ο αθλητής να
επανέλθει σε πλήρη αγωνιστική
δραστηριότητα???

Lateral meniscectomy results in OA; also probably medial



Επιστροφή στην προπόνηση...



Summary of period of return-to-sport from surgery			
	Number	Period of return-to-sport mean (95% CI), days	p value
Age			
Young (<30)	36	54 (46–61)	p = 0.0013
Old (≥30)	20	89 (69–109)	
Injured meniscus			
MM	16	79 (63–95)	p = 0.017
LM	40	61 (50–73)	
Cartilage surface			
Smooth	43	62 (53–71)	n. s.
Damaged	13	80 (51–109)	
Amount of resection			
Small (<1/3)	17	79 (65–93)	p = 0.0155
Moderate (≥1/3, <2/3)	22	65 (47–84)	
Large (≥2/3)	17	54 (39–69)	
Activity level			
Elite	12	54 (37–70)	p = 0.0036
Competition	23	53 (43–63)	
Recreation	21	88 (69–107)	

<u>Week 1-2</u>	Treatment	Milestones	
<p>TOTAL VISITS 1-3</p> <p>1-3 visits/week</p> <p>TOTAL VISITS 6-12</p>	<p>Immobilizer for ambulation or brace locked at 0° extension</p> <p>Crutches as needed (WB per surgeon)</p> <p>OKC AROM and PROM exercises</p> <p>Scar mobilization</p> <p>Patellar mobilization</p> <p>NMES for quadriceps modalities as needed</p> <p>No resisted hamstring exercise</p> <p>Immobilizer for ambulation or brace locked at 0° extension</p> <p>Crutches with WB per surgeon</p> <p>OKC AROM and PROM exercises</p> <p>OKC PREs hip, knee, ankle</p> <p>Multi angle isometric knee extension</p> <p>NMES for quadriceps @ 60 degrees</p> <p>Gait training (WB per surgeon) week 4</p> <p>CKC to 45 degrees knee flexion week 4</p>	<p>Full knee extension</p> <p>AROM knee flexion to 90°</p> <p>Superior patellar glide with QS</p> <p>AROM hip/ankle WNL</p> <p>SLR without quad lag</p> <p>Full scar mobility</p> <p>AROM knee flexion within 10 degrees of uninjured</p> <p>Full patella mobility</p> <p>Zero to Trace effusion</p>	
<p><u>Weeks 3-4</u></p> <p>0-2 visits/week</p> <p>TOTAL VISITS 6-16</p>	<p>Immobilizer d/c per surgeon</p> <p>Progress PREs for hip, knee, ankle</p> <p>Begin to progress WB flexion 45-90°</p> <p>Begin proprioceptive training</p> <p>Endurance training via bike/stairmaster</p>	<p>Full AROM</p> <p>Normal gait</p> <p>MVIC > 60%</p> <p>No effusion</p>	
<p><u>Weeks 5-7</u></p> <p>0-2 visits/week</p> <p>TOTAL VISITS 6-20</p>	<p><u>Weeks 8-11</u></p> <p>Progress PREs</p> <p>Begin loaded flexion beyond 90° at 8 weeks</p> <p><u>Weeks 12-14</u></p> <p>Visits prn</p> <p>TOTAL VISITS 2-10</p>	<p>MVIC > 80%</p> <p>Functional hop test if MVIC > 80%</p> <p>When MVIC > 80% initiate:</p> <ul style="list-style-type: none"> running progression sports specific drills agility drills <p>PREs at fitness facility</p> <p>Follow up Functional testing at 6 month and 1 year post-op</p> <p>Progression of strengthening in gym</p> <p>Emphasize plyometrics, jumping, cutting</p>	<p>Maintaining or gaining quadriceps strength</p> <p>MVIC, KOS and hop test > 90% for return to sport (per surgeon)</p>



• **Ισομετρικές** > max / sub-max > specific angle°...

Ασκήσεις
Ενδυνάμωσης...



