



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ.Ε.Υ.Π

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΣΤΙΣ ΡΗΞΕΙΣ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ ΜΕ ΤΗΝ
ΜΕΘΟΔΟ ND:YAG LASER ΥΨΗΛΗΣ ΙΣΧΥΟΣ**

Σπουδαστές: ΚΑΡΜΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Α.Μ. 1894

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΦΟΥΣΕΚΗΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΙΟ-2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	6
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΓΟΝΑΤΟΣ.....	6
1.1.1 ΟΣΤΑ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ.....	6
1.1.2 ΑΡΘΡΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ	10
1.1.3 ΑΡΘΡΙΚΟΣ ΥΜΕΝΑΣ.....	11
1.1.4 ΙΝΩΔΗΣ ΘΥΛΑΚΟΣ.....	11
1.1.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ	12
1.1.6 ΑΓΓΕΙΑΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ.....	13
1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΜΗΝΙΣΚΩΝ.....	13
1.2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ.....	17
1.2.2 ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΝΗΜΗ.....	17
1.2.3 ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ.....	18
1.2.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΡΗΞΗΣ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ	18
1.2.5 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΡΗΞΕΩΝ	18
1.2.6 ΕΙΔΗ ΡΗΞΕΩΝ	18
1.2.7 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΡΗΞΕΩΝ	20
1.3 ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	20
1.3.1 ΔΙΑΓΝΩΣΗ	21
1.3.2 ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ	22
1.3.3 ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ	23
1.3.4 ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ / ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	23
1.4 ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	24
1.4.1 ΚΛΙΝΙΚΟ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΝΙΣΚΟΥ	25
1.5 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ LASER.....	28
1.5.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ LASER	30
1.5.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ LASER.....	31
1.5.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ LASER ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ	32
1.5.4 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ LASER.....	32
1.5.5 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ/ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ LASER.....	33
1.6 T.E.N.S.....	33
1.6.1 ΑΡΧΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ T.E.N.S.	34
1.6.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ T.E.N.S.....	34
1.6.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ/ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ T.E.N.S.....	35
1.7 NEODYMIUM YAG LASER.....	35

1.7.1 ND: YAG GENERATORS.....	36
1.7.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	37
1.7.3 ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	38
1.7.4 ΦΩΤΟΘΕΡΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	38
1.7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΙ ΠΑΛΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	39
1.7.6 ΣΥΝΕΧΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗ ND: YAG LASER	39
1.7.7 ΠΑΛΜΙΚΟ ΚΥΜΑ ND:YAG LASER.....	40
1.7.8 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΠΑΛΜΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ND:YAG LASER.....	40
1.7.8.1 ΡΟΗ ΩΣΗΣ	40
1.7.8.2 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	41
1.7.8.3 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	41
1.7.8.4 ΤΡΟΠΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	42
1.7.8.5 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΑΡΩΣΗΣ	43
1.7.9 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΑΛΜΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ND:YAG LASER....	43
1.7.10 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ND:YAG LASER	43
1.7.11 ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ND: YAG LASER.....	44
1.7.12 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ	44
1.7.13 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ND: YAG LASER.....	45
1.7.14 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ.....	45
1.7.15 ΟΠΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΓΟΝΑΤΟΣ.....	45
1.7.16 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ND:YAG LASER ΥΨΗΛΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	47
1.8 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ.....	51
1.8.1 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ.....	51
2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	52
2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	52
2.2 ΔΕΙΓΜΑ ΑΣΘΕΝΩΝ.....	52
2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	52
2.4 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	55
2.5 ΟΔΗΓΙΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΙΚDC	56
2.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	57
2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	57
3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	60
3.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	61
3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	61
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	65
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	66
ΓΡΑΦΗΜΑ	66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	67

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας στο παράρτημα Αιγίου, στο τμήμα της Φυσικοθεραπείας. Η έρευνα στόχευε στη διαπίστωση αν υπάρχει αποτελεσματικότητα για την φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση ρήξεων των μηνίσκων με την μέθοδο παλμικού ND:YAG LASER υψηλής ισχύος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Φουσέκη που με βοήθησε στην υλοποίηση αυτής της πτυχιακής εργασίας καθώς με τις γνώσεις του και την εμπειρία του συνέβαλε τόσο στο θεωρητικό όσο και πρακτικό κομμάτι της έρευνας. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου, φυσικοθεραπευτή, Κωνσταντίνο Κάρμα καθώς και την συνεργάτη του Κατερίνα Λυγνού, οι οποίοι παραθέτοντας προσωπικό χρόνο από την εργασία τους συνέβαλαν τα μέγιστα ώστε να μπορέσει αυτή η εργασία-έρευνα να υλοποιηθεί. Τέλος θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και τους φίλους που μου με στήριξαν στην προσπάθεια αυτή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η άρθρωση του γόνατος είναι η μεγαλύτερη του ανθρώπινου σώματος. Δέχεται καθημερινά φορτία τα οποία σε μεγάλο βαθμό επηρεάζουν την λειτουργικότητα της άρθρωσης και παράλληλα τραυματίζουν πολλές από τις δομές της. Μια από αυτές τις δομές είναι οι μηνίσκοι. Η σημασία των μηνίσκων έχει εδραιωθεί στην διατήρηση της φυσιολογικής κατάστασης και λειτουργίας του γόνατος. Για τον λόγο αυτό πιθανός τραυματισμός των μηνίσκων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την συνολική λειτουργία της μεγάλης αυτής άρθρωσης και γενικότερα την συνολική λειτουργία του ανθρώπινου σώματος.

Στόχος μελέτης: Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η διαπίστωση της αποτελεσματικότητας όσον αφορά την φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση σε ρήξεις των μηνίσκων με παλμικό laser υψηλής ισχύος και συγκεκριμένα το Nd:YAG laser.

Μέθοδος : Στην έρευνα συμμετείχαν 12 ασθενείς, 6 άντρες και 6 γυναίκες, εκ των οποίων οι 6 είχαν υποβληθεί σε χειρουργείο συρραφής μηνίσκου, 5 σε χειρουργείο μερικής μηνισκεκτομής μηνίσκου και ένας σε χειρουργείο υφολικής μηνισκεκτομής μηνίσκου. Οι ασθενείς ακολούθησαν ένα πρόγραμμα 10 συνεδρίων το οποίο περιλάμβανε εφαρμογή συμβατικού T.E.N.S, θεραπεία με laser υψηλής ισχύος Nd:YAG, και κάποιες ενδεικτικές ασκήσεις κινησιοθεραπείας. Η συνολική διάρκεια της έρευνας ήταν 6 μήνες.

Εργαλεία: Για την υλοποίηση της έρευνας, έγινε χρήση του ερωτηματολογίου της 2000 IKDC Υποκειμενικής Φόρμας Αξιολόγησης του Γόνατος το οποίο συμπληρώθηκε από τους ασθενείς την πρώτη μέρα συνεδρίας πριν την εκκίνηση αυτής και την τελευταία μέρα συνεδρίας, αμέσως μετά το τέλος της.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα έδειξαν πως και στις 8 από τις 10 ερωτήσεις που μπορούσαν να αξιολογηθούν από το ερωτηματολόγιο υπήρξε βελτίωση του επιπέδου δραστηριοτήτων των ασθενών, σε άλλους μεγαλύτερη και σε άλλους μικρότερη ενώ το τελικό ποσοστό λειτουργικότητας του γόνατος σε όλους τους ασθενείς βελτιώθηκε επίσης σημαντικά.

Συμπεράσματα: Όλοι οι ασθενείς παρουσίασαν βελτίωση όσον αφορά τις δραστηριότητες που μπορούσαν να υλοποιήσουν μετά το πέρας των 10 συνεδριών καθώς επίσης βελτιώθηκε και το ποσοστό της γενικότερης λειτουργικότητας του γόνατος τους. Παρά το γεγονός πως οι ασθενείς έρχονταν σε επαφή με μεγάλη δόση ακτινοβολίας κανένας ασθενής δεν χρειάστηκε να αλλάξει τις παραμέτρους θεραπείας, για τις ρήξεις των μηνίσκων, και έτσι και οι 12 ασθενείς τελείωσαν το πρόγραμμα με επιτυχία χωρίς την αλλαγή αυτών. Βελτίωση παρατηρήθηκε επίσης και όσον αφορά το είδος της ρήξης και το είδος του χειρουργείου που υπέστησαν οι ασθενείς μετά την χρήση του laser. Παρόλα αυτά πρέπει να σημειωθεί πως λόγω του χαμηλού αριθμού ασθενών, όπως και της ελάχιστης αρθρογραφίας για την αποκατάσταση των μηνίσκων με την συγκεκριμένη μέθοδο, η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα του Nd:YAG laser όσον αφορά την φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση των ρήξεων των μηνίσκων πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω για να είμαστε σε θέση να πούμε πως ο συγκεκριμένος φυσικοθεραπευτικός τρόπος αποκατάστασης είναι αξιόπιστος και αποτελεσματικός.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ND: Neodymium

YAG: Yttrium Aluminium Garnet

Π.Χ.Σ: Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος

M.R.I: Magnetic resonance imaging

ROM: Range of motion

Κ.Κ.Α : Κλειστή Κινητική Αλυσίδα

Π.χ. : παραδείγματος χάρη

Nm: Nanometer

He-Ne: Helium–neon laser

Kg: Kilogram

CO2: Carbon dioxide laser

IKDC: International Knee Documentation Committee

J/m²: Joule/square meter

J/cm²: Joule/square centimeter

m/m: millimeter

T.E.N.S.: Transcutaneous electrical nerve stimulation

Hz: Hertz

Σ.Σ: Σπονδυλική Στήλη

Κ.λπ. : και λοιπά

Χ.Θ.Ο : Χρόνος Θεραπευτικού Ορίου

Sec: seconds

P.W: Pulsed wave

J: Joule

A.T.P.: Adenosine triphosphate

R.N.A: Ribonucleic acid

D.N.A: Deoxyribonucleic acid

W: Watt

M.O: Μέσος Όρος

AL: activity level

SKA: symptom and knee articulation

G-IRT: graded response item response theory

SF-12: The 12-Item Short Form Health Survey

m J: megajoules

TRT: χρόνος θερμικής ανάπαυσης

μs: microsecond

t: στατιστική τιμή

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μηνίσκοι είναι δομές σπουδαίας σημασίας για την λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος. Απορροφούν τους κραδασμούς και συμβάλλουν στην ομαλή κατανομή των φορτίων στις αρθρικές επιφάνειες, προστατεύοντας έτσι τον αρθρικό χόνδρο. Οι κακώσεις των μηνίσκων του γόνατος είναι συνηθισμένες όχι μόνο σε άτομα που έχουν αθλητικές δραστηριότητες, αλλά γενικότερα. Βλάβη στους μηνίσκους μπορεί να προκύψει σε οποιαδήποτε στροφική κάκωση στο γόνατο. Στα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας τα οποία έχουν εκφυλισμένους μηνίσκους αρκεί μια μικρής βαρύτητας τραυματισμός. Εκτός από την βασική ταξινόμηση των ρήξεων των μηνίσκων που αφορά τις οξείες και τις εκφυλιστικές ρήξεις, τις χρόνιες και τις τραυματικές, οι μηνισκικές ρήξεις ταξινομούνται και με βάση το σχήμα της ρήξης που έχουν υποστεί. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν οι κάθετες ρήξεις, οι λοξές, οι εκφυλιστικές, οι εγκάρσιες (ακτινωτές) και οι οριζόντιες ρήξεις.

Όντας οι μηνίσκοι δομές απαραίτητες για την σωστή λειτουργία του ανθρώπινου σώματος η αποκατάσταση τους πρέπει να είναι άμεση, καθώς γόνατο χωρίς μηνίσκο γρήγορα θα μετατραπεί σε οστεοαρθρικό. Αν η ρήξη είναι μικρή μπορεί να αντιμετωπιστεί συντηρητικά, ενώ αντίθετα αν χρειάζεται χειρουργείο, η αρθροσκόπηση, είτε με συρραφή, είτε με μερική ή ολική μηνισκεκτομή αποτελούν την αποτελεσματικότερη μέθοδο χειρουργικής αποκατάστασης.

Αναφορικά με την Φυσικοθεραπεία η αντιμετώπιση και η αποκατάσταση εξαρτάται από το αν η ρήξη είναι μεγάλη ή όχι. Σε περιπτώσεις όπου η ρήξη είναι μικρή ακολουθεί συντηρητική φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση η οποία περιλαμβάνει συνοπτικά ασκήσεις ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας, ενώ η μείωση του πόνου και του οιδήματος είναι ο βασικός στόχος. Αντίθετα, η μετεγχειρητική φυσικοθεραπεία, ανάλογα με το είδος της ρήξης και του χειρουργείου έχει άλλους στόχους. Σε μερική μηνισκεκτομή για παράδειγμα, η φυσικοθεραπεία είναι επιταχυνόμενη, με βασικούς στόχους την γρήγορη ανάκτηση του εύρους τροχιάς και την ενδυνάμωση με σκοπό την σταθεροποίηση της άρθρωσης. Από την άλλη σε περιπτώσεις όπου έχει γίνει χειρουργείο συρραφής του μηνίσκου, η φυσικοθεραπεία αποκτά πιο συντηρητικό χαρακτήρα. Ισομετρικές ασκήσεις, περίδεση, φυσικά μέσα είναι μερικά από τα εργαλεία του θεραπευτή που θα χρησιμοποιήσει σε ένα προοδευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης έπειτα από τέτοιου είδους χειρουργείο.

Ένα από τα φυσικά μέσα που θα χρησιμοποιήσει ο θεραπευτής είναι το laser χαμηλής ισχύος. Η αναλγησία, η υπεραϊμία της περιοχής, με την παροχή αυξημένου ποσοστού αίματος, και η λύση των σπασμών σε καταστάσεις που συνοδεύονται από άλγος είναι μερικά από τα θεραπευτικά αποτελέσματα που προσφέρουν τα laser χαμηλής ισχύος.

Τα laser χαμηλής ισχύος έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητά τους σε πολλές παθήσεις του γόνατος και γενικότερα του ανθρώπινου σώματος καθώς επίσης και στην μείωση του πόνου. Πολλές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν επαληθεύσει την θεραπευτική τους αξία. Συγκεκριμένα, έχει αποδειχθεί πως η θεραπεία με laser χαμηλής ισχύος είναι αποτελεσματική στην ανακούφιση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας και της ποιότητας ζωής σε ασθενείς με μυοσκελετικό πόνο στον αυχένα (Ali Gur et al, 2004), ενώ παράλληλα η χρήση laser χαμηλής ισχύος αποδείχθηκε ασφαλής και αποτελεσματική για την πάθηση της έξω επικονδυλίτιδας, σε συνδυασμό με ασκήσεις και διατάσεις της περιοχής (Jan M Bjordal et al, 2008). Επιπλέον, μέσα από την έρευνα των Bjordal JM et al (2003), φαίνεται πως η εφαρμογή laser χαμηλής ισχύος βελτιώνει την κατάσταση υγείας και μειώνει σημαντικά τον πόνο σε χρόνιες διαταραχές των αρθρώσεων. Όσον αφορά το γόνατο, έχει γίνει πλήθος μελετών για τις επιδράσεις των laser στις παθήσεις αυτού, όπως φαίνεται από την έρευνα του Takashi Nakamura (2014), που δείχνει πως η θεραπεία με laser χαμηλής

ισχύος μειώνει τον χρόνιο πόνο στο γόνατο λόγω οστεοαρθρίτιδας. Ακόμα αποδείχθηκε πως το laser βελτιώνει την λειτουργικότητα των ασθενών με οστεοαρθρίτιδα γόνατος (Rayieganí et al, 2017), ενώ η έρευνα του De Oliveira Melo (2016) έδειξε πως η θεραπεία με laser, μόνη ή σε συνδυασμό με ηλεκτρική διέγερση επέφερε θετικά αποτελέσματα σε ηλικιωμένες γυναίκες με οστεοαρθρίτιδα στο γόνατο. Τέλος, ερευνήθηκε πως η επίδραση του laser σε παθολογία των μηνίσκων είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του πόνου στους ασθενείς που εφαρμόστηκε (Malliaropoulos N. et al,2015). Στην έρευνα των Allferdo PP et al (2017), πέρα από την άμεση βελτίωση μετά την παρέμβαση laser χαμηλής ισχύος και ασκήσεων ενδυνάμωσης σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα γόνατος, παρατηρήθηκε και η διατήρηση των αποτελεσμάτων για τους επόμενους 6 μήνες.

Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, έχουν δημιουργηθεί συσκευές laser υψηλής ισχύος, οι οποίες σε αντίθεση με τα προηγούμενα χρόνια, δεν χρησιμοποιούνται μόνο στα χειρουργεία, αλλά και στην φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση. Ίσως το πιο τρανταχτό παράδειγμα, να αποτελεί το laser νεοδυμίου, Nd:YAG laser, υψηλής ισχύος, το οποίο αντιπροσωπεύει μια σημαντική εξέλιξη στη θεραπεία με laser υψηλής ισχύος, κυρίως χάρη στα εγγενή χαρακτηριστικά της πηγής του. Τα φωτοχημικά, φωτομηχανικά και φωτοθερμικά αποτελέσματα του, παρέχουν στον ασθενή μια αντιφλεγμονώδη και αποδημητική θεραπεία η οποία χαρακτηρίζεται από αναλγησία, βιοδιεγερτικότητα και χαλαρότητα. Η καινοτόμος αυτή συσκευή έχει αλλάξει την άποψη πως τα laser υψηλής ισχύος δεν χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς-φυσιοθεραπευτικούς σκοπούς. Η έλλειψη αρθρογραφίας, όσον αφορά την αποκατάσταση των ρήξεων των μηνίσκων με laser υψηλής ισχύος, και συγκεκριμένα το Nd:YAG laser, οδήγησε στην ανάγκη να πραγματοποιηθεί μια έρευνα, με σκοπό να διαπιστωθεί αν ο συγκεκριμένος τρόπος αποκατάστασης είναι αξιόπιστος και αποτελεσματικός.

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

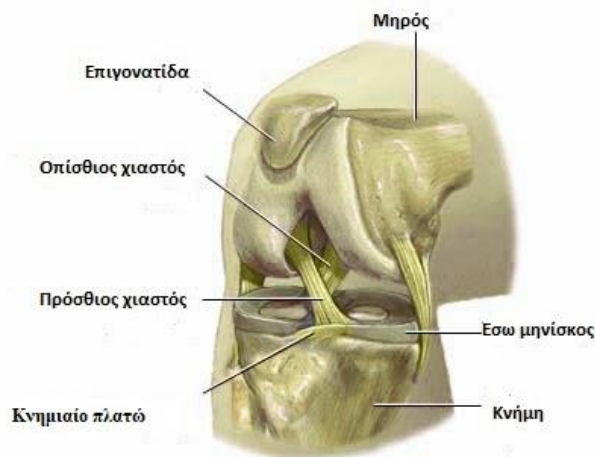
1.1 ANATOMIA ΓΟΝΑΤΟΣ

Η διάρθρωση του γόνατος είναι η μεγαλύτερη άρθρωση του ανθρωπίνου σώματος. Είναι τροχογίγλυμη άρθρωση η οποία επιτρέπει έναν ειδικό τύπο κίνησης. Η κίνηση της κάμψης συνδέεται με κύλιση και γλίστρημα, ενώ στην θέση της κάμψης υπάρχει δυνατότητα κάποιας κίνησης στροφής (Platzer, 2009).

Αποτελείται από:

- Την άρθρωση μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης, η οποία δέχεται το βάρος του σώματος
- Την άρθρωση μεταξύ της επιγονατίδας και του μηριαίου, η οποία επιτρέπει στην ελκτική ενέργεια του τετρακέφαλου μηριαίου να κατευθύνεται μπροστά από το γόνατο προς την κνήμη, χωρίς τον κίνδυνο ρήξης του καταφυτικού τένοντα (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

Εικόνα 1: Ανατομία γόνατος



1.1.1 ΟΣΤΑ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Η άρθρωση του γόνατος αποτελείται από το κάτω μηριαίο οστό, την άνω κνήμη και την επιγονατίδα.

- Κάτω Τμήμα Μηριαίου: το κάτω τμήμα του μηριαίου αποτελείται από δυο μεγάλους κονδύλους οι οποίοι είναι συνεχείς μπροστά αλλά διαχωρίζονται από μια μεσοκονδύλια εντομή πίσω. Τα πρόσθια τμήματα της αρθρικής επιφάνειας, τόσο του έσω όσο και του έξω κονδύλου ενώνονται για να προσφέρουν άρθρωση για την επιγονατίδα. Μολονότι αυτές οι επιφάνειες για την επιγονατίδα βρίσκονται σε συνέχεια με τις υπόλοιπες αρθρικές επιφάνειες του έσω και έξω κονδύλου, διακρίνονται από την κνημομηριαία αρθρική επιφάνεια από μία μικρή μετωπιαία αύλακα. Η αρθρική επιφάνεια για την επιγονατίδα είναι κοίλη σε μετωπιαία κατεύθυνση με μια ευδιάκριτη διαμήκη αύλακα διαμέσου της μέσης γραμμής της. Είναι κυρτή σε κατακόρυφη κατεύθυνση. Η πρόσθια επιφάνεια του έξω κονδύλου που αρθρώνεται με την επιγονατίδα εκτείνεται μακρύτερα προς τα εμπρός από την πρόσθια επιφάνεια του έσω κονδύλου, διαμορφώνοντας ένα υπέρεισμα της έξω εξάρθρωσης της επιγονατίδας. Ο έσω και έξω κόνδυλος χωρίζονται μεταξύ τους με το μεσοκονδύλιο βόθρο στην κάτω και οπίσθια επιφάνειά τους, όπου

αρθρώνονται με την κνήμη. Το έσω και έξω τοίχωμα του μεσοκονδύλιου βόθρου παρέχει πρόσφυση στον οπίσθιο και τον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο, αντίστοιχα. Οι επιφάνειες των δυο κονδύλων είναι αρκετά διαφορετικές μεταξύ τους, γεγονός που βοηθά στην εξήγηση των σύνθετων κινήσεων της κνημομηριαίας άρθρωσης (Oatis, 2012).

Οι δύο κόνδυλοι ενώνονται στην πρόσθια επιφάνεια με την μηριαία τροχίλια, ενώ χωρίζονται στην οπίσθια επιφάνεια με την μεσοκονδύλια εντομή ή αλλιώς μεσοκονδύλιο βόθρο. Ο βόθρος αυτός αφορίζεται από την οπίσθια επιφάνεια του σώματος με τη μεσοκονδύλια γραμμή, η οποία σχηματίζει τη βάση της τριγωνικού σχήματος ιγνυακής επιφάνειας. Οι πλευρές αυτής της τριγωνικού σχήματος επιφάνειας σχηματίζονται από τα αποκλίνοντα μεταξύ τους κράσπεδα της τραχείας γραμμής, τα οποία αναφέρονται επίσης και ως έσω και έξω υπερκονδύλιες γραμμές.

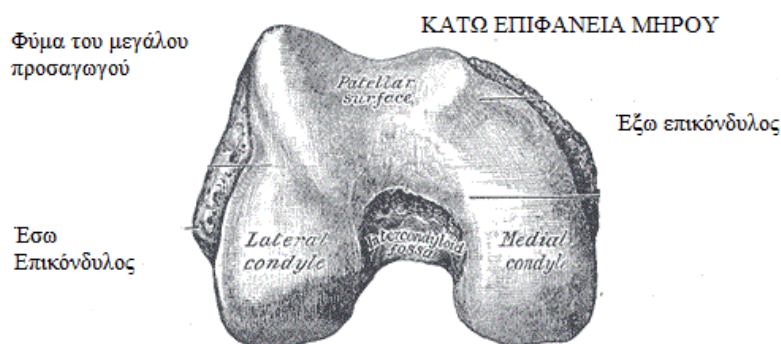
Το έσω υπερκονδύλιο κύρτωμα προβάλλει προς τα έσω, πάνω από τον έσω μηριαίο κόνδυλο και φέρει μια προπέτεια, το φύμα του μεγάλου προσαγωγού. Το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα, βρίσκεται στην έξω πλευρά και χωρίζεται από τον έξω μηριαίο κόνδυλο, από το βοθρίο του έξω ιγνυακού μυός (Platzer, 2009).

- i. *Έσω Κόνδυλος*: ο έσω κόνδυλος εκτείνεται μακρύτερα περιφερικά από τον έξω κόνδυλο. Παρ' όλα αυτά, επειδή στο φυσιολογικό γόνατο οι δύο κόνδυλοι βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, το σώμα του μηριαίου διαμορφώνει μια μικρή γωνία με την κατακόρυφο. Η εγγύς επιφάνεια του έσω κονδύλου χαρακτηρίζεται από το φύμα των προσαγωγών, ένα οδηγό σημείο στο οποίο προσφύεται ο μέγας προσαγωγός. Το έσω τμήμα του έσω κονδύλου του μηριαίου παρέχει μια εύκολα ψηλαφητή κορυφή γνωστή ως έσω επικόνδυλος.

Το σχήμα και το μέγεθος της κνημομηριαίας αρθρικής επιφάνειας του έσω κονδύλου τον διακρίνει από τον έξω κόνδυλο και επηρεάζει τις κινήσεις της κνημομηριαίας άρθρωσης. Ο έσω κόνδυλος παρουσιάζει ελαφρά κυρτότητα στο εγκάρσιο επίπεδο, σαν να βρίσκεται επί ενός κύκλου που περιβάλλει τον έξω κόνδυλο. Η αρθρική επιφάνεια του έσω κονδύλου για την κνήμη είναι μακρύτερη από εμπρός προς τα πίσω από αυτή της αρθρικής επιφάνειας του έξω κονδύλου. Επιπλέον, αν και ο έσω κόνδυλος είναι κυρτός προσθιοπίσθια, η κυρτότητά του είναι μεταβλητή. Είναι πιο επίπεδος στην περιφερική επιφάνειά του και είναι πιο καμπυλός προς τα πίσω. Η αρθρική επιφάνεια για την επιγονατίδα είναι επίσης πιο κυρτή από την περιφερική επιφάνεια.

- ii. *Έξω Κόνδυλος*: Η αρθρική επιφάνεια του έξω κονδύλου για την κνήμη προβάλλει οπίσθια, περισσότερο στο οβελιαίο επίπεδο από τον έσω κόνδυλο. Όπως ο έσω κόνδυλος, η αρθρική επιφάνεια παρουσιάζει μεταβλητή κυρτότητα και είναι πιο επίπεδη περιφερικά. Ο έξω μηριαίος κόνδυλος είναι πιο επίπεδος περιφερικά από ότι ο έσω. Στο μετωπιαίο επίπεδο και οι δύο κόνδυλοι είναι ελαφρώς κυρτοί, ενώ ο έξω κόνδυλος είναι πιο επίπεδος από τον έσω. Το εξωτερικό τμήμα του έξω κονδύλου σχηματίζει μια προεξέχουσα προβολή, τον έξω επικόνδυλο, ο οποίος αποτελεί σημαντικό ψηλαφητό σημείο. Ο άξονας της κάμψης και της έκτασης της άρθρωσης του γόνατος περνά περίπου μέσω του έσω και έξω επικόνδουλου (Oatis, 2012).

Εικόνα 2: Κάτω τμήμα μηρού



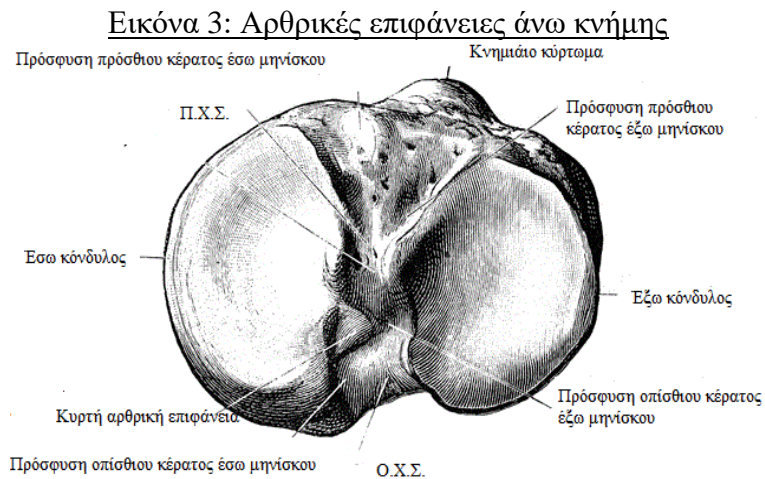
- Άνω Τμήμα Κνήμης: Η κνήμη είναι το δεύτερο μακρύτερο οστό του σώματος, ενώ την ξεπερνά μόνο το μηριαίο οστό. Χαρακτηρίζεται από ένα διευρυμένο άνω τμήμα που αποτελείται από τον έσω και έξω κόνδυλο, ή πλατώ, οι οποίοι χωρίζονται από μία μη αρθρική μεσοκονδύλια περιοχή. Αυτή η μη αρθρική περιοχή τραχύνεται και αποτελείται από ένα μεσοκονδύλιο έπαρμα και από λείες μεσοκονδύλιες περιοχές πρόσθια και οπίσθια από αυτό. Το έσω και έξω γληνιαίο φύμα ή άκανθα προβάλλουν προς τα άνω από το έπαρμα. Η μεσοκονδύλια περιοχή παρέχει πρόσφυση για τον έσω και έξω μηνίσκο και τον πρόσθιο και οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο. Η πρόσθια επιφάνεια του άνω τμήματος της κνήμης χαρακτηρίζεται από το κνημιαίο κύρτωμα, το οποίο μπορεί να ψηλαφηθεί εύκολα δεδομένου ότι καλύπτεται μόνο από το δέρμα και τον υποεπιγονατιδικό ορογόνο θύλακα. Ακριβώς κάτω από το έξω πλατώ της κνήμης και έξω πλάγια από το κνημιαίο κύρτωμα βρίσκεται άλλο ένα φύμα, το φύμα του έξω κονδύλου της κνήμης, επίσης γνωστό ως φύμα Gerdy. Μια αρθρική επιφάνεια για την κεφαλή της περόνης βρίσκεται στην κατώτερη επιφάνεια του έξω κονδύλου. Αυτή η αρθρική επιφάνεια προσανατολίζεται προς τα έξω, κάτω και ελαφρώς οπίσθια (Oatis, 2012).

Στο πάνω άκρο της κνήμης, τα περισσότερα σημαντικά μορφώματα πορεύονται από το μηρό στην κνήμη και αντίστροφα, περνώντας μέσα ή κοντά από τον ιγνυακό βόθρο πίσω από το γόνατο. Η κνήμη διαιρείται σε ένα πρόσθιο (εκτατικό), ένα οπίσθιο (καμπτικό) και ένα έξω (περνιαίο) διαμέρισμα με ένα μεσόστεο υμένα, ο οποίος συνδέει τα παρακείμενα χείλη της κνήμης και της περόνης σε όλο σχεδόν το μήκος τους. Σε δύο μεσομύια διαφράγματα τα οποία φέρονται μεταξύ της περόνης και της εν τω βάθει περιτονίας που περιβάλλει το μέλος και τέλος, με την άμεση πρόσφυση της εν τω βάθει περιτονίας στο περίοστεο του πρόσθιου και του έσω χείλους της κνήμης (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

- ο *Αρθρικές Επιφάνειες Άνω Κνήμης*: οι αρθρικές επιφάνειες της άνω κνήμης για τους μηριαίους κονδύλους περιλαμβάνουν την έσω και έξω επιφάνεια του κνημιαίου πλατώ. Οι άνω αρθρικές επιφάνειες της κνήμης είναι αρκετά μικρότερες από τις αντίστοιχες αρθρικές επιφάνειες του μηριαίου. Επιπλέον, η έσω αρθρική επιφάνεια του κνημιαίου πλατώ είναι μεγαλύτερη από την έξω, μειώνοντας την πίεση που ασκείται στο έσω κνημιαίο πλατώ, το οποίο στην όρθια στάση δέχεται περισσότερη δύναμη από το έξω κνημιαίο πλατώ.

Η έσω αρθρική επιφάνεια της κνήμης είναι ελαφρώς κοίλη. Το σχήμα της έξω αρθρικής επιφάνειας είναι πιο μεταβλητό. Σε μετωπιαία

κατεύθυνση είναι κοίλο, αλλά όπως και στο μηριαίο, το έξω κνημιαίο πλατώ είναι πιο επίπεδο από το έσω. Οι διαφορές στο σχήμα των αρθρικών επιφανειών της κνημομηριαίας άρθρωσης επηρεάζουν το πρότυπο φόρτισης της άρθρωσης. Αν και αυτές οι διαφορές τροποποιούνται σε ένα βαθμό με την παρέμβαση των μηνίσκων, οι υπόλοιπες διαφορές μεταξύ των αρθρικών επιφανειών επηρεάζουν την κίνηση της κνημομηριαίας άρθρωσης (Oatis, 2012).

