



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΕΩΣ»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΑΓΚΙΟΥΖΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΠΑΠΑΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΙΓΙΟ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ΣΕΛΙΔΑ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΑΝΑΤΟΜΙΑ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	3
1.1. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	3
1.1.1. ΓΕΝΙΚΑ	3
1.1.2. ΤΥΠΟΙ ΟΣΤΟΥ	4
1.1.3. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	6
1.1.4. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ	11
1.2. ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	12
1.3. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ	16
1.3.1. ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ	16
1.3.2. ΠΩΡΩΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ	19
1.3.3. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΩΡΩΣΗ	21
1.3.4. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΠΩΡΩΣΗ	22
1.3.5. ΣΤΑΔΙΑ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΠΩΡΩΣΗΣ	22
1.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΩΡΩΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ	28
1.4.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗΝ ΠΩΡΩΣΗ	29
1.4.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΩΡΩΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ	30
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ	32
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	32
2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ	32
2.1.2 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	33

2.1.3	ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ	36
2.1.4	ΣΗΜΕΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ	37
2.2	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΟΥΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ	39
2.2.1	ΓΕΝΙΚΑ	39
2.2.2	ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	43
2.2.3	ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	53
2.3	ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ	56
2.3.1	ΔΙΑΓΝΩΣΗ	56
2.3.2	ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ	57
2.3.3	ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	58
3.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΕΙΔΙΚΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ	63
3.1.	ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ	63
3.1.1.	ΓΕΝΙΚΑ	63
3.1.2.	ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ	64
3.1.3.	ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ	65
3.2.	ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ	66
3.2.1.	ΓΕΝΙΚΑ	66
3.2.2.	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	67
3.2.3.	ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΜΗ ΕΜΜΗΝΟΡΡΟΪΚΕΣ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ	68
3.3.	ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΤΟΥ ΤΕΝΝΙΣ	69
3.4.	ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΟ ΜΠΑΛΕΤΟ	70
3.5.	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΘΛΗΤΩΝ ΜΕ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ	70
3.6.	ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΘΛΗΤΩΝ	75
3.7.	ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΣΤΡΑΤΙΩΤΕΣ	76
3.7.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ/ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ	76

3.7.2.ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	82
3.7.3.ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ	84
4. ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ & ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ	86
4.1. ΓΕΝΙΚΑ	86
4.2. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΚΝΗΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΟΝΗ	87
4.2.1.ΙΣΤΟΡΙΚΟ	88
4.2.2.ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ	89
4.2.3.ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	89
4.2.4.ΘΕΡΑΠΕΙΑ	90
4.3. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΑ ΜΕΤΑΤΑΡΣΙΑ	92
4.3.1.ΓΕΝΙΚΑ	92
4.3.2.ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ Κ.Κ. ΠΟΡΕΙΑΣ “MARCH FRACTURE”	93
4.3.3.ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΤΑ “MARCH FRACTURES”	95
4.3.4.ΘΕΡΑΠΕΙΑ	96
4.4. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΥ ΜΕΤΑΤΑΡΣΙΟΥ	99
4.5. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΤΟΥ 5ΟΥ ΜΕΤΑΤΑΡΣΙΟΥ	100
4.5.1.ΓΕΝΙΚΑ	100
4.5.2.ΘΕΡΑΠΕΙΑ	101
4.6. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΗΣΑΜΟΕΙΔΩΝ	102
4.6.1.ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	103
4.6.2.ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	104
4.6.3.ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	104

4.7. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΚΑΦΟΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΚΥΒΟΕΙΔΟΥΣ	105
4.8. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΑΣΤΡΑΓΑΛΟ	107
4.9. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗ ΠΤΕΡΝΑ	109
4.10. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΟΣΤΟΥ	111
4.10.1. ΓΕΝΙΚΑ	111
4.10.2. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ	112
4.10.3. ΘΕΡΑΠΕΙΑ	113
4.11. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	114
4.11.1. ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ	114
4.11.2. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ	114
4.11.3. ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	115
4.11.4. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	115
4.12. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΙΕΡΟΥ ΟΣΤΟΥ	116
4.12.1. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ	116
4.12.2. ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	116
4.12.3. ΘΕΡΑΠΕΙΑ	117
4.13. ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΩΛΕΚΡΑΝΟΥ	118
4.13.1. ΓΕΝΙΚΑ	118
4.13.2. ΔΙΑΓΝΩΣΗ	118
4.13.3. ΘΕΡΑΠΕΙΑ	118
4.14. ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ	119
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	121
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	125
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	126

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΙ ΠΙΝΑΚΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ
Πίνακας 1.1	Χαρακτηριστικά τάσης – επιμήκυνσης για ανθρώπινα οστά σε συνάρτηση με την ηλικία.	15
Πίνακας 2.1	Παράγοντες που συντελούν σε τραυματισμούς υπέρχρησης.	42
Πίνακας 2.2	Πιθανοί ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες κινδύνου για κάταγμα κόπωσης.	43
Πίνακας 2.3	Κατηγοριοποίηση του πόνου σε τραυματισμούς υπέρχρησης.	58
Πίνακας 3.1	Περιπτώσεις και ποσοστά καταγμάτων κόπωσης σε κνήμη και περόνη, ανάμεσα σε νεοσύλλεκτους και μη.	81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Α/Α	ΤΙΤΛΟΙ ΕΙΚΟΝΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ
Εικόνα 1.1	Τα οστά και τα κύρια μέρη του σκελετού.	4
Εικόνα 1.2	Διάφοροι τύποι οστών.	5
Εικόνα 1.3	Επικουρικά οστάρια.	6
Εικόνα 1.4	Δομή οστού.	8
Εικόνα 1.5	Οστέωνας.	9
Εικόνα 1.6	Φλοιώδες και σπογγώδες οστούν.	10
Εικόνα 1.7	Είδη φορτίων που εφαρμόζονται σε ανθρώπινα οστά.	13
Εικόνα 1.8	Κάταγμα καταπόνησης του 3ου μεταταρσίου.	17
Εικόνα 1.9	Στάδια πώρωσης κατάγματος μακρού οστού.	24
Εικόνα 1.10	Στάδια πώρωσης κατάγματος μακρού οστού.	27
Εικόνα 2.1	Γραφική αναπαράσταση του μεγέθους και της κατεύθυνσης της φυσιολογικής και της μη φυσιολογικής αντίδρασης του.	41
Εικόνα 2.2	Ακτινογραφία κατάγματος κόπωσης στη βάση του δεύτερου μεταταρσίου.	60
Εικόνα 2.3	Απεικόνιση καταγμάτων κόπωσης σε μαγνητική τομογραφία.	62
Εικόνα 3.1	Σύγκριση ακτινογραφιών πριν και μετά τη θεραπεία με χρήση ESWT σε κάταγμα κόπωσης στη βάση του 5ου μεταταρσίου.	73
Εικόνα 3.2	Σύγκριση ακτινογραφιών πριν και μετά τη θεραπεία με χρήση ESWT σε κάταγμα κόπωσης στη μεσότητα της κνήμης.	74
Εικόνα 3.3	Σύγκριση αξονικών τομογραφιών πριν και μετά τη θεραπεία με χρήση ESWT σε κάταγμα κόπωσης στη μεσότητα της κνήμης.	74
Εικόνα 4.1	Ακτινολογική εμφάνιση κατάγματος κόπωσης κνήμης.	90
Εικόνα 4.2	Ακτινογραφία κατάγματος κόπωσης του 2ου και 3ου μεταταρσίου.	94
Εικόνα 4.3	Αξονική τομογραφία κατάγματος κόπωσης του 2ου μεταταρσίου.	100
Εικόνα 4.4	Ακτινογραφίες με προβολή κατάγματος κόπωσης της βάσης του 5ου μεταταρσίου πριν και μετά την χειρουργική επέμβαση.	102
Εικόνα 4.5	Ακτινογραφία διμερών σησαμοειδών οστών.	103
Εικόνα 4.6	Σπινθηρογράφημα και αξονική τομογραφία σκαφοειδών οστών του ταρσού με κάταγμα κόπωσης.	106
Εικόνα 4.7	Ακτινογραφία και σπινθηρογράφημα κυβοειδούς οστού με κάταγμα κόπωσης.	107
Εικόνα 4.8	Σπινθηρογράφημα με κάταγμα κόπωσης στο έξω σφυρό.	108
Εικόνα 4.9	Ακτινολογική και αρθροσκοπική απεικόνιση κατάγματος κόπωσης	109

	στο έσω σφηρό.	
Εικόνα 4.10	Κάταγμα κόπωσης στην πτέρνα.	110
Εικόνα 4.11	Ακτινογραφία κάταγμα κόπωσης στο μηριαίο οστό σε διαφορετικές καταστάσεις.	113
Εικόνα 4.12	Σπινθηρογράφημα οστών με κάταγμα κόπωσης στο ιερό οστό.	117
Εικόνα 4.13	Ακτινογραφίες με πολλαπλά κατάγματα κόπωσης στα μετατόρσια.	120

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ
Σχήμα 1.1	Εξιδανικευμένη σχέση τάσης – επιμήκυνσης για ανθρώπινο συμπαγές οστό.	14
Σχήμα 2.1	Αλυσίδα πρόκλησης καταγμάτων κόπωσης.	35
Σχήμα 2.2	Κατανομή καταγμάτων κόπωσης.	38
Σχήμα 3.1	Περιπτώσεις και συχνότητα καταγμάτων κόπωσης σε νεοσύλλεκτους και μη.	77
Σχήμα 3.2	Περιπτώσεις και ποσοστά εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης κατά ανατομική περιοχή, σε νεοσύλλεκτους και μη.	78
Σχήμα 3.3	Ετήσιοι δείκτες εμφάνισης καταγμάτων στην περιοχή της κνήμης (κνήμη/περόνη), ανά σώμα των αμερικανικών ενόπλων δυνάμεων.	79
Σχήμα 3.4	Ετήσιες τιμές συχνότητας εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης, σε επιλεγμένες ανατομικές περιοχές, ανάμεσα σε νεοσύλλεκτους και μη νεοσύλλεκτους.	80

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον εποπτεύοντα καθηγητή μας, κ. Ηλία Παπαχριστόπουλο αλλά και τον κ. Ηλία Τσέπη για τη βοήθειά τους και για τον χρόνο που αφιέρωσαν σε ότι χρειαστήκαμε και ότι μας προβλημάτισε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας που μας ανατέθηκε αποτελεί μια γενική οντότητα όσο αναφορά στα κατάγματα κόπωσης. Έτσι καλούμαστε να δώσουμε μια γενικά καλή πληροφόρηση μέσω της επεξεργασίας των πιο σημαντικών ευρημάτων, προκειμένου αυτή η εργασία να αποτελέσει ένα καλό εργαλείο για φυσικοθεραπευτές που αντιμετωπίζουν τέτοιου είδους κατάγματα. Στόχος είναι η κατανόηση του τρόπου δημιουργίας της πάθησης και της καλής και γρήγορης αντιμετώπισής τους στα διάφορα μέρη εμφάνισης τους, στην πρόληψη αυτών και στην πρόληψη των διαφόρων επιπλοκών που μπορεί να εμφανιστούν, ανάλογα με την τοποθεσία τους στον ανθρώπινο σκελετό.

Τα κυρίως σημεία της εργασίας αυτής είναι, αρχικά ο αναγνώστης της, που μπορεί να μην προέρχεται από το χώρο των επιστημών της υγείας, να μπορεί να αποκτήσει καλές βάσεις γενικής ανατομίας που όμως έχουν σχέση με το θέμα που ακολουθεί ή αν απευθύνεται σε άνθρωπο του τομέα της υγείας να μπορεί να «ξεσκονίσει» της γνώσης του στον συγκεκριμένο τομέα.

Στην συνέχεια της εργασίας αυτής ο αναγνώστης, έρχεται σε επαφή με τα κατάγματα κόπωσης και εμπλουτίζει τις γνώσεις του όσον αφορά στο επίπεδο της παθοφυσιολογίας και της εμβιομηχανικής του τραυματισμού που τα προκαλούν και των ενδογενών και εξωγενών παραγόντων κινδύνου εμφάνισής τους. Αναλύεται πόσο χρήσιμα μπορεί να αποτελέσουν τα ευρήματα της εξέτασης και της κλινικής εικόνας, δηλαδή την εύρεση των σημείων και συμπτωμάτων σε συνδυασμό με την επαλήθευση από την ακτινολογική απεικόνιση, για την ταχύτερα δυνατή σωστή διάγνωση του τραυματισμού προκειμένου να ξεκινήσει άμεσα η θεραπεία της συγκεκριμένης οστικής κάκωσης.

Αναλύονται οι κύριες κατηγορίες πληθυσμού που επηρεάζουν τα κατάγματα κόπωσης, για το πως και το γιατί της εμφάνισής τους στους συγκεκριμένους πληθυσμούς μέσω των ευρημάτων από μαζικές μελέτες που διεξήχθησαν σε αθλητές και ανθρώπους που υπηρετούν ή εργάζονται ως αξιωματικοί του στρατού. Επίσης δίνετε μια γενική γραμμή για την αντιμετώπιση τραυματισμών σε αυτούς τους

πληθυσμούς αλλά και ενέργειες που θα μπορούσαν να αποτελέσουν έναν άξονα πρόληψης στα συγκεκριμένα επαγγέλματα, προκειμένου να βοηθήσουν στην γενική αποτροπή τραυματισμών.

Τέλος η απαραίτητη αντιμετώπιση και θεραπεία περιγράφεται στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αυτής, ανάλογα με το οστικό σημείο πλήξης από τις επαναλαμβανόμενες δυνάμεις κρούσης, με συγκριμένο τρόπο ταξινόμησης των κλινικών ευρημάτων και των διαφόρων επιπλοκών που μπορεί να παρουσιαστούν σε αυτές τις οστικές περιοχές εμφάνισης των καταγμάτων κόπωσης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιστορικά τα Κ.Κ. περιγράφηκαν αρχικά το 1855 από τον Briethaupt πρώσο στρατιωτικό ιατρό. Η ύπαρξη των Κ.Κ. αποδείχθηκε το 1897, αυτή τη φορά με την βοήθεια της ακτινογραφίας από τον Stechow (Brockwell et al., 2009). Από τότε μέχρι και σήμερα εκατοντάδες μελέτες, σε στρατιώτες και αθλητές, έχουν επιχειρήσει να διαλευκάνουν την παθοφυσιολογία, τους παράγοντες κινδύνου και τις αποτελεσματικότερες μεθόδους παρέμβασης στους τραυματισμούς αυτούς.

Μέσα από αυτή την εργασία επιχειρείται μια συστηματική ανασκόπηση μελετών και ερευνών γύρω από τα κατάγματα κόπωσης. Πληθώρα ευρημάτων και πληροφοριών έχουν συνδεθεί ούτως ώστε να υπάρξει η πληρέστερη δυνατή ενημέρωση όσο αναφορά τα οστά, την παθολογία, την εμβιομηχανική, τις συνήθειες ανατομικές περιοχές εμφάνισης, τους παράγοντες, τη διάγνωση, την επιδημιολογία και τέλος την διαφοροποίηση ανάλογα με την ανατομική περιοχή της θεραπευτικής παρέμβασης στα κατάγματα κόπωσης.

Αναλύονται τα πιο συχνά σημεία εμφάνισης Κ.Κ., όπως για παράδειγμα σημεία μεγάλης επικινδυνότητας για Κ.Κ. αποτελούν η κνήμη/περόνη, το έσω σφυρό, ο αστράγαλος, το σκαφοειδές οστό, η βάση του μεταταρσίου και τα σησαμοειδή οστάρια (Brockwell et al., 2009). Η κνήμη αποτελεί το συχνότερο σημείο εμφάνισης Κ.Κ. ακολουθώντας το 2ο και 3ο μετατάρσιο, την περόνη, το μηριαίο και την λεκάνη (Bennell & Brukner, 1997). Επίσης περιγράφονται ενδιαφέροντα στοιχεία για τον θεραπευτή στην παραγοντική ανάλυση όπου γίνεται διαχωρισμός σε ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες.

Η πρώιμη κλινική διάγνωση ενός Κ.Κ. μπορεί να αποβεί σωτήρια (Brockwell et al., 2009). Για το λόγο αυτό υπάρχει εκτενής παράθεση απόψεων και αντιθέσεων γύρω από τη διάγνωση και τη θεραπεία καθώς και ευρήματα από πρόσφατες μελέτες για τις πιθανές επιπλοκές. Αναφέρεται επίσης η σημασία της ψυχολογικής διαχείρισης του ασθενή καθώς μετατραυματικά ο φόβος και το άγχος αποτελούν τα κύρια προβλήματα (Logimer et al., 2004). Επί προσθέτως αναλύονται αποτελέσματα από τις παρεμβατικές μεθόδους στην εκπαίδευση των στρατιωτών. Τέλος γίνεται εμπειριστατωμένη καταγραφή των διαφοροποιήσεων σε διάγνωση και αντιμετώπιση

των πιο συχνών καταγμάτων κόπωσης, πέρα από τη βασική θεραπεία σε τέτοιους τραυματισμούς που είναι η ξεκούραση (Norris, 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΝΑΤΟΜΙΑ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

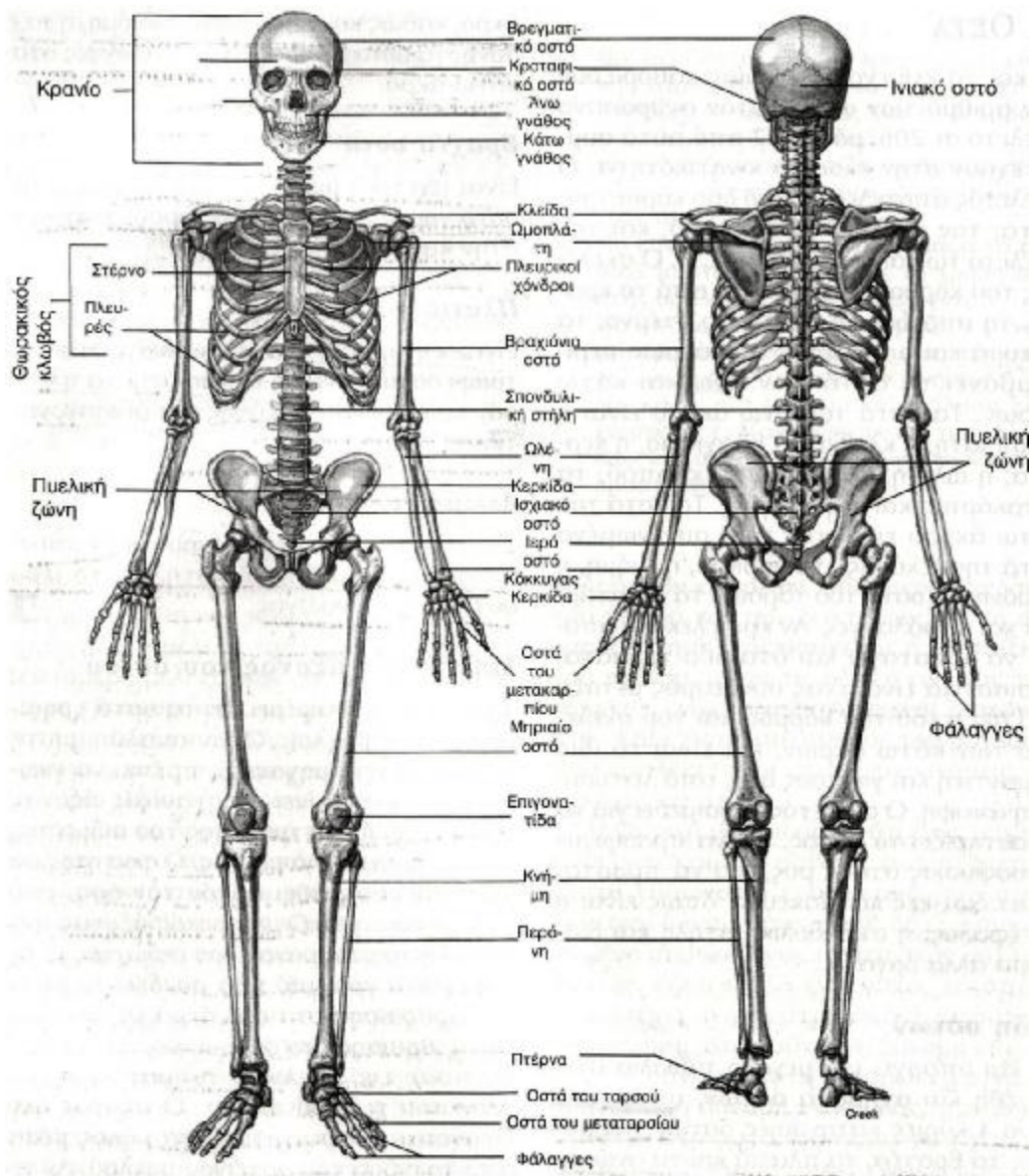
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

1.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στην σύγχρονη βιβλιογραφία ο σκελετός του ανθρώπου αποτελείται από 206 οστά, που μόνο τα 177 από αυτά συμμετέχουν στην εκούσια κινητικότητα. Τον ανθρώπινο σκελετό αποτελούν 2 κύρια τμήματα, ο σκελετός του κορμού και ο σκελετός των άκρων (Εικ. 1.1). Ο σκελετός του κορμού αποτελείται από το κρανίο, την σπονδυλική στήλη, το στέρνο, και τα πλευρά ενώ ο σκελετός των άκρων αποτελείται από τα οστά του άνω και κάτω άκρου. Τα οστά του άνω άκρου είναι, η ομωπλάτη, η κλείδα, το βραχιόνιο, η κερκίδα, η ωλένη, τα οστά του καρπού (πισοειδές, πηραμοειδές, μηνοειδές, σκαφοειδές, μείζον πολύγωνο, ελλάσον πολύγωνο, κεφαλωτό και αγκιστροειδές), τα μετακάρπια και οι φάλαγγες. Τα οστά του κάτω άκρου αποτελούνται από τα οστά της λεκάνης (το λαγόνιο, το ηβικό και ισχιακό οστό), το μηριαίο, τη κνήμη, τη περόνη, τα οστά του τάρσους (τα 3 σφηνοειδή οστά, το κυβοειδές, το σκαφοειδές, ο αστράγαλος και η πτέρνα), τα μετατάρσια και τις φάλαγγες (Hamilton & Luttgens, 2002).

Η δομή των οστών και τα οστά ως μια οντότητα αποτελούν αναγκαίο ρόλο για την παραγωγή της κίνησης (Enoka, 2007). Τα ανθρώπινα οστά συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις προκειμένου να σχηματίσουν και να σταθεροποιήσουν τον σκελετό ως μια βάση που επιτελεί τις ακόλουθες βασικές λειτουργίες: α) Στηρίζουν και προστατεύουν τα διάφορα όργανα, β) παρέχουν μηχανική υποστήριξη ως μια κεντρική δομή κάθε τμήματος του σώματος, προκειμένου μαζί με τους μύες να συμβάλουν στην κίνηση, στους οποίους παρέχουν θέσεις πρόσφυσης, γ) αποτελούν (μυελός των οστών) μαζί με άλλα όργανα όπως το ήπαρ και την σπλήνα την κύρια πηγή αιμοποίησης και δ) έχουν αποθηκευτικές λειτουργίες κυρίως ιόντων ασβεστίου

και φωσφόρου καθώς επίσης μαγνησίου και καλίου (Συμεωνίδης, 1997; Εποκα, 2007).



Εικόνα 1.1. Τα οστά και τα κύρια μέρη του σκελετού. Τροποποιημένο από (Hamilton & Luttgens, 2002).

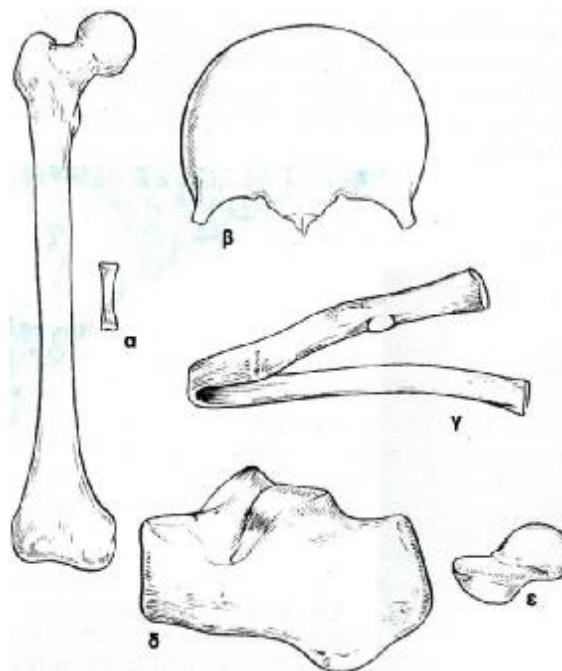
1.1.2 ΤΥΠΟΙ ΟΣΤΟΥ

Γενικά υπάρχει μεγάλη ποικιλία από σχήματα και μεγέθη οστών, ωστόσο τέσσερις είναι οι κύριες κατηγορίες όπου χωρίζονται: τα μακρά, τα βραχέα, τα πλατιά και τα ανώμαλα (Εικ. 1.2) (Hamilton & Luttgens, 2002).

Τα μακρά οστά χαρακτηρίζονται από το κολινδρικό σώμα με σχετικά φαρδύς, κονδυλοειδείς αποφύσεις. Το σώμα αποτελείται από παχιά τοιχώματα και περιέχει τον μυελικό σωλήνα, μια κεντρική κοιλότητα (Hamilton & Luttgens, 2002). Σε ένα αναπτυσσόμενο μακρύ οστό η επίφυση διαχωρίζεται από το αυλοειδές στέλεχος του ή την διάφυσή του, με την επιφυσιακή πλάκα ή φύση. Το τμήμα της διάφυσης που βρίσκεται μετά την επιφυσιακή πλάκα λέγεται μετάφυση. Η προξένηση βλάβης σε μια αναπτυσσόμενη επίφυση προκαλεί παραμόρφωση (Dandy & Edwards 2003). Τα οστά που εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία είναι: η κλείδα, το βραχιόνιο, η κερκίδα, η ωλένη, τα μετακάρπια και οι φάλαγγες στο άνω άκρο, το μηριαίο, η κνήμη, η περόνη, τα μετατάρσια και οι φάλαγγες στο κάτω άκρο (Hamilton & Luttgens, 2002).

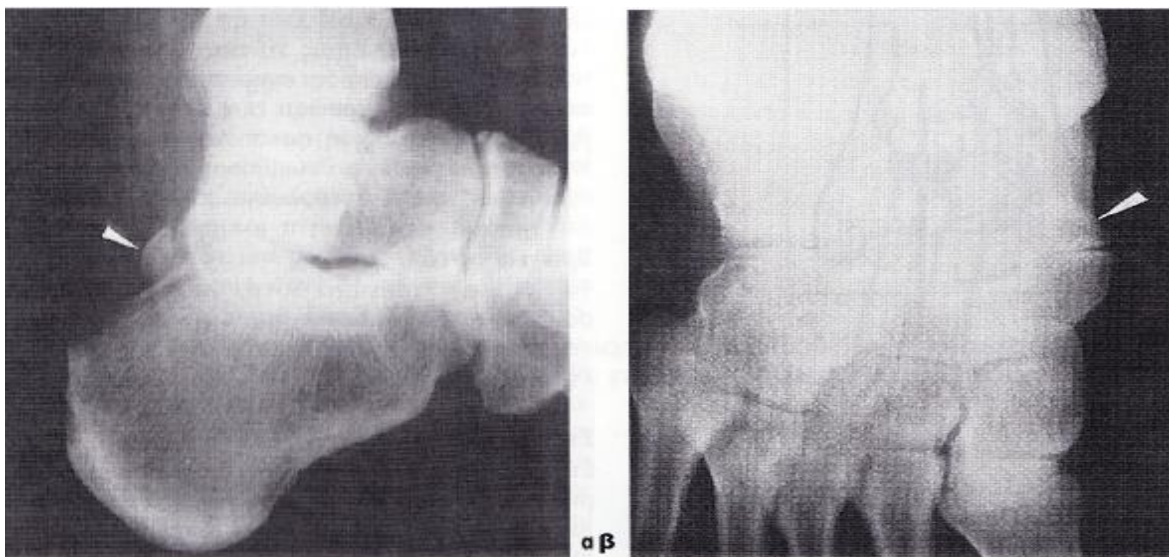
Τα πλατιά οστά συχνά ονομάζονται μεμβρανώδη ή υμενογενή οστά. Ο ρόλος τους πολλές φορές είναι η προστασία μαλακών οργάνων όπως ο εγκέφαλος και οι πνεύμονες (Dandy & Edwards 2003). Πλατιά οστά είναι τα οστά του κρανίου, της πυέλου, οι πλευρές, η ωμοπλάτη, και η επιγονατίδα (Hamilton & Luttgens, 2002; Dandy & Edwards 2003).

Τα βραχεία οστά σχηματίζονται από χόνδρινα τεμάχια που οστεοποιούνται από το κέντρο. Δεν έχουν επίφυση και σε αυτή την κατηγορία βρίσκονται τα οστά του καρπού και του τάρσου (Dandy & Edwards 2003).



Εικόνα 1.2. Διάφοροι τύποι οστών: α) μακρά οστά, β) και γ) πλατιά οστά, δ) και ε) βρεχέα οστά. Τροποποιημένο από (Dandy & Edwards, 2003).

Στα ανώμαλα οστά ανήκουν οι εικοσιτέσσερις σπόνδυλοι της σπονδυλικής στήλης, το ιερό οστό και ο κόκκυγας (Hamilton & Luttgens, 2002). Εκτός των φυσιολογικών οστών, επικουρικά οστάρια, υπάρχουν σαν παραλλαγές του φυσιολογικού (Εικ. 1.3). Αυτές οι αθώες δομές, μπορεί να εκληφθούν και να αντιμετωπιστούν ως κατάγματα με συνηθέστερο το τρίγωνο οστάριο που βρίσκεται πίσω από τον αστράγαλο καθώς και το επικουρικό σκαφοειδές (Dandy & Edwards, 2003).



Εικόνα 1.3. Επικουρικά οστάρια: α) τρίγωνο οστάριο, β) επικουρικό σκαφοειδές οστόν. Τροποποιημένο από (Dandy & Edwards, 2003).

1.1.3 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

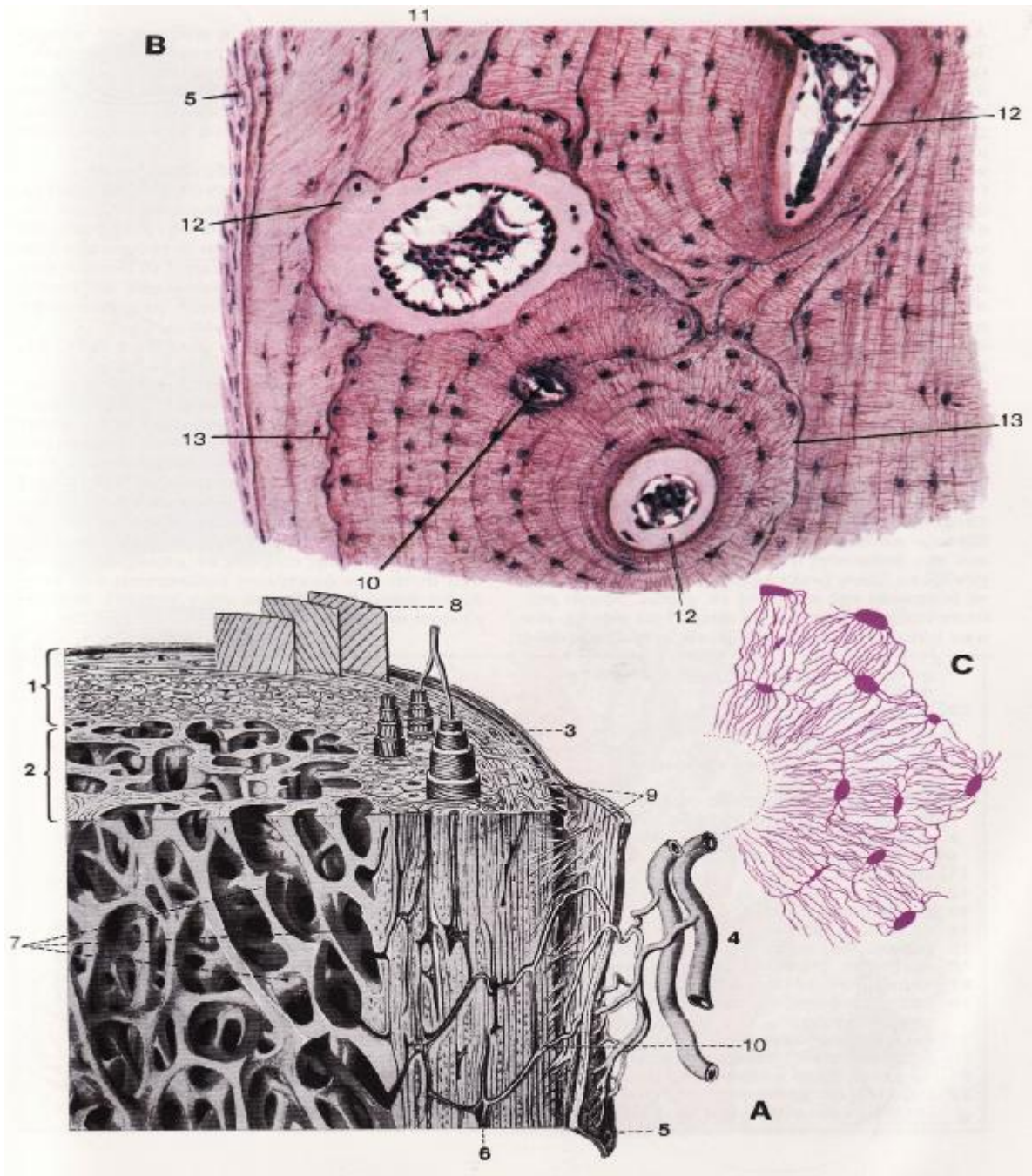
Τα μακρά οστά αποτελούνται από : α) το περίοστεο, β) την οστέινη ουσία, γ) των μυελό των οστών, δ) τα αγγεία και τα νεύρα (Εικ 1.4) (Συμεωνίδης, 1997).

Το περίοστεο αποτελείται από την έξω ή ινοελαστική στοιβάδα που είναι φορέας αγγείων και νεύρων για το οστό (ενώ χρησιμεύει και ως βάση πρόσφυσης των μυών και των τενόντων) και από την έσω ή οστεογενετική που αποτελεί την στοιβάδα των οστεοβλαστών (Συμεωνίδης, 1997).

Η οστέινη ουσία διακρίνεται σε φλοιώδη και σπογγώδη οστούν (Συμεωνίδης, 1997).

Η φλοιώδης οστέινη ουσία αποτελεί μια πεταλιώδη μορφή που σχηματίζεται από συστήματα ομόκεντρων πεταλίων πάχους 3-4 μm (Συμεωνίδης, 1997; Λαμπίρης, 2007). Τα συστήματα αυτά είναι: α) το έξω ή περιφερικό σύστημα πετάλιων, β) το έσω ή περιμυελικό σύστημα πετάλιων, που εσωτερικά καλύπτεται από το ενδόστεο ή εσωτερικό περιόστεο, και γ) τα ενδιάμεσα που αποτελούνται με την σειρά τους από:

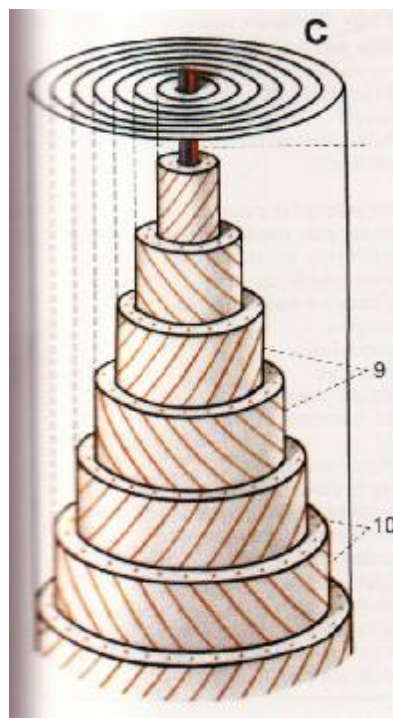
- i) τους οστεώνες ή συστήματα Havers
- ii) τους σωλήνες του Volkmann, που και αυτοί φέρουν αγγεία και νεύρα, αλλά με την διαφορά ότι τα τοιχώματά τους δεν είναι ομόκεντρα, αλλά ακανόνιστα, και η τοποθέτησή τους είναι λοξή ή εγκάρσια ώστε να αναστομώνουν τους οστεώνες (Συμεωνίδης, 1997).



1 συμπαγής φλοιός του οστού	os compactum
2 σπογγώδες οστούν	os spongiosum (trabeculare)
3 οστεώνας	osteonum
4 αιμοφόρα αγγεία	vasa sanguinea
5 περίοστεο	periosteum
6 κεντρικός σωλήνας (του Havers, Αβέρσειος)	canalis centralis
7 διευρυσμένοι σωλήνες του Havers στη σπογγώδη ουσία	(canales centrales)
8 εξωτερικά περιφερικά πετάλια	lamellae circumferentiales externae
9 διατιτραίνουσες ίνες από το περίοστεο προς το οστούν (ίνες του Sharpey)	fibrae perforantes
10 διατιτραίνον αγγείο από το περίοστεο μέσα στο σωλήνα του Volkmann	vas sanguineum perforans
11 οστεοκύτταρο	osteocytus
12 οστική κοιλότητα με νεοσχηματισμένο οστούν	lacuna ossea
13 γραμμή συγκόλλησης (όριο μεταξύ διαφορετικών πεταλιακών συστημάτων)	linea cementalis

Εικόνα 1.4. Α) Δομή οστού, Β) Εγκάρσια διατομή οστού, Γ) Ομάδα οστεοκυττάρων. Τροποποιημένο από (Lippert, 1993).

Ο οστεώνας είναι η βασική δομή του οστού (ονομάζεται επίσης και αβερσιανό σύστημα) (Εικ. 1.5). Αποτελείται από μια σειρά ομόκεντρων στρωμάτων οστεοποιημένου συνδετικού ιστού που δίνουν μεγάλη αντοχή στη κάμψη και περιβάλλουν ένα κεντρικό κανάλι το οποίο περιέχει αιμοφόρα αγγεία και νεύρα (Ενοκα, 2007; Lippert, 1993). Συνήθως ένας οστεώνας έχει διάμετρο περίπου 200μm και εντοπίζεται παράλληλα με τον επιμήκη άξονα του οστού(Ενοκα, 2007; Συμεωνίδης, 1997).



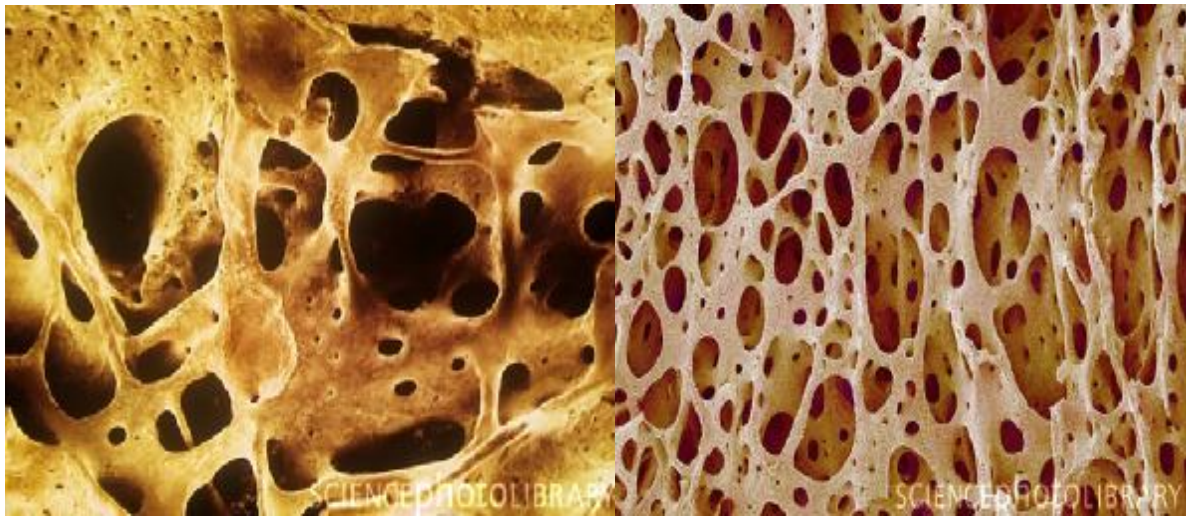
Εικόνα 1.5. Οστέωνας με σύστημα πεταλίων. 9+10 : πετάλια του οστέωνα. Τροποποιημένο από Lippert, 1993.

Το φλοιώδες οστό αποτελεί το καλύτερο επιμεταλλωμένο ιστό του σώματος. Επίσης μεταφέρει και το μεγαλύτερο ποσοστό φορτίου που μεταφέρουν τα μακρά οστά (Λαμπίρης, 2007).

Η σπογγώδες οστέινη ουσία αποτελείται από ακανόνιστα οστέινα πετάλια και δοκίδες που ανάμεσά τους υπάρχουν χώροι που ονομάζονται μυελοκυψέλες (Συμεωνίδης, 1997). Το σπογγώδες οστό υπάρχει συνήθως στις επιφύσεις των μακρών οστών, βοηθώντας στην υποστήριξη των φλοιωδών πλακών του υποχόνδριου οστού, και σε κεντρικές περιοχές άλλων οστών με σύνθετη φόρτιση

όπως τα μετακάρπια, διπλόη, λαγόνιο κ.λ.π. Περιβάλλεται από περίστεο πλούσιο σε κύτταρα ενώ αποτελείται από δοκίδες χωρίς κύτταρα. Είναι ένα ανισότροπο υλικό, με μηχανικές ιδιότητες που προσαρμόζονται στη λειτουργία κάθε ανατομικής περιοχής (Εικ. 1.6) (Λαμπίρης, 2007).

Οι εμβιομηχανικές ιδιότητες των δύο τύπων του οστού, (φλοιώδη ή σπογγώδη) είναι παρόμοιες και διαφέρουν μόνο στον βαθμό πορώδους υφής και πυκνότητας (Enoka, 2007).



Εικόνα 1.6. Αριστερά) Φλοιώδες οστούν. Δεξιά) Σπογγώδες οστούν. Τροποποιημένο από διαδίκτυο.

Τα αγγεία των οστών τροφοδοτούν κυρίως τις εξωτερικές στοιβάδες ξεκινώντας από το περίστεο και μέσω του τροφοφόρου τρήματος διεισδύουν με τη τροφοφόρα αρτηρία στην εν τω βάθει μάζα του οστού όπου και διακλαδίζονται σε ανερχόμενο και κατερχόμενο κλάδο. Τροφοδοτώντας έτσι τον μυελό των οστών και τις κεντρικές στοιβάδες της φλοιώδους ουσίας καταλήγουν σε αγκύλες στην περιοχή της μετάφυσης. Οι φλέβες από την άλλη δεν προβάλουν παράλληλα με τις αρτηρίες εκτός της τροφοφόρου, ενώ επίσης η ύπαρξη λεμφικών αγγείων αμφισβητείται (Συμεωνίδης, 1997).

Τα νεύρα των οστών που είναι κυρίως νεύρα του συμπαθητικού και της εν τω βάθην αισθητικότητας, διεισδύουν παράλληλα με την τροφοφόρο αρτηρία στο εσωτερικό του οστού. Τέλος αισθητικές ίνες πόνου εντοπίζονται μόνο στο περίστεο (Συμεωνίδης, 1997).

Σε όλη την διάρκεια της ζωής τα οστά δεν βρίσκονται ποτέ σε μεταβολική αδράνεια, υφίστανται συνεχώς σε μεταβολικές και μηχανικές αλλαγές προκειμένου να προσαρμοστούν στις καινούργιες μηχανικές συνθήκες που δημιουργεί η καθημερινή δραστηριότητα του ανθρώπου με την πάροδο του χρόνου (Συμεωνίδης, 1997).

1.1.4 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ

Το 20% του υγρού βάρους του οστού αποτελείται από νερό. Το 35% αποτελείται από τη θεμέλιος ουσία όπου περιέχει κύριος ίνες οστεοκολλαγόνου και τα ανόργανα άλατα αποτελούν το υπόλοιπο 45% της μάζας του οστού (Enoka, 2007).

Η οστική ουσία αποτελείται από το οργανικό και ανόργανο τμήμα. Το οργανικό τμήμα που αποτελεί το 1/3 της οστικής ουσίας (δηλαδή το 35%), περιλαμβάνει τα κύτταρα σε ποσοστό 2% (όπου είναι οι οστεοβλάστες, τα οστεοκύτταρα, και οι οστεοκλάστες) και τη θεμέλια ουσία (οστεοειδές) σε ποσοστό 98% όπου αποτελείται κατά 95% από κολλαγονικές πρωτεΐνες (όπως η γλυκίνη, προλίνη, οξυπρολίνη) και κατά 5% από μη κολλαγόνες πρωτεΐνες όπως η οστεοκαλσίνη, οστεονεκτίνη, οστική πρωτεογλυκάνη κ.ά. Η οστεοκαλσίνη είναι μια ειδική μη κολλαγονική οστική πρωτεΐνη που μπορεί να αποδειχτεί ως ένας δείκτης οστεοβλαστικής δραστηριότητας δηλαδή, η αύξηση της μπορεί να συνδεθεί με αύξηση της παραγωγής οστού (Συμεωνίδης, 1997).

Το ανόργανο τμήμα του οστού αποτελείται από κρυστάλλους υδροξυαπατίτη. Αρχικά το στοιχείο αυτό έχει την μορφή αλάτων φωσφορικού ασβεστίου και χρησιμοποιεί το οργανικό υπόστρωμα ως βάση προκειμένου να μετατραπεί σε κρυστάλλους υδροξυαπατίτη. Έτσι το φωσφορικό ασβέστιο ως κύριο συστατικό αποτελεί το 80-90% του ανόργανου τμήματος μαζί με άλατα ανθρακικού ασβεστίου (8-10%), φωσφορικού μαγνησίου (1-2%), φθοριούχου και χλωριούχου ασβεστίου αλλά και αλκαλικά άλατα (Συμεωνίδης, 1997).

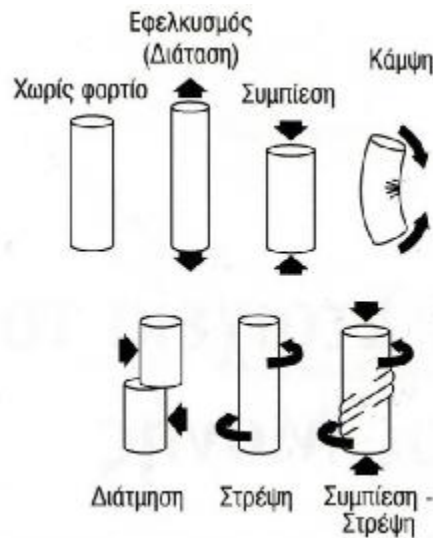
Οι κρύσταλλοι υδροξυαπατίτης είναι δύσκαμπτοι και ισχυροί, με μέτρο ελαστικότητας 165 GPa. Για να γίνει σαφές το πόσο ελαστικό είναι, έρευνες αναφέρουν ότι το μέτρο ελαστικότητας του χάλυβα είναι 200 GPa, του αλουμινίου (κράμα) 70 GPa και του κολλαγόνου 1,24 GPa. Από τα παραπάνω λοιπόν γίνεται σαφές ότι το μέτρο ελαστικότητας του οστού που είναι 18 GPa βρίσκεται μεταξύ

υδροξιαπατίτη και κολλαγόνου (Λαμπίρης, 2007). Αυτά τα στοιχεία είναι που δημιουργούν τη στερεή σύσταση στα οστά, εμποδίζοντας τις μικροκινήσεις να παρεκτρέψουν τον σχηματισμό στους κρυστάλλους και τις κολλαγόνες ίνες (Guyton, 2009).

Η μηχανικές ιδιότητες του οστού δηλαδή το μέτρο ελαστικότητας, οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες και η μέγιστη αντοχή καθορίζεται από τις ίνες οστεοκολλαγόνου αλλά και από τη δομή τους (γεωμετρικό σχήμα, δεσμούς μεταξύ ινών και θεμέλιας ουσίας κ.λ.π) (Λαμπίρης, 2007).

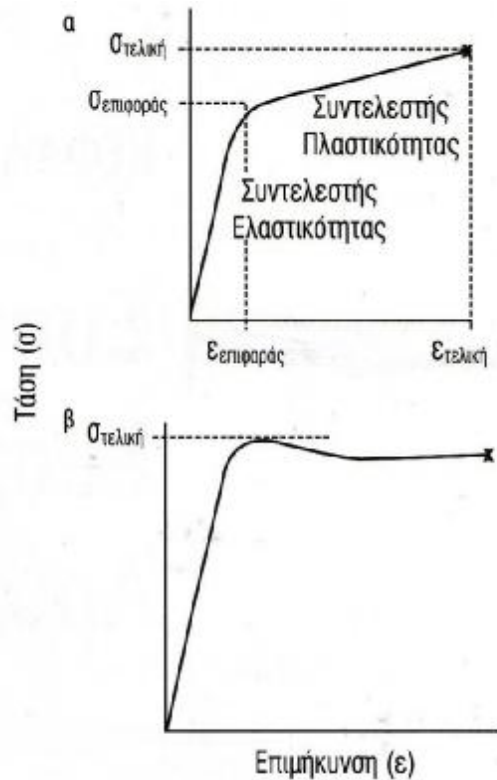
1.2 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Το μυοσκελετικό σύστημα (ΜΣΣ) απαρτίζεται γενικά από στερεά σώματα με μοναδικές μηχανικές ιδιότητες και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, καθώς βρίσκεται συνεχώς υπό την επιρροή δυνάμεων που αναπτύσσονται όπως η βαρύτητα, η μυϊκή συστολή και η εξωτερική βία που στο σύνολο τους συντελούν στην ισορροπία, την κίνηση, την παραμόρφωση ή την θραύση του. Τα στοιχεία του ΜΣΣ όπως τα οστά και οι μύες, μπορούν να θεωρηθούν στερεά σώματα με τα εξής χαρακτηριστικά: α) την διαφορετική ελαστικότητα τους σε σχέση με τα ανόργανα υλικά, δηλαδή την γλοιοελαστικότητα και β) την ικανότητά τους να αυτοεπιδιορθώνονται με συνεχή δόμηση και αποδόμηση τους (Συμεωνίδης, 1997).



Εικόνα 1.7. Είδη φορτίων που εφαρμόζονται σε ανθρώπινα οστά. Τροποποιημένο από (Eneka, 2007).

