

2012

Η εφαρμογή της ενδομυελικής ήλωσης σε οστεοπορωτικούς ασθενείς. Εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά και τεχνικές τροποποιήσεις



Νικόλαος Γ. Λασανιάνος

ΜΤΣ Μεταβολικά Νοσήματα των Οστών

Η εφαρμογή της ενδομυελικής ήλωσης σε οστεοπορωτικούς ασθενείς.

Εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά και τεχνικές τροποποιήσεις

Νικόλαος Γ. Λασσανιάνος

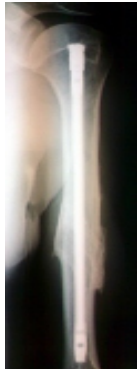
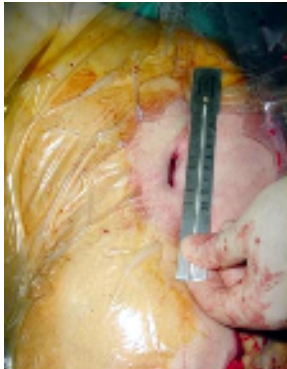
Εισαγωγή

Η ενδομυελική ήλωση αποτελεί ορθοπαιδική τεχνική με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά η οποία τα τελευταία χρόνια συνιστά θεραπεία εκλογής σχεδόν σε όλα τα διαφυσιακά κατάγματα των μακρών οστών των κάτω άκρων (μηριαίο, κνήμη) ενώ κερδίζει συνεχώς έδαφος και στην αντιμετώπιση των διαφυσιακών καταγμάτων του βραχιονίου [1, 2]. Η εφαρμογή της δεν περιορίζεται μόνο σε τραυματιολογικές περιπτώσεις καθώς έχει απόλυτη ένδειξη σε παθολογικά ή επαπειλούμενα παθολογικά κατάγματα καθώς επίσης και στην αντιμετώπιση ψευδαρθρώσεων με την τεχνική του exchange nail [3, 4]. Πέρα δε από τους ενήλικους η χρήση της έχει επεκταθεί και στα κατάγματα των παιδιών χάρη στη δημιουργία ειδικών ελαστικών εύκαμπτων ήλων (Nancy nails) [5]. (Εικ.1)

				
Ενδομυελική ήλωση ενήλικα σε κατάγμα της διάφυσης του μηριαίου	Ενδομυελική ήλωση ενήλικα σε κατάγμα της διάφυσης της κνήμης	Ενδομυελική ήλωση ενήλικα σε κατάγμα της διάφυσης του βραχιονίου	Ενδομυελική ήλωση κατάγματος κνήμης σε παιδί με εύκαμπτους ήλους (Nancy nails)	

Εικόνα 1: Περιπτώσεις ενδομυελικής ήλωσης διαφυσιακών καταγμάτων

Το σκεπτικό της τεχνικής στους ενήλικους αφορά την εισαγωγή εντός του μυελικού αυλού ενός ήλου ο οποίος ανατάσσει και σταθεροποιεί το κατάγμα. Πρόκειται για τεχνική ελάχιστης επεμβατικότητας στα μαλακά μόρια καθώς διενεργείται με μικρές τομές υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο εξασφαλίζοντας μειωμένα ποσοστά διεγχειρητικών αιμορραγιών και μετεγχειρητικών φλεγμονών καθώς δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση χειρουργικού τραύματος. (Εικ.2)

			
Για την οστεοσύνθεση κατάγματος βραχιονίου με πλάκα βίδες χρειάστηκε η εκτεταμένη τομή που απεικονίζεται στη δεξιά εικόνα.		Για την οστεοσύνθεσης κατάγματος βραχιονίου με ενδομυελικό ήλο απαιτήθηκε η δημιουργία πύλης εισόδου 2 εκατοστών.	

Εικόνα 2: Διεγχειρητικές εικόνες οστεοσύνθεσης βραχιονίου με πλάκα-βίδες ή ενδομυελικό ήλο που απεικονίζουν τα πλεονεκτήματα της ήλωσης σχετικά με την κακοποίηση των μαλακών μορίων.

Επιπρόσθετο πλεονέκτημα της ενδομυελικής ήλωσης αποτελεί η εμβιομηχανική υπεροχή της σε σχέση με άλλες τεχνικές δεδομένου ότι η κεντρική τοποθέτηση της συσκευής (ήλου) συμπίπτει με τον άξονα διέλευσης των φορτίων δια των οστών, ελαχιστοποιώντας της πιθανότητες έκκεντρης φόρτισης με τις όποιες συνέπειες (παρεκτόπιση κατάγματος, απώλεια ανάταξης, θραύσεις υλικών κα). Η δε δυνατότητα ασφάλισης του ήλου τόσο κεντρικά όσο και περιφερικά, κάτι που συνήθως επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση βιδών δια του ήλου στις περιοχές των μεταφύσεων, επιτρέπει πρώιμη κινητοποίηση των αρθρώσεων, πρώιμη φόρτιση του σκέλους και αποφυγή μακρών περιόδων κλινοστατισμού και ακινησίας [6, 7]. (Εικ.3)

	Σε περιπτώσεις ενδομυελικής ήλωσης ο μηχανικός άξονας του μακρού οστού (κίτρινο βέλος) συνήθως συμπίπτει επακριβώς με τον άξονα διέλευσης των φορτίων δια του ήλου		Σε περιπτώσεις οστεοσύνθεσης με πλάκα και βίδες ο μηχανικός άξονας του μακρού οστού (κίτρινο βέλος) δεν συμπίπτει με τον άξονα διέλευσης των φορτίων δια της πλάκας, πολλές φορές δε μπορεί να μην υπάρχει ούτε παραλληλία
---	---	--	---

Εικόνα 3: Άξονες διέλευσης φορτίων διαμέσου του οστού και του υλικού οστεοσύνθεσης

