



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ:

«Μυοσκελετική Ογκολογία: Διάγνωση- Θεραπεία- Έρευνα»

Διευθύντρια ΠΜΣ

Π. Κορκολοπούλου Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «Ο ρόλος της αγγειομένης περόνης ως αυτομόσχευμα στην αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων του μυοσκελετικού συστήματος.»

«The role of vascularized fibular autografts for the reconstruction of bone defects after resection of musculoskeletal tumors.»

Όν/μο: Μυλωνάς Θεόδωρος

**Αρ. μητρώου:
745070220002**

Ιδιότητα: Φοιτητής Δ'Εξαμήνου

Επιβλέπων ΜΔΕ: Κοντογεωργάκος Α. Βασίλειος Καθηγητής Ορθοπαιδικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη

«Μυοσκελετική Ογκολογία: Διάγνωση- Θεραπεία- Έρευνα»

που απονέμει η Ιατρική Σχολή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΒΑΘΜΙΑ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

ΚΟΝΤΟΓΕΩΡΓΑΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Αν. Καθηγητής

ΚΟΡΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

Καθηγήτρια

ΛΑΚΙΩΤΑΚΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

Επικ. Καθηγήτρια

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή σελ. 4
2. Τεχνικές αποκατάστασης οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων του μυοσκελετικού, σελ. 5-8
 - 2.1. Ογκολογικές προθέσεις, σελ. 5-6
 - 2.2. Αλλομοσχεύματα, σελ. 6-7
 - 2.3. Αυτομοσχεύματα, σελ. 7-8
3. Ο ρόλος της περόνης, σελ. 8-10
 - 3.1. Μη αγγειούμενο μόσχευμα περόνης, σελ. 8-10
 - 3.2. Αγγειούμενο μόσχευμα περόνης, σελ. 10
4. Χειρουργική τεχνική, σελ. 11-12
5. Επιλογές αγγειούμενης περόνης, σελ. 13-17
 - 5.1. Παιδιατρικός πληθυσμός, σελ. 13
 - 5.2. Τεχνική double barrel, σελ. 13-14
 - 5.3. Υβριδική τεχνική, σελ. 14-16
 - 5.4. Συνδυασμός οστικού με δερματικό μόσχευμα, σελ. 17
6. Αποτελέσματα ανά ανατομική περιοχή, σελ. 18-21
 - 6.1. Κάνω άκρο, σελ. 18-19
 - 6.2. Άτω άκρο, σελ. 19-20
 - 6.3. Σπονδυλική στήλη και λεκάνη, σελ. 20-21
7. Επιπλοκές, σελ. 21-22
8. Συμπεράσματα, σελ. 22
9. Περίληψη, σελ. 23-24
10. Βιβλιογραφία, σελ. 25-30

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπολογίζεται ότι τα σαρκώματα αντιστοιχούν στο 21% των κακοήθων όγκων του παιδιατρικού πληθυσμού και σε λιγότερο από 1% των κακοήθων όγκων των ενηλίκων¹. Τα σαρκώματα είναι κατηγορία κακοήθων νεοπλασιών που προέρχονται από τον μεσεγχυματικό ιστό του σώματος, συνεπώς αφορούν τόσο τα μαλακά μόρια (μύες, σύνδεσμοι, περιτονίες, αγγεία, νεύρα, λιπώδης ιστός) όσο και τα οστά. Το 50-60% των σαρκωμάτων μαλακών μορίων εμφανίζεται στα άκρα αν και ο επιπολασμός τους είναι σχετικά χαμηλός. Τα υψηλής κακοήθειας σαρκώματα (Grade 3) έχουν συνήθως αρκετά επιθετική συμπεριφορά με έκπτωση της ποιότητας ζωής και χαμηλά ποσοστά επιβίωσης ενώ σε ποσοστό περίπου 40% εμφανίζονται σε ηλικίες >55 ετών¹. Τα νεοπλάσματα των οστών είναι πιο σπάνια από αυτά των μαλακών μορίων και ανάμεσα σε αυτά, τα καλοήθη νεοπλάσματα υπερέχουν αριθμητικά. Μάλιστα θεωρείται πως αυτά υποεκτιμούνται γιατί στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ασυμπτωματικά οπότε διαγιγνώσκονται σε τυχαίους ελέγχους. Η επίπτωση των οστικών κακοηθειών υπολογίζεται σε 0,9 ανά 100,000 πληθυσμού και η πενταετής επιβίωση στο 60-70%. Η πλειοψηφία αυτών αφορά οστικές μεταστάσεις από άλλα καρκινώματα, μελάνωμα ή αιματολογικές κακοήθειες και όχι πρωτοπαθείς κακοήθειες όγκους των οστών. Εμφανίζονται συχνότερα στην δεύτερη δεκαετία της ζωής καθώς και σε ηλικίες άνω των 60 ετών².