Η επιστήμη που ασχολείται με τα παραπάνω, δηλαδή την δράση δυνάμεων σε βιολογικά στερεά σώματα όπως το ΜΣΣ, αποτελεί τον κλάδο της εμβιομηχανικής (Συμεωνίδης, 1997). Οι υλικές ιδιότητες του οστού χαρακτηρίζονται από την σχέση φορτίου-παραμόρφωσης. Υπάρχουν διάφορα είδη φορτίων που μπορούν να εφαρμοστούν πάνω σε ένα οστό προκειμένου να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά όπως η αντοχή του, η σκληρότητά του (ακαμψία) και η ικανότητά για αποθήκευση ενέργειας (Εικ. 1.7). Έτσι οι ερευνητές τοποθετώντας ένα φορτίο σε οστό καταγράφουν την αλλαγή στο μήκος του (απότοκη παραμόρφωση). Αντί όμως να μετρούν μόνο το απόλυτο φορτίο και την παραμόρφωση, θα πρέπει να κανονικοποιούν αυτές τις μετρήσεις ώστε να μπορούν να προσδιορίζονται οι εμβιομηχανικές ιδιότητες του συγκεκριμένου ιστού ανεξάρτητα από την γεωμετρία που το καθορίζει (όπως π.χ. το μέγεθός του). Το φορτίο κανονικοποιείται ως τάση (δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας), η μονάδα μέτρησης είναι το MPa ή MN/m² και η παραμόρφωση κανονικοποιείται ως επιμήκυνση (αλλαγή μήκους σε συνάρτηση με το αρχικό μήκος, η επιμήκυνση αποτελεί ένα αδιάστατο μέγεθος) (Eneka, 2007).



Σχήμα 1.1. Εξιδακτευμένη σχέση τάσης – επιμήκυνσης για ανθρώπινο συμπαγές οστό. Τροποποιημένο από (Ενοκα, 2007).

Στο παραπάνω σχήμα ελέγχθηκαν με φορτία εφελκυσμού (α) και συμπίεσης (β) τα ανθρώπινα οστά σε εξιδακτευμένες καμπύλες τάσης – επιμήκυνσης (Σχ. 1.1). Αποτυπώνεται έτσι οι ιδιότητες των οστών σε αυτές τις καμπύλες από κορυφαίες τιμές, σημεία καμψής και κλίσεις. Επίσης στο συγκεκριμένο σχήμα μπορεί να βρεθεί η απορροφητικότητα του οστού, μετατρέποντας την περιοχή κάτω από την καμπύλη τάσης-επιμήκυνσης (μεταβολή μήκους). Τέλος ο παρακάτω πίνακας περιέχει χαρακτηριστικές τιμές αυτών των παραμέτρων για μερικά οστά που υπόκεινται σε εφελκυστικά φορτία σε συνάρτηση με την ηλικία (Πιν. 1.1) (Ενοκα, 2007).

Οστό	Ηλικία (έτη)	Σεπιφοράς (MPa)	Οστεική (MPa)	Συντελεστής Ελαστικότητας (GPa)	Συντελεστής Πλαστικότητας (GPa)	Ετελική	Ενέργεια (MPa)
Μηριαίο οστό	20-29	120	140	17,0	0,75	0,034	3,85
	30-39	120	136	17,6	0,64	0,032	3,55
	40-49	121	139	17,7	1,00	0,030	3,19
	50-59	111	131	16,6	0,89	0,028	2,84
	60-69	112	129	17,1	0,98	0,025	2,65
	70-79	111	129	17,1	0,98	0,025	2,65
	80-89	104	120	15,6	1,08	0,024	2,23
	Κνήμη	20-29	126	161	18,9	1,17	0,040
	30-39	129	154	27,0	0,91	0,039	5,77
	40-49	140	170	28,8	1,39	0,029	4,09
	50-59	133	164	23,1	1,21	0,031	4,19
	60-69	124	147	19,9	1,20	0,027	3,05
	70-79	120	145	19,9	1,18	0,027	3,27
	80-89	131	156	29,2	1,43	0,023	2,96

Πίνακας 1.1. Χαρακτηριστικά τάσης – επιμήκυνσης για ανθρώπινα οστά σε συνάρτηση με την ηλικία. Τροποποιημένο από (Eneka, 2007).

Ανάλογα με την μεταβολή μήκους και την τάση που υφίστανται τα οστά μεταβάλλεται και η απόλυτη αντοχή τους. Γενικά τα οστά έχουν συντελεστή ασφαλείας μεταξύ δύο και πέντε δηλαδή, είναι δύο έως πέντε φορές ανθεκτικότερα από τις δυνάμεις που αναπτύσσονται στις καθημερινές δραστηριότητες της ζωής (Eneka, 2007).

Οι μεταβολές στην τάση – επιμήκυνση ενός οστού συνδέεται με μεταβολή στην κυτταρική οργάνωση του οστού άρα και μεταβολές στις μηχανικές ιδιότητές του. Αυτό υποστηρίζεται και από τον νόμο του wolf ο οποίος περιγράφει την σχέση ως εξής «κάθε αλλαγή στη λειτουργία του οστού ακολουθείται από συγκεκριμένες μόνιμες αλλαγές στην εσωτερική αρχιτεκτονική και εξωτερική διαμόρφωση σύμφωνα με μαθηματικούς νόμους» (Eneka, 2007).

Τα οστά αναπτύσσονται, ενισχύονται και επαναπορροφούνται, αυτές είναι διαδικασίες που στο σύνολο τους αποτελούν την διεργασία της ανακατασκευής του οστού. Ένας πλήρης κύκλος ανακατασκευής οστού (δηλαδή αντικατάσταση όλων των δομών) διαρκεί από 10 έως 20 χρόνια για οστά ενός ενήλικα. Η ανακατασκευή ουσιαστικά είναι η ισορροπία μεταξύ της οστικής απορρόφησης από τους οστοκλάστες και της παράλληλης διαδικασίας εναπόθεσης οστού από τους οστεοβλάστες. Η διαδικασία της ανακατασκευής όμως επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η σωματική δραστηριότητα (φορτία τάσης – επιμήκυνσης), η

ηλικία και η νόσος. Υπάρχουν αρκετές αποδείξεις στην βιβλιογραφία για την ανακατασκευή των οστών με αλλαγές στην δραστηριότητα και αύξηση της οστικής πυκνότητας σε σημεία που φέρουν βάρος όπως για παράδειγμα, σε κνήμες αθλητών και σε αποφυσιακά σημεία δρομέων ανώμαλων δρόμων καθώς και σε αθλητές άρσης βαρών σε σημεία όπως η σπονδυλική στήλη, τροχαντήρας, αυχένιας μηριαίου αλλά όχι και σε σημεία που δεν φέρουν βάρος όπως το μέσο κερκίδας. Επιπλέον, μπορεί να υπάρξει ακόμα και μετά από 6 μήνες άσκηση, αύξηση της περιεκτικότητας ανόργανων αλάτων στα οστά. Μελέτες δείχνουν ότι τα φορτία που εφαρμόζονται διακοπτόμενα, προάγουν καλύτερα την οστική αναδιαμόρφωση από φορτία που εφαρμόζονται με συνεχή και παρατεταμένο τρόπο (Enoka, 2007).

Η ηλικία είναι βασικός παράγοντας της αντοχής των οστών και μπορεί να μειώσει την μάζα τους όσο αυτή αυξάνεται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται οστεοπόρωση και χαρακτηρίζεται, από αύξηση της πορώδους υφής των οστών, με συνέπεια την μείωση της πυκνότητας και της αντοχής τους και την εμφάνιση κινδύνου καταγμάτων (Enoka, 2007).

Στην προσπάθεια καθορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων που επηρεάζουν την ανακατασκευή, μελετήθηκαν και η ηλεκτρικές ιδιότητες των οστών. Η εφαρμογή πίεσης που προκαλεί την ολίσθηση μεταξύ κολλαγόνων ινών του οστού προκαλεί ηλεκτρικά δυναμικά σε αυτό. Τα ηλεκτρικά δυναμικά που προκαλούνται από πίεση αποτελούν το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Η χρησιμότητα αυτού του φαινομένου βοηθάει στην πύρωση καταγμάτων με την χρήση ηλεκτρικής και μαγνητικής διέγερσης και ειδικά σε κατάγματα που η πύρωση φαίνεται αμφίβολη. Τέλος η ηλεκτρική διέγερση στα οστά έχει χρησιμοποιηθεί και για να εμποδιστεί η εμφάνιση οστεοπόρωσης (Enoka, 2007).

1.3 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ

1.3.1 ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ

Κάταγμα ονομάζεται η μερική ή πλήρης διακοπή της συνέχειας ενός οστού (Συμεωνίδης, 1997).

Τα κατάγματα μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με:

Την ένταση της δύναμης που τα προκάλεσε και την ποιότητα του οστού που εφαρμόστηκε σε:

- Βίαια που είναι τα πιο συνήθης κατάγματα που προκαλούνται από ισχυρή δύναμη, εφαρμοσμένη μια φορά πάνω σε υγιές οστόν.
- Κατάγματα από καταπόνηση που δημιουργούνται από επαναλαμβανόμενη επαπτόμενη στο ίδιο σημείο δύναμη, μικρής ισχύος (που εάν εφαρμοζόταν μια φορά δεν θα δημιουργούσε κάταγμα) σε φυσιολογικό οστόν (Εικ. 1.8).
- Παθολογικά που είναι τα κατάγματα εκείνα που δημιουργούνται από ασήμαντη ένταση δύναμης σε οστό, που υπάρχει κάποιο είδος πάθησης όπως κύστη, όγκος, οστεομυελίτιδα, κ.τ.λ. (Συμεωνίδης, 1997).



Εικόνα 1.8. Κάταγμα καταπόνησης του 3^{ου} μεταταρσίου. Τροποποιημένο από (Συμεωνίδης, 1997).

Την κλινική εικόνα σε:

- Ανοιχτά που είναι τα κατάγματα που επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω τραύματος. Το τραύμα στις περισσότερες περιπτώσεις προκαλείται από έξω προς τα μέσα λόγω της βίας που το προκάλεσε και όχι λόγω των οξυαίχμων άκρων του οστού δηλαδή από μέσα προς τα έξω.

- Κλειστά που είναι τα κατάγματα που δεν επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και κατάγματα με τραύματα στο δέρμα που λόγω άθικτων μαλακών μορίων δεν υπάρχει επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον (Συμεωνίδης, 1997).

Τον μηχανισμό σε:

- Άμεσα όταν στο σημείο που έδρασε η βία έγινε το κάταγμα.
- Έμμεσα όταν το σημείο της βίας που εφαρμόστηκε δεν βρίσκεται στο ίδιο σημείο με το κάταγμα π.χ. όπως το κάταγμα κλείδας όταν δημιουργείται με πτώση πάνω σε τεντωμένο χέρι (Συμεωνίδης, 1997).

Την φορά της γραμμής του κατάγματος προς τον άξονα του οστού σε:

- Εγκάρσια
- Λοξά
- Και Σπειροειδή κατάγματα (Συμεωνίδης, 1997)

Και σε άλλες υποδιαιρέσεις όπως:

- Ενσφηνωμένα κατάγματα, όταν το ένα τμήμα (συνήθως το μικρότερο) εισχωρεί στο άλλο. Τα κατάγματα αυτά πωρώνονται γρήγορα, συνήθως χωρίς ανάταξη.
- Αποσπαστικά, ονομάζονται τα κατάγματα που δημιουργούνται στο σημείο πρόσφυσης των μυών, λόγω της βίαιης σύσπασής τους.
- Συντριπτικά, είναι εκείνα τα κατάγματα που παρουσιάζουν περισσότερα από τρία οστικά τμήματα.
- Διπλά ή διπολικά, είναι τα κατάγματα που παρουσιάζουν δύο λύσεις στο οστόν και απέχουν όμως μεταξύ τους.
- Συμπιεστικά, που οφείλονται σε καθίζηση των οστικών δοκίδων και συμβαίνουν σε σπογγώδη οστόν.
- Κάταγμα – εξάρθρωμα, είναι τα κατάγματα που υπάρχουν σε συνδυασμό με εξάρθρωμα στο ένα από τα δύο οστά που αποτελεί την άρθρωση π.χ. κάταγμα του μείζον βραχιονίου ογκώματος με εξάρθρωμα ώμου.

- Σταθερά και ασταθή, είναι όροι που από θεραπευτικής έννοιας έχουν σημασία, π.χ. τα ασταθή κατάγματα παρουσιάζουν μεγάλες δυσκολίες ανάταξης και συγκράτησή τους με αποτέλεσμα να χρειαστούν χειρουργική αντιμετώπιση.
- Κάκωση από βία υψηλής έντασης, περιλαμβάνονται τα κατάγματα που κατά κανόνα είναι συντριπτικά και συνοδεύονται από εκτεταμένη βλάβη μαλακών μορίων. Τα συγκεκριμένα κατάγματα χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής λόγω των συχνών επιπλοκών που παρουσιάζουν (Συμεωνίδης, 1997).

1.3.2 ΠΩΡΩΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ

Η λύση της συνέχειας ενός οστού ή χόνδρου χαρακτηρίζεται ως κάταγμα. Η λύση αυτή μπορεί να είναι τέλεια ή ατελής αλλά η διαδικασία της πώρωσης είναι ίδια (Παπαβασιλείου, 2003). Η πώρωση των περισσότερων καταγμάτων επιτυγχάνεται είτε με κάποια μορφή θεραπείας (π.χ γύψος, εσωτερική ή εξωτερική οστεοσύνθεση) είτε χωρίς αντιμετώπιση αφού είναι αποτέλεσμα φυσικής εξέλιξης. Η οποιαδήποτε μορφή θεραπείας έχει σκοπό: την εξάλειψη του πόνου, την επίτευξη της πώρωσης σε ανατομική ή γενικότερα παραδεκτή θέση, τη λειτουργική αποκατάσταση του μέλους και την γρηγορότερη κινητοποίηση του ασθενούς (Λαμπίρης, 2007).

Ένα οστόν, όταν υποστεί κάταγμα επουλώνεται με οστόν και είναι ο μόνος ιστός που καταφέρνει την αυτοαντικατάσταση, καθώς οι υπόλοιποι, επουλώνονται με συνδετικό ιστό που αφήνει ουλή (Dandy & Edwards, 2003).

Η ουσιαστική διαδικασία της πώρωσης παραμένει σταθερή. Ωστόσο η πώρωση ενός κατάγματος σε μακρό οστόν ανάλογα με τη θεραπευτική αντιμετώπιση (εγχειρητική ή συντηρητική) μπορεί να ακολουθήσει την διαδικασία της πρωτογενούς πώρωσης (δημιουργία απ' ευθείας πεταλιώδους οστού) ή την διαδικασία της δευτερογενούς πώρωσης (Παπαβασιλείου, 2003). Η δεύτερη διαδικασία υπάρχει σε περίπτωση που, οστικά τμήματα του κατάγματος βρίσκονται σε παρεκτόπιση και δημιουργούνται μικροκινήσεις (στις περισσότερες περιπτώσεις) ή υπάρχει μερική επαφή ή εφίπτευση καθώς δημιουργείται έτσι αρχικά χόνδρινος ή ινώδης πώρος που τελικά στην συνέχεια μετατρέπεται σε οστέινο. Τα περισσότερα κατάγματα πωρώνονται δευτερογενώς (Συμεωνίδης, 1997). Η διαδικασία αυτή συνδυάζει ενδομεμβρανώδη και ενδοχόνδρια οστεοποίηση (Λαμπίρης, 2007). Στην περίοδο της σκελετικής ανάπτυξης λόγω των ιδιομορφιών της ηλικίας αυτής τα

κατάγματα των μακρών οστών πρέπει να ακολουθούν την διαδικασία της δευτερογενούς πώρωσης (Παπαβασιλείου, 2003).

Οι δύο αυτές διαδικασίες (πρωτογενής και δευτερογενής πώρωση), συνδράμουν στην ολοκλήρωση της πώρωσης σε πέντε διαφορετικά στάδια. Αρχικά το στάδιο του αιματώματος και της φλεγμονώδους αντίδρασης, το στάδιο της αγγειογένεσης και του σχηματισμού χόνδρου, στη συνέχεια γίνεται η ασβεστοποίηση και η απομάκρυνση του χόνδρου και τέλος, ακολουθεί ο σχηματισμός οστού και το χρόνιο στάδιο της ανακατασκευής του οστού (remodeling) (Λαμπίρης, 2007).

Η δημιουργία του αιματώματος ωφελεί στην ενεργοποίηση μοριακών διεργασιών για την επίτευξη της πώρωσης. Η έκκριση κυτοκινών (ιντερλευκίνης 1 και 6) καθώς και άλλων παραγόντων οστικής αύξησης (μετατρεπτικού παράγοντα b και αιμοπεταλιακού παράγοντα) προάγει στην αγγειογένεση και στην διαφοροποίηση των μεσεγχυματικών κυττάρων (Λαμπίρης, 2007). Τα νεόπλαστα αγγεία μεταφέρουν πρόδρομες μορφές οστεοβλαστών. Τα ενδοθηλιακά μεσεγχυματικά κύτταρα των αγγείων που δημιουργήθηκαν, μετατρέπονται σε οστεοκλάστες οι οποίοι συντηκόμενοι σχηματίζουν τα μακροφάγα πολυπύρρηνα γιγαντοκύτταρα όπου η δράση τους είναι αποδομητική στο αρχικό στάδιο (Παπαβασιλείου, 2003).

Ο πώρος μπορεί να διακριθεί σε σκληρό μέσω της ενδομεμβρανώδους οστεοποίησης, και σε μαλακό μέσω της ενδοχόνδριας οστεοποίησης. Στις πρώτες 7-10 ημέρες αρχίζει η ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση από το περίοστεο και γεφυρώνονται τα άκρα του κατάγματος από πώρο που αρχίζει να παίρνει τη μορφή χόνδρου, ενώ οι χονδροκλάστες ενεργούν στην απορρόφηση του ασβεστοποιημένου χόνδρου, όπου και ασβεστοποιείται (Λαμπίρης, 2007). Σε αυτή την φάση έχουμε τη μετάπτωση των οστεοκλαστών σε οστεοβλάστες (Παπαβασιλείου, 2003). Μετά την ασβεστοποίηση του χόνδρου η κίνηση στην καταγματική εστία ελαττώνεται όσο το ανώριμο οστόν ασβεστοποιείται, με αποτέλεσμα την επίτευξη της πώρωσης. Η οστεοκλαστική και οστεβλαστική δραστηριότητα συνεχίζονται, προκειμένου να επιτευχθεί η φυσιολογική ανακατασκευή του οστού δοκιδωτά (Λαμπίρης, 2007).

Ευτυχώς, τα αιματώματα φυσιολογικά, δεν μετασχηματίζονται σε οστόν. Αυτή, είναι διαδικασία που ξεκινά με ερεθίσματα από το ίδιο το οστόν. Τα ερεθίσματα θα πρέπει να αναζητηθούν στο μυελό των οστών, στους περιβάλλοντες

οστεοβλάστες και στο περίοστεο. Δυστυχώς η ακριβής φύση τους δεν είναι ακόμα γνωστή (Dandy & Edwards, 2003).

1.3.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΩΡΩΣΗ

Η πώρωση χαρακτηρίζεται ως μια σταδιακή και συνεχής διαδικασία, κατά την οποία μέσω της οστικής αναγέννησης αποκαθίσταται η αντοχή του κατεαγότος οστού, εφόσον πληρούνται βασικοί όροι όπως η καλή ανάταξη και η πλήρης ακινητοποίηση του κατάγματος (Λαμπίρης, 2007; Αλειφερόπουλος, 2003). Το τέλος αυτής της διαδικασίας καλείται ο κλινικός ιατρός να το καθορίσει, εκτιμώντας τα κλινικά και ακτινολογικά ευρήματα και λαμβάνοντας αποφάσεις για τη διάρκεια της ακινητοποίησης, της αποφόρτισης ή της αλλαγής στη μέθοδο θεραπείας. Πλήρης πώρωση επιτυγχάνεται, όταν κλινικά η καταγματική εστία είναι ανώδυνη στην πίεση και στην φόρτιση του σκέλους (χωρίς δυνατότητα μικροκίνησης). Στις ακτινογραφίες θα πρέπει να παρουσιάζονται ελάχιστα οι καταγματικές γραμμές και η δοκιδωτή οστική υφή θα έχει αποκαταστήσει τη συνέχεια της. Ο πώρος είναι καλά σχηματισμένος γύρω από την καταγματική εστία. Έτσι η πώρωση έχει ολοκληρωθεί και δεν χρειάζεται περαιτέρω προστασία (Λαμπίρης, 2007).

Καθώς η εξέλιξη της πώρωσης συνεχίζεται, μάζα ιστών που βρίσκεται γύρω από το κάταγμα σκληραίνει και δημιουργεί έναν ατρακτοειδή πώρο. Ασθενείς, καμία φορά φοβούνται λόγω της διόγκωσης αυτής και νομίζουν ότι έχουν καρκίνο έτσι θα πρέπει να ενημερωθούν ότι πρόκειται για σημείο καλής πώρωσης του κατάγματος. Με την πάροδο του χρόνου και παράλληλα με την ανακατασκευή του οστού ο πώρος μικραίνει καθώς ελαττώνεται το οίδημα των μαλακών μορίων, αλλά ποτέ δεν εξαφανίζεται εντελώς (Dandy & Edwards, 2003).

Το οστόν θεωρείται πωρωμένο όταν είναι αρκετά ισχυρό για φυσιολογική χρήση. Όμως ένα οστό κάτω άκρου που σηκώνει το βάρος του σώματος, μεταφέρει μεγαλύτερο φορτίο από ένα οστό άνω άκρου που σηκώνει μικρότερο βάρος. Με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητος περισσότερος χρόνος για την πλήρη πώρωσή του, ακόμα και αν ο βαθμός επούλωσης και ισχύς του οστού είναι η ίδια (Dandy & Edwards, 2003).

1.3.4 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΠΩΡΩΣΗ

Πρωτογενής και δευτερογενής πώρωση είναι διαφορετικές διαδικασίες, χωρίς όμως να παρεμβάλλονται τα διαδοχικά στάδια της εξέλιξης και της μετάπτωσης από στάδιο σε στάδιο. Πρωτογενής πώρωση δημιουργείται κυρίως μετά από σταθερή οστεοσύνθεση (Rigid Fixation), όπου οι μετακινήσεις στην καταγματική εστία ελαχιστοποιούνται. Επίσης παρούσα της υπάρχει κατά τη διατακτική οστεογένεση όπου πληροί το χάσμα που δημιουργούμε με την προοδευτική απομάκρυνση των οστικών περάτων της οστεοτομίας (Παπαβασιλείου, 2003).

Στα χείλη των κατεαγόντων οστών, πάχους 2mm, το οστόν νεκρώνεται. Τα νεκρά οστικά στοιχεία ασκούν τακτισμό στα τριχοειδή αγγεία της περιοχής. Οι οστεοκλάστες, με την μορφή πολυπύρηνων γιγαντοκυττάρων που προκύπτουν από το ενδοθήλιο των αγγείων, προκαλούν την φαγοκυττάρωση του νεκρού οστού. Στη συνέχεια διανοίγοντας ρήγμα στο φραγμό της εστίας με κατεύθυνση τον άξονα του οστού, σχηματίζουν κοιλότητες περιεκτικότητας σε οστεοβλάστες οι οποίοι μεταπίπτουν σε οστεοκύτταρα διαμορφώνοντας έτσι πεταλιώδες οστόν στην σταθερή οστεοσύνθεση (Παπαβασιλείου, 2003).

Το οστό που προκύπτει, από πρωτογενή πώρωση είναι αδύναμο σε στροφικές και καμπτικές δυνάμεις. Η δομή του δεν αποτελεί την ίδια με το οστόν και κυρίως με τον φλοιό του οστού, καθώς οι κολλαγόνες του ίνες έχουν κάθετη φορά. Αυτό αποτελεί και ο βασικός λόγος της διατήρησης των υλικών οστεοσύνθεσης στον πάσχοντα, όπως επίσης και η αποφυγή φόρτισης του σκέλους για αρκετό χρονικό διάστημα, μετά την αφαίρεση των υλικών της οστεοσύνθεσης (Παπαβασιλείου, 2003).

1.3.5 ΣΤΑΔΙΑ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΠΩΡΩΣΗΣ

Στάδιο αιματώματος

Τις δύο πρώτες βδομάδες, η επούλωση ενός οστού ακολουθεί το ίδιο πρότυπο επούλωσης με το δέρμα ή οποιαδήποτε άλλο τραύμα (Dandy & Edward, 2003). Από την ρήξη αγγείων του οστού και του περιοστέου δημιουργείται αιμάτωμα στην εστία του κατάγματος, που όμως είναι μεγάλο λόγω της πλούσιας αιμάτωσης,

ενώ επίσης, τα καταγματικά οστικά άκρα, τμήμα από το περίοστεο και μαλακά μέρη, αρχίζουν να νεκρώνονται σε μια περιοχή έκτασης 1-2 χιλιοστά (Παπαβασιλείου, 2003; Συμεωνίδης, 1997). Ακολουθεί άσηπτη φλεγμονώδης αντίδραση στην περιοχή που είναι επακόλουθο λόγο της δημιουργίας του αιματώματος που αποτελεί έναν περιχαρακωμένο νεκρωτικό ιστό (Παπαβασιλείου, 2003). Η αντίδραση ακολουθεί με έξοδο πλάσματος από τα διευρυμένα αγγεία, μετανάστευση λευκών αιμοσφαιρίων, μακροφάγων ιστοκυττάρων και τη δημιουργία εξιδρώματος που οδηγεί σε οξύ οίδημα στην περιοχή του κατάγματος (Παπαβασιλείου, 2003; Συμεωνίδης, 1997). 48 ώρες μετά το κάταγμα η άσηπτη φλεγμονή υποχωρεί και αρχίζει προοδευτικά το επόμενο στάδιο (Εικ. 1.9, Α) (Συμεωνίδης, 1997).

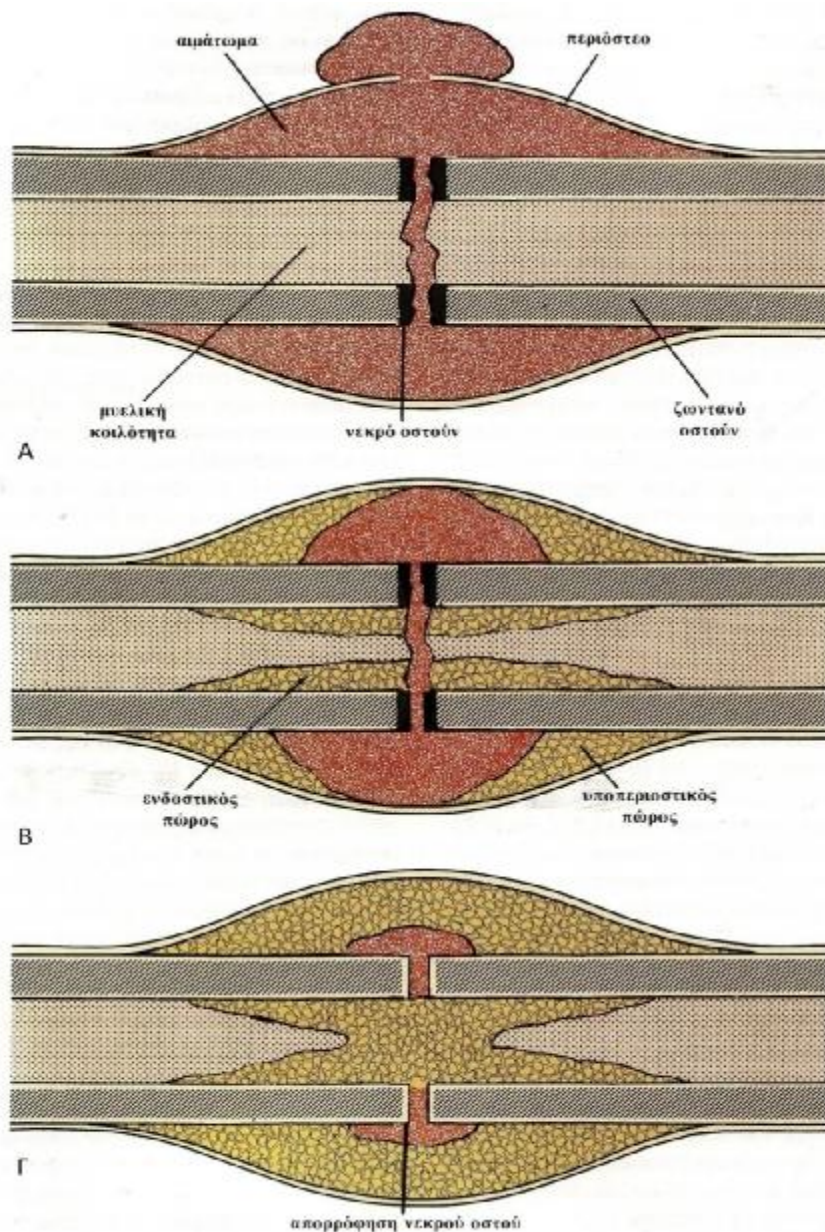
Επανορθωτικό στάδιο

Το αιμάτωμα με την δράση των μακροφάγων και των ιστοκυττάρων, αρχίζει να μετατρέπεται σε υπόστρωμα από ινώδη ιστό, στο δίκτυο του οποίου οργανώνονται οι ινοβλάστες, οι οστεοβλάστες και τα αρχέγονα μεσεγχυματικά κύτταρα της περιοχής δημιουργώντας τον ινώδη πύρο. Οι οστικές μορφογενετικές πρωτεΐνες και βιομηχανικοί διαμεσολαβητές, όπως οι προσταγλανδίνες και διάφοροι άλλοι βιολογικοί παράγοντες που απελευθερώνονται συμβάλλουν στην διαδικασία αυτή (Παπαβασιλείου, 2003). Από τη μοριακή δραστηριότητα και την ενεργοποίηση των παραπάνω παραγόντων εξαρτάται η μετέπειτα διαφοροποίηση και η εξέλιξη του πύρου, σε συνδυασμό πάντα με τον βαθμό ανάταξης και σταθεροποίησης των δύο οστικών τμημάτων του κατάγματος (Εικ 1.9, Β) (Συμεωνίδης, 1997).

Στάδιο μαλακού πύρου

Σαρανταοχτώ ώρες μετά τον τραυματισμό, παρατηρούνται κύτταρα της εσωτερικής στοιβάδας του περιοστέου, και οστεοβλάστες από τα χείλη των κατεαγόντων οστών να πολλαπλασιάζονται, δημιουργώντας δύο δακτύλιους πύρους οι οποίοι επεκτεινόμενοι σε πλάτος, τείνουν προς την ένωσή τους (Συμεωνίδης, 1997). Συγχρόνως, αλλά με βραδύτερο ρυθμό αυτή τη φορά, κύτταρα του ενδοστέου και αρχέγονα μεσεγχυματικά κύτταρα του μυελού αρχίζουν να δημιουργούν παρόμοια, δύο αντίστοιχους εσωτερικούς δακτύλιους οι οποίοι τείνουν και αυτοί στην ενοποίηση (Εικ 1.9, Γ) (Παπαβασιλείου, 2003).

Επίσης εκτός από τις παραπάνω διεργασίες γίνεται και πολλαπλασιασμός τριχοειδών του περιόστεου και του ενδόστεου με μικρότερη ταχύτητα βέβαια, όπου δεν επιτρέπει να γίνει χρονικά παράλληλα με τη σχημάτιση πώρου σε όλη του την έκταση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα βασικά κύτταρα του περιόστεου και ενδόστεου τα οποία υπάρχουν στον πώρο που βρίσκεται κοντά στα σημεία του οστού να διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες λόγω καλής αιμάτωσης, ενώ στα τμήματα του πώρου που βρίσκονται πιο μακριά, λόγω πτωχής αιμάτωσης τα κύτταρα αυτά να μετατρέπονται σε χονδροβλάστες (Συμεωνίδης, 1997).



Εικόνα 1.9. Στάδια πώρωσης κατάγματος μακρού οστού. Τροποποιημένο από (Συμεωνίδης, 1997).

Στάδιο σταθερού πύρου

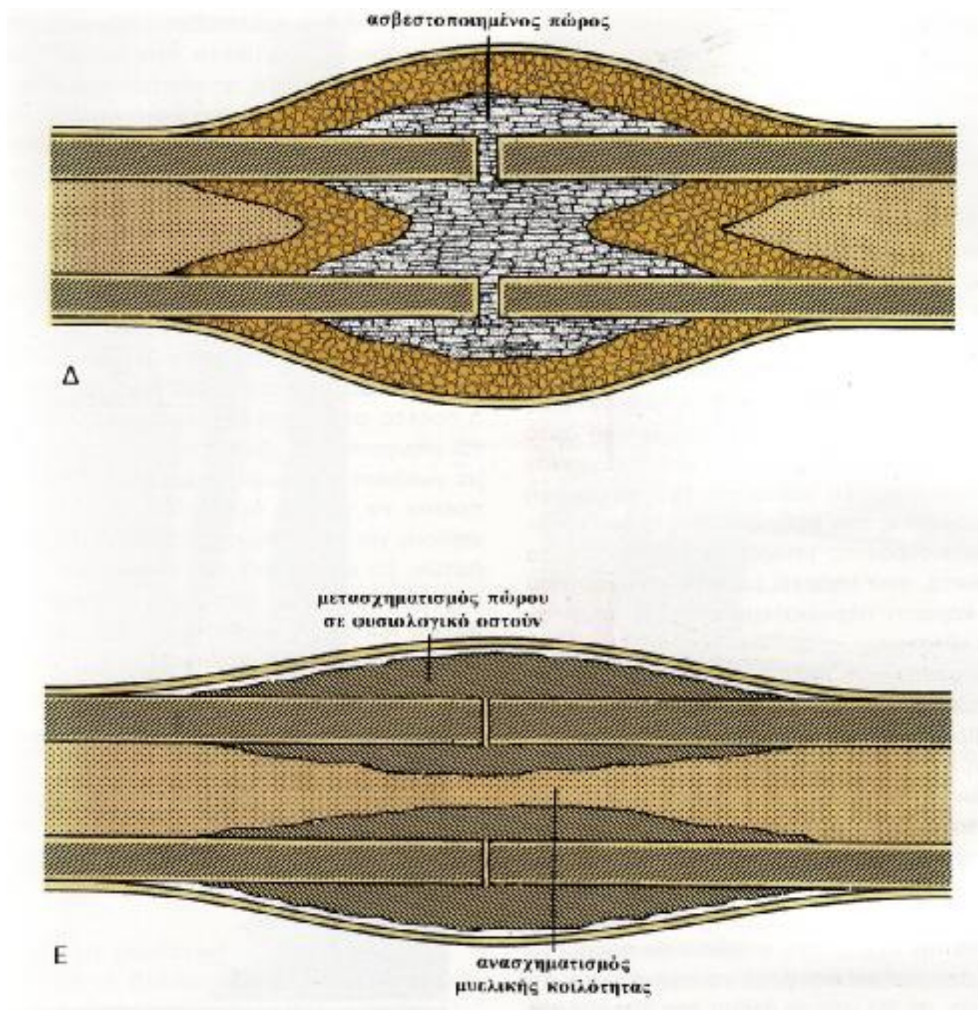
Μετά τη συνένωση των δακτυλίων του πύρου και τη μετάπτωση των αδιαφοροποίητων κύτταρων σε χονδροβλάστες και χονδροκύτταρα, επιτυγχάνεται, σταδιακά, σκλήρυνση του μαλακού πύρου. Ακολουθεί η τιάνωση της μεσοκυττάριας ουσίας και ωρίμανση των χονδροκυττάρων που θα οδηγήσει στην εκφύλισή τους και την αντικατάστασή τους, από οστεοβλάστες και οστεοκύτταρα ή στην απ' ευθείας μετάπτωσή τους σε οστεοκύτταρα. Η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με εκείνη της χονδρογενούς οστεογένεσης των μακρών οστών (Παπαβασιλείου, 2003). Μεταξύ 6 και 12 εβδομάδων, ο πύρος ωριμάζει, σκληραίνει συγκρατεί και γεφυρώνει τα δύο άκρα του κατάγματος, γίνεται με άλλα λόγια οστέινος (Dandy & Edward, 2003; Συμεωνίδης, 1997). Στην περίπτωση όπου η ακινητοποίηση δεν αποβεί ικανοποιητική και το χάσμα μεγάλο, δεν πρόκειται να υπάρξει η διαφοροποίηση των κυττάρων σε χονδροβλάστες, αλλά αντίθετα, θα δημιουργηθεί ινώδης συνδετικός ιστός και ψευδάρθρωση (Συμεωνίδης, 1997). Σε αυτό το στάδιο το pH των ιστών αυξάνεται και εναποτίθεται ασβέστιο.

Το pH του αίματος έχει σημαντικό ρόλο σε όλη αυτή τη διεργασία. Ξεκινά στο αρχικό στάδιο ως όξινο στην συνέχεια γίνεται ουδέτερο και τελικά αλκαλικό. Το αλκαλικό περιβάλλον είναι απαραίτητο για την μετάλλωση του πύρου καθώς ενεργοποιεί την αλκαλική φωσφατάση. Ο ογκώδης πύρος που σχηματίζεται με την πάροδο του χρόνου αντικαθίσταται από οστικές δοκίδες πεταλιώδους οστού. Είναι φανερός ακτινολογικά και ψηλαφάται σε οστά σαν την κνήμη και την κλείδα με ελάχιστη παρεμβολή από μαλακά μόρια της περιοχής (Συμεωνίδης, 1997). Αυτή η αντικατάσταση οδηγεί, στην κατασκευή φυσιολογικού οστού ανάλογα πάντα με την ηλικία του πάσχοντος και το είδος του οστού (για την κλείδα είναι ένας μήνας, για το βραχιόνιο δύο, για την κνήμη τρεις κ.τ.λ) (Παπαβασιλείου, 2003; Συμεωνίδης, 1997). Η ηλικία επίσης είναι παράγοντας στην διαδοχή της μιας κατάστασης του πύρου προς την άλλη (Εικ 1.10, Δ) (Παπαβασιλείου, 2003).

Στάδιο ανακατασκευής του οστού (Remodeling)

Στο στάδιο αυτό που στηρίζεται στο νόμο του Wolf, μεταξύ 1 και 2 ετών γίνεται η ανακατασκευή του οστού όπου οι οστικές προπέτειες ομαλοποιούνται και επανέρχεται η φυσιολογική αρχιτεκτονική του (Final post-traumatic remodeling)

(Dandy & Edward, 2003; Συμεωνίδης, 1997). Αυτό επιτυγχάνεται με τη σταδιακή απορρόφηση του περιπού πώρου και του πώρου που δεν αναπτύχθηκε σωστά με την αντικατάσταση τους από νέο οστίτη ιστό προσαρμοσμένο στις δυναμικές γραμμές του οστού. Η αυτόματη διόρθωση της οστικής παραμόρφωσης αποτελεί μια πολύπλοκη και μακροχρόνια διεργασία με την οποία ο οργανισμός: α) επιτυγχάνει τη διατήρηση του περίπου ίδιου σχήματος του οστού από την γέννηση μέχρι τον θάνατο παρά την αύξηση των διαστάσεων και β) ολοκληρώνει ως ένα σημείο τη διόρθωση της γωνιακής παραμόρφωσης που προκλήθηκε από ένα κατάγμα σε βαθμό που μετά από χρόνια να μην είναι εμφανές η παραμόρφωσή του. Τον κυριότερο ρόλο στη διεργασία αυτή φαίνεται να τον έχουν τα ηλεκτρικά φορτία που αναπτύσσονται λόγω της επίδρασης των μηχανικών παραγόντων στην εστία του κατάγματος. Τα ηλεκτρικά φορτία που αναπτύσσονται στην περιοχή με τάση (κυρτό) είναι θετικά και ενεργοποιούν τους οστεοκλάστες, οι οποίοι προκαλούν την απορρόφηση οστού, ενώ τα φορτία που αναπτύσσονται στην περιοχή με συμπίεση (κοίλο) είναι αρνητικά και ενεργοποιούν τους οστεοβλάστες οι οποίοι παράγουν νέο οστό. Η τελειοποίηση αυτής της διεργασίας είναι μακροχρόνια και εξαρτάται από την ηλικία όπου στα παιδιά είναι πλήρης και μερική στους ενήλικες (Συμεωνίδης, 1997). Στα παιδιά η ανακατασκευή θα διορθώσει αρκετές αλλά όχι όλες τις οστικές παραμορφώσεις. Η εκτροπή μέχρι 30 μοίρες στο επίπεδο κάμψης-έκτασης αναμένεται να αυτοδιορθωθεί στο στάδιο ανακατασκευής σε νέο παιδί και να βελτιωθεί σημαντικά στους ενήλικες, ενώ σε στροφικές παραμορφώσεις και εκτροπές σε άλλα επίπεδα δεν αναμένονται τόσο καλά αποτελέσματα. Είναι ευλογία που στα παιδιά πωρώνονται ταχύτερα του φυσιολογικού τα κατάγματα καθώς επίσης μια απώλεια μήκους της τάξεως του 1-1,5 cm είναι αποδεκτή αλλά και επιθυμητή στην ηλικία κάτω των 12 ετών (Eικ 1,10, E) (Dandy & Edward, 2003).



Εικόνα 1.10. Στάδια πώρωσης κατάγματος μακρού οστού. Τροποποιημένο από (Συμεωνίδης, 1997).

Το χρονοδιάγραμμα ποικίλει αρκετά και διαφοροποιείται ανάλογα την ηλικία, καθώς είναι πολύ ταχύτερο σε παιδιά όπου ο πώρος μπορεί να κάνει την εμφάνισή του στις 2 πρώτες βδομάδες (Dandy & Edward, 2003; Παπαβασιλείου, 2003).

Ένα οστό δεν επουλώνεται πάντα και τότε είναι πιθανό τα οστικά άκρα να είναι συνδεδεμένα με πλέγμα ινώδους ιστού ή με ψευδάρθρωση (ψεύτικη), χωρίς όμως κανένα από αυτά να είναι μηχανικά ικανοποιητικό. Τα κατάγματα σπογγώδους οστού, περιβαλλόμενα από μύες χωρίς τραυματισμό μαλακών μορίων και με καλή αιμάτωση, έχουν μέγιστη πιθανότητα επούλωσης, ενώ τα κατάγματα μεσότητας της διάφυσης των μακρών οστών ιδιαίτερα αν συνοδεύονται από εκτεταμένη καταστροφή μαλακών μορίων αυξάνουν τις πιθανότητες για μη πώρωση τους (Dandy & Edwards, 2003).

Μετά την έντονη στιγμή ενός κατάγματος, τα καταγματικά άκρα τρίβονται μεταξύ τους προκαλώντας κριγμό που είναι πολύ ενοχλητικός για τον ασθενή με έντονο πόνο.

Μετά από 14 μέρες ο θρόμβος αίματος που υπάρχει ανάμεσα στα καταγματικά άκρα, αντικαθίσταται από ινώδη ιστό και εκεί ο κριγμός σταματά, ενώ το κάταγμα παραμένει κινητό. Μετά από 4 βδομάδες το κάταγμα γίνεται κολλώδες και η κίνηση γίνεται λιγότερο φανερή. Στους επόμενους δύο μήνες προοδευτικής πώρωσης και γεφύρωσης των καταγματικών άκρων το οστό γίνεται συμπαγές αλλά όχι αρκετά ισχυρό προκειμένου να ανταπεξέλθει στις φυσικές ιδιότητες ενός οστού, ιδιαίτερα αν πρόκειται για φόρτιση στα κάτω άκρα (Dandy & Edwards, 2003).

Από το μέρος των ασθενών είναι λογικό να υπάρχει μεγάλη ανυπομονησία για να μάθουν πότε θα πωρωθεί το κάταγμά τους. Δυστυχώς όμως είναι δύσκολο να απαντηθούν ερωτήματα τέτοιου τύπου διότι τα κατάγματα πωρώνονται προοδευτικά. Ένα οστό θεωρείται πωρωμένο όταν είναι αρκετά ισχυρό, προκειμένου να αντέξει τις φυσιολογικές φορτίσεις που ποικίλλουν από οστό σε οστό. Ένας καλός κανόνας αποτελεί το ότι τα περισσότερα οστά πωρώνονται σε 8 εβδομάδες αλλά τα οστά του κάτω άκρου χρειάζονται διπλάσιο χρόνο για την επούλωση τους, ενώ τα κατάγματα στα παιδιά απαιτούν τον μισό χρόνο (Dandy & Edwards, 2003).

1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΩΡΩΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πώρωση ενός κατάγματος είναι κυρίως το βιολογικό και μηχανικό περιβάλλον στην περιοχή του κατάγματος. Το βιολογικό περιβάλλον εξαρτάται από δύο παράγοντες: την διαταραχή της αιμάτωσης του οστού που έχει άμεση σχέση με τον τύπο της κάκωσης (τη συντριπτικότητα δηλαδή του κατάγματος) και από τη βλάβη των μαλακών μορίων. Επιβαρυντικοί βιολογικοί παράγοντες θεωρούνται επίσης και η κατάχρηση νικοτίνης, το αλκοόλ, ο διαβήτης, η κακοποίηση και οι βλάβες των ιστών που υπέστησαν κατά το χειρουργείο. Το μηχανικό περιβάλλον επηρεάζει την πώρωση των καταγμάτων ανάλογα τη

χειρουργική τεχνική, με τον τύπο της οστεοσύνθεσης που χρησιμοποιήθηκε και ανάλογα των υλικών οστεοσύνθεσης που επιλέχθηκαν (Λαμπίρης, 2007).

1.4.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗΝ ΠΩΡΩΣΗ

Η αιμάτωση

Η αιμάτωση ενός οστού επηρεάζει το χρόνο πώρωσής του. Η επαρκής αιμάτωση των καταγματικών άκρων επιφέρει ταχύτερη πώρωση (Αλειφερόπουλος, 2003).

Η διατήρηση του αιματώματος στην εστία του κατάγματος

Είναι θέμα ζωτικότητας για την πώρωση ενώ κατάγματος το αιμάτωμα που δημιουργείται από την κάκωση του περιόστεου και των παρακείμενων ιστών να είναι μικρό και να παραμείνει στην εστία του κατάγματος, διότι οργανώνεται ταχύτερα και βοηθάει στην φυσιολογική πρόοδο της αποκατάστασης (Αλειφερόπουλος, 2003).

Μεγάλες επιφάνειες επαφής

Η εξασφάλιση της πώρωσης επιτυγχάνεται όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια επαφής και σε συνδυασμό με την απαραίτητη αιμάτωση, ώστε να θεωρείται ικανοποιητική, όπως για παράδειγμα στα λοξά και σπειροειδή κατάγματα (Αλειφερόπουλος, 2003).

Τα κατάγματα σπογγώδους οστού

Τα σπογγώδη οστά πωρώνονται ταχύτερα μέσα σε 30 μέρες περίπου. Το σώμα των σπονδύλων, τα οστά της λεκάνης, οι κνημιαίοι κόνδυλοι και η κάτω επίφυση της κερκίδας ανήκουν στην κατηγορία αυτή (Αλειφερόπουλος, 2003).

Θέση κατάγματος

Τα κατάγματα που βρίσκονται κοντά στις επιφύσεις όπως κατάγματα αυχένα του βραχιόνιου οστού, της κάτω επίφυσης της κερκίδας, το υπερκονδύλιο του μηριαίου, του κάτω άκρου της κνήμης και αυτά πλησίον της ποδοκνημικής άρθρωσης

πωρώνται ταχύτερα. Το κάταγμα του αυχένα του μηρού εξαιρείται λόγω της πλήρους διακοπής της αγγείωσης της κεφαλής όπου πωρώνεται βραδύτατα χωρίς αιμάτωση του οστού (Αλειφερόπουλος, 2003).

Ενσφήνωση καταγματικών άκρων

Η πύρωση στα ατελή και τα ενσφηνωμένα κατάγματα γίνεται ταχύτερα (Αλειφερόπουλος, 2003).

Η ηλικία

Η πύρωση ενός κατάγματος στα παιδιά είναι ταχύτερη από ότι σε έναν ενήλικα (Συμεωνίδης, 1997).

1.4.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΩΡΩΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ

Μειωμένη αιμάτωση

Όταν υπάρχει μειωμένη αιμάτωση στα καταγματικά άκρα η πύρωση επιβραδύνεται, ενώ πλήρη απώλεια αιμάτωσης σε ένα άκρο οδηγεί σε νέκρωση και η πύρωση επιβραδύνει ή και δεν επιτυγχάνεται (Αλειφερόπουλος, 2003).

Διάχυση αιματώματος

Αν το αιμάτωμα μετακινηθεί εκτός καταγματικής εστίας η πύρωση επιβραδύνεται (Αλειφερόπουλος, 2003).

Παρεκτόπιση κατάγματος

Η λανθασμένη ανάταξη του κατάγματος οδηγεί στην επιβράδυνση της πύρωσης (Αλειφερόπουλος, 2003).

Παρεμβολή μαλακών μορίων

Όταν στην καταγματική εστία παρεμβάλλονται μαλακά μόρια και άλλοι ιστοί όπως μύες, σύνδεσμοι και τένοντες, η πύρωση δεν μπορεί να επιτευχθεί φυσιολογικά με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της διαδικασίας ή και την αναστολή

της. Οποιαδήποτε παρεμβολή μπορεί να γίνει αντιληπτή όταν κατά την προσπάθεια κίνησης του κατάγματος δεν ακουστεί κριγμός (Αλειφερόπουλος, 2003).

Συντριβή οστικών άκρων σε πολλαπλές παρασχίδες

Ύπαρξη πολλαπλών παρασχίδων στην καταγματική εστία δημιουργεί πρόβλημα στην φυσιολογική πύρωση, διότι η κάθε μία από αυτές εμφανίζει ελαττωμένη ή ελλιπή αιμάτωση (Αλειφερόπουλος, 2003).

Δύναμη στρέψης

Οι υποτυπώδεις κινήσεις του υπτιασμού και του πρηνισμού σε κατάγμα της διάφυσης της ωλένης παρά την εφαρμογή γύψου επιβραδύνει την πύρωση λόγω διαταραχής της σωστής θέσης της ανάταξης (Αλειφερόπουλος, 2003).

Φλεγμονή

Η φλεγμονή καθυστερεί την πύρωση (Αλειφερόπουλος, 2003).

Η γενική κατάσταση υγείας του οργανισμού

Στα άτομα τα οποία ταλαιπωρούνται από χρόνια νοσήματα η πύρωση μπορεί να καθυστερήσει ανάλογα με τη συνηπάρχουσα παθολογία (Συμεωνίδης, 1997).

Η λειτουργία των ενδοκρινών αδένων

Ο θυρεοειδής, τα παραθυρεοειδή σωματίδια, η υπόφυση και τα επινεφρίδια επιδρούν με τη λειτουργία τους στον μηχανισμό της πύρωσης (Συμεωνίδης, 1997).

ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ

Στο μέταλλο μπορεί να επέλθει κόπωση, ως απόρροια επαναλαμβανόμενων τάσεων και συνεπώς μπορεί να αναπτύξει κάποιο ράγισμα ή ακόμα και να σπάσει. Ομοίως και στο οστό, ειδικά όταν υπόκειται σε ασυνήθεις τάσεις για τις οποίες δεν έχει το χρόνο να προσαρμοστεί, μέσω τις φυσιολογικής διαδικασίας της υπερτροφίας. Αντιθέτως με το μέταλλο το οστό έχει τη δυνατότητα επούλωσης ώστε το ράγισμα να μην εξελιχθεί σε παρεκτοπισμένο κάταγμα (Salter, 1999).

Το 1855, ο Briethaupt πρώσος στρατιωτικός ιατρός, περιέγραψε πρώτος φλεγμονή σε συνδυασμό με πόνο στον άκρο πόδα, σε νεοσύλλεκτους στρατιώτες μη συνηθισμένους σε δοκιμασίες όπως η βασική εκπαίδευση. Αυτοί οι τραυματισμοί περιγράφηκαν αργότερα, από τον Markey (1987), ως κατάγματα «πορείας» μετά από την ακτινολογική τους ανάλυση.

Τα κατάγματα κόπωσης (Κ.Κ.) είναι αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενων φορτίσεων, μικρότερης έντασης από αυτή που απαιτείται για ένα οξύ κάταγμα. Ο όρος «κάταγμα κόπωσης» έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για να περιγράψει το αποτέλεσμα ήπιων δυνάμεων ή τάσεων με επακόλουθη παραμόρφωση ή ρήξη σε ένα υλικό, όπως το οστό. Κατά συνέπεια το κάταγμα κόπωσης δεν είναι αποτέλεσμα ενός περιστατικού αλλά μάλλον μίας συνεχούς διαδικασίας. Το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι ένα κάταγμα, αλλά στην πραγματικότητα είναι το προϊόν της συνεχιζόμενης εφαρμογής δυνάμεων στο οστό δημιουργώντας ένα ελάττωμα (αδυναμία) με εκ νέου απορρόφηση των οστών πριν από την θέσπιση του νέου οστού (Lorimer et al., 2004).

Υπάρχουν δύο βασικές θεωρίες για το λόγο τον οποίο αναπτύσσονται τα κατάγματα κόπωσης. Μία θεωρία, είναι ότι κατά τη διάρκεια συνεχούς δυναμικής δραστηριότητας οι μύες εξαντλούνται. Καθώς οι μύες κουράζονται χάνουν την ιδιότητα τους ώστε να απορροφούν ενέργεια και να μειώνουν την τάση η οποία μεταδίδεται στο οστό (Lorimer et al., 2004). Η υπόθεση αυτή υποστηρίζει, πως τα υπερβολικά φορτία τάσης είναι αυτά που προκαλούν κόπωση του μυ, με αποτέλεσμα την απώλεια απορρόφησης κραδασμών. Αυτή η τροποποιημένη κατανομή τάσης επιτρέπει τη μετάδοση ασυνήθιστα υψηλών δυνάμεων στο οστό με πιθανό αποτέλεσμα ένα κάταγμα κόπωσης (Stanitski et al., 1978). Σε μελέτη που έγινε για τις τάσεις στις κνήμες σκυλιών, που υποβάλλονταν σε κοπιαστικό τρέξιμο πάνω σε κυλιόμενο διάδρομο, βρέθηκε ότι οι κύριες δυνάμεις που αναπτύσσονταν στην πρόσθια κ πρόσθιο- πλάγια επιφάνεια της κνήμης αυξήθηκαν από 26% σε 35% ύστερα από καταπόνηση των μυών (Yoshikawa et al., 1994)

Μία δεύτερη θεωρία, αναφέρει πως η δύναμη η οποία ασκείται από τους μύες, κατά την συστολή τους μέσω των εκφύσεων και των καταφύσεων τους, πάνω στο οστό δημιουργεί την επαναλαμβανόμενη τάση η οποία σταδιακά οδηγεί σε εξασθένηση του οστού (Stanitski et al., 1978).

Έχει περιγράψει ως μια εξελικτική νόσος που δεν περιλαμβάνει οποιαδήποτε παράξενη ή νέα αντίδραση, αλλά μόνο μεταβολή στις σχέσεις των φυσιολογικών αντιδράσεων. Τα Κ.Κ. είναι ρογμώδη και εμφανίζονται στο οστό ως αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενης εφαρμογής χαμηλού επιπέδου δύναμης, όπως οι δυνάμεις που ασκούνται σε παρατεταμένη άσκηση ή κατά τη διάρκεια μη συνηθισμένης δραστηριότητας (Lorimer et al., 2004).

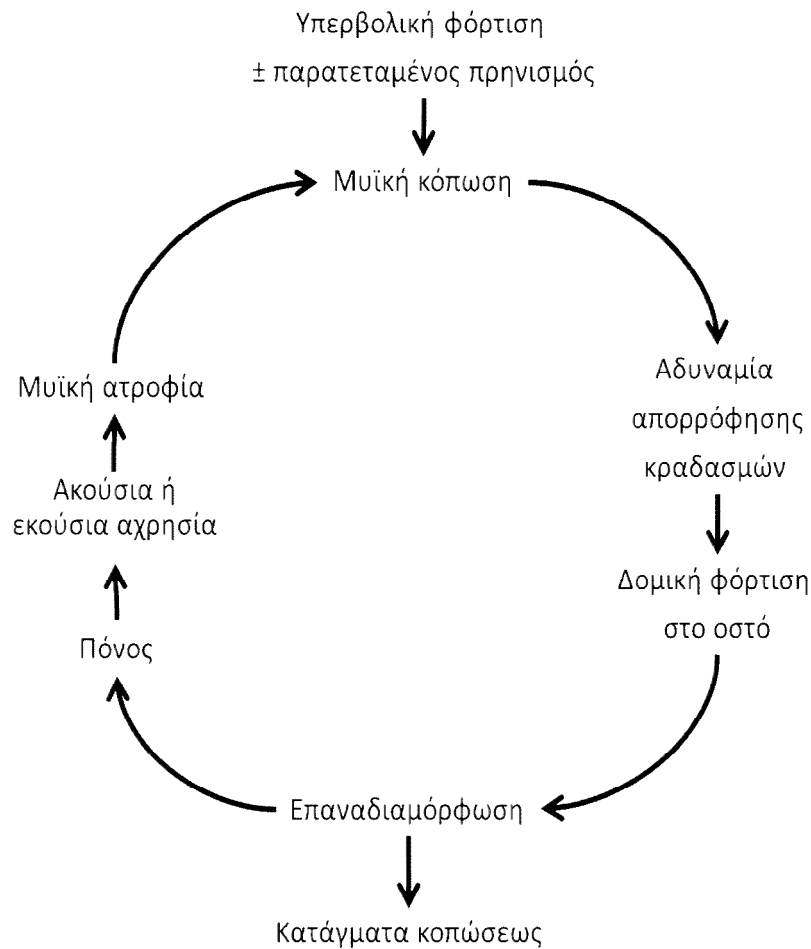
2.1.2 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Τόσο το φλοιώδες όσο και το σπογγώδες οστό έχουν ενδογενείς ιδιότητες. Όταν γίνεται εφαρμογή δύναμης, είτε συμπιεστικής είτε εφελκυστικής, στο εσωτερικό του οστού προκαλείται τάση. Η τάση προκαλεί καταπόνηση από τη σχετική μεταβολή του μήκους. Η σχέση τάσης/καταπόνησης είναι γραμμική μέχρι το όριο της απόδοσης στις μεταβολές μήκους. Το γραμμικό τμήμα αντικατοπτρίζει την ελαστικότητα του οστού, δεδομένου ότι πέρα από το όριο της αντοχής το οστό παραμορφώνεται πλέον σε μη αναστρέψιμο επίπεδο, μέχρι να φτάσει στο τελικό στάδιο (θραύση). Σε αυτό το στάδιο, το οστό συνθλίβεται όταν πρόκειται για συμπίεση και διαρρηγνύεται εάν

πρόκειται για τάνυση. Στο οστό μπορεί να προκληθεί κάταγμα, είτε ως αποτέλεσμα μίας μεγάλης δύναμης, είτε ενός αριθμού επαναλαμβανόμενων μικρότερων δυνάμεων. Στα αθλήματα αντοχής, όπως ο μαραθώνιος, ο οποίος απαιτεί επαναλαμβανόμενη κίνηση πρόσκρουσης, η συνεχής δύναμη που ασκείται στο οστό επιφέρει μία διαδικασία αναδόμησης, η οποία σταδιακά έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αντοχής του οστού, πάνω στην κατεύθυνση με την οποία του ασκείται η δύναμη. Η ικανότητα του οστού να αντέχει επαναλαμβανόμενη φόρτιση εξαρτάται από την ποσότητα της φόρτισης, τον αριθμό των επαναλήψεων και τη συχνότητα της φόρτισης. Όταν η διεργασία της κόπωσης υπερβαίνει αυτή της αποκατάστασης, τότε συνήθως συντελείται το κάταγμα κόπωσης (Lorimer et al., 2004).

Ένα Κ.Κ. μπορεί να συμβεί λόγω επαναλαμβανόμενων κυκλικών φορτίσεων. Κατά τη διάρκεια αυτών των κυκλικών φορτίσεων αναπτύσσονται διασπάσεις, οι οποίες μεταδίδονται πέρα για πέρα στο οστό, μέχρι το συνολικό φορτίο να αυξηθεί επαρκώς ώστε να προκαλέσει μικροκάταγμα κόπωσης με τα ανάλογα συμπτώματα. Η συμπίεση, ο εφελκυσμός και η στρέψη είναι κάποιες από τις δυνάμεις που εφαρμόζονται στο οστό είτε από άλλα οστά, είτε από συνδέσμους ή ακόμα και μέσα από τις προσφύσεις των μυών (Lorimer et al., 2004). Ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα αυτής της αρχής έχει αναλυθεί και έδειξε ότι τα κατάγματα κόπωσης της περόνης προέρχονται από τη συστολή των μυών της γαστροκνημίας, οι οποίοι έλκουν την περόνη προς την κνήμη. Σε αυτήν την περίπτωση, η τάση μεγιστοποιείται πάνω από το περιφερικό τμήμα της περόνης λόγω της ισχυρής συνδεσιμότητας στην περιοχή του έξω σφυρού (Devas & Sweetnam, 1956).

Οι γωνιώδης τάσεις, ιδιαίτερα, μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στο οστό με αποτέλεσμα ένα κάταγμα κόπωσης. Δύο θεωρίες είναι κοινώς αποδεκτές για τους μηχανισμούς μέσω των οποίων οι τάσεις/φορτίσεις επηρεάζουν το οστό. Η πρώτη (θεωρία της κόπωσης) προτείνει ότι η έντονη προπόνηση προκαλεί μυϊκή κόπωση σε σημείο που να μην μπορούν πλέον να υποστηρίξουν το σκελετικό σύστημα και να απορροφήσουν τους κραδασμούς. Η καταπόνηση μεταφέρεται στο οστό προκαλώντας το κάταγμα (Σχ. 2.1). Η δεύτερη θεωρία της υπερβολικής φόρτισης υποδεικνύει τη συστολή συγκεκριμένων μυών ως ικανή για να προκαλέσει ελαφριά κάμψη του υποκείμενου οστού. Η πολύ έντονη προπόνηση θα ξεπεράσει την ικανότητα του οστού για ανάρρωση από αυτές τις τάσεις (Norris, 2004).



Σχήμα 2.1. Αλυσίδα πρόκλησης καταγμάτων κόπωσης τροποποιημένο από (Andrews & Harrelson, 2004).

Το οστό, το οποίο έχει μεγάλη αντοχή, είναι εξαρτώμενο των δυνάμεων που του ασκούνται. Με βάση το νόμο του Wolf στο οστό δημιουργούνται στοιβάδες όταν είναι αναγκαίο και απορροφούνται όταν δε χρειάζονται πλέον. Η φόρτιση μπορεί να εφαρμοστεί στο οστό με πέντε διαφορετικούς τρόπους: εφελκυστική, συμπιεστική, στρεπτική, διατμητική, καμπτική (Logimer et al., 2004). Κατά την οστεοπόρωση, τα οστά έχουν χάσει την γενική πυκνότητα τους και είναι περισσότερο επιρρεπή σε κατάγματα, ωστόσο η διαδικασία επούλωσης των καταγμάτων λαμβάνει χώρα με τον ίδιο ρυθμό όπως και στα φυσιολογικά οστά (Buschbacher, 2002). Σε μελέτες που διεξήχθησαν, εμβιομηχανικοί παράγοντες που ενοχοποιήθηκαν για Κ.Κ. ήταν, η στενή κνήμη, η μεγάλου βαθμού εξωτερική στροφή του ισχίου, η ραιβότητα του άκρου, ο υπερβολικός πρηνισμός, η υψηλή ποδική καμάρα και η ανισοσκελία (Friberg, 1982; Clement et al., 1981).

2.1.3 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Τα κατάγματα των οστών παρουσιάζονται είτε σαν αποτέλεσμα υψηλού επιπέδου τραυματισμού, όπως η απότομη εναλλαγή ενεργειών που λαμβάνουν χώρα σε έναν άμεσο τραυματισμό, είτε μπορεί να προκληθούν σαν αποτέλεσμα εφαρμογής επαναλαμβανόμενων μικροτραυματισμών. Αυτή η αρχή παρομοιάζεται όπως το κόψιμο του σύρματος. Μια σεβαστή ποσότητα δύναμης, όπως αυτή που ασκείται από τους κόφτες σύρματος, απαιτείται για να κοπεί το σύρμα με μια ενέργεια. Επίσης το σύρμα μπορεί εύκολα να σπάσει εάν καμφθεί επαναλαμβανόμενα και εκταθεί εφαρμόζοντας δύναμη μόνο από τα χέρια. Υπάρχουν διάφορες τάσεις που μεταδίδονται στα οστά, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε ένα κάταγμα κόπωσης. Οι πιο κοινές είναι η συμπίεση με πρόσκρουση, η έλξη με τράβηγμα του περιόστεου και μυϊκής αιτιολογίας, όπως όταν υπάρχει μειωμένη κυτταρική αντίδραση ή ανεπαρκής αναδιαμόρφωση του οστού (Lorimer et al., 2004).

Σύμφωνα με το νόμο του Wolf το οστό αναπτύσσεται ή αναδιαμορφώνεται αποκρινόμενο στη δύναμη η οποία του ασκείται. Όταν ασκείται στο οστό μεγαλύτερη φόρτιση από την συνηθισμένη, αυτό αντιδρά αρχικά με οστεοκλαστική δραστηριότητα (αποδόμηση/ αποδυνάμωση), στην συνέχεια ακολουθεί εκ νέου δημιουργία οστίτη ιστού (οστεοβλαστική δραστηριότητα) που έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση του οστού. Έτσι οι φυσιολογικές δραστηριότητες φόρτισης προκαλούν αύξηση της πυκνότητας και της αντοχής του οστού. Ωστόσο όταν η φόρτιση είναι υπερβολική και επαναλαμβανόμενη, η αρχική αποδόμηση/αποδυνάμωση του οστού δεν ακολουθείται από την οστεοβλαστική δραστηριότητα. Η επιπρόσθετη οστεοκλαστική δραστηριότητα ξεπερνά την δυνατότητα αναπαραγωγής οστίτη ιστού και εμφανίζεται η γραμμή του κατάγματος. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται κάταγμα κοπώσεως. Τα Κ.Κ. είναι κοινά, για παράδειγμα, στους αθλητές δρόμου οι οποίοι πρόσφατα αύξησαν την απόσταση που καλύπτουν ή άλλαξαν υποδήματα ή πεδίο προπόνησης (Buschbacher, 2002).

Όπως έδειξαν έρευνες πάνω σε λαγούς, οι οποίοι δοκιμάστηκαν σε υπερβολικό τρέξιμο και άλματα, η οστεοβλαστική δραστηριότητα συντελέστηκε από 7 έως 9 μέρες αργότερα σε σχέση με την οστεοκλαστική. Η επαναδιαμόρφωση ξεκίνησε τη δεύτερη μέρα με τη διαστολή των αγγείων του Havers, και έως την έβδομη μέρα η οστεοκλαστική δραστηριότητα παρατηρήθηκε στο φλοιώδες οστό. Ο

σχηματισμός νέου οστού ξεκίνησε στο περίοστεο, κατά την 14^η μέρα των υπερβολικών τάσεων. Η προσαρμογή στην υπερβολική τάση ήταν η επαναπορρόφηση, η οποία συντελείται για κάποιο χρονικό διάστημα πριν τη δημιουργία νέου οστού, αποδυναμώνοντας έτσι τη δομή του οστού. Δεν βρέθηκαν μη φυσιολογικές ακτινογραφίες μέχρι και την 21^η μέρα από την έναρξη των φορτίσεων (Norris, 2004). Οι μεταβολές των οστών του ποδιού λόγω φόρτισης γενικά θεωρούνται καλοήθης και αυτοπεριοριζόμενες με μειωμένη άσκηση. Όταν υπάρχει συμπτωματολογία μπορούν, ωστόσο, να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα για τους αθλητές που προσπαθούν να επικεντρωθούν στο πρόγραμμα προπόνησής τους, ή για στρατιωτικούς που μπορεί ακόμα και να αναγκαστούν να διακόψουν την υπηρεσία, λόγω των σοβαρών, επαναλαμβανόμενων τραυματισμών φόρτισης στα πόδια (Sormaala et al., 2006).

Με βάση σχετική έρευνα φαίνεται ότι τα κατάγματα κόπωσης σε ηλικιωμένους σχετίζονται, με ρευματοειδή αρθρίτιδα, οστεοαρθρίτιδα, οστεοπόρωση και τη νόσο του Paget. Η πυροφωσφορική αρθροπάθεια και η νεφρική οστεοδυστροφία αποτελούν άλλες σπανιότερες αιτίες. Τέτοια κατάγματα προκύπτουν από επαναλαμβανόμενη, κυκλική, χαμηλού επιπέδου δύναμη ασκούμενη σε ένα αποδυναμωμένο οστό για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα (Sathappan & Wong, 2010).

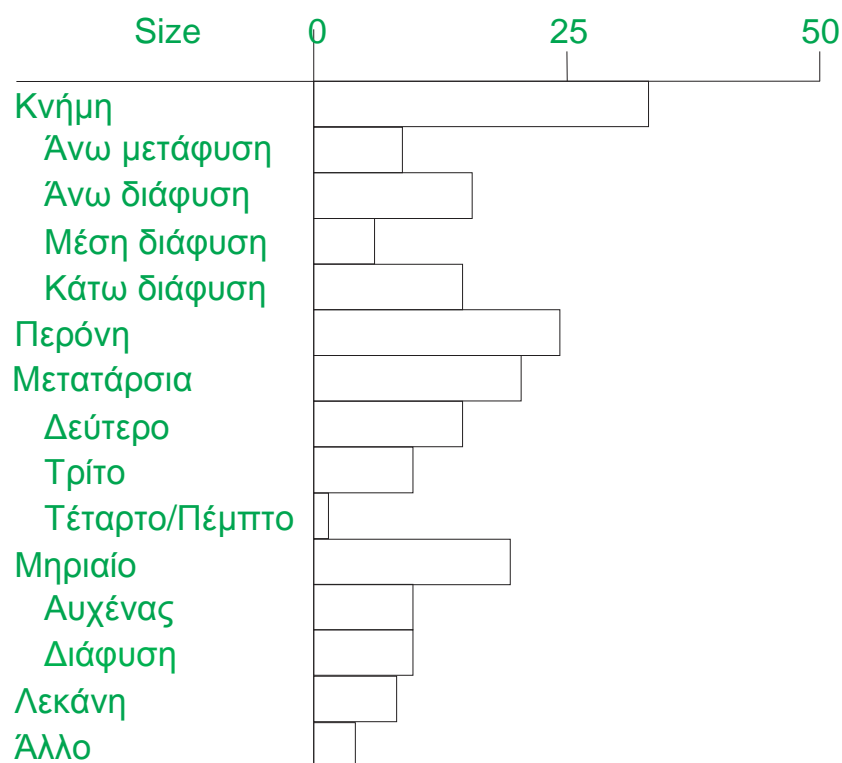
2.1.4 ΣΗΜΕΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ Κ.Κ.

Τα κατάγματα κόπωσης ή υπέρχρησης εμφανίζονται σαν αποτέλεσμα πολλαπλούς ή επαναλαμβανόμενης κάκωσης, εν αντιθέσει με ένα μεμονωμένο γεγονός. Τα κατάγματα κόπωσης εμφανίζονται συνήθως στην κεντρική περιοχή του άκρου πόδα, ωστόσο μπορεί να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε σημείο ανάλογα με τις δυνάμεις που ασκούνται (Lorimer et al., 2004). Κατάγματα κοπώσεως εμφανίζονται συχνά στα μετατόρσια, την κνήμη, την πτέρνα όπως επίσης και στο σκαφοειδές (Buschbacher, 2002). Συχνά σχετίζονται με ασθενείς οι οποίοι αυξάνουν τις απαιτήσεις στα κάτω άκρα μέσα από μη συνηθισμένα επίπεδα δραστηριότητας, για παράδειγμα το κάταγμα «πορείας» συνδέεται με νεοσύλλεκτους στρατιώτες (Lorimer et al., 2004).

Τα πιο συνήθη κλινικά παραδείγματα για κάταγμα κόπωσης ή τάσης είναι το δεύτερο, τρίτο, ή τέταρτο μετατόρσιο στους νεοσύλλεκτους οπλίτες (κατάγματα

πορείας) (Salter, 1999). Εκτός από τα μετατόρσια, άλλες περιοχές του άκρου πόδα και του κάτω άκρου γενικότερα, που είναι επιρρεπείς σε αυξημένη τάση και κατάγματα, είναι η περιφερική περιοχή της κνήμης, η εγγύς περιοχή της περόνης, το σκαφοειδές, η πτέρνα, το κυβοειδές και τα σησαμοειδή (Lorimer et al., 2004). Επίσης το περιφερικό άκρο της περόνης στους δρομείς και το άνω ένα τρίτο της κνήμης σε αθλητές αλμάτων και χορευτές μπαλέτου (Salter, 1999).

Πάνω από το 50% των καταγμάτων κόπωσης συντελούνται στην κνήμη και την περόνη με το υπόλοιπο ποσοστό να κατανέμεται κυρίως στο κάτω άκρο (Σχ. 2.2) (Norris, 2004). Σε άλλη έρευνα που διεξήχθη σε 370 αθλητές με Κ.Κ. βρέθηκε πως το συχνότερο σημείο εμφάνισης τους ήταν η κνήμη σε ποσοστό 49,1% ακολουθούμενη από τα οστά του ταρσού 25,3% και τα μετατόρσια οστά σε 8,8% (Matheson et al., 1987).



Σχήμα 2.2. Κατανομή καταγμάτων κόπωσης. Τροποποιημένο από (Norris, 2004).

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των αλλαγών πίεσης στα οστά των ποδιών είναι ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτές συμβαίνουν σε διάφορα οστά ταυτόχρονα.

Για παράδειγμα, σε μελέτη που έγινε, οι ασθενείς είχαν κατά μέσο όρο πέντε επηρεασμένα οστά στα πόδια τους (Sormaala et al., 2011).

2.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΟΥΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κάταγμα κόπωσης είναι συνήθως η κατάληξη μετά από μία ακολουθία υπέρχρησης. Συνήθως συνυπάρχει ένας αριθμός καθημερινών παραγόντων ώστε να γίνει η έναρξη της παθολογικής κατάστασης (Norris, 2004). Οι άνθρωποι στον σύγχρονο τρόπο ζωής, έχουν καταλάβει τα οφέλη της γυμναστικής με αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού που τρέχει άρα και την αύξηση της συχνότητας εμφάνισης Κ.Κ. (Eisele & Sammarco, 1993).

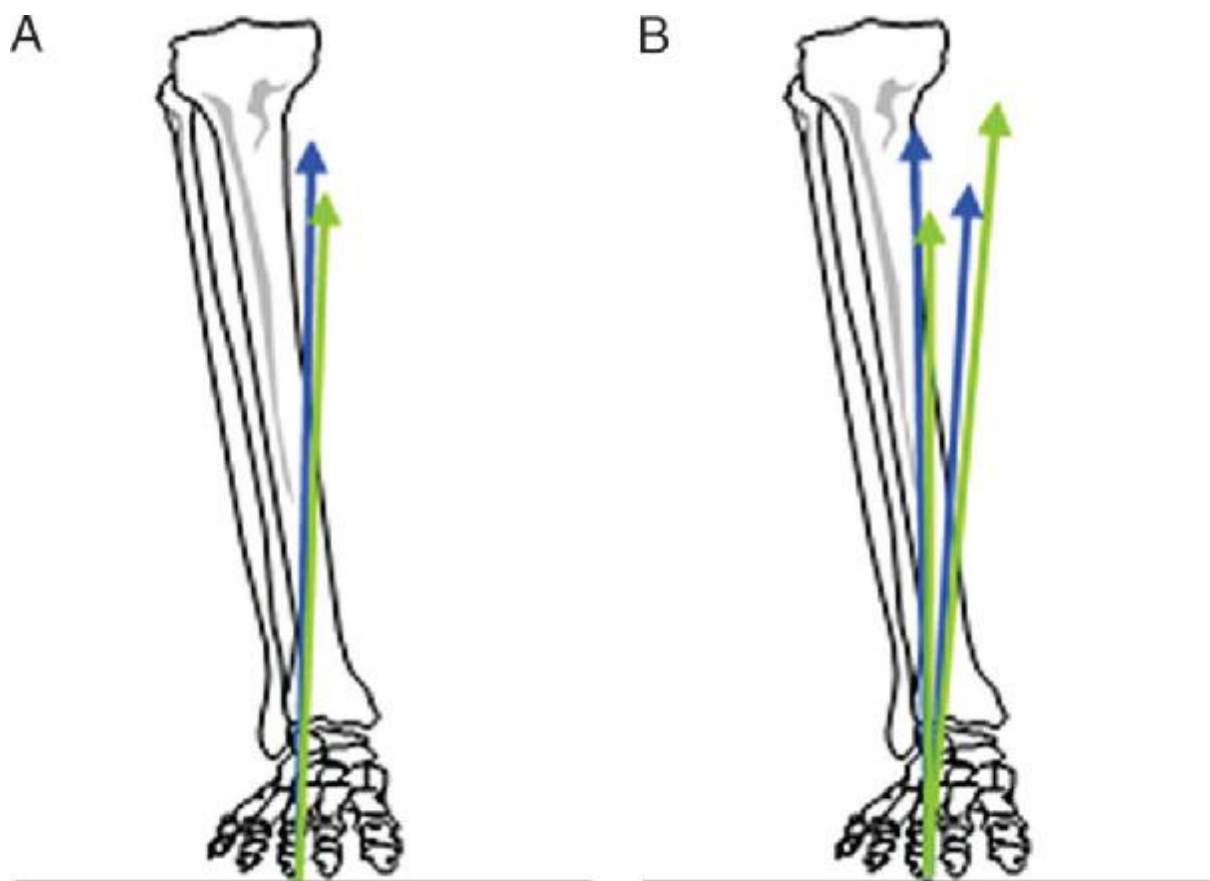
Πολλά χαρακτηριστικά έχουν ενοχοποιηθεί ως παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση Κ.Κ. όπως η ηλικία, το φύλο, η σκελετική ευθυγράμμιση, η μειωμένη πυκνότητα των οστών, ορμονικοί παράγοντες, παράμετροι εξάσκησης και τα αθλητικά παπούτσια (Korpelainen et al., 2001). Για να αποτραπούν τα κατάγματα κόπωσης πρέπει να προσδιοριστούν οι τροποποιήσιμες αιτίες και οι παράγοντες κινδύνου (Jones et al., 2002). Τα σφάλματα στην προπόνηση των δρομέων συμβάλουν κατά ένα 60-75% σε τέτοιους τραυματισμούς. Σε κάθε περίπτωση το υπερβολικό φορτίο στους ιστούς υπερβαίνει την ελαστική δυνατότητα, προκαλώντας πλαστική παραμόρφωση στο υποκείμενο οστό (Norris, 2004). Σε περίπτωση που στο οστό συνυπάρχουν και άλλες παθολογίες όπως οστεοπόρωση σε συνδυασμό με εμμηνόπαυση ή θεραπεία με στεροειδή, οστεοπόρωση λόγω αχρησίας, νόσο Paget ή όγκο στα οστά η πιθανότητα για ένα κάταγμα κοπώσεως αυξάνεται. Σε γενικές γραμμές το επίπεδο φυσικής/σωματικής κατάστασης όπως και το στάδιο μιας ασθένειας μπορεί επίσης να είναι παράγοντες που προδιαθέτουν για την ανάπτυξη ενός κατάγατος κοπώσεως (Lorimer et al., 2004).

Παράγοντες οι οποίοι προδιαθέτουν για κάταγμα κοπώσεως

- Ηλικία: Τα κατάγματα κοπώσεως είναι κοινά σε ανθρώπους άνω των 40 ετών.

- Οστεοπόρωση η οποία συνδέεται με εμμηνόπαυση.
- Μια επιπρόσθετη μη συνηθισμένη δραστηριότητα, ειδικά σε ένα ανεκπαιδευτο ή αγύμναστο κάτω άκρο. Παραδείγματα μη συνηθισμένης δραστηριότητας περιλαμβάνουν μεγάλους περιπάτους, παρατεταμένη εργασία πάνω σε σκάλα, αθλήματα και μεταφορά μεγάλου βάρους φορτίων.
- Μετεγχειρητικά ή μετά από ακινητοποίηση του άκρου λόγω της οστεοπόρωσης που αναπτύσσεται από την αχρηστία.
- Επαναγγείωση σε ένα ισχαιμικό άκρο (Lorimer et al., 2004).

Πολύ συχνά το κάταγμα κόπωσης είναι άμεσο αποτέλεσμα κάποιου τύπου αλλαγών, είτε στους ίδιους τους αθλητές, είτε στο περιβάλλον προπόνησης, είτε στη δραστηριότητα. Αναφορικά με τους αθλητές, τα κατάγματα κόπωσης συχνά προκύπτουν ύστερα από αιφνίδια εκδήλωση νεοπλασίας ή κατά την εμμηνόπαυση ως αποτέλεσμα των μεγάλων προσαρμοστικών αλλαγών που συντελούνται στο σώμα. Ομοίως, μετά από κάποια ασθένεια, πρέπει το χρονικό διάστημα να είναι ικανό για να ξαναπροσαρμοστεί το σώμα στις προπονητικές απαιτήσεις (Norris, 2004). Οι εμβιομηχανικές ανωμαλίες, όπως ο υπερβολικός πρηνισμός ή υπτιασμός, η κακή ευθυγράμμιση των κάτω άκρων (ραιβή κνήμη, βλαισό γόνατο, έσω ή έξω στροφή του μηριαίου) και η ασυμμετρία στα κάτω άκρα μπορούν να οδηγήσουν σε αλλοίωση του φυσιολογικού πρότυπου βάδισης, η οποία μπορεί να επιφέρει ένα κάταγμα κόπωσης (Πιν. 2.1) (Lorimer et al., 2004). Σε έρευνα που έγινε, βρέθηκε ότι η αντίδραση του εδάφους δρα στην κνήμη δημιουργώντας προσθιοπίσθια φορτία στο οβελιαίο επίπεδο, ενώ στο μετωπιαίο επίπεδο ασκεί φορτία ρεβότητας και μάλιστα φαίνεται πως αυτά εφαρμόζονται πιο κοντά στη μεσότητα του οστού σε ασθενείς που αναπτύσσουν Κ.Κ. (Εικ. 2.1) (Cready & Dixon, 2008).



Εικόνα 2.1. Γραφική αναπαράσταση του μεγέθους και της κατεύθυνσης της φυσιολογικής (A) και της μη φυσιολογικής (B) αντίδρασης του εδάφους στο μετωπιαίο επίπεδο διαφοροποιημένα ανάλογα με την ύπαρξη Κ.Κ. στην κνήμη (πράσινο βέλος) ή με το φυσιολογικό οστό (μπλε βέλος) κατά την εφαρμογή της μέγιστης δύναμης. Το μέγεθος του διανύσματος είναι ανάλογο του μεγέθους της δύναμης. Τροποποιημένο από Cready & Dixon, 2008.

Μία άλλη κατηγορία παραγόντων είναι οι προπονητικές μέθοδοι του αθλητή (Πίν. 2.1) (Lorimer et al., 2004). Περιβαλλοντολογικές αλλαγές, όπως καινούργια παπούτσια ή νέα επιφάνεια άθλησης, απαιτούν επίσης χρόνο ώστε να προσαρμοστεί ο ιστός, ενώ σε περίπτωση που αυτό δεν επιτευχθεί ο ιστός οδηγείται σε κατάρρευση, εκ της οποίας ένας τύπος έκφρασης είναι τα κατάγματα κόπωσης (Norris, 2004). Ο δρομέας ο οποίος στην προπόνηση χρησιμοποιεί φθαρμένα παπούτσια, τρέχει σε επικλινή δρόμο ή σε σκληρό έδαφος (τσιμέντο), προετοιμάζεται ανεπαρκώς για αγωνίσματα μεγάλων αποστάσεων ή προπονείται πέρα από τις φυσικές του δυνατότητες, ανήκει στην κατηγορία υψηλού κινδύνου για πιθανή ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης (Lorimer et al., 2004).

Πίνακας 2.1. Παράγοντες που συντελούν σε τραυματισμούς υπέρχρησης. Τροποποιημένο από (Lorimer et al., 2004).

Σφάλματα στην προπόνηση	Ανωμαλίες στην ευθυγράμμιση
Χρόνος (διάρκεια)	Πρόσθια απόκλιση του μηριαίου αυχένα
Απόσταση	Βλαισό γόνατο
Επαναλήψεις (διαλείμματα)	Ραιβή κνήμη
Ένταση	Πρηνισμός
Κλίση (ανηφορικός δρόμος)	Συστροφή κνήμης
Επιφάνειες :	Ανισοσκελή άκρα
Σκληρή (άσφαλτος, τσιμέντο)	Μυϊκή αδυναμία
Μαλακή (χορτάρι, χώμα)	Μυϊκή ανισορροπία
Στίβος (διάδρομος, σύνθεση)	Ελαστικότητα
Διάδρομος στίβου με κλίση	Προηγούμενοι τραυματισμοί (θλάση, διάστρεμμα)
Κεκλιμένος δρόμος (κορωνοειδής)	
Υποδήματα & εξοπλισμός	

Οι παράγοντες κινδύνου που συνδέονται με την στρατιωτική εκπαίδευση, την άσκηση και τους αθλητικούς τραυματισμούς, όπως Κ.Κ., συνήθως κατηγοριοποιούνται ως ενδογενείς ή εξωγενείς. Ενδογενείς παράγοντες είναι τα χαρακτηριστικά του ατόμου που συμμετέχει στην άσκηση ή τον αθλητισμό, συμπεριλαμβανομένων των δημογραφικών χαρακτηριστικών, όπως ανατομικά στοιχεία, χαρακτηριστικά των οστών, φυσική κατάσταση, και συμπεριφορών κινδύνου για την υγεία. Εξωγενείς παράγοντες κινδύνου είναι παράγοντες στο περιβάλλον ή εκτός του συμμετέχοντα που επηρεάζουν την πιθανότητα τραυματισμού, όπως ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται ή ο τύπος του αθλήματος (Πιν. 2.2) (Jones et al., 2002).

Πίνακας 2.2. Πιθανοί ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες κινδύνου για κάταγμα κόπωσης. Τροποποιημένο από (Jones et al., 2002).

ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
Δημογραφικά χαρακτηριστικά Φύλο (διαταραχές έμμηνου κύκλου κλπ.) Μεγάλη ηλικία Φυλή Γενετική προδιάθεση	Τύπος αθλήματος/δραστηριότητας Είδος προπόνησης/εκπαίδευσης
Ανατομικοί παράγοντες Υψηλή ποδική καμάρα Βλαισό γόνατο Υψηλή γωνία τετρακέφαλου Ασυμμετρία κάτω άκρων	Σφάλματα κατά την προπόνηση Διάρκεια Συχνότητα Ένταση Ξεκούραση
Χαρακτηριστικά των οστών Γεωμετρία Χαμηλή οστική πυκνότητα	Εξοπλισμός Παπούτσια/μπότες Ορθοτικά βοηθήματα
Φυσική κατάσταση Χαμηλή αερόβια ικανότητα Χαμηλή μυϊκή δύναμη/αντοχή Έλλειψη ελαστικότητας Στάση και σύσταση του σώματος	Περιβαλλοντικοί παράγοντες Δρόμος/επιφάνεια προπόνησης κλπ.
Επιβλαβείς συνήθειες/ιατρικό ιστορικό Καθιστική ζωή Κάπνισμα Χρήση αντισυλληπτικών Ιστορικό τραυματισμών	

2.2.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Δημογραφικοί παράγοντες

Φύλο

Μεταξύ των δημογραφικών παραγόντων, το γυναικείο φύλο ήταν ο πιο συχνά εντοπισμένος ενδογενής παράγοντας κινδύνου για κάταγμα κόπωσης. Ένας αριθμός στρατιωτικών ερευνών έχουν αναφέρει τη συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των δυο φύλων σε νεοσύλλεκτους, εκπαιδευμένους στρατιώτες, δόκιμους και πεζοναύτες (Bijur et al., 1997; Brudvig et al., 1983; Jones et al., 1999; Beck et al., 2000; Black, 1982). Οι γυναίκες που εκτελούν τις ίδιες προβλεπόμενες σωματικές δραστηριότητες όπως οι άνδρες, υφίστανται κατάγματα κόπωσης σε συχνότητα 2 με 10 φορές υψηλότερη από εκείνη των ανδρών (Bijur et al., 1997; Jones et al., 1993; Kowal, 1980; Reinker & Ozburne, 1979). Κατά τη διάρκεια των 8

εβδομάδων της βασικής εκπαίδευσης του στρατού των ΗΠΑ, η αναφερόμενη συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων κόπωσης για τους άνδρες εκπαιδευόμενους κυμαίνεται μεταξύ 0,9% και 5,2%, ενώ για τις γυναίκες εκπαιδευόμενες η συχνότητα κυμαίνεται από 3,4% έως και 21% (Brudvig et al., 1983; Jones et al., 1993; Jones et al., 1999; Kowal, 1980; Reinker & Ozburne, 1979). Η συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων μεταξύ των πεζοναυτών κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων βασικής εκπαίδευσης, έχει αναφερθεί ότι είναι από 0,8% έως 4,0% για τους άνδρες (Gardner et al., 1988; Jones et al., 1999; Almeida et al., 1999; Beck et al., 1996; Shaffer et al., 1999) και από 3,0% έως 5,7% για τις γυναίκες (Jones et al., 1999; Beck et al., 2000; Shaffer et al., 1999).

Δύο μελέτες σε πολίτες ανέφεραν υψηλή συχνότητα των καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των γυναικών δρομέων μεγάλων αποστάσεων και γυναικών που ασκούνται σε συλλογικά αθλήματα (Brunet et al., 1990). Ωστόσο, μια άλλη μελέτη δεν αναφέρει καμία διαφορά μεταξύ γυναικών και ανδρών αθλητών του στίβου (Bennell et al., 1996). Σε γενικές γραμμές οι έρευνες σε αθλητές μπορεί να είναι παραπλανητικές, δεδομένου ότι εξετάζουν γυναίκες και άνδρες που δεν προπονούνται μαζί στην ίδια ομάδα, και δεν ελέγχουν τη διαφορετική ποσότητα ή ένταση της προπόνησης ή της δραστηριότητας άσκησης (Jones et al., 2002).

Ηλικία

Αρκετές στρατιωτικές μελέτες έχουν εξετάσει τη σχέση της ηλικίας με τον κίνδυνο κατάγματος κόπωσης. Μια μελέτη σε 15.994 άνδρες και 4.428 γυναίκες εκπαιδευόμενους του στρατού, διαπίστωσε ότι τα ποσοστά των καταγμάτων κόπωσης, κατά τη διάρκεια των 8 εβδομάδων της βασικής εκπαίδευσης του στρατού, ήταν σημαντικά υψηλότερα για διαδοχικά μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες (Brudvig et al., 1983). Ανάμεσα σε περισσότερους από 3.000 άνδρες νεοσύλλεκτους στους πεζοναύτες, κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων βασικής εκπαίδευσης, η αθροιστική συχνότητα των καταγμάτων κόπωσης βρέθηκε να είναι 1,7 φορές υψηλότερη στους άνδρες άνω των 21 ετών (Gardner et al., 1988). Άλλα ερευνητικά δεδομένα, που συλλέχτηκαν από δείγμα 1.296 νεοσυλλέκτων ανδρών πεζοναυτών, έδειξαν μια σχετική επικινδυνότητα της τάξης του 1,07 ανά έτος μεγαλύτερης ηλικίας, αφού τα δεδομένα είχαν πρώτα ελεγχθεί για δυνητικά συγχυτικούς παράγοντες όπως η φυλή, η φυσική κατάσταση και το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας (Shaffer et al., 1999).

Με βάση την ανώτερη ανασκόπηση των σχετικών ερευνών φαίνεται ότι, η μεγάλη ηλικία μπορεί να αυξάνει τον κίνδυνο κατάγματος κόπωσης, αρχίζοντας από νεαρή ηλικία και ότι η ηλικία θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν όταν αξιολογούνται άλλοι παράγοντες κινδύνου (Jones et al., 2002).

Φυλή

Τέσσερις στρατιωτικές μελέτες εξέτασαν τη φυλή ως πιθανό παράγοντα κινδύνου για κατάγμα κόπωσης. Μια στρατιωτική μελέτη αναφέρει ότι, κατά τη διάρκεια των 8 εβδομάδων της βασικής εκπαίδευσης, η αθροιστική συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης, ήταν υψηλότερη για τους λευκούς εκπαιδευόμενους άνδρες (1,1%) από ό, τι για αυτούς με αφρικανική καταγωγή (0,6%) ή άλλους μη λευκούς εκπαιδευόμενους άνδρες (0,1%) (Brudvig et al., 1983). Στην ίδια μελέτη, οι λευκές γυναίκες εκπαιδευόμενοι είχαν τα υψηλότερα ποσοστά από κάθε ομάδα με 11,8% συχνότητα εμφάνισης, ενώ οι έγχρωμες γυναίκες αφρικανικής καταγωγής είχαν ποσοστό 1,4% και οι υπόλοιπες μη λευκές γυναίκες 4,3%, κατά τη διάρκεια της βασικής εκπαίδευσης. Μια μελέτη σε περισσότερους από 3.000 άνδρες νεοσύλλεκτους των πεζοναυτών, κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων της βασικής εκπαίδευσης, έδειξε ότι οι λευκοί νεοσύλλεκτοι παρουσίασαν 2,5 φορές περισσότερα κατάγματα κόπωσης από τους υπόλοιπους νεοσύλλεκτους (Gardner et al., 1988). Μια πολυπαραγοντική ανασκόπηση των ερευνητικών δεδομένων, από 1.296 άνδρες νεοσύλλεκτους πεζοναύτες, που ανέλυσε την ηλικία, τη φυσική κατάσταση, το σωματικό επίπεδο δραστηριότητας και άλλους παράγοντες, δεν διαπίστωσε σημαντικές διαφορές μεταξύ λευκών και μη-λευκών φυλετικών ομάδων (Shaffer et al., 1999). Άλλη έρευνα σε 1.630 γυναίκες στο στρατό βρήκε ότι τα αυτοαναφερόμενα κατάγματα κόπωσης μεταξύ λευκών ή ασιατικών γυναικών είναι κατά 1,6 φορές περισσότερα από ότι για τις γυναίκες αφρικανικής καταγωγής (Friedl et al., 1992). Αυτές οι στρατιωτικές μελέτες δείχνουν ότι οι λευκοί νεοσύλλεκτοι και στρατιώτες ενδέχεται να εμφανίσουν περισσότερα κατάγματα κόπωσης από τους μη-λευκούς συναδέλφους τους (Jones et al., 2002).

Μια έρευνα σε γυναίκες δρομείς αποστάσεων αναφέρει ότι οι λευκές δρομείς είχαν υψηλότερο ποσοστό διαγνωσμένων, μέσω ακτινογραφίας ή σπινθηρογραφήματος οστών, καταγμάτων κόπωσης που ήταν 2,4 φορές υψηλότερο από εκείνο των έγχρωμων αφρικανικής καταγωγής δρομέων και 1,9 φορές

υψηλότερο από εκείνο των άλλων μη λευκών δρομέων (Barrow & Saha, 1988). Η λευκή φυλή ως πιθανός παράγοντας κινδύνου για κάταγμα κόπωσης χρήζει περαιτέρω μελέτη, χρησιμοποιώντας τεχνικές που λαμβάνουν υπ' όψιν εν δυνάμει συγχυτικούς παράγοντες όπως η ηλικία, η φυσική κατάσταση, η σωματική δραστηριότητα, και τα χαρακτηριστικά των οστών (Jones et al., 2002).

Γενετική προδιάθεση

Το CTR αλληλόμορφο C σε συνδυασμό με VDR C-A απλότυπος φαίνεται να προστατεύει από τα κατάγματα. Η VDR έχει επίσης ανεξάρτητες επιδράσεις στη βιολογία των οστών και μπορεί να διαδραματίσει έναν ρόλο σε παθήσεις των οστών, όπως τα κατάγματα κόπωσης. Οι Γονότυποι της VDR αυξάνουν τον κίνδυνο για χαμηλή οστική πυκνότητα και οστεοπορωτικά κατάγματα. Επιπλέον, η μείωση του 25(OH)D στον ορό μπορεί να προδιαθέσει για κατάγματα σε νέους άνδρες. Η γονιδιακή συσχέτιση του LRP5 με την ανάπτυξη του οστού είναι αδιαμφισβήτητη, ενώ οι μεταλλάξεις του προκαλούν διάφορες διαταραχές στο οστό και οι πολυμορφισμοί συνδέονται γενικά με την οστική πυκνότητα, την περιεκτικότητα σε άλατα, όπως επίσης και με τη μειωμένη οστική μάζα και τα κατάγματα. Μελέτες σε ποντίκια έχουν αποδείξει ότι μεταλλάξεις στο LRP5 επηρεάζουν την ευαισθησία του σχηματισμού οστού, ως φυσιολογική αντίδραση σε μηχανική καταπόνηση, έτσι ο απλότυπος A-G-G-C του LRP5 ενδέχεται να επηρεάζει την ευαισθησία των οστών και την απόκρισή τους σε μηχανικές φορτίσεις (Korvala et al., 2010).

Αρκετές παρατηρήσεις δείχνουν ότι οι γενετικοί παράγοντες συμβάλλουν για την ευαισθησία σε κάταγμα τέτοιου είδους. Έχουν αναφερθεί πολλαπλά ταυτόσημα κατάγματα κόπωσης στις ίδιες ανατομικές περιοχές σε μονοζυγωτικά δίδυμα μετά την έκτη εβδομάδα της βασικής εκπαίδευσης στο στρατό και επίσης πολλαπλά κατάγματα κόπωσης του κάτω άκρου στο ίδιο άτομο. Η επαναλαμβανόμενη εμφάνιση πολλών καταγμάτων κόπωσης μπορεί επίσης να υποδηλώνει ελαττωματικά συνολικά, ως προς τη σύνθεση, οστά λόγω γενετικών παραγόντων. Ευρήματα σε δίδυμα και τις οικογένειές τους δείχνουν ότι οι διαφορές σε χαρακτηριστικά όπως στο μέγεθος των οστών, στο σχήμα, και στην οστική πυκνότητα μεταξύ των ατόμων οφείλονται σε μεγάλο βαθμό σε γενετικές διαφορές και όχι σε περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις (Korvala et al., 2010).

Ανατομικοί παράγοντες

Ύψος ποδικής καμάρας

Η ανατομική ευθυγράμμιση έχει φανεί ότι εμπλέκεται επίσης με την εμφάνιση Κ.Κ. στα κάτω άκρα (Milner et al., 2006). Τρεις στρατιωτικές μελέτες αξιολόγησαν τη μορφολογία του ποδιού (ύψος καμάρας) και τον κίνδυνο κατάγματος κόπωσης. Μεταξύ 287 εκπαιδευόμενων της ισραηλινής αμυντικής δύναμης, τα άτομα με υψηλότερη ποδική καμάρα υπέστησαν 3,9 φορές περισσότερα κατάγματα κόπωσης σε σχέση με τα άτομα με χαμηλότερη ποδική καμάρα ή πλατυποδία (Giladi et al., 1985). Μια έρευνα διάρκειας 25 εβδομάδων σε 449 εκπαιδευόμενους στο ειδικό κέντρο εκπαίδευσης του ναυτικού των ΗΠΑ κατέταξε τους εκπαιδευόμενους σε τρεις ισομεγέθεις ομάδες με υψηλή, κανονική, ή χαμηλή ποδική καμάρα, αλλά δεν διαπίστωσε σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (Kaufman et al., 1999). Ενώ ασαφή ήταν τα αποτελέσματα της τρίτης μελέτης σε δόκιμους εκπαιδευόμενους του πολεμικού ναυτικού (Montgomery et al., 1989).

Ευθυγράμμιση του γόνατος

Άλλες έρευνες έχουν αναδείξει πιθανή συσχέτιση της ευθυγράμμισης του γόνατος με το κίνδυνο για εκδήλωση καταγμάτων κόπωσης. Μία μελέτη σε 294 νεοσύλλεκτους άνδρες πεζικού καταδεικνύει μια αξιοσημείωτη τάση στον κίνδυνο καταγμάτων κόπωσης, αυξανόμενη από τα άτομα με ραιβότητα στα γόνατα, προς εκείνα με βλαισότητα στα γόνατα (Cowan et al., 1996). Μια δεύτερη μελέτη για την ευθυγράμμιση του γόνατος και τη γωνία τετρακέφαλου, έδειξε ότι άτομα με γωνία στο τετρακέφαλο μεγαλύτερη από 15ο είχαν 4,3 φορές υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης, συγκριτικά με εκείνους που είχαν γωνία 10ο ή λιγότερο (Cowan et al., 1996). Η ανάλυση των δεδομένων σε 392 εκπαιδευόμενους ισραηλινούς στρατιωτικούς έδειξε ότι η αυξημένη βλαισότητα του γόνατος ήταν ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για κατάγματα κόπωσης της κνήμης (Finestone et al., 1991).

Ανισοσκελία κάτω άκρων

Δύο μελέτες ασχολήθηκαν με τη σχέση μεταξύ των ανισοσκελών ποδιών και του κινδύνου κατάγματος κόπωσης. Μια έρευνα σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων διαπίστωσε ότι η αυτοαναφερόμενη συχνότητα καταγμάτων κόπωσης ήταν 2,4 φορές υψηλότερη στους άνδρες που ανέφεραν διαφορές στο μήκος του ποδιού από ότι

μεταξύ των ανδρών χωρίς διαφορές. Μεταξύ των γυναικών με διαφορές μήκους των ποδιών, η συχνότητα ήταν 2,3 φορές υψηλότερη (Brunet et al., 1990). Σε μια μελέτη 294 στρατιωτικών εκπαιδευομένων, δεν βρέθηκε καμία διαφορά στην συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των ατόμων με αποκλίσεις στο μήκος των ποδιών και αυτών χωρίς (Cowan et al., 1996).