Η ενδομυελική ήλωση στους ηλικιωμένους και στους οστεοπορωτικούς ασθενείς

Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά της ενδομυελικής ήλωσης μπορεί να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμα σε ηλικιωμένους ασθενείς [8-10]. Πράγματι στους ηλικιωμένους ασθενείς που συνήθως πάσχουν και από οστεοπόρωση ο γενικότερος σκοπός της χειρουργικής θεραπείας των καταγμάτων των μακρών οστών είναι η επίτευξη όσο το δυνατόν σταθερότερης οστεοσύνθεσης, ικανής να επιτρέπει γρήγορη κινητοποίηση, σε συνδυασμό με το μικρότερο δυνατό χειρουργικό τραύμα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό διότι οι ηλικιωμένοι ασθενείς εκ των πραγμάτων διαθέτουν περιορισμένες αιμοδυναμικές εφεδρείες και χρήζουν γρήγορης κινητοποίησης μετεγχειρητικά για την αποφυγή σειράς επιπλοκών που σχετίζονται με παρατεταμένη ακινητοποίηση (κατακλίσεις, λοιμώξεις, μυϊκή ατροφία κλπ). Επιπρόσθετα λόγω γενικευμένης αδυναμίας πολλοί ηλικιωμένοι ασθενείς αδυνατούν να συμμορφωθούν με μετεγχειρητικά πρωτόκολλα αποφόρτισης ή μερικής φόρτισης του χειρουργηθέντος σκέλους. Βάσει των προαναφερθέντων η ιδανική αντιμετώπιση στους ηλικιωμένους – οστεοπορωτικούς ασθενείς θα πρέπει να αφορά τεχνικές εσωτερικής οστεοσύνθεσης ικανές να επιτρέψουν ει δυνατόν και πλήρη φόρτιση άμεσα μετεγχειρητικά [11-13]. Το ίδιο βέβαια είναι επιθυμητό και για τους μη ηλικιωμένους οστεοπορωτικούς ασθενείς.

Το κλειδί στην υπόθεση της ταχείας κινητοποίησης ενός χειρουργηθέντος μακρού οστού φαίνεται να είναι ο διαμοιρασμός των φορτίων μεταξύ υλικού και οστού (Load Shearing) ο οποίος εξυπηρετείται από δυναμικές τεχνικές οστεοσύνθεσης που επιτρέπουν ελεγχόμενη επαφή μεταξύ των κατεαγόντων οστών κατά τη φόρτιση. Κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται μια σταθερή αλλά όχι άκαμπτη (Load Bearing) οστεοσύνθεση μ' αποτέλεσμα να απομακρύνεται το ρίσκο της κόπωσης και της συνεπακόλουθης θραύσης των υλικών [14-16]. Η ενδομυελική ήλωση αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση Load Shearing τεχνικής οστεοσύνθεσης μικρής επεμβατικότητας και κατά συνέπεια καθίσταται ιδιαιτέρως κατάλληλη για ηλικιωμένους οστεοπορωτικούς ασθενείς [2, 9, 14, 17]. Παρ' ότι όμως η ενδομυελική ήλωση μπορεί να αποτελέσει μια ασφαλή και επιτυχή χειρουργική τεχνική για τα κατάγματα των μακρών οστών των ηλικιωμένων ασθενών, η συνύπαρξη οστεοπόρωσης σε αυτούς θέτει ορισμένους περιορισμούς. Κύριο πρόβλημα αποτελεί η μειωμένη ισχύς του οστού η οποία καθιστά δύσκολη την επίτευξη σταθερής σύνδεσης μεταξύ υλικών και οστών [2, 10, 18]. Όπως προαναφέρθηκε τμήμα της τεχνικής της ενδομυελικής ήλωσης αποτελεί το κεντρικό και περιφερικό κλείδωμα του ήλου με βίδες το οποίο εξασφαλίζει την σταθερότητα ανάταξης – συγκράτησης του κατάγματος. Η τοποθέτηση των βιδών του κλειδώματος αφορά τις περιοχές των μεταφύσεων, το σπογγώδες οστό των οποίων αποτελεί το πρωταρχικό σημείο στόχευσης της οστεοπόρωσης. Κατά συνέπεια στους οστεοπορωτικούς ασθενείς μπορεί να δημιουργηθεί αντικειμενικό πρόβλημα αποτυχίας της ήλωσης λόγω ελαχιστοποίησης της επαφής οστού – υλικού στα σημεία σταθεροποίησης της ήλωσης. Σχετικές μελέτες έχουν δείξει πως η οστική πυκνότητα σχετίζεται άμεσα με την συγκρατητική δύναμη των βιδών του κεντρικού και περιφερικού κλειδώματος [19]. Τα φορτία που διελαύνουν την επιφάνεια επαφής οστού – υλικού μπορεί συχνά να ξεπερνούν το μειωμένο φορτίο αντοχής του οστεοπορωτικού οστού προκαλώντας μικροκατάγματα, τοπική οστική απορρόφηση, χαλάρωση του υλικού και

συνεπακόλουθη αποτυχία της οστεοσύνθεσης. Ως αναμενόμενο δε, ο πιο κοινός τύπος αποτυχίας σε αυτές τις περιπτώσεις δεν αφορά θραύση των υλικών αλλά οστική υποχώρηση (Cut out) [18, 20-22]. (Εικ.4)

	Αποτυχία τύπου cut-out ενδομυελικής ήλωσης σε κάταγμα ισχίου οστεοπορωτικού ασθενή. Ο κοχλίας της κεφαλής έχει μετακινηθεί κεφαλικά «τρώγοντας» το σπογγώδες της κεφαλής ενώ παράλληλα έχει μεταναστεύσει προς τα έσω εισερχόμενος στην κοτύλη.		Αποτυχία ενδομυελικής ήλωσης σε κάταγμα κνήμης μη οστεοπορωτικού ασθενή. Η δημιουργία ψευδάρθρωσης δεν επέτρεψε διαμοιρασμό (load shearing) φορτίων μεταξύ ήλου-οστού μ' αποτέλεσμα κόπωση και θραύση του ήλου.
---	--	--	--

Εικόνα 4: Τυπικές περιπτώσεις αποτυχίας ενδομυελικής ήλωσης σε οστεοπορωτικούς και μη ασθενείς

Εκτός όμως από τη δυσχέρεια που προκαλεί στο κεντρικό και περιφερικό κλείδωμα των ενδομυελικών ήλων, η οστεοπόρωση επηρεάζει την ήλωση και λόγω του αδυνατίσματος που προκαλεί στο εσωτερικό τοίχωμα του διαφυσικού φλοιού. Το πρόβλημα αυτό γίνεται ιδιαίτερα έντονο σε κατάγματα που προσεγγίζουν τη μεταφυσική περιοχή (όπως λχ τα υπερκονδύλια κατάγματα του μηριαίου που αντιμετωπίζονται με ανάστροφη ενδομυελική ήλωση) καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις το μυελικό κανάλι τείνει να γίνει πολύ ευρύ στα όρια μετάφυσης – διάφυσης αδυνατώντας να στηρίξει ικανοποιητικά την εισαγωγή του ήλου και διακινδυνεύοντας δευτερογενή παρεκτόπιση σε ραιβότητα ή βλαισότητα [18].