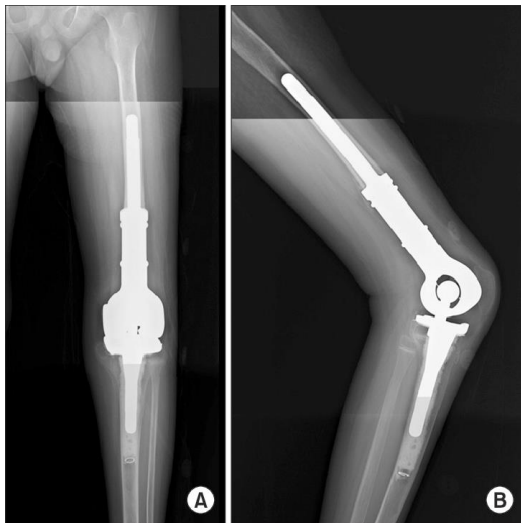
Στο παρελθόν, οι κακοήθεις όγκοι του μυοσκελετικού αντιμετώπιζονταν τις περισσότερες φορές με ακρωτηριασμό. Ωστόσο, τα τελευταία 30 χρόνια ο συνδυασμός των θεραπευτικών επιλογών (χημειοθεραπεία, ακτινοθεραπεία και νεότερες χειρουργικές τεχνικές) έχουν βελτιώσει τα ποσοστά επιβίωσης και λειτουργικότητας των ασθενών που υποβάλλονται σε επεμβάσεις διάσωσης του πάσχοντος άκρου. Τις περισσότερες φορές γίνεται ευρεία εκτομή των όγκων με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημαντικά οστικά ελλείμματα. Για αυτό το λόγο οι επεμβάσεις διάσωσης των άκρων περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνητών εμφυτευμάτων (ογκολογικών προθέσεων), οστικών αλλομοσχευμάτων και αυτομοσχευμάτων με την κάθε τεχνική να έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της έναντι της άλλης³⁻⁵. Επίσης, η επιλογή για καθεμία από αυτές τις τεχνικές εξαρτάται από παράγοντες όπως το είδος, το μέγεθος και η ανατομική τοποθεσία του όγκου, η κατάσταση των μαλακών μορίων, η ηλικία και οι συννοσηρότητες του ασθενούς, ακόμα και η προσωπική του προτίμηση⁶.

Γίνεται αντιληπτό ότι η συνεχής εξέλιξη στον τομέα της βιοϊατρικής τεχνολογίας, της ογκολογίας και της χειρουργικής έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση των κακοήθων όγκων του μυοσκελετικού συστήματος.⁷ Οι σύγχρονες τεχνικές ανασυγκρότησης, όπως η χρήση βιοδραστικών υλικών και οι τρισδιάστατες εκτυπωμένες προσθέσεις, προσφέρουν νέες δυνατότητες για τη βελτίωση της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής των ασθενών. Παράλληλα, η κατανόηση των μοριακών μηχανισμών που διέπουν την ανάπτυξη και την εξάπλωση των σαρκωμάτων έχει ανοίξει τον δρόμο για την ανάπτυξη στοχευμένων θεραπειών, που υπόσχονται υψηλότερη αποτελεσματικότητα και λιγότερες παρενέργειες.⁸ Ως αποτέλεσμα, η αντιμετώπιση αυτών των νεοπλασιών προχωρά πέρα από τις παραδοσιακές θεραπευτικές προσεγγίσεις, ενσωματώνοντας μια πολυδιάστατη και εξατομικευμένη στρατηγική.