Χαρακτηριστικά των οστών

Μία σειρά στρατιωτικών ερευνών προσπάθησαν να εστιάσουν το ενδιαφέρον τους στη σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών των οστών (γεωμετρία ή πυκνότητα) και την εμφάνιση των καταγμάτων κόπωσης. Αρκετές γεωμετρικές μετρήσεις των οστών του κάτω άκρου (μηριαίο, κνήμη, περόνη) παρείχαν ενδείξεις των διαφόρων παραμέτρων της δύναμης των οστών και των δυνατοτήτων αντίστασης σε τραυματισμούς. Αυτές οι παράμετροι περιλαμβάνουν τη διατομή των μακρών οστών, τον δείκτη της αξονικής δύναμης και αντοχής σε δυνάμεις σύνθλιψης και διάτμησης, το μέτρο της αντίστασης των οστών σε κάμψη κατά μήκος είτε του προσθοπίσθιου άξονα ή του οβελιαίου άξονα των οστών και άλλα πιο κοινά μεγέθη όπως η αντοχή των οστών, η οστική πυκνότητα, και το πλάτος των οστών (Jones et al., 2002).

Γεωμετρία

Σε μελέτη 626 νεοσύλλεκτων ανδρών των πεζοναυτών, κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων βασικής εκπαίδευσης, 23 εμφάνισαν επιβεβαιωμένα, είτε ακτινολογικά ή μέσω σπινθηρογραφήματος οστών, κατάγματα κόπωσης (Beck et al., 1996). Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι οι μέσες τιμές για τη διατομή, τη ροπή, και το πλάτος της κνήμης ήταν σημαντικά χαμηλότερες μεταξύ των εκπαιδευομένων οι οποίοι ανέπτυξαν κατάγματα κόπωσης. Άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 295 ισραηλινούς νεοσύλλεκτους ανέφερε ότι σε 91 άτομα αναπτύχθηκαν 184 κατάγματα κόπωσης επιβεβαιωμένα από σπινθηρογράφημα των οστών (Milgrom et al., 1988). Κατά τη πολυπαραγοντική ανάλυση εντοπίστηκε ότι ο δείκτης της αξονικής δύναμης και αντοχής στον προσθοπίσθιο άξονα, είναι η μεταβλητή που σχετίζεται πιο πολύ με την εμφάνιση κατάγματος κόπωσης. Σε συνέχεια της ανάλυσης των παραπάνω δεδομένων, η συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης της κνήμης, του μηριαίου οστού και συνολικά βρέθηκε να είναι σημαντικά υψηλότερη στα άτομα με χαμηλό

δείκτη, με αναλογία κινδύνου 1.8 έως 3.6 φορές υψηλότερα από εκείνη της ομάδα ατόμων με υψηλό δείκτη (Milgrom et al., 1989). Ο Beck και οι συνάδελφοί του βρήκαν ότι η οστική γεωμετρία της κνήμης αποτελεί παράγοντα προδιάθεσης για Κ.Κ. στην κνήμη και την περόνη αλλά όχι και για κατάγματα στην πύελο (Beck et al., 2000).

Οστική πυκνότητα

Άλλες στρατιωτικές έρευνες έχουν αναδείξει πιθανή συσχέτιση μεταξύ των καταγμάτων κόπωσης και τόσο της οστικής πυκνότητας όσο και το πλάτος των οστών. Έρευνα σε 693 γυναίκες νεοσύλλεκτες στους πεζοναύτες αναφέρει ότι η μέση οστική πυκνότητα και το πάχος του φλοιού των οστών της κνήμης, ήταν σημαντικά χαμηλότερα μεταξύ των 37 γυναικών (5,3%), οι οποίες παρουσίασαν κατάγματα κόπωσης, από ό, τι μεταξύ εκείνων που δεν εμφάνισαν τραυματισμό (Beck et al., 2000). Μεταξύ των 626 νεοσύλλεκτων ανδρών στους πεζοναύτες, τα άτομα με κατάγματα κόπωσης είχαν σημαντικά μειωμένη τη μέση οστική πυκνότητα και στενότερο πλάτος κνήμης. Μια άλλη μελέτη αναφέρει ότι η οστική πυκνότητα ήταν σημαντικά χαμηλότερη μεταξύ των 41 νεοσύλλεκτων με κάταγμα κόπωσης, σε σχέση με 48 νεοσύλλεκτους από τις ίδιες μονάδες, με την ίδια ηλικία, ύψος και βάρος, και ότι η μέση περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα των οστών αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια των 12 εβδομάδων στρατιωτικής εκπαίδευσης μεταξύ 35 νεοσύλλεκτων που δεν εμφάνισαν τραυματισμούς (Pouilles et al., 1989). Ισραηλινοί ερευνητές, επίσης, αναφέρουν ότι το μέσο πλάτος του κνημιαίου οστού ήταν σημαντικά χαμηλότερο μεταξύ των 86 στρατιωτών που ανέπτυξαν κάταγμα κόπωσης σε σχέση με 250 που ήταν υγιείς (Giladi et al., 1987). Σε μια πολυπαραγοντική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, οι ερευνητές ανέφεραν ότι το χαμηλό πλάτος της κνήμης πριν τη βασική εκπαίδευση συνδέθηκε με αυξημένες πιθανότητες για κάταγμα κόπωσης ωστόσο, δεν προέκυψε ανάλογο συμπέρασμα και για την οστική πυκνότητα (Giladi et al., 1991). Μια άλλη μελέτη σε ισραηλινούς εκπαιδευόμενους έδειξε ότι η μέση οστική περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα αυξήθηκε σημαντικά, κατά τη διάρκεια των 14 εβδομάδων βασικής εκπαίδευσης, τόσο για τα 105 άτομα των οποίων η εκπαίδευση διεκόπη από κατάγματα κόπωσης, όσο και για τα 144 άτομα που ολοκλήρωσαν την εκπαίδευση, αλλά το πλάτος των οστών της κνήμης δεν είχε αυξηθεί (Margulies et al., 1986).

Τα ευρήματα έρευνας που έγινε σε 36 γυναίκες δρομείς (13 εκ των οποίων με Κ.Κ. και 23 χωρίς ιστορικό Κ.Κ.), μετρώντας τις διαφορές στους παράγοντες της αντίδρασης του εδάφους, της περιφερειακής οστικής πυκνότητας και της οστικής γεωμετρίας της κνήμης, καταλήξανε στο συμπέρασμα ότι δεν ενοχοποιούνται για την εμφάνιση Κ.Κ., γεγονός που δηλώνει ότι υπάρχουν άλλοι πιο σημαντικοί παράγοντες κινδύνου εμφάνισης Κ.Κ. σε αυτές τις γυναικείες ομάδες δρομέων (Bennell et al., 2004).

Η φυσική κατάσταση

Αερόβια ικανότητα

Μια μελέτη σε 1.078 νεοσύλλεκτους αμερικανούς στρατιώτες διαπίστωσε ότι τα χαμηλά επίπεδα αερόβιας ικανότητας, όπως μετράται με την αύξηση του χρόνου που χρειάζεται για να καλυφθεί η απόσταση των 2,4 χιλιομέτρων (1,5 μίλι) με τρέξιμο, ήταν έντονα συνδεδεμένα με υψηλότερη αθροιστική συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης, επιβεβαιωμένων ακτινολογικά ή με σπινθηρογράφημα οστών (Shaffer et al., 1999). Μια παρόμοια συσχέτιση έχει αναφερθεί και για γυναίκες νεοσύλλεκτες, με το πιο αργό ήμισυ των γυναικών, όσον αφορά την αρχική δοκιμασία των 1,6 χιλιομέτρων (1 μίλι), να αντιμετωπίζει σημαντικά περισσότερα κλινικά ταυτοποιημένα κατάγματα κόπωσης από τις ταχύτερες γυναίκες (Jones et al., 1993). Στην ίδια μελέτη, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι μεταξύ των ανδρών νεοσυλλέκτων στο βραδύτερο ήμισυ, αναπτύχθηκαν κατά 4,8% κατάγματα κόπωσης, ενώ καμία περίπτωση δεν καταγράφηκε στους ταχύτερους νεοσύλλεκτους (Jones et al., 1993).

Αρκετές μελέτες στον ισραηλινό στρατό δεν έχουν αναφέρει καμία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αερόβιας ικανότητας και του κινδύνου κατάγματος κόπωσης (Giladi et al., 1991; Swissa et al., 1989). Η διαφορά μεταξύ αυτών των πορισμάτων και των άλλων μελετών μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει, από τη χρήση υπομέγιστης δοκιμασίας ποδήλατου για την εκτίμηση της αερόβιας ικανότητας και ένα πολύ πιο ευαίσθητο ορισμό των καταγμάτων κόπωσης, όπου περιλαμβάνονται ασυμπτωματικά κατάγματα κόπωσης (Jones et al., 2002).

Η μυϊκή δύναμη και αντοχή

Περιορισμένες είναι οι αναφορές σχετικά με τη μυϊκή δύναμη και αντοχή και τη σχέση τους με τον κίνδυνο για κατάγμα κόπωσης. Μια μελέτη σε 626 άνδρες και 693 γυναίκες νεοσύλλεκτους των πεζοναυτών ανέφεραν ότι οι άνδρες νεοσύλλεκτοι που υπέστησαν κατάγμα κόπωσης είχαν χαμηλότερη μέση περιφέρεια στο γαστροκνήμιο και εκτέλεσαν κατά μέσο όρο λιγότερα βαθιά καθίσματα σε χρονομετρημένη δοκιμασία, παρουσιάζοντας έτσι χαμηλότερη μυϊκή δύναμη και αντοχή, αντίστοιχα (Beck et al., 2000). Οι γυναίκες νεοσύλλεκτες με κατάγματα κόπωσης εκτέλεσαν κατά μέσο όρο, επίσης λιγότερα καθίσματα (Beck et al., 2000).

Ευκαμψία

Λίγοι ερευνητές έχουν μελετήσει τη σχέση μεταξύ ευκαμψίας και καταγμάτων κόπωσης. Μια μελέτη του ισραηλινού στρατού αξιολόγησε το εύρος της κίνησης του ισχίου μεταξύ των 289 εκπαιδευόμενων του πεζικού, εκ των οποίων οι 89 στη συνέχεια ανέπτυξαν κατάγματα κόπωσης (Giladi et al., 1991; Giladi et al., 1987). Οι νεοσύλλεκτοι με έξω στροφή του ισχίου μεγαλύτερη από 65ο, παρουσίασαν συχνότητα καταγμάτων κόπωσης 1,8 φορές υψηλότερη από εκείνη των νεοσυλλέκτων με μικρότερο εύρος στροφής (Giladi et al., 1987). Το εύρος της κίνησης του ισχίου παρέμεινε ως παράγοντας κινδύνου και μετά την πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων (Giladi et al., 1991). Δύο μελέτες με πάνω από 400 ειδικά εκπαιδευόμενους του ναυτικού, διερεύνησαν τη σχέση των διαφόρων μετρήσεων ευελιξίας του κάτω άκρου με κατάγματα κόπωσης, αλλά δεν βρέθηκε κάποιος συσχετισμός (Kaufman et al., 1999; Montgomery et al., 1989).

Σύσταση σώματος και ανάστημα

Λίγες στρατιωτικές μελέτες έχουν ερευνήσει τη σχέση μεταξύ της εμφάνισης κατάγματος κόπωσης με τη σύνθεση και το ανάστημα του σώματος. Σε έρευνα που έγινε σε 610 νεοσύλλεκτους πεζοναύτες, ο δείκτης μάζας σώματος (βάρος(Kg) / ύψος (m)²), ένα υποκατάστατο μέτρο για το ποσοστό του σωματικού λίπους, ήταν σημαντικά χαμηλότερος μεταξύ των 23 στρατιωτών με κατάγμα κόπωσης, σε σχέση με τους υπόλοιπους που δεν υπέστησαν τραυματισμό. Επίσης οι μετρήσεις για δείκτες του σωματικού αναστήματος όπως το ύψος, το βάρος, η περίμετρος του αυχένα, της μέσης, του μηρού και της γαστροκνημίας ήταν επίσης χαμηλότερες στα άτομα με τραυματισμό (Beck et al., 1996). Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τόσο το μικρό σωματικό βάρος όσο και οι μικρές διαστάσεις της διάφυσης σε

σχέση με το σωματικό βάρος είναι παράγοντες που προδιαθέτουν για την ανάπτυξη καταγμάτων κόπωσης (Beck et al., 1996). Αντιθέτως μελέτες σε ισραηλινούς στρατιώτες με παρόμοιες μετρήσεις δεν ανέδειξαν κάποιο ανάλογο συσχετισμό (Finestone et al., 1991; Giladi et al., 1991). Το ποσοστό του σωματικού λίπους και ο δείκτης μάζας σώματος θα μπορούσαν να έχουν δικόρυφη σχέση με τον κίνδυνο τραυματισμού, τόσο με το λιγότερο λίπος όσο και με τα άτομα που έχουν περισσότερο να διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να υποστούν κάταγμα κόπωσης (Jones et al., 1993).

Επιβλαβείς συνήθειες και ιατρικό ιστορικό

Καθιστικός τρόπος ζωής

Πριν από την έναρξη της βασικής εκπαίδευσης 3.010 νεοσυλλέκτων πεζοναυτών, ολοκληρώθηκε μια έρευνα για το ιατρικό τους ιστορικό και της συμπεριφοράς τους σε θέματα υγείας, βαθμολογώντας το προηγούμενο επίπεδο σωματικής δραστηριότητας σε πέντε κατηγορίες, από ανενεργός έως πολύ ενεργός. Η μελέτη τεκμηρίωσε μία σημαντικά υψηλότερη αθροιστική συχνότητα, ακτινογραφικά επιβεβαιωμένων καταγμάτων κόπωσης, μεταξύ των νεοσυλλέκτων με αντιστρόφως ανάλογο επίπεδο προηγούμενης δραστηριότητας (Gardner et al., 1988). Μια άλλη μελέτη σε νεοσύλλεκτους πεζοναύτες παρουσίασε επίσης τα υψηλότερα ποσοστά καταγμάτων κόπωσης μεταξύ αυτών με τη χαμηλότερη σωματική δραστηριότητα πριν από την βασική εκπαίδευση (Shaffer et al., 1999). Άλλες έρευνες σε 449 εκπαιδευόμενους του πολεμικού ναυτικού των ΗΠΑ (Montgomery et al., 1989) και σε Φιλανδούς νεοσύλλεκτους του στρατού ξηράς (Taimela et al., 1990) αναφέρουν παρόμοια ευρήματα.

Η ανάλυση των δεδομένων από τις στρατιωτικές έρευνες, δείχνει ότι τα πρόσωπα που συμμετέχουν σε περισσότερη σωματική δραστηριότητα, κυρίως τρέξιμο, θα βιώσουν λιγότερα κατάγματα κόπωσης όταν αρχίσουν ένα απαιτητικό πρόγραμμα εκγύμνασης (Jones et al., 2002).

Κάπνισμα

Σε έρευνα που έγινε, πριν την έναρξη της βασικής εκπαίδευσης, σε 915 νεοσύλλεκτες στο στρατό ξηράς των ΗΠΑ, διαπιστώθηκε ότι όσες κάπνιζαν ένα ή περισσότερα τσιγάρα, κατά τη διάρκεια του έτους πριν τη βασική εκπαίδευση,

παρουσίασαν περισσότερα κατάγματα ή αντιδράσεις κόπωσης των οστών από εκείνες που δεν κάπνιζαν (Altarac et al., 2000). Άλλη έρευνα σε 1.630 γυναίκες στο στρατό, διαπίστωσε επίσης ότι οι ενεργές καπνίστριες είχαν αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων κόπωσης (Friedl et al., 1992). Επίσης, αρκετές μελέτες, σε άνδρες και γυναίκες νεοσύλλεκτους και στρατιώτες των επιχειρησιακών μονάδων, βρήκαν σε γενικές γραμμές μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ καπνίσματος και συνολικού κινδύνου για τραυματισμούς που σχετίζονται με την εκπαίδευση (Jones et al., 1993; Reynolds et al., 1994).

Χρήση αντισυλληπτικών χαπιών

Μια δημοσκοπική έρευνα σε δείγμα 241 αθλητριών αποστάσεων διαπίστωσε ότι οι γυναίκες που λαμβάνουν αντισυλληπτικά χάπια είχαν μειωμένο κίνδυνο καταγμάτων κόπωσης, επιβεβαιωμένων από ακτινογραφία ή σπινθηρογράφημα των οστών, σε σύγκριση με εκείνες που δεν έκαναν χρήση αντισυλληπτικών (Barrow & Saha, 1988).

Προηγούμενο ιστορικό

Σε δύο διασταυρούμενες μελέτες, βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στην δύναμη αντίδρασης του εδάφους μεταξύ αυτών με και χωρίς ιστορικό Κ.Κ. σε διάφορες τοποθεσίες (Grimston et al., 1991; Grimston et al., 1994). Επίσης έχει αποδειχθεί ότι οι δρομείς με ιστορικό Κ.Κ. στην κνήμη είχαν μεγαλύτερη στιγμιαία και μέση κάθετη φόρτιση σε σχέση με δρομείς χωρίς Κ.Κ. στην κνήμη. Τελικά τα δύο αυτά μεγέθη σε συνδυασμό με το σοκ της κνήμης είναι οι κυριότεροι από όλους τους εμβιομηχανικούς παράγοντες που σχετίζονται με τα φορτία που δέχεται το κάτω άκρο κατά το τρέξιμο (Milner et al., 2006).

2.2.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Τύπος του αθλήματος ή της δραστηριότητας

Σε μελέτη όπου αξιολογήθηκε η συχνότητα εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης σε διάφορα αθλήματα ανά σεζόν (έτος), τα 10 αθλήματα με τα μεγαλύτερα ποσοστά ήταν ως εξής: σοφτμπολ 6,3%, στίβος 3,7%, μπάσκετ 2,9%, τένις 2,8%, ενόργανη

γυμναστική 2,8%, λακρός 2,7%, μπίτζμπολ 2,6%, βόλεϊ 2,4%, κωπηλασία 2,2% και χόκεϊ επί χόρτου 2,2% (Jones et al., 2002).

Στρατιωτικές μελέτες έδειξαν ότι οι διαφορετικές μονάδες και οι διαφορετικοί τύποι εκπαίδευσης μπορεί να θέσουν το στρατιωτικό προσωπικό σε διαφορετικούς βαθμούς κινδύνου. Σε μελέτη 120 Φιλανδών νεοσύλλεκτων προέκυψε ότι οι αλεξιπτωτιστές μπορεί να διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να υποστούν κατάγματα κόπωσης με τους στρατιώτες του πεζικού (Kuusela, 1984). Μια ιατρική έκθεση παρακολούθησης σχετικά με τη συχνότητα καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των γυναικών που υποβάλλονται σε βασική εκπαίδευση του πολεμικού ναυτικού, του σώματος των πεζοναυτών, ή των αξιωματικών αναφέρει υψηλότερα ποσοστά για τις νεοσύλλεκτες των πεζοναυτών και των αξιωματικών (Shaffer et al., 1999).

Σφάλματα κατά την προπόνηση/εκπαίδευση

Μια έρευνα που έγινε σε 1050 άνδρες και γυναίκες δρομείς, έδειξε ότι αυτοί που έτρεχαν περισσότερα χιλιόμετρα την εβδομάδα, παρουσίασαν αυξημένο κίνδυνο για κάταγμα κόπωσης, διαγνωσμένο ακτινογραφικά ή μέσω σπινθηρογραφήματος των οστών (Brunet et al., 1990). Αυτά τα ευρήματα ενισχύονται από ακόμα δύο μελέτες σε δρομείς που δείχνουν ότι η υψηλότερη ποσότητα τρεξίματος σχετίζεται με υψηλότερη συχνότητα τραυματισμών, που με τη σειρά τους σχετίζονται με την άσκηση γενικά (Gilchrist et al., 2000; Marti et al., 1988). Τα σφάλματα στη προπόνηση περιλαμβάνουν, υψηλή ένταση εξάσκησης για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, με ανεπαρκή ενδιάμεση ξεκούραση, όπως για παράδειγμα ένας αθλητής αποστάσεων ο οποίος αύξησε απότομα τη χιλιομετρική απόσταση. Επίσης η προπόνηση σε ανώμαλες ή σκληρές επιφάνειες θα συμβάλει στην παθολογία του κάτω άκρου. Αυτοί οι παράγοντες σε συνδυασμό με υποκείμενη κακή ευθυγράμμιση του κάτω άκρου ή εμβιομηχανικά σφάλματα στις τεχνικές των δραστηριοτήτων του άνω άκρου, θα επιδεινώσουν κατακόρυφα το πρόβλημα (Norris, 2004). Το εύρος κίνησης της άρθρωσης επηρεάζει τα Κ.Κ. Ο δρομέας ο οποίος δεν λυγίζει προκειμένου να απορροφήσει τους κραδασμούς δηλαδή είναι άκαμπτος δέχεται μεγαλύτερη αντίδραση από το έδαφος (Milner et al., 2006).

Επίσης μια προκαταρκτική έκθεση σχετικά με τις μεταβολές στην ποσότητα της άσκησης και των πορειών που εκτελούνται από νεοσύλλεκτους πεζοναύτες έδειξε ότι οι μονάδες κατάρτισης που μείωσαν τα χιλιόμετρα στις πορείες

παρουσίασαν χαμηλότερη συχνότητα Κ.Κ. (Jones et al., 1999). Επίσης αξιοσημείωτη είναι η διαπίστωση ότι οι εκπαιδευόμενοι που έτρεχαν λιγότερο, όχι μόνο παρουσίασαν 50% χαμηλότερη συχνότητα τραυματισμών, αλλά είχαν ικανοποιητική απόδοση στην τελική φυσική δοκιμασία (Jones et al., 1999).

Στο μεγαλύτερο ποσοστό οι στρατιώτες περπατάνε, δεν τρέχουν (Ekenman et al., 2002). Μια μελέτη του ισραηλινού στρατού που προσπάθησε να συσχετίσει τα χιλιόμετρα πορείας και τον κίνδυνο των Κ.Κ. ανέφερε ότι η μείωση της πορείας δεν οδήγησε σε χαμηλότερα ποσοστά Κ.Κ. (Giladi et al., 1985). Αντίθετα, μια μελέτη σε 1.296 νεοσύλλεκτων ανδρών του σώματος των πεζοναυτών, έδειξε ότι το εβδομαδιαίο συνολικό ποσοστό τραυματισμών ήταν σημαντικά συσχετισμένο με τον υψηλό συνολικά όγκο της έντονης φυσικής εκπαίδευσης και τις περισσότερες ώρες στο τρέξιμο και στις πορείες (Almeida et al., 1999).

Εξοπλισμός και περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι διαφορές στις παραμέτρους του εδάφους μπορεί να αποτελέσουν παράγοντες για την ανάπτυξη Κ.Κ. (Cready & Dixon, 2008). Έρευνα σε 1050 δρομείς αποστάσεων, διαπίστωσε ότι μεταξύ εκείνων που είχαν τραυματιστεί, το 13% των ανδρών και το 13% των γυναικών αποδίδουν την εμφάνιση της ζημίας σε αλλαγή του είδους της επιφάνειας προπόνησης, ενώ το 6% των ανδρών και το 7% των γυναικών αποδίδουν του τραυματισμούς τους στο γεγονός ότι αθλούνταν σε λοφώδη έκταση (Brunet et al., 1990). Επίσης ελαττωματικά παπούτσια τα οποία αποτυγχάνουν να μετριάσουν τους κραδασμούς συμβάλουν στην αύξηση της συχνότητας των Κ.Κ. (Norris, 2004).

Μια μελέτη σε νεοσύλλεκτους πεζοναύτες ανέφερε ότι η χρήση αθλητικών παπουτσιών, που έχουν χρησιμοποιηθεί για περισσότερο από 1 μήνα, κατά την έναρξη της βασικής εκπαίδευσης, σχετίζεται με μεγαλύτερο κίνδυνο να υποστούν Κ.Κ., ενώ δεν υπήρξε συσχέτιση με το κόστος του παπουτσιού (Gardner et al., 1988).

Άλλη έρευνα για τα Κ.Κ., μεταξύ των έμπειρων εκπαιδευόμενων γυναικών του ισραηλινού στρατού, τεκμηρίωσε συχνότητα εμφάνισης στη μονάδα 11,4%. Οι αναφερόμενες συνήθειες συχνότητες ήταν από 1% έως 3,5%. Η μόνη αλλαγή στη φυσική εκπαίδευση που εντοπίστηκε και ταυτοποιήθηκε από την έρευνα ήταν η αλλαγή των πορειών προς λοφώδες και βραχώδες έδαφος αντί για το συνηθισμένο

επίπεδο και ομαλό έδαφος. Όταν οι πορείες εκτελούνταν ξανά σε επίπεδο και ομαλό έδαφος, η συχνότητα των τραυματισμών μειώθηκε στο ποσοστό του 2,5% (Zahger et al., 1988).

2.3 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

2.3.1 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Η διάγνωση ενός κατάγματος κοπώσεως γίνεται μέσα από τη λήψη ιστορικού και τα υπάρχοντα σημεία και συμπτώματα. Αυτό περιλαμβάνει μια απότομη έναρξη πόνου ή ενόχλησης, η οποία αυξάνεται με τη δραστηριότητα ενώ συνυπάρχει τοπικά φλεγμονή. Ο ασθενής μπορεί να χωλαίνει. Επίσης μπορεί να υπάρχει γενικό ή τοπικό οίδημα στο κάτω άκρο. Ο εξεταστής θα έχει τη δυνατότητα να ψηλαφήσει ένα μεμονωμένο και υπερβολικά τεταμένο σημείο που συνδέεται με το υποκείμενο οστό (Lorimer et al., 2004). Στην πρώιμη φάση ενός Κ.Κ. στα μετατάρσια θα πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ οξείας τραυματικής κάκωσης, πρώιμο Κ.Κ., καθυστερημένης επούλωσης, και ψευδάρθρωσης (Torq et al., 1984). Οι τέσσερις αυτές παθολογικές καταστάσεις, έχουν περίπου τις ίδιες επιπτώσεις κατά την έναρξή τους (Weinberg et al., 1993).

Κατά την κλινική εξέταση πρέπει να αξιολογούνται οι αστράγαλοι και το σχήμα των ποδιών για παραμορφώσεις, οιδήματα, μώλωπες, σχηματισμούς κάλων και την κατάσταση του δέρματος και των νυχιών, σημειώνοντας προσεκτικά τις διαφορές από πλευρά σε πλευρά. Το κάτω άκρο και ο αστράγαλος δεν μπορούν να εξεταστούν μεμονωμένα. Είναι απαραίτητο να δοθεί προσοχή συνολικά στον ασθενή και ιδιαίτερα στο βάδισμα του και στα 2 κάτω άκρα. Το σύστημα εξέτασης καθοδηγείται από το ιστορικό, εκτός αν το ιστορικό είναι εμφανές, όπου τότε το σύστημα εξέτασης δεν εκτελείται (Brockwell et al., 2009).

Ο πόνος μπορεί να αναπαραχθεί μέσω δόνησης επιφανειακά στην περιοχή του κατάγματος. Αυτή μπορεί να αναπαραχθεί με ένα διαπασών ή με μία συσκευή υπερήχων και γενικά χρησιμοποιείται σαν μέθοδος σε περιοχές χαμηλής επικινδυνότητας, όπως στον άκρο πόδα και στο αντικνήμιο. Όπου υπάρχει κίνδυνος

επιπλοκών λόγω μετατόπισης (όπως στον αυχένα του μηριαίου), το σπινθηρογράφημα οστών με πιθανή χειρουργική παρέμβαση είναι πιθανώς πιο κατάλληλη μέθοδος (Norris, 2004). Στην περίπτωση κατάγματος στα μετατάρσια, η άσκηση πίεσης υπό του άκρο πόδα επάγει τον πόνο, όπως επίσης και η χρήση υπέρηχου πάνω από την περιοχή του κατάγματος ή η προσπάθεια κίνησης των αντίθετων επιφανειών ενός κατάγματος μεταξύ τους (Lorimer et al., 2004).

2.3.2 ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Τα φυσικά σημεία ενός κατάγματος κοπώσεως είναι τοπική ευαισθησία πάνω στο σημείο του κατάγματος. Μερικές φορές, ίσως να υπάρξει ένας οστεώδης ρόζος που είναι ψηλαφητός, όταν το σπάσιμο αρχίζει να επουλώνεται. Σοβαρή παραμόρφωση παρατηρείται σπάνια, εκτός εάν ένα πλήρες κάταγμα συμβεί και συνήθως δεν είναι ορατή (Sathappan & Wong, 2010).

Σημεία για κατάγματα κοπώσεως

- Ιστορικό πόνου ο οποίος δεν έχει υποχωρήσει μαζί με την τοπική φλεγμονή ή τον μώλωπα
- Πόνος στην περιοχή μετά από άσκηση
- Τοπική ένταση κατά την ψηλάφηση της επίπονης περιοχής
- Ο πόνος μπορεί να προάγεται λόγω της τάσης στους μαλακούς ιστούς οι οποίοι διασχίζουν το επηρεασμένο οστό, όπως όταν οι τοπικοί τένοντες, η περιτονία, οι σύνδεσμοι και οι καθεκτικοί σύνδεσμοι βρίσκονται σε σύσπαση ή σύσφιξη
- Τοπική φλεγμονή στους μαλακούς ιστούς
- Αύξηση της θερμοκρασίας στην περιοχή (Lorimer et al., 2004).

Το κύριο σύμπτωμα ενός κατάγματος κόπωσης είναι ο πόνος (Norris, 2004). Κλινικά στην πρώιμη φάση του κατάγματος κόπωσης ο ασθενής βιώνει μία σταδιακή έναρξη του, ο οποίος επιδεινώνεται με τη δραστηριότητα και ανακουφίζεται με την ξεκούραση. Επίσης εμφανίζει άμεσα τοπική εν τω βάθει ευαισθησία (Salter, 1999).

Αυτός ο πόνος κατηγοριοποιείται, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά σε τέσσερεις τύπους. Με τον πόνο τύπου I, ο αθλητής αισθάνεται απλά δυσφορία μετά τη δραστηριότητα. Με τους πόνους τύπου II και III η ενόχληση υπάρχει κατά τη διάρκεια της προπόνησης, αλλά στον τύπο II δεν περιορίζει τη δραστηριότητα όπως συμβαίνει στον τύπο III. Ο πόνος τύπου IV είναι χρόνιος και επίμονος (Πιν. 2.3). Επί πλέον συμπτώματα είναι η θερμότητα και η ευαισθησία στην τραυματισμένη περιοχή, με επιδείνωσή τους κατά την δραστηριότητα και μείωση κατά την ξεκούραση. Εάν η τραυματισμένη περιοχή του οστού βρίσκεται επιφανειακά, τότε σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να είναι και εμφανής η φλεγμονή. Η ακρίβεια της ψηλάφησης, κατά την αξιολόγηση του πόνου του οστού, είναι ζωτική. Η ευαισθησία του κατάγματος κόπωσης είναι συνήθως καλά εντοπισμένη, ενώ αυτή του συνδρόμου διαμερίσματος είναι περισσότερο διάχυτη (Norris, 2004).

Πίνακας 2.3. Κατηγοριοποίηση του πόνου σε τραυματισμούς υπέρχρησης. Τροποποιημένο από (Norris, 2004).

Κατηγορίες	Χαρακτηριστικά	Αντιμετώπιση
Τύπος I	Πόνος μόνο μετά τη δραστηριότητα	↓ καταπόνησης κατά 25%
Τύπος II	Πόνος κατά τη δραστηριότητα που δεν περιορίζει την απόδοση	↓ καταπόνησης κατά 50%
Τύπος III	Περιοριστικός πόνος κατά τη δραστηριότητα	Πλήρης ξεκούραση
Τύπος IV	Χρόνιος συνεχής πόνος και κατά την ξεκούραση	Νάρθηκας/γύψος ιατρική εκτίμηση

2.3.3 ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Η ύπαρξη μιας γρήγορης και ακριβούς διάγνωσης, σε αυτούς τους συμπτωματικούς ασθενείς, είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της κατάλληλης θεραπείας (Sormaala et al., 2011).

Απλή ακτινογραφία και σπινθηρογράφημα οστών

Αρχικά οι ακτινογραφίες είναι αρνητικές και παίρνει τουλάχιστον δύο βδομάδες μέχρι να αλλάξει κάτι εμφανώς. Στα μακρά οστά, η τοπική περιοστική αντίδραση είναι ορατή μετά τις 6 βδομάδες και τα συμπιεστικά κατάγματα τάσης στο σπογγώδες οστό μερικές φορές είναι ορατά μετά από 24 ώρες (Εικ. 2.2). Έχει παρατηρηθεί ότι οι ακτινογραφίες εμφανίζονται θετικές μόνο στο 47,2% των περιπτώσεων, ενώ το σπινθηρογράφημα οστών έχει ακρίβεια σε ποσοστό 95,8%. Το σπινθηρογράφημα οστών φυσιολογικά αποκαλύπτει το πρόβλημα από την έναρξη των συμπτωμάτων και είναι γενικά πιο αξιόπιστο. Το φωσφορικό άλας με παρεμβολή του technetium-99m ενσωματώνεται στους οστεοβλάστες και έτσι εμφανίζεται ένα φωτεινό σημείο στην περιοχή, 6-72 ώρες έπειτα από την έναρξη του πόνου (Norris, 2004). Το σύστημα βαθμολόγησης του σπινθηρογραφήματος περιγράφεται από τον Zwas και τους συνεργάτες του και μπορεί να εφαρμοστεί σε Κ.Κ. προσθίων οστών του ποδιού αν όχι στα μεσαία και οπίσθια. Σε αυτό το σύστημα τα κατάγματα ταξινομούνται από το 1-4 ανάλογα με το επίπεδο και την ένταση της ανιχνεύσιμης δραστηριότητας. Ο βαθμός 1 αναφέρεται σε ήπια τοπική δραστηριότητα του φλοιού. Ο βαθμός 2 για πιο εκτεταμένη και πιο έντονη δραστηριοποίηση του φλοιού. Βαθμός 3 δείχνει ανιχνεύσιμη δραστηριότητα στο κανάλι του φλοιού και του μυελού, ενώ στο βαθμό 4 αναφέρεται σε ανιχνεύσιμη δραστηριότητα πέραν του πλάτους του οστού (Zwas et al., 1987).

Από την 3^η με 4^η εβδομάδα και μετά, το κάταγμα εμφανίζεται σαν μια σκούρα γραμμή η οποία περιβάλλεται από διάχυτους οστικούς πόρους στην απλή ακτινογραφία. Η γραμμή του κατάγματος μπορεί να ακολουθεί μια λοξή, εγκάρσια, κάθετη, επιμήκη ή σπειροειδή πορεία ανάμεσα στον οστίτη ιστό. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία επούλωσης ο πόρος του οστού απορροφάται, αλλά το φλοιώδες οστό μπορεί να παραμείνει μόνιμα σε πάχυνση γύρω από την περιοχή του κατάγματος που έχει προηγηθεί (Lorimer et al., 2004).

Τα κατάγματα κοπώσεως χωρίζονται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση χαρακτηρίζεται από την οστεοκλαστική δραστηριότητα, απεικονίζεται ακτινολογικά με αραίωση ή λαμπρότητα και αναφέρεται ως φάση κατάγματος. Η δεύτερη φάση αναφέρεται ως φάση επούλωσης και απεικονίζεται ακτινολογικά με αυξημένη σκλήρυνση, πάχυνση του φλοιού και σχηματισμό όζων (Lorimer et al., 2004).



Εικόνα 2.2. Ακτινογραφία κατάγματος κόπωσης στη βάση του δεύτερου μεταταρσίου. Τροποποιημένο από (Sormaala et al., 2011).

Μαγνητική τομογραφία (MRI)

Η μαγνητική τομογραφία διαδραματίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη διάγνωση των καταγμάτων κοπώσεως και στην απεικόνιση αλλαγών λόγω έντονης φόρτισης στα οστά (Spitz & Newberg, 2002). Στο πόδι, η MRI αποτελεί ένα μέσο ακριβούς απεικόνισης αλλαγών στη μορφολογία των μικρών οστών λόγω της έντονης φόρτισης. Σε μελέτη, οι απεικονίσεις των MRI έδειξαν επίσης ένα πρόσθετο κάταγμα κόπωσης στο έσω σφηνοειδές ενός από τους ασθενείς, που δεν είχε αποτυπωθεί στις ακτινογραφίες (Sormaala et al., 2011).

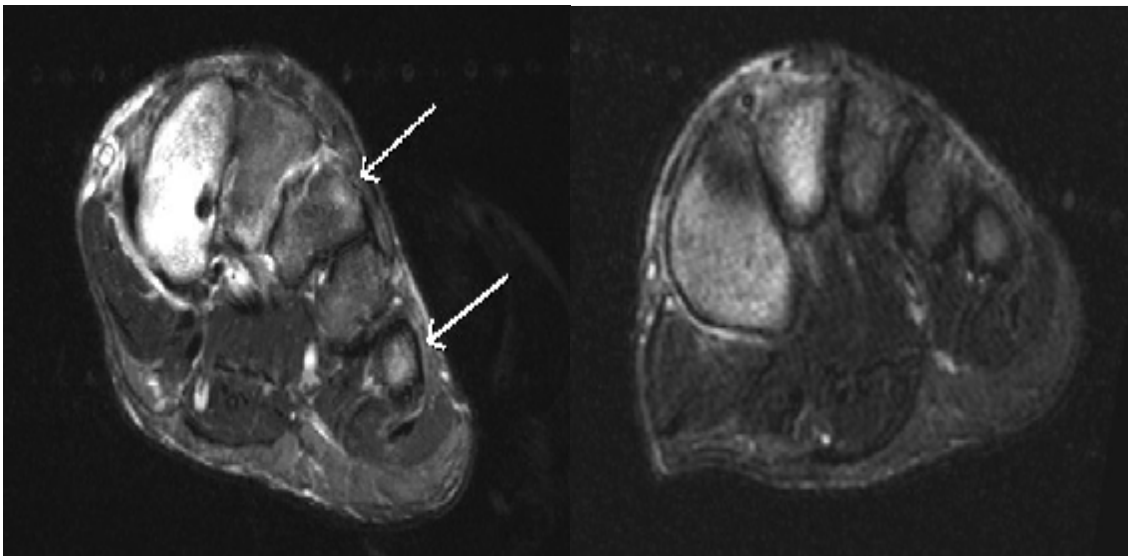
Η πρόσφατη πρόοδος στα συστήματα των 3T MRI προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στη μυοσκελετική απεικόνιση (Tanenbaum, 2006; Ramnath, 2006). Τόσο οι 3T όσο και οι 1,5 T απεικονίσεις παρέχουν στους ιατρούς μια καλή

εκτίμηση της έκτασης των έντονων αλλαγών φόρτισης στο πόδι. Η απεικόνιση του οίδηματος του μυελού των οστών είναι ένα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των μωσσκελετικών μαγνητικών τομογραφιών. Το οίδημα μπορεί να παρατηρηθεί σε συνδυασμό με το τραύμα, τις λοιμώξεις και τις κακοήθειες. Παρά το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις, η αιτιολογία του οίδηματος είναι προφανής, μπορεί να παρουσιάσει μερικές φορές μια διαφορετική διαγνωστική πρόκληση (Sormaala et al., 2011).

Το σύστημα αξιολόγησης του μαγνητικού τομογράφου που περιγράφεται από τον Fredericson και τους συνεργάτες του, μπορεί να εφαρμοστεί σε Κ.Κ. των πρόσθιων οστών του ποδιού αλλά όχι στα μέσα και οπίσθια. Σε αυτό το σύστημα ο βαθμός 0 υποδηλώνει την κανονική εξέταση. Ο βαθμός 1 δείχνει ήπια έως μέτριο περιοριστικό οίδημα στις T2 εικόνες μόνο, χωρίς εστιακή ανωμαλία στον μυελό των οστών. Βαθμού 2 αντιπροσωπεύει πιο σοβαρό περιοριστικό οίδημα και οίδημα του μυελού των οστών σε εικόνες T1 και T2. Βαθμού 3 δείχνει μέτρια προς σοβαρό οίδημα στο περίοστεο και του μυελού στις T1 και T2 εικόνες. Βαθμού 4 αντιπροσωπεύει σοβαρό οίδημα στο περίοστεο και μέτριο μυϊκό οίδημα. Για Κ.Κ. στα μεσαία και οπίσθια οστά του ποδιού η συνήθης ανωμαλία είναι να αυξάνεται ο βαθμός του οίδηματος του μυελού των οστών και είναι πιο εύκολα ανιχνεύσιμο σε T2 εικόνες που ακολουθείται από την εμφάνιση διακριτής καταγματικής γραμμής. Αν το οίδημα του μυελού των οστών είναι παρόν χωρίς καταγματική γραμμή, τότε αυτό συχνά αναφέρεται ως τραυματικό άγχος ή αντίδραση κόπωσης παρά Κ.Κ. (Fredericson et al., 1995). Το 12% των Κ.Κ. μιας έρευνας που διεξήχθη αποτελούν υψηλού βαθμού (βαθμού 3-4) με καταγματική γραμμή στις μαγνητικές τομογραφίες που συνήθως βρίσκονταν στον αστράγαλο και την πτέρνα. Το υπόλοιπο 88% ήταν χαμηλού βαθμού βλάβη (βαθμού 0-2) όπως υποδεικνύεται από το οίδημα του μυελού των οστών στην μαγνητική τομογραφία (Niva et al., 2007).

Σύμφωνα με μελέτη, οι εικόνες 3T είναι γενικά τουλάχιστον ισάξιες με τις 1.5T εικόνες για τη διάγνωση του μεταβολών φόρτισης των οστών (Sormaala et al., 2011). Με βάση τα αποτελέσματα, οι 1.5T εικόνες μπορούν να θεωρηθούν επαρκείς για την καθημερινή διάγνωση των καταγμάτων κόπωσης, μιας και ακόμη και η χαμηλού πεδίου μαγνητική τομογραφία έχει αποδειχθεί επαρκής για τη διάγνωση του πόνου στα κάτω άκρα (Elias et al., 2008)

Με βάση τα αποτελέσματά της έρευνας, η 3T μαγνητική τομογραφία μπορεί να θεωρηθεί ένα καλό εργαλείο για την αξιολόγηση της έκτασης των έντονων αλλαγών του μυελού των οστών στο πόδι και επιτρέπει τη συσχέτιση αυτών των πορισμάτων με την κλινική κατάσταση του ασθενούς (Εικ. 2.3) (Sormaala et al., 2011).



Εικόνα 2.3. Αριστερά απεικόνιση αξονικής ανάδευσης 3T σε ασθενή 19 ετών με τραυματισμούς φόρτισης στα μετατόρσια. Δυσδιάκριτα οστικά οιδήματα είναι ορατά στο τρίτο και πέμπτο μετατόρσιο οστό (βέλη). Δεξιά Απεικόνιση 1.5T στον ίδιο ασθενή όπως στο σχήμα 1.2. Τα οστικά οιδήματα που είναι εμφανή στις απεικονίσεις 3T δεν μπορούν να παρατηρηθούν αξιόπιστα σε αυτή την απεικόνιση. Τροποποιημένος από (Sormaala et al., 2011).

ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΕΙΔΙΚΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ

3.1 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ

3.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα Κ.Κ. αποτελούν συχνό τραυματισμό σε αθλητές, με ποσοστό εμφάνισης 10% του συνόλου των αθλητικών τραυματισμών (McBryde, 1975). Ο όρος Κ.Κ. χρησιμοποιήθηκε ως αθλητικός τραυματισμός πρώτη φορά το 1958 (Devas, 1958). Αλλά είχε πρωτοαναγνωρισθεί το 1855 ως κατάγματα πορείας (March fractures) σε στρατιώτες (Breithaupt, 1855). Είναι αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενων φορτίσεων και εμφανίζονται σε αθλητές, χορευτές μπαλέτου και στρατιώτες (κυρίως νεοσύλλεκτοι) εξού και ο ιστορικός όρος κάταγμα πορείας (March fracture) (Asal W, 1936).

Οι τραυματισμοί υπέρχρησης είναι κοινοί σε επαγγελματίες αθλητές και σε άτομα τα οποία γυμνάζονται αερόβια σε καθημερινό επίπεδο. Τα Κ.Κ. κατατάσσονται για τους δρομείς στους πέντε πιο συχνούς τραυματισμούς, καθώς μετράται το 50% όλων των τραυματισμών που υπόκεινται αυτοί και οι στρατιωτικοί (Milner et al., 2006).

Κατάγματα κόπωσης έχουν περιγραφεί σε πολλά αθλήματα όπως το μπάσκετ, το ποδόσφαιρο, το ράγκμπι, το σκι αντοχής, το τένις, το γκολφ, το χόκεϊ, σε αθλήματα στίβου, στην αεροβική και στο μπαλέτο (Lorimer et al., 2004).

Τα Κ.Κ. ανησυχούν ιδιαίτερα τους ποδοσφαιριστές όλων των επιπέδων, αν και αντιπροσωπεύει μόνο το 2% του συνόλου των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο (Rash & Hergan, 2006). Γενικά ενώ τα Κ.Κ. αποτελούν μικρό ποσοστό στους τραυματισμούς ποδοσφαιριστών, μπορούν να βγάλουν τους παίχτες εκτός προπόνησης για αρκετό καιρό (Warden et al., 2006).

3.1.2 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ

Στα αθλήματα με υψηλά επίπεδα πρόσκρουσης, τα κατάγματα είναι συνήθως αποτέλεσμα του επαναλαμβανόμενου «σφυροκοπήματος» και της πρόσκρουσης (δόνησης) η οποία μεταδίδεται είτε μέσω των μαλακών ιστών που περιβάλλουν το οστό (μύες, τένοντες και περιόστεο) είτε μέσα από το ίδιο το οστό. Εάν αναλυθούν οι εμβιομηχανικοί παράγοντες των αεροβικών αθλημάτων, είναι εύκολο να διακρίνει κανείς το γιατί εμφανίζονται τραυματισμοί των ιστών από την επαναλαμβανόμενη υπερφόρτωση (Lorimer et al., 2004).

Η εμβιομηχανική στο τρέξιμο είναι τελείως διαφορετική από ότι αυτής του περπατήματος (Ekenman et al., 2002). Κατά το τρέξιμο, δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους παράγονται σε κάθε χτύπημα του ποδιού που ισοδυναμούν 2 με 4 φορές του σωματικού βάρους κατά την κατακόρυφη διεύθυνση (Bennell et al., 2004). Μια άλλη έρευνα υποστηρίζει ότι η αντίδραση του εδάφους υπολογίστηκε ότι αυξάνεται κατά 70%-80% του σωματικού βάρους κατά την διάρκεια του περπατήματος και 275%-300% κατά την διάρκεια του τρεξίματος (Mann, 1982).

Η ραιβότητα σε αθλητές δημιούργησε πιο συχνά Κ.Κ., αφού αν ληφθεί υπόψη ότι κατά την διάρκεια του τρεξίματος το σώμα υπόκειται σε φορτίσεις μεταξύ 2,5 - 2,8 φορές το βάρος του, τότε μια κνήμη με ραιβότητα δέχεται πολύ μεγαλύτερα φορτία παραμόρφωσης από την κάθετη δύναμη η οποία δεν εφαρμόζεται ομοιόμορφα στη διάφυση του οστού (Milner et al., 2006).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη σε 31 αθλητές (19 άνδρες, 12 γυναίκες) με 3 διαφορετικά Κ.Κ. στον καθένα και με την βοήθεια 15 αθλητών ως ομάδα χωρίς Κ.Κ., (ομάδα σύγκρισης) χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό, να διαπιστωθούν κατά πόσο συμβάλλουν παράγοντες κινδύνου όπως, η διατροφή, το ιστορικό προπόνησης και το ορμονικό ιστορικό στις γυναίκες για Κ.Κ.. Η πυκνότητα των οστών μετρήθηκε με αποροφησιόμετρο διπλής ενέργειας ακτίνες χ (dual- energy x-ray absorptiometry) στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και εγγύς του μηριαίου. Εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά όπως η καταπόνηση του άκρου, ο πρηνισμός και υππιασμός του αστραγάλου, η ραχιαία κάμψη του αστραγάλου, η ραιβότητα και η βλαισότητα του ποδιού, η ανισότητα μήκους των άκρων, το εύρος τροχιάς του ισχίου, ο χρόνος αντίδρασης και η ισορροπία, μετριόντουσαν μόνιμα. Ο μέσος όρος Κ.Κ. του κάθε αθλητή ήταν 3,7 (κυμαίνοντας από 3-6) δηλαδή 114 συνολικά. Το σημείο κατάγματος

ήταν η κνήμη και η περόνη στο 70% των καταγμάτων στους άνδρες και το 50% σε πόδι και αστράγαλο στις γυναίκες. Οι περισσότεροι από τους ασθενείς ήταν αθλητές στίβου (61%) και η εβδομαδιαία κάλυψη αποστάσεων ήταν 117 km. Οι εμβιομηχανικοί παράγοντες που βρέθηκαν να συμβάλλουν σε πολλαπλά Κ.Κ. ήταν η διαμήκη καμάρα του ποδιού, η ανισοσκελία και η υπερβολική ραιβότητα του ποδιού. Οι μισές σχεδόν αθλήτριες ανέφεραν εμμηνορροϊκές διαταραχές και οι άνδρες που συμμετείχαν σε τρέξιμο μεγάλων αποστάσεων εβδομαδιαία, βρέθηκε να διατρέχουν κίνδυνο εμφάνισης Κ.Κ. στα κάτω άκρα (Korpelainen et al., 2001).

Στους αρχάριους δρομείς, ένας επιπλέον παράγοντας είναι η μυϊκή αδυναμία στον κάτω κορμό η οποία οδηγεί σε μείωση της ικανότητας των μαλακών ιστών για απορρόφηση κραδασμών (Norris, 2004).

Αν και υπάρχουν ενδείξεις ότι οι γεωμετρικές διαφορές συνδέονται με ασθενέστερα οστά, αυτό μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για Κ.Κ. σε άτομα με έντονη σωματική δραστηριότητα, αλλά αυτό δεν έχει επαληθευτεί στο γυναικείο αθλητικό πληθυσμό (Bennell et al., 2004).