Τεχνικές τροποποιήσεις ήλωσης σε οστεοπορωτικούς ασθενείς

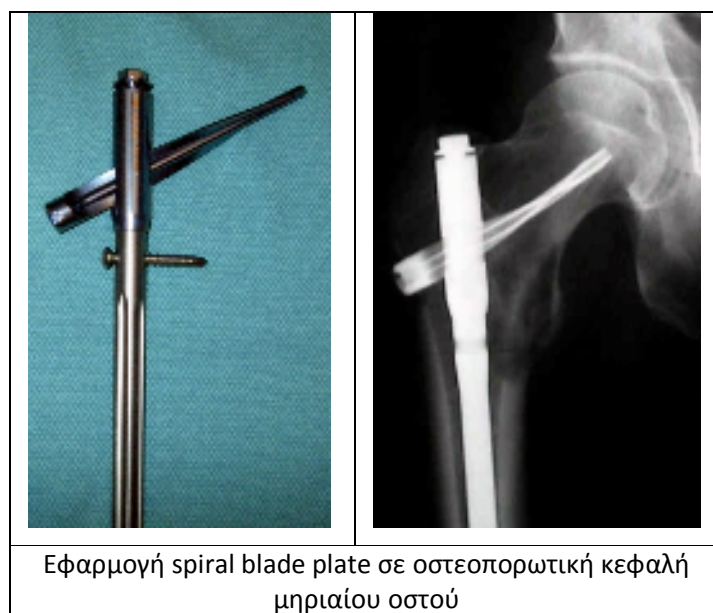
Τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια της εξέλιξης της τεχνικής της ενδομυελική ήλωσης έχουν αναπτυχθεί και εξελιχθεί διάφορα μέτρα πρόληψης της αποτυχίας της τεχνικής σε οστεοπορωτικούς ασθενείς. Τα μέτρα αυτά συνίστανται στα εξής:

1) Αύξηση του αριθμού των βιδών για το κλείδωμα του ήλου ή τροποποίηση του σχήματός τους

Το σκεπτικό της ενδομυελικής ήλωσης, όταν η τεχνική πρωτοεμφανίστηκε αφορούσε αποκλειστικά την εισαγωγή του ήλου στο μυελικό κανάλι αδιαφορώντας για την σταθεροποίηση – κλείδωμα του ήλου επί του οστού που θα εξασφάλιζε τη διατήρηση της ανάταξης. Λόγω διαφόρων αποτυχιών έγινε κατανοητό πως ο ήλος θα έπρεπε με κάποιο τρόπο να «προσδένεται» στο οστό, ώστε να ενισχύεται η σταθερότητα της οστεοσύνθεσης και να αποφεύγονται γωνιώδεις ή στροφικές παραμορφώσεις. Στα περισσότερα μοντέλα ήλων το κλείδωμα με μία μόνο βίδα θεωρήθηκε επαρκές και επικράτησε. Ωστόσο στο οστεοπορωτικό αραιωτικό σπογγώδες οστό ήταν πολύ μεγάλη η πιθανότητα αποσύνδεσης μεταξύ βίδας και οστού λόγω της μικρής επιφάνειας επαφής. Το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε με τον σχεδιασμό ήλων που έφεραν υποδοχές για περισσότερες βίδες, αυξάνοντας έτσι την επαφή του υλικού με το οστό και μειώνοντας τις πιθανότητες μηχανικής αστοχίας ή cut out του οστού [19, 23, 24]. (Εικ.5) Ένας άλλος τρόπος για την αύξηση της επιφάνειας επαφής μεταξύ οστού και υλικού είναι η χρήση τροποποιημένων βιδών εν είδη σφήνας, των λεγόμενων spiral blade plates. Το υλικό αυτό έχει αυξημένη επιφάνεια σε σχέση με μια συμβατική βίδα και τέτοια διαμόρφωση στο χώρο, ώστε να επιτρέπει πολύ καλή συγκράτηση του ήλου στο οστό [18, 25, 26]. (Εικ.6)

				
Οι πρώτοι ήλοι (Kuntcher nails) δεν έφεραν υποδοχές για βίδες κλειδώματος και απλά εμβυθίζονταν στο μυελικό κανάλι	Ήλος βραχιονίου πρώτης γενεάς με μία βίδα τόσο για κεντρικό, όσο και για περιφερικό κλείδωμα	Ήλος βραχιονίου μεταγενέστερης γενεάς που επέτρεπε κλείδωμα με τρεις βίδες για την επικίνδυνη περιοχή της εγγύς μετάφυσης	Ήλος κνήμης πρώτης γενεάς με μία βίδα για κεντρικό κλείδωμα	Ήλος κνήμης δεύτερης γενεάς με 2 παράλληλες βίδες για κεντρικό και κλείδωμα

Εικόνα 5: Η εξέλιξη του τρόπου κλειδώματος των ήλων



Εικόνα 6: Spiral Blade Plate

2) Τοποθέτηση των βιδών του κλειδώματος σε διαφορετικές κατευθύνσεις και επίπεδα

Η αύξηση του αριθμού των βιδών κλειδώματος του ήλου βελτίωσε σημαντικά την συγκράτηση του ήλου πάνω στο οστεοπορωτικό οστό. Παρατηρήθηκαν ωστόσο περιστατικά ολίσθησης του ήλου επί των παράλληλα τοποθετημένων βιδών που δημιουργούσαν παρεκτόπιση του κατάγματος. Τα κλινικά αυτά αποτελέσματα σε συνδυασμό με εμβιομηχανικές μελέτες επαναπροσδιόρισαν τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των ήλων δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη τρόπων κλειδώματος του ήλου όχι μόνο με παράλληλες βίδες αλλά και με βίδες τοποθετημένες σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Κατ' αυτόν τον τρόπο όχι μόνο εξασφαλίζονταν η αύξηση των επιφανειών επαφής μεταξύ υλικού και οστού αλλά ταυτόχρονα δημιουργείτο μια πιο σύνθετη διαπλοκή μεταξύ βιδών και σπογγώδους οστού που επέτρεπε την καλύτερη συγκράτηση των υλικών [9, 11, 19, 27]. (Εικ.7)

			
Παρεκτόπιση κατάγματος σε ήλο 2^{ης} γενεάς με 2 παράλληλες βίδες για εγγύς κλείδωμα	Ήλοι κνήμης 3ης γενεάς με πολλαπλές υποδοχές για τις βίδες του εγγύς κλειδώματος σε πολλαπλές κατευθύνσεις		Ακτινολογική απεικόνιση εγγύς κλειδώματος σε ήλο κνήμης 3^{ης} γενεάς με 3 βίδες σε διάφορες κατευθύνσεις