2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΣΤΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΟΓΚΩΝ ΤΟΥ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ

2.1. ΟΓΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ

Οι ογκολογικές προθέσεις χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγάλο βαθμό για την αποκατάσταση ελλειμμάτων που αφορούν κυρίως περιοχές κοντά στις αρθρώσεις (Εικόνα 1, Εικόνα 2). Πρόκειται για μεγαπροθέσεις χρήση των οποίων γίνεται κυρίως σε ογκολογικά κέντρα από εξειδικευμένους χειρουργούς. Η πρόοδος που σημειώνεται τα τελευταία χρόνια ραγδαία στην ακτινοδιαγνωστική, την ακτινοθεραπεία και την ογκολογία με τις χημειοθεραπευτικές μεθόδους αντιμετώπισης των όγκων των μαλακών μορίων και των οστών, εγείρει την ανάγκη για ανάλογη πρόοδο στις χειρουργικές τεχνικές, στον σχεδιασμό και στην εμβιομηχανική των αρθρωτών αυτών προθέσεων. Αν και τα προηγούμενα χρόνια αυτά τα εμφυτεύματα εφαρμόζονταν μετά από αφαίρεση όγκων στο κεντρικό βραχιόνιο, την κεντρική κνήμη και το περιφερικό και κεντρικό μηριαίο, τα τελευταία χρόνια δίνεται η δυνατότητα ακόμα και για αποκατάσταση ολόκληρου οστού. Φυσικά οι απαιτήσεις είναι υψηλές και οι προϋποθέσεις αυστηρές. Ο αναλυτικός προεγχειρητικός σχεδιασμός, η σωστή επιλογή των υλικών, η εκτομή σε υγιή όρια, η αποκατάσταση του μήκους του σκέλους, η διατήρηση και αποκατάσταση των μαλακών μορίων είναι απαραίτητα για ένα ικανοποιητικό μετεγχειρητικό αποτέλεσμα^{9,10}. Από μελέτες φαίνεται ότι η δεκαετής επιβίωση αυτών των προθέσεων είναι πλέον πάνω από 70% ενώ οι ασθενείς δηλώνουν ευχαριστημένοι σε ένα ποσοστό 90%.



Εικόνα 1: Ογκολογική πρόθεση ολικής αρθροπλαστικής περιφερικό μηριαίο-γόνατος (Mutars). Α) Προσθιοπίσθια απλή ακτινογραφία Β) Προφίλ απλή ακτινογραφία



Εικόνα 2: Ογκολογική πρόθεση ολικής αρθροπλαστικής ισχίου

Υπάρχουν βέβαια αυξημένα ποσοστά επιπλοκών σε σύγκριση με τις λιγότερο σύνθετες προθέσεις που χρησιμοποιούνται στις επεμβάσεις αρθροπλαστικών. Αυτό έχει να κάνει με το γεγονός ότι αρκετά συχνά οι ασθενείς είναι νέοι σε ηλικία, συνεπώς έχουν πιο υψηλές απαιτήσεις στην καθημερινότητά τους, είναι ανοσοκατασταλμένοι στα πλαίσια της νόσου τους και των θεραπειών (χημειοθεραπεία- ακτινοθεραπεία) και από άλλες συννοσηρότητες. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται μεγαλύτερα ποσοστά περιπροθετικών λοιμώξεων, άσηπτης χαλάρωσης ακόμα και περιπροθετικών καταγμάτων μετά από τέτοιες επεμβάσεις^{11,12}. Ένα ακόμα μειονέκτημα αυτών των προθέσεων είναι το ιδιαίτερα υψηλό κόστος τους, που έχει ως αποτέλεσμα την ακόμα πιο αυστηρή χρήση τους σε ασθενείς που τηρούν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις.