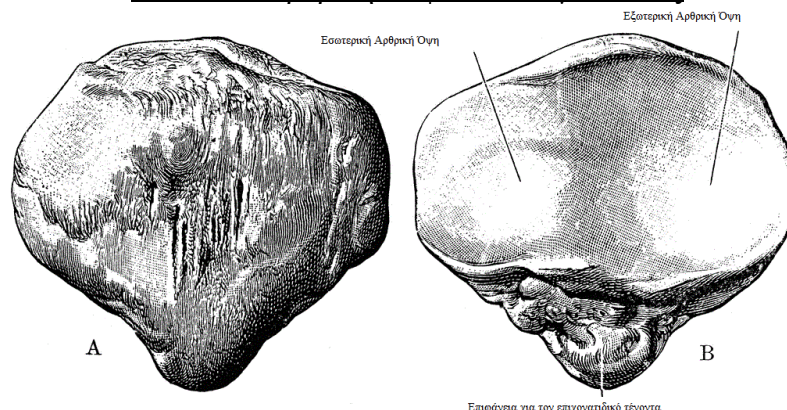


- **Επιγονατίδα:** η επιγονατίδα είναι το πλατύτερο σησαμοειδές οστό του σώματος και σχηματίζεται μέσα στον τένοντα του τετρακέφαλου μηριαίου, καθώς περνά μπροστά από την άρθρωση του γόνατος για να καταλήξει στην κνήμη. Η επιγονατίδα έχει τριγωνικό σχήμα με την κορυφή της να κατευθύνεται προς τα κάτω και χρησιμεύει για την πρόσφυση του επιγονατιδικού συνδέσμου ο οποίος συνδέει την επιγονατίδα με την κνήμη. Η βάση της είναι πλατιά και παχιά και χρησιμεύει για την κατάφυση του τετρακέφαλου μηριαίου μυός που έρχεται από ψηλά. Η οπίσθια επιφάνειά της αρθρώνεται με το μηριαίο οστό και εμφανίζει μια έσω και μια έξω αρθρική γλήνη, που χωρίζονται με ένα ομαλό χείλος. Η έξω γλήνη είναι μεγαλύτερη από την έσω και αρθρώνεται με τη μεγαλύτερη αντίστοιχη επιφάνεια του έξω κονδύλου του μηριαίου (Drake, Vogl, Mitchell, 2005).

Αν και η επιγονατίδα προστατεύει τον τένοντα του τετρακεφάλου από την υπερβολική τριβή με το μηριαίο κατά τη διάρκεια της κάμψης του γόνατος, η κύρια λειτουργία της είναι να αυξάνει την γωνία έλξης και κατά συνέπεια, το μοχλοβραχίονα ροπής του τένοντα του τετρακεφάλου. Έχει εκτιμηθεί μια μείωση του μοχλοβραχίονα ροπής του τετρακεφάλου από 33 έως 70% με το γόνατο σε έκταση με την αφαίρεση της επιγονατίδας (Oatis, 2012).

Η συνολική αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας στον ενήλικα έχει έκταση περίπου 12 τετραγωνικά εκατοστά και ιδίως στην κεντρική μοίρα της καλύπτεται από χόνδρο πάχους περίπου 6 χιλιοστών. Το μέγιστο πάχος του χόνδρου βρίσκεται περίπου στην ηλικία των 30 ετών και μετά ελαττώνεται συνεχώς με την πάροδο της ηλικίας (Platzer, 2009).

Εικόνα 4: Αρθρική επιφάνεια επιγονατίδας



- Άνω Τμήμα Περόνης: Η περόνη δεν συμμετέχει άμεσα στην λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος. Παρ' όλα αυτά, προσφύονται σε αυτή μύες που επηρεάζουν το γόνατο. Για το λόγο αυτό θα γίνει μια μικρή επισκόπηση του άνω τμήματός της. Το ελαφρώς διευρυμένο άνω τμήμα της περόνης αποτελείται από μια κεφαλή και από ένα μικρότερο αυχένα. Η κεφαλή περιέχει μια αρθρική επιφάνεια στο εσωτερικό τμήμα της για να αρθρωθεί με την αντίστοιχη επιφάνεια της κνήμης. Το άνω τμήμα της περόνης καταλήγει σε μια προβολή γνωστή και ως στυλοειδής απόφυση. Τόσο η κεφαλή όσο και η στυλοειδής απόφυσή της είναι ψηλαφητές ακριβώς κάτω από το έξω τμήμα της άρθρωσης του γόνατος (Oatis, 2012).

Εικόνα 5: Άνω τμήμα περόνης



1.1.2 ΑΡΘΡΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Οι αρθρικές επιφάνειες των οστών που συμβάλλουν στην άρθρωση του γόνατος καλύπτονται από υαλοειδή χόνδρο.

Οι κύριες αρθρικές επιφάνειες είναι:

- Οι δυο μηριαίοι κόνδυλοι
- Οι παρακείμενες επιφάνειες της άνω επιφάνειας των κνημιαίων κονδύλων (έσω και έξω κνημιαία γλήνη).

Οι επιφάνειες των μηριαίων κονδύλων που αρθρώνονται με την κνήμη κατά την κάμψη του γόνατος είναι κυρτές, ενώ οι επιφάνειες που αρθρώνονται με την κνήμη κατά την πλήρη έκταση είναι επίπεδες (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

Επιπρόσθετα της διάρθρωσης μεταξύ της κνήμης και του μηριαίου, δηλαδή της κνημομηριαίας διάρθρωσης, μέρος της διάρθρωσης του γόνατος σχηματίζεται και από τη διάρθρωση μεταξύ της επιγονατίδος και του μηριαίου οστού γνωστή ως επιγονατιδομηριαία διάρθρωση, εννοώντας την περιοχή όπου γίνεται η διάρθρωση μεταξύ της επιγονατίδος και της μηριαίας τροχιλίας (Platzer, 2009).

1.1.3 ΑΡΘΡΙΚΟΣ ΥΜΕΝΑΣ

Ο αρθρικός υμένας της άρθρωσης του γόνατος προσφύεται στα χείλη των αρθρικών επιφανειών και στο άνω και κάτω χείλος των μηνίσκων. Οι δυο χιαστοί σύνδεσμοι, που εκφύονται από την μεσοκονδύλια περιοχή της κνήμης και καταφύονται στον μεσοκονδύλιο βόθρο του μηριαίου οστού, βρίσκονται έξω από την αρθρική κοιλότητα, περικλείονται όμως στον ιώδη αρθρικό θύλακο του γόνατος.

Προς τα πίσω, ο αρθρικός υμένας προωθεί στα δυο πλάγια του οπίσθιου χιαστού συνδέσμου τον ιώδη αρθρικό θύλακο και σχηματίζει ένα περίβλημα, που περιβάλλει προς τα εμπρός τους δύο χιαστούς συνδέσμους και τους απομονώνει από την αρθρική κοιλότητα.

Προς τα εμπρός, ο αρθρικός υμένας χωρίζεται από τον επιγονατιδικό σύνδεσμο με το υπο-επιγονατιδικό λιπώδες σώμα. Στα δυο πλάγια του σώματος αυτού, ο αρθρικός υμένας σχηματίζει ένα δαντελωτό χείλος (τις πτερυγοειδείς πτυχές), που προεξέχουν στην αρθρική κοιλότητα. Επιπλέον, το τμήμα του αρθρικού υμένα που καλύπτει το κατώτερο τμήμα του υπο-επιγονατιδικού λιπώδους σώματος αναδιπλώνεται και σχηματίζει στη μέση γραμμή μια λεπτή πτυχή, την υπο-επιγονατιδική ενάρθρια πτυχή, που κατευθύνεται προς τα πίσω και προσφύεται στο χείλος του μεσοκονδύλιου βόθρου του μηριαίου οστού.

Ο αρθρικός υμένας της άρθρωσης του γόνατος σχηματίζει σε δυο θέσεις κολπώματα (θυλάκους), δημιουργώντας επιφάνειες χαμηλής προστριβής κατά τις κινήσεις των τενόντων που σχετίζονται με την άρθρωση.

Άλλοι ορογόνοι θύλακοι που σχετίζονται με το γόνατο, αλλά φυσιολογικά δεν επικοινωνούν με την αρθρική κοιλότητα, είναι ο υποδόριος προ-επιγονατιδικός θύλακος, ο εν τω βάθει και ο υποδόριος υπο-επιγονατιδικός θύλακος και πολυάριθμοι άλλοι θύλακοι που σχετίζονται με τένοντες και συνδέσμους γύρω από την άρθρωση. Ο προ-επιγονατιδικός θύλακος βρίσκεται υποδοριώς μπροστά από την επιγονατίδα. Ο εν τω βάθει και ο υποδόριος υπο-επιγονατιδικός θύλακος εντοπίζονται στην εν τω βάθει και την υποδόρια πλευρά του επιγονατιδικού συνδέσμου, αντίστοιχα (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

1.1.4 ΙΝΩΔΗΣ ΘΥΛΑΚΟΣ

Ο ιώδης θύλακος της άρθρωσης του γόνατος είναι εκτεταμένος και κατά ένα μέρος σχηματίζεται και ενισχύεται από τις επεκτάσεις των τενόντων μυών που βρίσκονται γύρω από την άρθρωση. Γενικά, ο ιώδης θύλακος περικλείει την αρθρική κοιλότητα και την μεσοκονδύλια περιοχή.

- Στην έσω πλευρά της άρθρωσης του γόνατος ο ιώδης θύλακος συγχωνεύεται με τον κνημιαίο (έσω) πλάγιο σύνδεσμο και η έσω επιφάνειά του προσφύεται στον έσω μηνίσκο.
- Προς τα έξω, η εξωτερική επιφάνεια του ιώδους θυλάκου χωρίζεται με ένα κενό διάστημα από τον περνιαίο (έξω) πλάγιο σύνδεσμο, ενώ η έσω επιφάνειά του δεν προσφύεται στον έξω μηνίσκο.
- Προς τα εμπρός, ο ιώδης θύλακος προσφύεται στα χείλη της επιγονατίδας, όπου ενισχύεται από τενόντιες επεκτάσεις από τον έξω και τον έσω πλατύ μυ,

οι οποίες συγχωνεύονται προς τα πάνω με τον τένοντα του τετρακέφαλου μηριαίου και προς τα κάτω με τον επιγονατιδικό σύνδεσμο.

- Ο νέος θύλακας ενισχύεται προς τα εμπρός και πλάγια από μια ινώδη επέκταση της λαγονοκνημιαίας ταινίας και προς τα πίσω και έσω από μια επέκταση του τένοντα του ημιϋμενώδους μυός, το λοξό ιγνυακό σύνδεσμο, ο οποίος εμφανίζει μια προς τα άνω επέκταση κατά μήκος του ινώδους θυλάκου με κατεύθυνση από έσω προς τα έξω.

Το άνω άκρο του ιγνυακού μυός περνά από ένα άνοιγμα της οπισθοπλάγιας επιφάνειας του ινώδους αρθρικού θυλάκου του γόνατος και περιβάλλεται από αυτόν, καθώς ο τένοντάς του φέρεται γύρω από την άρθρωση και καταφύεται στην έξω πλευρά του έξω μηριαίου κόνδylου (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

1.1.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Οι σύνδεσμοι του γόνατος διακρίνονται σε ένδο- και έξω-θυλακικούς.

Οι έξωθυλακικοί σύνδεσμοι περιλαμβάνουν τον επιγονατιδικό, τους έξω και έσω πλάγιους συνδέσμους του γόνατος, το λοξό ιγνυακό και τον τοξοειδή σύνδεσμο, ενώ οι ενδοθυλακικοί σύνδεσμοι περιλαμβάνουν τον πρόσθιο και οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο (Φουσέκης, 2015).

- **Επιγονατιδικός σύνδεσμος:** ο επιγονατιδικός σύνδεσμος αποτελεί κατά βάση την συνέχεια του τένοντα του τετρακέφαλου μηριαίου κάτω από την επιγονατίδα και προσφύεται προς τα πάνω στα χείλη και την κορυφή της επιγονατίδας και προς τα κάτω στο κνημιαίο όγκωμα (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).
- Οι πλάγιοι σύνδεσμοι, ένας σε κάθε πλάγιο της άρθρωσης, σταθεροποιούν τη στρωφική κινητικότητα του γόνατος.
 - i. Ο σχοινιοειδής περνιαίος έξω πλάγιος σύνδεσμος εκφύεται από το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα, ακριβώς πάνω από την αύλακα του ιγνυακού τένοντα και καταφύεται σε ένα εντύπωμα της έξω επιφάνειας της κεφαλής της περόνης. Ο σύνδεσμος αυτός χωρίζεται από τον ινώδη αρθρικό θύλακο με ένα ορογόνο θύλακο.
 - ii. Ο πλατύς και επίπεδος κνημιαίος έσω πλάγιος σύνδεσμος προσφύεται με το μεγαλύτερο τμήμα της εν τω βάθει επιφάνειάς του στον υποκείμενο ινώδη αρθρικό θύλακο. Εκφύεται από το έσω υπερκονδύλιο κύρτωμα ακριβώς κάτω από το φύμα των προσαγωγών, πορεύεται προς τα εμπρός και κάτω και καταφύεται στο έσω χείλος και την έσω επιφάνεια της κνήμης, πάνω και πίσω από την κατάφυση των τενόντων του ραπτικού, του ισχνού και του ημιτενοντώδους μυός (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).
- Ο λοξός ιγνυακός σύνδεσμος αποτελεί την τρίτη προς τα έξω τενόντια δεσμίδα του ημιϋμενώδους και εκτείνεται μέχρι την έξω κεφαλή του δικέφαλου γαστροκνημίου, ενισχύοντας την οπίσθια επιφάνεια του αρθρικού θυλάκου (Φουσέκης, 2015).
- Ο τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος εκφύεται από την κορυφή της κεφαλής της περόνης και προσφύεται στον αρθρικό θύλακο διασταυρούμενος με τον τένοντα του ιγνυακού μυός (Φουσέκης, 2015).
- **Χιαστοί σύνδεσμοι:** οι δύο χιαστοί σύνδεσμοι βρίσκονται στην μεσοκονδύλια περιοχή του γόνατος και συνδέουν το μηριαίο με την κνήμη. Ονομάζονται «χιαστοί» επειδή

διασταυρώνονται στο οβελιαίο επίπεδο μεταξύ των μηριαίων και κνημιαίων προσφύσεων τους.

- i. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος εκφύεται από ένα βοθρίο του πρόσθιου τμήματος της μεσοκονδύλιας περιοχής της κνήμης, φέρεται προς πάνω και πίσω και καταφύεται σε ένα βοθρίο στο πίσω μέρος του έξω τοιχώματος του μεσοκονδύλιου βόθρου του μηριαίου οστού.
- ii. Ο οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος εκφύεται από το οπίσθιο τμήμα της μεσοκονδύλιας περιοχής της κνήμης, φέρεται προς τα πάνω και μπρος και καταφύεται στο έσω τοίχωμα του μεσοκονδύλιου βόθρου του μηριαίου.

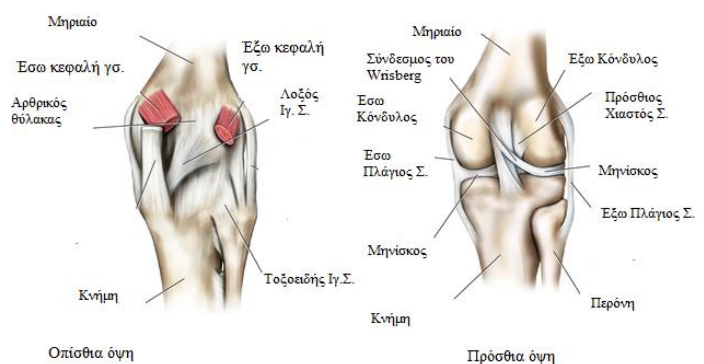
Ο οπίσθιος χιαστός ο οποίος είναι ισχυρότερος από τον πρόσθιο χιάζεται με αυτόν καθώς διασχίζουν την μεσοκονδύλια περιοχή.

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, παρεμποδίζει την παρεκτόπιση της κνήμης προς τα εμπρός σε σχέση με τον μηρό ενώ ο οπίσθιος χιαστός περιορίζει την προς τα πίσω παρεκτόπισή της (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

Εικόνα 6: Σύνδεσμοι του γόνατος



Εικόνα 7: Σύνδεσμοι του γόνατος (2)



1.1.6 ΑΓΓΕΙΑΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Η αγγειακή τροφοδοσία της άρθρωσης του γόνατος προέρχεται στο μηρό από κατιόντες και αιδοϊκούς κλάδους της μηριαίας, της ιγνυακής και των έξω περισπόμενων αρτηριών, και στην κνήμη από την περισπώμενη περονιαία αρτηρία και από παλίνδρομους κλάδους της πρόσθιας κνημιαίας αρτηρίας. Τα αγγεία αυτά σχηματίζουν ένα αναστομωτικό δίκτυο γύρω από την άρθρωση.

Η άρθρωση του γόνατος νευρώνεται από κλάδους του θυροειδούς, του μηριαίου, του κνημιαίου και του κοινού περονιαίου νεύρου (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

1.2 ANATOMIA ΜΗΝΙΣΚΩΝ

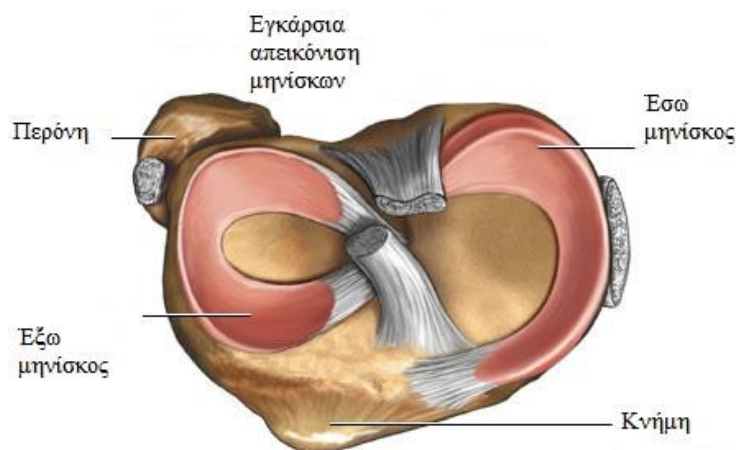
Στην άρθρωση του γόνατος υπάρχουν δυο διάρθριοι μηνίσκοι, ινοχόνδρινοι δηλαδή ημιδακτύλιοι σχήματος C, ένας προς τα έσω (έσω μηνίσκος) και ένας προς τα έξω (έξω μηνίσκος). Και οι δύο προσφύονται με τα δύο άκρα τους, τα κέρατα, σε βοθρία της μεσοκονδύλιας περιοχής της άνω επιφάνειας της κνήμης (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

Οι διάρθριοι μηνίσκοι αποτελούνται από πυκνό κολλαγόνο ιστό με πυκνές κολλαγόνες ίνες, μέσα στις οποίες διασπείρονται χόνδρινα κύτταρα. Οι κολλαγόνες ίνες φέρονται σε δύο κύριες κατευθύνσεις. Οι ισχυρές ίνες ακολουθούν το σχήμα των μηνίσκων μεταξύ των προσφύσεων τους, ενώ οι ασθενείς ίνες φέρονται ακτινοειδώς σε ένα υποθετικό μέσο σημείο και διαπλέκονται ανάμεσα στις επιμήκως φερόμενες ίνες. Αυτή η διάταξη σημαίνει ότι καμπυλωμένες επιμήκεις ρωγμές ή σχίσματα μπορεί να συμβούν πολύ ευκολότερα από ότι εγκάρσιες ρωγμές. Τα χόνδρινα κύτταρα βρίσκονται κυρίως κοντά στις επιπολής επιφάνειες των μηνίσκων.

Σε εγκάρσια διατομή οι μηνίσκοι φαίνονται να αποπλατώνονται προς τα έξω. Στην εξωτερική τους επιφάνεια ενώνονται με τον αρθρικό υμένα του αρθρικού θυλάκου. Μπορεί να κινούνται πάνω από την υποκείμενη κνήμη. Αρδεύονται με αίμα από την μέση αρθρική αρτηρία του γόνατος και από την έξω και κάτω έξω αρθρική αρτηρία του γόνατος, οι οποίες σχηματίζουν τις περιμηνισκικές περιφερικές τοξοειδείς αρτηρίες (Platzer, 2009).

Οι μηνίσκοι συνδέονται προς τα εμπρός μεταξύ τους με τον εγκάρσιο σύνδεσμο του γόνατος. Ο έξω μηνίσκος συνδέεται επίσης με τον τένοντα του ιγνυακού μυός ο οποίος περνά προς τα πάνω και έξω μεταξύ του μηνίσκου αυτού και του αρθρικού θυλάκου και καταφύεται στον μηριαίο οστό (Drake, Vogl and Mitchell, 2007).

Εικόνα 8: Απεικόνιση μηνίσκων



Οι δύο μηνίσκοι επικάθονται στο έξω και έξω κνημιαίο πλατώ.

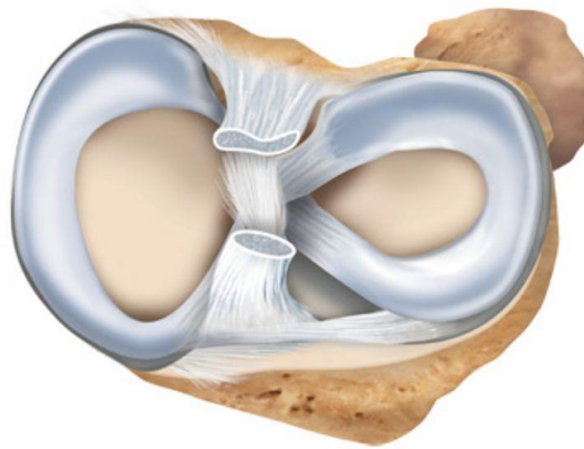
- Ο έσω μηνίσκος έχει ημικυκλικό σχήμα, είναι μεγαλύτερος σε διάμετρο από τον έξω μηνίσκο, σε συμφωνία με το μεγαλύτερο έξω κνημιαίο πλατώ, και ενώνεται με τον έσω πλάγιο σύνδεσμο. Τα σημεία ένωσης τους είναι σχετικά χαλαρά. Ο έσω μηνίσκος είναι πλατύτερος προς τα πίσω απ' ότι μπροστά και έτσι ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος είναι πολύ λεπτότερος από τον οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο. Η πρόσφυση του τον κάνει πολύ λιγότερο κινητό απ' ότι τον έξω μηνίσκο. Η μικρότερη πρόσφυση του έσω μηνίσκου σε σχέση με τον έξω μηνίσκο μπορεί να εξηγήσει γιατί τραυματίζεται συχνότερα από τον έξω αντίστοιχο του.

Η εξωτερική στροφή της κνήμης προκαλεί τη μεγαλύτερη παρεκτόπιση και τη μεγαλύτερη τάση πάνω στον μηνίσκο ενώ αντίθετα η έσω στροφή τον χαλαρώνει (Platzer, 2009).

- Ο έξω μηνίσκος είναι σχεδόν κυκλοτερής, οι θέσεις πρόσφυσης του βρίσκονται πολύ κοντά, και έχει ομοιόμορφο πλάτος. Είναι πιο κινητός απ' ότι ο έσω μηνίσκος, καθώς

δεν ενώνεται με τον έξω πλάγιο σύνδεσμο και για τον λόγο αυτό τείνεται λιγότερο κατά τις διάφορες κινήσεις. Μάλλον προσφύεται στον τένοντα του ιγνυακού μυός, ο οποίος μπορεί να βοηθήσει στην έλξη του μηνίσκου προς τα πίσω κατά τη διάρκεια της κάμψης του γόνατος. Από το οπίσθιο κέρασ του εκφύονται ένας ή περισσότεροι σύνδεσμοι: ο πρόσθιος μηνισκομηριαίος σύνδεσμος μπροστά και ο οπίσθιος μηνισκομηριαίος σύνδεσμος προς τα πίσω ο οποίος περνά πίσω από τον οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο προς τον έσω μηριαίο κόνδυλο. Ο οπίσθιος μηνισκομηριαίος σύνδεσμος απαντά πιο συχνά από τον πρόσθιο (περίπου 30%). Λιγότερο συχνά απαντούν και οι δύο σύνδεσμοι. Ο εγκάρσιος σύνδεσμος του γόνατος ενώνει τους δύο μηνίσκους μπροστά. Στο 10% των περιπτώσεων υποδιαιρείται σε διάφορες δεσμίδες (Platzer, 2009).

Εικόνα 9: Απεικόνιση μηνίσκων (2)



Οι μηνίσκοι καλύπτουν περισσότερο από το 50% των κνημιαίων πλατώ, με τον έξω να καλύπτει μεγαλύτερο ποσοστό του πλατώ από τον έσω μηνίσκο. Κατά συνέπεια, υπάρχει αμεσότερη επαφή μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης στο έσω τμήμα της άρθρωσης παρά στο έξω.

Σε μια κάτοψη, κάθε μηνίσκος αποτελεί τμήμα ενός κύκλου, ο έσω μηνίσκος ολοκληρώνει περίπου το μισό κύκλο, ενώ ο έξω σχηματίζει σχεδόν έναν πλήρη κύκλο. Τα πρόσθια και οπίσθια άκρα των τόξων σε κάθε μηνίσκο είναι γνωστά ως πρόσθια και οπίσθια κέρατα ή πόλοι. Τα κέρατα του έξω μηνίσκου βρίσκονται κοντά μεταξύ τους, ενώ τα κέρατα του έσω μηνίσκου είναι μακρύτερα. Όταν τους δει κανείς στο μετωπιαίο επίπεδο, κάθε μηνίσκος έχει σφηνοειδές σχήμα και είναι παχύτερος στην περιφέρεια και πιο λεπτός στο κέντρο, δημιουργώντας μια κοίλη επιφάνεια για το μηριαίο κόνδυλο.

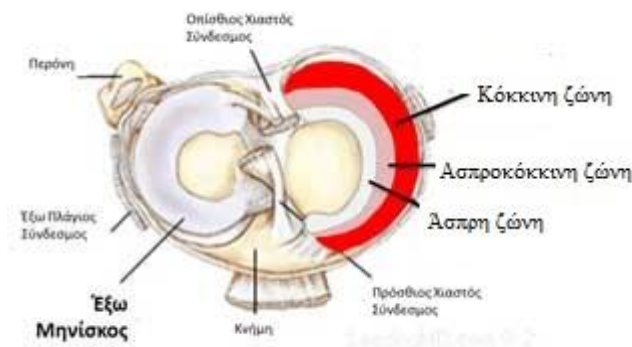
Αν και οι μηνίσκοι συχνά περιγράφονται ως <ροδέλες>, είναι σταθερά συνδεδεμένοι με το κνημιαίο πλατώ. Σύνδεσμοι που αναφέρθηκαν παραπάνω συνδέουν τους μηνίσκους στην κνήμη στο πρόσθιο και οπίσθιο κέρασ τους. Επιπλέον, κάθε μηνίσκος προσφύεται στον αρθρικό θύλακα και στην περιφέρεια της κνήμης με τους στεφανιαίους συνδέσμους.

Οι μηνίσκοι θρέφονται μέσω της αρθρικής διάχυσης και από την αιμάτωση των κεράτων τους, καθώς και της περιφέρειας του ενός τετάρτου έως ενός τρίτου κάθε μηνίσκου. Επομένως, οι τραυματισμοί κατά μήκος της περιφέρειας παρουσιάζουν επούλωση αόκιμη και αναγέννηση μέσω της παραγωγής μηνισκοειδούς ιστού. Η περιφέρεια του μηνίσκου φαίνεται επίσης να διαθέτει αισθητική νεύρωση, η οποία μπορεί να επεκτείνεται στο κεντρικό τμήμα

του δίσκου. Η αισθητική λειτουργία φαίνεται να αφορά κυρίως την ιδιοδεκτικότητα (Oatis, 2012).

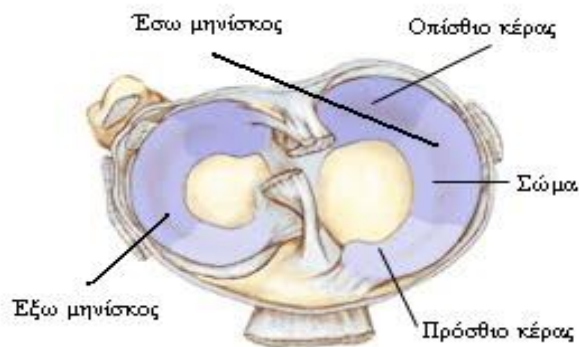
Κάθε μηνίσκος χωρίζεται σε τρεις ζώνες ανάλογα με το βαθμό αιμάτωσής του: την περιφερική, τη μέση και την κεντρική ζώνη. Η περιφερική ζώνη (ή κόκκινη) είναι πλούσια σε αιμάτωση, η μέση ζώνη (ή ασπροκόκκινη) έχει μέτρια αιμάτωση και η κεντρική ζώνη (ή λευκή) έχει ελάχιστη ή στερείται πλήρως αιμάτωσης. Οι κακώσεις των μηνίσκων που εντοπίζονται στην κόκκινη ζώνη έχουν μεγάλη πιθανότητα αυτοεπούλωσης, λόγω της ικανοποιητικής αιμάτωσης, σε αντίθεση με αυτές στην κεντρική ζώνη του μηνίσκου, που λόγω ελλιπούς αιμάτωσης στερούνται και αντίστοιχες ικανότητες επούλωσης (Φουσέκης, 2015).

Εικόνα 10: Ζώνες αιμάτωσης μηνίσκων



Ο King, το 1936, πρώτος σημείωσε πως η επικοινωνία με την αιματική ροή στην περιφέρεια αποτελεί κριτική σημασία για την επούλωση των μηνίσκων. Ο Arnoczky και ο Warren το 1982, περιέγραψαν την μικροκυκλοφορία των μηνίσκων. Στα παιδιά, τα περιφερικά αγγεία διαπερνούν όλο το πάχος των μηνίσκων. Με την πάροδο της ηλικίας, η διείσδυση των αγγείων ελαττώνεται. Στους ενήλικες, η τροφοδοσία με αίμα περιορίζεται μόνο στα εξωτερικά 6 χιλιοστά ή περίπου στο 1/3 του εύρους του μηνίσκου. Σε αυτή την αγγειακή περιοχή το δυναμικό επούλωσης μια μηνισκικής ρήξης είναι το μέγιστο του. Το δυναμικό αυτό ελαττώνεται δραματικά καθώς η ρήξη οδεύει μακριά από την περιφέρεια (Brotzman and Wilk, 2003).

Εικόνα 11: Απεικόνιση μηνίσκων (3)



1.2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ

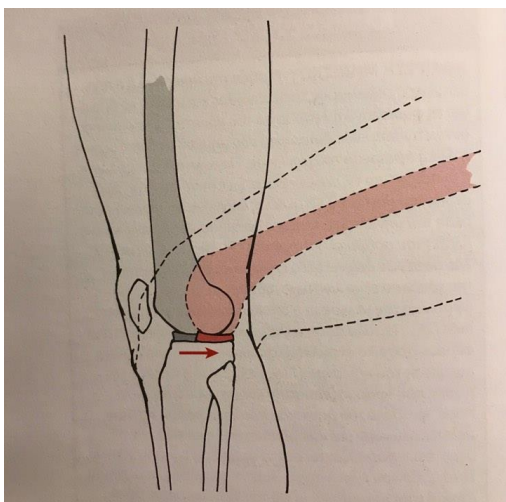
Διάφορες λειτουργίες αποδίδονται στους μηνίσκους, αλλά οι κυριότερες αυτών περιλαμβάνουν:

- Την ομαλοποίηση και απόσβεση υπερβολικών συμπιεστικών φορτίσεων στην κνήμη
- Τη σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος
- Την τροφοδοσία του αρθρικού χόνδρου
- Την διευκόλυνση της αρθρικής ολίσθησης
- Την αποφυγή υπερέκτασης του γόνατος (Φουσέκης, 2015).

Κάθε μηνίσκος είναι κοίλος στην άνω επιφάνεια του αλλά σχετικά επίπεδος στην κάτω, απεικονίζοντας το σχήμα του μηριαίου κονδύλου και του κνημιαίου πλατώ με τα οποία έρχεται σε επαφή. Χωρίς τους μηνίσκους, η επαφή μεταξύ του μηριαίου κονδύλου και του κνημιαίου πλατώ, τα οποία έχουν διαφορετική κυρτότητα, λαμβάνει μέρος σε μια πολύ μικρή περιοχή, έχοντας ως αποτέλεσμα να εφαρμόζονται στα οστά μεγάλες πιέσεις. Η προσθήκη ενός μηνίσκου μειώνει σημαντικά την πίεση μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης. Αντίστροφα, η αφαίρεση του μηνίσκου αυξάνει τις πιέσεις που εφαρμόζονται στο κνημιαίο πλατώ και στο μηριαίο κόνδυλο. Οι πιέσεις αυξάνονται όσο περισσότερος ιστός αφαιρείται από τους μηνίσκους (Oatis, 2012).