Έχει αποδειχθεί ότι το 30-50% του συνόλου των αθλητικών τραυματισμών οφείλεται σε υπέρχρηση (Orava, 1980; Renstrom & Johnson, 1985). Στους τραυματισμούς υπέρχρησης το αθροιστικό αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης δύναμης οδηγεί σε μικροτραυματισμό, ο οποίος με τη σειρά του πυροδοτεί τη φλεγμονώδη διαδικασία. Η φλεγμονή, παρόλο που είναι απαραίτητο στοιχείο για τη διαδικασία επούλωσης, μπορεί να γίνει μια αυτοπεριοριζόμενη οντότητα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε χρόνια φλεγμονή και σταδιακή αποδόμηση των παρακείμενων ιστών. Συνεπώς κρίνεται αναγκαίο να ελαχιστοποιηθεί η χρόνια φλεγμονή ούτως ώστε να προληφθεί πιθανή επανάληψη τραυματισμού υπέρχρησης ή ενός νέου οξύ τραυματισμού (Lorimer et al., 2004).

3.1.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Περιορισμένες είναι οι αναφορές όσο αναφορά τη συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των πολιτών και των συμμετεχόντων στην άσκηση. Έχει υποστηριχθεί ότι η ετήσια συχνότητα των καταγμάτων κόπωσης, μεταξύ των δυο φύλων, σε κολεγιακούς αθλητές στίβου είναι 21% (Bennell et al., 1996). Μια στατιστική έρευνα σε ερασιτέχνες δρομείς αναφέρει κατάγματα κόπωσης στο 8% και

στο 13% μεταξύ των ανδρών και των γυναικών που ερωτήθηκαν, αντίστοιχα (Brunet et al., 1990).

Για τις γυναίκες έχει αναφερθεί ότι διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης Κ.Κ. (Milner et al., 2006). Μια άλλη μελέτη υποστηρίζει ότι στον αθλητικό πληθυσμό υπάρχουν ελάχιστες επιδημιολογικές μελέτες, οι οποίες να αξιολογούν τις διαφορές στην αναλογία, των καταγμάτων κόπωσης ανάμεσα στα δύο φύλα. Οι υπάρχουσες μελέτες παρουσιάζουν μέτρια έως και καθόλου αυξημένο κίνδυνο για κάταγμα κόπωσης στις γυναίκες (Ireland & Nattiv, 2002).

Τα ερευνητικά δεδομένα πιστοποιούν ότι η συνολική εμφάνιση Κ.Κ. σε κολεγιακούς αθλητές είναι 1-2,6% και σε στρατιωτικούς 1-1,7% (Snyder et al., 2009).

3.2 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ

3.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το 1985 ξεκίνησε μία έρευνα με σκοπό να καταγράψει όλες τις περιπτώσεις καταγμάτων τάσης, σε γυναίκες αθλήτριες, και την πορεία της αποκατάστασής τους. Έγινε διαχωρισμός ανάμεσα σε 8 διακολλεγικά αθλήματα όπως το μπάσκετ, η κατάδυση, το γκολφ, η κολύμβηση, το τένις, το βόλει, ο στίβος και ο ανώμαλος δρόμος. Η έρευνα ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 1992 και δημιουργήθηκε μία αναλυτική βάση δεδομένων σχετικά με τους τραυματισμούς. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην λήψη του βιογραφικού, του ιατρικού ιστορικού και στις μεταβλητές της προπόνησης. Αυτά τα δεδομένα όταν αναλύθηκαν παρείχαν πληροφορίες σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης, την κατανομή ανά ανατομική περιοχή, άθλημα, φυλή και κατηγορία αθλητικής ικανότητας. Επίσης αναλύθηκε η προγνωστική αξία ενός συστήματος διαβάθμισης, το οποίο διαφοροποιεί το βαθμό της αντίδρασης στην τάση, συσχετισμένο με το ιατρικό και προπονητικό ιστορικό της αθλήτριας, μέσω των ακτινολογικών ευρημάτων. Τέλος καταγράφηκε ο βαθμός ανικανότητας όπως αξιολογήθηκε μέσω της θεραπευτικής παρέμβασης (π.χ. μόνο ξεκούραση ή ακινητοποίηση επιπρόσθετα με την ξεκούραση), τα αποτελέσματα της θεραπείας, ο χρόνος ανάρρωσης και η τελική αγωνιστική ικανότητα (Ireland & Nattiv, 2002).

Στην επταετή έρευνα καταγράφηκαν 40 περιπτώσεις καταγμάτων κόπωσης, εκ των οποίων οι 27 (67,5%) προκλήθηκαν σε 19 αθλήτριες του στίβου και του ανώμαλου δρόμου. Η κατανομή ανά άθλημα έχει ως εξής: 17 σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων, 3 σε δρομείς μεσαίων αποστάσεων, 3 σε αθλήτριες δρόμου μετ' εμποδίων, 2 σε αθλήτριες ταχύτητας, 1 σε άλμα εις ύψος και 1 σε δισκοβόλους. Μόνο 6 περιπτώσεις κατάγματος κόπωσης διαγνώστηκαν σε 4 αθλήτριες του μπάσκετ και 5 περιπτώσεις σε 5 αθλήτριες του βόλεϊ με 16% και 12,5% του συνόλου των τραυματισμών αντίστοιχα. Από ένας τραυματισμός και 2,5% επί του συνόλου παρουσιάστηκε σε κολυμβήτριες και τενίστριες, ενώ δεν υπήρξαν καταγεγραμμένες περιπτώσεις στο γκολφ και τις καταδύσεις (Ireland & Nattiv, 2002).

Η κατανομή ανά ανατομική περιοχή έχει ως εξής: 12 περιπτώσεις (30%) στην κνήμη, 7 περιπτώσεις (17,5%) στην περόνη, 5 περιπτώσεις (12,5%) στο σκαφοειδές του ταρσού, 5 περιπτώσεις (12,5%) στα μετατάρσια, 3 περιπτώσεις (7,5%) στην πτέρνα, 3 περιπτώσεις (7,5%) στο μεσάρθριο τμήμα, 2 περιπτώσεις (5%) στον αυχένα του μηριαίου, 2 περιπτώσεις (5%) στη διάφυση του μηριαίου και τέλος 1 περίπτωση (2,5%) στο ιερό οστό (Ireland & Nattiv, 2002).

Όσο αναφορά την εμπειρία και την ικανότητα των αθλητριών, παρατηρήθηκε ότι όσο μικρότερη ήταν η πείρα της αθλήτριας τόσο μεγαλύτερο ήταν το ποσοστό των τραυματισμών. Συγκεκριμένα το 52% των περιπτώσεων εντοπίστηκε σε πρωτοετείς, το 32% σε δευτεροετείς, το 16% σε τριτοετείς, ενώ δεν καταγράφηκαν περιπτώσεις καταγμάτων κόπωσης σε τελειόφοιτες αθλήτριες (Ireland & Nattiv, 2002).

3.2.2 ANTIMETΩΠΙΣΗ

Με βάση τη λήψη του ιστορικού αυξημένο κίνδυνο για κάταγμα κόπωσης είχαν οι αθλήτριες που παρουσίαζαν εμμηνορροϊκές ανωμαλίες, στατικές ασυμμετρίες, θρεπτική ανεπάρκεια και μειωμένη φυσική κατάσταση. Αυτές με το ιστορικό εμμηνορροϊκής δυσλειτουργίας, ειδικά με λίγο ή και καθόλου έμμηνο ρύση, παρακινήθηκαν για περεταίρω άσκηση και όπου ενδεικνυόταν ορμονοθεραπεία με οιστρογόνα. Οι αθλήτριες με ιστορικό προηγούμενων τραυματισμών και πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου παραπέμφθηκαν για αναλύσεις πυκνότητας ώστε να αξιολογηθεί η κατάσταση των οστών. Από την εμβιομηχανική “σκοπιά” είναι απαραίτητη η διόρθωση πιθανής ασυμμετρίας στην λεκάνη, η αποκατάσταση της μυϊκής ισορροπίας με τις κατάλληλες διατάσεις και ασκήσεις ενδυνάμωσης, τέλος

σημαντική είναι η αντιμετώπιση της μη φυσιολογικής μηχανικής του ποδιού με ορθοτικά μέσα. Η θρεπτική ανεπάρκεια διευκολύνεται μέσω της διατροφικής ανάλυσης και την εφαρμογή ανάλογου διαιτολογίου. Στην διατροφική ανάλυση αξιολογείται η επαρκής ή μη πρόσληψη ασβεστίου, πρωτεϊνών και η θερμιδική αξία της καθημερινής διατροφής. Οι μετρήσεις της σωματικής σύνθεσης είναι απαραίτητες ώστε να καθοριστεί μία υγιής εκγύμναση για τον έλεγχο του βάρους. Από το φάσμα της προπόνησης απαιτείται προσεκτική επιτήρηση των αρχαρίων όσο αναφορά το μέγεθος της φόρτισης και/ή τη συχνότητα με την οποία εφαρμόζεται η φόρτιση. Αφού οι περισσότεροι αρχάριοι παρουσιάζουν χαμηλούς δείκτες φυσικής κατάστασης και έλλειψη εξοικείωσης σε συγκεκριμένες τεχνικές προπόνησης (π.χ. διαλλείματα, προπόνηση με βάρη, αποστάσεις, πλειομετρικές ασκήσεις), χρειάζονται εξατομικευμένα προγράμματα κατά την έναρξη της προπόνησης. Επίσης η ενημέρωση των αθλητών για τους τραυματισμούς και η εκπαίδευσή τους ώστε να αναγνωρίζουν έγκαιρα τα συμπτώματα των καταγμάτων κόπωσης, είναι ύψιστης σημασίας για να αποτραπεί η ολοκληρωμένη δομική βλάβη του οστού, ειδικά σε ανατομικές περιοχές υψηλού κινδύνου όπως ο αυχέννας του μηριαίου, το μεσάρθριο τμήμα, το σκαφοειδές του τάρσους και η πρόσθια επιφάνεια στη μεσότητα της κνήμης (Ireland & Nattiv, 2002).

Συνοψίζοντας, αυτές οι παρεμβατικές στρατηγικές έχουν αποδειχθεί επιτυχημένες στην ελάττωση των τραυματισμών και στη μείωση της νοσηρότητας που συνδέεται με αυτούς (Ireland & Nattiv, 2002).

3.2.3 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΜΗ ΕΜΜΗΝΟΡΡΟΪΚΕΣ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ

Μελέτες αναφέρουν υψηλότερο ποσοστό τραυματισμών και καταγμάτων κόπωσης σε αθλήτριες που είναι λίγο ή και καθόλου εμμηνορροϊκές σε σύγκριση με αυτές που είναι φυσιολογικά εμμηνορροϊκές. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλος αριθμός αθλητριών, οι οποίες υποφέρουν από εμμηνορροϊκές δυσλειτουργίες και διατροφικές διαταραχές, αθλούνται σε ψυχαναγκαστικό βαθμό και δε σταματάνε την προπόνηση ακόμα και όταν εμφανίζουν συμπτώματα τραυματισμού. Κατά συνέπεια μπορεί οι φορτίσεις της υπερβολικής προπόνησης να οδηγούν σε αύξηση των τραυματισμών και μείωση της οστικής πυκνότητας σε αυτόν τον πληθυσμό. Εκτός από την αυξημένη πιθανότητα για κάταγμα κόπωσης, οι διαταραχές στη διατροφή καθώς και η μη φυσιολογική εμμηνορρυσία, μπορεί να έχει

ως αποτέλεσμα την ανικανότητα ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή οστική μάζα. Οι αθλήτριες με συχνές ή μακρές περιόδους χωρίς εμμηνορρυσία και/ή με ιστορικό διατροφικών διαταραχών μπορεί να βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο για την ανάπτυξη καταγμάτων κόπωσης (Ireland & Nattiv, 2002).

Σε μια άλλη έρευνα σε αθλητές με πολλαπλά Κ.Κ. το 40% των γυναικών αναφέρει παρατυπίες της έμμηνου ρήσης (Brockwell et al., 2009). Οι γυναίκες που ασκούνται συχνά αυξάνουν το ρίσκο για την ανάπτυξη διαταραχών της έμμηνου ρήσης άρα και συνεχόμενων Κ.Κ. (Korpelainen et al., 2001).

3.3 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΤΟΥ ΤΕΝΝΙΣ

Στους αθλητές του τένις κατάγματα κόπωσης εντοπίζονται συχνά στα μετατόρσια και στη πτέρνα, ιδιαίτερα όταν είναι σκληρή η προσγείωση έπειτα από εναέριο λάκτισμα κατά το σερβίρισμα ή μέσα στο παιχνίδι. Κατά την ίδια τεχνική, όταν γίνεται βεβιασμένη ραχιαία κάμψη στην προσγείωση, εμφανίζονται κατάγματα κόπωσης στο περιφερικό τμήμα της κνήμης ή στο κνημιαίο πλατό (Lorimer et al., 2004).

Η επιφάνεια του γηπέδου του τένις είναι ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν. Οι διάφορες επιφάνειες διαχωρίζονται σε άργιλο, συνθετικό, ξύλο, τάπητα και γρασίδι. Όσο πιο σκληρή είναι η επιφάνεια του γηπέδου τόσο μεγαλύτερες είναι οι φορτίσεις που δέχεται το κάτω άκρο, ενώ οι πιο μαλακές επιφάνειες μετριάζουν τους κραδασμούς και επιβαρύνουν με πιο χαμηλές φορτίσεις τα γόνατα και τον άκρο πόδα. Κατά την αποκατάσταση μετά από τραυματισμούς, ενδείκνυται πρώτα η χρήση μαλακών επιφανειών, για την αποφυγή υπερβολικών φορτίσεων και κραδασμών και αργότερα προς το πέρας αυτής, η προπόνηση σε πιο σκληρές επιφάνειες (Lorimer et al., 2004).

3.4 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΟ ΜΠΑΛΕΤΟ

Τα κατάγματα κόπωσης είναι μία από τις κοινές παθήσεις υπέρχρησης στους χορευτές μπαλέτου. Με το χορευτή σε θέση πλήρης στήριξης στις άκρες των δακτύλων (*en pointe*), το πρώτο και δεύτερο δάκτυλο συγκεντρώνουν όλη την επιβάρυνση από τη φόρτιση. Στη θέση με τις φάλαγγες των δακτύλων σε ραχιαία κάμψη (*demi pointe*) το σωματικό βάρος συσσωρεύεται στο δεύτερο μετατάρσιο. Ως αποτέλεσμα της φόρτισης αυτής, οι περισσότεροι χορευτές παρουσιάζουν υπερτροφία στο δεύτερο μετατάρσιο (Eisele & Sammarco, 1993; Quirk, 1994). Το πιο συχνό σημείο εντοπισμού καταγμάτων κόπωσης στο δεύτερο μετατάρσιο είναι ο αυχένας και έπεται σε συχνότητα η βάση του μεταταρσίου. Άλλες περιοχές όπου εμφανίζουν κατάγματα κόπωσης οι μπαλαρίνες είναι, το περιφερικό ένα τρίτο της περόνης και περιστασιακά ο αστράγαλος, η πτέρνα και το σκαφοειδές. Σε χορευτές οι οποίοι εκτελούν χορογραφίες με θέση *demi pointe* κατά κύριο λόγο, είναι συχνά επίσης και τα κατάγματα στα σησαμοειδή (Lorimer et al., 2004).

Σε έρευνα που διεξήχθη από τον O'Malley και τους συνεργάτες του, παρακολούθηθηκαν 51 επαγγελματίες χορευτές με 64 Κ.Κ. του δευτέρου μεταταρσίου που αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά εκτός από 6 ασθενείς. Οι χορευτές επέστρεψαν στις δραστηριότητές τους σε 6,2 βδομάδες μέσο όρο. Το 14 % είχε ακόμα περιστασιακά πόνο με το χορό και το 12% είχε ένα κάταγμα για 4,3 χρόνια μέσο όρο (O'Malley et al., 1996).

3.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΘΛΗΤΩΝ ΜΕ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

Όταν ο ασθενής αγνοεί τα σημεία και τα συμπτώματα ενός τραυματισμού υπέρχρησης, (δυσκαμψία, πόνος, αυξημένη θερμοκρασία στην επηρεασμένη περιοχή) και συνεχίζει να συμμετέχει στις δραστηριότητές του ή σε αθλήματα παρά τον τραυματισμό και τη συμβουλή για διακοπή επιπλέον δραστηριοτήτων, τότε ένας σοβαρός τραυματισμός μπορεί να αναπτυχθεί. Το σκεπτικό σε αυτήν την περίπτωση είναι να θεραπευτεί ο ασθενής με τεχνικές ξεκούρασης, παγοθεραπείας, ανύψωσης, συμπίεσης και της διακοπής του αθλήματος το οποίο προκάλεσε τον τραυματισμό. Ακολουθεί συνδυασμός άσκησης και φυσιοθεραπείας με στόχο να υποχωρήσει η

φλεγμονή και να αυξηθεί το εύρος κίνησης, ενώ αποτρέπεται περεταίρω τραυματισμός. (Lorimer et al., 2004).

Τα Κ.Κ. στα κάτω άκρα αποτελεί συχνό τραυματισμό των ποδοσφαιριστών και είναι το αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενων φορτίσεων οι οποίες ξεπερνάνε την ικανότητα του οστού για ανακατασκευή. Μπορούν να θεραπευτούν συντηρητικά αλλά μπορούν και να προκαλέσουν μακροχρόνιες επιπλοκές όπως καθυστερημένη πώρωση, μυϊκή ατροφία και χρόνιο πόνο. Κ.Κ. που απέτυχαν συντηρητικής θεραπείας θα πρέπει να χειρουργηθούν, όμως και αυτή δεν αποτελεί μέθοδο χωρίς ρίσκο και επιπλοκές. Η εξωτερική θεραπεία κρουστικού υπέρηχου (ESWT) έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε επιπλοκές Κ.Κ. όπως η καθυστερημένη πώρωση και η ατελής πώρωση του κατάγματος (Moretti et al., 2009).

Η βιβλιογραφία είναι λιγότερο θετική στις έρευνες που προσπάθησαν να κατευθύνουν την εξέταση για άμεση βελτίωση της διαδικασίας επούλωσης σε Κ.Κ. (Moretti et al., 2009).

Η πρώιμη κλινική διάγνωση ενός Κ.Κ. μπορεί να αποβεί σωτήρια. Για αυτό μια μεγάλης έκτασης υποψία και συμπτωματικής ακολουθίας σε συνδυασμό με την κατανόηση των περιορισμών των διαγνωστικών παραγόντων είναι απαραίτητη από την αρχή του τραυματισμού. Μια τόσο αυστηρή προσέγγιση τελικά θα μπορέσει να ανταμείψει τους ασθενείς που θέλουν πάση θυσία να γυρίσουν όσο πιο γρήγορα μπορούν στις αθλητικές τους δραστηριότητες (Brockwell et al., 2009).

Ο Rue και οι συνεργάτες του, χρησιμοποίησαν σε έρευνα τους διακοπτόμενους υπέρηχους σε κνήμη με Κ.Κ. αλλά δεν παρατήρησαν καμία σημαντική διαφορά στην εξέλιξη της αποκατάστασης (Rue et al., 2004). Πολλές έρευνες έγιναν προκειμένου να αποδειχθούν οι θεραπείες αποτελεσματικές στην καθυστερημένη πώρωση ή την ψευδάρθρωση με την χρήση του διακοπτόμενου υπέρηχου αλλά δεν αποδείχθηκαν ιδιαίτερες στην αποτελεσματικότητά τους (Moretti et al., 2009).

Μια ομάδα ερευνητών θέλησε να εξετάσει την αντιμετώπιση των Κ.Κ. με κρουστικό υπέρηχο (ESWT). Σε αυτή την έρευνα 10 αθλητές ποδοσφαίρου με χρόνιο πόνο Κ.Κ., που λάμβαναν χώρα στο πέμπτο μετατόριο οστό και την κνήμη, έλαβαν 3-4 συνεδρίες χρησιμοποιώντας χαμηλής προς μέσης ενέργειας ESWT. Στην

παρακολούθηση (8 εβδομάδων) τα κλινικά και ακτινολογικά ευρήματα ήταν εξαιρετικά και έδωσε την δυνατότητα στους αθλητές για σταδιακή ένταξη στις αθλητικές τους δραστηριότητες (Εικ. 3.1, Εικ. 3.2, Εικ. 3.3) (Moretti et al., 2009).

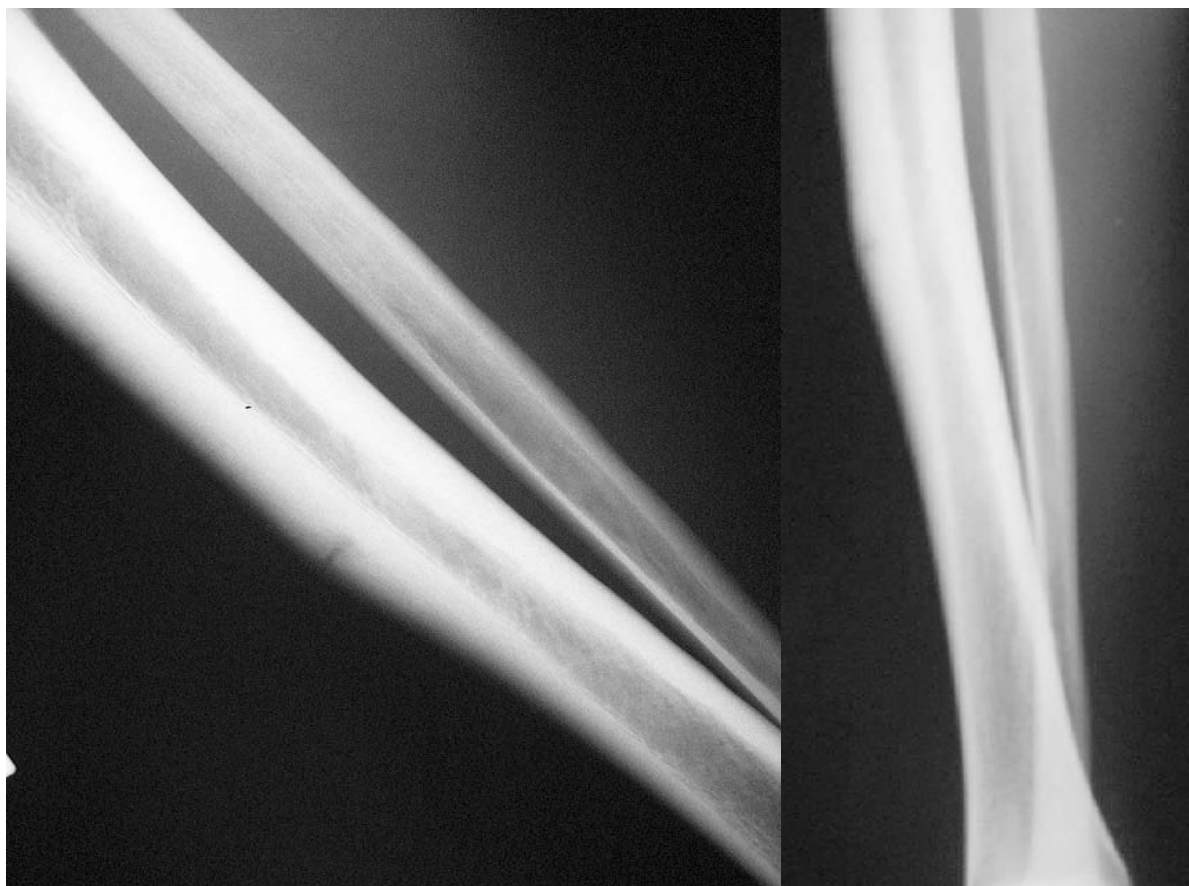
Πρόσφατα έγινε χρήση ESWT για την θεραπεία μυοσκελετικών παθήσεων και έδειξε πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στην βελτίωση της πώρωσης του κατάγματος και της καθυστερημένης πώρωσης γενικά (Haupt et al., 1992; Schadeu et al., 2001).

Η λογική της θεραπείας με ESWT είναι τα οστά και τα αιμοφόρα αγγεία να αρχίσουν διεργασίες ανάπτυξης από την παραγωγή νιτρικού οξειδίου (Ciampa et al., 2005). Οι χρήση χαμηλού προς μεσαίας ενέργειας ESWT, προκαλεί πρόσληψη μετεγχυματικών κυττάρων και την διαφοροποίησή τους σε οστεοβλάστες για τον σχηματισμό οστού (Martini et al., 2003; Chen et al., 2004; Aicher et al., 2006).

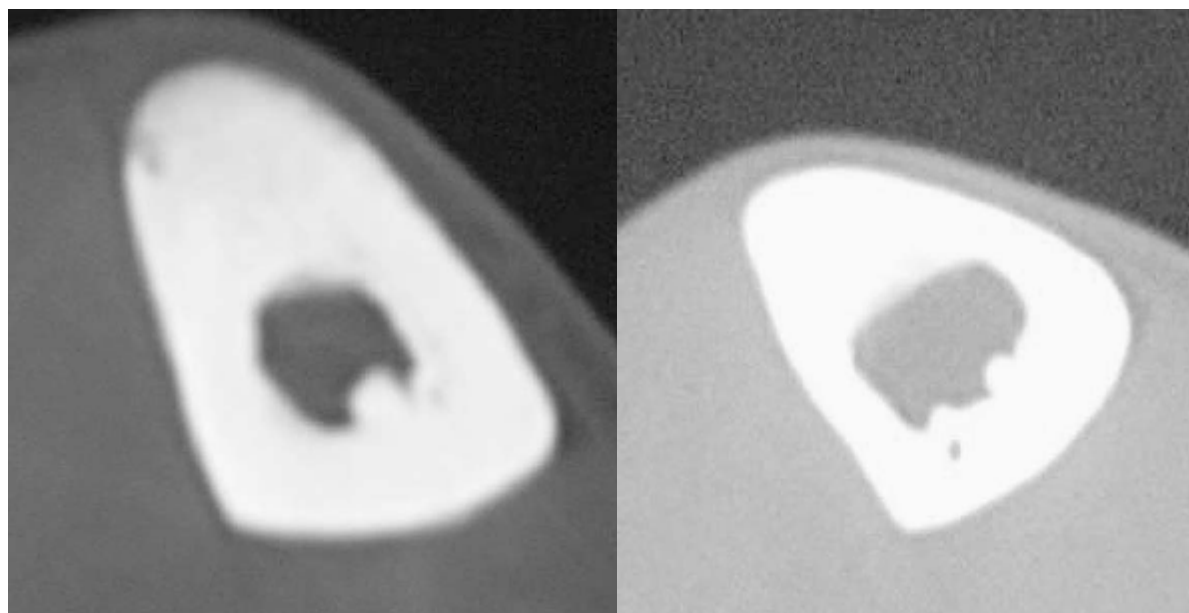
Το άρθρο αυτό αναφέρει τα διεγερτικά αποτελέσματα της χρήσης ESWT σε αθλητές που υπέφεραν από καθυστερημένη πώρωση και ψευδάρθρωση που όμως επέμειναν ανθεκτικοί τραυματισμοί σε όλες τις άλλες, συντηρητικές θεραπείες. Η δοκιμασμένη μέθοδος χρησιμοποίησε χαμηλό-μεσαίο επίπεδο ενέργειας για την τόνωση της οστεογένεσης στα Κ.Κ. όπου η παθογένεσή τους είναι η έλλειψη ισορροπίας μεταξύ οστεοβλαστών και οστεοκλαστών αλλά υπέρ του τελευταίου (Moretti et al., 2009).



Εικόνα 3.1. Η αριστερή ακτινογραφία απεικονίζει ένα Κ.Κ. στην βάση του 5^{ου} μεταταρσίου πριν τη θεραπεία με χρήση ESWT. Η δεξιά ακτινογραφία απεικονίζει την ενοποίηση των καταγματικών άκρων μετά από 6 βδομάδες θεραπείας με χρήση ESWT. Τροποποιημένο από (Moretti et al., 2009).



Εικόνα 3.2. Η αριστερή ακτινογραφία απεικονίζει Κ.Κ. στην μεσότητα της κνήμης σε αρχικό στάδιο. Η δεξιά ακτινογραφία απεικονίζει την ενοποίηση των καταγματικών άκρων μετά από 6 βδομάδες θεραπείας με χρήση ESWT. Τροποποιημένο από (Moretti et al., 2009).



Εικόνα 3.3. Η αριστερή αξονική τομογραφία δείχνει Κ.Κ. στην μεσότητα της κνήμης πριν την χρήση ESWT. Η δεξιά αξονική τομογραφία δείχνει την ενοποίηση των καταγματικών άκρων μετά από 6 βδομάδες χρήσης ESWT. Τροποποιημένο από (Moretti et al., 2009).

Παρατηρήθηκε οστική ένωση στις ακτινογραφίες μετά από 6-14 βδομάδες χρήσης ESWT. Οι ασθενείς επέστρεψαν στις δραστηριότητες τους 3-10 μήνες μετά την θεραπεία χωρίς δυσκολία και χωρίς πόνο ή λειτουργικό περιορισμό. Η ακτινογραφία έδειξε πλήρη πώρωση του οστικού ελλείμματος (Moretti et al., 2009).

Ένας αθλητής που εξακολουθεί να προπονείται πριν η ανακατασκευή του οστού να είναι πλήρης, είναι σε μεγαλύτερο κίνδυνο για την ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης. Η πλήρης διακοπή όλων των αθλητικών δραστηριοτήτων είναι απαραίτητη, ώστε να επιτραπεί στο οστό να αναδιαμορφωθεί, καθώς και να γίνει ανθεκτικό στις μελλοντικές εφαρμογές τάσεων (Lorimer et al., 2004).

3.6 ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΘΛΗΤΩΝ

Για πολλά χρόνια έχει θεωρηθεί ότι ο αθλητισμός και η άσκηση είναι δραστηριότητες για παιδιά, εφήβους και νεαρούς ενήλικες. Ωστόσο, με την έκρηξη του φαινομένου της άσκησης στις δεκαετίες του '70 και του '80, άνθρωποι από την παιδική ηλικία μέχρι και την τρίτη ηλικία, έχουν ανακαλύψει τα φυσικά και ψυχολογικά οφέλη της άσκησης. Με τη γενιά των εξαρτημένων, η προσοχή πλέον εστιάζεται σε ψυχολογικά θέματα, όπως η εξάρτηση στην άσκηση, η υπερβολική προπόνηση, το κίνητρο, η ανοχή σε τραυματισμούς, οι κοινωνικοί παράγοντες και η επαγγελματική εξουθένωση. Αυτό που οι θεραπευτές μπορούν να παρέχουν στο κοινό, είναι τα μέσα ώστε να προληφθεί ο τραυματισμός επιτρέποντας στον ασθενή να συνεχίσει την άσκηση χωρίς ενόχληση ή πόνο. Ο ενήλικας αθλητής θα πρέπει να αποδεχτεί το γεγονός ότι δεν έχει τη δυνατότητα να αποδώσει στα ίδια επίπεδα με αυτά που ήταν νέος, αλλά η άσκηση θα συνεχίσει να του προσφέρει οφέλη όπως αύξηση της μακροζωίας (Lorimer et al., 2004).

Όταν συντελείται ένας τραυματισμός, ο αθλητής θα πρέπει να είναι σε θέση, να αντιμετωπίσει τη σωματική βλάβη, αλλά επίσης να ανταπεξέλθει και στη ζημιά σε ψυχολογικό επίπεδο. Από τη στιγμή που ο αθλητής έρχεται αντιμέτωπος με ένα βαρύ τραυματισμό, είναι πιθανό να παρουσιάσει συναισθηματική ύφεση η οποία, εάν δεν αναγνωρισθεί εγκαίρως, μπορεί σταδιακά να οδηγήσει σε κατάθλιψη και αποξένωση.

Μετά τον τραυματισμό ο αθλητής περνάει από μία σειρά πέντε σταδίων, παρόμοια με αυτή του πένθους για κάποιο φιλικό ή συγγενικό πρόσωπο. Αρχικά ο αθλητής βιώνει άρνηση και δυσπιστία σχετικά με το τι προκάλεσε, αλλά ακόμα και με τον ίδιο τον τραυματισμό. Στη συνέχεια εγκαθίσταται ο θυμός, ο οποίος με τη σειρά του θα παραχωρήσει τη θέση του στην υποβάθμιση της σοβαρότητας του τραυματισμού η οποία οδηγεί στο επόμενο στάδιο που είναι η κατάθλιψη. Τελικά ο αθλητής αποδέχεται την αληθινή έκταση του τραυματισμού και τότε αρχίζει η ελπίδα για αφοσίωση στην προσπάθεια για αποκατάσταση (Lorimer et al., 2004).

Ο φόβος πιθανού τραυματισμού είναι μία από τις βασικές ανησυχίες στους περισσότερους αθλητές. Μετατραυματικά ο φόβος και το άγχος αποτελούν τα κύρια προβλήματα, ακόμα και αν ο αθλητής είναι καλά ψυχολογικά. Η κατάσταση αυτή είναι γνωστή σαν φοβική τραυματική αντίδραση, η οποία μπορεί να μειώσει την απόδοση και να αυξήσει την πιθανότητα υποτροπής. Ο ρόλος του θεραπευτή είναι να υποστηρίξει και να προάγει την ενεργό συμμετοχή του ασθενή και να αποτρέψει πιθανούς τραυματισμούς (Lorimer et al., 2004).

Είναι επομένως επιτακτική ανάγκη ο ιατρός της αθλητικής ιατρικής ή ο προσωπικός εκπαιδευτής να βοηθά τους ανθρώπους να κατανοήσουν, ότι τα σωματικά και ψυχολογικά οφέλη της δραστηριότητας υπερτερούν κατά πολύ των ενδεχόμενων κινδύνων για το σώμα (Lorimer et al., 2004).

3.7 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΣΤΡΑΤΙΩΤΕΣ

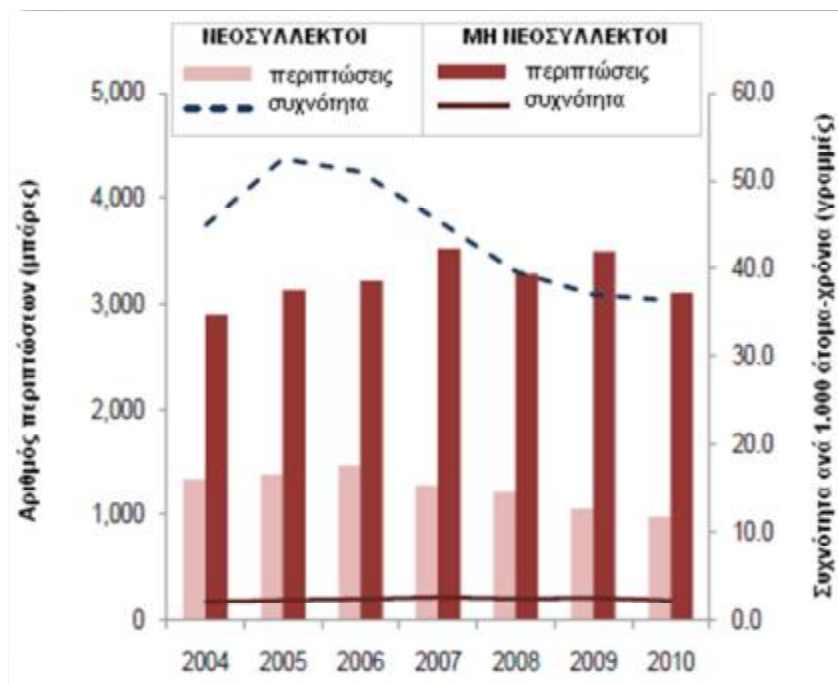
3.7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ/ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Στις ένοπλες δυνάμεις των ΗΠΑ, τα κατάγματα κοπώσεως είναι σημαντικό εμπόδιο στη στρατιωτική επιχειρησιακή δυνατότητα και αποτελούν ουσιαστικό πρόβλημα για το στρατιωτικό ιατρικό σύστημα. Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης ότι, κατά τη διάρκεια της βασικής εκπαίδευσης των νεοσυλλέκτων, τα κατάγματα κοπώσεως ευθύνονται για τις περισσότερες χαμένες μέρες καθήκοντος και επανάληψης της εκπαίδευσης (δηλαδή καθυστερήσεις στην ολοκλήρωση της

εκπαίδευσης) από οποιονδήποτε άλλο σχετιζόμενο με την εκγύμναση τραυματισμό (Lee, 2011).

Κατά τη διάρκεια μιας 7 ετούς ερευνητικής περιόδου (2004-2010), υπήρξαν 31,349 περιπτώσεις καταγμάτων κόπωσης (3,24 ανά 1000 άτομα το χρόνο) ανάμεσα στα μέλη που απαρτίζουν τη μάχιμη δύναμη. Το συνολικό ποσοστό περιστατικών ήταν κατά προσέγγιση 18 φορές πιο υψηλό μεταξύ των νεοσυλλέκτων (43,75 ανά 1.000 άτομα/χρόνο) σε σχέση με τους μη νεοσύλλεκτους (2,39 ανά 1.000 απ/χρ) (Lee, 2011)

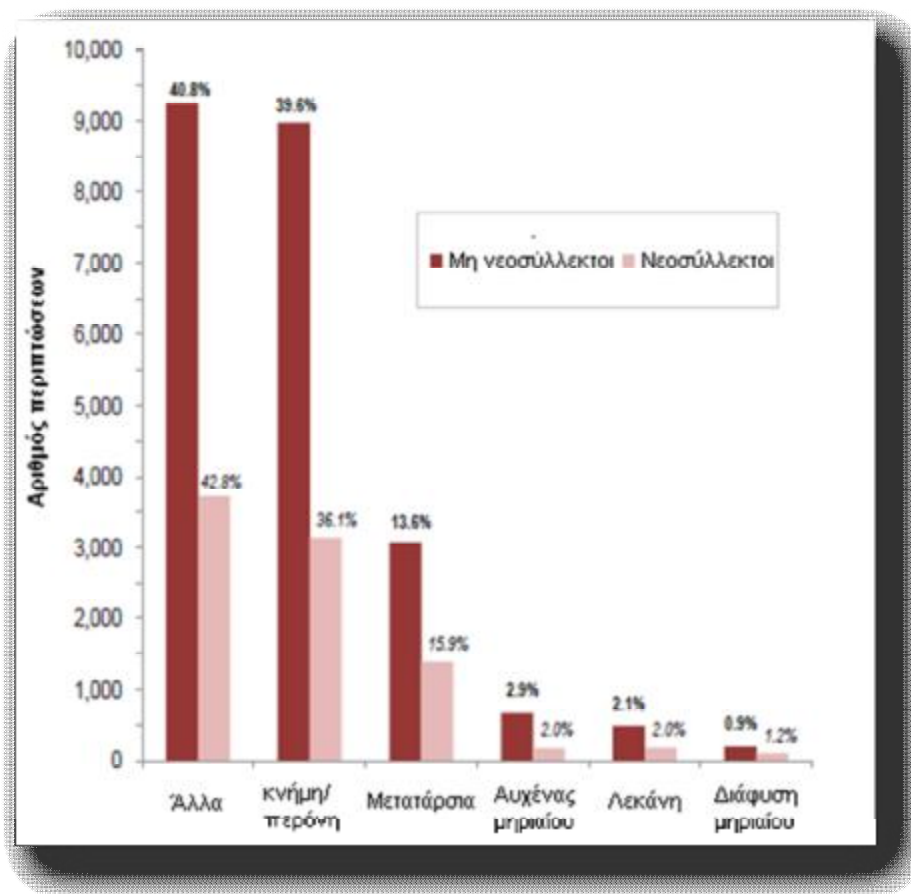
Μεταξύ των νεοσυλλέκτων, ο ετήσιος ρυθμός περιστατικών καταγμάτων κοπώσεως (συνολικά) μειώθηκε κατά 30% από το 2005 έως το 2010. Μεταξύ των μη-νεοσυλλέκτων, ο ρυθμός των καταγμάτων κοπώσεως ήταν σχετικά χαμηλός και σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου (Σχ. 3.1) (Lee, 2011).



Σχήμα 3.1. Περιπτώσεις και συχνότητα καταγμάτων κόπωσης σε νεοσύλλεκτους και μη κατά την περίοδο 2004-2010. Τροποποιημένο από (Lee, 2011).

Στο σύνολο του στρατιωτικού προσωπικού, τα ανατομικά τμήματα στα οποία εμφανίζονταν συχνότερα κατάγματα κοπώσεως ήταν η κνήμη/περόνη (38,6%), τα μεταάρσια (14,2%) και ακολουθούν τα άλλα οστά (41,4%). Οι ανατομικές κατανομές

των καταγμάτων κοπώσεως μεταξύ νεοσυλλέκτων και μη ήταν παρόμοιες (Σχ. 3.2) (Lee, 2011).



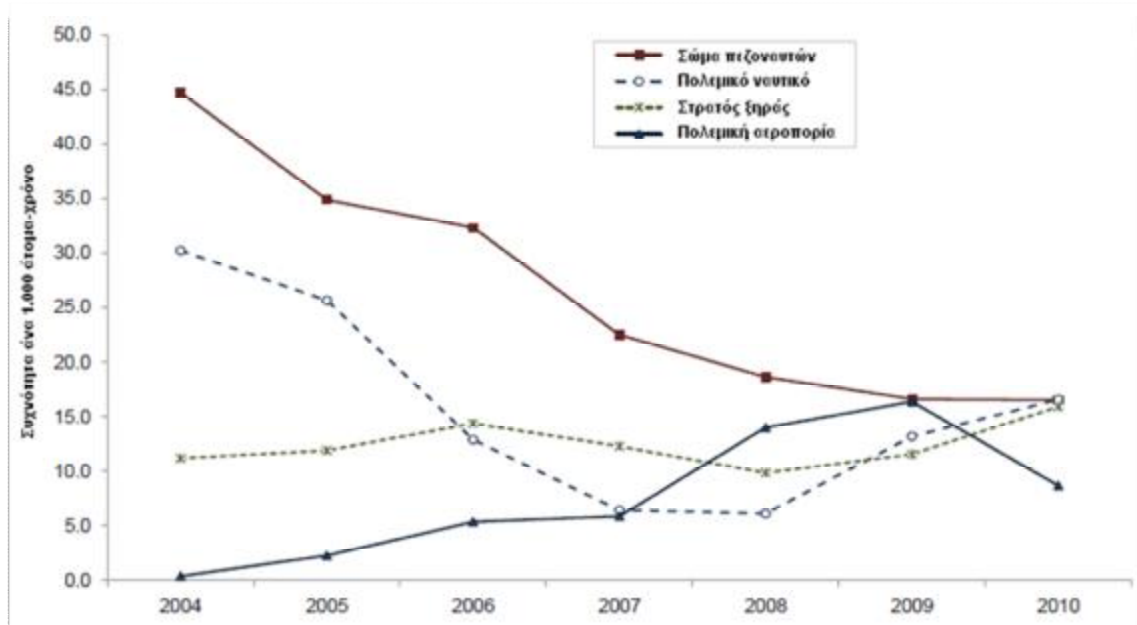
Σχήμα 3.2. Περιπτώσεις και ποσοστά εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης κατά ανατομική περιοχή, σε νεοσύλλεκτους και μη, 2004-2010 (Lee, 2011).

Περισσότερα Κ.Κ. υπέστησαν νεοσύλλεκτοι άνδρες που διέθεταν μικρότερο εξωτερικό πλάτος στην μεσότητα της κνήμης από ότι εκείνοι με ευρύτερη κνήμη έτσι όπως μετρήθηκαν με την χρήση ακτινογραφίας (Bennell et al., 2004).

Το πλάτος της μεσότητας της κνήμης καθώς και το σημείο που εφαρμόζετε η αδράνεια στην κνήμη βρέθηκαν να είναι μικρότερα σε άνδρες στρατιωτικούς, οι οποίοι τελικά ανέπτυξαν Κ.Κ. (Milner et al., 2006).

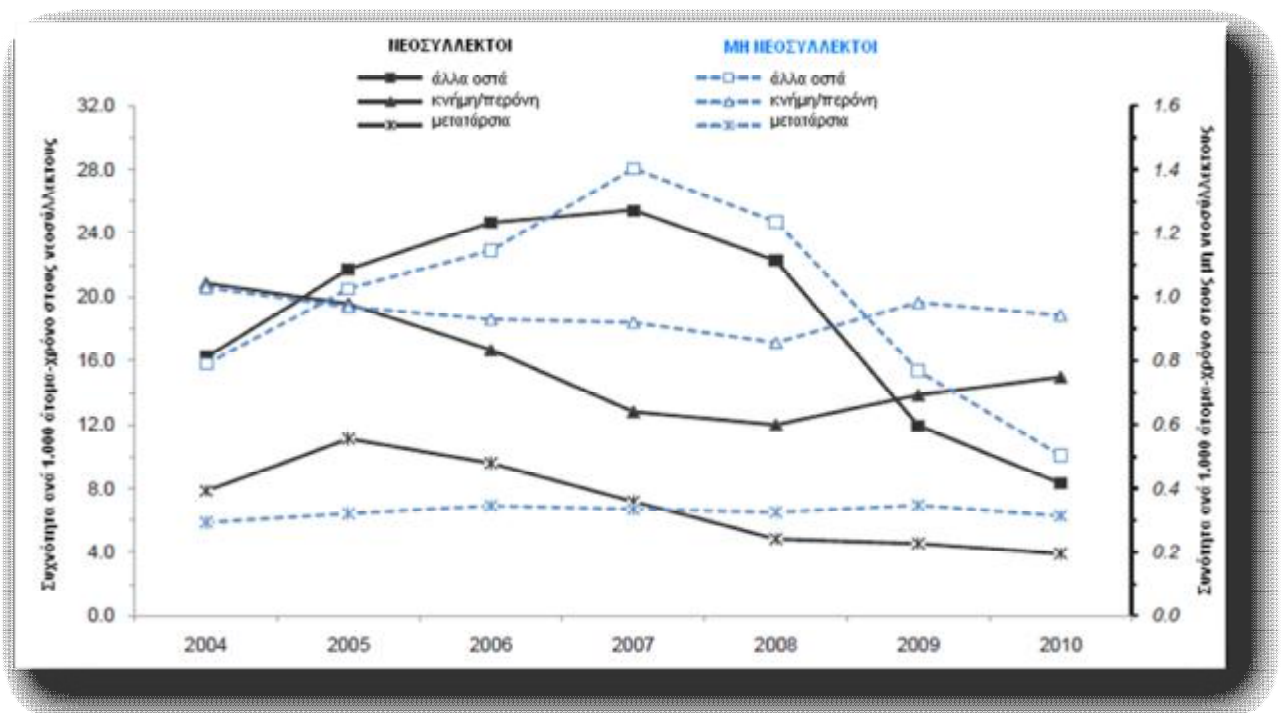
Μελέτες συμφωνούν στα ευρήματά τους όσο αναφορά την διατομή της κνήμης σε ανδρικούς στρατιωτικούς πληθυσμούς όπου βρέθηκε ότι ήταν 10,6% και 4,4% χαμηλότερη σε εκείνους που ανέπτυξαν Κ.Κ. σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου (Beck et al., 1996; Milgrom et al., 1989).

Γενικά έχει αποδειχτεί ότι οι στρατιωτικοί για την αποκατάσταση των Κ.Κ. στην κνήμη θα χρειαστεί να απέχουν 19 βδομάδες περίπου από την κανονική εκπαίδευσή τους (Cready & Dixon, 2008).



Σχήμα 3.3. Ετήσιοι δείκτες εμφάνισης καταγμάτων στην περιοχή της κνήμης (κνήμη/περόνη), ανά σώμα των αμερικανικών ενόπλων δυνάμεων, 2004-2010 (Lee, 2011).

Μεταξύ τόσο των νεοσυλλέκτων και των μη νεοσυλλέκτων, οι ρυθμοί καταγμάτων κοπώσεως των «άλλων οστών» κορυφώθηκαν το 2007 και κατόπιν μειώθηκαν έντονα έως το 2010. Μεταξύ των νεοσυλλέκτων, οι ρυθμοί καταγμάτων της κνήμης/περόνης μειώθηκαν σημαντικά από το 2004 έως το 2008 και οι ρυθμοί των καταγμάτων των μεταταρσίων μειώθηκαν από το 2005 έως το 2008. Αντίθετα, μεταξύ των μη νεοσυλλέκτων, οι ρυθμοί της κνήμης/περόνης και των μεταταρσίων παρέμειναν σχετικά σταθεροί καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής περιόδου (Σχ. 3.4) (Lee, 2011).



Σχήμα 3.4. Ετήσιες τιμές συχνότητας εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης, σε επιλεγμένες ανατομικές περιοχές, ανάμεσα σε νεοσύλλεκτους (αριστερός άξονας Y) και μη νεοσύλλεκτους (δεξιός άξονας Y), από το 2004 έως το 2010 (Lee, 2011).

Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής περιόδου, καταγράφηκαν 3.137 και 8.975 περιστατικά καταγμάτων κόπωσης κνήμης/περόνης μεταξύ των νεοσυλλέκτων και μη-νεοσυλλέκτων αντίστοιχα. Τα ποσοστά καταγμάτων αυξάνονται απότομα με την ηλικία μεταξύ των νεοσυλλέκτων και μειώνονται σημαντικά με την ηλικία μεταξύ των μη-νεοσυλλέκτων (Πιν. 3.1). Μεταξύ των νεοσυλλέκτων και μη, τα ποσοστά των καταγμάτων σε κνήμη και περόνη ήταν υπερδιπλάσια μεταξύ των γυναικών σε σχέση με τους άνδρες (Πιν. 3.1) (Lee, 2011).