Σημαντική πρόοδος έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια στον σχεδιασμό ογκολογικών προθέσεων με στόχο την καλύτερη λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα¹³. Οι σύγχρονες προθέσεις αξιοποιούν εξελιγμένα υλικά, όπως κράματα τιτανίου και πολυμερή υψηλής απόδοσης, τα οποία βελτιώνουν την αντοχή και μειώνουν τον κίνδυνο άσηπτης χαλάρωσης¹⁴. Επιπλέον, η χρήση τεχνολογιών όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει την εξατομίκευση των προθέσεων ώστε να ανταποκρίνονται στις μοναδικές ανατομικές και λειτουργικές απαιτήσεις του κάθε ασθενούς¹⁵. Η ενσωμάτωση αισθητήρων στις προθέσεις για τη συνεχή παρακολούθηση της κατάστασής τους αποτελεί μια ακόμη καινοτομία, η οποία συμβάλλει στην έγκαιρη ανίχνευση πιθανών επιπλοκών, όπως λοιμώξεις ή φθορά. Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις ενισχύουν τη δυνατότητα αποκατάστασης ακόμα και σε ασθενείς με πολύπλοκες περιπτώσεις, προάγοντας τόσο την ποιότητα ζωής όσο και τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των προθέσεων¹⁶.

Άλλο ένα βήμα προόδου στο συγκεκριμένο τομέα της Ορθοπαιδικής και της Ογκολογίας είναι η χρήση προθέσεων που έχουν τη δυνατότητα επιμήκυνσης για τον παιδιατρικό πληθυσμό με τον αναπτυσσόμενο σκελετό. Οι συγκεκριμένες προθέσεις αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για τον χειρουργό και ενώ παλιότερα η επιμήκυνση επιτυγχάνονταν με πολλαπλές χειρουργικές επεμβάσεις, πλέον γίνεται με τη βοήθεια εξωτερικών πηγών μαγνητικών πεδίων με ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα^{17,18}.

2.2.ΑΛΛΟΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Μία διαφορετική επιλογή αντιμετώπισης των οστικών ελλειμμάτων μετά από ευρεία εκτομή όγκων του μυοσκελετικού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που ο όγκος εντοπίζεται στη μετάφυση ή τη διάφυση ενός μακρού οστού, είναι τα αλλομοσχεύματα. Αυτή η τεχνική, αν και εξαιρετικά αποτελεσματική σε αρκετές περιπτώσεις, απαιτεί εξαιρετική ακρίβεια στην εκτίμηση του μεγέθους του ελλείμματος, της βιολογικής συμβατότητας του μοσχεύματος, καθώς και της υποστηρικτικής θεραπείας για την αποφυγή