1.2.2 ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΝΗΜΗ

Η πολύπλοκη κίνηση μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης εφαρμόζει ομοίως πολύπλοκα φορτία στους μηνίσκους που παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο μακρών οστών. Αυτές οι δυνάμεις αναγκάζουν τους μηνίσκους να παραμορφώνονται και να ολισθαίνουν στην κνήμη κατά την διάρκεια της κίνησης του γόνατος. Η κίνηση των μηνίσκων είναι σύμφωνη με το ρόλο τους ως δακτύλιοι μεταξύ των δύο οστικών επιφανειών. Η κίνηση των μηνίσκων είναι συντονισμένη με την κύλιση των μηριαίων κονδύλων. Καθώς το μηριαίο κυλά προς τα πίσω κατά την κάμψη του γόνατος, ο μηνίσκος ωθείται προς τα πίσω από τον κόνδυλο που υφίσταται κύλιση. Ομοίως, ολισθαίνουν προς τα εμπρός μπροστά από τους κονδύλους που κυλούν προς τα εμπρός κατά την διάρκεια της έκτασης του γόνατος. Ο έξω μηνίσκος κινείται περισσότερο από τον έσω όπως έχει ήδη αναφερθεί, επειδή ο τελευταίος σταθεροποιείται με τις προσφύσεις στον έσω αρθρικό θύλακα του γόνατος, τον έσω πλάγιο σύνδεσμο και το κνημιαίο πλατώ. Επειδή οι μηνίσκοι παραμένουν συνδεδεμένοι στους πόλους τους, καθώς ολισθαίνουν οπίσθια και πρόσθια επί της κνήμης, υφίσταται επίσης σημαντική παραμόρφωση στο σχήμα. Αυτή η τάση μπορεί να συμβάλει σε ενδεχόμενη ρήξη (Oatis, 2012).



Εικόνα 12: Κίνηση των μηνίσκων στην κνήμη

1.2.3 ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για την υψηλή συχνότητα τραυματισμών των μηνίσκων. Οι μηνίσκοι βρίσκονται μεταξύ των δύο μακρότερων οστών του σώματος σε μια άρθρωση που υποστηρίζει μεγάλα βάρη. Συμπιεστικές δυνάμεις αρκετές φορές μεγαλύτερες από το βάρος του σώματος έχουν αναφερθεί στην κνημομηριαία άρθρωση, τις οποίες θα πρέπει να αντέχει ο μηνίσκος. Επιπλέον, η κίνηση ολίσθησης και η στροφική κίνηση μεταξύ μηριαίου και της κνήμης έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή μεγάλων διατμητικών δυνάμεων στους μηνίσκους. Τέλος οι μηνίσκοι προσφύονται στο κνημιαίο πλατώ όπου η κίνηση της στροφής μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης δημιουργεί μεγάλες παραμορφώσεις στους ινώδεις χόνδρους. Όλοι αυτοί οι παράγοντες συνδράμουν στην πρόκληση οξείας ρήξης και φθοράς ή ινιδισμού, του κεντρικού χείλους. Τεμάχια από μεγάλες ρήξεις μπορεί να προκαλέσουν προβλέψιμα μηχανικά προβλήματα στο γόνατο αν αποσπασθούν και μετακινηθούν στο κέντρο του κνημιαίου πλατώ, διακόπτοντας τις φυσιολογικές κινήσεις της κύλισης και της ολίσθησης της κνήμης και του μηριαίου (Oatis, 2012).

1.2.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΡΗΞΗΣ ΤΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ

Η ρήξη του έσω μηνίσκου προκαλείται όταν το πόδι βρίσκεται σταθερά καθλωμένο στο έδαφος με το γόνατο σε θέση ελαφράς κάμψης, ενώ ο μηρός με το υπόλοιπο σώμα στρέφεται βίαια προς τα έσω, πάνω στην κνήμη που συγχρόνως πιέζεται σε απαγωγή. Αντίθετα, όταν ο μηρός στρέφεται προς τα έξω, το γόνατο βρίσκεται σε ελαφρά κάμψη και η καθλωμένη στο έδαφος κνήμη φέρεται σε προσαγωγή, προκαλείται ρήξη του έξω μηνίσκου. Εκτός από τον τυπικό αυτό μηχανισμό υπάρχουν και άτυποι μηχανισμοί ρήξης των μηνίσκων όπως για παράδειγμα η έγερση από βαθύ κάθισμα ή από γονάτισμα. Οι ρήξεις των μηνίσκων συμβαίνουν συχνά σε αθλητές σε συνδυασμό με άλλες ενδοαρθρικές κακώσεις όπως η ρήξη του Π.Χ.Σ., καθώς επίσης και σε άτομα που εργάζονται στηριγμένα στα γόνατα όπως οι ανθρακωρύχοι (Συμεωνίδης, 1997).

1.2.5 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΡΗΞΕΩΝ

Από πλευρά συχνότητας ο έσω μηνίσκος παθαίνει ρήξη συχνότερα από τον έξω σε αναλογία 2:1 επειδή είναι περισσότερο σταθερά προσκολλημένος προς το θύλακο και την εν τω βάθει μοίρα του έσω πλαγίου συνδέσμου και είναι επομένως λιγότερο κινητός από τον έξω. Ακόμα, επειδή δέχεται καθημερινά μεγαλύτερες πιέσεις από ότι ο έξω. Επιπλέον, ο έξω μηνίσκος έχει μικρότερη προσθιοπίσθια διάμετρο από τον έσω, είναι παχύτερος στην περιφέρεια, πλατύτερος στο σώμα και προσφύεται στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο καθώς και στον έσω μηριαίο κόνδυλο στο οπίσθιο μέρος διά του συνδέσμου του Humphry ή του Wrisberg. Πολύ συχνότερη επίσης είναι η ρήξη των μηνίσκων στους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες, πράγμα που αποδίδεται στη μεγαλύτερη δραστηριότητα τους σε αθλητικές δραστηριότητες (Συμεωνίδης, 1997).

1.2.6 ΕΙΔΗ ΡΗΞΕΩΝ

Οι ρήξεις είναι συχνές σε νέους ενήλικες. Ο μηνίσκος υφίσταται μια επιμήκη ρήξη όταν μια δύναμη τον συνθλίψει μεταξύ του μηρού και της κνήμης. Στους νέους, αυτό συνήθως παρατηρείται όταν το γόνατο φορτίζεται σε κάμψη με ταυτόχρονη στροφική βία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Σε άτομα μέσης ηλικίας, όπου η ίνωση έχει περιορίσει την

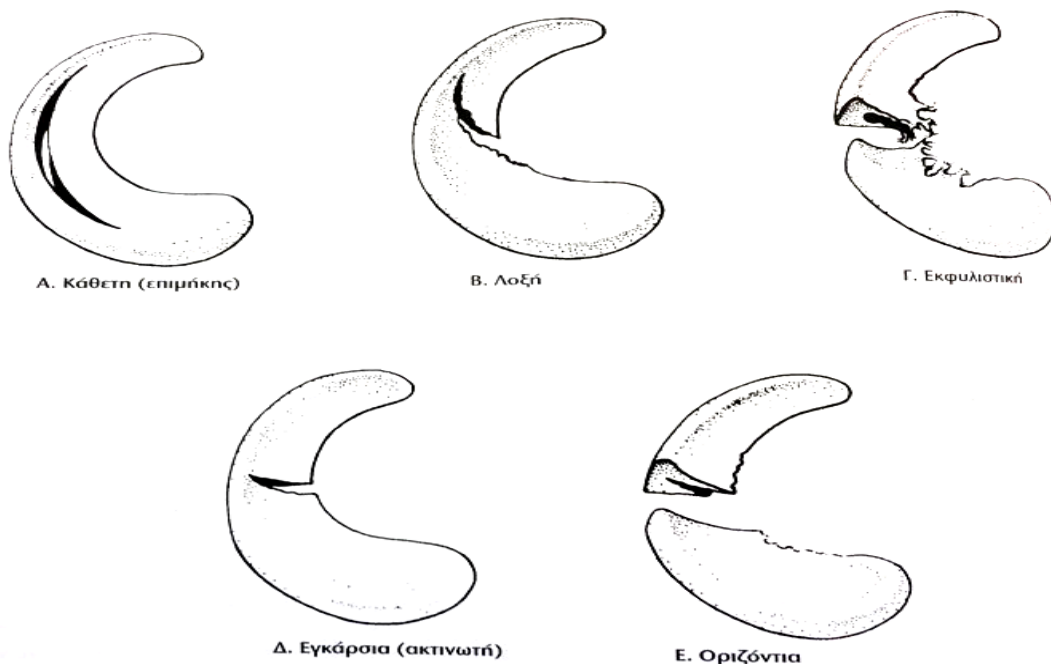
κινητικότητα του μηνίσκου, οι ρήξεις επισυμβαίνουν με σχετικά μικρότερη βία. Διακρίνονται διάφοροι τύποι ρήξεων (Solomon, Warwick, Nayagam, 2005):

- Κάθετες ρήξεις (επιμήκεις): Εντοπίζονται συνήθως στο οπίσθιο τμήμα του μηνίσκου, σπανιότερα στο πρόσθιο η περιλαμβάνουν ολόκληρο το μήκος του μηνίσκου. Στην περίπτωση αυτή το κεντρικό τμήμα μπορεί να παρεκτοπηθεί προς τα μέσα στο μεσοκονδύλιο χώρο της άρθρωσης, διατηρώντας επαφή με το κύριο σώμα του μηνίσκου στα δύο άκρα. Το είδος αυτό της ρήξης ονομάζεται ρήξη 'δίκην λαβής κάδου' και είναι η πλέον συχνή.
- Εγκάρσιες ρήξεις: Αρχίζουν από το έσω χείλος με κατεύθυνση προς την περιφέρεια του μηνίσκου.
- Λοξές ρήξεις: Όπως και οι προηγούμενες ρήξεις αρχίζουν από το έσω χείλος του μηνίσκου με κατεύθυνση λοξή προς τα εμπρός ή πίσω και αφορούν σε όλο το πάχος του μηνίσκου.
- Πτερυγοειδείς ρήξεις: Αφορούν σε τμήμα του μηνίσκου, δεν είναι όμως κάθετες σε όλο το πάχος του μηνίσκου αλλά οριζόντιες.
- Οριζόντιες ρήξεις: Κατά τις οποίες το επίπεδο ρήξης διαχωρίζει την άνω από την κάτω επιφάνεια του μηνίσκου. Αυτές προκαλούνται από δυνάμεις διάτμησης κυρίως σε μεγάλης ηλικίας άτομα.

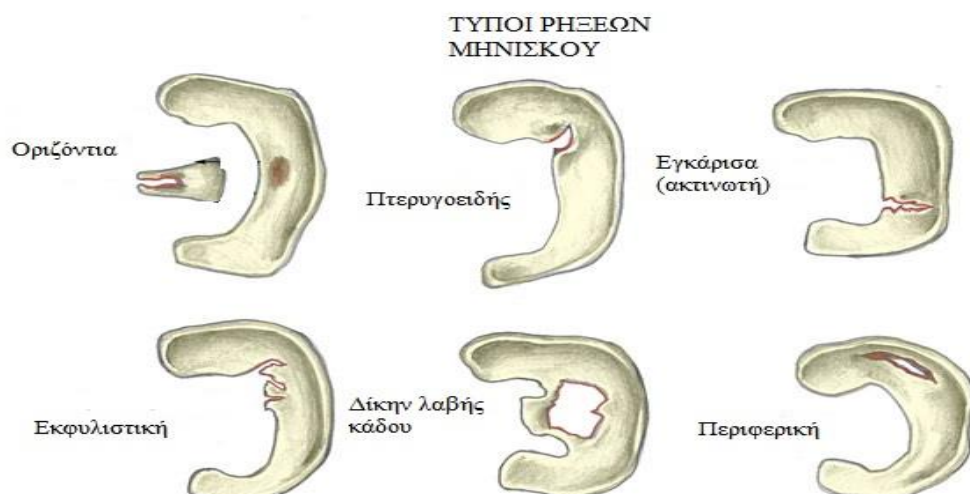
*Υπάρχουν και συνδυασμοί των παραπάνω ρήξεων (Συμεωνίδης, 1997).

Το μεγαλύτερο τμήμα του μηνίσκου είναι ανάγγειο και αυτόματη επούλωση δεν παρατηρείται, εκτός και αν πρόκειται για ρήξη του περιφερικού τριτημορίου που αιματώνεται από τον θύλακο. Το χαλαρό ελεύθερο τμήμα της ρήξης προκαλεί μηχανικό ερεθισμό, με αποτέλεσμα την υποτροπιάζουσα υμενίτιδα και σε μερικές περιπτώσεις, τη δευτεροπαθή οστεοαρθρίτιδα (Solomon, Warwick, Nayagam, 2005).

Εικόνα 13 : Ταξινόμηση ρήξεων μηνίσκου



Εικόνα 14 : Ταξινόμηση ρήξεων μηνίσκου (2)



1.2.7 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΡΗΞΕΩΝ

Ο ασθενής είναι συνήθως ενήλικας που υφίσταται μια στροφική κάκωση του γόνατος κατά την διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων. Ο πόνος είναι συχνά έντονος και η περαιτέρω δραστηριότητα διακόπτεται. Επίσης, το γόνατο είναι ‘κλειδωμένο’ σε μερική κάμψη. Σχεδόν πάντα το οίδημα εμφανίζεται μερικές ώρες αργότερα ή πιθανώς την επόμενη μέρα.

Με ανάπαυση, τα αρχικά συμπτώματα υποχωρούν, για να ξαναεμφανιστούν κατά διαστήματα μετά από ασήμαντες στροφικές κακώσεις ή διαστρέμματα. Μερικές φορές το γόνατο ‘φεύγει’ αυτόματα και επακολουθεί πόνος και οίδημα.

Το ‘κλειδώμα’-η αιφνίδια αδυναμία πλήρους έκτασης του γόνατος-υποδηλώνει μια ρήξη δίκην λαβής κάδου. Ο ασθενής μερικές φορές μαθαίνει να ‘ξεκλειδώνει’ το γόνατο, εκτελώντας πλήρη κάμψη ή στροφικές κινήσεις από τη μία στην άλλη πλευρά.

Κατά την κλινική εξέταση, η άρθρωση μπορεί να διατηρείται σε ελαφρά κάμψη, ενώ υπάρχει συχνά ύδραρθρο. Όταν ο ασθενής προσέρχεται όψιμα, μπορεί να παρατηρηθεί ατροφία του τετρακεφάλου. Η ευαισθησία εντοπίζεται στο μεσάρθριο διάστημα και στην πλειονότητα στο έσω διαμέρισμα. Η κάμψη είναι συνήθως πλήρης, αλλά η έκταση ελαφρά περιορισμένη.

Μεταξύ των υποτροπών του πόνου και του ύδραρθου μπορεί να μην παρατηρούνται συμπτώματα. Το ιστορικό είναι επιβοηθητικό, ενώ η δοκιμασία σύνθλιψης Arpley μπορεί να είναι θετική (Solomon, Warwick, Nayagam, 2005).

1.3 ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Στο παρελθόν, οι μηνισκικές ρήξεις αντιμετωπιζόνταν με ανοικτή επέμβαση. Η αρθροσκόπηση πλέον είναι προτιμότερη. Οι περιφερικές ρήξεις είναι δυνατό να επιδιορθωθούν χειρουργικά. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις το παρεκτοπισμένο τμήμα πρέπει να αφαιρείται. Ακόμα σε μερικές περιπτώσεις οι μικρές ρήξεις αντιμετωπίζονται συντηρητικά χωρίς χειρουργική επέμβαση. Τόσο ο διαγνωστικός έλεγχος όσον αφορά την πρόληψη-ενημέρωση της πάθησης όσο και η μετεγχειρητική φυσικοθεραπεία αποτελούν σημαντικό μέρος της θεραπείας και της εξέλιξης της (Solomon, Warwick, Nayagam, 2005).

1.3.1 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

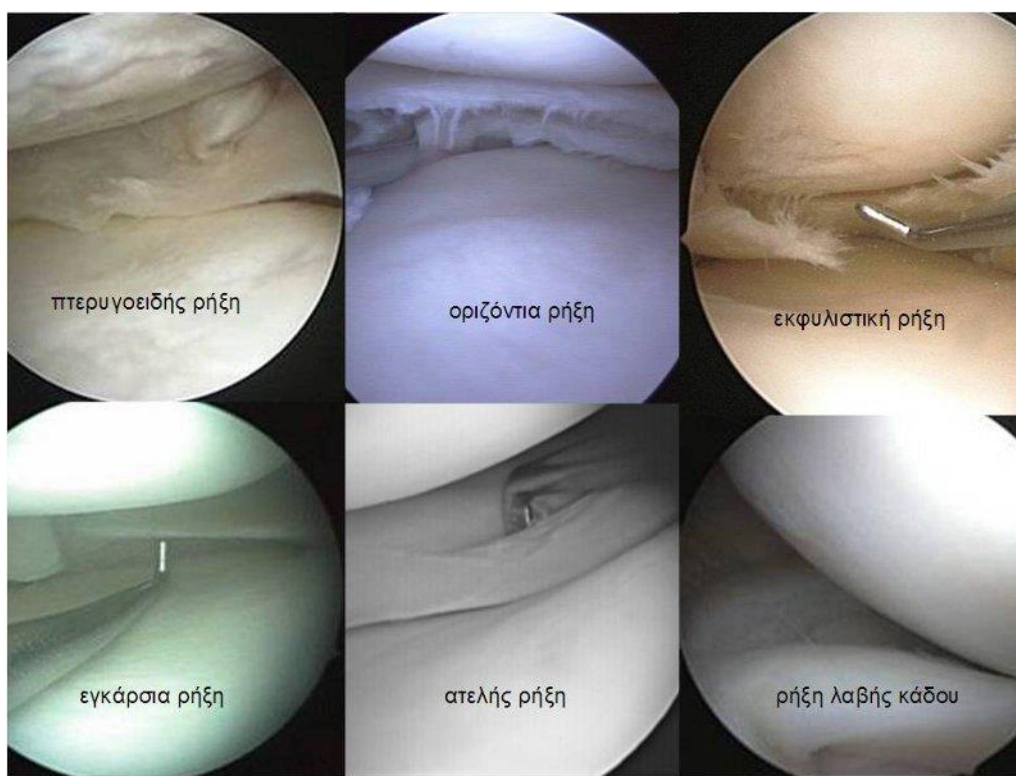
Στην διάγνωση των μηνίσκων και γενικά των ενδοαρθρικών παθήσεων του γόνατος σημαντική είναι, ιδιαίτερα σε αμφίβολες περιπτώσεις, η βοήθεια που προσφέρουν ο ακτινολογικός έλεγχος, το αρθρογράφημα, η αρθροσκόπηση και η μαγνητική τομογραφία (MRI).

- Ο ακτινολογικός έλεγχος: Είναι απαραίτητος όχι για την διάγνωση ρήξης μηνίσκου, αλλά κυρίως για τον αποκλεισμό άλλων παθήσεων που προκαλούν τα ίδια περίπου συμπτώματα όπως η ύπαρξη ελεύθερου οστεοχόνδρινου σώματος μέσα στην άρθρωση ή η πάθηση της απολυματικής οστεοχονδρίτιδας.
- Το αρθρογράφημα: Γίνεται με εισαγωγή σκιερογόνου ουσίας μέσα στην άρθρωση και χρειάζεται πείρα τόσο στην τεχνική της εκτέλεσης όσο και στην ερμηνεία των ευρημάτων. Η αξιολόγηση των ευρημάτων αυτών πρέπει να γίνεται πάντα σε συνάρτηση με την κλινική εικόνα καθώς ψευδώς θετικά σημεία ρήξης μπορεί να οδηγήσουν σε άσκοπες εγχειρήσεις.
- Η αρθροσκόπηση: Αποτελεί αναμφισβήτητα την πιο αξιόπιστη μέθοδο διάγνωσης των κακώσεων των μηνίσκων καθώς και άλλων ενδοαρθρικών στοιχείων του γόνατος. Γίνεται εισαγωγή ειδικού οργάνου, του αρθροσκοπίου, μέσα στην άρθρωση και έχει το αποτέλεσμα του άμεσου οπτικού ελέγχου των ευρημάτων. Χρειάζεται όμως γενική νάρκωση και ασφαλώς πείρα στην εκτέλεση της εξέτασης και των ευρημάτων.
- Τα τελευταία χρόνια στη διαγνωστική των ρήξεων των μηνίσκων έχουν προστεθεί και η αξονική καθώς και η μαγνητική τομογραφία (MRI). Τα ποσοστά ακριβούς διάγνωσης με την μαγνητική τομογραφία κυμαίνονται μεταξύ 70-90% (Συμεωνίδης, 1997).

Εικόνα 15: Διαγνωστική απεικόνιση (MRI) ρήξης μηνίσκου



Εικόνα 16: Ρήξεις μηνίσκου αρθροσκοπικά



1.3.2 ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Αναφέρθηκε προηγουμένως πως πρέπει να γίνει η σωστή διάγνωση για να μην γίνουν άσκοπα χειρουργεία και λάθος εκτιμήσεις οι οποίες θα επηρεάσουν αρνητικά την ήδη παρούσα πάθηση και την ψυχολογία των ασθενών.

Για τον λόγο αυτό μεγάλη προσοχή δίνεται σε παθήσεις με κοινά κλινικά σημεία όπως:

- Την ύπαρξη ελεύθερου οστεοχόνδρινο σώματος μέσα στην άρθρωση (μετά από απολυματική οστεοχονδρίτιδα ή οστεοχόνδρινο κάταγμα) που δημιουργεί εμπλοκή του γόνατος.
- Την τραυματική υμενίτιδα.
- Την χονδρομαλάκυνση της επιγονατίδας.
- Το σύνδρομο υμενικής πτυχής. Προκαλεί πόνο στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση, ιδιαίτερα στο έσω μέρος (έσω επιγονατιδική πτυχή).
- Την ρήξη του Π.Χ.Σ. σε σπάνιες περιπτώσεις.
- Την μερική ρήξη του έσω πλαγίου συνδέσμου (ιδιαίτερα ρήξη του έσω μηνίσκου με παρεκτόπιση), διότι έχει τον ίδιο περίπου μηχανισμό κάκωσης, πόνο στην έσω επιφάνεια του γόνατος και περιορισμό της έκτασης κατά 10-15°. (Συμεωνίδης, 1997).

1.3.3 ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Το πως ο εκάστοτε γιατρός θα αντιμετωπίσει την κάκωση του μηνίσκου εξαρτάται από τον τύπο της ρήξης, το μέγεθος καθώς και την περιοχή. Το έξω τριτημόριο του μηνίσκου διαθέτει πλούσια αιμάτωση το οποίο σημαίνει και μεγάλο δυναμικό επούλωσης (αρθροσκοπική συρραφή του μηνίσκου). Η επιμήκης ρήξη αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα. Αντιθέτως τα δύο κεντρικότερα τριτημόρια του μηνίσκου δεν διαθέτουν καθόλου αιμάτωση άρα δεν διαθέτουν και επουλωτική δυνατότητα. Τα τμήματα αυτά δεν δύναται να συρραφούν και συνήθως αφαιρούνται.

Αν η ρήξη του μηνίσκου είναι πολύ μικρή και υπάρχει σαφής υποχώρηση των συμπτωμάτων (πόνος, οίδημα) τότε αντιμετωπίζεται με συντηρητική αγωγή η οποία περιλαμβάνει:

- Ανάπαυση.
- Παγοθεραπεία διάρκειας 10' πολλές φορές την ημέρα.
- Φυσικοθεραπεία με στόχο την ενδυνάμωση των μυϊκών ομάδων του γόνατος καθώς και την αποκατάσταση του πλήρους εύρους κίνησης.
- Αντιφλεγμονώδη φαρμακευτική αγωγή αν υπάρχει ειδικός λόγος (Γεώργιος Δ. Γκουδέλης,2015).

1.3.4 ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ / ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Τα προηγούμενα χρόνια ως και σήμερα στις ρήξεις των μηνίσκων η μερική ή η υφολική μηνισκεκτομή αποτελούσε τη μόνη λύση. Η αφαίρεση όμως τμήματος του μηνίσκου αποτελεί ουσιαστικά αφαίρεση ενός σημαντικού παράγοντα προστασίας του αρθρικού χόνδρου προκαλώντας πρόωρη φθορά αυτού για δύο λόγους:

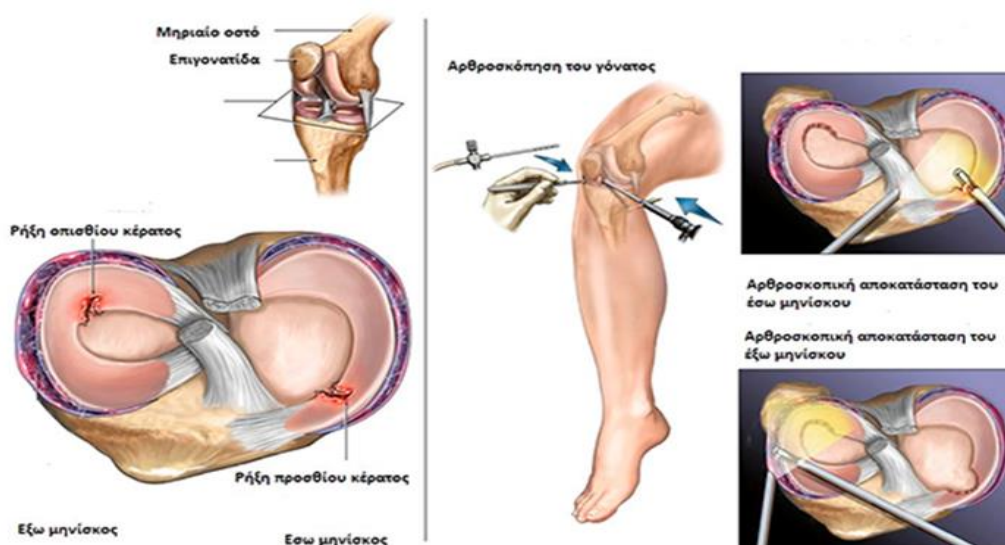
- Δημιουργείται ανάπτυξη μεγάλων εστιακών δυνάμεων μεταξύ των χόνδρων του μηρού και της κνήμης στο σημείο του ελλείμματος του μηνίσκου.
- Αναπτύσσεται μεγαλύτερη και παράδοξη μετακίνηση των οστών μεταξύ τους.

Η εξέλιξη της βιοτεχνολογίας των συνθετικών μοσχευμάτων καθώς και η τελειοποίηση των αρθροσκοπικών τεχνικών και εργαλείων, έδωσε την ευκαιρία σήμερα στους γιατρούς να διενεργούν μεταμοσχεύσεις μηνίσκων (συνθετικών ή άλλων μοσχευμάτων) αποκαθιστώντας με τον τρόπο αυτό το έλλειμα που αφήνει η εκτομή του μηνίσκου αποφεύγοντας τη πρόωρη φθορά και την ανάπτυξη οστεοαρθρίτιδας.

Οι ρήξεις των μηνίσκων αντιμετωπίζονται:

- Με συρραφή και διατήρηση του αποσπασθέντος τμήματος (εάν το τμήμα διατηρείται σε καλή κατάσταση), όπου αυτό είναι δυνατό και αποτελεί την ιδανική λύση και αντιμετώπιση.
- Μερική ή υφολική μηνισκεκτομή δηλαδή αφαίρεση του σπασμένου τμήματος και ομαλοποίηση των εναπομεινάντων χειλέων.
- Μεταμόσχευση μηνίσκου από πτωματικό δότη (άλλο μόσχευμα)
- Μεταμόσχευση συνθετικού μηνίσκου. Ο συνθετικός μηνίσκος αποτελεί την τελευταία εξέλιξη της βιοτεχνολογίας παγκοσμίως και ουσιαστικά αποτελεί το ικρίωμα πάνω στο οποίο θα αναπτυχθεί ο νέος μηνίσκος του ασθενή (Γκουδέλης,2015).

Εικόνα 17: Αρθροσκόπηση γόνατος για ρήξη μηνίσκου



1.4 ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Φυσικοθεραπευτική Αξιολόγηση

Το ιστορικό και η φυσική εξέταση κατευθύνουν το φυσικοθεραπευτή στη μηνισκική κάκωση. Η φυσική εξέταση της ρήξης μηνίσκου περιλαμβάνει τρεις κύριες δοκιμασίες: τη δοκιμασία McMurray's, τη δοκιμασία της ευαισθησίας της μεσάρθιας γραμμής και τη δοκιμασία Ege's.

- Δοκιμασία McMurray's: Ο ασθενής βρίσκεται σε ύπτια θέση και ο φυσικοθεραπευτής με το ένα χέρι ελέγχει το μεσάρθριο διάστημα και με το άλλο τοποθετεί το γόνατο σε κάμψη 45°. Από αυτή τη θέση ο εξεταστής εκτείνει το γόνατο μέχρι 90° κάμψης, εκτελώντας παράλληλα έξω η έσω στροφή γόνατος συνεχίζοντας τη συμπίεση της μεσάρθιας γραμμής. Σε περίπτωση αναπαραγωγής ήχου ή πόνου ή αίσθηση αναπήδησης, η δοκιμασία για ρήξη μηνίσκου δοκιμασία είναι θετική.

Εικόνα 18: Δοκιμασία McMurray's



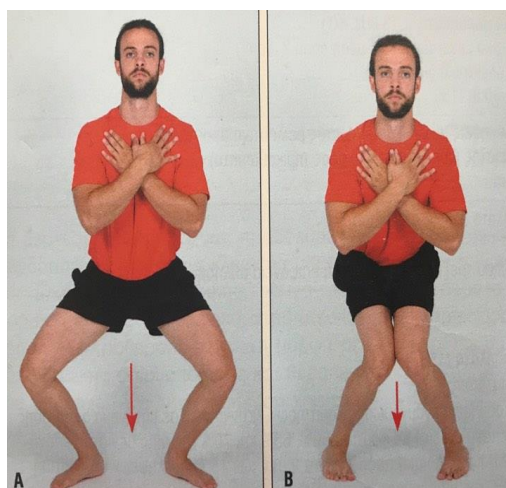
- Δοκιμασία εξέτασης ευαισθησίας μεσάρθριας γραμμής: Ο φυσικοθεραπευτής ψηλαφά τη μεσάρθρια γραμμή του γόνατος και συμπιέζει το μηνίσκο αναζητώντας επώδυνες περιοχές του. Σε περίπτωση ύπαρξης πόνου κατά την συμπίεση, η δοκιμασία για ρήξη μηνίσκου είναι θετική.

Εικόνα 19: Δοκιμασία εξέτασης ευαισθησίας μεσάρθριας γραμμής



- Δοκιμασία Ege's: Ο ασθενής βρίσκεται σε όρθια θέση με τα κάτω άκρα σε απόσταση 20-25 εκατοστών. Για τον έλεγχο του έξω μηνίσκου ο ασθενής τοποθετεί τα κάτω άκρα σε μέγιστη έσω στροφή και από αυτή την θέση εκτελεί ελεγχόμενο βαθύ κάθισμα μικρής ταχύτητας. Σε περίπτωση αναπαραγωγής ήχου 'κλικ' ή πόνου κοντά στις 90° κάμψης, τότε η δοκιμασία είναι θετική για κάκωση του έξω μηνίσκου. Για τον έλεγχο του έσω μηνίσκου η δοκιμασία εκτελείται με τον ίδιο τρόπο αλλά με τα κάτω άκρα σε θέση μέγιστης έξω στροφής (Φουσεκής, 2015).

Εικόνα 20: Δοκιμασία Ege's



1.4.1 ΚΛΙΝΙΚΟ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΝΙΣΚΟΥ

Η ρήξη ενός μηνίσκου μπορεί να είναι μικρή ή μεγάλη και σταθερή ή ασταθής. Σε περίπτωση μικρής ρήξης όταν το αποκομμένο τμήμα δε μετακινείται (σταθερή ρήξη) ή σε περίπτωση ρήξης του περιφερικού άκρου η αποκατάσταση είναι συντηρητική με φυσικοθεραπεία και

μείωση της δραστηριότητας. Η ελάττωση του οιδήματος και η σταθεροποίηση της άρθρωσης γίνεται με ασκήσεις ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας.

Σε μεγάλη και ασταθή ρήξη όπως αναφέρθηκε παραπάνω, όταν το αποκολλημένο τμήμα του μηνίσκου μετακινείται εντός της άρθρωσης, απαιτείται χειρουργική-αρθροσκοπική αποκατάσταση είτε με αφαίρεση του πάσχοντος τμήματος του μηνίσκου είτε με συρραφή.