Πίνακας 3.1 . Περιπτώσεις και ποσοστά καταγμάτων κόπωσης σε κνήμη και περόνη, ανάμεσα σε νεοσύλλεκτους και μη των αμερικανικών ενόπλων δυνάμεων, κατά την περίοδο 2004-2010 (Lee, 2011).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Μη νεοσύλλεκτοι			Νεοσύλλεκτοι		
	ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	%	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ*	ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	%	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ*
ΣΥΝΟΛΟ	8.975	100	0,95	3.137	100	15,78
ΗΛΙΚΙΑ						
<20	1.606	18	2,51	1.323	42	12,08
20-24	3.404	38	1,06	1.283	41	17,73
25-29	1.959	22	0,93	363	12	27,07
30-34	1.032	11	0,74	145	5	44,58
35-39	639	7	0,55	23	1	92,6
40+	335	4	0,37	–	–	–
ΦΥΛΟ						
ΑΝΔΡΕΣ	6.173	69	0,76	2.219	71	13,21
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	2,802	31	2,06	918	29	29,8
ΦΥΛΗ						
ΛΕΥΚΟΙ ΜΗ ΙΣΠΑΝΟΦΩΝΟΙ	5.475	61	0,92	2.176	69	16,3
ΑΦΡΟΑΜΕΡΙΚΑΝΟΙ	1.622	18	1,01	329	10	12,28
ΙΣΠΑΝΟΦΩΝΟΙ	1.107	12	1,12	297	9	14,81
ΑΜΕΡΙΚΑΝΟΙ ΙΝΔΙΑΝΟΙ / ΙΘΑΓΕΝΕΙΣ ΑΛΑΣΚΑ	135	2	0,82	77	2	17,75
ΑΣΙΑΤΕΣ / ΙΘΑΓΕΝΕΙΣ ΕΙΡΗΝΙΚΟΥ ΩΚΕΑΝΟΥ	435	5	0,96	160	5	18,44
ΆΛΛΗ ΦΥΛΗ	53	1	0,73	50	2	12,73
ΑΓΝΩΣΤΗΣ ΦΥΛΗΣ	148	2	0,69	48	2	31,07
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ						
ΧΑΜΗΛΟΣ (ΛΙΠΟΒΑΡΟΙ)	205	2	1,34	122	4	27,56
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ	4.319	48	1,14	1.613	51	15,14
ΥΨΗΛΟΣ (ΥΠΕΡΒΑΡΟΙ)	2.774	31	1,14	1.100	35	15,88
ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ (ΠΑΧΥΣΑΡΚΟΙ)	562	6	1,58	181	6	14,64
ΑΓΝΩΣΤΟΥ ΔΜΣ	1,115	12	0,41	121	4	19,47
ΣΩΜΑ						
ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ	776	9	0,34	250	8	7,8
ΣΤΡΑΤΟΣ ΞΗΡΑΣ	6.031	67	1,71	951	30	12,44
ΣΩΜΑ ΠΕΖΟΝΑΥΤΩΝ	908	10	0,78	1.301	41	26,41
ΝΑΥΤΙΚΟ	1.229	14	0,54	604	19	15,99
ΑΚΤΟΦΥΛΑΚΗ	31	0	0,12	31	1	9,53

*Η συχνότητα εκφράζει τις περιπτώσεις μελέτης ανά 1.000 άτομα-έτη στρατιωτικής θητεία

Τέλος, μεταξύ των νεοσυλλέκτων και μη, τα ποσοστά καταγμάτων κόπωσης κνήμης/περόνης δεν διαφέρουν σημαντικά ανάμεσα στις φυλετικές-εθνικές υποομάδες. Ωστόσο, τα ποσοστά ήταν πολύ υψηλότερα μεταξύ των νεοσυλλέκτων με χαμηλό BMI ενδεικτικό για λιπόβαρα άτομα και ελαφρώς υψηλότερο μεταξύ των

μη νεοσυλλέκτων με υψηλό BMI που σχετίζεται με την παχυσαρκία (Πιν. 3.1) (Lee, 2011).

Κατά τη διάρκεια της επταετούς περιόδου της έρευνας, οι ετήσιοι ρυθμοί καταγμάτων κόπωσης (σε όλες τις ανατομικές περιοχές) ήταν από 15 έως 23 φορές υψηλότεροι μεταξύ των νεοσυλλέκτων σε σχέση με τους μη νεοσύλλεκτους. Τα συνολικά ποσοστά των καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των νεοσυλλέκτων μειώθηκαν σταδιακά κάθε χρόνο από το 2005 έως το 2010. Η μείωση ήταν πιο εμφανής σε σχέση με τα κατάγματα των οστών του κάτω άκρου (μετατάρσια, κνήμη / περόνη) (Lee, 2011).

3.7.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Το 2004, τα ποσοστά των καταγμάτων κόπωσης της κνήμης / περόνης ήταν πολύ υψηλότερα μεταξύ των νεοσυλλέκτων του σώματος των πεζοναυτών και του ναυτικού από εκείνους στα άλλα σώματα. Ωστόσο, από το 2004 έως το 2010, τα ποσοστά καταγμάτων κόπωσης στο κάτω άκρο μειώθηκαν απότομα μεταξύ των νεοσυλλέκτων πεζοναυτών και του πολεμικού ναυτικού. Η μείωση των καταγμάτων κόπωσης στο σώμα των πεζοναυτών πιθανόν να αντανακλά μια αλλαγή στο πρόγραμμα της βασικής εκπαίδευσης που έλαβε χώρα το 2003. Το αναθεωρημένο πρόγραμμα είχε στόχο να μειωθούν οι τραυματισμοί μέσω της αύξησης του χρόνου ανάρρωσης μεταξύ έντονων σωματικών ασκήσεων. Ομοίως, η μείωση των καταγμάτων κόπωσης στο κάτω άκρο στους νεοσύλλεκτους του ναυτικού πιθανώς να αντικατοπτρίζει αλλαγές στην εκπαίδευση των νεοσυλλέκτων από το 2003. Οι μεταβολές αυτές περιελάμβαναν αύξηση της ελάχιστης διάρκειας του νυχτερινού ύπνου και μείωση της συσσωρευτικής απόστασης πορειών κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης των νεοσυλλέκτων. Οι αλλαγές έχουν συνδεθεί με τη μείωση των απωλειών κατά τη βασική εκπαίδευση στο πολεμικό ναυτικό και τη μείωση του κινδύνου καταγμάτων κόπωσης (Lee, 2011).

Αντίθετα, η αύξηση των ποσοστών των καταγμάτων κόπωσης του κάτω άκρου στους νεοσύλλεκτους της πολεμικής αεροπορίας το 2005 μπορεί να αντανακλά τις αλλαγές στην βασική εκπαίδευση που εφαρμόστηκαν τον Νοέμβριο του 2005. Η αύξηση των επιπέδων και των απαιτήσεων της εκπαίδευσης σε φυσική κατάσταση καθώς και σε επιχειρησιακές ασκήσεις αποτελούν τις πιο σημαντικές

αλλαγές. Επίσης, το 2008 επιμηκύνθηκε η βασική εκπαίδευση από 6½ σε 8½ εβδομάδες (Lee, 2011).

Μαζί, τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι τα προγράμματα εκπαίδευσης των νεοσυλλέκτων μπορούν να καταρτιστούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος κατάγματος κόπωσης, χωρίς να υποβαθμίζονται οι εκπαιδευτικοί στόχοι (Lee, 2011).

Δύο μελέτες έχουν αξιολογήσει την επίδραση των περιόδων επανάκτησης από τις φορτίσεις κατά τη διάρκεια των πρώτων εβδομάδων της στρατιωτικής βασικής εκπαίδευσης (Scully & Besterman, 1982; Popovich et al., 2000). Η πρώτη από αυτές τις μελέτες, σε ανοιχτή άσκηση που διεξήχθη στο Fort Knox το 1974, χώρισε τους 880 άνδρες εκπαιδευόμενους σε ισομεγέθεις ομάδες δοκιμής και ελέγχου και σύγκρινε την κανονική εκπαίδευση, με εκπαίδευση που παρεμβάλλεται ξεκούραση μίας εβδομάδας, χωρίς τρέξιμο, πορείες, ή άλματα που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της τρίτης εβδομάδας των 8 εβδομάδων της βασικής στρατιωτικής εκπαίδευσης. Η μείωση της τάξης του 67% στην εμφάνιση των Κ.Κ., στην ομάδα που δόθηκε χρόνος αποκατάστασης, υποδηλώνει ένα δυνατό όφελος από αυτή την παρέμβαση (Scully & Besterman, 1982).

Στη δεύτερη μελέτη, μια μη τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη άσκηση όπου συμμετείχαν έξι λόχοι (1.357 άνδρες εκπαιδευόμενοι), εξέτασε την επίδραση της εβδομάδας ξεκούρασης, χωρίς τρέξιμο κατά τη διάρκεια της δεύτερης έως της τέταρτης εβδομάδας της βασικής εκπαίδευσης (8 εβδομάδες). Η μελέτη συνέκρινε τη συχνότητα εμφάνισης των Κ.Κ. στα άτομα από τους τρεις λόχους που είχαν περίοδο ανάκαμψης από το τρέξιμο κατά τη διάρκεια της δεύτερης, τρίτης ή τέταρτης εβδομάδας της βασικής εκπαίδευσης με τη συχνότητα εμφάνισης των Κ.Κ. των ατόμων από τους δύο λόχους ελέγχου που έκαναν κανονική, αδιάλειπτη σωματική άσκηση. Ο έκτος λόχος εκτέλεσε περισσότερο τρέξιμο απ' ότι συνήθως τις πρώτες εβδομάδες της εκπαίδευσης και στη συνέχεια είχε μια παύση αυτής της δραστηριότητας κατά την τέταρτη και την πέμπτη εβδομάδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μια περίοδος ξεκούρασης, με περιορισμένες τις δραστηριότητες φόρτισης (δηλαδή, όχι τρέξιμο), δεν έχει σημαντική διαφορά στη συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων. Ωστόσο, η διακύμανση στους δείκτες των Κ.Κ. μεταξύ των μονάδων ήταν αρκετά μεγάλη για να κάνει εμφανείς της διαφορές μεταξύ των

τροποποιημένων, ως προς την εκπαίδευση των διαφορετικών σωμάτων του στρατού (Porovich et al., 2000).

Ο Ekenman και οι συνεργάτες του έκαναν μετρήσεις, με δείγμα το προσωπικό της σουηδικής αστυνομίας για να διαπιστωθεί αν η χρήση εμβιομηχανικών ορθώσεων μειώνει την τάση στην κνήμη κατά την διάρκεια του περπατήματος και του τρέξιματος, και αν η μείωση εξαρτάται από το είδος του παπουτσιού που φοριόταν. Οι μετρήσεις έγιναν κατά την διάρκεια περπατήματος σε διάδρομο με ταχύτητα εκτέλεσης 5 km/h και στην συνέχεια για 2 km τρέξιμο με ταχύτητα 13km/h με την χρήση αθλητικών παπουτσιών, με και χωρίς ορθώσεις και στην συνέχεια 1 km τρέξιμο με άρβυλα, με και χωρίς ορθώσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν μαλακές ή ημίσκληρες εμβιομηχανικές ορθώσεις φορέθηκαν με μπότες, η κνημιαία τάση μειώθηκε. Η μαλακές ορθώσεις επίσης μείωσαν σημαντικά την ένταση και το βαθμό συμπίεσης της τάσης. Κατά την διάρκεια τρέξιματος οι ημίσκληρες αρθρώσεις αύξησαν σημαντικά τα ποσοστά συμπίεσης και έντασης της τάσης όταν φορέθηκαν με άρβυλα. Συμπερασματικά οι χρήση εμβιομηχανικών ορθώσεων δικαιολογείται για την πρόληψη των Κ.Κ. στην κνήμη κατά την διάρκεια εξάσκησης που περιλαμβάνει περπάτημα με άρβυλα, αλλά δεν ενδείκνυται για δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τρέξιμο ή πραγματοποιούνται με την χρήση αθλητικών παπουτσιών (Ekenman et al., 2002).

Τέλος σε δύο διασταυρούμενες μελέτες όπου αποτελέσαν, τυχαίοποιημένη δοκιμή σε δείγμα νεοσύλλεκτων στρατιωτών, η χρήση ορθωτικών μέσων που τοποθετήθηκαν στις αρβύλες των στρατιωτών, βρέθηκε να μειώνει κατά 50% τα Κ.Κ. (Giladi et al., 1991; Schaffler et al., 1989).

3.7.3 ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ Κ.Κ.

Η στιγμιαία αδράνεια της περιοχής όσο αφορά στο προσθοπίσθιο επίπεδο της κάμψης διαπιστώθηκε ότι αποτελεί τον κυριότερο προγνωστικό παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη Κ.Κ. στους νεοσύλλεκτους άνδρες στρατιώτες (Milgrom et al., 1988).

Η σημασία των φυσικών και μηχανικών παραγόντων κινδύνου στην ανάπτυξη των καταγμάτων κόπωσης είναι καλά εδραιωμένα. Τα ευρήματα μελέτης υποδεικνύουν ότι, οι γενετικοί παράγοντες μπορούν επίσης να διαδραματίσουν ένα

ρόλο στην ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης του αυχένα του μηριαίου οστού. Βρέθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ της CTR C αλληλόμορφο και της VDR C-A απλότυπου, με τον κίνδυνο καταγμάτων κόπωσης να είναι 3-φορές υψηλότερος σε στρατευμένους που είχαν έλλειψη είτε στο ένα είτε και στα δύο σε σχέση με τους φορείς και των δύο (Korvala et al., 2010).

Ερευνητικά δεδομένα, από μελέτες σε δείγματα στρατού και στα δύο φύλα, πιστοποίησαν ότι ο αριθμός των περιπτώσεων καταγμάτων κόπωσης στις γυναίκες είναι αρκετά αυξημένος σε σχέση με τους άνδρες (Ireland & Nattiv, 2002).

Σε μια άλλη μεγάλη μελέτη που διεξήχθη και εξετάστηκαν 693 στρατιώτες, ο Beck και οι συνεργάτες του ανακάλυψαν, ότι οι διαφορές στις γεωμετρικές ιδιότητες σε άτομα με Κ.Κ. και χωρίς επηρεάζονται από το φύλο (Beck et al., 2000).

Μια έρευνα σε 1.630 γυναίκες στον αμερικανικό στρατό έδειξε ότι τα άτομα που είχαν ιστορικό αμηνόρροιας με διάρκεια περισσότερο από 6 μήνες, είχαν περισσότερες πιθανότητες να έχουν βιώσει ένα ή περισσότερα κατάγματα κόπωσης στη ζωή τους (Friedl et al., 1992). Ενώ το σύνολο των πολιτικών και στρατιωτικών μελετών, που εξετάζουν τη σύνδεση της αμηνόρροιας ή της ακανόνιστης έμμηνου ρύσης με τον κίνδυνο για ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης, είχαν αδυναμίες στο σχεδιασμό και την ανάλυση, στο σύνολό τους υποδεικνύουν έντονα ότι μια τέτοια ένωση υπάρχει (Jones et al., 2002).

ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ & ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΩΝ Κ.Κ.

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η βασική θεραπεία σε ένα κάταγμα κόπωσης είναι η ξεκούραση. Σαν γενικός κανόνας, όταν πρόκειται για περιστατικά με πόνους τύπου I ή II η καταπόνηση θα πρέπει να μειωθεί κατά 25% και 50%, αντίστοιχα. Η πλήρης ξεκούραση επιβάλλεται όταν παρουσιάζεται πόνος τύπου III και άμεση ιατρική διερεύνηση όταν υπάρχει πόνος τύπου IV (Πιν 2.3). Η προπόνηση μπορεί να συνεχιστεί αφού ο αθλητής δεν νιώθει πόνο για τουλάχιστον 10 μέρες. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση προς τον αθλητή ότι αυτό σημαίνει πως πρέπει, όταν πηγαίνει για ύπνο, να μην έχει νιώσει καθόλου πόνο, στην τραυματισμένη περιοχή, κατά τη διάρκεια της μέρας (Norris, 2004).

Το χρονοδιάγραμμα της αποκατάστασης ποικίλει ανάλογα με την περιοχή του τραυματισμού. Με μειωμένη δραστηριότητα η επούλωση των καταγμάτων κόπωσης της περόνης διαρκούν περίπου 4-6 βδομάδες, της κνήμης 6-8 βδομάδες και του αυχένα του μηριαίου στις 12-16 βδομάδες (Norris, 2004). Γενικά η θεραπεία απαιτεί 4-8 βδομάδες απομάκρυνση από τη δραστηριότητα (Cready & Dixon, 2008). Ενώ ο μέσος χρόνος για την ένωση των καταγματικών άκρων είναι 8,3 εβδομάδες στα Κ.Κ. με ενδομυελική πλάκα (Parkinson et al., 1988).

Ερευνητικά δεδομένα πιστοποίησαν ότι τα κατάγματα κοπώσεως συχνά διαχειρίζονται συντηρητικά, χωρίς χειρουργική επέμβαση και σε τέτοιες περιπτώσεις, η επαρκής ανάπαυση, η αναλγησία και η μειωμένη δραστηριότητα συχνά επιτρέπουν στον ασθενή να επιστρέψει σε μια πλήρως λειτουργική κατάσταση μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Περιστασιακά, η τοποθέτηση γύψου γίνεται για την περαιτέρω προστασία της περιοχής του κατάγματος. Ωστόσο, αν τα κατάγματα έχουν ως αποτέλεσμα την κακή επανένωση ή τη μη ένωση, θα παρουσιαζόταν ως ένα πιο

περίπλοκο κλινικό πρόβλημα, και η χειρουργική επέμβαση μπορεί να ενδείκνυται (Sathappan & Wong, 2010).

Κατά την επανέναρξη της δραστηριότητας θα πρέπει να υπάρχει στενή παρακολούθηση και διακοπή κάθε δραστηριότητας εάν εμφανιστεί πόνος. Η επιστροφή στις προπονήσεις θα πρέπει να είναι προοδευτική και να χαρακτηρίζεται από ποικιλία. Διαφορετικές ταχύτητες, επιφάνειες τρεξίματος και δραστηριότητες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ώστε να δοθεί η απαραίτητη έμφαση στην προπόνηση. Εναλλακτικές μορφές προπόνησης θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ώστε να μειωθεί η φόρτιση στο άκρο. Η κολύμβηση και η ποδηλασία για παράδειγμα μπορούν να υποβοηθήσουν από τα αρχικά στάδια, ώστε να αποκαταστηθεί η καρδιοπνευμονική κατάσταση (Norris, 2004).

Τα ερευνητικά δεδομένα πιστοποιούν ότι οι ορθοπεδικοί πάτοι παπουτσιών, μπορούν να μειώσουν τις πιθανότητες για Κ.Κ. σε μηριαίο και κνήμη, βελτιώνοντας την εμβιομηχανική, μειώνοντας την κόπωση και μετριάζοντας τη δύναμη της πρόσκρουσης (Snyder et al., 2009). Πολλές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η εισαγωγή ορθοτικών μέσων σε παπούτσια για την απορρόφηση κραδασμών δεν επηρεάζει τη συνολική επίπτωση των Κ.Κ. (Ekenman et al., 2002).

Επειδή οι εξατομικευμένοι πάτοι παπουτσιών είναι ευχάριστοι, δεν κοστίζουν και θεωρούνται ασφαλής αποτελούν μια καλή μέθοδο πρόληψης (Snyder et al., 2009).

Τέλος το κλειδί για την επιτυχία είναι η πρόληψη. Ο εντοπισμός και η αναγνώριση των αιτιολογικών παραγόντων, που μπορούν να οδηγήσουν σε τέτοιου είδους τραυματισμό, είναι ουσιώδης. Θα πρέπει πάντα να αξιολογούνται οι εμβιομηχανικοί παράγοντες (ανισοσκελεία στα κάτω άκρα, υψηλή ραιβότητα της κνήμης, συστροφή της κνήμης, υπερπρηνισμός, δυσμορφίες στον άκρο πόδα), πιθανή μυϊκή ανισοροπία, πιθανή παραμόρφωση, η καταλληλότητα του αθλητικού εξοπλισμού (παπούτσια) και τέλος αναθεώρηση του προγράμματος προπόνησης (Lorimer et al., 2004).

4.2 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΕ ΚΝΗΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΟΝΗ

Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα Κ.Κ. της κνήμης είναι συνήθη, και οι αιτίες μπορεί να ποικίλλουν. Τις περισσότερες φορές, παρατηρούνται στους νέους, όπου μη φυσιολογικά επαναλαμβανόμενες τάσεις τίθενται στο φυσιολογικό οστό (κάταγμα κόπωσης), και συνήθως συνδέονται με στρατιωτικές ή αθλητικές δραστηριότητες. Αν και λιγότερο συχνά, τα κατάγματα κοπώσεως παρατηρούνται επίσης σε ηλικιωμένους ασθενείς, όπου κανονικές φορτίσεις που τοποθετούνται σε μη φυσιολογικά οστά οδηγούν σε κατάγματα (Sathappan & Wong, 2010).

Τα κατάγματα κόπωσης της κνήμης συνήθως συμβαίνουν στο κνημιαίο πλατό ή στη διάφυση του οστού. Υπολογίζεται ότι περίπου τα μισά από τα κατάγματα κόπωσης στους αθλητές συντελούνται στη διάφυση της κνήμης. Οι χορευτές του μπαλέτου παρουσιάζουν κατάγματα συνήθως στη μεσότητα της κνήμης, ενώ στους δρομείς εντοπίζονται πιο συχνά στο περιφερικό ένα τρίτο της διάφυσης της κνήμης. Επίσης αθλητές του δρόμου αντοχής, του μπάσκετ και του αμερικανικού ποδοσφαίρου εμφανίζουν κατάγματα κόπωσης στο έσω σφυρό (Lorimer et al., 2004).

Τα κατάγματα κόπωσης της περόνης εμφανίζονται κυρίως στο περιφερικό ένα τρίτο περίπου 4cm-7cm από το έξω σφυρό. Έπειτα από έντονες προπονήσεις με άλματα είναι πιθανό να παρουσιαστεί κάταγμα στο εγγύς ένα τρίτο της περόνης, λόγω ισχυρών τάσεων που δημιουργούνται από τις συστολές του υποκνημιδίου, του οπίσθιου κνημιαίου, των περονιαίων και του μακρού καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου (Lorimer et al., 2004).

Τα κατάγματα κόπωσης σε κνήμη και περόνη εμφανίζονται συχνά στους δρομείς και είναι συχνά αποτέλεσμα λανθασμένης προπόνησης ή ακατάλληλης εμβιομηχανικής των κάτω άκρων. Τα σφάλματα κατά την προπόνηση περιλαμβάνουν ακατάλληλα υποδήματα και επιφάνειες άσκησης. Μία ραγδαία μεταβολή της έντασης ή της διάρκειας της προπόνησης μπορεί να οδηγήσει επίσης σε κάταγμα κοπώσεως. Επιπροσθέτως ο υπερβολικός πρηνισμός είναι ένας εμβιομηχανικός παράγοντας που μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη στρεπτική δύναμη πάνω στην κνήμη (Buschbacher, 2002; Lorimer et al., 2004).

4.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Συνήθως ο αθλητής αναφέρει μια σημαντική αλλαγή ή αύξηση στο πρόγραμμα εκγύμνασης. Για τους δρομείς, αυτό καταδεικνύεται και μέσα από μία ξαφνική αύξηση της απόστασης, της έντασης, ή ακόμα και από ανεπαρκή υπόδηση, αλλαγή του εξοπλισμού, τρέξιμο σε κατηφόρα και σκληρότερες επιφάνειες τρεξίματος (Lorimer et al., 2004).

Ο αθλητής μπορεί απλά να έχει συνεχίσει τις προπονήσεις μετά από τραυματισμό ή να είναι απροετοίμαστος κατά την έναρξη ενός νέου προγράμματος προπόνησης. Υπάρχει συνήθως μια σταδιακή έναρξη του πόνου, ο οποίος αναπτύσσεται μέσα σε μερικές βδομάδες. Σε γενικές γραμμές ο πόνος εμφανίζεται μετά από δραστηριότητες με έντονη τάση και αποσύρεται κατά την ξεκούραση. Στους δρομείς ο πόνος εμφανίζεται προς το τέλος της διαδρομής. Η ένταση του πόνου αυξάνεται σταδιακά σε σημείο να γίνεται τόσο οξύς ώστε να αναγκάζει τον αθλητή να διακόψει τις δραστηριότητες που εμπεριέχουν κάλυψη αποστάσεων. Με την ξεκούραση ο δρομέας βιώνει ανακούφιση, ωστόσο εάν εξακολουθήσει να τρέχει, ο πόνος θα επανέρχεται συνεχώς ακόμα και στο καθημερινό περπάτημα. Ο ρόλος του θεραπευτή είναι να αναγνωρίσει έγκαιρα την εκδήλωση ενός κατάγματος κόπωσης ώστε να συμβουλευτεί τον αθλητή έγκαιρα να απέχει από κάθε δραστηριότητα. Σε διαφορετική περίπτωση η επιστροφή σε προπονήσεις ή διαγωνιστικό επίπεδο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ένα τραυματισμό που θα κοστίσει ολόκληρη τη σεζόν (Lorimer et al., 2004).

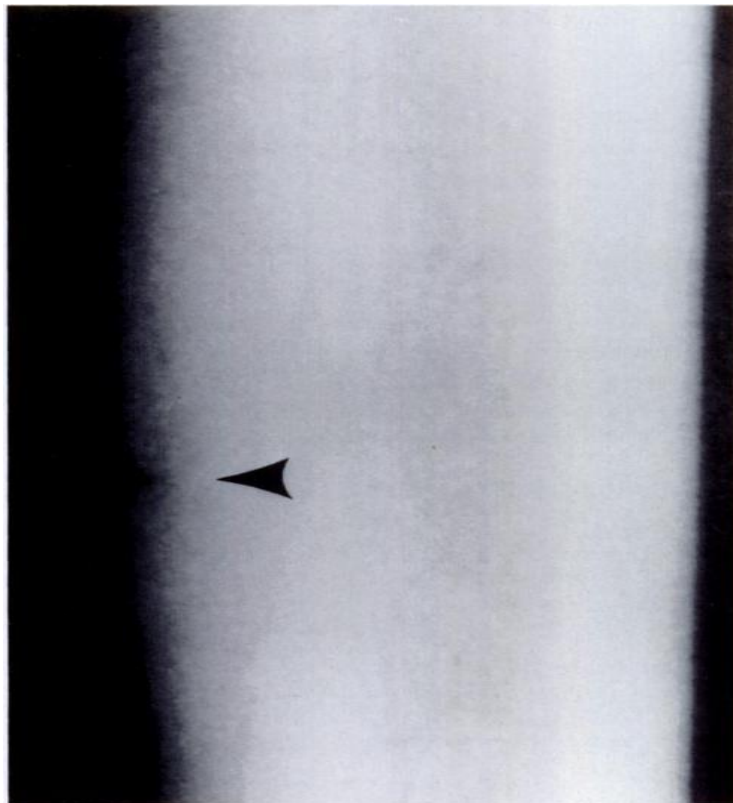
4.2.2 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Κατά τη φυσική εξέταση εντοπίζεται μία περιοχή, υπερκείμενα της κνήμης και της περόνης, με έντονη ευαισθησία. Επίσης ο πόνος είναι ανιχνεύσιμος κατά την ψηλάφηση και την επίκρουση. Στην περιοχή υπάρχει αυξημένη θερμοκρασία, παρουσία οιδήματος ή ερυθήματος. Ο ασθενής δεν θα είναι σε θέση να εκτελέσει τη δοκιμασία αναπήδησης πάνω στο πάσχων κάτω άκρο χωρίς πόνο. Τέλος η θεραπεία με υπέρηχους θα προκαλέσει την εκδήλωση του πόνου (Lorimer et al., 2004).

4.2.3 ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Αρχικά μετά τον τραυματισμό οι ακτινογραφίες θα είναι αρνητικές. Ωστόσο δυσδιάκριτες μεταβολές μπορεί να είναι εμφανείς μετά από δύο με τρεις βδομάδες

συμπτωμάτων (Εικόνα 4.1). Στις μεταβολές αυτές περιλαμβάνεται αρχικά μία περιστεϊκή αντίδραση, η οποία απεικονίζεται ακτινολογικά με διαύγεια στο φλοιό του οστού προοιωνίζοντας την υπεραπορρόφηση του. Στη συνέχεια ακτινολογικά εντοπίζεται αύξηση της πυκνότητας, ενδεικτικό του σχηματισμού και της πάχυνσης του φλοιώδους οστού. Το σπινθηρογράφημα οστών ενδείκνυται όταν κατά την κλινική εξέταση υπάρχουν συμπτώματα για κάταγμα κόπωσης, ενώ στις απλές ακτινογραφίες δεν υπάρχουν ενδείξεις. Σε περίπτωση που υπάρχει κάταγμα κόπωσης, θα υπάρχει αυξημένη τοπική απορρόφηση του σκιαγραφικού υλικού, ενώ μπορεί να παραμένει θετικό ακόμα και ένα χρόνο αργότερα, παρά το γεγονός ότι η επούλωση έχει ολοκληρωθεί. Ένα τριφασικό ή τριπλής φάσης σπινθηρογράφημα οστών μπορεί να προσφέρει περισσότερες πληροφορίες ως προς τη φύση του τραυματισμού και εάν πρόκειται για βλάβη στα μαλακά μόρια ή κάταγμα, ή ακόμα και εάν είναι χρόνιος ο τραυματισμός (Lorimer et al., 2004).



Εικόνα 4.1. Ακτινολογική εμφάνιση κατάγματος κόπωσης κνήμης. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

4.2.4 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η θεραπευτική αντιμετώπιση περιλαμβάνει ακινητοποίηση για τουλάχιστον 6 έως 8 βδομάδες. Σε περίπτωση σοβαρού και χρόνιου τραυματισμού είναι απαραίτητη η ακινητοποίηση ακόμα και για 12 βδομάδες, ώστε να επιτραπεί στο οστό να επουλωθεί επαρκώς και να αποτραπεί το ενδεχόμενο περαιτέρω τραυματισμού. Με την ακινητοποίηση τα συμπτώματα εξαλείφονται ενώ συστήνονται δραστηριότητες χωρίς φόρτιση όπως στατικό ποδήλατο, κολύμβηση, πορεία μέσα στο νερό με σωσίβιο για αποφόρτιση και σταδιακά σκι τύπου cross-country και ελλειπτικό μηχάνημα. Η προοδευτικότητα στις δραστηριότητες είναι ευθύνη του θεραπευτή και αποτελεί σημαντικό παράγοντα ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη και γρηγορότερη δυνατή αποκατάσταση. Σε περιπτώσεις αθλητών υψηλού επιπέδου μπορεί να απαιτείται παρατεταμένη ακινητοποίηση και βάρδια με βακτηρίες. Η χρήση παλλόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων (διέγερση των οστών) ενδείκνυται, όταν υπάρχει καθυστερημένη πώρωση ή ψευδάρθρωση στο κάταγμα, ούτως ώστε να επιταχυνθεί η διαδικασία της πώρωσης (Lorimer et al., 2004).

Έπειτα από μία επαρκή περίοδο ξεκούρασης ο ασθενής μπορεί να προχωρήσει στη φάση της αποκατάστασης υπό επίβλεψη. Ο θεραπευτής πρέπει διαρκώς να τονίζει στον ασθενή, τις συνέπειες της πρώιμης επιστροφής του σε δραστηριότητες με φόρτιση. Ο προγραμματισμός πρέπει να είναι βραδύς και προοδευτικός, ως προς την επιστροφή στη δυναμική πλήρη φόρτιση, ενώ απαραίτητο στοιχείο αποτελούν οι περίοδοι ξεκούρασης, όπως και οι διασταυρούμενες ασκήσεις για μία επαρκή ανάκτηση των δυνατοτήτων του αθλητή. Ο τύπος και η τοποθεσία του κατάγματος θα καθορίσουν τη χρονική περίοδο που απαιτείται για την επιστροφή σε αγωνιστικό επίπεδο. Σε κάποιες περιπτώσεις κατάγματος στο πρόσθιο μέσο της κνήμης απαιτείται, ακόμα και ένας χρόνος αποχής από δυναμική φόρτιση πριν την επιστροφή σε πλήρη αθλητική δραστηριότητα. Επίσης στο πρόσθιο μέσο της κνήμης συχνά το κάταγμα κόπωσης εμφανίζει καθυστερημένη πώρωση, ψευδάρθρωση ή ακόμα και πλήρες κάταγμα. Η συντηρητική θεραπεία σε αυτή την ακραία περίπτωση μπορεί να μην έχει επιθυμητό αποτέλεσμα και να απαιτείται χειρουργική εκτομή, με οστικό μόσχευμα, καθώς και εξωτερική οστεοσύνθεση ή και ενδομυελική ράβδο. Ο αθλητής πρέπει μέσα από το πρόγραμμα αποκατάστασης να πετύχει, το να μην έχει συμπτώματα ευαισθησίας, πλήρες εύρος κίνησης, αντοχή και δύναμη κοντά στα φυσιολογικά επίπεδα, ώστε να μπορέσει να επιστρέψει πλήρως στη δραστηριότητα (Lorimer et al., 2004).

Τα κατάγματα φόρτισης της κνήμης δευτερογενώς των παραμορφώσεων της κνήμης από οστεοαρθρίτιδα (ραιβότητα/βλαισότητα στο γόνατο) είναι σπάνια και είναι δύσκολο να διαχειριστούν συντηρητικά με αποτέλεσμα την ατελή πώρωση τους. Η χειρουργική αντιμετώπιση μέσω ολικής προσθετικής γόνατος με μια μακρά προέκταση κνημιαίου στελέχους αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη τακτική ώστε να επιτευχθεί η πώρωση των καταγμάτων με τις λιγότερες δυνατές επιπλοκές (Sathappan & Wong, 2010).

Σοβαρή εξωαρθρική κνημιαία παραμόρφωση ως επακόλουθο της οστεοαρθρίτιδας, έχει ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση του μηχανικού άξονα του κάτω άκρου. Αυτό προκαλεί μη φυσιολογικές δυνάμεις και φορτίο να εφαρμόζονται επάνω στην κνήμη (Sathappan & Wong, 2010).

Τέλος η παρέμβαση του φυσικοθεραπευτή θα πρέπει να διορθώσει την γωνία της κνήμης σε σχέση με το έδαφος προκειμένου οι δυνάμεις να διέρχονται από την μεσότητα του οστού (Cready & Dixon, 2008).

4.3 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΑ ΜΕΤΑΤΑΡΣΙΑ

4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα μετατάρσια αποτελούν την πιο κοινή περιοχή εμφάνισης Κ.Κ. στον ανθρώπινο σκελετό. Τα συνηθέστερα που προσβάλλονται είναι το δεύτερο, τρίτο και το εγγύς 1/3 του πέμπτου (Rammelt et al., 2004).

Τα κατάγματα κόπωσης των μεταταρσίων συντελούνται όταν η οστεοκλαστική δραστηριότητα υπερτερεί της οστεοβλαστικής. Ο παρατεταμένος πρηνισμός σε συνάρτηση με υπερκινητικότητα στο στέλεχος του πρώτου μεταταρσίου επιφέρει, μεγάλο όγκο τάσεων που προκαλούν τον τραυματισμό (Σχήμα 2.1). Προδιαθεσικό παράγοντα για κάταγμα κόπωσης αποτελούν η ραιβότητα του άκρου πόδα και το μειωμένο εύρος τροχιάς στην ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Και οι δύο παράγοντες έχουν ως αποτέλεσμα τον πρηνισμό κατά τη φάση προώθησης, μεταφέροντας έτσι υψηλές τάσεις στα τρία κεντρικά μετατάρσια, με έμφαση στο δεύτερο. Τα κατάγματα συνήθως εμφανίζονται στο ξεκίνημα της χρονιάς, όταν

αθλητής δεν έχει προετοιμαστεί πλήρως, ή εάν υπάρξουν απότομες αλλαγές στην προπόνηση (επιφάνεια, πρόγραμμα, παπούτσια) (Andrews et al., 2004).

4.3.2 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ “MARCH FRACTURE”

Ο αθλητής αναμένεται να παρουσιάζει ερύθημα και οίδημα γύρω από το πάσχον μετατάρσιο. Μετά από τέτοιο τραυματισμό, η υπερβολική πρόκληση πόνου κατά την ψηλάφηση καθορίζει συνήθως την περιοχή του κατάγματος. Ο πόνος εκδηλώνεται και κατά τη διάρκεια της κίνησης του εμπλεκόμενου οστού. Ο σχηματισμός των οστικών πόρων, ακόμα και 3 βδομάδες μετά τον τραυματισμό, συνήθως δεν είναι εμφανής στην ακτινογραφία (Εικόνα 4.2). Μετά την ακτινολογική εκτίμηση, η αμέσως επόμενη ειδική εξέταση για πρόωρη ανίχνευση του προβλήματος, είναι το σπινθηρογράφημα οστών διφοσφορικού τεχνητίου τριφασικό ή μονοφασικού. Η διερευνητική μελέτη μπορεί να βοηθήσει στην άμεση ανίχνευση ενός κατάγματος από τις πρώτες κιόλας μέρες. Όταν ο αθλητής εμφανίζει κλινικά συμπτώματα, είναι σημαντικό να διαπιστωθεί μέσα από το ιστορικό ο ακριβής μηχανισμός κάκωσης ο οποίος ευθύνεται για τον τραυματισμό. Αυτό συχνά βοηθάει στη διαφοροποίηση ενός κατάγματος κόπωσης από τραυματισμούς άλλου τύπου. Όταν συνδυάζονται το ιστορικό με τα κλινικά ευρήματα, ακόμα και χωρίς ακτινολογική ή ραδιογραφική απεικόνιση, εάν υπάρχει υποψία για κάταγμα κόπωσης είναι θεμιτό να θεωρείται και να αντιμετωπίζεται έτσι, μέχρι αποδείξεως του εναντίου (Lorimer et al., 2004).



Εικόνα 4.2. Ακτινογραφία κατάγματος κόπωσης του 2^{ου} και 3^{ου} μεταταρσίου. Τροποποιημένο από (Brockwell et al., 2009).

Ένα τυπικό κάταγμα κοπώσεως στον άκρο πόδα, επηρεάζει το δεύτερο, τρίτο ή τέταρτο μετατάρσιο και ονομάζεται κάταγμα «πορείας». Το σφάλμα αναπτύσσεται μέσα στη διάφυση των μεταταρσίων, στο ένα τρίτο από την κεφαλή, ενώ τα κατάγματα κοπώσεως του πρώτου και πέμπτου μεταταρσίου τείνουν να επηρεάζουν τη διάφυση του οστού ακόμα πιο κεντρικά. Συνήθως η βλάβη αναπτύσσεται στην έσω επιφάνεια του επηρεασμένου μεταταρσίου, ενώ σπάνια επηρεάζονται

περισσότερα του ενός μεταταρσίου σε κάθε άκρο ανά ασθενή. Επίσης σπάνια το ιστορικό του προβλήματος αρχίζει από μια δυναμική αιτία, ωστόσο ο ασθενής μπορεί να έχει περάσει μια περίοδο επιπλέον άσκησης ή εργασίας ή αύξησης βάρους στις εβδομάδες που προηγήθηκαν από την εμφάνιση των συμπτωμάτων. Ο ασθενής παραπονιέται για πόνο και ενοχλήσεις στην περιοχή των μεταταρσίων, μετά και κάποιες φορές κατά τη διάρκεια της άσκησης, όταν περπατάει ή στέκεται όρθιος, ενώ μπορεί να έχει παρατηρήσει κάποιο οίδημα και μώλωπα στη ραχιαία επιφάνεια κατά την έναρξη του πόνου. Τα συμπτώματα συχνά είναι σχετικά ήπια, έτσι ο ασθενής μπορεί να μη ζητήσει βοήθεια αρχικά. Το οίδημα και ο μώλωπας τείνουν να υποχωρούν κατά τις επακόλουθες 2 ή 3 εβδομάδες, αλλά ο πόνος επιμένει, ειδικά στην άμεση ψηλάφηση στην περιοχή του κατάγματος. Η χρήση συγκεκριμένου είδους υποδημάτων, όπως η γόβα με ψηλό τακούνι, επιδεινώνει τα συμπτώματα καθώς και η αυξημένη τάση η οποία επάγεται στην πελματιαία περιτονία δημιουργεί δυναμική κίνηση στη διάφυση του μεταταρσίου, στην περιοχή του κατάγματος. Για τον ίδιο εμβιομηχανικό λόγο, ο πόνος επάγεται και όταν ο ασθενής στέκεται στις άκρες των δακτύλων λόγω του φαινομένου του «τόξου» που δημιουργεί τάση στην πελματιαία περιτονία στα μετατάρσια (Lorimer et al., 2004).

4.3.3 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΤΑ “MARCH FRACTURES”

Η εισήγηση της διάγνωσης γίνεται μέσα από το ιστορικό και την εμφάνιση υπολειπόμενου οιδήματος ή μώλωπα στη ράχη του άκρου ποδός. Το κάταγμα σπάνια επιβεβαιώνεται σε απλό ακτινογραφικό μηχάνημα όταν βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο αλλά μετά από 3 με 4 εβδομάδες η επακόλουθη αποκατάσταση του οστού στην περιοχή του κατάγματος εμφανίζεται ως αύξηση στη διάμετρο της διάφυσης του οστού όπου σχηματίζονται διάχυτοι οστικοί πόροι. Η γραμμή του κατάγματος εμφανίζεται ως μια διαυγαστική (μαύρη) περιοχή που διέρχεται από το φλοιό σε μια πτυχή του άξονα. Σπάνια ένα κάταγμα κόπωσης προκαλεί πλήρη διατομή της διάφυσης του οστού. Το κάταγμα είναι ορατό από τα πρώτα στάδια του στο σπινθηρογράφημα των οστών, λόγω της αυξημένης αφομοίωσης σκιαγραφικού υλικού στην οξεία φλεγμονή που χαρακτηρίζει την περιοχή του κατάγματος. Η διαφορική διάγνωση ενός κατάγματος «πορείας» θα πρέπει να αποκλείει οστεοχονδρίτιδα μεταταρσίου, όγκο στο οστό, νευροαρθροπάθεια Charcot και πιθανή λοίμωξη οστών (οστεομυελίτιδα) (Lorimer et al., 2004).

Υπάρχει εντοπισμένος πόνος και φλεγμονή γύρω από το μετατάρσιο, τα οποία αυξάνονται με τη δραστηριότητα και ελαττώνονται με την ξεκούραση. Τα συμπτώματα επίσης εκδηλώνονται κατά την επίκρουση και την ενεργητική κάμψη και έκταση των δακτύλων (Andrews et al., 2004).

4.3.4 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η θεραπευτική αντιμετώπιση των καταγμάτων κόπωσης εξαρτάται από τη χρονική περίοδο όπου γίνεται η διάγνωση. Ο θεραπευτής θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τη σοβαρότητα του κατάγματος. Στις περιπτώσεις όπου ο τραυματισμός είναι πρόσφατος ενδείκνυται για τουλάχιστον 3 βδομάδες η χρήση Unna's boot (γύψινος επίδεσμος ήπιας συμπίεσης, με φαρμακευτική δράση) με επικάλυψη από ελαστική ταινία περίδεσης και χρήση επίσης μετεγχειρητικού παπουτσιού. Ο πάγος, η ανάρροπη θέση και η αντιφλεγμονώδης φαρμακευτική αγωγή βοηθούν επίσης στην αναχαίτιση των συμπτωμάτων. Στις επακόλουθες θεραπείες για την υποβοήθηση της διαδικασίας επούλωσης, είναι απαραίτητη η αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος στην περιοχή μέσω θερμοθεραπείας και λουτροθεραπείας. Όταν το κάταγμα είναι οξύ κρίνεται απαραίτητη η ακινητοποίηση της περιοχής με γύψινο νάρθηκα για 4 έως 6 βδομάδες. Στην περίπτωση όπου εμφανίζεται καθυστερημένη πώρωση (μετά το πέρας των 6 εβδομάδων), η χρήση οστικών διεγερτικών μπορεί να αποδειχθεί επωφελής. Όταν διακρίνεται μετατόπιση του κατάγματος, ειδικά στα κατάγματα που εντοπίζονται στην μεσότητα της διάφυσης, ή αν έχει υποστεί γωνίωση, τότε ενδείκνυται ανάταξη είτε κλειστή είτε ανοιχτή με εσωτερική οστεοσύνθεση (Lorimer et al., 2004).

Μετεγχειρητικά απαιτείται ξεκούραση, ακινητοποίηση και αποχή δραστηριότητες φόρτισης για τουλάχιστον 4 έως 8 βδομάδες. Συνήθως τα κατάγματα κόπωσης που εντοπίζονται στη μετάφυση του οστού έχουν σύντομη αποκατάσταση, ενώ τα ενδοαρθρικά, φλοιώδη κατάγματα χρειάζονται περισσότερο χρόνο (Lorimer et al., 2004).

Τα κατάγματα «πορείας», όπως όλα τα κατάγματα στο κάτω άκρο και τον άκρο πόδα, απαιτούν ακινητοποίηση και προστασία από τη φόρτιση και τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους για να προωθηθεί και να επιτραπεί η επούλωση του οστού χωρίς επιπλοκές (Lorimer et al., 2004).

- Εάν τα συμπτώματα είναι σοβαρά, η ξεκούραση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση γύψου κάτω από το γόνατο για 4-6 εβδομάδες, μαζί με βακτηρίες αγκώνα για να μειωθεί η φόρτιση στο πάσχον άκρο και να βοηθηθεί η κινητοποίηση του.
- Στις περιπτώσεις όπου η οξεία φάση έχει περάσει, η ακινητοποίηση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μαλακού νάρθηκα από κλινικά υλικά γεμίματος, όπως το ημιπεπιεσμένο μαλλί. Αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή μαξιλαριών σε άξονα στη ραχιαία και πελματιαία πτυχή του πάσχοντος μεταταρσίου όπως επίσης και ένα μαξιλάρι πλήρωσης βλαισότητας με ενσωματωμένη πλευρική σφήνα, για να μειώσει την τάση στην πελματιαία κάμψη του μεταταρσίου κατά τη φάση προώθησης.
- Η εφαρμογή ελαστικού σωληνοειδή επιδέσμου, από τα δάχτυλα μέχρι το γόνατο, σε συνδυασμό με τη χρήση επιδέσμου σε «οχτάρια» εφαρμοσμένο στην οπίσθια επιφάνεια στη μέση του ποδιού. Οι δύο μορφές περίδεσης εφαρμόζουν τοπική συμπίεση και μειώνουν τις κινήσεις εντός του ποδιού, επιβάλλοντας έτσι ένα βαθμό ακινησίας στο κάταγμα.
- Κλινικές ταινίες, όπως ταινίες τόξο ή ταινία ψευδούς πελματιαίας περιτονίας εφαρμοζόμενες από την πελματιαία φτέρνα μέχρι τους περιφερικούς ιμάντες, σε συνδυασμό με ένα τσόχινο μαξιλαράκι πλήρωσης βλαισότητας τείνει να σταθεροποιήσει το πόδι και να μειώσει τις κινήσεις εντός του ποδιού (Lorimer et al., 2004).

Η χρήση ενός παπουτσιού με άκαμπτη, καμπυλοειδούς προφίλ, ή κινητή σόλα επιτρέπει στο πόδι να χρησιμοποιηθεί με ένα σχετικά φυσιολογικό τρόπο κατά τη βάρδια, ενώ εμποδίζει τόσο τη ραχιαία κάμψη των δακτύλων όσο και τη συρρίκνωση της πελματιαίας περιτονίας μέσω του μηχανισμού του βαρούλκου. Με παρόμοιο τρόπο, η χρήση μπότας περπατήματος σταθεροποιεί τον αστράγαλο και το πόδι πίσω κι έτσι μειώνει την κίνηση των μεταταρσίων στο οβελιαίο επίπεδο κατά τη διάρκεια της βάρδιας (Lorimer et al., 2004).

Τα αποτελέσματα μελέτης του Milgrom και των συνεργατών του, έδειξαν ότι τα περιστατικά Κ.Κ. στα μετατάρσια (και όχι άλλων ειδών κατάγματα) μπορούν να μειωθούν με την χρήση παπουτσιών που εξασθενούν το σοκ των δυνάμεων (Milgrom et al., 1992).

Όταν ο αθλητής έχει απαλλαχτεί πλήρως από τον πόνο, είναι έτοιμος για να ξεκινήσει την αποκατάσταση, αλλά όχι απαραίτητα έτοιμος για να επιστρέψει σε αθλητικές δραστηριότητες (Lorimer et al., 2004).

Ο αθλητής θα πρέπει να προσαρμοστεί σε εναλλακτικές δραστηριότητες χωρίς φόρτιση και επιβάρυνση της περιοχής. Σε αυτόν ο οποίος παρουσιάζει πόνο κατά τη βάρδια ή δεν περιορίζει τις δραστηριότητές του, είναι απαραίτητη η χρήση κνημοποδικού νάρθηκα. Κατά την επιστροφή στις δραστηριότητες, για την αποφυγή τάσεων που θα προκαλέσουν εκ νέου οστεοκλαστική αύξηση, ενδείκνυται η χρήση ορθοτικών μέσων, περίδεσης και γενικότερα προστασία του επηρεασμένου μεταταρσίου. Κατά την υποξεία φάση είναι σημαντικό για τον ασθενή να διορθώσει τα ελλείμματα, στο μυϊκό σύστημα και στην ελαστικότητα, τα οποία μπορεί να ευθύνονται για τον αρχικό τραυματισμό (Andrews et al., 2004).

Πρέπει να υπάρχει πλήρες εύρος κίνησης στις αρθρώσεις του εμπλεκόμενου συμπλέγματος, να έχει επανακτηθεί η μυϊκή ελαστικότητα του άκρου, όπως επίσης και η δύναμη, η αντοχή, η ιδιοδεκτικότητα, η ευκαμψία και η καρδιαγγειακή επάρκεια του αθλητή πριν επιστρέψει πλήρως σε διαγωνιστικό πρόγραμμα. Ένας προσεκτικός σχεδιασμός του προπονητικού προγράμματος, θα ελαχιστοποιήσει τις πιθανότητες υποτροπής του τραυματισμού. Απαιτείται συστηματική εναλλαγή μεταξύ δυναμικής δραστηριότητας και περιόδων ξεκούρασης. Τέλος η επιλογή των κατάλληλων παπουτσιών, επιφανειών προπόνησης και ορθοτικών μέσων, είναι επίσης απαραίτητα προληπτικά μέτρα για την υποτροπή του κατάγματος στον αθλητή (Lorimer et al., 2004).