επιπλοκών¹⁹. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες που περιγράφουν τη χρήση παγωμένων οστικών παρασκευασμάτων, από τη δεκαετία ακόμα του 1970 με αρκετά καλά αποτελέσματα για την περίοδο εκείνη^{20,21}. Σε πιο πρόσφατες μελέτες σημειώνονται θετικά αποτελέσματα από τη χρήση των αλλομοσχευμάτων σε ποσοστά 80-85%, με βασικό πλεονέκτημα την αποφυγή νοσηρότητας από τη δότρια περιοχή²². Τα μοσχεύματα που προέρχονται από άλλα ζώα ή ανθρωπογενή συνθετικά υλικά αναγνωρίζονται για την αυξημένη αντοχή και διάρκεια ζωής τους. Η πενταετής επιβίωση αυτών των μοσχευμάτων υπολογίζεται στο 60-85% ενώ ο χρόνος πάρωσης ώστε να επιτραπεί ελεύθερη φόρτιση του άκρου απαιτεί πολλούς μήνες^{22,23}. Από την άλλη, περιγράφονται ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά επιπλοκών όπως είναι η ψευδάρθρωση (40%), το κάταγμα (29%) και η λοίμωξη (14%) με αποτέλεσμα την αποτυχία του μοσχεύματος και την ανάγκη αναθεώρησης. Παράγοντες κινδύνου για αυτές τις επιπλοκές αποτελούν το μεγάλο μέγεθος του μοσχεύματος (>15cm), η εντόπιση στη διάφυση των μακρών οστών καθώς και η οστεοσύνθεση με ήλο αντί για πλάκα²⁴. Οι σύγχρονες εξελίξεις στην ιατρική τεχνολογία και τα αναδυόμενα υλικά, όπως τα βιοδραστικά υλικά, προσφέρουν την προοπτική για ακόμα καλύτερα αποτελέσματα και μεγαλύτερη διάρκεια επιβίωσης των οστικών μοσχευμάτων.

2.3. ΑΥΤΟΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Μία ιδιαίτερα θελκτική επιλογή για την αποκατάσταση των οστικών ελλειμμάτων με χρήση βιολογικών μεθόδων, είναι η χρήση των αυτομοσχευμάτων. Δηλαδή τμήμα οστού από τον ίδιο τον ασθενή, απομονώνεται και μετά από κατάλληλη επεξεργασία τοποθετείται στην περιοχή του ελλείμματος. Βασικά πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής έναντι των άλλων, είναι η άμεση διαθεσιμότητα, το χαμηλό κόστος και η κατάλληλη ανατομική διαμόρφωση²⁵. Η χρήση των αυτομοσχευμάτων για την οστική ανακατασκευή χρονολογείται στο 1911²⁶. Η χρήση των αυτομοσχευμάτων για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων, πέρα από τα προφανή πλεονεκτήματα της άμεσης διαθεσιμότητας και χαμηλού κόστους, προσφέρει και μια σειρά από σημαντικά βιολογικά οφέλη²⁷. Η χρήση οστού από τον ίδιο τον ασθενή μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο απόρριψης και αλλεργικών αντιδράσεων, αφού το μόσχευμα έχει την ίδια βιολογική σύσταση με το υπόλοιπο οστό. Επιπλέον, η ικανότητα του μοσχεύματος να ενσωματωθεί και να προάγει τη δική του οστική ανάπτυξη μέσω της οστεογένεσης και της αγγειογένεσης, ενισχύει την αποκατάσταση και την επούλωση του ελλείμματος²⁸. Αυτό καθιστά την τεχνική εξαιρετικά χρήσιμη για τη διατήρηση της μηχανικής και βιολογικής ακεραιότητας των οστών και τη λειτουργικότητα των άκρων.

Ωστόσο, παρά τα πλεονεκτήματά τους, τα αυτομόσχευματα έχουν περιορισμούς που σχετίζονται με την ποσότητα του διαθέσιμου οστού από την περιοχή δότριας και τους κινδύνους από τη χειρουργική αφαίρεση²⁹. Η αναγκαστική αφαίρεση οστού από περιοχές του σώματος για τη δημιουργία του μοσχεύματος μπορεί να οδηγήσει σε τραύματα ή σε δευτερογενείς επιπλοκές. Επιπλέον, η διαδικασία της αφαίρεσης και τοποθέτησης απαιτεί εξαιρετική ακρίβεια ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι για την περιοχή του δότη (κάταγμα, λοίμωξη, νευραγγειακή βλάβη συνδεσμική αστάθεια) και να διασφαλιστεί η μακροχρόνια επιτυχία του μοσχεύματος³⁰.