Η φυσικοθεραπεία στην περίπτωση της μερικής μηνισκεκτομής έχει επιταχυνόμενη μορφή και στοχεύει στην ταχεία ανάκτηση του εύρους τροχιάς και της λειτουργικότητας. Όταν η κάκωση αφορά μόνο το μηνίσκο και όχι άλλες παρακείμενες δομές απαιτούνται 4 με 5 εβδομάδες για την επιστροφή του ασθενή στις δραστηριότητες του. Οι δύο κύριοι στόχοι της αποκατάστασης σε μερική μηνισκεκτομή είναι η ταχεία ανάκτηση του εύρους τροχιάς και η βέλτιστη δυναμική σταθεροποίηση της άρθρωσης. Η ανάκτηση του ROM ξεκινά με ασκήσεις παθητικού εύρους τροχιάς που στοχεύουν στην πλήρη έκταση και στην κάμψη του γόνατος μέχρι 90°-100° ή μέχρι το όριο του πόνου. Οι τελικές μοίρες της κάμψης ανακτώνται μέσω λειτουργικών ασκήσεων. Η ενδυνάμωση και η σταθεροποίηση της περιοχής αρχίζει με ισομετρικές ασκήσεις από τη δεύτερη μετεγχειρητική μέρα και προοδεύει με ισοτονικές με λάστιχα αντίστασης, ισοτονικές σε μηχανήματα αντίστασης και με ισοκινητική ενδυνάμωση.

Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας αρχίζουν μετά την πλήρη φόρτιση και προοδεύουν σε συνδυαστικές ασκήσεις Κ.Κ.Α. και ασκήσεις πλειομετρικής ενδυνάμωσης. Χρήσιμη επίσης στα αρχικά στάδια είναι η χρήση ηλεκτροθεραπείας με τη μορφή ρευμάτων μυϊκής ενεργοποίησης και θεραπευτικού υπερήχου για την επίτευξη της επούλωσης. Κριτήρια για την πλήρη επάνοδο του ασθενή στις προηγούμενες δραστηριότητες του αποτελούν η συμμετρία ισοκινητικής δύναμης και απόδοσης σε λειτουργικές δοκιμασίες, όπως το μονοποδικό και το τριπλό άλμα για απόσταση.

Σε περιπτώσεις χειρουργικής συρραφής των μηνισκικών ρήξεων προτείνονται προγράμματα φυσικοθεραπείας με συντηρητικό χαρακτήρα (διάρκεια αποκατάστασης 5-6 μηνών) αλλά και επιταχυνόμενα προγράμματα αποκατάστασης με διάρκεια αποκατάστασης 2.5 μηνών. Συγκριτικές μελέτες αυτών των προγραμμάτων έχουν δείξει σαφή υπεροχή της πρώιμης κινητοποίησης και φόρτισης του χειρουργημένου γόνατος όσον αφορά την ανάκτηση του εύρους τροχιάς και δύναμης.

Με βάση την επιταχυνόμενη προσέγγιση αποκατάστασης ο ασθενής αρχίζει την 1^η μετεγχειρητική ημέρα βάρδια με βοηθήματα και γίνεται προοδευτική φόρτιση του γόνατος με χρήση νάρθηκα γόνατος στις 0° έκταση. Η χρήση μερικής φόρτισης με ακινητοποίηση του γόνατος σε πλήρη έκταση επιτρέπει τη φόρτιση του μηνίσκου που είναι αναγκαία για την επιτάχυνση της επούλωσης. Παράλληλα αποτρέπει την εφαρμογή επικίνδυνων διατμητικών φορτίσεων και τριβών πάνω στην μηνισκοσυρραφή. Η συγκεκριμένη τεχνική φόρτισης με νάρθηκα κλειδωμένο στις 0° έκτασης χρησιμοποιείται για τις πρώτες 3-4 εβδομάδες. Πλήρης φόρτιση του γόνατος επιτρέπεται στις 3 εβδομάδες μετά τη συρραφή μικρής περιφερειακής κάκωσης του μηνίσκου. Ο χρόνος αυτός διπλασιάζεται σε περιπτώσεις συρραφής σύνθετων ρήξεων του μηνίσκου.

Για τη μείωση του οιδήματος και του πόνου χρησιμοποιείται συμπιεστική περιδέση γόνατος και κρυοθεραπεία. Ο θεραπευτικός υπέρηχος είναι χρήσιμος για την αύξηση της αιμάτωσης της περιοχής, μιας προσαρμογής αναγκαίας για την επούλωση ενός ιστού με μικρή αγγειοβρίθεια. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης αρχίζουν προοδευτικά με ισομετρική ενδυνάμωση και προοδεύουν σε ασκήσεις ισοτονικές με λάστιχα αντίστασης. Σημαντικές είναι οι ασκήσεις κλειστής βιοκινητικής αλυσίδας, καθώς φορτίζουν όλα τα αρθρικά στοιχεία και ευνοούν τις συσπάσεις των ανταγωνιστών μυϊκών ομάδων του γόνατος μειώνοντας τις τριβές. Αυτές οι ασκήσεις αρχίζουν την 5^η-6^η εβδομάδα και εντατικοποιούνται προοδευτικά. Στα

τελικά στάδια (10-12 εβδομάδες) του προγράμματος εντάσσονται ασκήσεις ισοκινητικής και πλειομετρικής ενδυνάμωσης. Κριτήριο για την ασφαλή επιστροφή του ασθενή στις δραστηριότητες του αποτελεί η συμμετρία της ισοκινητικής δύναμης και λειτουργικής ικανότητας που αξιολογείται μέσω ειδικών δοκιμασιών. Αυτές οι δοκιμασίες ελέγχουν συνολικά την δύναμη, την αντοχή και το νευρομυϊκό έλεγχο του γόνατος (Φουσέκης, 2015).

Εικόνα 21: Κλινικό πρόγραμμα επιταχυνόμενης φυσικοθεραπείας μετά από μηνισκοσυρραφή

Στόχοι φυσικοθεραπείας	Τεχνικές και μέθοδοι επιταχυνόμενης φυσικοθεραπείας
A' Φάση – Στάδιο μέγιστης προστασίας (1^η-4^η εβδομάδα)	
Πρόφυλαξη-προστασία	Χρήση νάρθηκα ακινητοποίησης στις 0° έκτασης
Προστασία της επέμβασης Ανάκτηση εύρους τροχιάς Μείωση οίδηματος Ανάκτηση νευρομυϊκού ελέγχου γόνατος	<ul style="list-style-type: none"> • Φόρτιση κάτω άκρου με χρήση πατερίτσων και νάρθηκα γόνατος κλειδωμένου στις 0° έκταση. Ο νάρθηκας πρέπει να παραμένει κλειδωμένος σε πλήρη έκταση γόνατος κατά τη διάρκεια ασκήσεων φόρτισης του γόνατος • Κρυσθεραπεία (20') • Κρυσκινητική • Ασκήσεις παθητικού και ενεργητικού (ενεργητικές υποβοηθούμενες ασκήσεις) εύρους τροχιάς με περιορισμό στις 70° κάμψης • Ειδικές τεχνικές κινητοποίησης επιγονατίδας • Ισομετρική ενδυνάμωση τετρακέφαλου, οπίσθιων μηριαίων και μυών ποδοκνημικής • Ασκήσεις μυϊκής αντλίας (ενεργοποίηση ποδοκνημικής-δακτύλων) • Ηλεκτροθεραπεία (ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός) Θεραπευτικός υπέρηχος (1,5 W/cm-5') • Κρυσθεραπεία
Λειτουργική αποκατάσταση στους αγωνιστικούς χώρους	Ενδυνάμωση άνω άκρων-εργοχειρόμετρο
Οδηγίες αποκατάστασης στο σπίτι	Ανάπαυση Κρυσθεραπεία/συνεχόμενη 15'-20' με διάλειμμα 75' Εκτέλεση ισομετρικών ασκήσεων ενδυνάμωσης
Κριτήρια προόδου στην επόμενη φάση	Ελάχιστο οίδημα Ικανοποιητική κινητικότητα επιγονατίδας Καλή ενεργοποίηση τετρακέφαλου Εύρος τροχιάς 0°-70° κάμψης Ικανοποιητική στάση και βάρδια χωρίς πατερίτσες
B' Φάση – Στάδιο μέτριας προστασίας (5^η-8^η εβδομάδα)	
Έναρξη φόρτισης με πατερίτσες και νάρθηκα γόνατος που επιτρέπει κίνηση 0°-90° Έναρξη προοδευτικής φόρτισης με ασκήσεις κλειστής αλυσίδας Ανάκτηση μυϊκής δύναμης-ευλυγισίας	<ul style="list-style-type: none"> • Στατικό ποδήλατο • Ασκήσεις παθητικού και ενεργητικού (ενεργητικές υποβοηθούμενες ασκήσεις) εύρους τροχιάς με περιορισμό στις 90° κάμψης • Στατικές διατάσεις • Ισοτονικές ασκήσεις από όρθια θέση με λάστιχα αντίστασης [(3-4 σετ/10 επαναλήψεις) (καμπτήρες-εκτεινόντες-απαγωγοί προσαγωγοί ισχίου)] • Έναρξη ασκήσεων κλειστής αλυσίδας (φόρτιση μέχρι 90° κάμψης γόνατος) Ημικαθίσματα step-ups • Ηλεκτροθεραπεία (ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός) Θεραπευτικός υπέρηχος (1,5 W/cm-5') • Κρυσθεραπεία
Οδηγίες αποκατάστασης στο σπίτι	Ισοτονικές ασκήσεις μυών ισχίου-γόνατος με λάστιχα αντίστασης Ασκήσεις κλειστής βιοκινητικής αλυσίδας (ημικαθίσματα)/ασκήσεις ενδυνάμωσης κορμού-ισχίου (γέφυρες) Κρυσθεραπεία
Λειτουργική αποκατάσταση στους αγωνιστικούς χώρους	Στατικό ποδήλατο (χωρίς αντίσταση) Κολύμβηση-τρέξιμο σε πισίνα (underwater running)

Εικόνα 22: Κλινικό πρόγραμμα επιταχυνόμενης φυσικοθεραπείας μετά από μηνισκοσυρραφή (συνέχεια)

Στόχοι φυσικοθεραπείας	Τεχνικές και μέθοδοι επιταχυνόμενης φυσικοθεραπείας
Β' Φάση – Στάδιο μέτριας προστασίας (5^η-6^η εβδομάδα) (συνέχεια)	
Κριτήρια προόδου στην επόμενη φάση	Απουσία οιδήματος Φυσιολογική βάδιση Εύρος τροχιάς 0°-90° κάμψης Φυσιολογική κινητικότητα επιγονατίδας Ικανοποιητική ενεργοποίηση τετρακέφαλου
Γ' Φάση - Προχωρημένης ενδυνάμωσης (7^η-10^η εβδομάδα)	
Ανάκτηση μέγιστης δύναμης-αντοχής Ανάκτηση πλήρους εύρους τροχιάς Βελτιστοποίηση λειτουργικότητας	<ul style="list-style-type: none"> • Στατικό ποδήλατο (15') • Στατικές διατάσεις • Ισοτονικές ασκήσεις ενδυνάμωσης καμπτήρων-εκτεινόντων σε μηχανήματα αντίστασης (2 σετ/10 επαναλήψεις) με φόρτιση 60%, 65% και 70% της μιας μέγιστης επανάληψης (1RM) και σταδιακή πρόοδος στα 2 σετ των 15 επαναλήψεων σε φόρτιση 75% και 80% της μιας μέγιστης επανάληψης • Έναρξη ισοκινητικού προγράμματος με γρήγορες ισοκινητικές ταχύτητες (180°, 240°, 300° /sec) • Εντατικοποίηση ασκήσεων κλειστής αλυσίδας (μονοποδική στήριξη/σταθερή-ασταθή επιφάνεια-πρέσα) • Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας-ισορροπίας Stairmaster, Nordic Track • Ηλεκτροθεραπεία • Κρυσθεραπεία (15')
Λειτουργική αποκατάσταση στους αγωνιστικούς χώρους	Στατικό ποδήλατο (χωρίς αντίσταση) Κολύμβηση Έναρξη αερόβιου τρεξίματος 9 ^η -10 ^η εβδομάδα σε μαλακή επιφάνεια άθλησης Έναρξη ήπιων αλματικών ασκήσεων την 9 ^η -10 ^η εβδομάδα
Δ' Φάση – Επιστροφή σε αγωνιστική δράση (11^η-12^η εβδομάδα)	
Αύξηση δύναμης και αντοχής Επίτευξη μέγιστης δυναμικής σταθεροποίησης Επιστροφή σε αγωνιστική δράση	<ul style="list-style-type: none"> • Εντατικοποίηση ασκήσεων δύναμης, λειτουργικότητας και αντοχής • Ισοκινητική ενδυνάμωση με αργές ταχύτητες ενδυνάμωσης, (60°,90°/sec) • Προοδευτική πλειομετρική ενδυνάμωση (από διποδική σε μονοποδική στήριξη) • Εντατικοποίηση ασκήσεων δυναμικής σταθεροποίησης • Έναρξη αερόβιου τρεξίματος με προοδευτική δυσκολία (αλλαγές κατεύθυνσης/ρυθμού/έναρξη αναερόβιας προπόνησης) • Προοδευτική συμμετοχή σε δραστηριότητες του αθλήματος
Κριτήρια επανένταξης στο κανονικό πρόγραμμα άθλησης	Συμμετρία ισοκινητικής δύναμης (σύγκεντρης-έκκεντρης 60°/sec) και ιδιοδεκτικής λειτουργίας Πλήρες εύρος τροχιάς Συμμετρική απόδοση σε αλματικές δοκιμασίες Εκτέλεση εκρηκτικών δραστηριοτήτων αθλήματος (αλλαγές κατεύθυνσης-ταχύτητες) χωρίς ενόχληση Καλή ψυχολογική κατάσταση-εμπιστοσύνη αθλητή

1.5 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ LASER

Το ακρωνύμιο laser σημαίνει 'light amplification by stimulated emission of radiation' δηλαδή 'ένισχυση του φωτός μέσω εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας. Το laser είναι μια συσκευή, μέσω της οποίας ενισχύεται ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα έτσι, ώστε να παράγεται μία λεπτή δέσμη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με χαρακτηριστικές ιδιότητες.

Η λεπτή δέσμη του laser σημαίνει ότι η ενέργεια του κύματος είναι επικεντρωμένη πάντα στην ίδια περιοχή: η ένταση (δηλαδή η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας) δεν ελαττώνεται σημαντικά με την απόσταση, καθώς δεν σκεδάζεται η δέσμη.

Η προέλευση του μηχανισμού του laser είναι σχετικά πρόσφατη. Το 1900 ο μεγάλος Γερμανός φυσικός Max Planck παρουσίασε μια εξήγηση για το πως αλλάζουν τα χρώματα ενός καυτού σώματος με τη θερμοκρασία. Υποστήριξε ότι η ακτινοβολία έρχεται σε διακριτές ποσότητες (κβάντα). Η ακτινοβολία συνεπώς, δεν έχει μόνο κυματική φύση, αλλά ταυτόχρονα, συμπεριφέρεται σαν ένα ρεύμα σωματιδίων (φωτόνια), τα οποία μπορούν να θεωρηθούν σαν μικροσκοπικά πακέτα ενέργειας. Μέχρι το 1917 ο Einstein είχε περιγράψει τις αρχές που διέπουν την παραγωγή ακτινοβολίας laser ως ένα τμήμα της συνολικής κβαντικής θεωρίας.

Τα πρώτα ιατρικά laser παρουσιάστηκαν τις δεκαετίες του 1960 και 1970 και είχαν σχετικά υψηλή ισχύ και χρησιμοποιούσαν τη συγκέντρωση της ενέργειας σε μια μικροσκοπική δέσμη για την καταστροφή ιστών και την πήξη. Παρατηρήθηκαν κάποια ευεργετικά αποτελέσματα στους παρακείμενους ιστούς, όπου είχε εφαρμοστεί λιγότερη ενέργεια. Αυτό οδήγησε στη θεραπευτική χρήση των laser χαμηλής ενέργειας (Ward and Reed, 2006).

Η ακτινοβολία laser διαφέρει από το απλό φως με τους ακόλουθους τρόπους:

- *Μονοχρωματικότητα:* το φως που παράγεται από ένα laser είναι «μονόχρωμο», δηλαδή η πλειονότητα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από τη συσκευή είναι περίξ ενός συγκεκριμένου μήκους κύματος με πολύ στενό εύρος ζώνης. Αντίθετα το φως που παράγεται από άλλες πηγές διαθέτει μια μεγάλη ποικιλία από μήκη κύματος, κάποιες φορές από το υπεριώδες μέχρι το υπέρυθρο, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την αίσθηση του άσπρου χρώματος όταν το φως έρχεται σε επαφή με τον αμφιβληστροειδή ενός ανθρώπινου παρατηρητή. Το μήκος κύματος είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για τον καθορισμό των βιολογικών επιδράσεων που παράγονται από τη θεραπεία με laser, καθώς η παράμετρος αυτή καθορίζει ποια βιολογικά μόρια θα απορροφήσουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία, άρα και τη βασική φωτοβιολογική αλληλεπίδραση που διέπει κάθε επίδραση της θεραπείας.
- *Κατευθυντικότητα:* στο φως του laser οι παραγόμενες ακτίνες ή φωτόνια από τη συσκευή είναι στην πράξη παράλληλες, χωρίς να υπάρχει σχεδόν καθόλου απόκλιση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας με την απόσταση. Αυτή η ιδιότητα κρατά «δεσμευμένη» την οπτική ισχύ της συσκευής σε μια σχετικά μικρή περιοχή ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις. Παρόλα αυτά, οι κατευθυντικές πορείες είναι εγγενώς πιο επικίνδυνες για τον απροστάτευτο οφθαλμό.
- *Συνοχή:* το εκπεμπόμενο φως από τις συσκευές laser είναι επίσης σε φάση, οπότε σε συνδυασμό με τις δύο παραπάνω μοναδικές ιδιότητες οι κορυφές και τα βάθη των εκπεμπόμενων φωτεινών κυμάτων συμβαδίζουν απόλυτα στον χρόνο (χρονική συνοχή) και στο χώρο (χωρική συνοχή). Η βιολογική και κλινική σημασία της ιδιότητας αυτής είναι ακόμα υπο διερεύνηση, κατά βάση εξαιτίας της διαδεδομένης χρήσης των λεγόμενων «υπερφωτεινών διόδων», που διαθέτουν όλες τις παραπάνω ιδιότητες μιας «γνήσιας» διόδου laser, εκτός από τη συνοχή, αν και κοστίζουν πολύ λιγότερο από αυτή. Οι μονάδες τρίτης και τέταρτης γενιάς με συστοιχίες και πολλές πηγές, που περιέχουν 30 ή 40 διόδους, θα ήταν απαγορευτικά ακριβές για την κλινική πρακτική, αν αποτελούνταν μόνο από γνήσιες διόδους laser. Συνεπώς οι μονάδες αυτές τυπικά διαθέτουν αρκετές διόδους laser, ενώ οι υπόλοιπες είναι υπερφωτεινές διόδοι (Watson, 2008).

Όταν η ακτινοβολία laser αλληλεπιδρά με την ύλη, τα αποτελέσματα είναι αυτά όπως με κάθε άλλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία-ανάκλαση, διάθλαση και απορρόφηση. Η ακτινοβολία σκεδάζεται και απορροφάται και αυτό σημαίνει ότι εξασθενεί η κατευθυντικότητα και χάνεται η συνοχή. Ο βαθμός, στον οποίο συμβαίνει αυτό, θα εξαρτηθεί από τη φύση και την

πυκνότητα του υλικού, οπότε η ακτινοβολία laser θα διέλθει χωρίς να επηρεαστεί από το διάστημα, θα επηρεαστεί λίγο κατά τη διέλευση της από τον αέρα (τουλάχιστον η ορατή ακτινοβολία), αλλά θα υποστεί σημαντικές μεταβολές όταν διέλθει σε ένα πιο πυκνό υλικό, όπως είναι οι ιστοί. Στον βιολογικό ιστό η συνοχή θα χαθεί σε ένα κλάσμα του χιλιοστού, οπότε η δέσμη δεν θα έχει πλέον συνοχή, αλλά θα είναι ακόμη μονοχρωματική, δηλαδή θα έχει μια συγκεκριμένη συχνότητα.

Τα laser μπορούν να είναι παλμικά και εστιασμένα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνεπώς για τη μετάδοση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας σε μια μικρή περιοχή σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Όταν η ακτινοβολία laser απορροφάται από τους ιστούς, προκαλεί θέρμανση αν διαθέτει επαρκή ένταση, αλλά ενδεχομένως να προκαλούνται και συγκεκριμένες βιολογικές επιδράσεις λόγω της ειδικής φύσης της ακτινοβολίας laser, δηλαδή της μονοχρωματικότητας, της συνοχής και της έλλειψης απόκλισης (κατευθυντικότητα) (Ward and Reed, 2006).

Εικόνα 23: Laser χαμηλής ισχύος



1.5.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ LASER

Οι διάφοροι τύποι laser κατατάσσονται σε τάξεις, ανάλογα με την ισχύ τους, την επίδραση στον οφθαλμό και την διάρκεια του ενεργού χρόνου αν είναι παλμικοί. Τέτοιοι τύποι laser είναι:

- Laser τάξης 1: Κάποια laser He-Ne που χρησιμοποιούνται θεραπευτικά και έχουν πολύ μικρή ισχύ (λιγότερο από 0.5 m W).
- Laser τάξης 2: Είναι laser χαμηλής ισχύος και είναι ασφαλή κατά τη στιγμιαία θέαση και την παρατεταμένη έκθεση του δέρματος. Παρόλα αυτά δεν πρέπει να στρέφονται προς τον οφθαλμό.
- Laser τάξης 3A, 3B: Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται laser χαμηλής και μέσης ισχύος (1mW ως 500mW). Αντίθετα τα laser τάξης 3A και 3B αποτελούν έναν ενδεχόμενο κίνδυνο για τους οφθαλμούς, αλλά όχι για το εκτεθειμένο δέρμα. Τα laser 3B, πιο συγκεκριμένα, πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο από εξειδικευμένο προσωπικό σε χώρο με ελεγχόμενη πρόσβαση και με περικλειστη δέσμη. Κατά την εφαρμογή laser τάξης 3B πρέπει να χρησιμοποιούνται προστατευτικά γυαλιά, κάτι που είναι σκόπιμο και κατά την εφαρμογή laser τάξης 3A. Αυτά τα γυαλιά είναι σχεδιασμένα να αποκλείουν συγκεκριμένα μήκη κύματος και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται άλλα γυαλιά αντί αυτών.
- Laser τάξης 4 και 5: Είναι laser υψηλής ισχύος και υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για τους οφθαλμούς και το απροστάτευτο δέρμα. Τα χειρουργικά laser, τα laser CO₂, και

ND:YAG ανήκουν στις τάξεις αυτές. Στα μέτρα ασφάλειας για τη χρήση laser τάξης 4 και 5 περιλαμβάνεται η εφαρμογή με κλειδωμένες πόρτες, η χρήση προστατευτικών γυαλιών από όλους και τα προειδοποιητικά σήματα. Αυτό το επίπεδο προφύλαξης δεν είναι απαραίτητο για τα laser, που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη από τους θεραπευτές, τυπικά τάξης 2,3A, ή 3B (Ward and Reed, 2006).

1.5.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ LASER

- Η ποσότητα της ενέργειας που προσίπτει σε μία επιφάνεια εκφράζεται σε Joules ανά τετραγωνικό μέτρο (J/m^2), ή σε Joules ανά τετραγωνικό εκατοστό (J/cm^2). Συχνά καλείται ενεργειακή πυκνότητα.
- Ο ρυθμός παραγωγής ή απορρόφησης της ενέργειας μετριέται σε Joules ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή σε watts ($1W=1J/s$), και καλείται ισχύς.
- Στα περισσότερα laser, που χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς, η ισχύς είναι της τάξης milliWatts. Η μέση ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας μπορεί να εκφραστεί ως ακτινοβολήση, ή ως πυκνότητα ισχύος, σε W/cm^2 .
- Με το επίπεδο της ισχύος περιγράφεται η χρονική κορυφαία ισχύς, ή η χρονική μέση ισχύς. Η χρονική κορυφαία ισχύς είναι αυτή του κάθε παλμού, αλλά η χρονική μέση ισχύς εξαρτάται από τη διάρκεια και τη συχνότητα του παλμού. Αυτό σημαίνει ότι οι πολύ βραχείς, μεμονωμένοι παλμοί μπορεί να είναι μερικά watt (κορυφαία ισχύς), αλλά η μέση ισχύς μπορεί να είναι μερικά milliwatt, εφόσον χρησιμοποιείται μικρή συχνότητα και διάρκεια παλμού.
- Η δέσμη του laser δεν ευθυγραμμίζεται τέλεια και η απόκλιση μπορεί να εκφραστεί ως μια γωνία (Ward and Reed, 2006).

Εικόνα 24: laser χαμηλής ισχύος (2)



1.5.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ LASER ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ

Όπως κάθε ακτινοβολία, το laser μπορεί να:

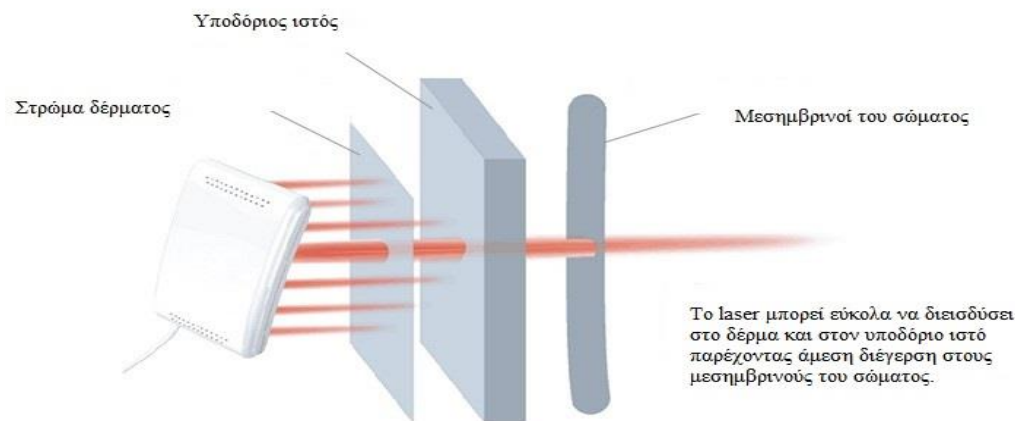
- Ανακλαστεί από την επιφάνεια
- Διεισδύει στους ιστούς σε αναλογία, η οποία εξαρτάται από: το μήκος κύματος, τη φύση της επιφάνειας των ιστών και την γωνία πρόσπτωσης.

Αφού βρεθεί εντός των ιστών η ακτινοβολία laser διαχέεται, σκεδάζεται και μεταδίδεται μέσω της:

- Απόκλισης
- Ανάκλασης
- Διάθλασης

Και εξασθενεί ακόμη περισσότερο με την απορρόφηση. Το βάθος διείσδυσης της ορατής ερυθρής και της βραχείας υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι μόνο μερικά χιλιοστά, 1-2 mm για τα laser He-Ne (ερυθρό φως) και 2-4mm για τα laser GaAlAs μήκους κύματος 800-900nm στα μαλακά μόρια (Ward and Reed, 2006).

Εικόνα 25: Διείσδυση laser στους ιστούς



1.5.4 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ LASER

Οι τύποι του laser, που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη για την προαγωγή της επούλωσης, αποτελούν τη λεγόμενη 'θεραπεία laser χαμηλής ισχύος' και πρόκειται για διαφορετικούς τύπους, τάξης 1 ως 3B. Το επίπεδο της εκπεμπόμενης ισχύος διαχωρίζει τα laser αυτά εν μέρει από τα laser τάξης 4 και 5, που χρησιμοποιούνται για την τομή του δέρματος σε χειρουργικές επεμβάσεις, ή για αφαίρεση όγκων και δερματικών βλαβών διαφόρων τύπων. Κάποιες φορές οι όροι 'φωτοβιοδιαμόρφωση' και 'φωτοβιοεξαναγκασμός' χρησιμοποιούνται με τα θεραπευτικά laser για την κατάδειξη της ισχυριζόμενης μεθόδου δράσης. Οι δύο βασικές χρήσεις του laser είναι για την επούλωση των ιστών και για τον έλεγχο του πόνου. Εντός αυτών των δύο κατηγοριών, το laser χρησιμοποιείται για την προαγωγή της επούλωσης πληγών και για την αντιμετώπιση διαφόρων τύπων κακώσεων των μαλακών μορίων, όπως είναι οι μυϊκές ρήξεις, τα αιματώματα και οι τενοντοπάθειες. Κατά την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών αναμένεται και η ελάττωση του πόνου, και το laser χρησιμοποιείται συγκεκριμένα για τον σκοπό αυτό (Ward and Reed, 2006).

1.5.5 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ/ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ LASER

Ενδείξεις: Η θεραπεία laser έχει μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών στην κλινική πρακτική, οι οποίες συνοψίζονται παρακάτω:

- Αντιμετώπιση πληγών: διέγερση των διεργασιών επούλωσης της πληγής σε διάφορους τύπους ανοικτών πληγών, και ειδικά σε χρόνια έλκη.
- Αντιμετώπιση κακώσεων μαλακών μορίων.
- Αντιμετώπιση αρθρίτιδας: αντιμετώπιση διαφόρων χρόνιων καταστάσεων.
- Ανακούφιση από τον πόνο: ανακούφιση από τον πόνο ποικίλης αιτιολογίας.

Αντενδείξεις: Εκτός από την άμεση εφαρμογή στον οφθαλμό (για τον οποιονδήποτε λόγο) η χρήση laser αντενδείκνυται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Σε ασθενείς με ενεργό ή πιθανό καρκίνωμα.
- Άμεση ακτινοβολία πάνω στην μήτρα εγκύου.
- Ακτινοβολία των όρχεων.
- Αιμορραγικές περιοχές.
- Θεραπεία σε μολυσμένο ιστό.
- Θεραπεία πάνω από τα συμπαθητικά γάγγλια, το πνευμονογαστρικό νεύρο και την καρδιακή περιοχή σε ασθενείς με καρδιοπάθεια.
- Σε άτομα με γνωσιακές δυσκολίες ή σε μη αξιόπιστους ασθενείς.
- Θεραπεία πάνω από φωτοευαίσθητες περιοχές.
- Θεραπεία σε ασθενείς με επιληψία.
- Θεραπεία σε περιοχές με μεταβολή της αισθητικότητας στο δέρμα (Watson, 2008).

1.6 T.E.N.S.

Ο διαδερμικός ηλεκτρικός νευρικός ερεθισμός (Transcutaneous nerve electrical stimulation-TENS) είναι μια απλή, μη παρεμβατική αναλγητική τεχνική, η οποία χρησιμεύει για τη συμπτωματική αντιμετώπιση οξέος, μη κακοήθους πόνου. Εξ αυστηρού ορισμού, TENS είναι κάθε μετάδοση ηλεκτρισμού διάμεσου της άθικτης επιφάνειας του δέρματος για την ενεργοποίηση υποκείμενων νευρών (Watson, 2008).

Είναι ρεύμα χαμηλής συχνότητας, συνήθως τετραγωνικής κυματομορφής συμμετρικό ή ασύμμετρο διφασικό. Η συγκεκριμένη ηλεκτροθεραπευτική μέθοδος προτείνεται ως μη φαρμακευτική αντιμετώπιση οποιουδήποτε είδους πόνου, έχοντας ελάχιστες παρενέργειες (συγκριτικά με τα φάρμακα), οι οποίες σχετίζονται με την καθαρότητα των ηλεκτροδίων (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 26: T.E.N.S.

1.6.1 ΑΡΧΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Τ.Ε.Ν.Σ.

Το Τ.Ε.Ν.Σ., όπως και τα υπόλοιπα ηλεκτροθεραπευτικά μέσα, βασίζει την αποτελεσματικότητά του στην κατάλληλη εφαρμογή των εξειδικευμένων παραμέτρων εφαρμογής του, οι οποίες είναι:

- Τα είδη Τ.Ε.Ν.Σ.
- Η περιοχή θεραπείας.
- Η διάρκεια θεραπείας.
- Το πατέντο/πρότυπο παλμών.

Υπάρχουν τρία είδη Τ.Ε.Ν.Σ.: α)το συμβατικό ή κλασικό Τ.Ε.Ν.Σ., β)το Τ.Ε.Ν.Σ. τύπου βελονισμού, και γ)το σύντομο/έντονο Τ.Ε.Ν.Σ.. Κάθε είδος έχει συγκεκριμένη συχνότητα, διάρκεια παλμού και ένταση. Το Τ.Ε.Ν.Σ. τύπου βελονισμού καλείται και χαμηλής συχνότητας επειδή η συχνότητα παλμού που χρησιμοποιείται είναι χαμηλή (4Hz). Η αύξηση της έντασης και στα τρία είδη Τ.Ε.Ν.Σ είναι υποκειμενική. Το συμβατικό ή κλασικό Τ.Ε.Ν.Σ είναι αυτό που συνήθως προτείνεται ως πρώτη μορφή θεραπείας και είναι το πιο ανεκτό από τους ασθενείς. Τα ηλεκτρόδια (2 ή 4) του Τ.Ε.Ν.Σ μπορεί να τοποθετηθούν:

- Κοντά ή πάνω στο σημείο του πόνου.
- Στο ίδιο δερμοτόμιο.
- Σε σημείο πυροδότησης/βελονισμού.
- Κατά μήκος περιφερικού νεύρου, ιδίως όπου είναι επιφανειακό.
- Στις σπονδυλικές ρίζες κοντά στην Σ.Σ.