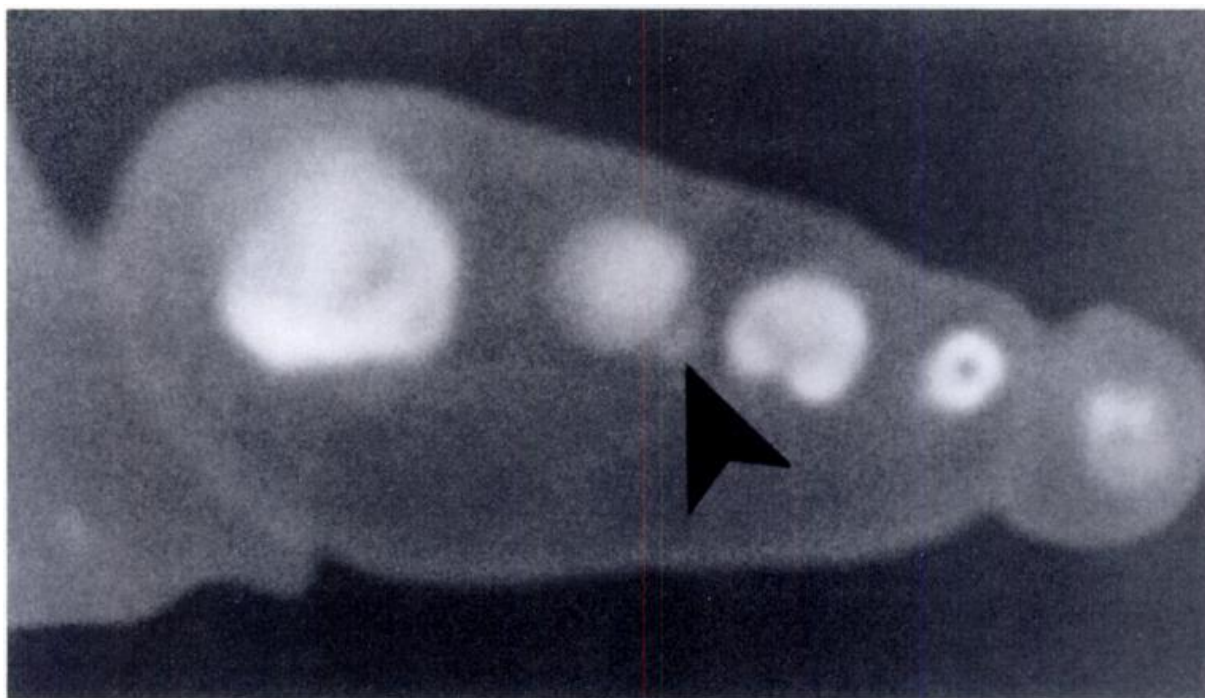
Στην πλειονότητα των περιπτώσεων η επούλωση των καταγμάτων «πορείας» δεν είναι περίπλοκη και σπάνια απαιτεί πολύπλοκες επεμβάσεις, όπως η εσωτερική οστεοσύνθεση. Ωστόσο, ο προδιαθεσιακός παράγοντας που προκάλεσε την αρχική βλάβη του οστού θα πρέπει να εντοπιστεί και να εξαλειφθεί για να διασφαλιστεί η σωστή επούλωση και η πρόληψη μελλοντικής υποτροπής. Για παράδειγμα, μια γυναίκα 50 ετών με δείκτη μάζας σώματος 29 η οποία είναι τροχονόμος με πλήρη απασχόληση, αλλά δουλεύει παράλληλα νυκτερινές βάρδιες σε supermarket, τοποθετώντας εμπορεύματα στα ράφια, για να κερδίσει extra εισόδημα ώστε να πάει διακοπές, μπορεί να αναπτύξει κάταγμα κόπωσης. Το πρόβλημα μπορεί να είναι εξ' ολοκλήρου ο επιπλέον φόρτος εργασίας, αλλά η παχυσαρκία και η ηλικία της δεν

μπορούν να μην αναγνωριστούν ως παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στην παθολογία του οστού. Έτσι, πέρα από το καθεστώς ξεκούρασης και ακινητοποίησης που περιγράφεται παραπάνω, η ασθενής θα πρέπει να παρακινηθεί ώστε να αναζητήσει τη συμβουλή του γιατρού που την παρακολουθεί για πιθανή μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση και τη βοήθεια διαιτολόγου για την απώλεια βάρους. Θα πρέπει επίσης να λάβει υπ' όψιν της αν ο αυξημένος φόρτος εργασίας είναι επιβλαβής για την υγεία της (Lorimer et al., 2004).

4.4 ΚΑΤΑΓΜΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΥ ΜΕΤΑΤΑΡΣΙΟΥ

Αρκετοί παράγοντες κινδύνου έχουν αναφερθεί για τη δημιουργία Κ.Κ. του δευτέρου μεταταρσίου, συμπεριλαμβάνοντας και αυτή του συνδρόμου υπερφόρτισης σε μικρό ή ασταθές πρώτο μετατάρσιο, όπως για παράδειγμα μετά από μια Keller-Brantes διαδικασία ή σε πόδι του Morton, αμνηόρροια, νευρική ανορεξία, και παρατεταμένη υπεροιστογώνωση (O'Malley et al., 1996; Warren et al., 1986).

Τα πιο κοινά κατάγματα κόπωσης που αναφέρονται στο μπροστινό τμήμα του πέλματος είναι στον άξονα ή τον αυχένα του δεύτερου ή του τρίτου μεταταρσίου (Εικ. 4.3). Ένα πόδι Morton - ένα πόδι με κοντό πρώτο μετατάρσιο, μεγαλύτερο του δευτέρου μεταταρσίου και υπερκινητικές πρώτες ακτίνες μπορεί να προδιαθέσουν σε αυτόν τον τραυματισμό. Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι, σε αυτά τα πόδια το βάρος μετατοπίζεται στην κεφαλή του δεύτερου και μερικές φορές του τρίτου μεταταρσίου, το οποίο συμβάλλει στην ανάπτυξη ενός κατάγματος κόπωσης. Αυτή η θεωρία, ωστόσο, είναι αμφιλεγόμενη (Eisele & Sammarco, 1993).



Εικόνα 4.3. Αξονική τομογραφία κατάγματος κόπωσης του 2^{ου} μεταταρσίου. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

Τα κατάγματα αυτά μπορεί να αντιμετωπιστούν με τη διακοπή της δραστηριότητας που τα προκάλεσε, και, όταν εντοπιστούν νωρίς, η ακινητοποίηση μπορεί να μην είναι απαραίτητη. Αν υπήρξε μια καθυστέρηση τεσσάρων έως έξι εβδομάδων από την έναρξη των συμπτωμάτων, ένας κηδεμόνας ή γύψος μπορεί να χρησιμοποιείται για να απαλύνει το πρήξιμο και τον πόνο. Μετά από πέντε έως έξι εβδομάδες της θεραπείας αυτής, όταν οι ρόζοι επούλωσης είναι άφθονοι, όπως φαίνεται στις ακτινογραφίες, οι ασκήσεις με βάρη μπορούν να ξεκινήσει και πάλι (Drez et al., 1980).

4.5 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΤΟΥ 5^{ΟΥ} ΜΕΤΑΤΑΡΣΙΟΥ

4.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αυτοί οι οποίοι έχουν την τάση να αναπτύσσουν κατάγματα κόπωσης, της στυλοειδούς απόφυσης στη βάση του 5^{ου} μεταταρσίου, είναι οι χορευτές και συγκεκριμένα οι χορευτές του μπαλέτου. Ένα κάταγμα κόπωσης της στυλοειδούς απόφυσης θα πρέπει να διακρίνεται από τη νόσο Iselin, η οποία είναι φλεγμένουςα

μεταφορά της στυλοειδούς απόφυσης, καθώς μπορεί να απαιτεί σταθεροποίηση με βίδες ώστε να προαχθεί η επούλωση του οστού (Lorimer et al., 2004).

Αυτό το κάταγμα βρίσκεται σε απόσταση 1,5 εκατοστών περιφερικά του κυρτώματος του πέμπτου μεταταρσίου και δεν πρέπει να συγχέεται με το πιο κοινό οξύ κάταγμα του πέμπτου μεταταρσίου της στηλοειδούς απόφυσης (Eisele & Sammarco, 1993).

Το κάταγμα Jones (βάση του πέμπτου μεταταρσίου) μπορεί να εμφανιστεί ως οξεία βλάβη ή μπορεί να εμφανιστεί σε χρόνια φάση και η όποια παρουσίαση έχει παρατεταμένη διάρκεια θεραπείας, σε σύγκριση με άλλα κατάγματα μεταταρσίων. Συνήθως, έχει υπάρξει μια σταδιακή έναρξη του πόνου στην εξωτερική πλευρά του ποδιού, και μόνο όταν ο πόνος εμφανίζεται κατά τη βάδιση αναγκάζει τον ασθενή να αναζητήσει θεραπεία. Αν αρκετοί μήνες έχουν περάσει από την έναρξη των συμπτωμάτων, μια μη-ένωση μπορεί να έχει ήδη καθιερωθεί. Οι ακτινογραφίες δείχνουν τη μη-ένωση και τη σκλήρυνση των μυελού του οστού ή ακόμα και την εξάλειψη του μυελοειδούς καναλιού (Eisele & Sammarco, 1993).

4.5.2 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Χειρουργική θεραπεία.

Μόσχευμα οστού ή εσωτερική ανάταξη με μια βίδα συμπίεσης (Εικ. 4.4), ή και τα δύο - είναι η συνιστώμενη θεραπεία για τις καθιερωμένες μη-ενώσεις. Αν το κάταγμα είναι μικρότερο των τριών μηνών και οι ακτινογραφίες δείχνουν το κάταγμα χωρίς απόδειξη μη-ένωσης, μη χειρουργική θεραπεία μπορεί να συστηθεί. Η παρατεταμένη φάση επούλωσης πιστεύεται ότι προκαλείται από τη σχετικά αραιή παροχή αίματος σε αυτόν τον τομέα του πέμπτου μεταταρσίου (Eisele & Sammarco, 1993). Μη φέροντας βάρος ακινητοποίηση με γύψο είναι απαραίτητη για την επούλωση, για έξι έως οκτώ εβδομάδες (Santi et al., 1989).



Εικόνα 4.4. Ακτινογραφίες με προβολή κατάγματος κόπωσης της βάσης του 5^{ου} μεταταρσίου (Α και Β), (Γ και Δ) μετά την επέμβαση. Τροποποιημένο από (Fugioka et al., 2009).

4.6 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΗΣΑΜΟΕΙΔΩΝ

Ένας άλλος τύπος κατάγματος κόπωσης στο μπροστινό τμήμα του πέλματος περιλαμβάνει τα σησαμοειδή, συνήθως το κνημιαίο σησαμοειδές. Όπως με τα κατάγματα Jones, τα κατάγματα των μικρών αυτών οστών εντός των τενόντων του καμπτήρα του αντίχειρα, μπορεί να είναι οξεία ή χρόνια, και τα χρόνια κατάγματα κόπωσης έχουν συχνά μια πρόδρομη ήπια φάση, αλλά ο πόνος αυξάνεται με δραστηριότητες στις οποίες υπάρχει άρση βάρους (Eisele & Sammarco, 1993).

Κατάγματα κόπωσης σησαμοειδών συντελούνται σε αθλητές δρόμου, στίβου και χορευτές λόγω της υψηλής πρόσκρουσης και συμπίεσης. Χαρακτηρίζονται από πόνο και φλεγμονή, τα οποία σε αυτόν τον τραυματισμό μπορεί να εκδηλώνονται αρκετά σοβαρά σαν συμπτώματα, ώστε να περιορίζουν την ικανότητα του παίκτη να διαγνωσθεί (Lorimer et al., 2004).

4.6.1 ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Τα κατάγματα κόπωσης των σησαμοειδών τα οποία βρίσκονται μέσα στην πορεία του τένοντα του βραχύ καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου, δίπλα στην πελματιαία πτυχή της κεφαλής του πρώτου μεταταρσίου, μπορεί να είναι δύσκολο να διαφοροποιηθεί από την παρουσία διμερούς ή υπερμεγέθους σησαμοειδούς. Μια προσεκτική επισκόπηση στην ακτινογραφία δείχνει ότι ο φλοιός του οστού είναι ασυνεχής όταν πρόκειται για κάταγμα σησαμοειδούς και συνεχής όταν πρόκειται για διμερές σησαμοειδές (Εικόνα 4.5). Τυπικές προσθιοπίσθιες, πλευρικές και πλάγιες ακτινογραφίες του ποδιού πρέπει να γίνει, όπως και αξονική ακτινογραφία σησαμοειδούς. Ακτινογραφίες από το άλλο πόδι μπορεί να βοηθήσει δείχνοντας αν το διμερές συμπτωματικό σησαμοειδές έχει ευρύτερα με λιγότερο διακριτές ακανόνιστες άκρες στα παρακείμενα οστικά περιθώρια, τα οποία θα είναι ενδεικτικά ενός κατάγματος. Μόνο το 25% των ασθενών που έχουν διμερή σησαμοειδή έχουν τη διαπίστωση αμφίπλευρα. Μια απλή ακτινογραφία τρεις βδομάδες μετά το ατύχημα, πιθανότατα να δείξει το κάταγμα κόπωσης στα σησαμοειδοί. Παρόλα αυτά όταν υπάρχει η υποψία για κάταγμα κοπώσεως, μπορεί να μην φανεί άμεσα από την απλή ακτινογραφία. Ένα σπινθηρογράφημα οστών ή μια αξονική τομογραφία ίσως να είναι απαραίτητη. Η συντηρητική και πρώιμη αντιμετώπιση αυτού του τραυματισμού είναι απαραίτητη. Το σπινθηρογράφημα οστών θα πρέπει να επιλεγεί ως εξέταση για να αποφευχθεί η ασάφεια στη διάγνωση (Eisele & Sammarco, 1993; Lorimer et al., 2004).



Εικόνα 4.5. Ακτινογραφία διμερών σησαμοειδών οστών. Τροποποιημένο από (Brockwell et al., 2009).

4.6.2 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

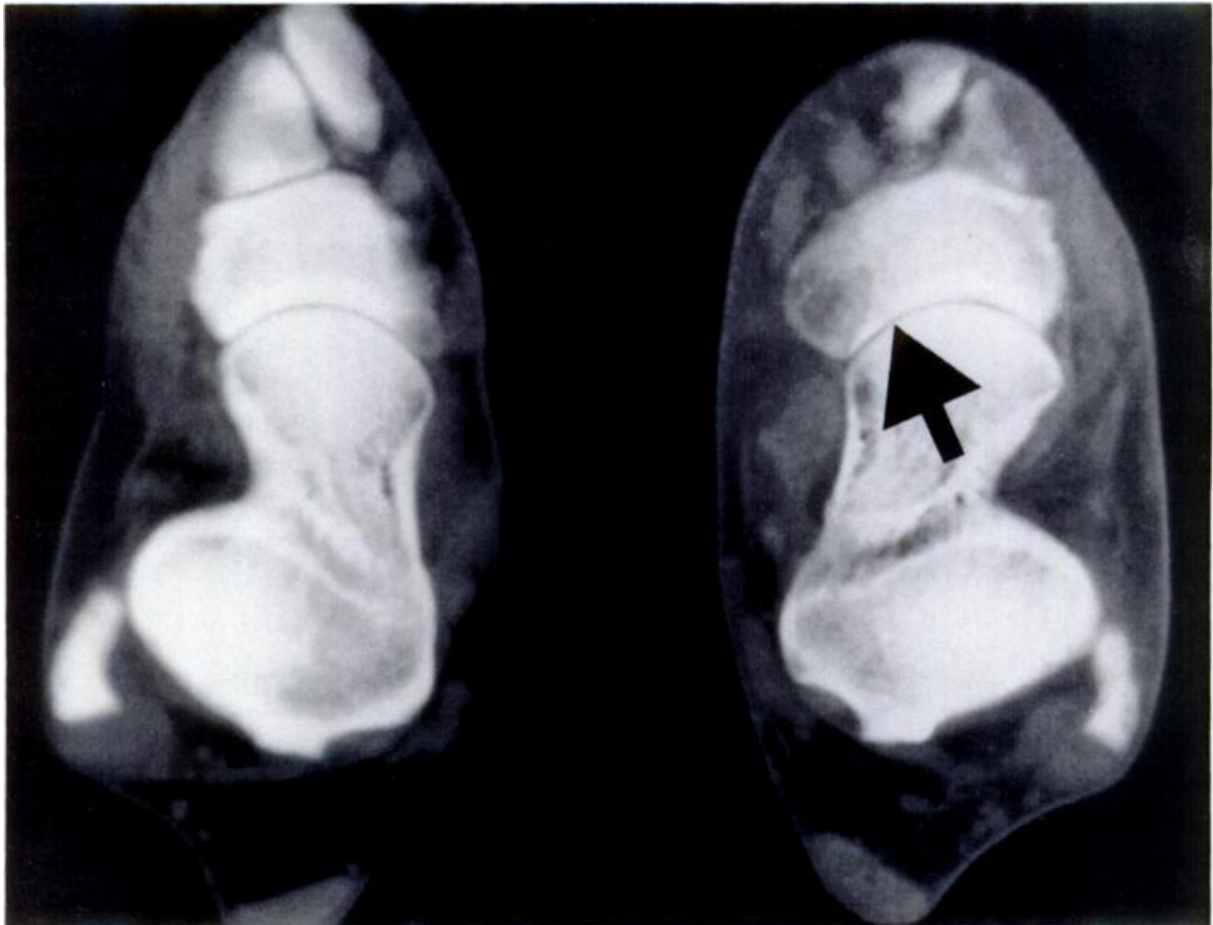
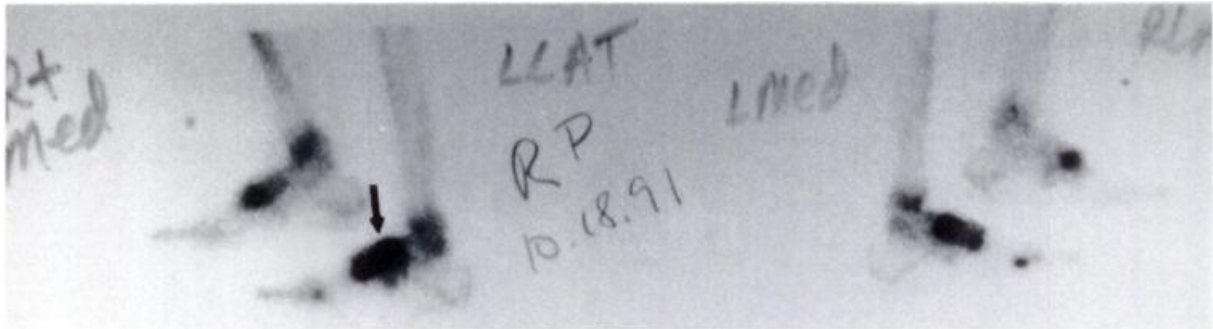
Μία κατάλληλη θεραπεία περιλαμβάνει ακινητοποίηση έξι εβδομάδων με νάρθηκα χύτευσης κάτω από το γόνατο, ακολουθούμενη από άλλες έξι εβδομάδες προστασίας. Το ορθοτικό θα βοηθήσει στην πρόληψη της περαιτέρω ζημίας στο υπόλοιπο σησαμοειδές και την πρόληψη περαιτέρω βλάβης στην πελματιαία επιφάνεια της κεφαλής του μεταταρσίου (Lorimer et al., 2004). Δηλαδή Η θεραπεία μπορεί να είναι είτε διακοπή της αθλητικής δραστηριότητας και έναρξη χρήσης ενός παπουτσιού με ξύλινη σόλα, ένα παπούτσι με μια μπάρα Morton, ένα τσόχινο μαξιλαράκι σε σχήμα U, ακινητοποίηση με γύψο, είτε χειρουργική ανάταξη των οστών με οστικό μόσχευμα για μη-ένωσης με εκτομή του σησαμοειδούς αν υπάρχει κατακερματισμός. Αυτά τα κατάγματα συχνά χρειάζονται μήνες για να επουλωθούν ώστε να είναι ασφαλής η αρκετά έντονη δραστηριότητα. Προσοχή πρέπει να δοθεί πριν από την αφαίρεση του σησαμοειδούς στον αθλητή και δεν πρέπει ποτέ να αφαιρούνται και τα δύο σησαμοειδή, γιατί υπάρχει κίνδυνος επίμονου πόνου και τενοντίτιδα στον καμπτήρα του αντίχειρα ή την ανάπτυξη μιας εγγενούς, cock-up παραμόρφωση του μεγάλου δακτύλου (Eisele & Sammarco, 1993).

4.6.3 ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Όταν ο τραυματισμός αυτός δεν έχει διαγνωστεί σωστά, ή δεν αντιμετωπίζεται αρκετά επιθετικά, το κάταγμα μπορεί να μην επουλωθεί, ή μπορεί τελικά να εξελιχθεί σε καθυστερημένη πώρωση στους τέσσερις μήνες, σε ψευδάρθρωσης στους έξι μήνες, ή ακόμα και σε οστεοχόνδρωση με πιθανή άσηπτη νέκρωση. Αφού εξαντληθούν όλα τα συντηρητικά μέσα, μετά από προκαθορισμένη χρονική περίοδο, η χειρουργική παρέμβαση ενδείκνυται για την εκτομή του οστικού σώματος του σησαμοειδούς που δεν έχει ενωθεί. Η χρήση ορθοτικών είναι και πάλι επιτακτική ανάγκη για την παροχή φυσιολογικού μήκους στους τένοντες του μακρού και του βραχύ καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου (Lorimer et al., 2004).

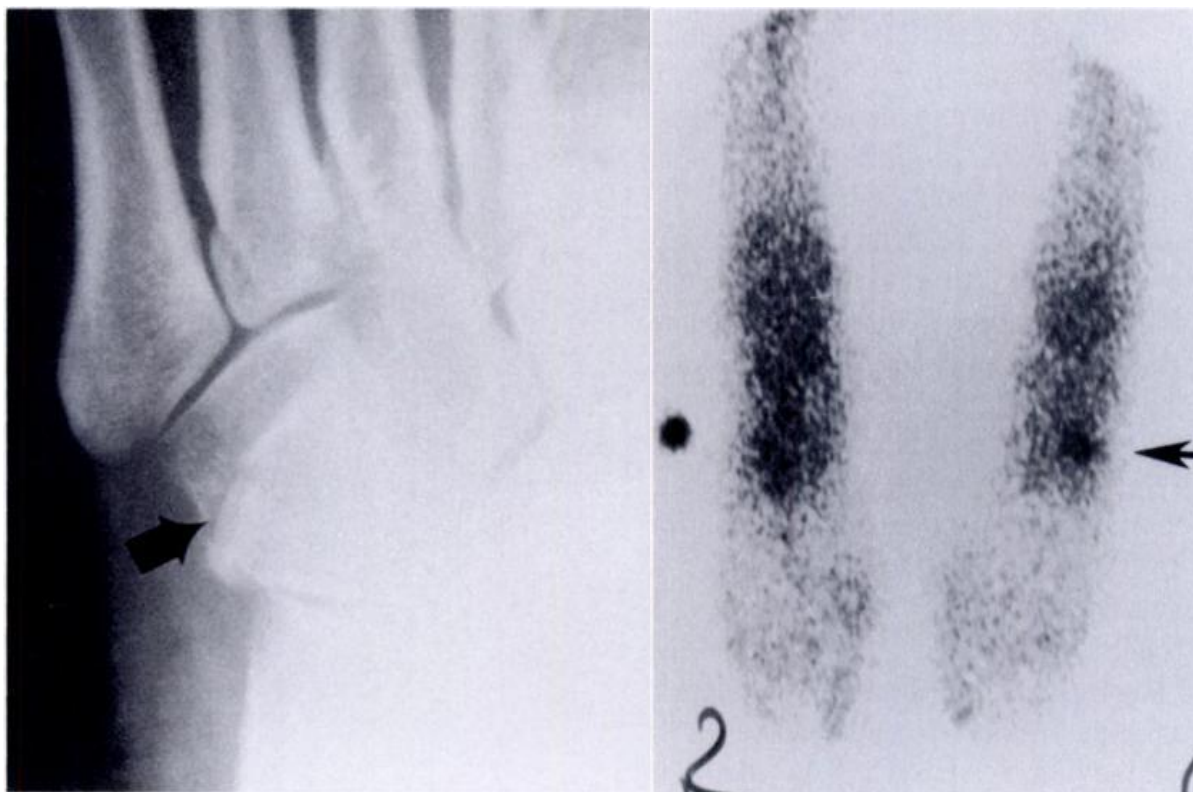
4.7 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΚΑΦΟΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΚΥΒΟΕΙΔΟΥΣ

Τα κατάγματα κόπωσης δεν είναι κοινά στο μέσο πόδι, αν και έχουν αναφερθεί σε όλα σχεδόν τα οστά του μέσου ποδός, ιδίως στο σκαφοειδές ταρσού. Οι ασθενείς με κατάγματα του μέσου ποδός παραπονιούνται για ασαφή πόνο ή κράμπες των ποδιών, και οι περισσότεροι έχουν ευαισθησία πάνω από το σημείο του έσω επιμήκους τόξου ή του σκαφοειδούς. Οι περισσότεροι από τους ασθενείς συμμετέχουν στο μπάσκετ, το τρέξιμο ή το ποδόσφαιρο, αλλά τραυματισμοί έχουν αναφερθεί και σε άλλα αθλήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο πόνος υφίσταται για μεγάλο χρονικό διάστημα, έως και αρκετά χρόνια. Τα κατάγματα αυτά είναι δύσκολο να διαγνωστούν και μπορεί να απαιτούν σειρά ακτινογραφιών, καθώς και σπινθηρογράφημα οστών και αξονική τομογραφία για να οριοθετηθεί με σαφήνεια το σημείο του κατάγματος. Στο σπινθηρογράφημα οστών οι τυπικές έσω μετωπική, πλευρική καθώς και η πελματιαία άποψη πρέπει να αποτυπωθούν. Η μεγάλη πλειοψηφία αυτών των καταγμάτων είναι γραμμικά και οβελιαία και εμφανίζονται στην κεντρικό τρίτο του σκαφοειδούς. Μπορούν να είναι μερικά κατάγματα που αφορούν μόνο στα ραχιαία πέντε χιλιοστά, ή πλήρη κατάγματα, τα οποία μπορούν να είναι μη μετατοπισμένα ή μετατοπισμένα. Όταν συμβαίνουν, τα μετατοπισμένα κατάγματα θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με εσωτερική ανάταξη, όπως θα έπρεπε και οι καθυστερημένες ενώσεις ή οι μη-ενώσεις. Μερικώς ή πλήρως μη μετατοπισμένα κατάγματα μπορεί να αντιμετωπιστούν με την ακινητοποίηση και χωρίς φόρτιση με βάρος μέχρις ότου η ένωση του κατάγματος είναι εμφανής και τα συμπτώματα έχουν υποχωρήσει (Εικ. 4.6).



Εικόνα 4.6. Στην πρώτη εικόνα, σπινθηρογράφημα οστών που είναι θετικό σε Κ.Κ. στο αριστερό σκαφοειδές τارسού. Στην δεύτερη εικόνα, αξονική τομογραφία δείχνει ατελή κάταγμα και ένα ελάττωμα του φλοιού του σκαφοειδές του τارسού. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

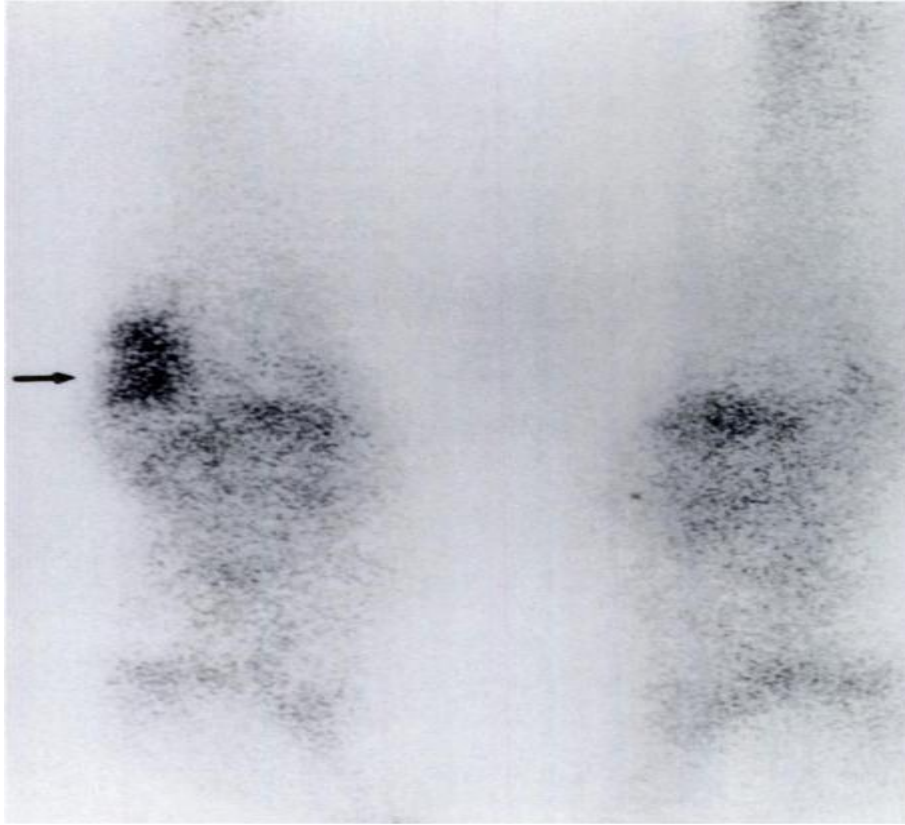
Κατάγματα κόπωσης του κυβοειδούς είναι σπάνια. Ακτινογραφίες και σπινθηρογράφημα οστών είναι απαραίτητα για τη διάγνωση. Η θεραπεία περιλαμβάνει την εξάλειψη αθλητική δραστηριότητα έως ότου ολοκληρωθεί η θεραπεία, η οποία συχνά διαρκεί αρκετούς μήνες (Εικ. 4.7) (Eisele & Sammarco, 1993).



Εικόνα 4.7. Στην αριστερή εικόνα, η ακτινογραφία δείχνει ένα κάταγμα κυβοειδούς. Στην δεξιά εικόνα, φαίνεται ένα σπινθηρογράφημα οστών που είναι θετικό για κάταγμα κυβοειδούς. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

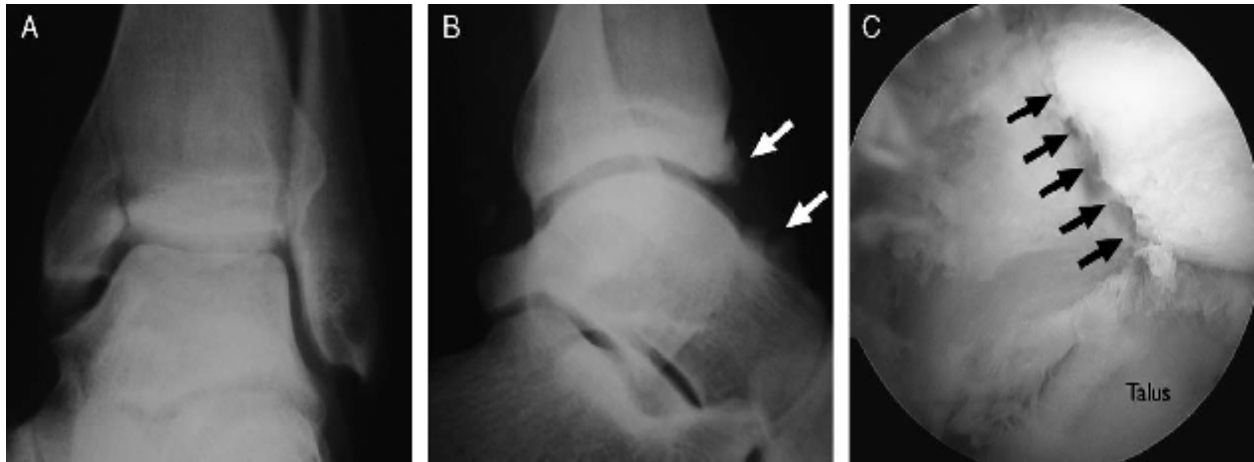
4.8 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΑΣΤΡΑΓΑΛΟ

Η συμμετοχή σε οποιαδήποτε αθλητική δραστηριότητα που περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες κινήσεις, όπως το τρέξιμο, η γυμναστική ή ο χορός μπορεί να προκαλέσει κατάγματα κόπωσης για τον αστράγαλο. Αυτά είναι πιο συχνά εμφανιζόμενα κοντά στον έσω και τον έξω σφυρό (Εικ 4.9). Στην έσω πλευρά, το κάταγμα προκαλεί πόνο απευθείας στο οστό, που μερικές φορές συνοδεύεται από ήπιο οίδημα. Πλευρικά, υπάρχει πόνος ακριβώς πάνω από το κάταγμα, το οποίο συνήθως βρίσκεται στο έξω σφυρό, ή στο άπω τμήμα του στελέχους της περόνης 8-10 εκατοστά κοντά στην άκρη του έξω σφυρού. Εδώ, επίσης, μπορεί να υπάρχει ήπιο οίδημα. Οι ακτινογραφίες είναι συχνά αρνητικές, και η διάγνωση γίνεται με σπινθηρογράφημα οστών (Εικ. 4.8). Κατάγματα στην άπω πλευρά του περνιαίου άξονα έχουν περιγραφεί σε χορευτές μπαλέτου (Eisele & Sammarco, 1993).



Εικόνα 4.8. Στο σπινθηρογράφημα απεικονίζεται Κ.Κ. στο έξω σφυρό. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

Απόλυτα μη μετατοπισμένο κατάγμα μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη διακοπή της δραστηριότητας, την υποστήριξη στον αστράγαλο, ή περπάτημα με γύψο για ανακούφιση μέχρι τα συμπτώματα να υποχωρήσουν, και με την ενθάρρυνση της συνέχισης της αερόβιας δραστηριότητας, όπως το ποδήλατο, την ιππασία και το περπάτημα σε τρία ή τέσσερα πόδια βάθος νερού για τη διατήρηση της αερόβιας ικανότητας και της δύναμης. Όταν οι ακτινογραφίες δείχνουν επαρκή επούλωση, η προπόνηση μπορεί να συνεχιστεί με σταδιακό ρυθμό. Εάν αυτά τα κατάγματα δεν είναι μετατοπισμένα, ή αν η ακινητοποίηση αποτύχει, το κατάγμα θα πρέπει να αναταχθεί στο εσωτερικό των οστών, με οστικό μόσχευμα για να διατηρηθεί η κανονική συνδεσμική ανατομία και επούλωση των οστών και να αποφευχθεί κακή επανένωση και μετέπειτα αρθρίτιδα (Eisele & Sammarco, 1993).



Εικόνα 4.9. Προσθιοπίσθια ακτινογραφία κατάγματος κόπωσης στο έσω σφηρό. Β, πλάγια όψη δείχνει πρόσθια οστεόφυτα. Γ, κατά την αρθροσκόπηση, μετά από την αφαίρεση των προσθίων οστεόφυτων, η γραμμή του κατάγματος είναι ευδιάκριτη. Τροποποιημένο από (Brockwell et al., 2009).

4.9 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗ ΠΤΕΡΝΑ

Για τους δρομείς, δυνάμεις οι οποίες φτάνουν από 3 έως 6 φορές το σωματικό βάρος σε κάθε πρόσκρουση της πτέρνας, εκτιμάται ότι συμβαίνουν 800 κρούσεις με το έδαφος σε κάθε πόδι ανά μίλι (Lorimer et al., 2004).

Ο ασθενής με κάταγμα πτέρνας εμφανίζεται για πρώτη φορά με πόνο και πρήξιμο και στις δύο πλευρές της φτέρνας και εξαιρετική ευαισθησία στην ψηλάφηση των έσω και έξω πτυχών της φτέρνας. Το ιστορικό περιλαμβάνει συνήθως την ενεργό συμμετοχή στον αθλητισμό, το στρατό, το χορό, και μια σταδιακή έναρξη του πόνου στην πτέρνα. Αυτό το κάταγμα είναι αποτέλεσμα πολλαπλών φορτίων, συμπεριλαμβανομένης της συμπίεσης από το τακούνι σε δραστηριότητες με φόρτιση καθώς και από τις δυνάμεις του γαστροκνήμιου και του υποκνημιδίου μυός που μεταδίδονται μέσω του Αχιλλείου τένοντα. Οι ακτινογραφίες μπορεί να δείξουν μια λεπτή περιοχή αυξημένης πυκνότητας με την οπίσθια πλευρά της πτέρνας από τη οπίσθιο-ανώτερη επιφάνεια στην πρόσθια κατώτερη επιφάνεια (Εικ. 4.10). Ένα σπινθηρογράφημα ή μια αξονική τομογραφία μπορεί να είναι απαραίτητο για να γίνει η διάγνωση (Eisele & Sammarco, 1993).



Εικόνα 4.10. Κ.Κ. στην πτέρνα. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

Το κάταγμα κόπωσης της πτέρνας δημιουργεί ένα ασαφή πόνο στην περιοχή που διαφεύγει της διάγνωσης, καθώς μπορεί να προϋπάρχει μέχρι και 3 μήνες πριν από την εμφάνιση του κατάγματος στην ακτινογραφία (Lorimer et al., 2004). Αυτό το κάταγμα συνήθως δε μετατοπίζεται και μπορεί να αντιμετωπιστεί με μείωση της δραστηριότητας ή με ακινητοποίηση με κηδεμόνα ή γύψο έως ότου τα συμπτώματα υποχωρήσουν και η επούλωση του οστού είναι εμφανής στις ακτινογραφίες (Eisele & Sammarco, 1993). Το σπινθηρογράφημα οστών επιλέγεται ως το διαγνωστικό μέσο σε αυτή την περίπτωση (Lorimer et al., 2004).

4.10 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΟΣΤΟΥ

4.10.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα Κ.Κ. του μηριαίου είναι σπάνια. Η αναφερόμενη συχνότητα εμφάνισης ποικίλει από 7% έως 20%. Ωστόσο, εάν δεν εντοπιστούν εγκαίρως, τα Κ.Κ. του μηριαίου έχουν υψηλό δείκτη επιπλοκών. Τα κατάγματα στον αυχένα του μηριαίου αποτελούν από τα πιο σοβαρά υψηλού κινδύνου κατάγματα κόπωσης, επειδή τα παρεκτοπισμένα κατάγματα κόπωσης του αυχένα οδηγούν συνήθως σε χρόνια προβλήματα μακροπρόθεσμα σε ένα υψηλό ποσοστό των ασθενών. Εμφανίζονται συνήθως στον αυχένα, τη διάφυση και στους κονδύλους. Αν το κάταγμα εντοπιστεί γρήγορα και δε συνυπάρχει εξάρθρημα, η πρόγνωση είναι συνήθως καλή, αλλά ο εκτοπισμός του αυχένα του μηριαίου οστού λόγω κατάγματος κόπωσης μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικές επιπλοκές ή ακόμα και μόνιμα μειονεκτήματα. Όπως και με τα Κ.Κ. της λεκάνης θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο Κ.Κ. μηριαίου, σε αθλητές με πόνο στη βουβωνική χώρα (Korvala et al., 2010; Ireland & Nattiv, 2002).

Τα κατάγματα του αυχένα του μηριαίου κατηγοριοποιήθηκαν αρχικά σε 2 τύπους, τάσης και συμπίεσης. Το κάταγμα τάσης του μηριαίου συντελείται στην άνω και έξω επιφάνεια του αυχένα και παρουσιάζει αυξημένο κίνδυνο για παρεκτοπισμένο κάταγμα. Το συμπιεστικό κάταγμα του αυχένα του μηριαίου εμφανίζεται στην κάτω και έσω επιφάνεια του αυχένα και θεωρείται μηχανικά σταθερό κάταγμα. Μια άλλη κατηγοριοποίηση έγινε με βάση την εμφάνιση της καταγματικής γραμμής και την παρεκτόπιση του κατάγματος. Ο τύπος 1 περιλαμβάνει περισοτικές αντιδράσεις ή σχηματισμό κάλων κατά μήκος της εσωτερικής πλευράς του αυχένα, χωρίς την παρουσία καταγματικής γραμμής. Ο τύπος 2 είναι ένα μη παρεκτοπισμένο κάταγμα κατά μήκος του αυχένα, και ο τύπος 3 είναι το παρεκτοπισμένο κάταγμα. Σε αυτή τη κατηγοριοποίηση δεν έχει ληφθεί υπ' όψιν η θέση της καταγματικής γραμμής στον αυχένα. Πρόσφατα στην πρώτη κατηγοριοποίηση προστέθηκε ένας τρίτος τύπος κατάγματος τάσης, το παρεκτοπισμένο κάταγμα του αυχένα του μηριαίου (Ireland & Nattiv, 2002).

Η εμβιομηχανική των Κ.Κ. του μηριαίου δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως (Ireland & Nattiv, 2002).

Κατά τη βάρδια ή το τρέξιμο τα φορτία στη κεφαλή του μηριαίου φτάνουν 3 με 5 φορές το σωματικό βάρος. Κατά τη διάρκεια παρατεταμένης ή επαναλαμβανόμενης δραστηριότητας, το μυϊκό σύστημα του ισχίου εξασθενεί και αδυνατεί να παρέχει προστασία από τους κραδασμούς. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες τάσεις στον αυχένα του μηριαίου. Επιπλέον παράγοντες όπως συγγενείς δυσμορφίες στο ισχίο, μπορούν να προδιαθέσουν για Κ.Κ. του αυχένα του μηριαίου. Άλλοι προδιαθετικοί παράγοντες, όπως και με τα κατάγματα λεκάνης, είναι οι προπονητικές μέθοδοι, ο εξοπλισμός (αθλητικά παπούτσια κλπ.), οι εγκαταστάσεις, οι εμμηνόρροϊκές ανωμαλίες, η οστεοπενία και οι διατροφικές διαταραχές (Ireland & Nattiv, 2002).

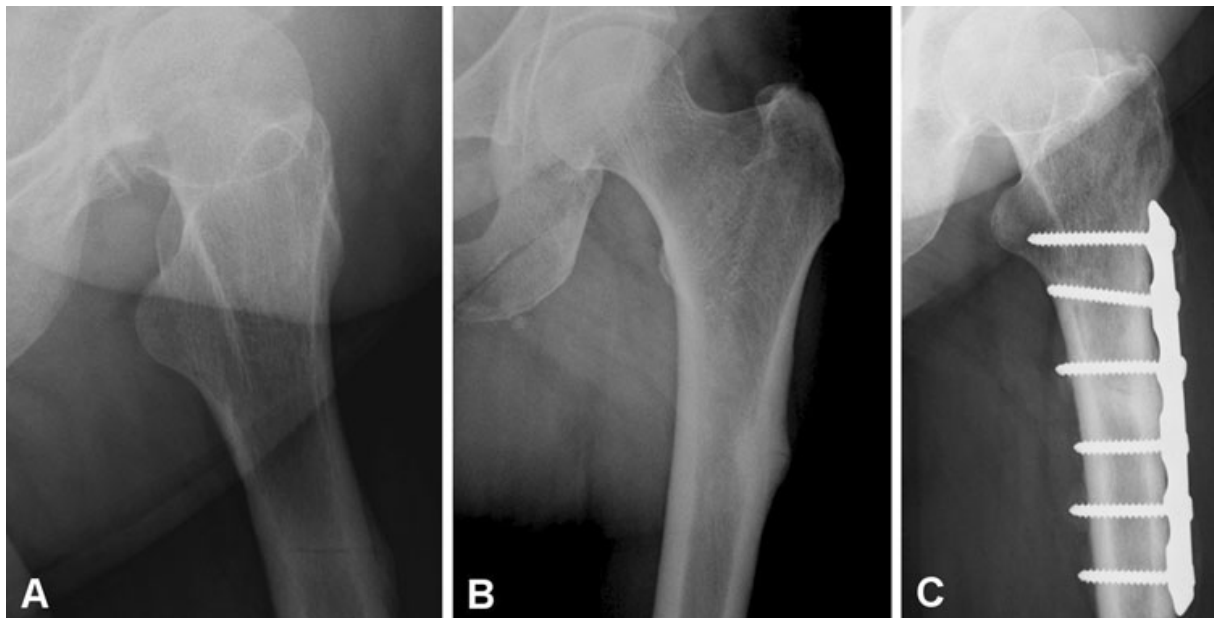
Επιπλέον, το γονίδιο LRP5 απλότυπος A-Z-Z-E εκθέτει σε σχεδόν 3 φορές υψηλότερο κίνδυνο για ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης αυχένα μηριαίου, και παρουσιάζει 4 φορές αυξημένο κίνδυνο σε συνδυασμό με VDR C-A απλότυπος (Korvala et al., 2010).

4.10.2 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Κλινικά οι ασθενείς παραπονιούνται για πόνο στη βουβωνική χώρα ή στο ισχίο, ο οποίος αυξάνεται με τη δραστηριότητα. Μπορεί να παρουσιάζουν χωλότητα. Το εύρος κίνησης του ισχίου μπορεί να είναι επώδυνο και περιορισμένο, ειδικά στην έσω στροφή. Οι υπερκείμενοι μαλακοί ιστοί μπορεί να δυσκολεύουν την πρόκληση της οστικής ευαισθησίας, κατά τη φυσική εξέταση. Οι ασθενείς επίσης, μπορεί να παραπονιούνται για συμπτώματα και στις δύο πλευρές, επομένως θα πρέπει να γίνει ακτινολογικός έλεγχος και στα δύο ισχία και στη λεκάνη. Εάν δεν υπάρχει υπόδειξη για Κ.Κ. ενώ τα συμπτώματα οδηγούν σε τέτοια υπόθεση, τότε ένα σπινθηρογράφημα οστών απαιτείται για να αποκλείσει όποιο ενδεχόμενο για Κ.Κ.. Παρά το κόστος η μαγνητική τομογραφία θεωρείται η ιδανική μέθοδος στον αθλητισμό, για τη διάγνωση πόνου στο ισχίο. Έχει υψηλή ακρίβεια και μπορεί να υποδείξει ένα κάταγμα κόπωσης έγκαιρα, χωρίς να εκθέτει τον ασθενή σε ακτινοβολία. Σε έρευνα που έγινε τα αποτελέσματα έδειξαν 100% ακρίβεια, της μαγνητικής τομογραφίας, στη διάγνωση Κ.Κ. του μηριαίου αυχένα και μόνο 68% ακρίβεια με σπινθηρογράφημα οστών (Ireland & Nattiv, 2002).

4.10.3 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η θεραπεία των Κ.Κ. στον αυχένα του μηριαίου εξαρτάται από τον τύπο του κατάγματος κόπωσης. Τα συμπίεστικά (έσω πλευρά) Κ.Κ. είναι σταθερά. Η θεραπεία είναι μια περίοδος ξεκούρασης και αποφόρτισης μέχρι ο ασθενής να είναι ασυμπτωματικός. Ο ακτινολογικός έλεγχος πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να διαπιστώνεται η μη μεταβολή της θέσης και η καταγραφή της πορείας της επούλωσης. Σε περίπτωση που δεν γίνει επούλωση ή υπάρξει υποτροπή, απαιτείται εσωτερική σταθεροποίηση. Τα Κ.Κ. τάσης (άνω επιφάνεια) του μηριαίου αυχένα είναι πλήρως ασταθή και χρήζουν άμεσης εσωτερικής σταθεροποίησης με πολλαπλά καρφιά και βίδες. Η συντηρητική αντιμετώπιση μπορεί να οδηγήσει σε παρεκτόπιση του κατάγματος. Η επιπλοκές από παρεκτοπισμένο κάταγμα αυχένα μηριαίου, μπορούν να οδηγήσουν σε πρόωρο τέλος στην καριέρα ενός αθλητή και περιλαμβάνουν ατελής πώρωση, καθυστερημένη πώρωση, παραμορφώσεις ραιβότητας και ίσχαιμη νέκρωση. Τα παρεκτοπισμένα Κ.Κ. του αυχένα του μηριαίου απαιτούν άμεση ανοιχτή ανάταξη και εσωτερική σταθεροποίηση. Η επιστροφή στη δραστηριότητα μετά από εσωτερική σταθεροποίηση του ισχίου, πρέπει να είναι σταδιακή και εξαρτάται από τα συμπτώματα και τον ακτινολογικό έλεγχο (Εικ 4.11) (Ireland & Nattiv, 2002).



Εικόνα 4.11. Α) η ακτινογραφία δείχνει ένα μη εκτοπισμένο κάταγμα. Β) κάταγμα κόπωσης με αντίδραση στον εξωτερικό φλοιό. Γ) ακτινογραφία με κάταγμα μετά τη στερέωση με πλάκα. Τροποποιημένο από (Cermak et al., 2010).

4.11 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Τα κατάγματα κόπωσης της λεκάνης είναι σπάνια και αποτελούν το 1% έως 5% του συνόλου των καταγμάτων κόπωσης στους δρομείς και στους αθλητές του στίβου (Bennell, 1996; Orava et al. 1978; Sullivan et al., 1984). Τα περισσότερα κατάγματα κόπωσης της λεκάνης συμβαίνουν σε δρομείς αλλά ακόμα και σε αθλητές του μπόουλινγκ και της ενόργανης (Daffner & Pavlon, 1992). Στη λεκάνη συνήθως τα κατάγματα εμφανίζονται στον κατώτερο κλάδο του ηβικού οστού και κεντρικά προς την ηβική σύμφυση (Hill et al., 1996; Pavlon et al., 1982; Sullivan et al., 1984). Επίσης έχουν αναφερθεί κατάγματα κόπωσης και στον άνω κλάδο του ηβικού οστού και ακόμα πιο σπάνια στο ιερό οστό (Orava et al., 1978; Volpin et al., 1989).

4.11.1 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι γυναίκες είναι πιο ευπαθείς σε κατάγματα κόπωσης της λεκάνης σε σχέση με τους άντρες (Ireland & Nattiv, 2002). Υπάρχουν αναφορές που υποστηρίζουν ότι οι διαφορές στην ανάλυση βάρδισης ανάμεσα σε άντρες και γυναίκες μπορεί να συμμετέχουν στην αύξηση της τάσης στο ηβικό οστό. Επίσης αναφέρουν ότι οι γυναίκες δρομείς βασίζονται σε δυνάμεις έκτασης ισχίου περισσότερο από ότι οι άνδρες επιφέροντας έτσι μεγαλύτερες δυνάμεις τάνυσης οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε κάταγμα κόπωσης (Pavlon et al., 1982). Άλλη θεωρία που έχει διατυπωθεί αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια των εναλλασσόμενων φάσεων στο τρέξιμο, ο ισχιακός κλάδος του ηβικού οστού δέχεται τάσεις από τις δυνάμεις που παράγονται από τους έξω στροφείς και προσαγωγούς μύες της άρθρωσης του ισχίου, κατά τη φάση αιώρησης και την φάση στήριξης. Επομένως, η επαναλαμβανόμενη προσβολή του ηβικού τόξου οδηγεί σε κάταγμα ή αντίδραση λόγω τάσης (Latshaw et al., 1981). Ανατομικές διαφορές και διαφοροποιημένα πρότυπα τρεξίματος, ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες, μπορεί να αυξάνουν τον κίνδυνο για την ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης, ωστόσο, δεν έχει υπάρξει επιστημονική υποστήριξη για αυτές τις υποθέσεις (Ireland & Nattiv, 2002).

4.11.2 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Οι αθλητές με κάταγμα κόπωσης της λεκάνης συνήθως αναφέρουν πόνο στη βουβωνική χώρα ή στην περιοχή των προσαγωγών. Κατά τη φυσική εξέταση ο αθλητής μπορεί να χωλαίνει, να περιγράψει πόνο κατά τη ψηλάφηση του ισχίου ή της βουβωνικής περιοχής και να αναφέρει πόνο με τις στροφές του ισχίου. Μπορεί να καταστεί δύσκολο το να διαφοροποιηθεί η διάγνωση από αναφερόμενο πόνο από ΟΜΣΣ, τενοντίτιδα προσαγωγών, θυλακίτιδα στον τροχαντήρα, ηβική οστίτιδα ή σπλαχνικό πόνο (Ireland & Nattiv, 2002). Υποστηρίζουν ότι το θετικό τεστ στάσης, όπου ο ασθενής δυσκολεύεται να σταθεί όρθιος λόγω κακής υποστήριξης στην πάσχουσα πλευρά, σε συνδυασμό με άλγος στη βουβωνική χώρα επαρκές ώστε να περιορίζει το τρέξιμο και εντοπισμένη ευαισθησία μόνο στον πάσχον άνω κλάδο του ηβικού οστού, αποτελούν διαγνωστικό κριτήριο για κάταγμα κόπωσης στον άνω κλάδο του ηβικού οστού (Noakes et al., 1985). Ανεξάρτητα από άλλα διαγνωστικά σημεία το κάταγμα κόπωσης στη λεκάνη, για τις γυναίκες αθλήτριες, θα πρέπει να θεωρείται ύποπτο όταν υπάρχει πόνος στη βουβωνική χώρα, έντονο πρόγραμμα εκγύμνασης, ιστορικό με μη φυσιολογικό έμμηνο κύκλο, ή διατροφικές διαταραχές (Ireland & Nattiv, 2002).