Εικόνα 7: Η εξέλιξη των ήλων με σκοπό τη χρήση βιδών κλειδώματος σε περισσότερες κατευθύνσεις αύξησε την σχηματιζόμενη «ανισοτροπία» μεταξύ οστού και υλικού

3) Τοποθέτηση των βιδών κατά τρόπο που να διαπερνούν τον απέναντι φλοιό του οστού και να μην περιορίζονται μόνο στο σπογγώδες οστόύν

Η εφαρμογή των βιδών του εγγύς κλειδώματος του ήλου συνήθως γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η βίδα να μην διαπερνά τον απέναντι φλοιό του οστού σε μια προσπάθεια αποφυγής τραυματισμού των μαλακών μορίων της περιοχής. Κατ' αυτόν τον τρόπο η βίδα έχει στην ουσία 2 σημεία σταθερής στήριξης: τον εγγύς φλοιό του οστού και την οπή του ήλου απ' την οποία διέρχεται ενώ η πορεία της τερματίζεται εντός του σπογγώδους της μετάφυσης. Ωστόσο σε οστεοπορωτικούς ασθενείς των οποίων το σπογγώδες οστό είναι πολύ αραιωτικό είναι σημαντικό να μπορέσουμε να αυξήσουμε τα σημεία στήριξης των βιδών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση βιδών οι οποίες να διαπερνούν και τον απέναντι φλοιό του οστού παρέχοντας έτσι ένα 3^ο σημείο στήριξης στη βίδα και αυξάνοντας την σταθερότητα της οστεοσύνθεσης. Η συγκεκριμένη τροποποίηση βρίσκει κυρίως εφαρμογή στο κλείδωμα της εγγύς μετάφυσης των καταγμάτων της κνήμης καθώς και στο κλείδωμα της περιφερικής μετάφυσης των υπερκονδυλίων καταγμάτων του μηριαίου που οστεοσυντίθενται με ανάστροφη ήλωση. Η αναγκαιότητα κλειδώματος και του απέναντι φλοιού αυξάνεται για τα ασταθέστερα, σε σχέση με αυτά της διάφυσης, κατάγματα των μεταφυσιακών περιοχών σε σχέση με αυτά της διάφυσης. Αυτό συμβαίνει διότι το σφήνωμα του ήλου στο στενότερο σημείο της διάφυσης (ισθμός) στα μεν διαφυσιακά κατάγματα λειτουργεί ως

επιπλέον σημείο στήριξης, στα δε μεταφυσιακά μπορεί να λειτουργήσει ως παράγοντας παρεκτόπισης. Πρέπει να επισημανθεί βέβαια πως η συγκεκριμένη τροποποίηση αντενδείκνυται πλήρως κατά την τοποθέτηση βιδών κλειδώματος εντός της κεφαλής του βραχιόνιου ή μηριαίου οστού διότι σε αυτή την περίπτωση η βίδα κινδυνεύει να εισέλθει εντός της άρθρωσης τραυματίζοντας το χόνδρο και προκαλώντας δευτερογενή οστεοαρθρίτιδα [1, 21, 22]. (Εικ.8)