Για πρώτη φορά το 1975 χρησιμοποιήθηκε ως ελεύθερο μόσχευμα τμήμα της περόνης για την αποκατάσταση μεγάλου οστικού ελλείμματος των κάτω άκρων μετά από τραύμα³¹. Γρήγορα στη συνέχεια φάνηκαν τα ευεργητικά χαρακτηριστικά της περόνης που την κατατάσσουν ως το καταλληλότερο οστικό αυτομόσχευμα. Το μήκος της, το

σωληνοειδές, γεωμετρικό σχήμα της, η μηχανική της αντοχή, καθώς και τα χαμηλά ποσοστά νοσηρότητας από τη δότρια περιοχή είναι κάποια από αυτά τα χαρακτηριστικά που οδήγησαν στην ευρεία χρήση της.³²

3. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΟΝΗΣ

Η περόνη έχει καθιερωθεί ως ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα οστά στις χειρουργικές επεμβάσεις αποκατάστασης οστικών ελλειμμάτων λόγω της ικανότητάς της να προσφέρει σημαντικό μήκος και μηχανική αντοχή, καθιστώντας την ιδανικό μοσχεύμα για μεγάλα ελλείμματα, ειδικά σε περιπτώσεις μετά από εκτομή όγκων. Η γεωμετρική της διατομή, που είναι τριγωνική, επιτρέπει την αντίσταση σε συμπιεστικές και διάτμηση δυνάμεις, γεγονός που την καθιστά κατάλληλη για χρήση σε περιοχές που απαιτούν μεγάλες φορτίσεις, όπως η κνήμη και το μηριαίο οστό²⁹.

Συχνά θεωρείται ένα «αναλώσιμο» οστό καθώς υποστηρίζει μόνο το 17% περίπου του σωματικού βάρους³³. Πλέον είναι γνωστό ότι δεν είναι όλα τα τμήματα της περόνης αναλώσιμα. Το περιφερικό τριτημόριό της είναι ιδιαίτερα σημαντικό διότι αποτελεί κομμάτι της άπω κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης, η οποία είναι απαραίτητη για την σταθερότητα της άρθρωσης της ποδοκνημικής. Συνεπώς η περιφερική περόνη είναι καλό να διατηρείται μέχρι ένα ύψος 7 εκ. κεντρικότερα της αρθρικής γραμμής. Επιπλέον ο ρόλος του κεντρικού τριτημορίου μπορεί να μην είναι το ίδιο σημαντικός ωστόσο αποτελεί το σημείο κατάφυσης του δικέφαλου μηριαίου. Αναφορικά με την αιμάτωση της περόνης, αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από διατιτραίνοντες κλάδους που πηγάζουν από την περονιαία αρτηρία.³⁴ Ενισχύεται έτσι η διαδικασία της επούλωσης και συμβάλλει στην καλή αγκίστρωση του μοσχεύματος στον υποδοχέα ιστό³⁵.

Η χρήση της περόνης ως αυτομοσχεύματος, αν και θεωρείται γενικά ασφαλής και με χαμηλή νοσηρότητα στην περιοχή λήψης, δεν είναι χωρίς κινδύνους. Ορισμένες από τις συχνότερες επιπλοκές περιλαμβάνουν την ψευδάρθρωση, λοιμώξεις και αποτυχία του μοσχεύματος, που απαιτούν δεύτερη επέμβαση για αναθεώρηση. Η εφαρμογή των ελεύθερων, αγγειομένων μοσχευμάτων από περόνη έχει δείξει ότι μπορεί να μειώσει τα ποσοστά αποτυχίας και να ενισχύσει την επούλωση, ειδικά στις πιο απαιτητικές περιπτώσεις με μεγάλο όγκο οστικού ελλείμματος. Παρά τις πιθανές επιπλοκές, η περόνη παραμένει μια από τις πιο αξιόπιστες και αποτελεσματικές επιλογές για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων στη μυοσκελετική ογκολογία.