Η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων εξαρτάται από την πάθηση και από την εμπειρία του θεραπευτή.

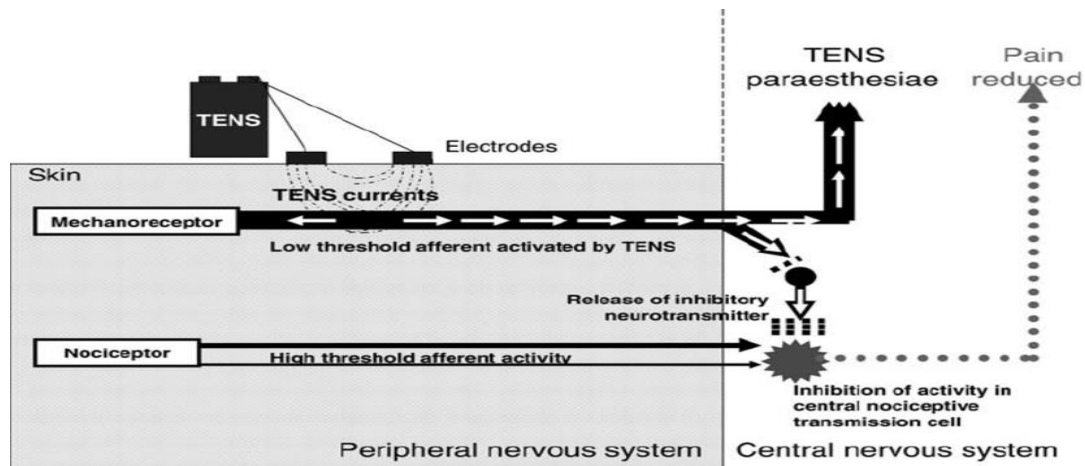
Η διάρκεια θεραπείας είναι διαφορετική για κάθε είδος Τ.Ε.Ν.Σ. Το συμβατικό Τ.Ε.Ν.Σ. χρησιμοποιείται για αρκετές ώρες (8) συνήθως στο σπίτι. Μέσω της εφαρμογής του επιτυγχάνεται γρήγορη αναλγησία (<30'), η οποία σταματάει 30' περίπου μετά το τέλος της θεραπείας. Πολύ απλά, στο συμβατικό Τ.Ε.Ν.Σ. η αναλγησία διαρκεί όσο η συσκευή είναι σε λειτουργία. Το Τ.Ε.Ν.Σ. τύπου βελονισμού εφαρμόζεται για 30-45 λεπτά και οδηγεί σε γρήγορη αναλγησία λιγότερη των 30 λεπτών, η οποία διαρκεί για 4-5 ώρες. Το σύντομο/έντονο Τ.Ε.Ν.Σ. εφαρμόζεται για 10-15 λεπτά επιτυγχάνοντας γρήγορη αναλγησία, λιγότερο από 30 λεπτά που διαρκεί περίπου 1 ώρα.

Υπάρχουν τρία πρότυπα παλμών: το συνεχές, το εκρηκτικό και η αλλοίωση των παραμέτρων. Στο συμβατικό Τ.Ε.Ν.Σ. τύπου βελονισμού καλείται από μερικούς και 'εκρηκτικό' λόγω του προτύπου παλμού. Στο σύντομο/έντονο Τ.Ε.Ν.Σ. προτείνεται το συνεχές πρότυπο ή η αλλοίωση των παραμέτρων (Φουσεκής, 2015).

1.6.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ Τ.Ε.Ν.Σ.

Το Τ.Ε.Ν.Σ. χρησιμοποιείται με σκοπό τη μείωση του πόνου. Κάθε είδος Τ.Ε.Ν.Σ. συμβάλλει στην μείωση του πόνου με διαφορετικό μηχανισμό. Στο συμβατικό Τ.Ε.Ν.Σ. η μείωση του πόνου επιτυγχάνεται μέσω της θεωρίας πύλης του πόνου, ενώ στο Τ.Ε.Ν.Σ. τύπου βελονισμού και στο σύντομο/έντονο Τ.Ε.Ν.Σ. η μείωση του πόνου αποδίδεται στην ενεργοποίηση του μηχανισμού του κατερχόμενου ελέγχου του πόνου. Τέλος μπορεί να βοηθήσει στην επούλωση των οστών και στην διαστολή των αγγείων, αν και ο τρόπος που επιτυγχάνονται οι δύο αυτές δράσεις δεν είναι πλήρως κατανοητός (Φουσεκής, 2015).

Εικόνα 27: Μηχανισμός δράσης T.E.N.S



1.6.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ/ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ T.E.N.S.

Ενδείξεις: Το T.E.N.S. με τις σωστές παραμέτρους μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια πληθώρα αθλητικών/μυοσκελετικών τραυματισμών όπως είναι οι συνδεσμικές κακώσεις, οι μυϊκοί τραυματισμοί κ.λπ., με σκοπό τη μείωση του πόνου (Φουσέκης, 2015).

Αντενδείξεις: Υπάρχουν πολύ λίγες αναφορές για περιπτώσεις ανεπιθύμητων συμβάντων σχετικά με τη χρήση T.E.N.S στην αρθρογραφία. Παρόλα αυτά, οι ασθενείς πρέπει να πληροφορούνται για τους πιθανούς κινδύνους έτσι ώστε να δίνουν έγκυρη συγκατάθεση για τη θεραπεία. Η απόφαση για τη χρήση T.E.N.S σε έναν ασθενή λαμβάνεται με την επαγγελματική κρίση του επαγγελματία υγείας. Στην κλινική πράξη οι επαγγελματίες υγείας πρέπει να αξιολογούν τον κίνδυνο εφαρμογής του T.E.N.S. σε σχέση με τον κίνδυνο από τη χρήση άλλων διαθέσιμων θεραπειών όπως είναι η φαρμακευτική αγωγή. Συνοπτικά οι αντενδείξεις είναι λίγες και συνήθως υποθετικές και αναφέρονται παρακάτω:

- Ασθενείς με καρδιακούς βηματοδότες.
- Ασθενείς σε εγκυμοσύνη.
- Ασθενείς με επιληψία.
- Ασθενείς που δεν τηρούν τις οδηγίες.
- Ασθενείς με κακοήθεια.
- Ασθενείς με καρδιαγγειακά προβλήματα.
- Ασθενείς με δερματολογικές καταστάσεις ή εύθραυστο δέρμα (Watson, 2008).

1.7 NEODYMIUM YAG LASER

Το laser νεοδυμίου πρωτοεμφανίστηκε στην φυσικοθεραπεία όπως και σε άλλους κλάδους της ιατρικής την δεκαετία του 1990. Αντιπροσωπεύει μια σημαντική εξέλιξη στη θεραπεία με laser υψηλής ισχύος, κυρίως χάρη στα εγγενή χαρακτηριστικά της πηγής του. Στην πραγματικότητα, το Nd:YAG laser χαρακτηρίζεται από μήκος κύματος 1064nm το οποίο είναι ικανό να διασφαλίσει υψηλή διεισδυτικότητα στους ιστούς σε σύγκριση με πολλά άλλα laser, και με ισχύ παρόμοια με εκείνη του CO₂ laser. Η ακτινοβολία του μεταδίδεται με οπτικές ίνες και επομένως είναι εξαιρετικά ευπροσάρμοστο. Τα πρώτα Nd:YAG laser χρησιμοποιούσαν συνεχή ή διακοπτόμενο τρόπο παροχής ενέργειας. Έπειτα, παλμικά σήματα εισήχθησαν και η χρήση τους επιτρέπει την απόκτηση πολύ ενδιαφέροντων αποτελεσμάτων (Valent, Ptatesi, Monici and Fusi, 2009).

Εικόνα 28: Nd: YAG laser



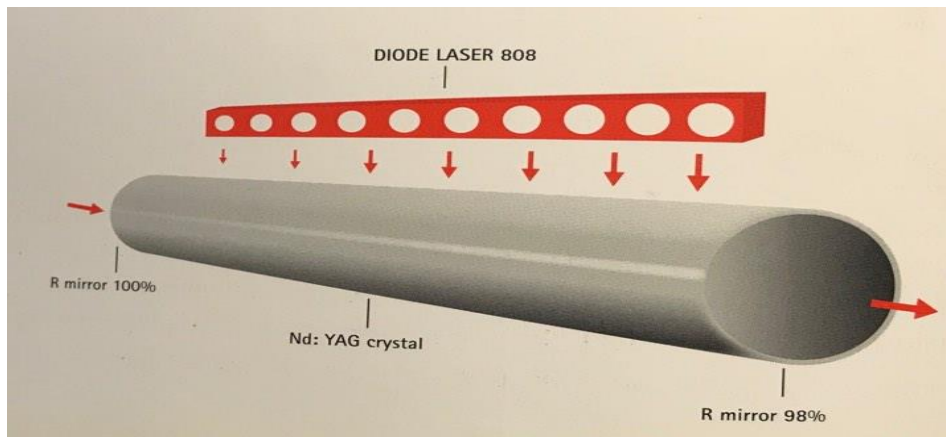
1.7.1 ND: YAG GENERATORS

Το Nd: YAG laser χαρακτηρίζεται από μήκος κύματος 1064nm και είναι συνδυασμένο με τύμπανο υπερύθρων, χωρίς να απέχει πολύ από την ακτινοβολία των ημιαγωγών laser. Το ‘ενεργό διάμεσο’ είναι φτιαγμένο από ένα τεχνητό κρύσταλλο από ύτριο και αλουμίνιο (λυχνίας υτρίου-αλουμινίου), επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή τεχνητών λίθων. Ο κρύσταλλος είναι ‘ντοπαρισμένος’ με ακάθαρτο νεοδύμιο, ένα αραιό πέτρωμα που δρα σαν ηλεκτρόνιο-δότης.

Το ‘σύστημα αντλιών’ είναι μια φωτεινή πηγή τοποθετημένη παράλληλα στον κρύσταλλο, συχνά, ένα laser πολλαπλών διόδων των 808nm χρησιμοποιείται σαν αφετηρία του Nd: YAG laser. Ένα σύστημα κοίλων καθρεφτών, ένας εκ των οποίων αντανακλά το 98% και ο άλλος 100%, ολοκληρώνοντας το βασικό διάγραμμα του laser νεοδυμίου. Η ακτινοβολία που εκπέμπεται είναι ήδη ευθυγραμμισμένη με την πηγή, ωστόσο, ‘σημεία’ διαφόρων μεγεθών, ανάλογα με την χρήση μπορούν να επιτευχθούν.

Στις χειρουργικές χειρολαβές χρησιμοποιούνται δείκτες από ζαφείρι, με σημεία 400μ σε διάμετρο, που δρουν σαν ξύστρο. Στη φυσικοθεραπεία, τα συστήματα εστίασης χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν σημεία μεγαλύτερων διαστάσεων, μεταξύ 5 και 60mm σε διάμετρο, για να επιτρέψουν αναλγητικά, αντιφλεγμονώδη και τροφικά αποτελέσματα. Η δύναμη εκπομπής εξυψώνεται στην ιατρική και χρησιμοποιείται ο μέσος όρος δύναμης των 10watt και η κορυφή δυνάμεων χιλιάδων watt. Η ακτινοβολία μπορεί να εκπέμπεται συνεχόμενα, με ημιπαλμικό (συνεχόμενα-διακοπτόμενα) και με παλμικό κύμα, με ώσεις που διαφέρουν μεταξύ τους στην κορυφή ενέργειας και τη διάρκεια (Zati and Valent, 2008).

Εικόνα 29: Nd:YAG laser generators



Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά των πιο κοινών ND:YAG laser

Μήκος κύματος:	1064nm
Τύπος εκπομπής:	Συνεχής-Διακοπτόμενος-Παλμικός
Συχνότητα εκπομπής:	1Hz-50Hz
Κορυφή ενέργειας:	100W-3.000W
Μέση ενέργεια:	0.5W-10W
Μήκος ώσεων:	70μς-350μς
Τρόπος εκπομπής:	Ακίνητη χειρολαβή, Χειροκίνητο σκανάρισμα
Μετάδοση:	Οπτικές ίνες

(Zati and Valent, 2008).

1.7.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Χρωμοφόρα και Απορρόφηση: Η ακτινοβολία με μήκος κύματος 1064nm είναι στο χείλος του θεραπευτικού παραθύρου (600-1200nm), που χαρακτηρίζεται από τη μικρότερη πιθανή απορρόφηση φωτός από τα φυσικά χρωμοφόρα. Η πιο σταθερή απορρόφηση είναι για τη μελανίνη. Όπως ξέρουμε, η ευαισθησία του μαύρου χρώματος παίζει σημαντικό ρόλο στις περισσότερες ακτινοβολίες του φωτός. Ωστόσο, αυτό το φαινόμενο είναι περισσότερο περιορισμένο σε σχέση, ακόμα με την ακτινοβολία laser μεταξύ 900 και 550nm, τυπικά στα laser διόδου και He-Ne. Η ευαισθησία της μελανίνης στην 1064nm ακτινοβολία απαιτεί την προσοχή του θεραπευτή. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της θεραπείας είναι απαραίτητο να αποφεύγεται η ακτινοβολία σε κρεατοελιές ή σε άλλα σκούρα σημάδια, ενώ σε άτομα με σκούρο δέρμα είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται χαμηλότερης έντασης ακτινοβολίες. Άλλα χρωμοφόρα με χαμηλή απορρόφηση στα 1064nm είναι η οξυαιμοσφαιρίνη και σε μικρότερο βαθμό το νερό. Αυτή η μικρή ευαισθησία των χρωμοφόρων επιτρέπει στην ακτινοβολία του Nd:YAG laser να διεισδύει στους ιστούς σε βάθος και να απορροφηθεί σιγά σιγά. Η διεισδυτικότητα του laser νεοδυμίου στους ιστούς εκτιμάται ότι γίνεται στο επίπεδο μερικών εκατοστών, ωστόσο η αδύναμη ευαισθησία στα χρωμοφόρα που έχουμε αναφέρει κάνει την ακτινοβολία να διαπερνά τον ιστό πρώτα απ' όλα με φαινόμενα διασποράς προς όλες τις κατευθύνσεις, περιλαμβανόμενης της καθυστερημένης διάχυσης. Έτσι, σε βάθος, το τύμπανο φωτός δεν είναι ποτέ συγκεντρωμένο, αλλά παριστάνει μια συγκεντρωμένη όψη (Zati and Valent, 2008).

1.7.3 ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ενεργητική απορρόφηση του ιστού από τα γνωστά χρωμοφόρα (μελανίνη, ομάδες πορφυρίνης και H_2O) και τα λιγότερα γνωστά (ένζυμα, κυτταρικές μεμβράνες), οδηγούν στην ενεργοποίηση της οξειδωτικής αλυσίδας μαζί με τα μιτοχόνδρια εφόσον είναι ο κύριος παράγων. Η αύξηση, από την ακτινοβολία laser, του ATP, RNA, και DNA που βρίσκονται στους ιστούς είναι το βασικό θέμα για τη στήριξη αυτής της θεωρίας. Οι ιστοί που επιτυγχάνουν ένα συγκεκριμένο πλεονέκτημα από τη διέγερση με Nd:YAG, είναι αυτοί που τοποθετούνται ανάμεσα στην επιφάνεια και σε βάθος 0.5-6cm. Στην πραγματικότητα, σ' αυτό το επίπεδο έχουν παρατηρηθεί ενεργητικά φαινόμενα περισσότερο προσαρμοσμένα για την αλληλεπίδραση με βιολογικούς ιστούς (Zati and Valent, 2008).

1.7.4 ΦΩΤΟΘΕΡΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το laser Nd:YAG είναι ικανό να μεταβιβάσει σημαντικές ποσότητες ενέργειας στους ιστούς και η θερμική αύξηση που προκαλείται εξαρτάται από αυτό. Έχει διαπιστωθεί πως η άμεση διείσδυση της φωτεινής ακτινοβολίας εξαρτάται από την ενυπάρχουσα ένταση και πως αυτή αυξάνεται σε μια αντιπροσωπευτική συμπεριφορά όταν περνά μέσα από τους ιστούς. Συνεπώς, τα επιφανειακά στρώματα είναι αναπόφευκτη προϋπόθεση στην απορρόφηση της ενέργειας και της μέγιστης θέρμανσης. Για την άμεση διείσδυση της ακτινοβολίας πρέπει να προσθέσουμε τα φαινόμενα της πολυκατευθυντήριας διάχυσης. Γενικά, η κορυφή ισχύος πυκνότητας φτάνει μεταξύ 0.3mm και 1mm κάτω από το δέρμα, οπότε σε αυτό το επίπεδο τοποθετείται η μέγιστη θερμότητα του ιστού. Αν υπάρχει η πρόθεση μετάδοσης της φωτεινής ακτινοβολίας σε βάθος δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η επιφανειακή θέρμανση του δέρματος και η υποδόρια αναπαριστά ένα όριο στην αύξηση της ενυπάρχουσας έντασης. Από την άλλη, αυτό το φαινόμενο πρέπει να κατανοηθεί, αφού ανήκει στη σφαίρα των μηχανισμών άμυνας, που στόχο έχουν να προλάβουν πιθανή καταστροφή από υπερθέρμανση των εσωτερικών οργάνων. Η φωτοθερμική αύξηση του laser μπορεί ταυτόχρονα να προκαλέσει βιοδιεργητικά αποτελέσματα και να είναι βλαβερή, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται. Η θερμική αύξηση του ιστού εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα ενέργειας που διασκορπίζεται ανά μονάδα έντασης, ωστόσο, η χορήγηση σ' αυτό το επίπεδο ενέργειας μπορεί να προκαλέσει διαφορετικά φαινόμενα στην ίδια δομή, σε σχέση με την ένταση και τη δύναμη της ακτινοβολίας. Για την αποφυγή θερμικής βλάβης, δυο διαφορετικές διαδικασίες μπορούν να ακολουθηθούν:

- Εκπομπή μιας ελαφριάς έντασης για ένα επαρκές χρονικό διάστημα, για ένα εμφανές αποτέλεσμα.
- Εκπομπή εξυψωμένης έντασης για μικρό χρονικό διάστημα, αλλά αρκετό για να διεγείρει τον ιστό, αποφεύγοντας τη βλάβη του ίδιου του ιστού.

Η δεύτερη λύση φαίνεται να προσφέρει τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Συγκεκριμένα, εκπομπή μικρής διάρκειας ώσεων, μεταξύ 50μs και 200μs ($1\mu s = 10^{-6}s$) και μαζί με μικρής επανάληψης συχνότητας ώσεων προστατεύει το μεγαλύτερο μέρος του ιστού από οποιαδήποτε θερμική βλάβη. Για παράδειγμα αν αναλύσουμε το Χρόνο Θερμικής Ανάπαυσης (TRT) μερικών ιστών θα παρατηρήσουμε ότι αυτές οι κατασκευές είναι σχετικά απίθανο να υποστούν βλάβη από ώσεις που διαρκούν 1-6s.

- Επιδερμίδα, $TRT = 1^{-3}s$.
- Τριχοειδή αγγεία, $TRT = 1-3/20^{-3}s$ (μεταβάλλεται σε σχέση με το μέγεθος) (Zati and Valent, 2008).

1.7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΙ ΠΑΛΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμπερασματικά παρατηρούμε τα συστήματα των ενεργειακών laser, ως τα πιο αποτελεσματικά ή τα μόνα ικανά για μεταφορά σε βάθος της μεγαλύτερης ποσότητας φωτός χωρίς να προκαλούν θερμική καταστροφή στους ιστούς, απ' τους οποίους διαπερνά. Το Nd:YAG είναι το μόνο ικανό να εκπέμπει ακτινοβολία σε υψηλή ένταση για περιορισμένο χρόνο, με μια ικανοποιητική μέτρια ενέργεια. Η συνεχής συχνότητα του laser Nd:YAG μεταβιβάζει μεγάλες ποσότητες, σε μικρής έντασης ακτίνα. Επομένως, σαν γενική ιδέα, έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι πολύ αποτελεσματικό. Για να βελτιώσουμε τη διάλυση της θερμότητας στη συνεχή εκπομπή, συνιστάται ακτινοβολία με χρόνο ή διακοπτόμενος παλμός. Αυτός ο τρόπος εγγυάται αποτελεσματικότερη διάλυση της συσσωρευμένης θερμότητας, αλλά η μεταβίβαση δεν βελτιώνεται επειδή η φωτεινή ένταση είναι πάντα η ίδια. Θα κατανοηθεί πως η σύσταση του παλμικού laser νεοδυμίου επιτρέπει την αύξηση της μεταβίβασης χωρίς να μειωθεί υπερβολικά και το θερμικό κέρδος, χάρη στις υπερβραχείς ώσεις με υψηλή αισθητικότητα (Zati and Valent, 2008).

1.7.6 ΣΥΝΕΧΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗ ND: YAG LASER

Παράμετροι Θεραπείας, Μέθοδοι και Κλινικές Ενδείξεις

Ένας από τους πιο ενδιαφέροντες τρόπους του κλινικού ελέγχου των αποτελεσμάτων της θερμικής αύξησης που προκαλείται από το Nd: YAG laser είναι αυτή που προτάθηκε από τον Gastellaci. Βασίζεται στον καθορισμό του μοναδικού 'χρόνου θερμικού ορίου' μια εξέλιξη της γενικής ιδέας του 'χρόνου θερμικής χαλάρωσης' που έχει ήδη προταθεί από τον Parra το 1992.

ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΟΡΙΟΥ

Είναι ο χρόνος που περνά μεταξύ της αρχής της διανομής του συνεχούς κύματος της θεραπείας με laser και την αντίληψη της θερμότητας ως ερέθισμα πόνου από τον ασθενή. Η ένταση της θεραπείας πρέπει να είναι σε επίπεδο που συναινεί με το χρόνο θερμικού ορίου (Χ.Θ.Ο) ίσο ή ανώτερο των 10sec. Αυτή η παράμετρος πρέπει να αξιολογείται στην αρχή της κάθε θεραπείας και να συγκρίνεται όσο το δυνατόν περισσότερο στις καθιερωμένες παραμέτρους που έχουν σχεδιαστεί για την απόκτηση ενός συγκεκριμένου βιολογικού αποτελέσματος. Η αξία του Χ.Θ.Ο. είναι πολύ εξατομικευμένη, δεδομένου ότι το κατώτερο όριο του πόνου ποικίλλει από ασθενή σε ασθενή, επιπλέον ο Χ.Θ.Ο. πρέπει να επαναξιολογείται μετά από κάποιες συνεδρίες επειδή τείνει να τροποποιείται ακόμα και στο ίδιο το άτομο. Για παράδειγμα η αντίληψη της θερμότητας αντιλαμβάνεται διαφορετικά σε έναν Καυκάσιο ασθενή από ότι σε έναν ασθενή με σκούρο δέρμα.

Στην περίπτωση ενεργών φλεγμονωδών επεισοδίων η θερμοκρασία του δέρματος είναι συχνά ψηλότερη από αυτήν των γύρω ιστών.

Ο Χ.Θ.Ο. έχει αποδειχτεί πολύ χρήσιμος για εκπομπή ψηλότερων επιπέδων έντασης σε ασφαλείς συνθήκες ιδίως σε εκπομπή με σταθερή χειρολαβή. Στην εκπομπή με χειροκίνητη σάρωση, η ταχύτητα σάρωσης επηρεάζει τη θερμική διασπορά, σε μεγάλο βαθμό για τον οποίο η αξία του Χ.Θ.Ο. εμφανίζεται πιο άστατη.

Σύμφωνα με κάποιους συγγραφείς τα αποτελέσματα της βιοδιεγερσιμότητας ακολουθούν τη γενική ιδέα των στατικών πιθανοτήτων της αντίδρασης των πρωτονίων με το βιολογικό στόχο. Για αυτό το λόγο η ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να αντιδράσει με τους ιστούς, αν εκπέμπεται για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 5-6sec. Έτσι αν ο Χ.Θ.Ο. είναι

μικρότερος από 7sec, θεωρείται σκόπιμο να διανέμεται η θεραπεία με laser σε κομμένα κύματα, ώστε να μειώνεται η συχνότητα εκπομπής και η δύναμη ισχύος μέχρι να παρατηρηθεί ένας χρόνος θεραπείας το λιγότερο 6-7sec.

Η συνεχόμενη εκπομπή του Nd:YAG laser χρησιμοποιείται στη φυσικοθεραπεία, το κυρίως βιολογικό αποτέλεσμα είναι αισθητικά τροφικό και κατευθύνεται στις επιπολής ή μεσαίου βάθους δομές του μυοσκελετικού συστήματος. Για να φτάσουμε σε μεγαλύτερα βάθη το σήμα πρέπει να διαμορφώνεται με πολύ μικρή εκπομπή συχνοτήτων (10-12Hz), και ιδιαίτερα προσέχοντας πολύ στις κλινικές αντιδράσεις του ασθενούς (Zati and Valent, 2008).

1.7.7 ΠΑΛΜΙΚΟ ΚΥΜΑ ND:YAG LASER

Με το παλμικό κύμα, έχουμε συναφή ένταση, 1000φορές μεγαλύτερη από αυτή του συνεχούς κύματος laser, χωρίς καμία διαφορά στη θερμική αύξηση του ιστού, επειδή η ενέργεια που μεταφέρεται σε 6sec είναι ίδια με 30J.

Αυτό διευκρινίζει πως είναι δυνατόν να αυξήσουμε τη συναφή ένταση του laser χωρίς να τροποποιήσουμε την ποσότητα της ενέργειας που δίνουμε στον ιστό, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των ώσεων. Η αύξηση της συναφούς έντασης επιτρέπει συγκριτικά με τα συνεχή συστήματα:

- ✓ Βαθύτερη δράση.
- ✓ Περισσότερο ομοιογενή διανομή των φωτονίων στην ένταση του ακτινοβολούμενου ιστού.
- ✓ Αύξηση με ασφάλεια, επειδή η θερμική βλάβη γίνεται λιγότερο πιθανή κατά τη διάρκεια θεραπείας σε εν τω βάθει ιστούς.

Τα περισσότερα αναπτυσσόμενα παλμικά συστήματα βρίσκονται στην τεχνολογία του HILT, τα οποία χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή κορυφή έντασης (100-3.000W) με μέση ένταση στην τιμή των 10W και με μικρής συχνότητας ώσεις (10-30Hz). Το HILT είναι ένα όργανο που δημιουργήθηκε για να εκπέμπει ώσεις και δεν δουλεύει με συνεχή εκπομπή.

Τα τελευταία μοντέλα είναι πολλαπλής χρησιμότητας. Μπορούν να παρέχουν έντονα αναλγητικά σήματα, δουλεύοντας με μέση ως μικρή κορυφή έντασης και με πολύ μικρές συχνότητες, ή αλλιώς μπορούν να παρέχουν εξαιρετικά υψηλή κορυφή έντασης ικανή να φτάσει και να ερεθίσει δομές που είναι δύσκολο να φτάσουν τα κλασσικά laser, όπως για παράδειγμα τους εν τω βάθει συνδέσμους. Ο χειρισμός αυτών των εντάσεων μπορεί να αποβεί μη αποτελεσματικός ακόμα και επικίνδυνος (Zati and Valent, 2008).

1.7.8 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΠΑΛΜΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ND:YAG LASER

1.7.8.1 ΡΟΗ ΩΣΗΣ

Αυτή είναι η βασικότερη παράμετρος του παλμικού κύματος (P.W). Μετρείται σε mJ/cm². Δείχνει το ενεργητικό περιεχόμενο μιας ώσης σε σχέση με την παροχή που εφαρμόζεται (τοπικά). Τα πιο πρόσφατα συστήματα έχουν μια μεγάλη έκταση ροής. Ο προσδιορισμός της γίνεται με βάση δύο παράγοντες, το βάθος του ιστού που θέλουμε να φτάσουμε και τη κλινική φάση της παθολογίας.

ΒΑΘΟΣ ΙΣΤΟΥ: Όπως έχουμε δει, καθώς η ακτίνα διεισδύει στα βαθύτερα στρώματα, η ένταση της λιγοστεύει κατά πολύ. Γι' αυτό αν θέλουμε να φτάσουμε μια δομή που βρίσκεται

τοποθετημένη σε διαδοχικά στρώματα βάθους, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούμε προοδευτικά μεγαλύτερη ροή. Γενικά τα επίπεδα χαμηλότερης ροής (360-810mJ/cm²) χρησιμοποιούνται με σκοπό αναλγητικό, όπως για παράδειγμα, η θεραπεία των trigger και tender points. Στην πραγματικότητα, αυτές οι δομές 'πόνου' βρίσκονται κανονικά τοποθετημένες σε ρηχά επίπεδα, όπως το δέρμα, τους τένοντες, τους μυς και τις επιπολής περιτονίες. Τα tender points μπορούν συχνά να ψηλαφηθούν απευθείας στην περιοχή του πόνου. Τα trigger και τα tender points μπορούν επίσης να θεραπευτούν με laser λιγότερο εκτελεστικά, ωστόσο η θεραπεία αναλγησίας που εκτελείται με Nd: YAG laser εξασφαλίζει πολύ υψηλή ροή σε πολύ περιορισμένους χρόνους εκπομπής, μερικών δευτερολέπτων για κάθε σημείο, ενώ με άλλα laser μερικά λεπτά είναι απαραίτητα. Τα υψηλότερα επίπεδα ροής (970-1780mJ/cm²) χρησιμοποιούνται κυρίως για θεραπεία δομών που βρίσκονται βαθιά, όπως σε αρθρώσεις, με σκοπό τη διέγερση της τροφοδοσίας του χόνδρου.

ΚΛΙΝΙΚΗ ΦΑΣΗ: Σε οξεία φλεγμονώδη φάση είναι καλή εξάσκηση να χρησιμοποιήσουμε τιμές μικρότερης ροής από αυτές που υπολογίζονταν με βάση το βάθος. Στην πραγματικότητα, η θερμική ανοχή του ασθενή στη φλεγμονώδη φάση είναι περιορισμένη. Η ροή πρέπει να αυξάνεται προοδευτικά όσο η φλεγμονή μειώνεται.

1.7.8.2 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

Η επανάληψη της συχνότητας των ώσεων στα καλύτερα εκτελούμενα όργανα, ποικίλλει γενικά από 10Hz-50Hz. Η συχνότητα πρέπει να εκμεταλλεύεται με βάση δύο μοτίβα: είτε για τη διαμόρφωση της ποσότητας της ενέργειας που εκπέμπεται στους ιστούς, εξαρτώμενη από την ροή, είτε για κλινικούς λόγους.

ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ:

Αν σκοπεύουμε στην εκπομπή της ίδιας ποσότητας ενέργειας σε μια δομή όπου βρίσκεται σε εντελώς βαθιά επίπεδα, μπορούμε να το πετύχουμε εκπέμποντας σταδιακά ψηλότερες ροές, με σταδιακά χαμηλότερες συχνότητες. Η κατανομή της ενέργειας θα γίνει ομοιογενώς σε όλη την ένταση του προς θεραπεία ιστού.

Αυτή η διαδικασία απαιτεί υποδιαίρεση της θεραπείας σε βήματα (steps), στα οποία η αύξηση της ροής συνοδεύεται από μείωση της συχνότητας.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΚΛΙΝΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ:

Η άλλη άποψη που καθοδηγεί την εκπομπή της συχνότητας είναι απλά κλινική. Σε οξείες τραυματικές ή φλεγμονώδεις καταστάσεις, ή αλλιώς κατά παρουσία ενός οριακά χαμηλότερου πόνου, είναι πάντα καλύτερα να ξεκινάμε τη θεραπεία χρησιμοποιώντας τις χαμηλότερες δυνατές συχνότητες. Στην πραγματικότητα αν οι ώσεις ρυθμίζονται πιο αργά, οι ιστοί έχουν περισσότερο χρόνο διαθέσιμο να διασκορπίσουν την θερμότητα.

1.7.8.3 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όπως ξέρουμε, η συνολική ενέργεια είναι το γινόμενο της έντασης (W) επί το χρόνο εκπομπής (s). Ενώ η πυκνότητα της ενέργειας ή της ροής (f) μετριέται επίσης από το διασκορπισμένο ανά επιφάνεια $F=J/cm^2$ (εννοώντας τη συνολική ροή, όχι μιας μεμονωμένης ώσης).