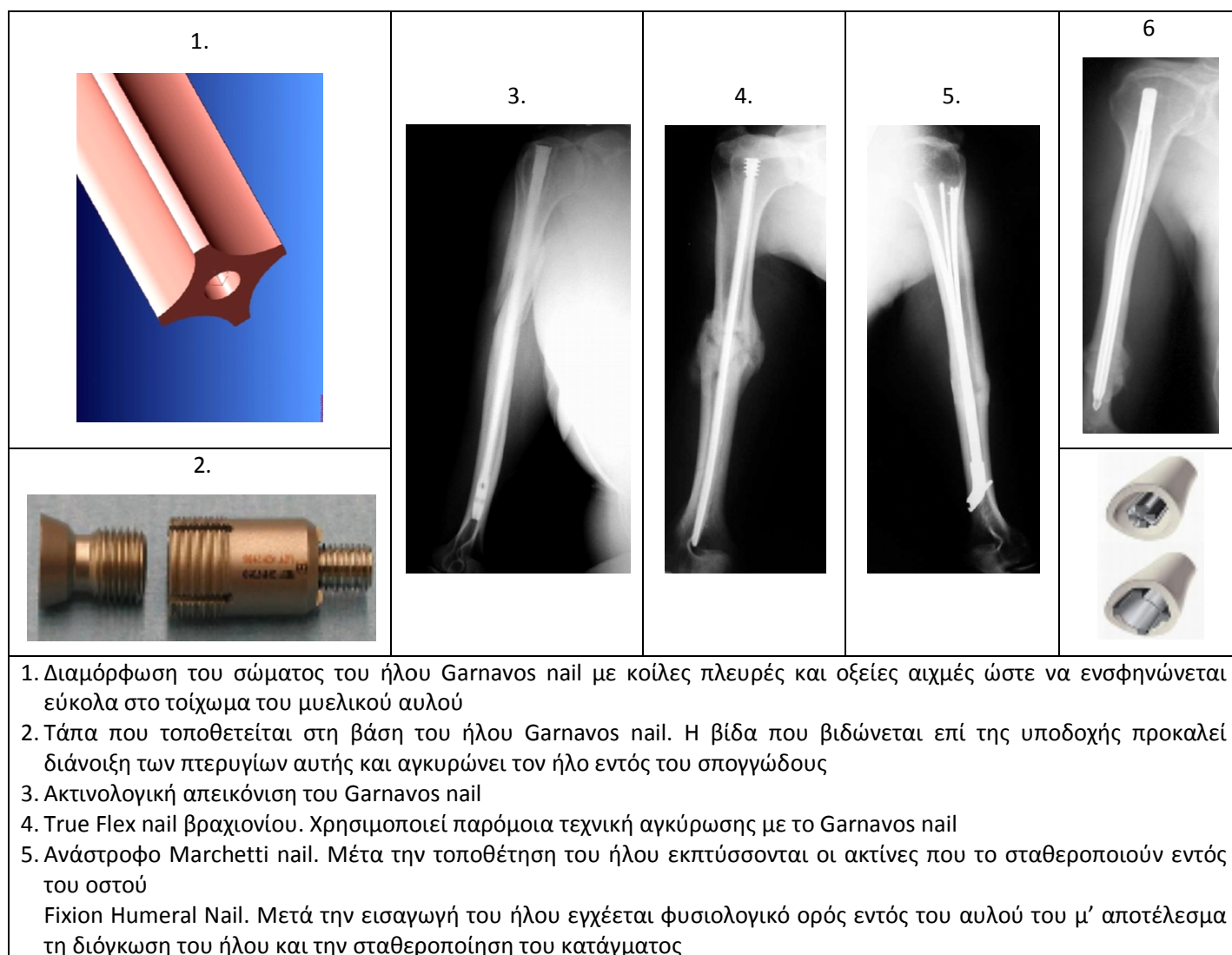
				
Κεντρικό κλείδωμα ήλου κνήμης με βίδες που δε διαπερνούν τον απέναντι φλοιό	Κεντρικό κλείδωμα ήλου κνήμης με βίδες που διαπερνούν τον απέναντι φλοιό	Περιφερικό κλείδωμα υπερκονδύλιου ήλου μηριαίου με βίδες που δε διαπερνούν τον απέναντι φλοιό	Περιφερικό κλείδωμα υπερκονδύλιου ήλου μηριαίου με βίδες που διαπερνούν τον απέναντι φλοιό	Κεντρικό κλείδωμα ήλου βραχιονίου κατά το ποίο είναι απαραίτητο όλες οι βίδες να μένουν εντός του σπογγώδους για να μην τραυματιστεί η άρθρωση

Εικόνα 8: Περιπτώσεις κλειδώματος με ή χωρίς την συμμετοχή του απέναντι φλοιού

4) Τροποποίηση του τρόπου κλειδώματος με αποφυγή χρήσης βιδών

Παρ' ότι η χρήση περισσότερων βιδών κλειδώματος είναι παράγοντας σταθεροποίησης σε οστεοπορωτικούς ασθενείς, η έρευνα έχει στραφεί και προς την αντίθετη κατεύθυνση στην αναζήτηση λύσεων. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα ήλων τα οποία δεν απαιτούν τη χρήση βιδών για κλείδωμα ώστε να επιτύχουν ισχυρή σύνδεση με το οστό. Αυτός ο τρόπος ήλωσης έχει καθιερωθεί να ονομάζεται bio nailing σε αντίθεση με τους κλασσικούς fix nailing ήλους που χρησιμοποιούν βίδες [28]. Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο πως οι τεχνικές τροποποιήσεις αυτού του είδους περιορίζονται στους ήλους του βραχιονίου καθ' ότι πρόκειται για το

μόνο μη φορτιζόμενο μακρό οστό που επιδέχεται ήλωσης στους ενήλικες. Το μηριαίο και η κνήμη είναι οστά προοριζόμενα για φόρτιση άμεσα μετεγχειρητικά και δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα ασφαλείς τεχνικές που να επιτρέπουν την παράκαμψη του Gold standard του κλειδώματος με βίδες (fix nailing) το οποίο παρουσιάζει αυξημένη αντοχή στα φορτία. Οι τρόποι με τους οποίους οι ήλοι του βραχιονίου δύνανται να ενσωματώνονται επιτυχώς στο οστό άνευ της χρήσεως βιδών ποικίλουν. Συνηθέστερα οφείλουν την σταθερή τους σύνδεση χάρη σε τροποποιήσεις του σχήματος των τοιχωμάτων του ήλου που επιτρέπουν ενσφήνωση αυτού εντός του μυελικού καναλιού. Άλλες φορές η σταθερή σύνδεση επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ειδικής τάπας επί της βάσης ήλου που διογκώνεται τεχνητά και ενσφηνώνεται εντός του σπογγώδους της μετάφυσης. Τέλος πολύ συνηθισμένοι είναι και οι expandable ήλοι του βραχιονίου που συνδέονται σταθερά με το οστό χάρη στην διαμόρφωση του σχήματός τους εν είδη βεντάλιας ή χάριν διόγκωσης των τοιχωμάτων τους με την εισαγωγή υγρών (φυσιολογικού ορού) εντός του ήλου [14, 29-34]. (Εικ.9)

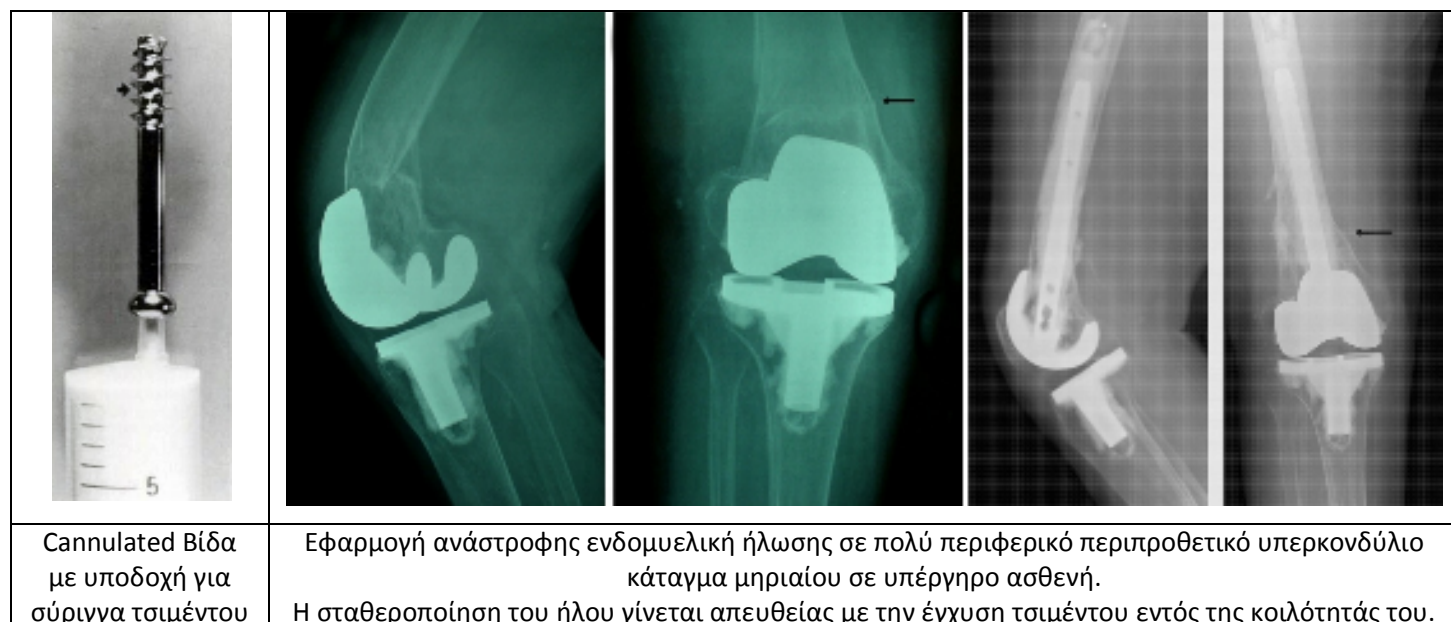


Εικόνα 9. Τεχνικά χαρακτηριστικά του Garvanos nail και άλλων bio nails του βραχιονίου.