4.11.3 ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Έπειτα από τη λήψη του ιστορικού και την φυσική εξέταση, μια προσθοπίσθια ακτινογραφία της λεκάνης θα πρέπει να ληφθεί. Εάν τα συμπτώματα είναι σχετικά πρόσφατα, τότε ίσως να χρειαστεί σπινθηρογράφημα οστών, ή μαγνητική τομογραφία, για την πρώιμη διάγνωση αλλοιώσεων λόγω τάσης ή κατάγματος κόπωσης (Ireland & Nattiv, 2002).

4.11.4 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ερευνητικά δεδομένα πιστοποίησαν ότι τα κατάγματα κόπωσης της λεκάνης απαιτούν μεγαλύτερο διάστημα ξεκούρασης από τα υπόλοιπα κατάγματα κόπωσης του κάτω κορμού. Σε έρευνα που έγινε σε 12 δρομείς με κάταγμα κόπωσης του κατώτερου κλάδου του ηβικού οστού, βρέθηκαν 10 δρομείς οι οποίοι ήταν κλινικά ασυμπτωματικοί 2 με 5 μήνες μετά την παύση της δραστηριότητας. Δύο δρομείς που συνέχισαν να τρέχουν, είχαν συμπτώματα για 13 και 27 μήνες αντίστοιχα (Pavlov et al., 1982).

4.12 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΙΕΡΟΥ ΟΣΤΟΥ

Τα κατάγματα κόπωσης του ιερού είναι πιο συχνά σε ηλικιωμένους και σε άτομα με προδιαθεσικούς παράγοντες όπως ιδιοπαθής οστεοπόρωση και οστεοπόρωση που συνδέεται με ραδιενέργεια, στεροειδή ή κακοήθεις όγκους (Abe et al., 1992; Carter, 1987; Cooper et al., (1985); Lourie, 1982). Ένας μικρός αριθμός περιπτώσεων έχει αναφερθεί σε γυναίκες αθλήτριες και νεοσύλλεκτους στρατιώτες (McFarland & Giangarra, 1996; Volpin et al., 1989). Τα κατάγματα κόπωσης του ιερού πιο συχνά εμφανίζονται στους αθλητές αποστάσεων (McFarland & Giangarra, 1996). Στους δρομείς θεωρείται ότι τα κατάγματα είναι αποτέλεσμα της κυκλικής φόρτισης του ιερού (Ireland & Nattiv, 2002).

4.12.1 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Έχει προταθεί η άποψη ότι τα κατάγματα κόπωσης του ιερού θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν εάν ο ασθενής παραπονιέται για πόνο χαμηλά στη μέση, ή αντανακλώμενο πόνο στο γλουτό, στη βουβωνική χώρα ή χαμηλά προς το πόδι. Το ευρύ φάσμα των συμπτωμάτων μπορεί να οφείλεται σε ερεθισμό της ιππουρίδας ή των νευρικών ριζών του ιερού, έτσι είναι δύσκολη η διάγνωση του προβλήματος μέσω της φυσικής εξέτασης. Μπορεί να υπάρχει μόνο ευαισθησία στην περιοχή του ιερού και των ιερολαγόνιων αρθρώσεων (Ireland & Nattiv, 2002).

4.12.2 ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Η ακτινογραφία της λεκάνης και του ιερού είναι συνήθως φυσιολογική. Επιπλέον ακτινολογικός έλεγχος, που να περιλαμβάνει σπινθηρογράφημα οστών και μαγνητική τομογραφία, μπορεί να κριθεί απαραίτητος ώστε να επιβεβαιωθεί η διάγνωση (Εικόνα 4.12) (Ireland & Nattiv, 2002).



Εικόνα 4.12. Σπινθηρογράφημα οστών που δείχνει κάταγμα κόπωσης στο ιερό οστό. Τροποποιημένο από (Rodrigues et al., 2009).

4.12.3 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η θεραπεία περιλαμβάνει ξεκούραση και σταδιακή επιστροφή στη δραστηριότητα όταν υποχωρήσουν τα συμπτώματα. Η ποδηλασία και το τρέξιμο σε πισίνα επιτρέπονται κατά την περίοδο ξεκούρασης ώστε να διατηρηθεί η δύναμη και η αερόβια ικανότητα. Όπως και με τα υπόλοιπα κατάγματα κόπωσης στις γυναίκες αθλήτριες, μία διεπιστημονική προσέγγιση μπορεί να είναι απαραίτητη. Άλλα ερευνητικά δεδομένα έχουν επιβεβαιώσει ότι οι περισσότεροι αθλητές αναρρώνουν από αυτό τον τραυματισμό χωρίς επακόλουθα (Ireland & Nattiv, 2002).

4.13 ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΩΛΕΚΡΑΝΟΥ

4.13.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα κατάγματα κόπωσης του ωλεκράνου αναφέρονται κυρίως σε αθλητές που πραγματοποιούν ρίψεις πάνω από το ύψος της κεφαλής. Εμφανίζονται σε διάφορα σημεία, ειδικά στην ενδοαρθρική επιφάνεια. Η πιο πιθανή αιτία του τραυματισμού είναι οι επαναλαμβανόμενες εφαρμογές τάσεων που δέχεται το ωλέκραιο καθώς εκτείνεται ο αγκώνας. Οι τάσεις αυτές προκαλούνται λόγω της συστολής του τρικέφαλου, στη φάση της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης κατά τη διάρκεια της ρίψης (Andrews et al., 2004). Επαναλαμβανόμενη υπερφόρτιση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το κάταγμα κοπώσεως του ωλεκράνου ή τον διαχωρισμό της απόφυσής του (Buschbacher, 2002).

4.13.2 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Κατά την υποκειμενική αξιολόγηση ο ασθενής αναφέρει πόνο κατά την ρίψη στην οπίσθια έξω επιφάνεια του αγκώνα. Τα συμπτώματα είναι παρόμοια με αυτά της τενοντίτιδας του τρικέφαλου, ωστόσο μέσω της ψηλάφησης μπορεί να εντοπιστεί λόγω υψηλής ευαισθησίας η εμπλεκόμενη περιοχή του ωλεκράνου. Ο ακτινολογικός έλεγχος, ειδικά στα πρώιμα στάδια του τραυματισμού, μπορεί να τεκμηριώσει τη διάγνωση μέσω σπινθηρογραφήματος οστών και μαγνητικής τομογραφίας (Andrews et al., 2004).

4.13.3 ΘΕΡΑΠΕΙΑ

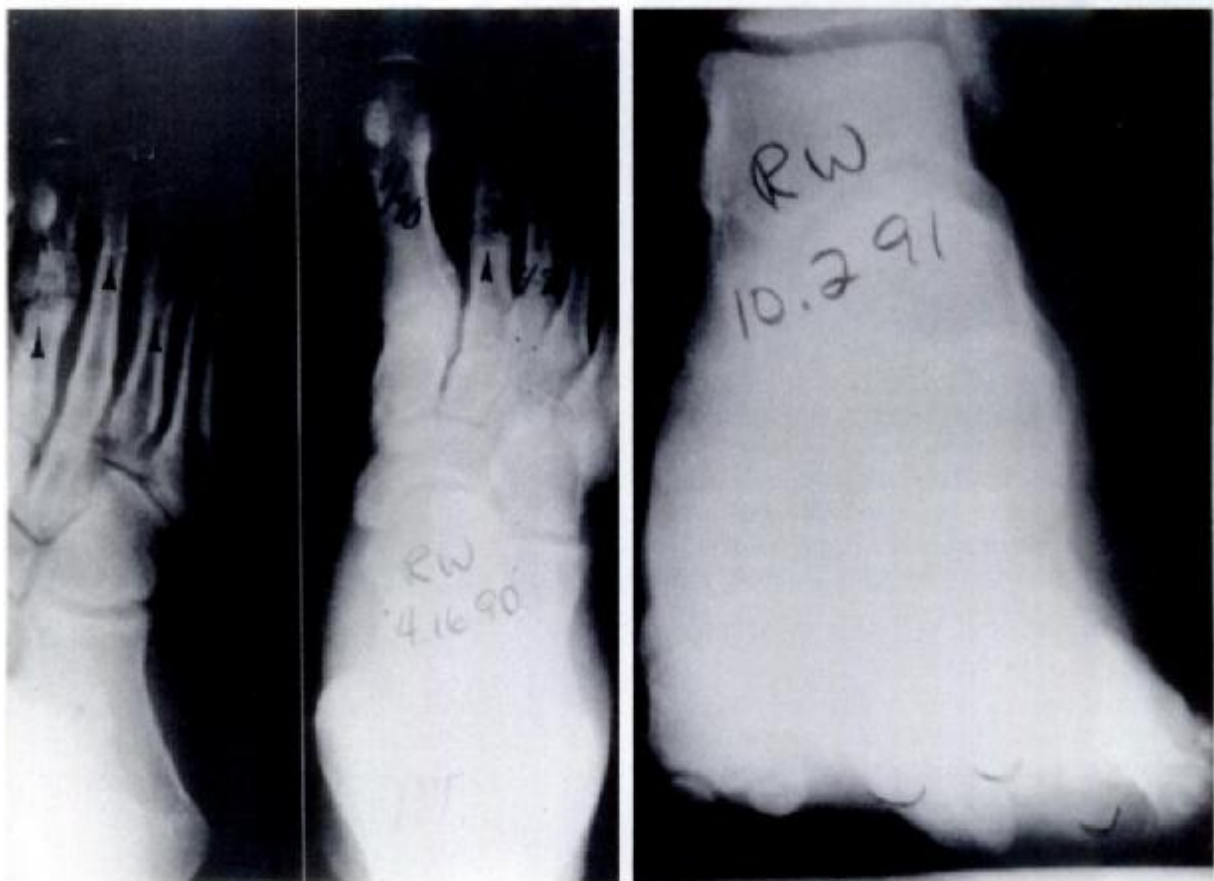
Η θεραπεία περιλαμβάνει χαλαρή ακινητοποίηση με νάρθηκα αγκώνα γωνίας 90°, για διάστημα από 4 έως και 6 εβδομάδων (Buschbacher, 2002). Για να επουλωθεί επαρκώς η περιοχή του κατάγματος διακόπτονται πλήρως οι επιθετικές ασκήσεις ενδυνάμωσης και ελαστικότητας, για τις πρώτες 6 έως 8 εβδομάδες. Ο αθλητής θα πρέπει να διατηρεί την κίνηση με ήπιες ασκήσεις εύρους. Η άρση βάρους, η πλειομετρική άσκηση, καθώς και οι εξειδικευμένες αθλητικές ασκήσεις, δεν επιτρέπονται, μέχρι να είναι εμφανής ακτινολογικά η πώρωση του οστού, δηλαδή συνήθως στις 8 έως 12 εβδομάδες. Η πλήρης ανάρρωση υπολογίζεται στους 3 με 6 μήνες από τον τραυματισμό. Η χειρουργική αντιμετώπιση με εσωτερική

οστεοσύνθεση ενδείκνυται εάν αποτύχει η συντηρητική διαχείριση (Andrews et al., 2004). Ο διαχωρισμός της απόφυσης του ωλέκρανου αποτελεί ένδειξη χειρουργικής επέμβασης για πιθανή ανοικτή ανάταξη και εσωτερική οστεοσύνθεση (Buschbacher, 2002).

4.14 ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

Από καιρού εις καιρόν, ένας αθλητής μπορεί να έχει πολλαπλά κατάγματα ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Μελέτες έχουν δείξει ότι αυτό είναι αρκετά συχνό φαινόμενο στους χορευτές μπαλέτου, με σπινθηρογραφήματα οστών τα οποία εμφανίζουν ενδείξεις πολλαπλών καταγμάτων λόγω φόρτισης και αντιδράσεις στη φόρτιση. Μερικά από αυτά τα κατάγματα είναι συμπτωματικά και μερικά είναι ασυμπτωματικά. Τα διμερή κατάγματα της κνήμης έχουν αναφερθεί και σε δρομείς, και αυτά μπορεί να συμβαίνουν ταυτόχρονα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (Nix, 1983).

Διαδοχικά κατάγματα κόπωσης των μεταταρσίων μπορεί να συμβούν, ιδιαίτερα όταν έχουν μετατοπιστεί αυτά τα κατάγματα. Η μετατόπιση του κατάγματος ανακουφίζει από την πίεση το οστό στο οποίο επικεντρωνόταν η πίεση πριν από το κάταγμα. Βλάβες μεταφοράς συμβαίνουν στη συνέχεια, και προοδευτικά κατάγματα αναπτύσσονται, τελικά με τη συμμετοχή όλων των μεταταρσίων. Σοβαρή παραμόρφωση μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας (ιδίως η ανάπτυξη της σφυροδακτηλίας), που παράγουν ανώμαλα μοτίβα φόρτισης (Εικ. 4.13). Σε ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα κόπωσης, κάποιος πρέπει πάντα να ψάξει για μια υποκείμενη αιτία, η οποία μπορεί να είναι διαρθρωτικού, μεταβολικού, νευρολογικού ή ορμονικού χαρακτήρα (Eisele & Sammarco, 1993).



Εικόνα 4.13. Η αριστερή εικόνα δείχνει, Κ.Κ. στα μετατόρσια σε διάφορα στάδια της θεραπείας. Η δεξιά εικόνα δείχνει, τις κεφαλές των μεταταρσίων με Κ.Κ. και στα 5 μετατόρσια. Τροποποιημένο από (Eisele & Sammarco, 1993).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κατάγματα κόπωσης (Κ.Κ.) είναι αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενων φορτίσεων, μικρότερης έντασης από αυτή που απαιτείται για ένα οξύ κάταγμα. Αριθμός κύκλων φόρτισης είναι απαραίτητος για τη δημιουργία Κ.Κ. και σχετίζονται με το μέγεθος, το ρυθμό φόρτισης που εφαρμόζονται και την ικανότητα του οστού να αντισταθεί στην φόρτιση.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα Κ.Κ. έχουν ως κύριο παράγοντα προδιάθεσης το φύλο (Bijur et al., 1997; Brudvig et al., 1983; Jones et al., 1999; Beck et al., 2000) αλλά και πολλά χαρακτηριστικά που έχουν ενοχοποιηθεί ως παράγοντες κινδύνου όπως η ηλικία, η σκελετική ευθυγράμμιση, η μειωμένη πυκνότητα των οστών, ορμονικοί παράγοντες, παράμετροι εξάσκησης και τα αθλητικά παπούτσια (Korpelainen et al., 2001).

Σχετικά με τη διάγνωση, ερευνητικά δεδομένα πιστοποίησαν ότι οι ακτινογραφίες εμφανίζονται θετικές μόνο στο 47,2% των περιπτώσεων, ενώ το σπινθηρογράφημα οστών έχει ακρίβεια σε ποσοστό 95,8% (Norris, 2004). Με βάση τα αποτελέσματα έρευνας, η μαγνητική τομογραφία μπορεί να θεωρηθεί ένα καλό εργαλείο για την αξιολόγηση της έκτασης των έντονων αλλαγών του μυελού των οστών στο πόδι (Sormaala et al., 2011).

Περιορισμένες είναι οι αναφορές όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης των καταγμάτων κόπωσης μεταξύ των πολιτών και των συμμετεχόντων στην άσκηση. Όμως τα σφάλματα στην προπόνηση των δρομέων συμβάλουν κατά ένα 60-75% σε τέτοιους τραυματισμούς. Τα κατάγματα κοπώσεως αποτελούν υπόδειγμα ενός τραυματισμού υπέρχρησης, για αυτόν το λόγο σηματοδοτούν την ανάγκη για έρευνα στις προπονητικές συνήθειες, στις αθλητικές τεχνικές και στον εξοπλισμό (Norris, 2004). Επίσης η ενημέρωση των αθλητών για τους τραυματισμούς και η εκπαίδευσή τους ώστε να αναγνωρίζουν έγκαιρα τα συμπτώματα των καταγμάτων κόπωσης, είναι ύψιστης σημασίας για να αποτραπεί η ολοκληρωμένη δομική βλάβη του οστού, ειδικά σε ανατομικές περιοχές υψηλού κινδύνου όπως ο αυχέννας του μηριαίου, το

μεσάρθριο τμήμα, το σκαφοειδές του τάρσου και η πρόσθια επιφάνεια στη μεσότητα της κνήμης (Ireland & Nattiv, 2002).

Πάνω από το 50% των καταγμάτων κόπωσης συντελούνται στην κνήμη και την περόνη με το υπόλοιπο ποσοστό να κατανέμεται κυρίως στο κάτω άκρο (Norris, 2004). Τα Κ.Κ. στην κνήμη αποτελούν το 33% με 55% όλων των Κ.Κ. των δρομέων (Milner et al., 2006). Υπολογίζεται ότι περίπου τα μισά από τα κατάγματα κόπωσης στους αθλητές συντελούνται στη διάφυση της κνήμης (Lorimer et al., 2004). Οι Milner και οι συνεργάτες του βρήκαν ότι αν και μικρότερου βεληνεκούς οι προσθοπίσθιες δυνάμεις που εφαρμόζονται στα κάτω άκρα κατά την φάση φόρτισης συντελούν στην δημιουργία Κ.Κ. στην κνήμη. Παρ' όλα αυτά οι κάθετες φορτίσεις φαίνετε να είναι πιο σημαντικές (Milner et al., 2006).

Όσον αφορά την εμπειρία και την ικανότητα των αθλητών, παρατηρήθηκε ότι όσο μικρότερη ήταν η πείρα του αθλητή τόσο μεγαλύτερο ήταν το ποσοστό των τραυματισμών, αφού οι περισσότεροι αρχάριοι παρουσιάζουν χαμηλούς δείκτες φυσικής κατάστασης και έλλειψη εξοικείωσης σε συγκεκριμένες τεχνικές προπόνησης (π.χ. διαλλείματα, προπόνηση με βάρη, αποστάσεις, πλειομετρικές ασκήσεις), χρειάζονται εξατομικευμένα προγράμματα κατά την έναρξη της προπόνησης (Ireland & Nattiv, 2002). Στους αρχάριους δρομείς, ένας επιπλέον παράγοντας είναι η μυϊκή αδυναμία στον κάτω κορμό η οποία οδηγεί σε μείωση της ικανότητας των μαλακών ιστών για απορρόφηση κραδασμών (Norris, 2004).

Μελέτες αναφέρουν υψηλότερο ποσοστό τραυματισμών και καταγμάτων κόπωσης σε αθλήτριες που είναι λίγο ή και καθόλου εμμηνορροϊκές σε σύγκριση με αυτές που είναι φυσιολογικά εμμηνορροϊκές. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλος αριθμός αθλητριών, οι οποίες υποφέρουν από εμμηνορροϊκές δυσλειτουργίες και διατροφικές διαταραχές, αθλούνται σε ψυχαναγκαστικό βαθμό και δε σταματάνε την προπόνηση ακόμα και όταν εμφανίζουν συμπτώματα τραυματισμού.

Επίσης από καιρού εις καιρόν, ένας αθλητής μπορεί να έχει πολλαπλά κατάγματα ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Μελέτες έχουν δείξει ότι αυτό είναι αρκετά συχνό φαινόμενο στους χορευτές μπαλέτου (Nix, 1983). Σε ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα κόπωσης, κάποιος πρέπει πάντα να ψάξει για μια υποκείμενη αιτία, η

οποία μπορεί να είναι διαρθρωτικού, μεταβολικού, νευρολογικού ή ορμονικού χαρακτήρα (Eisele & Sammarco, 1993).

Στις ένοπλες δυνάμεις, τα κατάγματα κοπώσεως είναι σημαντικό εμπόδιο στη στρατιωτική επιχειρησιακή δυνατότητα και αποτελούν ουσιαστικό πρόβλημα για το στρατιωτικό ιατρικό σύστημα. Τα ποσοστά καταγμάτων αυξάνονται απότομα με την ηλικία μεταξύ των νεοσυλλέκτων και μειώνονται σημαντικά με την ηλικία μεταξύ των μη-νεοσυλλέκτων. Σε νεοσύλλεκτους και μη, τα ποσοστά των καταγμάτων κόπωσης σε κνήμη και περόνη ήταν υπερδιπλάσια των γυναικών σε σχέση με τους άνδρες. Επίσης το σύνολο των πολιτικών και στρατιωτικών μελετών, που εξετάζουν τη σύνδεση της αμηνόρροιας ή της ακανόνιστης έμμηνου ρύσης με τον κίνδυνο για ανάπτυξη κατάγματος κόπωσης, αν και είχαν αδυναμίες στο σχεδιασμό και την ανάλυση, στο σύνολό τους υποδεικνύουν έντονα ότι μια τέτοια ένωση υπάρχει (Jones et al., 2002).

Η παρέμβαση στο στρατιωτικό πρόγραμμα εκπαίδευσης πρέπει να έχει στόχο τη μείωση των τραυματισμών μέσω της αύξησης του χρόνου ανάρρωσης μεταξύ έντονων σωματικών ασκήσεων, της αύξησης της ελάχιστης διάρκειας του νυχτερινού ύπνου και μείωσης της συσσωρευτικής απόστασης πορειών κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης των νεοσυλλέκτων. Η μείωση της τάξης του 67% στην εμφάνιση των Κ.Κ., σε ομάδες που δόθηκε χρόνος αποκατάστασης, υποδηλώνει ένα δυνατό όφελος από αυτή την παρέμβαση (Scully & Besterman, 1982). Μαζί, τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι τα προγράμματα εκπαίδευσης των νεοσυλλέκτων μπορούν να καταρτιστούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος κατάγματος κόπωσης, χωρίς να υποβαθμίζονται οι εκπαιδευτικοί στόχοι (Lee, 2011). Επίσης η χρήση ορθωτικών μέσων που τοποθετήθηκαν στις αρβύλες των στρατιωτών, βρέθηκε να μειώνει κατά 50% τα Κ.Κ. (Giladi et al., 1991; Schaffler et al., 1989).

Η πρώιμη κλινική διάγνωση ενός Κ.Κ. μπορεί να αποβεί σωτήρια. Για αυτό μια μεγάλης έκτασης υποψία και συμπτωματική ακολουθία σε συνδυασμό με την κατανόηση των περιορισμών των διαγνωστικών παραγόντων είναι απαραίτητη από την αρχή του τραυματισμού. Μια τόσο αυστηρή προσέγγιση τελικά θα μπορέσει να ανταμείψει τους ασθενείς που θέλουν πάση θυσία να γυρίσουν όσο πιο γρήγορα μπορούν στις δραστηριότητές τους (Brockwell et al., 2009).

Ερευνητικά δεδομένα πιστοποίησαν ότι τα κατάγματα κοπώσεως συχνά διαχειρίζονται συντηρητικά, χωρίς χειρουργική επέμβαση και σε τέτοιες περιπτώσεις, η επαρκής ανάπαυση, η αναλγησία και η μειωμένη δραστηριότητα συχνά επιτρέπουν στον ασθενή να επιστρέψει σε μια πλήρως λειτουργική κατάσταση μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Περιστασιακά, η τοποθέτηση γύψου γίνεται για την περαιτέρω προστασία της περιοχής του κατάγματος. Ωστόσο, αν τα κατάγματα έχουν ως αποτέλεσμα την κακή επανένωση ή τη μη ένωση, δηλαδή ένα πιο περίπλοκο κλινικό πρόβλημα, τότε η χειρουργική επέμβαση ενδείκνυται (Sathappan & Wong, 2010). Το σκεπτικό σε αυτήν την περίπτωση είναι να θεραπευτεί ο ασθενής με τεχνικές ξεκούρασης, παγοθεραπείας, ανύψωσης, συμπίεσης και της διακοπής του αθλήματος το οποίο προκάλεσε τον τραυματισμό. Ακολουθεί συνδυασμός άσκησης και φυσιοθεραπείας με στόχο να υποχωρήσει η φλεγμονή και να αυξηθεί το εύρος κίνησης, ενώ αποτρέπεται περαιτέρω τραυματισμός. (Lorimer et al., 2004).

Από την εμβιομηχανική “σκοπιά” είναι απαραίτητη η διόρθωση πιθανής ασυμμετρίας στην λεκάνη, η αποκατάσταση της μυϊκής ισορροπίας με τις κατάλληλες διατάσεις και ασκήσεις ενδυνάμωσης, τέλος σημαντική είναι η αντιμετώπιση της μη φυσιολογικής μηχανικής του ποδιού με ορθοτικά μέσα.

Τα ερευνητικά δεδομένα πιστοποιούν ότι οι ορθοπεδικοί πάτοι παπουτσιών, μπορούν να μειώσουν τις πιθανότητες για Κ.Κ. σε μηριαίο και κνήμη, βελτιώνοντας την εμβιομηχανική, μειώνοντας την κόπωση και μετριάζοντας τη δύναμη της πρόσκρουσης (Snyder et al., 2009).

Η βιβλιογραφία είναι λιγότερο θετική στις έρευνες που προσπάθησαν να κατευθύνουν την εξέταση για άμεση βελτίωση της διαδικασίας επούλωσης σε Κ.Κ. (Moretti et al., 2009). Παρόλα αυτά η εξωτερική θεραπεία κρουστικού υπέρηχου (ESWT) έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε επιπλοκές Κ.Κ. όπως η καθυστερημένη πώρωση και η ατελής πώρωση του κατάγματος σε μικρότερο χρονικό διάστημα της αποκατάστασης (Moretti et al., 2009; Haupt et al., 1992; Schadeu et al., 2001).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Aurthur C. Guyton (2009)**. Φυσιολογία του ανθρώπου. (5^η έκδοση) Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
2. **Christopher Norris (2004)**. Sport injuries: Diagnosis and management. Edinburgh: Butterworth/Heinemann.
3. **David J. Dandy, Dennis J. Edwards (2004)**. Βασική Ορθοπαιδική και Τραυματολογία. (4^η έκδοση) Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου.
4. **Donald Lorimer, Gwen French, Maureen O' Donnell, J Gordon Burrow, Barbara Wall (2006)**. Neale's disorders of the foot. (7th edition) Edinburgh: Churchill Livingstone.
5. **Herbert Lippert (1993)**. Ανατομική: Κείμενο και άτλαντας. (5^η έκδοση) Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου.
6. **James R Andrews, Gary L Harrelson, Kevin E Wilk (2004)**. Physical rehabilitation of the injured athlete. (3rd edition) Philadelphia: Saunders.
7. **Mark Dutton (2005)**. Orthopaedic Examination, Evaluation, & Intervention Pocket Handbook. New York: McGraw-Hill.
8. **Mary L Ireland, Aurelia Nattiv (2002)**. The female athlete. Philadelphia: Saunders.
9. **Nancy Hamilton, Kathryn Luttgens (2003)**. Κινησιολογία: Επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης. (10^η έκδοση) Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου.
10. **Ralph M Bushbacher (2002)**. Practical guide to musculoskeletal disorders: Diagnosis and rehabilitation. (2nd edition) Boston: Butterworth/Heinemann.
11. **Robert Bruce Salter (1999)**. Textbook of disorders and injuries of the musculoskeletal system. (3rd edition) Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
12. **Roger M. Enoka (2007)**. Αρχές Εμβιομηχανικής και Φυσιολογίας της Κίνησης. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης.
13. **Βασίλειος Παπαβασιλείου (2003)**. Ορθοπαιδική: Συγγενείς ανωμαλίες, παθήσεις και κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος. (2^η έκδοση) Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

14. **Δημήτριος Αλειφερόπουλος (2003)**. Οστά και αρθρώσεις: Για τεχνολόγους-ακτινολόγους. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
15. **Ηλίας Ε. Λαμπίρης (2007)**. Ορθοπαιδική και Τραυματολογία. (2^η έκδοση) Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης.
16. **Παναγιώτης Π. Συμεωνίδης (1997)**. Ορθοπαιδική: Κακώσεις και παθήσεις του μυοσκελετικού συστήματος. (2^η έκδοση) Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Abe H, Nakamura M, Takahashi S, Maruoka S, Ogawa Y, Sakamoto K. (1992)**. Radiation-induced insufficiency fractures of the pelvis: evaluation with 99mTc-methylene diphosphonate scintigraphy. *American Journal of Roentgenology*. 158(3):599-602.
2. **Aicher A, Heeschen C, Sasaki K, Urbich C, Zeiher AM, Dimmeler S (2006)**. Low-energy shock wave for enhancing recruitment of endothelial progenitor cells: a new modality to increase efficacy of cell therapy in chronic hind limb ischemia. *Circulation*. 114(25):2823-30.
3. **Almeida SA, Williams KM, Shaffer RA, Brodine SK (1999)**. Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. *Med Sci Sports Exerc*. 31(8):1176-82.
4. **Altarac M, Gardner JW, Popovich RM, Potter R, Knapik JJ, Jones BH (2000)**. Cigarette smoking and exercise-related injuries among young men and women. *Am J Prev Med*. 18(3 Suppl):96-102.
5. **Asal W (1936)**. Injury abuse of the system of bones in soldiers. 186:511—522.
6. **Barrow GW, Saha S (1988)**. Menstrual irregularity and stress fractures in collegiate female distance runners. *Am J Sports Med*. 16(3):209-16.
7. **Beck TJ, Ruff CB, Mourtada FA, Shaffer RA, Maxwell-Williams K, Kao GL, Sartoris DJ, Brodine S (1996)**. Dual-energy x-ray absorptiometry derived structural geometry for stress fracture prediction in male U.S. Marines corps recruits. *J Bone Miner Res*. 11(5):645-53.

8. **Beck TJ, Ruff CB, Shaffer RA, Betsinger K, Trone DW, Brodine SK (2000).** Stress fracture in military recruits: gender differences in muscle and bone susceptibility factors. *Bone*. 27(3):437-44.
9. **Bennel K, Crossley K, Javaraian J, Walton E, Warden S, Kiss ZS, Wrigley T (2004).** Ground reaction forces and bone parameters in females with tibial stress fractures. *Medicine and science in sports and exercise*. 36(3):397-404.
10. **Bennell K, Matheson G, Meeuwisse W, Brukner P (1999).** Risk factors for stress fractures. *Sports medicine*. 28 (2):91-122.
11. **Bennell KL, Brukner PD (1997).** Epidemiology and site specificity of stress fractures. *Clin Sports Med*. 16(2):179-96.
12. **Bennell KL, Malcolm SA, Thomas SA, Wark JD, Brukner PD (1996).** The incidence and distribution of stress fractures in competitive track and field athletes. A twelve-month prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*. 24(2):211-7.
13. **Bijur PE, Horodyski M, Egerton W, Kurzon M, Lifrak S, Friedman S (1997).** Comparison of injury during cadet basic training by gender. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 151(5):456-61.
14. **Black JR (1982).** Stress fractures of the foot in female soldiers: a two-year survey. *Mil Med*. 147(10):861-2.
15. **Breithaupt MD (1855).** The pathology of the human foot. *Med Zeitung*. 24:164
16. **Brockewll J, Yeung Y, Griffith JF (2009).** Stress fractures of the foot and ankle. *Sports Med Arthrosc*. 17(3):149-59.
17. **Brudvig TJ, Gudger TD, Obermeyer L (1983).** Stress fractures in 295 trainees: a one-year study of incidence as related to age, sex, and race. *Mil Med*. 148(8):666-7.
18. **Brunet ME, Cook SD, Brinker MR, Dickinson JA (1990).** A survey of running injuries in 1505 competitive and recreational runners. *J Sports Med Phys Fitness*. 30(3):307-15.
19. **Carter SR (1987).** Stress fracture of the sacrum: brief report. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 69(5):843-4.
20. **Cermak K, Shumelinsky F, Alexiou J, Gebhart MJ (2010).** Case reports: subtrochanteric femoral stress fractures after prolonged alendronate therapy. *Clin Orthop Relat Res*. 468(7):1991-6.

21. **Chen YJ, Wurtz T, Wang CJ, Kuo YR, Yang KD, Huang HC, Wang FS (2004).** Recruitment of mesenchymal stem cells and expression of TGF-beta 1 and VEGF in the early stage of shock wave-promoted bone regeneration of segmental defect in rats. *J Orthop Res.* 22(3):526-34.
22. **Ciampa AR, de Prati AC, Amelio E, Cavalieri E, Persichini T, Colasanti M, Musci G, Marlinghaus E, Suzuki H, Mariotto S (2005).** Nitric oxide mediates anti-inflammatory action of extracorporeal shock waves. *FEBS Lett.* 579(30):6839-45.
23. **Clement DB, Taunton JE, Smart GW et al. (1981).** A survey of overuse running injuries. *Physician Sportsmed.* 9(5):47-58.
24. **Cooper KL, Beabout JW, Swee RG. (1985).** Insufficiency fractures of the sacrum. *Radiology.* 156(1):15-20.
25. **Cowan DN, Jones BH, Frykman PN, Polly DW Jr, Harman EA, Rosenstein RM, Rosenstein MT (1996).** Lower limb morphology and risk of overuse injury among male infantry trainees. *Med Sci Sports Exerc.* 28(8):945-52.
26. **Cready MW & Dixon SJ (2008).** External frontal plane loads may be associated with tibial stress fracture. *Medicine & science in sports & exercise.* 40(9):1669-7.
27. **Daffner RH, Pavlov H (1992).** Stress fractures: current concepts. *American Journal of Roentgenology.* 159(2):245-52.
28. **Devas MB (1958).** Stress fractures of the tibia in athletes or shin soreness. *J Bone Joint Surg Br.* 40-B(2):227-39.
29. **Devas MB, Sweetnam R (1956).** Stress fractures of the fibula; a review of fifty cases in athletes. *J Bone Joint Surg Br.* 38-B(4):818-29.
30. **Drez D Jr, Young JC, Johnston RD, Parker WD (1980).** Metatarsal stress fractures. *Am J Sports Med.* 8(2):123-5.
31. **Eisele SA, Sammarco GJ (1993).** Fatigue fractures of the foot and ankle in the athlete. *J Bone Joint Surg Am.* 75(2):290-8.
32. **Ekenman I, Milgrom C, Finestone A, Begin M, Olin C, Arndt T, Burr D (2002).** The role of biomechanical shoe orthoses in tibial stress fracture prevention. *Am J Sports Med.* 30(6):866-70.
33. **Elias I, Zoga AC, Raikin SM, Peterson JR, Besser MP, Morrison WB, Schweitzer ME (2008).** Bone stress injury of the ankle in professional ballet dancers seen on MRI. *BMC Musculoskelet Disord.* 28;9:39.

34. **Finestone A, Shlamkovitch N, Eldad A, Wosk J, Laor A, Danon YL, Milgrom C (1991).** Risk factors for stress fractures among Israeli infantry recruits. *Mil Med.* 156(10):528-30.
35. **Friberg O (1982).** Leg length asymmetry in stress fracture. A clinical and radiological study. *JSports Med Phys Fitness.* 22(4):485-8.
36. **Friedl KE, Nuovo JA, Patience TH, Dettori JR (1992).** Factors associated with stress fracture in young army women: indications for further research. *Mil Med.* 157(7):334-8.
37. **Fujioka H, Kokubu T, Makino T, Hirata H, Naqura I, Inui A, Tanaka J, Yoshiya S, Kurosaka M (2010).** Stress fracture of the fifth metatarsal bone as a late complication of total knee arthroplasty. *Kobe J Med Sci.*55(4):E93-3.
38. **Gardner LI Jr, Dziados JE, Jones BH, Brundage JF, Harris JM, Sullivan R, Gill P (1988).** Prevention of lower extremity stress fractures: a controlled trial of a shock absorbent insole. *Am J Public Health.* 78(12):1563-7.
39. **Giladi M, Milgrom C, Danon Y, Aharonson Z (1985).** The correlation between cumulative march training and stress fractures in soldiers. *Mil Med.* 150(11):600-1.
40. **Giladi M, Milgrom C, Simkin A, Danon Y (1991).** Stress fractures. Identifiable risk factors. *Am J Sports Med.* 19(6):647-52.
41. **Giladi M, Milgrom C, Stein M (1985).** The low arch, a protective factor in stress fractures: a prospective study of 295 military recruits. *Orthop Rev.* 14:82-4.
42. **Giladi M, Milgrom C, Simkin A, Stein M, Kashtan H, Margulies J, Rand N, Chisin R, Steinberg R, Aharonson Z (1987).** Stress fractures and tibial bone width. A risk factor. *J Bone Joint Surg Br.* 69(2):326-9.
43. **Giladi M, Milgrom C, Stein M, Kashtan H, Margulies J, Chisin R, Steinberg R, Kedem R, Aharonson Z, Simkin A (1987).** External rotation of the hip. A predictor of risk for stress fractures. *Clin Orthop Relat Res.* (216):131-4.
44. **Gilchrist J, Jones BH, Sleet DA, Kimsey CD (2000).** Exercise-related injuries among women: strategies for prevention from civilian and military studies. *MMWR Recomm Rep.* 31;49(RR-2):15-33.
45. **Grimston SK, Engsberg JR, Kloiber R, Hanley DA (1991).** Bone mass, external loads, and stress fractures in female runners. *Int. J. Sport Biomech.* 7:293-302.

46. **Grimston SK, Nigg BM, Fisher V, Ajemian SV (1994).** External loads throughout a 45 minute run in stress fracture and non-stress fracture runners. *J. Biomech.* 27:668.
47. **Haupt G, Haupt A, Ekkemkamp A, Gerety B, Chavapil M (1992).** Influence of shock waves on fracture healing. *Urology.* 39(6):529-32.
48. **Hill PF, Chatterji S, Chambers D, Keeling JD (1996).** Stress fracture of the pubic ramus in female recruits. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume.* 78(3):383-6.
49. **Jones BH, Bovee MW, Harris JM 3rd, Cowan DN (1993).** Intrinsic risk factors for exercise-related injuries among male and female army trainees. *Am J Sports Med.* 21(5):705-10.
50. **Jones BH, Cowan DN, Tomlinson JP, Robinson JR, Polly DW, Frykman PN (1993).** Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Med Sci Sports Exerc.* 25(2):197-203.
51. **Jones BH, Shaffer RA, Snedecor MR (1999).** Chapter 6. Injuries treated in outpatient clinics: surveys and research data. *Mil Med.* 164(8 Suppl):1-89.
52. **Jones BH, Thacker SB, Gilchrist J, Kimsey CD Jr, Sosin DM (2002).** Prevention of lower extremity stress fractures in athletes and soldiers: a systematic review. *Epidemiol Rev.* 24(2):228-47.
53. **Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR (1999).** The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med.* 27(5):585-93.
54. **Korpelainen R, Orava S, Karpakka J, Siira P, Hulkko A (2001).** Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. *Am J Sports Med.* 29(3):304-10
55. **Korvala J, Hartikka H, Pihlajamaki H, Soloviena S, Ruohola JP, Sahi T, Barral S, Ott J, Ala-kokko L, Mannikko M (2010).** Genetic predisposition for femoral neck stress fractures in military conscripts. *BMC Genet.* 21;11:95
56. **Kowal DM (1980).** Nature and causes of injuries in women resulting from an endurance training program. *Am J Sports Med.* 8(4):265-9.
57. **Kuusela TV (1984).** Incidence of bone lesions in the lower extremities during endurance training. *Ann Clin Res.* 40:17-9.

58. **Latshaw RF, Kantner TR, Kalenak A, Baum S, Corcoran JJ Jr (1981).** A pelvic stress fracture in a female jogger. A case report. *The American Journal of Sports Medicine.* 9(1):54-6.
59. **Lee D (2011).** Stress fractures, active component, U.S. Armed Forces, 2004-2010. *MSMR.* 18(5):8-11.
60. **Lourie H (1982).** Spontaneous osteoporotic fracture of the sacrum. An unrecognized syndrome of the elderly. *The Journal of the American Medical Association.* 248(6):715-7.
61. **Mann RA (1982).** Biomechanics of running: Symposium on the Foot and Leg in Running Sports. p:1-29.
62. **Margulies JY, Simkin A, Leichter I, Bivas A, Steinberg R, Giladi M, Stein M, Kashtan H, Milgrom C (1986).** Effect of intense physical activity on the bone-mineral content in the lower limbs of young adults. *J Bone Joint Surg Am.* 68(7):1090-3.
63. **Markey KL (1987).** Stress fractures. *Clin Sports Med.* 6(2):405-25.
64. **Marti B, Vader JP, Minder CE, Abelin T (1988).** On the epidemiology of running injuries. The 1984 Bern Grand-Prix study. *Am J Sports Med.* 16(3):285-94.
65. **Martini L, Giavaresi G, Fini M, Torricelli P, de Pretto M, Schaden W, Giardino R (2003).** Effect of extracorporeal shock wave therapy on osteoblastlike cells. *Clin Orthop Relat Res.* (413):269-80.
66. **Mathenson GO, Clement DB, Mckenzie DC, Taunton JE, Liloyd-Smith DR, MacIntyre JG (1987).** Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *The American journal of sports medicine.* 15(1):46-58.
67. **McBryde AM (1975).** Stress fracture in athletes. *J Sports Med.* 3(5):212-7
68. **McFarland EG, Giangarra C (1996).** Sacral stress fractures in athletes. *Clinical orthopaedics and related research.* (329):240-3.
69. **Milgrom C, Finestone A, Shlamkovitch N, Work J, Laor A, Voloshin A, Eldad A (1992).** Prevention of overuse injuries of the foot by improved shoe shock attenuation. A randomized prospective study. *Clin Orthop Relat Res.* (281):189-92.
70. **Milgrom C, Giladi M, Simkin A, Rand N, Kedem R, Kashtan H, Stein M, Gomori M (1989).** The area moment of inertia of the tibia: a risk factor for stress fractures. *J Biomech.* 22(11-12):1243-8.

71. **Milgrom C, Giladi M, Simkin A, Rand N, Kedem R, Kashtan H, Stein M (1988)**. An analysis of the biomechanical mechanism of tibial stress fractures among Israeli infantry recruits. A prospective study. *Clin Orthop Relat Res.* (231):216-21.
72. **Milgrom C, Giladi M, Simkin A, Rand N, Kedem R, Kashtan H, Stein M, Gomori M (1989)**. The area moment of inertia of the tibia: a risk factor for stress fractures. *J Biomech.* 22(11-12):1243-8.
73. **Milner C, Feber R, Pollard C, Hamill J, Davis I (2006)**. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture. *Medicine & science in sports & exercise.* 38(2):323-8.
74. **Montgomery LC, Nelson FR, Norton JP, Deuster PA (1989)**. Orthopedic history and examination in the etiology of overuse injuries. *Med Sci Sports Exerc.* 21(3):237-43.
75. **Moretti B, Notarnicola A, Garofalo R, Moretti L, Patella S, Marlinghaus E, Patella V (2009)**. Shock waves in the treatment of stress fractures. *Ultrasound Med Biol.* 35(6):1042-9.
76. **Ng YC, Sathappan SS, Wong HP (2010)**. Management of knee osteoarthritis presenting with tibial stress fractures. *Singapore Med J.* 51(9):e 149-52
77. **Niva MH, Sormaala MJ, Kiuru MJ, Haataja R, Ahovuo JA, Pihlajamaki HK (2007)**. Bone stress injuries of the ankle and foot: an 86-month magnetic resonance imaging-based study of physically active young adults. *The American Journal of Sports Medicine.* 35(4):643-9.
78. **Nix RA (1983)**. Stress fractures in the lower extremity. *J Ark Med Soc.* 80(1):10-3.
79. **Noakes TD, Smith JA, Lindenberg G, Wills CE (1985)**. Pelvic stress fractures in long distance runners. *The American Journal of Sports Medicine.* 13(2):120-3.
80. **O'Malley MJ, Hamilton WG, Munyak J, DeFranco MJ (1996)**. Stress fractures at the base of the second metatarsal in ballet dancers. *Foot Ankle Int.* 17(2):89-94.
81. **Orava S, Puranen J, Ala-Ketola L (1978)**. Stress fractures caused by physical exercise. *Acta Orthopaedica Scandinavica.* 49(1):19-27.

82. **Parkinson DE, Joseph R, Edelman R (1988).** Biomechanical principles of tension band wiring applied to fractures of the distal fibula and fifth metatarsal base. *JFoot Surg.* 27(2):149-56.
83. **Pavlov H, Nelson TL, Warren RF, Torg JS, Burstein AH (1982).** Stress fractures of the pubic ramus. A report of twelve cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume.* 64(7):1020-5.
84. **Popovich RM, Gardner JW, Potter R, Knapik JJ, Jones BH (2000).** Effect of rest from running on overuse injuries in army basic training. *Am J Prev Med.* 18:147-55.
85. **Pouilles JM, Bernard J, Tremollières F, Louvet JP, Ribot C (1989).** Femoral bone density in young male adults with stress fractures. *Bone.* 10(2):105-8.
86. **Quirk R (1994).** Common foot and ankle injuries in dance. *The Orthopedic Clinics of North America, Foot and ankle injuries in Sports.* 25(1): 123-133.
87. **Raasch WG, Hergan DJ (2006).** Treatment of stress fractures: the fundamentals. *Clin Sports Med.* 25(1):29-36.
88. **Rammelt S, HeineckJ, Zwipp H (2004).** Metatarsal fractures. *Injury.* 35(2):77-86.
89. **Ramnath RR (2006).** 3T MR imaging of the musculoskeletal system (Part II): clinical applications. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America.* 14(1):41-62.
90. **Reinker KA, Ozburne S (1979).** A comparison of male and female orthopaedic pathology in basic training. *Mil Med.* 144(8):532-6.
91. **Reynolds KL, Heckel HA, Witt CE, Martin JW, Pollard JA, Knapik JJ, Jones BH (1994).** Cigarette smoking, physical fitness, and injuries in infantry soldiers. *Am J Prev Med.* 10(3):145-50.
92. **Rodrigues LM, Ueno FH, Valesin Filho ES, Fujiki EN, Milani C (2009).** Sacral stress fracture in a runner: a case report. *Clinics (Sao Paulo).* 64(11):1127-9.
93. **Rue JP, Armstrong DW 3rd , Frassica FJ, Deafenbaugh M, Wilckens JH (2004).** The effect of pulsed ultrasound in the treatment of tibial stress fracture. *Orthopedics.* 27(11):1192-5.
94. **Santi M, Sartoris DJ, Resnick D (1989).** Diagnostic imaging of tarsal and metatarsal stress fractures. Part I. *Orthop Rev.* 18(2):178-85.

95. **Schaden W, Fischer A, Sailer A (2001).** Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. *Clin Orthop Relat Res.* (387):90-4.
96. **Schaffler MB, Radin EL, Burr DB (1989).** Mechanical and morphological effects of strain rate on fatigue of compact bone. *Bone.* 10(3):207-14.
97. **Schweitzer ME (2008).** Bone stress injury of the ankle in professional ballet dancers seen on MRI. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 28(9):39.
98. **Scully TJ, Besterman G (1982).** Stress fractures-a preventable training injury. *Mil Med.* 147(4):285-7.
99. **Shaffer RA, Brodine SK, Almeida SA, Williams KM, Ronaghy S (1999).** Use of simple measures of physical activity to predict stress fractures in young men undergoing arigorous physical training program. *Am J Epidemiol.* 149(3):236-42.
100. **Shaffer RA, Brodine SK, Ito SI, Le AT (1999).** Epidemiology of illness and injury among U.S. Navy and Marine Corps female training populations. *Mil Med.* 164(1):17-21.
101. **Snyder RA, DeAngelis JP, Koester MC, Spindler KP, Dunn WR (2009).** Does shoe insole modification prevent stress fractures? A systematic review. *HSS J.* 5(2):92-8.
102. **Sormaala MJ, Niva MH, Kiuru MJ, Mattila VM, Pihlajamäki HK (2006).** Stress injuries of the calcaneus detected with magnetic resonance imaging in military recruits. *The Journal of bone and joint Surgery. American volume.* 88(10):2237-42.
103. **Sormaala MJ, Niva MH, Kiuru MJ, Mattila VM, Pihlajamäki HK (2006).** Outcomes of stress fractures of the talus. *American Journal of Sports Medicine.* 34(11):1809-14.
104. **Sormaala MJ, Ruohola JP, Mattila VM, Koskinen SK, Pihlajamäki HK (2011).** Comparison of 1.5T and 3T MRI scanners in evaluation of acute bone stress in the foot. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 12:128.
105. **Spitz DJ, Newberg AH (2002).** Imaging of stress fractures in the athlete. *Radiologic Clinics of North America.* 40(2):313-31.
106. **Stanitski CL, McMaster JH, Scranton PE (1978).** On the nature of stress fractures. *Am J Sports Med.* Nov-Dec;6(6):391-6.

107. **Sullivan D, Warren RF, Pavlov H, Kelman G (1984).** Stress fractures in 51 runners. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* (187):188-92.
108. **Swissa A, Milgrom C, Giladi M, Kashtan H, Stein M, Margulies J, Chisin R, Aharonson Z (1989).** The effect of pretraining sports activity on the incidence of stress fractures among military recruits. A prospective study. *Clin Orthop Relat Res.* (245):256-60.
109. **Taimela S, Kujala UM, Osterman K (1990).** Stress injury proneness: a prospective study during a physical training program. *Int J Sports Med.* 11(2):162-5.
110. **Tanenbaum LN (2006).** Clinical 3T MR imaging: mastering the challenges. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America.* 14(1):1-15.
111. **Torq JS, Balduini FC, Zelko RR, Pavlov H, Peff TC, Das M (1984).** Fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity. Classification and guidelines for non-surgical and surgical management. *JBone Joint Surg Am.* 66(2):209-14.
112. **Volpin G, Milgrom C, Goldsher D, Stein H (1989).** Stress fractures of the sacrum following strenuous activity. *Clinical orthopaedics and related research.* (243):184-8.
113. **Warden SJ, Burr DB, Brunner PD (2006).** Stress fractures: pathophysiology, epidemiology, and risk factors. *Curr Osteoporos Rep.* 4(3):103-9.
114. **Warren MP, Brooks-Gunn J, Hamilton LH, Warren LF, Hamilton WG (1986).** Scoliosis and fractures in young ballet dancers. Relation to delayed menarche and secondary amenorrhea. *N Engl J Med.* 314(21):1348-53
115. **Weinberg AM, Rzesacz EH, Illgner A, Reilmann H (1993).** Para-basal metatarsal V fracture: conservative functional treatment. *Unfallchirurg.* 96(7):395-8.
116. **Yoshikawa T, Mori S, Santiesteban AJ, Sun TC, Hafstab E, Chen J, Burr DB (1994).** The effects of muscle fatigue on bone strain. *J Exp Biol.* 188:217-33.
117. **Zahger D, Abramovitz A, Zelikovsky L, Israel O, Israel P (1988).** Stress fractures in female soldiers: an epidemiological investigation of an outbreak. *Mil Med.* 153(9):448-50.