Στην πράξη, για το παλμικό κύμα του Nd: YAG laser είναι πιο εύκολο να υπολογιστεί η συνολική ενέργεια που ακτινοβολείται (συσσωρευμένα joules), έχοντας ως σημείο αναφοράς τις βασικές εντάσεις των διαφορετικών οργάνων. Μ' αυτό το στόχο παρέχονται παραδείγματα αρθρώσεων και των σχετικών τους ενεργειακών παραμέτρων, που εκφράζονται ως συνολικά joule, στα οποία υπολογίζονται, εκτός από την ένταση της

άρθρωσης, η επιφάνεια του δέρματος σχετικά με το σημείο εισόδου που επιτρέπεται για τη συγκεκριμένη άρθρωση (Zati and Valent, 2008).

1.7.8.4 ΤΡΟΠΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ

Υπάρχουν ουσιαστικά δύο τρόποι εκπομπής για το παλμικό λέιζερ (P.W) Nd: YAG. Με σημειακή ή χειροκίνητη σάρωση. Η χειρολαβή εφαρμογής, μέσω ενός καλωδίου οπτικών ινών, προβάλλει το φως σε ένα σημείο μάλλον περιεχόμενων διαστάσεων, διαμέτρου περίπου 0,5 cm. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι χειροκίνητων τεμαχίων: ο ένας με μια ακτινική δέσμη που ενεργεί από μια συγκεκριμένη απόσταση η οποία ρυθμίζεται από έναν συγκεκριμένο διαχωριστή (χειρολαβή με διαχωριστικό) και ένα που λειτουργεί σε επαφή με το δέρμα, το οποίο παρέχεται με ένα οπτικό σύστημα για την ανάκτηση του ανακλώμενου φωτός (χειρολαβή επαφής). Η θεραπεία των trigger και tender points γίνεται με την τεχνική της στατικής χειρολαβής ή τοποθετείται στα σημεία που πρόκειται να υποβληθούν σε θεραπεία, χρησιμοποιώντας, για λόγους ασφαλείας, μια χειρολαβή που ταιριάζει με μια απόσταση. Για τη θεραπεία των βαθύτερων ιστών, ιδιαίτερα των αρθρώσεων, χρησιμοποιείται η τεχνική της γραμμικής χειροκίνητης σάρωσης. Για τη θεραπεία των σημείων βελονισμού χρησιμοποιούμε κυρίως την χειρολαβή επαφής για βαθύτερη δράση. Παρ'όλα αυτά, μια συγκεκριμένη κυκλική σάρωση πρέπει να γίνεται γύρω από το επιθυμητό σημείο. Υπάρχει επίσης μια σειρά παθολογικών καταστάσεων που απαιτούν συνδυασμένη χρήση των δύο μεθόδων, την στατική χειρολαβή. (Zati and Valent, 2008).

Εικόνα 30: Τρόπος εκπομπής Nd:YAG laser



1.7.8.5 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΑΡΩΣΗΣ

Η ταχύτητα σάρωσης επηρεάζει τη σχέση μεταξύ της μεταδιδόμενης ενέργειας, υπεύθυνη για τις φωτοχημικές αντιδράσεις, και της απορροφούμενης ενέργειας, υπεύθυνη για το φωτοθερμικό αποτέλεσμα. Όταν εκτελείται μια γρήγορη σάρωση, υπάρχει λιγότερη θέρμανση στον ιστό, διότι αυξάνεται η θερμική διασπορά: μειώνοντας την ταχύτητα σάρωσης, επικρατούν τα φαινόμενα της θερμικής συσσώρευσης και η διάχυση της θερμότητας που συμβαίνει κατά κύριο λόγο μέσω της αγωγιμότητας. Με τον όρο γρήγορη σάρωση εννοούμε τη σάρωση που γίνεται με ταχύτητα περίπου 10cm κάθε 1,5 δευτερόλεπτο. Αυτή η μέθοδος παρέχει "ψυχρή" θεραπεία και ευνοεί τη μετάδοση της φωτεινής ενέργειας. Η γρήγορη σάρωση είναι χαρακτηριστική της αρχικής φάσης της θεραπείας, κατά την οποία πρέπει να αποφύγουμε την επαγωγή υπερβολικής υπεραιμίας του ιστού και την επακόλουθη μείωση της διαπερατότητας του φωτός. Στην πραγματικότητα, η υπεραιμία συνεπάγεται την αύξηση της συγκέντρωσης των τετραπυρρολικών χρωμοφώρων (ομάδες της αιμοσφαιρίνης). Η αργή σάρωση έχει ταχύτητα περίπου 10cm κάθε 3 δευτερόλεπτα. Η αργή σάρωση γίνεται στην τελική φάση της θεραπείας: στην πραγματικότητα, η τελική θέρμανση των ιστών ευνοεί την υπεραιμία και την επακόλουθη εξάπλωση στην κυκλοφορία του αίματος των φωτοχημικών επιδράσεων που παράγονται στο πρώτο μέρος της θεραπείας. Η ταχύτητα της χειροκίνητης σάρωσης μπορεί επίσης να ποικίλει ανάλογα με το επιθυμητό θεραπευτικό αποτέλεσμα. Στις παθολογίες που προκαλούν αύξηση θερμοκρασίας (αρθρίτιδα, πρόσφατα αιματώματα κ.λπ.) η ταχύτητα μπορεί να αυξηθεί έως και 10 εκατοστά το δευτερόλεπτο. Είναι προφανές πως οι τιμές είναι πολύ προσεγγιστικές, αφού σε ένα "εγχειρίδιο" είναι δύσκολο να αποκτήσει κάποιος μια αίσθηση της πραγματικής ταχύτητας της σάρωσης. Τα αυτόματα συστήματα (σαρωτής) θα μπορούσαν να λύσουν το πρόβλημα της προσέγγισης της ταχύτητας, αλλά δεν ήταν πολύ επιτυχημένα, καθώς στην πράξη είναι δύσκολο να διατηρηθεί η χειρολαβή κάθετα στο δέρμα κατά τη διάρκεια της αυτόματης σάρωσης (Zati and Valent, 2008).

1.7.9 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΑΛΜΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Nd:YAG LASER

Το Nd: YAG laser παλμικού κύματος ενδείκνυται σε παθολογικές καταστάσεις όπως είναι η ραχιαλγία, οι τενοντοπάθειες, οι μώλωπες και οι μυϊκές κακώσεις. Ακόμα μπορεί να βοηθήσει όταν υπάρχει μεγάλη μυϊκή συστολή ή σε σπασμούς, καθώς επίσης ενδείκνυται για την θεραπεία του πόνου από trigger points και tender points, και για την θεραπεία αναλγησίας των σημείων βελονισμού (Zati and Valent, 2008).

1.7.10 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ Nd:YAG LASER

Γενικότερα το Nd: YAG laser ενδείκνυται και για οξείες παθολογικές καταστάσεις αλλά και για χρόνιες/εκφυλιστικές παθολογικές καταστάσεις. Όσον αφορά στις οξείες καταστάσεις το συγκεκριμένο laser υψηλής ισχύος ενδείκνυται σε παθολογίες όπως είναι οι τενοντοπάθειες, τα μυϊκά τραύματα, τα διαστρέμματα και τα μετατραυματικά οιδήματα, τις αρθροθυλακίτιδες και τις θυλακίτιδες, τις ραχιαλγίες και τους τραυματισμούς των αρθρικών χόνδρων. Όσον αφορά χρόνιες και εκφυλιστικές καταστάσεις το laser αυτό ενδείκνυται σε παθολογίες όπως οι οστεοαρθρίτιδες, οι εκφυλιστικές χονδροπάθειες και το ινομυοαλγικό σύνδρομο (Zati and Valent, 2008).

1.7.11 ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ Nd: YAG LASER

Οι αντενδείξεις για την εφαρμογή του Nd: YAG laser, αφορούν κυρίως το μέρος του σώματος που πρόκειται να υποστεί την ακτινοβολία. Για τον λόγο αυτό απαγορεύεται η εφαρμογή του laser υψηλής ισχύος στο μάτι και γενικότερα την περιοχή του ματιού, στο αυτί και στη περιωτιαία περιοχή, στη περιοχή της καρδιάς, σε μεγάλα αγγεία και νεύρα και σε εγκυμονούσα μήτρα. Ακόμα αντενδείκνυται αυστηρά η χρήση του Nd: YAG laser, σε νεοπλασίες, σε ασθενείς με δερματικές λοιμώξεις ή/και με δερματικές παθολογικές καταστάσεις και σε ασθενείς που έχουν βηματοδότη. Τέλος, συνιστάται μεγάλη προσοχή σε ασθενείς με διαβήτη και σε άτομα με υψηλό φωτότυπο (Zati and Valent, 2008).

Εικόνα 31: Ειδικά γυαλιά προστασίας των ματιών



1.7.12 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Οι παράμετροι θεραπείας αφορούν κυρίως την πυκνότητα ενέργειας, την συχνότητα και την ολική ενέργεια. Όσον αφορά την ολική ενέργεια αυτή διαφοροποιείται ανάλογα με το μέγεθος της υπο-θεραπείας άρθρωσης. Έτσι, για μεγάλες αρθρώσεις η συνολική ενέργεια δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 2.500J-3.000J. Σε μεσαίες αρθρώσεις τα 1.500J-2.000J, σε μικρές τα 1.000J-1.500J. Αντίστοιχα σε μεγάλες περιοχές εφαρμογής η ολική ενέργεια δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 4.000J, ενώ αντίθετα σε μικρές περιοχές εφαρμογής το όριο των 1.000-1.500J δεν πρέπει να υπερβαίνεται. Ακόμα σημαντικοί παράμετροι θεραπείας αποτελούν ο τρόπος εκπομπής (σε σταθερά σημεία ή με χειροκίνητη σάρωση) και προσοχή πρέπει να δίνεται στα πρωτόκολλα θεραπείας (στάνταρ πρωτόκολλο με 3 υποφάσεις ή ειδικά πρωτόκολλα) (Zati and Valent, 2008).

1.7.13 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ND: YAG LASER

Πίνακας 2: Παράμετροι θεραπείας βάσει παθολογικής κατάστασης (αρχική και τελική φάση) για το γόνατο.

<i>ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</i>	<i>ΜΕΘΟΔΟΣ</i>	<i>ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ (mj/cm²)</i>	<i>ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ (Hz), ΕΠΙΠΕΔΑ</i>	<i>ΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</i>
Τενοντοπάθειες	Σάρωση: Γρήγορη αρχική φάση, Αργή τελική φάση	Step1:510 Step2:810 Step3:1070	Step1:30 (11) Step2:20 (9) Step3:15 (4)	1000-1500
Κακώσεις μηνίσκων	Σάρωση: Γρήγορη αρχική φάση, Αργή τελική φάση	Step1:1170 Step2:1320 Step3:1430	Step1:30 (11) Step2:25 (10) Step3:20 (9)	2000-3000
Σύνδρομο επιγονατιδομηριαίας δυσλειτουργίας	Σάρωση: Γρήγορη αρχική φάση, Αργή τελική φάση	Step1:810 Step2:970 Step3:1170	Step1:30 (11) Step2:25 (10) Step3:20 (9)	2000
Αρθρίτιδα γόνατος	Ενιαία φάση με αργή σάρωση από 6 οπτικά παράθυρα	1430-1780	30 (11)-25 (10)	3000

(Zati and Valent, 2008).

1.7.14 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Υπάρχουν μερικά πράγματα που είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη για την αποτελεσματικότερη και ασφαλέστερη εφαρμογή της θεραπείας από τον θεραπευτή και τον ασθενή. Για τον λόγο αυτό συνιστάται η αποτρίχωση και ο καθαρισμός της περιοχής που θα υποβληθεί σε θεραπεία, από τον ασθενή. Όσον αφορά τον θεραπευτή είναι απαραίτητος ο έλεγχος της θερμικής ευαισθησίας της προς θεραπεία περιοχής (σε περίπτωση ασθενών με υψηλό φωτότυπο ή/και σκούρα επιδερμίδα, πρέπει να μειωθεί η συχνότητα και ενδεχομένως η πυκνότητα των παραμέτρων), ενώ παράλληλα είναι εξίσου σημαντικό ο θεραπευτής να μην χρησιμοποιεί δερμογραφικά μολύβια για να μαρκάρι την οδό εισόδου, καθώς ελλοχεύει ο κίνδυνος δερματικού εγκαύματος. Επιπρόσθετα ο θεραπευτής καλείται να είναι ιδιαίτερα προσεχτικός καθώς για πυκνότητες άνω των 1430 mJ/cm² συνιστάται η εφαρμογή διαφανούς ψυχτικού τζελ στο δέρμα στο μήκος κύματος των 1064nm. Τέλος, ο θεραπευτής αντενδείκνυται να χρησιμοποιήσει πυκνότητες άνω των 1070 mJ/cm² για σταθερά σημεία θεραπείας (Zati and Valent, 2008).

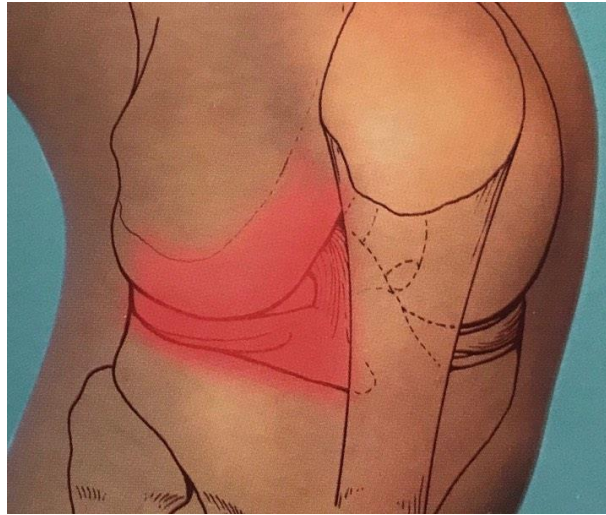
1.7.15 ΟΠΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΓΟΝΑΤΟΣ

Οπτικά παράθυρα καλούνται οι περιοχές εισόδου της ακτινοβολίας.

ΜΗΡΟΚΝΗΜΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ (προσθιοπλάγια και μέσα)

Το γόνατο τοποθετείται σε κάμψη 90° με τον ασθενή καθιστό. Από την πλευρά του επιγονατιδικού συνδέσμου υπάρχει το πλεονέκτημα του διαστήματος μεταξύ των μηριαίων κονδύλων και του κνημιαίου πλατώ. Η σάρωση εφαρμόζεται προσεκτικά από το πρόσθιο χείλος του επιγονατιδικού συνδέσμου προς το τέλος του έξω κονδύλου και από το έσω χείλος του επιγονατιδικού συνδέσμου ως το τέλος του έσω κονδύλου.

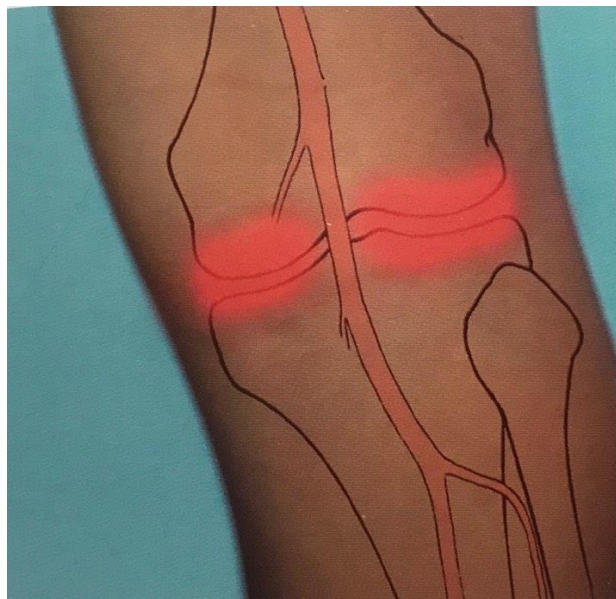
Εικόνα 32: Προσθιοπλάγια οδός εισόδου



(οπίσθια)

Σε πρηνή κατάκλιση, με το γόνατο σε έκταση, ψηλαφούμε το μεσάρθριο διάστημα, το μέσο και το πρόσθιο χείλος. Το οπτικό παράθυρο σ' αυτό το επίπεδο είναι αρκετά στενό, περίπου 1-2 εκατοστά. Είναι καλύτερα να αποφύγουμε τη σάρωση στο κεντρικό μέρος του παραθύρου, ώστε να μην επέμβουμε στο δεμάτιο αγγείων και νεύρων του ιγνυακού βόθρου.

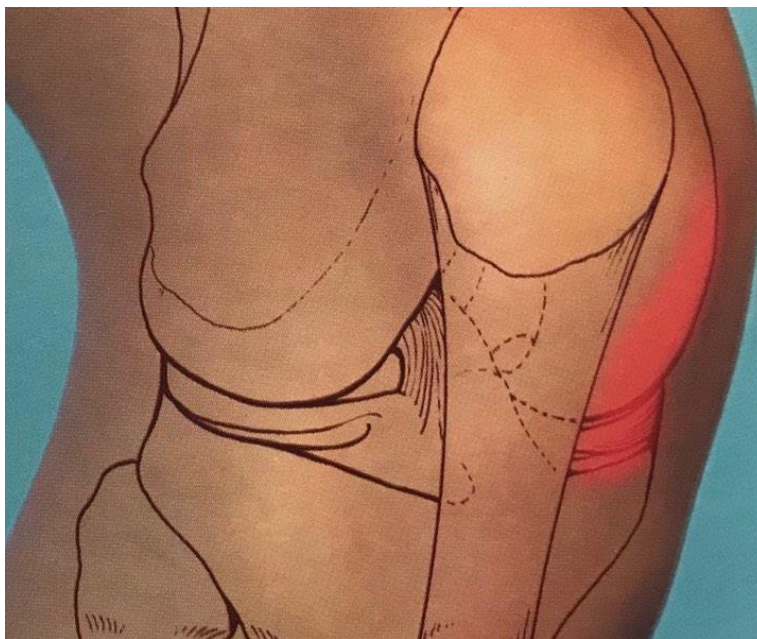
Εικόνα 33: Οπίσθια οδός εισόδου



ΕΠΙΓΟΝΑΤΙΔΟΜΗΡΙΑΙΑ ΑΡΘΡΩΣΗ (προσθιομέσα και προσθιοπλάγια)

Σε ύπτια θέση, με το γόνατο σε έκταση, εφαρμόζουμε ημικυκλική, περιεπιγονατιδική σάρωση, πρώτα πρόσθια και μετά στο μέσο, φροντίζοντας να γέρνουμε την επιγονατίδα με το άλλο χέρι. Το κεντρικό και οπίσθιο μέρος της επιγονατίδας είναι δύσκολο μερικές φορές να το φτάσουμε, εξαιτίας της περιορισμένης κινητικότητας.

Εικόνα 34: προσθιομέσα και προσθιοπλάγια οδός εισόδου



1.7.16 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ND:YAG LASER ΥΨΗΛΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Πίνακας 3: Σχετικές έρευνες.

<i>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</i>	<i>ΣΚΟΠΟΣ</i>	<i>ΔΕΙΓΜΑ</i>	<i>ΜΕΘΟΔΟΣ</i>	<i>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</i>
(M.S. Alayat et al.,2017)	Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων του παλμικού λέιζερ Nd:YAG συν γλυκοσαμίνης / θευκής χονδροϊτίνης (GCS) σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος	Συμμετείχαν εξήντα επτά άνδρες ασθενείς με μέση ηλικία 53,85 έτη.	Δημιουργήθηκαν 3 ομάδες. Η ομάδα 1 υποβλήθηκε σε θεραπεία με λέιζερ υψηλής έντασης (HILT), GCS και ασκήσεις. Η ομάδα 2 υποβλήθηκε σε θεραπεία με ασκήσεις GCS και η ομάδα 3 έλαβε placebo θεραπεία λέιζερ	Συνολικά, το παλμικό λέιζερ Nd:YAG συνδυασμένο με GCS και ασκήσεις ήταν πιο αποτελεσματικό από το GCS σε συνδυασμό με τις ασκήσεις για τους ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος.

			συν ασκήσεις. Τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν από την κλίμακα VAS και WOMAC.	
(Šifta P., Danilov D.,2015)	Η επαλήθευση της αποτελεσματικότητας του laser υψηλής ισχύος Nd: YAG στην ανακούφιση του πόνου και στην αύξηση της εμβέλειας κίνησης στην προσβεβλημένη άρθρωση των ασθενών που πάσχουν από αρθροπάθεια του γονάτου.	Η μελέτη περιελάβανε 50 ασθενείς με διάγνωση βαθμού αρθρίτιδας II έως III.	Η θεραπεία διαιρέθηκε σε 3 φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάβανε χειροκίνητη γρήγορη σάρωση, η δεύτερη περιελάβανε θεραπεία των trigger points και η τρίτη περιελάβανε αργή χειροκίνητη σάρωση.	Τα δεδομένα που προκύπτουν δείχνουν σαφή θετική επίδραση της θεραπείας με laser υψηλής ισχύος στα συμπτώματα της οστεοαρθρίτιδας.
(Vernainioti A.2014)	Σύγκριση της θεραπείας laser υψηλής συχνότητας με κοινό φυσιοθεραπευτικό πρωτόκολλο (μάλαξη, ασκήσεις, κινητοποίηση, T.E.N.S) όσον αφορά τον οσφυϊκό πόνο.	45 ασθενείς, 25 γυναίκες και 20 άντρες με πόνο στην οσφυϊκή μοίρα μεταξύ 18-70ετών πήραν μέρος στην έρευνα	Δημιουργήθηκαν 3 ομάδες. Στην πρώτη ομάδα (15 άτομα) δόθηκε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Στην δεύτερη ομάδα δόθηκε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας σε συνδυασμό με 10 συνεδρίες με το laser υψηλής ισχύος. Στην τρίτη ομάδα δόθηκαν μόνο 10 συνεδρίες με laser υψηλής ισχύος. Οι ασθενείς συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο για την κλίμακα του πόνου VAS πριν και μετά το τέλος των συνεδριών.	Στην πρώτη ομάδα που πραγματοποιήθηκε μόνο φυσικοθεραπεία υπήρξε βελτίωση όχι όμως πλήρης αποκατάσταση. Στην ομάδα 3 που πραγματοποιήθηκαν μόνο συνεδρίες laser υψηλής ισχύος υπήρχε βελτίωση αλλά δεν παρατηρήθηκε σε όλους τους ασθενείς μείωση των συμπτωμάτων. Η ομάδα 2 στην οποία πραγματοποιήθηκαν συνεδρίες φυσικοθεραπείας σε συνδυασμό με το laser υψηλής ισχύος είχε τη μεγαλύτερη βελτίωση με σχεδόν εξάλειψη των συμπτωμάτων τους.

(Vissarakis G., Charamidis N., 2010.)	Η αντιμετώπιση του πόνου στον ώμο με την εφαρμογή laser υψηλής ισχύος παλμικού κύματος Nd:YAG.	31 ασθενείς με πόνο στον ώμο, 16, γυναίκες και 15 άντρες μεταξύ 25 και 65 ετών.	Ο κάθε ασθενής έκανε 10 συνεδρίες φυσικοθεραπείας με το παλμικό Nd:YAG laser. Πριν την έναρξη και μετά το τέλος των συνεδριών οι ασθενείς συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο βασισμένο στον πόνο, VAS. Το πρωτόκολλο κινησιοθεραπείας περιείχε ενεργητική και παθητική κινητοποίηση του ώμου.	Το 68% των ασθενών δήλωσαν πολύ ικανοποιημένοι από την μείωση του πόνου, το 26% δήλωσε αρκετά ικανοποιημένο ενώ το 6% δήλωσε λιγότερο ικανοποιημένο.
---------------------------------------	--	---	--	--

Έρευνα 1: Σκοπός της M.S. Alayat και των συνεργατών της ήταν διερεύνηση των επιπτώσεων του παλμικού λέιζερ Nd: YAG μαζί με έγχυση γλυκοσαμίνης / θεικής χονδροϊτίνης (GCS) σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα του γόνατος εξετάζοντας τις αλλαγές στη λειτουργία του πόνου και του γόνατος. Συμμετείχαν εξήντα επτά άνδρες με μέση ηλικία 53,85 ετών, βάρος 84,01 kg, ύψος 171,51 cm. Η ομάδα 1 υποβλήθηκε σε θεραπεία με λέιζερ υψηλής έντασης, χορήγηση γλυκοσαμίνης και θεικής χονδροϊτίνης και ασκήσεις. Η ομάδα 2 υποβλήθηκε σε θεραπεία με ασκήσεις και χορήγηση γλυκοσαμίνης και θεικής χονδροϊτίνης και η ομάδα 3 έλαβε θεραπεία placebo με laser και ασκήσεις. Τα αποτελέσματα που μετρήθηκαν ήταν στο επίπεδο του πόνου και της λειτουργικής αναπηρίας χρησιμοποιώντας την οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) και τον Δείκτη Οστεοαρθρίτιδας των Πανεπιστημίων του Western Ontario και McMaster (WOMAC), αντίστοιχα. Διεξήχθησαν στατιστικές αναλύσεις για να συγκριθούν οι διαφορές των αποτελεσμάτων. Η έρευνα διήρκεσε 6 εβδομάδες. Η στατιστική σημασία καθορίστηκε σε $p < 0,05$. Το VAS και το WOMAC μειώθηκαν σημαντικά σε όλες τις ομάδες μετά από 6 εβδομάδες, με μη σημαντικές διαφορές μεταξύ 6 εβδομάδων. Συνολικά, το παλμικό λέιζερ Nd: YAG συνδυασμένο με έγχυση γλυκοσαμίνης / θεικής χονδροϊτίνης και ασκήσεις ήταν πιο αποτελεσματικό από το την σκέτη έγχυση σε συνδυασμό με ασκήσεις σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος.

Έρευνα 2: Σκοπός της έρευνας της Šifta P. Danilov ήταν η επαλήθευση της αποτελεσματικότητας του laser υψηλής ισχύος Nd: YAG στην ανακούφιση του πόνου και στην αύξηση της εμβέλειας κίνησης στην προσβεβλημένη άρθρωση των ασθενών που πάσχουν από αρθροπάθεια του γόνατος. Η μελέτη περιελάμβανε 50 ασθενείς με διάγνωση βαθμού αρθρίτιδας II έως III. Η πηγή που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα Nd: YAG laser υψηλής ισχύος. Η θεραπεία χωρίστηκε σε 3 φάσεις. Η πρώτη φάση περιείχε χειροκίνητη σάρωση με ψηλότερη ταχύτητα στα 10cm/s και χαρακτηρίζονταν από αύξηση της έντασης και μείωση της πυκνότητας. Η δεύτερη φάση περιείχε θεραπεία των trigger points με στατική χειρολαβή με μέγιστη περίοδο 7 δευτερολέπτων. Η τρίτη φάση περιείχε αργή σάρωση με τις παραμέτρους να ήταν ίδιες με αυτές της πρώτης φάσης. Για την αξιολόγηση των

αποτελεσμάτων συμπληρώθηκε πριν και μετά την θεραπεία το ερωτηματολόγιο της WOMAC ενώ έγινε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων με την συνάρτηση του t-test για να φανεί αν υπήρχαν σημαντικές διαφορές. Ο μέσος όρος των απαντήσεων των ασθενών πριν και μετά την θεραπεία στο επίπεδο σημαντικότητας έφτασε το 5% ακόμη το 1%. Συνοπτικά χρησιμοποιώντας το t-test αποδείχτηκε κατά 99% πως με τη θεραπεία με laser υψηλής ισχύος μειώθηκε σημαντικά ο πόνος, η δυσκαμψία και οι καθημερινές δραστηριότητες εκτελούνταν με μεγαλύτερη ευκολία.

Έρευνα 3: Σκοπός της έρευνας της Vernainioti A. ήταν να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα ενός συγκεκριμένου λέιζερ Nd: YAG (HILT) με ένα πρότυπο πρωτόκολλο φυσιοθεραπείας που περιελάμβανε κινησιοθεραπεία, ασκήσεις, μάλαξη και T.E.N.S σε ασθενείς με πόνο στην οσφύ. 45 ασθενείς, 25 γυναίκες και 20 άντρες με πόνο στην οσφυϊκή μοίρα μεταξύ 18-70ετών πήραν μέρος στην έρευνα. Δημιουργήθηκαν 3 ομάδες. Στην πρώτη ομάδα (15 άτομα) δόθηκε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Στην δεύτερη ομάδα δόθηκε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας σε συνδυασμό με 10 συνεδρίες με το laser υψηλής ισχύος. Στην τρίτη ομάδα δόθηκαν μόνο 10 συνεδρίες με laser υψηλής ισχύος. Οι ασθενείς συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο για την κλίμακα του πόνου VAS πριν και μετά το τέλος των συνεδριών. Η τελική αξιολόγηση έδειξε ότι η τυποποιημένη φυσιοθεραπεία (ομάδα A) δεν κατόρθωσε να φέρει την πλήρη αποκατάσταση στους ασθενείς αλλά απλώς να τη βελτιώσει. Το Hilterapia® (ομάδα C) είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με την τυποποιημένη φυσιοθεραπευτική προσέγγιση και έδειξε πρώιμα αναλγητικά αποτελέσματα. Οι ασθενείς που έλαβαν θεραπεία τόσο με laser υψηλής ισχύος (HILT) όσο και με τυποποιημένη φυσιοθεραπεία έδειξαν την υψηλότερη κλινικό-λειτουργική βελτίωση (ομάδα B), σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες ασθενών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένα θεραπευτικό πρωτόκολλο που βασίζεται στον συνδυασμό HILT και τυποποιημένης φυσιοθεραπείας μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για να επιτευχθεί βελτίωση των συμπτωμάτων του πόνου και πρώιμη επούλωση σε ασθενείς με πόνο στην οσφυϊκή μοίρα.

Έρευνα 4: Σκοπός της έρευνας του Vissaraki G. και του Charamidi N. ήταν η αποτελεσματικότητα του laser υψηλής ισχύος παλμικού κύματος, ND: YAG, στην αντιμετώπιση ασθενών με πόνο στον ώμο. Στην έρευνα συμμετείχαν 31 ασθενείς με πόνο στον ώμο, 16 γυναίκες και 15 άντρες μεταξύ 25 και 65 ετών. Ο κάθε ασθενής έκανε 10 συνεδρίες φυσικοθεραπείας με το παλμικό Nd:YAG laser. Η βαθμολογία πόνου οπτικής αναλογικής κλίμακας (VAS) (κορύφωση 10) χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της συμπτωματολογίας του υποκειμενικού πόνου πριν και μετά την εφαρμογή της θεραπείας. Επειδή η έρευνα διεξάχθηκε ως περιγραφική μελέτη παρατήρησης δεν έγινε διαχωρισμός σε ομάδες αλλά αντίθετα υπήρξε μια ομάδα ασθενών που δέχτηκε το ίδιο θεραπευτικό πρόγραμμα. Το πρόγραμμα διήρκεσε 2 εβδομάδες ενώ το πρόγραμμα κινησιοθεραπείας περιελάμβανε ασκήσεις ενεργητικής και παθητικής κινητοποίησης, ασκήσεις του ώμου, και ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας για 15 λεπτά. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν μια μεγάλη μείωση του υποκειμενικού πόνου σε όλα τα άτομα. Το επίπεδο ικανοποίησης μετρήθηκε επίσης σε πολύ υψηλό στο τέλος της θεραπείας. Η μελέτη επιβεβαίωσε ότι η θεραπεία με laser υψηλής ισχύος έχει δείξει καλά αποτελέσματα όσον αφορά τη βελτίωση του πόνου και το επίπεδο ικανοποίησης του ασθενούς, όταν εφαρμόζεται σε άτομα με μη συγκεκριμένο πόνο. Συγκεκριμένα το 68% των ασθενών δήλωσαν πολύ ικανοποιημένοι από την μείωση του πόνου, το 26% δήλωσε αρκετά ικανοποιημένο ενώ το 6% δήλωσε λιγότερο ικανοποιημένο.

1.8 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Ο τελικός στόχος οποιουδήποτε προγράμματος θεραπευτικών ασκήσεων είναι η επίτευξη κίνησης και λειτουργικότητας χωρίς συμπτώματα. Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της θεραπευτικής άσκησης στον ασθενή, ο θεραπευτής πρέπει να γνωρίζει τις βασικές αρχές και επιδράσεις της άσκησης στο μυοσκελετικό, νευρομυϊκό, καρδιαγγειακό και αναπνευστικό σύστημα. Επιπρόσθετα, ο θεραπευτής πρέπει να είναι ικανός να εκτελεί μια λειτουργική αξιολόγηση του ασθενούς, πρέπει να γνωρίζει τις αλληλεπιδράσεις της ανατομίας και της κινησιολογίας της περιοχής και να έχει κατανοήσει την κατάσταση του τραυματισμού, της πάθησης, ή της χειρουργικής διαδικασίας, καθώς επίσης και το πιθανό ρυθμό της ανάρρωσης, τις επιπλοκές, τις προφυλάξεις και τις αντενδείξεις.