5) Χρήση τσιμέντου ως επιπλέον σταθεροποιητή της οστεοσύνθεσης

Το βιολογικό τσιμέντο που χρησιμοποιείται στις ολικές αρθροπλαστικές ως σταθεροποιητής των προθέσεων έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και ως σταθεροποιητής των βιδών κλειδώματος κατά την ενδομυελική ήλωση οστεοπορωτικών ασθενών με υπερβολικά αραιωτικό οστό [35, 36]. Η χρήση του γίνεται με 2 βασικούς τρόπους: α) Κατόπιν του τρυπανισμού του οστού και προ της εισαγωγής της βίδας εγχέεται τσιμέντο εντός του οστού το οποίο γεμίζει τις κενές περιοχές του σπογγώδους και το οποίο αφήνεται να πήξει. Κατόπιν και μόλις η σύνδεση τσιμέντου οστού έχει οριστικοποιηθεί γίνεται νέος τρυπανισμός επί του τσιμέντου και δημιουργείται κατάλληλη οπή εντός της οποίας τοποθετείται στέρεα η βίδα. β) Κατόπιν τρυπανισμού του οστού γίνεται τυπική τοποθέτηση ειδικά διαμορφωμένης βίδας με κενό το εσωτερικό της (cannulated screw). Αμέσως μετά την εισαγωγή της βίδας εγχέεται το τσιμέντο μέσα από την κοιλότητα της βίδας. Το τσιμέντο εξέρχεται από το άκρο της βίδας και μόλις πήξει αυξάνει σημαντικά την σταθερότητα της σχέσης οστού-υλικού. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μια τεχνική κατά την οποία το τσιμέντο αντί να εγχέεται εντός του αυλού της βίδας εγχέεται εντός το αυλού του ήλου [37]. Η τεχνική αυτή επινοήθηκε ως επέμβαση διάσωσης για τα περιπροθετικά υπερκονδύλια κατάγματα του μηριαίου σε ασθενείς προχωρημένης ηλικίας και απέδωσε πολύ καλά αποτελέσματα. Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η χρήση τσιμέντου απαιτεί υψηλό βαθμό επαγρύπνησης του χειρουργού κατά την έγχυσή του, διότι υπάρχει ο κίνδυνος μη αντιστρέψιμης λανθασμένης τοποθέτησης του που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στα μαλακά μόρια [35-37].

(Εικ.10)



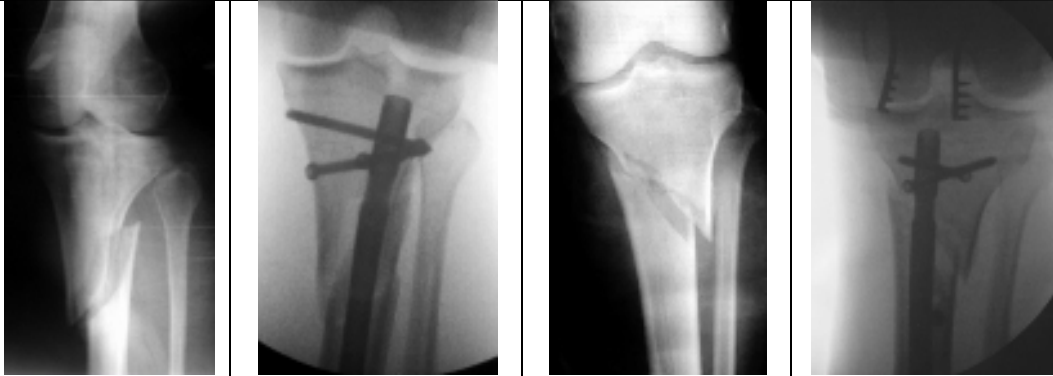
Εικόνα 10. Χρήση τσιμέντου για την σταθεροποίηση συστημάτων ενδομυελικής ήλωσης

Τεχνικές τροποποίησης σε εξέλιξη και μελλοντικός σχεδιασμός

Πέρα από τις τεχνικές τροποποιήσεις που ήδη αναφέρθηκαν υπάρχουν και άλλες που χρησιμοποιούνται ήδη αλλά βρίσκονται ακόμα σε φάση εξέλιξης και η ανάλυση τους εκφεύγει του μεγέθους του συγκεκριμένου περιληπτικού πονήματος. Είναι σημαντικό ωστόσο να αναφερθεί πως πολλές από τις τεχνικές αυτές όχι μόνο εφαρμόστηκαν επιτυχώς σε οστεοπορωτικούς ασθενείς αλλά συνέτειναν και στην επέκταση των ενδείξεων της ενδομυελικής ήλωσης. Επί παραδείγματι η χρήση βιδών πλοήγησης (Poller screws) (Εικ.11) ή η τροποποίηση της πύλης εισόδου του ήλου στα κατάγματα της κνήμης (Εικ.12) επέτρεψαν την επέκταση της χρήσης της ήλωσης και των πλεονεκτημάτων αυτής, από τα αμιγώς διαφυσικά και στα εγγύς μεταφυσικά κατάγματα στα οποία η ήλωση στο παρελθόν ήταν προβληματική λόγω της απώλειας στήριξης του ήλου από το σπογγώδες οστό της μετάφυσης [6, 38, 39].

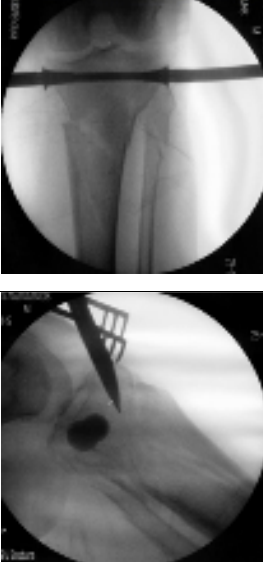
		
Απώλεια ανάταξης μετά από ήλωση μεταφυσιο-διαφυσικού κατάγματος κνήμης	Κατά την αναθεώρηση της ήλωσης τοποθετήθηκε μια προσθιοπίσθια βίδα πλοήγησης του ήλου (Poller screw)	Η Poller screw περιόρισε το εύρος της αραιωτικής μετάφυσης και καθοδήγησε τον ήλο προσφέροντας τέλεια ανάταξη του κατάγματος.