• **Ισοτονικές** > μειομετρικά / έκκεντρα > max 1RM > ΑΚΑ+ΚΚΑ > ROM

• **Ισοκινητικές** > μειομετρικά / έκκεντρα > max PT > ΑΚΑ+ΚΚΑ > ROM

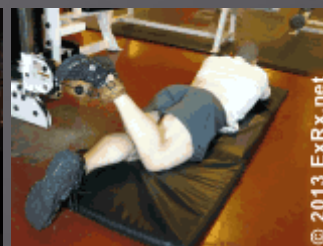
• **Plyometrics**



• **Λειτουργικές Ασκήσεις / Ιδιοδεκτικότητας / Ευκινησίας / Ισορροπίας**



KKA



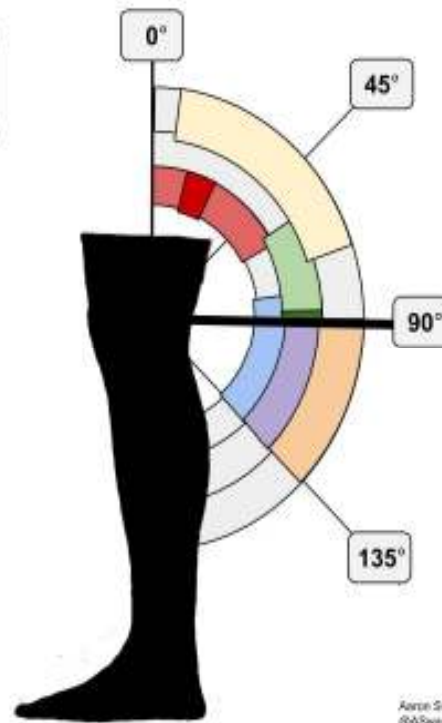
AKA



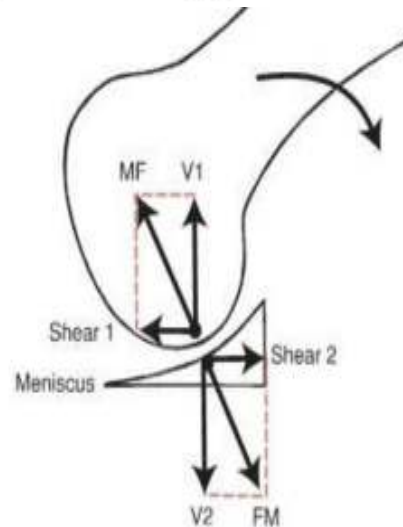
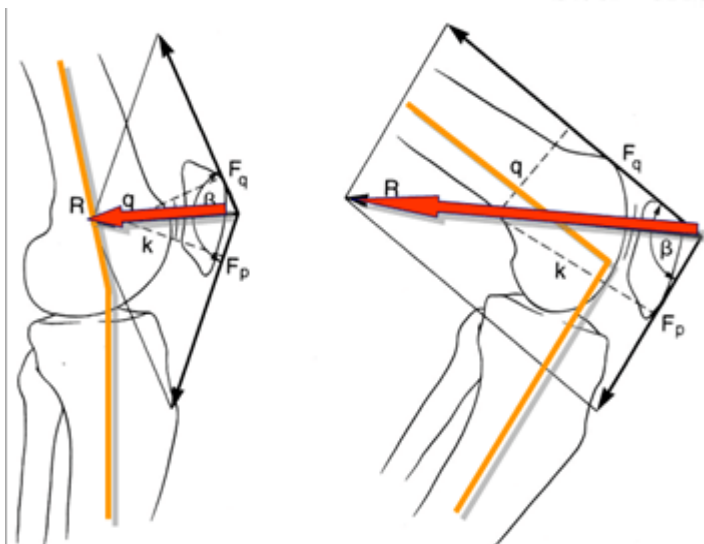
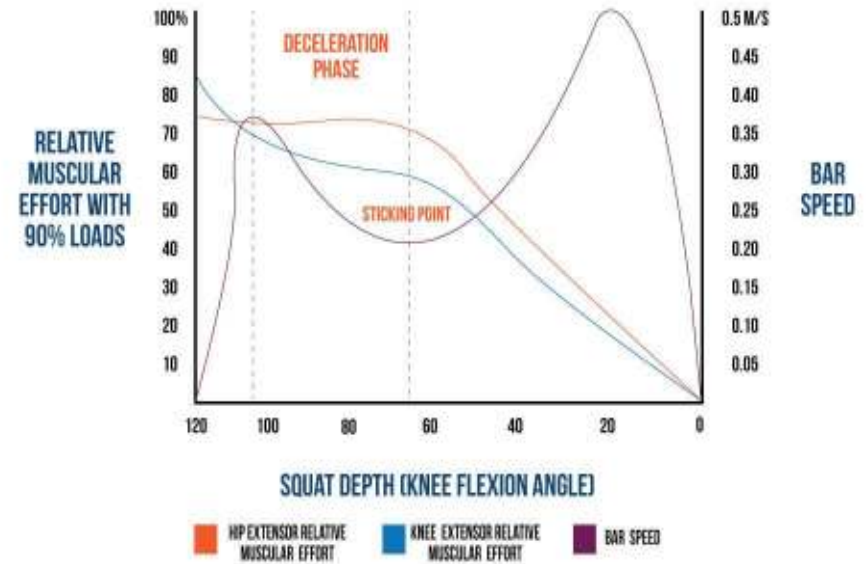
Squat or semi-Squat ?? That's the Q

Degrees of Knee Flexion During the Deep Squat

- 0-60 = Maximum Anterior Shear Forces
- 15-30 = Peak ACL Shear Forces
- 10-70 = Maximum Hamstring EMG
- 80+ = Maximum Quadriceps EMG
- 50-90 = Maximum Posterior Shear Forces
- 90 = Maximum PCL Shear Forces
- 90-130 = Maximum Compressive Forces
- 90+ = Maximum Glute EMG



KNEE AND HIP EXTENSION DEMANDS IN THE SQUAT



© 2013 ExRx.net

<http://tsaklis.com>

Thank you