1.8.1 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Ακολουθώντας μια πλήρη αξιολόγηση του ασθενούς και αναγνωρίζοντας τις βλάβες, τους λειτουργικούς περιορισμούς, τις ανικανότητες και τις πιθανές αναπηρίες, αναπτύσσονται οι στόχοι της θεραπείας, τα λειτουργικά αποτελέσματα και οργανώνεται το πλάνο θεραπείας. Στην κλινική διαδικασία λήψης απόφασης, ο θεραπευτής πρέπει να καθορίσει το τύπο της άσκησης που μπορεί να χρησιμοποιήσει, για να πετύχει τα αναμενόμενα λειτουργικά αποτελέσματα.

Οι στόχοι της θεραπευτικής άσκησης περιλαμβάνουν την πρόληψη της δυσλειτουργίας, όπως επίσης την ανάπτυξη, βελτίωση, αποκατάσταση ή διατήρηση:

- Της δύναμης.
- Της αντοχής και της καρδιαγγειακής κατάστασης.
- Της κινητικότητας και της ελαστικότητας.
- Της σταθερότητας.
- Της χαλάρωσης.
- Της συνεργείας, της ισορροπίας και των λειτουργικών δεξιοτήτων.

Στη θεραπευτική άσκηση ασκούνται στα σωματικά συστήματα προσεκτικά διαβαθμισμένες τάσεις και δυνάμεις, με έναν ελεγχόμενο, εξελικτικό και κατάλληλα οργανωμένο τρόπο, για την τελική βελτίωση της συνολικής λειτουργίας του ατόμου έτσι ώστε να επιτευχθούν οι απαιτήσεις τη καθημερινής ζωής.

Για να φτάσει προοδευτικά ο ασθενής, με τη θεραπεία στο επιθυμητό λειτουργικό αποτέλεσμα χωρίς επιπρόσθετη ιστική ζημιά, τα προσβεβλημένα συστήματα πρέπει να μπου προοδευτικά σ' ένα κατάλληλα εξελικτικό πρόγραμμα παρέμβασης, το οποίο θα κατευθύνει τις δυσλειτουργίες στο επίπεδο της εξαφάνισης ή του περιορισμού τους. Για την βελτίωση του λειτουργικού αποτελέσματος το στοιχείο βλάβες/προβλήματα πρέπει να κατευθυνθεί μέσα από τις κατάλληλες ασκήσεις στο επίπεδο στο οποίο οι τεχνικές που επανεκπαιδεύουν, ασφαλείς για τον ασθενή δεξιότητες, μπορούν να ολοκληρωθούν μέσα στο πρόγραμμα. Οι βραχυπρόθεσμοι στόχοι θα αντανακλούν αυτή την εξέλιξη.

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα οποιουδήποτε θεραπευτικού προγράμματος ασκήσεων είναι η μόρφωση του ασθενούς και η ενεργή συμμετοχή του σ' ένα συστηματικό πλάνο θεραπείας. Οι μακροπρόθεσμες λειτουργικές βελτιώσεις και η πρόληψη μελλοντικού τραυματισμού θα επιτευχθούν μόνο αν ο ασθενής κατανοήσει τους στόχους του προγράμματος ασκήσεων και ενσωματώσει τη συμβουλή και τις οδηγίες του θεραπευτή σε όλες της πτυχές της καθημερινής τους ζωής (Kisner and Colby, 1996).

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της μελέτης ήταν η επίδραση της χρήσης παλμικού Nd:YAG laser στην φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση σε ρήξεις των μηνίσκων. Μέσω της έρευνας αυτής διερευνήθηκε αν ή μέθοδος του Nd:YAG laser είναι αποτελεσματική όσον αφορά την αποκατάσταση σε ρήξεις των μηνίσκων.

2.2 ΔΕΙΓΜΑ ΑΣΘΕΝΩΝ

Στην έρευνα συμμετείχαν 12 ασθενείς οι οποίοι είχαν υποστεί κάποια ρήξη μηνίσκου και οι οποίοι είναι υποβληθεί σε χειρουργική αντιμετώπιση αυτών. Μεταξύ των ασθενών ήταν 6 γυναίκες και 6 άντρες. Και οι 12 ασθενείς είχαν υποβληθεί είτε σε χειρουργείο συρραφής της ρήξης του μηνίσκου είτε σε χειρουργείο μερικής μηνισκεκτομής, είτε σε χειρουργείο υφολικής μηνισκεκτομής μηνίσκου. Οι ηλικίες των ασθενών κυμαίνονταν από 29-80 χρονών. Όλοι οι ασθενείς συμπλήρωσαν τα στοιχεία τους και ένα έντυπο συναίνεσης και ενημέρωσης προτού ξεκινήσει το πρόγραμμα.

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά των ασθενών

ΔΕΙΓΜΑ	ΦΥΛΟ	ΗΛΙΚΙΑ	ΥΨΟΣ	ΒΑΡΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΡΗΞΗΣ	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ
Ασθενής 1	Γυναίκα	64	1.75cm	75kg	Εγκάρσια ρήξη	Συρραφή Μ.
Ασθενής 2	Γυναίκα	29	1.66cm	55kg	Οριζόντια ρήξη	Μερική Μ.
Ασθενής 3	Γυναίκα	53	1.57cm	73kg	Εγκάρσια ρήξη	Συρραφή Μ.
Ασθενής 4	Άντρας	55	1.70cm	85kg	Λοξή ρήξη	Μερική Μ.
Ασθενής 5	Άντρας	58	1.68.cm	89kg	Εγκάρσια ρήξη	Συρραφή Μ.
Ασθενής 6	Άντρας	50	1.80cm	87kg	Κάθετη ρήξη	Μερική Μ.
Ασθενής 7	Γυναίκα	44	1.53cm	57kg	Εγκάρσια ρήξη	Συρραφή Μ.
Ασθενής 8	Άντρας	62	1.72 cm	78kg	Κάθετη ρήξη	Μερική Μ.
Ασθενής 9	Γυναίκα	57	1.60cm	61kg	Εγκάρσια ρήξη	Συρραφή Μ.
Ασθενής10	Γυναίκα	32	1.64cm	55kg	Εγκάρσια ρήξη	Συρραφή Μ.
Ασθενής11	Άντρας	80	1.55cm	65kg	Κάθετη ρήξη	Μερική Μ.
Ασθενής12	Άντρας	39	1.80cm	91kg	Κάθετη ρήξη	Υφολική Μ.

ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Οι συνεδρίες φυσικοθεραπείας πραγματοποιήθηκαν στο Επιστημονικό Κέντρο Φυσικοθεραπευτικής Αγωγής και Αποκατάστασης-Κ.Κάρμας και διήρκεσαν 6 μήνες (Μάρτιος 2017-Σεπτέμβριος 2017).

2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Στην πρώτη συνεδρία σε κάθε ασθενή δίνονταν μια λεπτομερή πληροφόρηση για το Nd: YAG laser και τις δυνατότητες που μπορεί να τους προσφέρει αυτή η καινοτόμος συσκευή καθώς επίσης και οι οδηγίες για τον τρόπο θεραπείας. Στην συνέχεια έγινε μια κλινική αξιολόγηση κυρίως όσον αφορά τη θερμική ευαισθησία του κάθε ατόμου με σκοπό την δημιουργία προγράμματος που θα μπορούσε να εφαρμοστεί στον καθένα από τους ασθενείς με ασφάλεια. Σε κάθε ασθενή πραγματοποιήθηκαν 10 συνεδρίες, 2 μέσα στην εβδομάδα

καθώς τα πρωτόκολλα και οι παράμετροι θεραπείας για την ασφάλεια δεν επιτρέπουν την έκθεση του δέρματος σε τόσο μεγάλη ενέργεια παραπάνω από 2 φορές μέσα στην εβδομάδα.

Εικόνα 35: Nd:YAG laser (2)



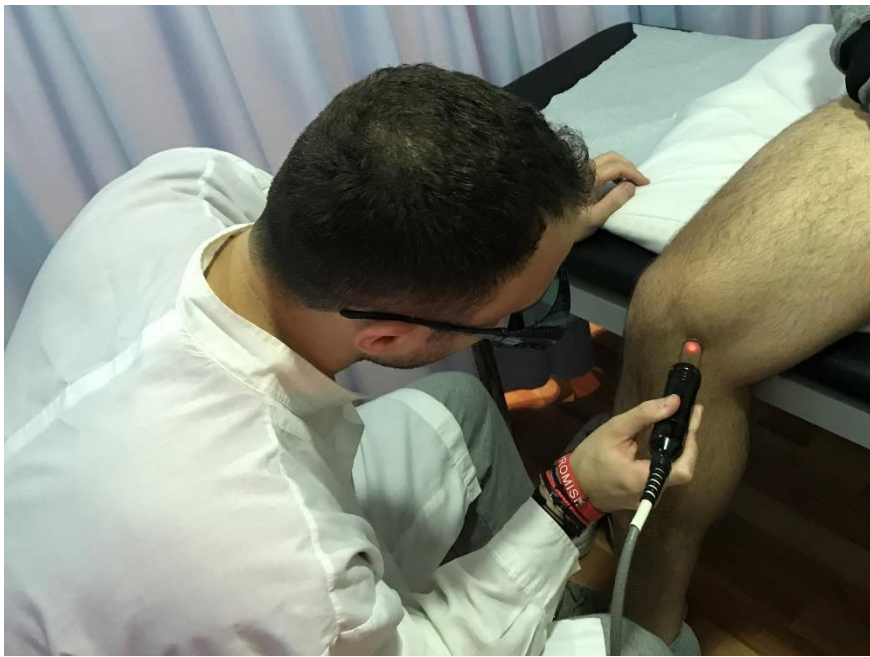
Το πρόγραμμα αποκατάστασης περιλάμβανε:

- μια 15λεπτη συνεδρία με τη χρήση T.E.N.S. πάνω στην άρθρωση του γόνατος με σκοπό να χαλαρώσει τους ασθενείς και να μειώσει τον πόνο αλλά και για την προετοιμασία της περιοχής να δεχτεί την ακτινοβολία.
- Έπειτα εφαρμόσαμε το παλμικό Nd: YAG laser στην υπο-θεραπεία περιοχή, ανάλογα με τις παραμέτρους που είχαμε ορίσει κάτι που διαρκούσε συνήθως 30λεπτά.
- Τέλος δίνονταν στον ασθενή μερικές ασκήσεις ενδυνάμωσης για την περιοχή του γόνατος ανάλογα με το χειρουργείο που είχε υποβληθεί:
 - Στην αρχή οι ασκήσεις αυτές ήταν ισομετρικού χαρακτήρα με ισομετρική σύσπαση του τετρακεφάλου μυός για ενδυνάμωση, ενώ για την αποφυγή βραχύνσεων κάναμε υποβοηθούμενες και ελεύθερες ενεργητικές ασκήσεις όπως για παράδειγμα ολισθήσεις της πτέρνας από ύπτια θέση, κάμψη γόνατος με την βοήθεια της βαρύτητας από καθιστή θέση και έκταση του γόνατος με την βοήθεια του φυσικοθεραπευτή ή του ίδιου του ασθενή από καθιστή θέση.
 - Στους ασθενείς με συρραφή του μηνίσκου γενικότερα το πρόγραμμα κινησιοθεραπείας περιελάμβανε ασκήσεις παθητικού και ενεργητικού εύρους τροχιάς, ισομετρική ενδυνάμωση τετρακεφάλου, οπίσθιων μηριαίων και μυών ποδοκνημικής και ασκήσεις μυϊκής αντλίας. Με το πέρασμα των συνεδριών οι ασθενείς ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν στατικό ποδήλατο, να κάνουν στατικές διατάσεις και επίσης ισοτονικές ασκήσεις από όρια θέση με λάστιχα αντίστασης. Προς το τέλος των συνεδριών δόθηκαν στους ασθενείς ισοτονικές ασκήσεις ενδυνάμωσης καμπτήρων και εκτεινόντων και ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ισοροπίας.
 - Στους ασθενείς με μερική και υφολική μηνισκεκτομή, λόγω της φύσης του χειρουργείου από την αρχή της αποκατάστασης δόθηκαν πιο εξελιγμένες ασκήσεις από αυτές των ασθενών με συρραφή του μηνίσκου. Στις πρώτες συνεδρίες δόθηκαν ασκήσεις παθητικού και ενεργητικού εύρους τροχιάς με ισομετρική ενδυνάμωση τετρακεφάλου, οπίσθιων μηριαίων και μυών ποδοκνημικής καθώς και ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ισοροπίας. Μετά τις πρώτες συνεδρίες οι ασθενείς ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν στατικό ποδήλατο, να εντατικοποιήσουν τις ασκήσεις

Κ.Κ.Α., και τις ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας. Με το τέλος των συνεδριών οι ασθενείς εντατικοποίησαν ασκήσεις δύναμης και λειτουργικότητας ενώ προοδευτικά ξεκίνησαν πλειομετρική ενδυνάμωση και σιγά σιγά επανήλθαν στις δραστηριότητες τους.

*Γενικά πρέπει να τονιστεί πως επειδή στόχος της έρευνας ήταν να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του παλμικού Nd: YAG laser, δεν δόθηκε τόσο πολύ σημασία στην κινησιοθεραπεία, πέρα από μερικές βασικές ασκήσεις ενδυνάμωσης και λειτουργικότητας για τον λόγο ότι ένα πλήρες πρόγραμμα ασκήσεων μπορούσε να αλλοιώσει τα αποτελέσματα σε σχέση με την εγκυρότητα του laser.

Εικόνα 36: Εφαρμογή Nd: YAG laser



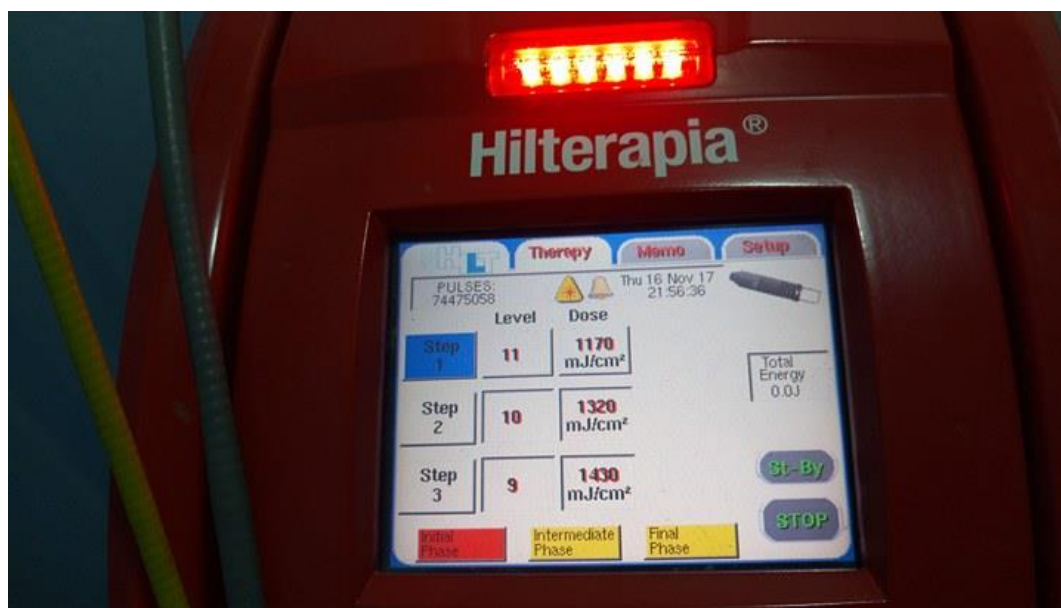
Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί επίσης πως οι παράμετροι θεραπείας του Nd: YAG laser δεν άλλαξαν κατά την διάρκεια των 10 συνεδριών και παρέμειναν οι ίδιοι όπως ακριβώς δίνονταν στο πρωτόκολλο για τις παθήσεις των μηνίσκων για τον καθένα από τους 12 ασθενείς κάτι που σημαίνει πως οι ασθενείς ήταν σε θέση να δεχτούν την ενέργεια του μηχανήματος χωρίς κάποια δυσκολία. Το πρωτόκολλο που τηρήθηκε και στους 12 ασθενείς αναγράφεται παρακάτω:

Πίνακας 5: Παράμετροι θεραπείας για κακώσεις/ρήξεις μηνίσκων

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (J)
Σάρωση Γρήγορη αρχική φάση Αργή τελική φάση	Step 1: 1170 Step 2: 1320 Step 3: 1430	Step 1: 30 (11) Step 2: 25 (10) Step 3: 20 (9)	2000-3000

(Zati and Valent, 2008).

Εικόνα 37: Παράμετροι θεραπείας για κακώσεις/ρήξεις μηνίσκων



2.4 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όσον αφορά τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ήταν μια συσκευή συμβατικού T.E.N.S, και το παλμικό Nd: YAG Laser. Όσον αφορά τα μέσα αξιολόγησης δόθηκε στους ασθενείς την πρώτη και την τελευταία συνεδρία το ερωτηματολόγιο: 2000 IKDC ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΦΟΡΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ γόνατος, το οποίο αξιολογεί την λειτουργικότητα του γόνατος. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε πριν την έναρξη της πρώτης συνεδρίας και αμέσως μετά την ολοκλήρωση της τελευταίας.

Το ερωτηματολόγιο περιείχε το ονοματεπώνυμο του κάθε ασθενή καθώς και την ημερομηνία τραυματισμού/χειρουργείου που υπέστη. Στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν 10 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής τις οποίες οι ασθενείς έπρεπε να απαντήσουν. Από τις 10 ερωτήσεις οι 8 μπορούσαν να βαθμολογηθούν και οι συγκεκριμένες μετρήθηκαν για να βγουν τα αποτελέσματα της έρευνας.

Η αξιοπιστία της IKDC ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΦΟΡΜΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ γόνατος εκτιμήθηκε από τον Higgins και τους συνεργάτες του τον Δεκέμβριο του 2007. Συμμετείχαν 1534 ασθενείς με συμπτωματολογία στο γόνατο. Η ταυτόχρονη εγκυρότητα αξιολογήθηκε συσχετίζοντας τις διαστάσεις της υποκειμενικής φόρμας γόνατος IKDC με τις συνοπτικές κλίμακες του SF-12. Τέλος, τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας τη θεωρία απόκρισης αντικειμένων βαθμίδας απόκρισης (G-IRT).

Οι αναλύσεις των ερευνητικών παραγόντων απέδωσαν ένα αποτέλεσμα δύο παραγόντων και οι διαστάσεις ορίστηκαν ως εξής: σύμπτωμα και άρθρωση γόνατος (SKA) και επίπεδο δραστηριότητας (AL). Η ανάλυση επιβεβαιωτικού παράγοντα επιβεβαίωσε την επιλογή 15 στοιχείων της μελέτης. Τόσο το SKA όσο και το AL έδειξαν καλή εσωτερική συνοχή (0,87 για SKA, 0,88 για AL). Τόσο η SKA όσο και η AL κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με το συνολικό σκορ SF-12, πιο ουσιαστικά στη συνολική κλίμακα φυσικής συνιστώσας παρά στην συνοπτική κλίμακα διανοητικής συνιστώσας του SF-12.

Οι αναλύσεις G-IRT αποκάλυψαν ότι σχεδόν όλα τα ερωτηματολόγια έδειξαν σαφή πρότυπα ανταπόκρισης, με υψηλότερα επίπεδα του λανθάνοντος χαρακτηριστικού που αντιστοιχούν

σε πιο προσαρμοστικά κλινικά σημεία που αφορούν τον πόνο, τα συμπτώματα, τη λειτουργία και την αθλητική δραστηριότητα.

Με βάση λοιπόν την παραπάνω έρευνα το IKDC είναι ένα αξιόπιστο και έγκυρο όργανο που αξίζει να εξεταστεί για χρήση σε ευρύ πληθυσμό ασθενών.

2.5 ΟΔΗΓΙΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ IKDC

Οι απαντήσεις σε κάθε ερώτημα βαθμολογούνται χρησιμοποιώντας μια κατηγορηματική μέθοδο ώστε ο βαθμός 1 να δίνεται σε απαντήσεις που αντιπροσωπεύουν το χαμηλότερο δυνατό επίπεδο λειτουργικότητας ή το πλέον υψηλό επίπεδο συμπτωμάτων. Για παράδειγμα, το ερώτημα 1, που σχετίζεται με το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας χωρίς σημαντικό πόνο βαθμολογείται με 1 για την απάντηση: 'Ανίκανος/-η να εκτελέσει κάποια από τις παραπάνω δραστηριότητες λόγω του γόνατος' και με 5 για την απάντηση: 'Πολύ έντονες δραστηριότητες όπως άλματα ή στροφικές κινήσεις. Για το ερώτημα 2, το οποίο σχετίζεται με τη συχνότητα του πόνου κατά τις 4 προηγούμενες εβδομάδες, η απάντηση: 'Διαρκώς' βαθμολογείται με 1 και: 'Ποτέ' βαθμολογείται με 11.

Η IKDC βαθμολογείται αθροίζοντας τους βαθμούς των ατομικών ερωτημάτων και έπειτα μετατρέπεται ο συνολικός βαθμός σε μια κλίμακα εύρους από 0-100. **Σημείωση:** Η απάντηση στο ερώτημα 10: 'Λειτουργικότητα Πριν τον Τραυματισμό στο Γόνατο' δεν περιλαμβάνεται στο συνολικό βαθμό. Τα βήματα για την βαθμολόγηση της IKDC είναι τα ακόλουθα:

1. Βαθμολογούμε την κάθε απάντηση ώστε ο χαμηλότερος βαθμός να αντιπροσωπεύει το χαμηλότερο δυνατό επίπεδο λειτουργικότητας.
2. Υπολογίζουμε τον ανεπεξέργαστο βαθμό αθροίζοντας τις απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα εκτός του ερωτήματος 10.
3. Μετατρέπουμε τον ανεπεξέργαστο βαθμό σε κλίμακα από το 0 έως το 100 με τον ακόλουθο τρόπο:

$$\text{Βαθμός IKDC} = \frac{\text{Ανεξέργαστος Βαθμός} - \text{Χαμηλότερος Δυνατός Βαθμός}}{\text{Εύρος Βαθμών (87)}} \times 100$$

Όπου ο χαμηλότερος δυνατός βαθμός είναι το 18 και το εύρος των πιθανών βαθμών είναι το 87. Έτσι εάν το άθροισμα των βαθμών για τα 18 ερωτήματα είναι 60, ο βαθμός του IKDC υπολογίζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

$$60 - 18 \div 87 \times 100 \text{ Άρα Βαθμός IKDC} = 48.3$$

Ο βαθμός που προκύπτει μετά την μετατροπή μεταφράζεται ως μέτρο της λειτουργικότητας ούτως ώστε οι υψηλότερες βαθμολογίες να αντιπροσωπεύουν υψηλότερα επίπεδα λειτουργικότητας και χαμηλότερα επίπεδα συμπτωμάτων. Ο βαθμός 100 μεταφράζεται ως κανένας περιορισμός κατά τις καθημερινές δραστηριότητες και απουσία συμπτωμάτων.

*ο βαθμός της IKDC μπορεί να υπολογιστεί ακόμα και σε περίπτωση που δεν έχουν απαντηθεί όλα τα ερωτήματα, αρκεί να έχει απαντηθεί τουλάχιστον το 90% αυτών. Για να υπολογιστεί ο ανεπεξέργαστος βαθμός της IKDC όταν δεν έχουν απαντηθεί όλα τα ερωτήματα αντικαθιστούμε με το μέσο όρο της βαθμολογίας για τα ερωτήματα που απαντήθηκαν εκείνων που δεν έχουν απαντηθεί.

Με αυτόν τον τρόπο συμπληρώθηκαν και εκτιμήθηκαν οι απαντήσεις των 12 ασθενών μας.

2.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στην ανάλυση δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε περιγραφική και στατιστική ανάλυση. Όλες οι απαντήσεις των ερωτηθέντων κωδικοποιήθηκαν προκειμένου να διευκολυνθεί η ανάλυση των δεδομένων και καταχωρήθηκαν σε ένα αρχείο Excel (Microsoft Excel 2016) μέσω του οποίου πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Συγκεκριμένα υπολογίστηκε ο μέσος όρος των απαντήσεων από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, το σύνολο των απαντήσεων, και ο μέσος όρος των ποσοστών λειτουργικότητας των ασθενών.

2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων για τον καθένα από τους 12 ασθενείς πριν και μετά την θεραπεία με παλμικό Nd:YAG laser, όπου Ε: Ερωτήσεις Ερωτηματολογίου, Α: Ασθενείς. Ακόμα αναγράφονται τα ποσοστά λειτουργικότητας πριν και μετά την χρήση του laser.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα ερωτηματολογίου **πριν** την εφαρμογή Nd:YAG laser.

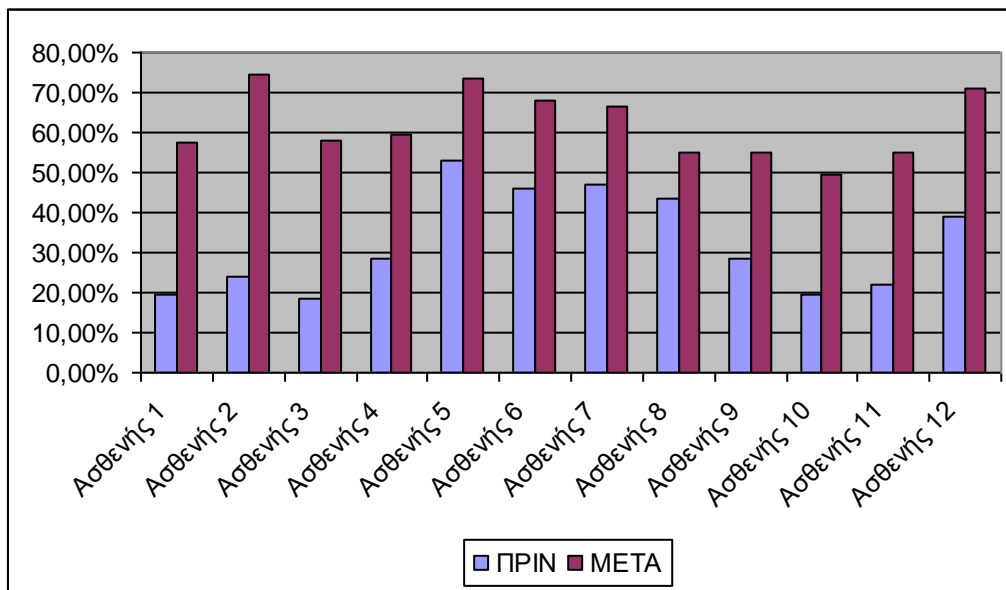
<i>ΠΡIN</i>	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Σύνολο	Ποσοστό
A1	2	4	4	2	1	2	2	18	35	19,5%
A2	5	1	3	2	5	2	2	19	39	24,1%
A3	2	4	4	2	-	2	2	16	32	18,3%
A4	2	1	7	3	2	2	2	27	43	28,7%
A5	2	11	11	4	2	2	2	30	64	52,87%
A6	2	11	11	5	4	2	2	21	58	45,9%
A7	4	5	10	4	3	3	3	27	59	47,1%
A8	4	6	5	3	3	4	4	27	56	43,6%
A9	3	5	6	3	2	2	2	20	43	28,7%
A10	2	2	4	3	1	2	3	18	35	19,5%
A11	2	3	4	2	3	3	3	17	37	21,8%
A12	3	5	7	3	2	4	4	24	52	39,0%

Πίνακας 7: Αποτελέσματα ερωτηματολογίου **μετά** την εφαρμογή Nd:YAG laser.

<i>ΜΕΤΑ</i>	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Σύνολο	Ποσοστό
A1	4	8	9	4	4	4	3	32	68	57,4%
A2	5	9	9	4	5	5	5	41	83	74,7%
A3	3	11	11	5	-	3	3	38	74	58,0%
A4	4	5	9	4	4	3	4	37	70	59,7%
A5	4	11	11	5	3	3	4	41	82	73,5%
A6	4	11	11	5	5	4	3	34	77	67,8%
A7	5	8	10	5	4	4	3	37	76	66,6%
A8	5	7	8	3	4	4	4	31	66	55,1%
A9	4	7	8	4	4	3	4	32	66	55,1%
A10	3	4	6	4	3	4	5	32	61	49,4%
A11	4	7	7	4	4	5	4	31	66	55,1%
A12	4	8	9	4	4	5	5	41	80	71,2%

Στο παρακάτω γράφημα παρατηρούμε την διαφορά των ποσοστών μεταξύ των δυο ερωτηματολογίων πριν και μετά την θεραπεία. Παρατηρούμε πως σε όλους τους ασθενείς υπήρξε βελτίωση σε σχέση με την λειτουργικότητα του γόνατος τους, σε άλλους σημαντική και σε άλλους όχι και τόσο. Κάνοντας στατιστικό έλεγχο για να υπολογιστεί αν υπήρχαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ερωτήσεων πριν και μετά την θεραπεία τα αποτελέσματα του t-test τα οποία πραγματοποιήθηκαν σε ένα αρχείο Excel 2016, έδειξαν πως οι μέσοι όροι των απαντήσεων μετά την θεραπεία ήταν σημαντικά καλύτεροι (61.9%) από τους μέσους όρους πριν την θεραπεία (32%). Η στατιστική σημασία καθορίστηκε σε $p < 0,05$. Το t υπολογίστηκε σε : $t=0.031743$. Από αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε πως υπήρχε στατιστική σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία με laser υψηλής ισχύος.

Γράφημα 1: Ποσοστό λειτουργικότητας των ασθενών πριν και μετά την εφαρμογή Nd:laser.



Στους παρακάτω πίνακες αναγράφεται ο Μ.Ο. των απαντήσεων των ερωτηματολογίων για όλους τους ασθενείς για κάθε μια από τις ερωτήσεις που δόθηκαν πριν και μετά την θεραπεία με το παλμικό Nd:YAG laser καθώς και ο Μ.Ο του ποσοστού λειτουργικότητάς τους.

Πίνακας 8: Μέσος όρος απαντήσεων συνόλου και ποσοστού λειτουργικότητας των ασθενών πριν την εφαρμογή Nd: YAG laser.

Ερώτηση 1	2,75
Ερώτηση 2	4,83
Ερώτηση 3	6,3
Ερώτηση 4	3
Ερώτηση 5	2,54
Ερώτηση 6	2,5
Ερώτηση 7	2,58
Ερώτηση 8	22
Σύνολο	46,08
Ποσοστό	32%

Πίνακας 9: Μέσος όρος απαντήσεων συνόλου και ποσοστού λειτουργικότητας των ασθενών μετά την εφαρμογή Nd: YAG laser.

Ερώτηση1	4,08
Ερώτηση 2	8
Ερώτηση 3	9
Ερώτηση 4	4,25
Ερώτηση 5	4
Ερώτηση 6	3,91
Ερώτηση 7	3,91
Ερώτηση 8	35,5
Σύνολο	72,4
Ποσοστό	61,9%

Αναλυτικά οι Μ.Ο μεταξύ των Ερωτήσεων 1-8 και ο Μ.Ο του συνόλου των απαντήσεων του ερωτηματολογίου πριν και μετά την θεραπεία:

- ΕΡΩΤΗΣΗ 1: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 2,75 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 4,08 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 1,33.
- ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 4,83 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 8 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 3,17
- ΕΡΩΤΗΣΗ 3: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 6,3 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 9 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 2,7
- ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 4,25 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 1,25
- ΕΡΩΤΗΣΗ 5: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 2,54 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 4 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 1,46
- ΕΡΩΤΗΣΗ 6: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 2,5 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 3,91 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 1,41
- ΕΡΩΤΗΣΗ 7: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 2,58 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 3,91 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 1,33
- ΕΡΩΤΗΣΗ 8: Πριν την θεραπεία ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 22 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 35,5 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 13,5
- ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ: Πριν τη θεραπεία ο Μ.Ο των απαντήσεων ήταν 46,08 ενώ μετά την θεραπεία ανέβηκε στο 72,4 κάτι που σημαίνει πως υπήρξε βελτίωση κατά 26,32.

Πίνακας 10: Αποτελέσματα σε σχέση με την χειρουργική αντιμετώπιση όσον αφορά τη λειτουργικότητα των ασθενών πριν και μετά την επέμβαση έπειτα από την εφαρμογή Nd: YAG laser.