Εικόνα 11. Η χρήση των βιδών πλοήγησης για καλύτερη ανάταξη και συγκράτηση του κατάγματος

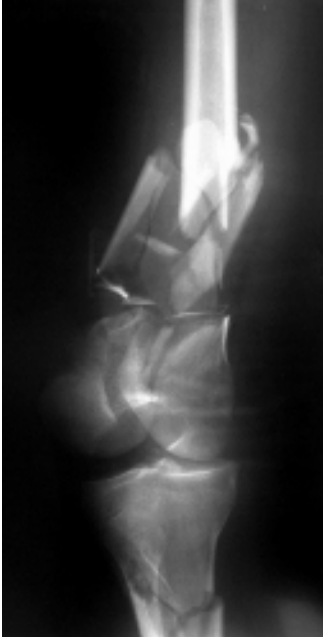
	
Η χρήση της προσθιοπίσθιας Poller βίδας μπορεί να αποφευχθεί με την κατάλληλη επιλογή της θέσης της πύλης εισόδου του ήλου	Η πύλη εισόδου του ήλου ανοίγεται στον (έξω ή έσω) κνημιαίο κόνδυλο, που ευρίσκεται πλησιέστερα στο κάταγμα, όπως απεικονίζεται στην προσθιοπίσθια ακτινογραφία. Κατ' αυτό τον τρόπο παρέχεται καλύτερη ανάταξη στα κατάγματα του εγγύς τριτημορίου της κνήμης. Στο παράδειγμα αριστερά η πύλη εισόδου γίνεται τον έξω κνημιαίο κόνδυλο ενώ στο παράδειγμα δεξιά στον έσω κνημιαίο κόνδυλο.

Εικόνα 12. Τροποποίηση της πύλης εισόδου για επίτευξη ανάταξης σε μεταφυσιικά κατάγματα κνήμης άνευ της χρήσεως βιδών Poller

Στα πλαίσια της έρευνας έχει διαφανεί πως η αντικατάσταση των συμβατικών βιδών κλειδώματος από διακονδύλιους κοχλίες που ασφαλίσουν συσφιγκτικά πάνω και στους 2 φλοιούς, αποφεύγοντας το αραιωτικό σπογγώδες βελτίωσε την σταθερότητα της ήλωσης επιτρέποντας ακόμα πρωιμότερη φόρτιση και κινητοποίηση. Επιπρόσθετα η χρήση των διακονδύλιων συσφιγκτικών κοχλίων όχι μόνο εντός αλλά και εκτός του ήλου επέτρεψε την επέκταση της χρήσης της ήλωσης ακόμα και σε ενδαρθρικά κατάγματα, γεγονός το οποίο πριν από λίγα μόλις χρόνια θα εθεωρείτο ουτοπικό [11, 12]. (Εικ.13 & 14)

			
Ενδαρθρικό μη εμβυθισμένο κάταγμα κνημιαίου πλατώ (Schatzker VI) σε οστεοπορωτικό ασθενή	Ο διακονδύλιος κοχλίας σταθεροποιείται πάνω στο ισχυρό φλοιώδες οστόύν.	Η συμπιεστική δύναμη του κοχλίας μετατρέπει το ενδαρθρικό κάταγμα σε εξωαρθρικό επιτρέποντας στην συνέχεια την ασφαλή διενέργεια ενδομυελικής ήλωσης.	

Εικόνα 13. Η χρήση διακονδύλιων συσφιγκτικών κοχλίων εκτός του ήλου σε συνδυασμό με ενδομυελική ήλωση για την αντιμετώπιση ενδαρθρικών καταγμάτων κνημιαίου πλατώ

			
Συντριπτικό ενδαρθρικό δια-υπερκονδύλιο κάταγμα μηριαίου οστού		Αντιμετώπιση με ενδομυελική ήλωση κατόπιν της τοποθέτησης διακονδύλιου συμπιεστικού κοχλίου που μετέτρεψε το ενδαρθρικό κάταγμα σε εξωαρθρικό	

Εικόνα 14. Η χρήση διακονδύλιων συσφιγκτικών κοχλίων εκτός του ήλου σε συνδυασμό με ενδομυελική ήλωση για την αντιμετώπιση ενδαρθρικών υπερκονδύλιων καταγμάτων του μηριαίου

Επίλογος

Βάση των προαναφερθέντων συνάγεται η χρησιμότητα της ενδομυελικής ήλωσης και των τροποποιήσεων της στα μεταφυσιακά και διαφυσιακά κατάγματα των μακρών οστών ασθενών με οστεοπόρωση. Η εξέλιξη της ήλωσης, προσαρμοζόμενη στα ιδιαίτερα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά του οστεοπορωτικού οστού, όχι μόνο επέτρεψε την έως τώρα εφαρμογή των πλεονεκτημάτων της στους οστεοπορωτικούς ασθενείς αλλά αποτέλεσε και εφελτήριο καινοτόμων τεχνικών που επεξέτειναν τις ενδείξεις της τόσο στο γενικό πληθυσμό όσο και σε πιο σύνθετης μορφής κατάγματα.

Βιβλιογραφία

1. Perren SM, *Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology.* J Bone Joint Surg Br, 2002. **84**(8): p. 1093-110.
2. Ito K, Hungerbuhler R, Wahl D, and Grass R, *Improved intramedullary nail interlocking in osteoporotic bone.* J Orthop Trauma, 2001. **15**(3): p. 192-6.
3. Park J, Kim SG, Yoon HK, and Yang KH, *The treatment of nonisthmal femoral shaft nonunions with im nail exchange versus augmentation plating.* J Orthop Trauma. **24**(2): p. 89-94.
4. Alan RK, Baig R, and Voss FR, *Exchange femoral nailing: a new technique for removal of a broken nail.* Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2007. **36**(9): p. 500-2.
5. Lascombes P, Haumont T, and Journeau P, *Use and abuse of flexible intramedullary nailing in children and adolescents.* J Pediatr Orthop, 2006. **26**(6): p. 827-34.
6. Garnavos C and Lasanianos N, *Proximal tibia fractures and intramedullary nailing: The impact of nail trajectory to varus/valgus deformity.* Injury. **42**(12): p. 1499-505.
7. Rudloff MI and Smith WR, *Intramedullary nailing of the femur: current concepts concerning reaming.* J Orthop Trauma, 2009. **23**(5 Suppl): p. S12-7.
8. Palczewski D and Dawidowski W, *[Economic aspect of osteoporotic fracture treatment].* Przegl Lek, 2000. **57**(2): p. 117-21.
9. Hagino H, Shimizu M, and Yamamoto A, *[Osteoporotic limb fractures].* Clin Calcium, 2001. **11**(12): p. 1601-4.
10. Lauritzen JB, *[The importance of osteoporosis in the treatment of fractures and orthopedic-surgical possibilities].* Ugeskr Laeger, 2001. **163**(40): p. 5496-502.

11. Gárnavos C and Lasanianos NG, *The management of complex fractures of the proximal tibia with minimal intra-articular impaction in fragility patients using intramedullary nailing and compression bolts*. Injury. **42**(10): p. 1066-72.
12. Gárnavos C, Lygdas P, and Lasanianos NG, *Retrograde nailing and compression bolts in the treatment of type C distal femoral fractures*. Injury. **43**(7): p. 1170-5.
13. Larsson S, *Treatment of osteoporotic fractures*. Scand J Surg, 2002. **91**(2): p. 140-6.
14. Perren SM, Perren T, and Schneider E, *[Are the terms "biology" and "osteosynthesis" contradictory?]*. Ther Umsch, 2003. **60**(12): p. 713-21.
15. Gollwitzer H, Karampour K, Hauschild M, Diehl P, et al., *Biomechanical investigation of the primary stability of intramedullary compression nails in the proximal tibia: experimental study using interlocking screws in cryopreserved human tibias*. J Orthop Sci, 2004. **9**(1): p. 22-8.
16. Sha M, Guo Z, Fu J, Li J, et al., *The effects of nail rigidity on fracture healing in rats with osteoporosis*. Acta Orthop, 2009. **80**(1): p. 135-8.
17. Cornell CN, *Internal fracture fixation in patients with osteoporosis*. J Am Acad Orthop Surg, 2003. **11**(2): p. 109-19.
18. Wahnert D, Hoffmeier KL, von Oldenburg G, Frober R, et al., *Internal fixation of type-C distal femoral fractures in osteoporotic bone*. J Bone Joint Surg Am. **92**(6): p. 1442-52.
19. Chapman JR, Harrington RM, Lee KM, Anderson PA, et al., *Factors affecting the pullout strength of cancellous bone screws*. J Biomech Eng, 1996. **118**(3): p. 391-8.
20. Lobo-Escolar A, Joven E, Iglesias D, and Herrera A, *Predictive factors for cutting-out in femoral intramedullary nailing*. Injury. **41**(12): p. 1312-6.
21. Vecsei V, Seitz H, Greitbauer M, and Heinz T, *[Borderline indications for locked intramedullary nailing of femur and tibia]*. Orthopade, 1996. **25**(3): p. 234-46.
22. Widjaja W and Hartung C, *[Biomechanical studies and finite element analysis of a bone-implant interface]*. Biomed Tech (Berl), 2001. **46**(12): p. 351-4.
23. Bonnaire F, Zenker H, Lill C, Weber AT, et al., *Treatment strategies for proximal femur fractures in osteoporotic patients*. Osteoporos Int, 2005. **16 Suppl 2**: p. S93-S102.
24. Giannoudis PV and Schneider E, *Principles of fixation of osteoporotic fractures*. J Bone Joint Surg Br, 2006. **88**(10): p. 1272-8.
25. Fuchtmeier B, May R, Fierlbeck J, Hammer J, et al., *A comparative biomechanical analysis of implants for the stabilization of proximal humerus fractures*. Technol Health Care, 2006. **14**(4-5): p. 261-70.
26. Scully SP and Clifford PE, *Spiral blade plate fixation for pathologic subtrochanteric femur fractures*. J Surg Oncol, 1997. **64**(4): p. 352.
27. Nork SE, Barei DP, Schildhauer TA, Agel J, et al., *Intramedullary nailing of proximal quarter tibial fractures*. J Orthop Trauma, 2006. **20**(8): p. 523-8.

28. Garnavos C, *Diaphyseal humeral fractures and intramedullary nailing: Can we improve outcomes?* Indian J Orthop. **45**(3): p. 208-15.
29. Garnavos C and Lasanianos N, *Intramedullary nailing of combined/extended fractures of the humeral head and shaft.* J Orthop Trauma. **24**(4): p. 199-206.
30. Garnavos C, Lasanianos N, Kanakaris NK, Arnaoutoglou C, et al., *A new modular nail for the diaphyseal fractures of the humerus.* Injury, 2009. **40**(6): p. 604-10.
31. Kralinger F, Gschwentner M, Wambacher M, Smekal V, et al., *Proximal humeral fractures: what is semi-rigid? Biomechanical properties of semi-rigid implants, a biomechanical cadaver based evaluation.* Arch Orthop Trauma Surg, 2008. **128**(2): p. 205-10.
32. Garnavos C, Seaton J, and Lunn PG, *The treatment of selected fractures of the humeral shaft with the True-Flex nail.* Injury, 1998. **29**(4): p. 269-75.
33. Garnavos C and Lunn PG, *Preliminary clinical experience with a new fluted humeral nail.* Injury, 1994. **25**(4): p. 241-5.
34. Martinez AA, Malillos M, Cuenca J, and Herrera A, *Marchetti nailing of closed fresh humeral shaft fractures.* Chir Main, 2004. **23**(5): p. 237-42.
35. Matsuda M, Kiyoshige Y, Takagi M, and Hamasaki M, *Intramedullary bone-cement fixation for proximal humeral fracture in elderly patients. A report of 5 cases.* Acta Orthop Scand, 1999. **70**(3): p. 283-5.
36. Augat P, Rapp S, and Claes L, *A modified hip screw incorporating injected cement for the fixation of osteoporotic trochanteric fractures.* J Orthop Trauma, 2002. **16**(5): p. 311-6.
37. Bobak P, Polyzois I, Graham S, Gamie Z, et al., *Nailed cementoplasty: a salvage technique for rorabeck type II periprosthetic fractures in octogenarians.* J Arthroplasty. **25**(6): p. 939-44.
38. Ricci WM, O'Boyle M, Borrelli J, Bellabarba C, et al., *Fractures of the proximal third of the tibial shaft treated with intramedullary nails and blocking screws.* J Orthop Trauma, 2001. **15**(4): p. 264-70.
39. Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Stephan C, et al., *The mechanical effect of blocking screws ("Poller screws") in stabilizing tibia fractures with short proximal or distal fragments after insertion of small-diameter intramedullary nails.* J Orthop Trauma, 1999. **13**(8): p. 550-3.