Σύνολο Ασθενών	12	Μ.Ο ΠΡΙΝ	Μ.Ο ΜΕΤΑ
Συρραφή Μηνίσκου	6	31%	60%
Μερική Μηνισκεκτομή	5	32,82%	62,48%
Υφολική Μηνισκεκτομή	1	39%	71,20%

3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι μηνίσκοι αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι για την φυσιολογική λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος. Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, τόσο στη σταθερότητά του γόνατος, όσο και στην κατανομή των φορτίων σε αυτό. Είναι σημαντικό να κατανοηθεί πως πιθανός τραυματισμός του μηνίσκου, καθιστά την άρθρωση του γόνατος μη λειτουργική, ενώ παράλληλα επηρεάζεται η συνολική λειτουργία του ανθρώπινου σώματος κυρίως από άποψη κινησιολογίας και εργοφυσιολογίας. Οι ρήξεις αποτελούν τον πιο συχνό τραυματισμό των μηνίσκων και ταξινομούνται εξίσου, ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους. Η φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση των ρήξεων των μηνίσκων περιλαμβάνει κυρίως ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας, και εφαρμογή φυσικών μέσων. Παρά την γενικότερη άποψη πως τα laser υψηλής ισχύος δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν για την φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση των ρήξεων αυτών, λόγω της μεγάλης ισχύος που παρέχουν, στήθηκε η παραπάνω έρευνα με σκοπό να διαπιστωθεί αν η εφαρμογή του παλμικού Nd:YAG laser, υψηλής ισχύος, είναι σε θέση να θεωρηθεί αξιόπιστη και αποτελεσματική για την αποκατάσταση σε ρήξεις των μηνίσκων. Έτσι, πραγματοποιήθηκε μια έρευνα, με 12 ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε χειρουργείο έπειτα από ρήξη του μηνίσκου τους με τα αποτελέσματα να αναγράφονται παρακάτω.

Έπειτα από την ανάλυση όλων των δεδομένων της έρευνας, διαπιστώθηκε πως υπήρξε μεγάλη βελτίωση στους περισσότερους από τους ασθενείς που συμμετείχαν στην έρευνα και μερική βελτίωση στους υπολοίπους. Συγκεκριμένα ο ασθενής 1 βελτίωσε το ποσοστό λειτουργικότητας του κατά 37,9%. Ο ασθενής 2 σημείωσε την μεγαλύτερη βελτίωση καθώς το ποσοστό λειτουργικότητας του βελτιώθηκε κατά 50,6%. Ο ασθενής 3 επίσης βελτίωσε το ποσοστό λειτουργικότητας του κατά 39%. Για τους ασθενείς 4, 5, 6 το ποσοστό λειτουργικότητας αυτών βελτιώθηκε κατά 31%, 20,63% και 21,9% αντίστοιχα. Στον ασθενή 7 το ποσοστό λειτουργικότητας του βελτιώθηκε ικανοποιητικά κατά 19,5%. Ο ασθενής 8 σημείωσε την μικρότερη βελτίωση από όλους τους ασθενείς καθώς το ποσοστό του βελτιώθηκε μόλις κατά 11,5%. Ο συγκεκριμένος ασθενής αξίζει να σημειωθεί πως είχε ήδη αρκετά ψηλό ποσοστό λειτουργικότητας μετά τον τραυματισμό του, κάτι που δικαιολογεί την μικρή αυτή βελτίωση. Οι ασθενείς 9,10,11,12 σημείωσαν ικανοποιητική βελτίωση στο ποσοστό λειτουργικότητας τους αφού αύξησαν το ποσοστό τους σε 26,4%, 29,9%, 33,3%, 32,2% αντίστοιχα. Ακόμα υπήρξε η δυνατότητα να υπολογιστούν τα ποσοστά λειτουργικότητας των ασθενών πριν και μετά την εφαρμογή του Nd:YAG laser, με γνώμονα τα χειρουργεία που οι ασθενείς είχαν υποβληθεί. Με αυτό το τρόπο εκτιμήθηκε και η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης εφαρμογής στους συγκεκριμένους τύπους χειρουργικής αποκατάστασης των ρήξεων των μηνίσκων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο μέσος όρος των ασθενών (6) που είχαν υποβληθεί σε χειρουργείο συρραφής του μηνίσκου αύξησε το ποσοστό του κατά 29%, ενώ αντίστοιχα ο μέσος όρος του ποσοστού των ασθενών (5) που είχαν υποβληθεί σε χειρουργείο μερικής μηνισκεκτομής αυξήθηκε κατά 29,66%. Ένας ασθενής μόνο είχε υποβληθεί σε χειρουργείο υφολικής μηνισκεκτομής, του οποίου το ποσοστό λειτουργικότητας αυξήθηκε κατά 32,2%. Βέβαια το δείγμα για το συγκεκριμένο χειρουργείο είναι ελάχιστο κάτι που υποδεικνύει πως τουλάχιστον για το συγκεκριμένο τρόπο χειρουργικής αποκατάστασης η εφαρμογή Nd: YAG laser δεν μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστη.

Παρόλα αυτά είναι σημαντικό να κατανοηθεί πως λόγω του μικρού δείγματος της έρευνας, εξ ολοκλήρου θετικά αποτελέσματα της επίδρασης του laser νεοδυμίου υψηλής ισχύος δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα. Παρά το γεγονός πως τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή βελτίωση στην λειτουργικότητα των ασθενών, περαιτέρω έρευνες είναι φρόνιμο να διεξαχθούν με μεγαλύτερο σαφέστατα δείγμα ασθενών, και όσον αφορά τον αριθμό του ίδιου

του δείγματος, αλλά και όσον αφορά την πληθώρα των χειρουργείων για τις ρήξεις των μηνίσκων καθώς η παρούσα έρευνα ήταν σε θέση να αξιολογήσει την εφαρμογή του laser, σε 3 μόνο είδη χειρουργικής αποκατάστασης.

Ακόμα, έρευνες είναι σκόπιμο να διεξαχθούν και για άλλες μυοσκελετικές παθήσεις καθώς το Nd: YAG laser εξειδικεύεται κυρίως σε αυτές, για να αποδειχτεί εξ ολοκλήρου η αποτελεσματικότητα και η εγκυρότητα του συγκεκριμένου laser υψηλής ισχύος στις παθήσεις αυτές.

3.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Αν και τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν σαφή βελτίωση στην αποκατάσταση των ρήξεων των μηνίσκων με την εφαρμογή παλμικού Nd:YAG laser, κάτι που φανερώνεται από την σύγκριση των ποσοστών της λειτουργικότητας των ασθενών πριν και μετά την εφαρμογή, το μικρό δείγμα ασθενών που συμμετείχαν στην έρευνα δεν μπορεί να θεωρηθεί εξ ολοκλήρου αξιόπιστο και αποτελεσματικό. Ακόμα θα πρέπει η εφαρμογή να αξιολογηθεί σε σύγκριση και με άλλες χειρουργικές επεμβάσεις σε σχέση με τις ρήξεις των μηνίσκων, όπως για παράδειγμα σε χειρουργείο με μεταμόσχευμα μηνίσκου κάτι που στην παρούσα έρευνα δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί. Επιπρόσθετα λόγω της ελλιπής αρθρογραφίας για την φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση με την χρήση laser υψηλής ισχύος για τις ρήξεις των μηνίσκων, περαιτέρω και πληρέστερες έρευνες πρέπει να πραγματοποιηθούν για να υπάρξει ολοκληρωτική αποδοχή για την ασφάλεια, την αποδοτικότητα, και την εγκυρότητα του Nd:YAG laser.

3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Συμπερασματικά, η τρέχουσα έρευνα που αφορούσε την αποτελεσματικότητα στην φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση στις ρήξεις των μηνίσκων με την μέθοδο Nd:YAG laser, φάνηκε με βάση τις συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν να επιδρά σημαντικά στην βελτίωση της λειτουργικότητας ασθενών με ρήξη μηνίσκου έπειτα από χειρουργική επέμβαση. Όλοι οι ασθενείς που συμμετείχαν στην έρευνα παρουσίασαν εμφανή βελτίωση του ποσοστού λειτουργικότητας του γόνατος τους ανεξάρτητα από το είδος της ρήξης και του χειρουργείου που υποβλήθηκαν.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) A.A. Ebid, A.R. Ibrahim, M. T. Omar, A.A. El Baky. Long-term effects of pulsed high-intensity laser therapy in the treatment of post-burn pruritus: a double-blind, placebo-controlled, randomized study. *Lasers in Medical Science* (2017).
- 2) Ali Gur et al, Efficacy of 904 nm gallium arsenide low level laser therapy in the management of chronic myofascial pain in the neck, *Lasers in surgery and medicine*, 2004/9/1.
- 3) Allferdo PP et al, Long-term results of a randomized, controlled, double-blind study of low-level laser therapy before exercises in knee osteoarthritis, *Clin Rehabil.* 2017 Aug 1.
- 4) Bjordal JM et al, A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders, *Aust J Physiother*,2003.
- 5) De Oliveira Melo M, Effects of neuromuscular electrical stimulation and low-level laser therapy on neuromuscular parameters and health status in elderly women with knee osteoarthritis, *J Rehabil Med.* 2016 Mar.
- 6) D. M. Kamel, N. S. Hamed, N. A. Abdel Raoof, S. A. Tantawy. Pulsed magnetic field versus ultrasound in the treatment of postnatal carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial in the women of an Egyptian population. *Journal of Advanced Research* 8, 45–53, 2017.
- 7) Gabrhel J., Popracová Z., Tauchmannová H., Nemšák M. Hilterapia® - High intensity laser therapy in the treatment of severe tendon and ligament injuries. *Energy for Health* [13] 2014.
- 8) Goudelis D. Georgios., Surgical treatment of meniscal tears, 2015, Athens. Orthopedic Surgeon - Doctor of the University of Athens. Specialized in Arthroscopic Surgery and Orthopedic Sports Medicine for Adults and Children, Heidelberg Germany.
- 9) Jan M Bjordal et al, A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of Low Level Laser Therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow), *BMC Musculoskeletal Disorders* 2008, 29 May 2008.
- 10) Malliaropoulos N. et al, Low-level laser therapy in meniscal pathology, *Lasers Med Sci.* 2013 Jul 28.
- 11) M.S. Alayat, T.H. Aly, A.E. Elsayed, A.S. Fadil. Efficacy of pulsed Nd: YAG laser in the treatment of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Lasers in Medical Science* (2017).
- 12) M. S. M. Alayat, A. A. Mohamed, O. F. Helal, O. A. Khaled. Efficacy of high-intensity laser therapy in the treatment of chronic neck pain: a randomized double-blind placebo-control trial. *Lasers in Medical Science* (2016).

- 13) N.O. Pekyavas, G. Baltaci. Short-term effects of high-intensity laser therapy, manual therapy, and Kinesio taping in patients with subacromial impingement syndrome. *Lasers in Medical Science* (2016).
- 14) Rayiegani et al, Safety and Effectiveness of Low-Level Laser Therapy in Patients with Knee Osteoarthritis, *J Lasers Med Sci*. 2017 Summer.
- 15) Šifta P., Danilov D. Effects of high-intensity laser on gonarthrosis. *Energy for Health* [14], 2015.
- 16) Takashi Nakamura, Low Level Laser Therapy for chronic knee joint pain patients, *J-STAGE home/LASER THERAPY / Volume 23 (2014) Issue 4, December 28, 2014*.
- 17) U. Dundar, U. Turkmen, H. Toktas, A. M. Ulasli, O. Solak. Effectiveness of high-intensity laser therapy and splinting in lateral epicondylitis; a prospective, randomized, controlled study. *Lasers in medical science* 30.3 (2015).
- 18) U. Dundar, U. Turkmen, H. Toktas, O. Solak, A. M. Ulasli. Effect of high-intensity laser therapy in the management of myofascial pain syndrome of the trapezius: a double-blind, placebo-controlled study. *Lasers in medical science* 30.1 (2015)
- 19) Valent A. Management of chronic Achilles tendinopathy with High Intensity Laser Therapy (HILT®) and eccentric exercises. *Energy for Health* [13] 2014.
- 20) Vervainioti A. Nd: YAG laser in the management of low back pain. 2014, *Energy for Health* [12] 2014.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ:

- 1) Κωσταντίνος Α. Φουσέκης (2015) *ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ*, ΕΚΔΟΣΗ BROKEN HILL PUBLISHERS LTD
- 2) ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ (1996-97) *ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ: ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ*, ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ, Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, 1996.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΑ ΒΙΒΛΙΑ

- 3) Alessandro Zati and Alessandro Valent (2006) *LASER THERAPY IN MEDICINE*, Edizioni Minerva Medica. Torino, 2008.
- 4) Alessandro Valent-Riccardo Pratesi-Monica Monici-Franco Fusi (2009) *HILTERRAPIA®MANUAL*. Published by ASA slr, Arcugnano (VL), Italy.

- 5) Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby (1996) *ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ-ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ*, Για την ελληνική γλώσσα:2003, Ανδ.Σιώκη και Δημ.Σιώκης Ο.Ε, Ιατρικές Εκδόσεις Σιώκης.
- 6) Drake, R. L., Vogl, W. and Mitchell, A. W. M. (2007) *ANATOMIA GRAY'S (ΤΟΜΟΣ1)*. 2nd edn. Edited by Π. Ν. ΣΚΑΝΔΑΛΑΚΗΣ. ΑΘΗΝΑ: Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης, Π. Χ.
- 7) Oatis, C. A. (2012) *ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ-Η Μηχανική και η Παθομηχανική της Ανθρώπινης Κίνησης (ΤΟΜΟΣ 2)*. 2^η έκδοση. Μετάφραση από Ι. Θ. Σταθόπουλος. ΠΑΤΡΑ: GOTSIS ΕΚΔΟΣΕΙΣ.
- 8) Platzer, W. (2009) *ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ-ΚΙΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΤΟΜΟΣ Ι)*. Μετάφραση από Δ. Λ. ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ, Π. Ν. ΣΚΑΝΔΑΛΑΚΗΣ, Θ. Σ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ. ΑΘΗΝΑ: ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ, Π.Χ.
- 9) S. Brent Brotzman, Kevin E. Wilk. *Ορθοπαιδική Αποκατάσταση στην Κλινική Πράξη*. Μετάφραση-Επιμέλεια Ευθύμιος Ι. Κουλούλας. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας, Ελληνική Έκδοση 2007, Αθήνα
- 10) Solomon L, Warwick J. D., Nayagam S. (2010) *APPLEY'S ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΟΛΟΓΙΑ-ΒΑΣΙΚΗ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ*. Μετάφραση-Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Παναγιώτης Ι. Παπαγγελόπουλος, Κωνσταντίνος Γ. Βλάσης. ΑΘΗΝΑ: Ιατρικές Εκδόσεις ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ Π.Χ.
- 11) Tim Watson (2011) *ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ-ΤΕΚΜΗΡΙΩΜΕΝΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ*. 12^η Έκδοση, Επιμέλεια-Πρόλογος Ελληνικής Έκδοσης Δρ. Νικόλαος Στριμπάκος. ΑΘΗΝΑ: Ιατρικές Εκδόσεις ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ Π.Χ.
- 12) Val Robertson, Alex Ward, John Low, Ann Reed (2006) *ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ-ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ*, 4^η Έκδοση, Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Κωσταντίνος Δ. Κατσουλάκης, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ανατομία γόνατος.....	6
Εικόνα 2: Κάτω τμήμα μηριαίου.....	8
Εικόνα 3: Αρθρικές επιφάνειες άνω κνήμης.....	9
Εικόνα 4 : Αρθρική επιφάνεια επιγονατίδας.....	10
Εικόνα 5: Άνω τμήμα περόνης.....	10
Εικόνα 6: Σύνδεσμοι γόνατος	13
Εικόνα 7: Σύνδεσμοι γόνατος (2).....	13
Εικόνα 8: Απεικόνιση μηνίσκων.....	14
Εικόνα 9: Απεικόνιση μηνίσκων (2)	15
Εικόνα 10: Ζώνες αιμάτωσης μηνίσκων	16
Εικόνα 11: Απεικόνιση μηνίσκων (3)	16
Εικόνα 12: Κίνηση των μηνίσκων στην κνήμη (Oatis,2012)	17
Εικόνα 13: Ταξινόμηση ρήξεων μηνίσκου	19
Εικόνα 14: Ταξινόμηση ρήξεων μηνίσκου (2).....	20
Εικόνα 15: Διαγνωστική απεικόνιση (MRI) ρήξης μηνίσκου	21
Εικόνα 16: Ρήξεις μηνίσκου αρθροσκοπικά	22
Εικόνα 17: Αρθροσκόπηση γόνατος για ρήξη μηνίσκου	24
Εικόνα 18: Δοκιμασία McMurray’s (Φουσέκης,2015).....	24
Εικόνα 19: Δοκιμασία εξέτασης ευαισθησίας μεσάρθριας γραμμής (Φουσέκης,2015).....	25
Εικόνα 20: Δοκιμασία Ege’s (Φουσέκης,2015).....	25
Εικόνα 21:Κλινικό πρόγραμμα επιταχυνόμενης φυσικοθεραπείας μετά από μηνισκοσυρραφή (Φουσέκης,2015)	27
Εικόνα 22: Κλινικό πρόγραμμα επιταχυνόμενης φυσικοθεραπείας μετά από μηνισκοσυρραφή (συνέχεια) (Φουσέκης,2015)	28
Εικόνα 23: Laser χαμηλής ισχύος	30
Εικόνα 24: Laser χαμηλής ισχύος (2)	31
Εικόνα 25: Διείσδυση laser στους ιστούς	32
Εικόνα 26: T.E.N.S.	33
Εικόνα 27: Μηχανισμός δράσης T.E.N.S.	35
Εικόνα 28: Nd: YAG laser	36
Εικόνα 29: Nd: YAG laser generators (Valent, Pratesi, Monici, Fusi,2009).....	37
Εικόνα 30: Τρόπος εκπομπής Nd: YAG laser (Zati and Valent,2008)	42

Εικόνα 31: Ενδεικτικά γυαλιά προστασίας των ματιών	44
Εικόνα 32: Προσθιοπλάγια οδός εισόδου (Zati and Valent,2008).....	46
Εικόνα 33: Οπίσθια οδός εισόδου (Zati and Valent,2008)	46
Εικόνα 34: Προσθιομέσα και προσθιοπλάγια οδός εισόδου (Zati and Valent,2008)	47
Εικόνα 35: Nd: YAG laser (2)	53
Εικόνα 36: Εφαρμογή Nd: YAG laser	54
Εικόνα 37: Παράμετροι θεραπείας για κακώσεις/ρήξεις μηνίσκου.....	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά των πιο κοινών Nd: YAG laser (Valent, Pratesi, Monici, Fusi,2009)	37
Πίνακας 2: Παράμετροι θεραπείας παθολογικής κατάστασης (αρχική/τελική φάση) για το γόνατο (Zati and Valent,2008)	45
Πίνακας 3: Σχετικές έρευνες	47-49
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά ασθενών	52
Πίνακας 5: Παράμετροι θεραπείας για κακώσεις/ρήξεις μηνίσκου (Zati and Valent,2008)	54
Πίνακας 6: Αποτελέσματα ερωτηματολογίου πριν την εφαρμογή Nd: YAG laser.....	57
Πίνακας 7: Αποτελέσματα ερωτηματολογίου μετά την εφαρμογή Nd: YAG laser	57
Πίνακας 8: Μέσος όρος απαντήσεων συνόλου και ποσοστού λειτουργικότητας των ασθενών πριν την εφαρμογή Nd: YAG laser	58
Πίνακας 9: Μέσος όρος απαντήσεων συνόλου και ποσοστού λειτουργικότητας των ασθενών μετά την εφαρμογή Nd: YAG laser	59
Πίνακας 10: Αποτελέσματα σε σχέση με την χειρουργική αντιμετώπιση όσον αφορά την λειτουργικότητα των ασθενών πριν και μετά την επέμβαση έπειτα από την εφαρμογή Nd: YAG laser	59

ΓΡΑΦΗΜΑ

Γράφημα 1: Ποσοστό λειτουργικότητας ασθενών πριν και μετά την εφαρμογή Nd: YAG laser	58
---	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1: Υποκειμενική φόρμα αξιολόγησης γόνατος

2000 IKDC ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΦΟΡΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΟΝΑΤΟΣ (Koumantakis et al. 2016)

Όνοματεπώνυμο _____

Σημερινή Ημερομηνία: ____/____/____
 Ημέρα Μήνας Έτος

Ημερομηνία τραυματισμού: ____/____/____
 Ημέρα Μήνας Έτος

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ*:

*Βαθμολογήστε τα συμπτώματα με βάση το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας στο οποίο νομίζετε ότι μπορείτε να λειτουργήσετε χωρίς σημαντικά συμπτώματα, ακόμα κι αν δεν εκτελείτε πραγματικά δραστηριότητες σε αυτό το επίπεδο.

1. Ποιο είναι το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας που μπορείτε να λειτουργήσετε χωρίς σημαντικό πόνο στο γόνατο;

- Πολύ έντονες δραστηριότητες όπως άλματα ή στροφικές κινήσεις όπως στο μπάσκετ ή το ποδόσφαιρο
- Έντονες δραστηριότητες όπως βαριά σωματική εργασία, σκι ή τένις
- Μέτριας έντασης δραστηριότητες όπως μέτρια σωματική εργασία, τρέξιμο ή αργό τρέξιμο
- Ελαφρές δραστηριότητες όπως περπάτημα, εργασία στο σπίτι ή τον κήπο
- Ανίκανος/-η να εκτελέσει οποιαδήποτε από τις παραπάνω δραστηριότητες λόγω πόνου στο γόνατο

2. Κατά τις προηγούμενες 4 εβδομάδες, ή από την ημερομηνία τραυματισμού σας, πόσο συχνά είχατε πόνο;

Ποτέ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Διαρκώς

3. Εάν είχατε πόνο, πόσο ισχυρός ήταν;

Καθόλου πόνος 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Ο χειρότερος πόνος που φαντάζεστε

4. Κατά τις προηγούμενες 4 εβδομάδες, ή από την ημερομηνία τραυματισμού σας, πόσο δύσκαμπτο ή ηρησμένο ήταν το γόνατό σας;

- Καθόλου
- Ήπια
- Μέτρια
- Πολύ
- Εξαιρετικά

5. Ποιο είναι το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας που μπορείτε να λειτουργήσετε χωρίς σημαντικό οίδημα (υγρό) στο γόνατό σας;

- Πολύ έντονες δραστηριότητες όπως άλματα ή στροφικές κινήσεις όπως στο μπάσκετ ή το ποδόσφαιρο
- Έντονες δραστηριότητες όπως βαριά σωματική εργασία, σκι ή τένις
- Μέτριας έντασης δραστηριότητες όπως μέτρια σωματική εργασία, τρέξιμο ή αργό τρέξιμο
- Ελαφρές δραστηριότητες όπως περπάτημα, εργασία στο σπίτι ή τον κήπο
- Ανίκανος/-η να εκτελέσει οποιαδήποτε από τις παραπάνω δραστηριότητες λόγω οιδήματος στο γόνατο

6. Κατά τις προηγούμενες 4 εβδομάδες, ή από την ημερομηνία τραυματισμού σας, το γόνατό σας «κλειδώνει» ή «μπλόκαρε» σε ένα σημείο;

- Ναι Όχι

7. Ποιο είναι το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας που μπορείτε να λειτουργήσετε χωρίς σημαντικό αίσθημα αστάθειας στο γόνατό σας;

- Πολύ έντονες δραστηριότητες όπως άλματα ή στροφικές κινήσεις όπως στο μπάσκετ ή το ποδόσφαιρο
- Έντονες δραστηριότητες όπως βαριά σωματική εργασία, σκι ή τένις
- Μέτριας έντασης δραστηριότητες όπως μέτρια σωματική εργασία, τρέξιμο ή αργό τρέξιμο
- Ελαφρές δραστηριότητες όπως περπάτημα, εργασία στο σπίτι ή τον κήπο
- Ανίκανος/-η να εκτελέσει οποιαδήποτε από τις παραπάνω δραστηριότητες λόγω αισθήματος αστάθειας γόνατος

Παράρτημα 1: Υποκειμενική φόρμα αξιολόγησης γόνατος (συνέχεια)

Σελίδα 2 – 2000 ΙΚΔΣ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΦΟΡΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΟΝΑΤΟΣ

ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ:

8. Ποιο είναι το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας που μπορείτε να λάβετε μερικές φορές;

- Πολύ έντονες δραστηριότητες όπως άλματα ή στροφικές κινήσεις όπως στο μπάσκετ ή το ποδόσφαιρο
- Έντονες δραστηριότητες όπως βαριά σωματική εργασία, σκι ή τένις
- Μέτριας έντασης δραστηριότητες όπως μέτρια σωματική εργασία, τρέξιμο ή αργό τρέξιμο
- Ελαφρές δραστηριότητες όπως περπάτημα, εργασία στο σπίτι ή τον κήπο
- Ανίκανος/-η να εκτελέσει οποιαδήποτε από τις παραπάνω δραστηριότητες λόγω του γόνατος

9. Πως επηρεάζει το γόνατό σας την ικανότητά σας να:

		Καθόλου δύσκολο	Ελάχιστα δύσκολο	Μετρίως δύσκολο	Εξαιρετικά δύσκολο	Αδύνατο
α.	Ανεβαίνετε σκάλες	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
β.	Κατεβαίνετε σκάλες	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
γ.	Γονατίζετε στο γόνατό σας	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
δ.	Κάνετε βαθύ κάθισμα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ε.	Κάθεστε με το γόνατό σας λυγισμένο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
στ.	Σηκώνεστε από καρέκλα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ζ.	Τρέχετε στην ευθεία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
η.	Κάνετε άλμα και να προσγειώνεστε στο προσβεβλημένο πόδι	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
θ.	Σταματάτε και να ξεκινάτε απότομα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Λειτουργικότητα:

10. Πως θα βαθμολογούσατε την λειτουργικότητα του γόνατος σας σε κλίμακα από το 0 έως το 10 με το 10 να είναι η φυσιολογική, άριστη λειτουργικότητα και το 0 να είναι η πλήρης ανικανότητα εκτέλεσης οποιωνδήποτε από τις συνήθεις καθημερινές δραστηριότητες σας οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν και αθλητικές δραστηριότητες;

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΣΑΣ:

Δεν μπορούν να εκτελεστούν καθημερινές δραστηριότητες

Κανένας περιορισμός σε καθημερινές δραστηριότητες

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ΠΑΡΟΥΣΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΣΑΣ:

Δεν μπορούν να εκτελεστούν καθημερινές δραστηριότητες

Κανένας περιορισμός σε καθημερινές δραστηριότητες

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Παράρτημα 2: Έντυπο Συγκατάθεσης Ασθενή

ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Επικέτα ή Εκτύπωση:

MRN#:

Ημ. Γέννησης:

Όνομα συμμετέχοντα:

Φύλο:

Επικεφαλής ερευνητής:

Σύντομο Έντυπο Συγκατάθεσης Συμμετοχής σε Έρευνα

Ερωτάστε εάν επιθυμείτε να συμμετάσχετε σε ερευνητική μελέτη. Προτού συμφωνήσετε να συμμετάσχετε στη μελέτη, ένας μέλος της ομάδας μελέτης πρέπει να σας πει ορισμένα πράγματα σχετικά με την έρευνα. Θα σας πει για

- α. το σκοπό της έρευνας
- β. τι θα συμβεί κατά τη διάρκεια της έρευνας
- γ. πόσο θα διαρκέσει η έρευνα και για πόσο διάστημα θα σας ζητηθεί να συμμετάσχετε.
- δ. ποια μέρη της έρευνας είναι πειραματικά (κάτι που δοκιμάζεται)
- ε. οποιοσδήποτε κινδύνους ή μέρη της έρευνας που ενδέχεται να σας βλάψουν ή μπορεί να σας κάνουν να αισθανθείτε άβολα
- στ. οποιαδήποτε οφέλη για εσάς ή άλλους που ενδέχεται να προκύψουν από την έρευνα
- ζ. οποιαδήποτε θεραπείες ή διαδικασίες που μπορεί να σας ωφελήσουν αντί της έρευνας (εναλλακτικές)
- η. ορισμένα στοιχεία σχετικά με το ποιον ενδέχεται να γίνει κοινή χρήση των δεδομένων σας
- θ. το πώς προστατεύεται η εμπιστευτικότητα σας και το απόρρητο των στοιχείων σας.

Το προσωπικό της μελέτης πρέπει να σας αναφέρει τα ακόλουθα στοιχεία εάν ισχύει για τη μελέτη αυτή

- α. εάν θα λάβετε οποιαδήποτε αμοιβή (χρηματική ή δωρεάν ιατρική περίθαλψη) σε περίπτωση τραυματισμού σας ενόσω συμμετέχετε στην ερευνητική μελέτη
- β. εάν υπάρχουν κίνδυνοι που δεν γνωρίζουμε τώρα αλλά μπορεί να προκύψουν στο μέλλον
- γ. εάν υπάρχουν λόγοι για τους οποίους οι ερευνητές μπορεί να διακόψουν τη συμμετοχή σας στη μελέτη
- δ. οποιαδήποτε οικονομική επιβάρυνση για τη συμμετοχή σας στη μελέτη
- ε. τι συμβαίνει εάν θελήσετε να διακόψετε τη συμμετοχή σας στη μελέτη
- στ. όταν σας ενημερώνουν για νέα ευρήματα που μπορεί να προκαλέσουν να αλλάξετε γνώμη για τη συμμετοχή σας στη μελέτη
- ζ. πόσα άτομα θα συμμετέχουν στη μελέτη.

Αφού σας πουν όλες τις παραπάνω πληροφορίες, το προσωπικό της μελέτης θα σας ρωτήσει εάν θέλετε να συμμετάσχετε στη μελέτη. Εάν συμφωνείτε, τότε το προσωπικό της μελέτης θα σας ζητήσει να υπογράψετε αυτό το έντυπο. Πρέπει να σας δώσουν ένα υπογεγραμμένο αντίγραφο αυτού του εντύπου στη γλώσσα σας. Επίσης θα σας δοθεί μια γραπτή περίληψη της έρευνας στην αγγλική γλώσσα.

Εσείς ή ο διερμηνέας σας μπορεί να καλέσει τον/την _____ στο _____ οποιαδήποτε στιγμή έχετε απορίες σχετικά με την έρευνα ή με το τι να κάνετε εάν τραυματιστείτε. Εσείς ή ο διερμηνέας σας μπορείτε να καλέσετε στην Επιτροπή Κλινικών Ερευνών του Νοσοκομείου Παιδων Βοστώνης στο 617-355-7052 εάν έχετε απορίες σχετικά με τα δικαιώματά σας ως συμμετέχοντα στην έρευνα.

Είστε ελεύθεροι να αποφασίσετε εάν θέλετε ή όχι να συμμετάσχετε σε αυτή την ερευνητική μελέτη. Εξαρτάται από εσάς. Μπορεί να αποφασίσετε ότι δεν θέλετε να συμμετάσχετε στη μελέτη. Μπορείτε να αποφασίσετε να συμμετάσχετε στη μελέτη και να διακόψετε οποιαδήποτε στιγμή. Εάν αποφασίσετε να μη συμμετάσχετε στη μελέτη ή εάν αποφασίσετε να διακόψετε, δεν θα χάσετε κανένα από τα οφέλη που δικαιούστε. Όποια και αν είναι η απόφασή σας, δεν θα αλλάξει ο τρόπος που αντιμετωπίζεστε από το προσωπικό, αλλά εάν αποφασίσετε να συμμετάσχετε στην ερευνητική μελέτη, θα αλλάξει το πλάνο θεραπείας σας.

Παράρτημα 2: Έντυπο Συγκατάθεσης Ασθενή (συνέχεια)

ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

MRN: _____

Όνομα ολογράφως: _____

Υπογράφοντας αυτό το έγγραφο σημαίνει ότι σας εξηγήθηκε η ερευνητική μελέτη. Αυτό σημαίνει ότι σας αναφέρθηκαν όλες οι παραπάνω πληροφορίες. Εάν υπογράψετε αυτό το έντυπο σημαίνει ότι συμφωνείτε να συμμετάσχετε στη μελέτη.

Στοιχεία συμμετέχοντος

■ _____
Ημερομηνία (ΜΜ/ΗΗ/ΕΤΟΣ) Υπογραφή του Παιδιού/Ενήλικα συμμετέχοντα (εάν υπάρχει)

Συγκατάθεση συμμετέχοντα/ή Αδεια Γονική/Νόμιμου κηδεμόνα

■ _____
Ημερομηνία (ΜΜ/ΗΗ/ΕΤΟΣ) Υπογραφή Ενήλικου συμμετέχοντα ή Γονέα ή Νόμιμου κηδεμόνα Σχέση με το παιδί

■ _____
Ημερομηνία (ΜΜ/ΗΗ/ΕΤΟΣ) Υπογραφή του ατόμου που αποδέχεται τη συμμετοχή Όνομα ολογράφως

■ _____
Ημερομηνία (ΜΜ/ΗΗ/ΕΤΟΣ) Υπογραφή Μάρτυρα* και Λιερμηνεία Όνομα ολογράφως

* Ο μάρτυρας βεβαιώνει ότι το ερευνητικό πρωτόκολλο περιγράφηκε και ο συμμετέχοντας ενημερώθηκε ότι μπορεί να θέσει ερωτήσεις