3.1.ΜΗ ΑΓΓΕΙΟΥΜΕΝΟ ΟΣΤΙΚΟ ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΠΕΡΟΝΗΣ

Η χρήση μη αγγειομένων οστικών μοσχευμάτων περόνης χρονολογείται στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και για 60 χρόνια περίπου θεωρούνταν μέθοδος εκλογής για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων. Οι λόγοι που κάνουν αυτή τη μέθοδο μία θελκτική επιλογή είναι το γεγονός ότι φέρει χαμηλά ποσοστά νοσηρότητας στη δότρια περιοχή, η ευκολία της χειρουργικής τεχνικής και ο σύντομος χειρουργικός χρόνος³⁶. Τα βασικά βήματα της επέμβασης είναι αρχικά η προσπέλαση στην περόνη μέσω οπίσθιας-έξω τομής. Το μήκος που απομονώνεται σχετίζεται με το μέγεθος του οστικού ελλείμματος αλλά πάντα γίνεται προσπάθεια διατήρησης περίπου 5 εκ. κεντρικά για να αποφευχθεί πιθανός τραυματισμός του περονιαίου νεύρου και να διατηρηθεί ακέραια η σταθερότητα του γόνατος, ενώ περιφερικά διατηρούνται περίπου 7 εκ. με στόχο την

ακεραιότητα της άπω κνημοπερνιαίας συνδέσμου. Σημαντικό είναι η λήψη του μοσχεύματος να γίνεται αφήνοντας ακέραιο το περίοστεο στη δότρια περιοχή, καθώς περιγράφεται πως με αυτό τον τρόπο το οστό αναγεννάται. Στη συνέχεια γίνεται μεταφορά του μοσχεύματος στη δέκτρια περιοχή και διαμόρφωσή του σύμφωνα με το σχήμα του ελλείμματος. Η καθήλωσή του μπορεί να γίνει με βίδες, πλάκα ή με τεχνική press fit (Εικόνα 3)³⁶.



Εικόνα 3: Χρήση μη αγγειούμενου αυτομοσχεύματος περόνης για αποκατάσταση οστικού ελλείμματος εγγύς μηριαίου μετά από εξαίρεση χονδροσαρκώματος. Πλήρης ενσωμάτωση 6 μήνες μετεγχειρητικά³⁷

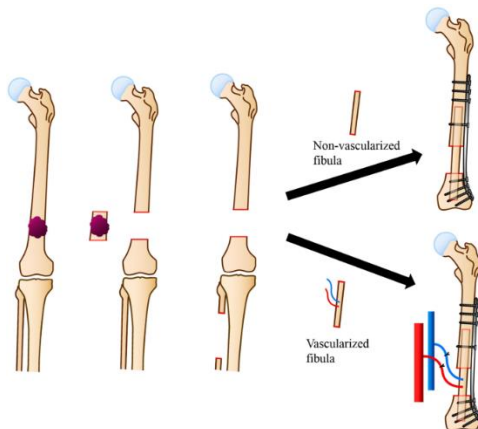
Μελέτες περιγράφουν τη χρήση μη αγγειούμενου οστικού μοσχεύματος περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων σε μακρά οστά, στην πύελο και στη σπονδυλική στήλη. Τα αποτελέσματα είναι θετικά σε ό,τι έχει να κάνει με τα ποσοστά πάρωσης στην περιοχή του ελλείμματος (>90%), υπερτροφίας του μοσχεύματος καθώς και στη μετεγχειρητική λειτουργικότητα (μέσο Musculoskeletal Tumor Society Score (MSTS) 86%)²⁴. Οι απόψεις σε ό,τι έχει να κάνει με την ενσωμάτωση και υπερτροφία του οστού στην περιοχή της δέκτριας περιοχής παραμένουν αντιφατικές. Παλαιότερα υποστηριζόταν δυσχέρεια στην υπερτροφία του μοσχεύματος και στην αντίσταση σε μικροβιακές λοιμώξεις³⁸. Περισσότερο σύγχρονες μελέτες όμως υποστηρίζουν υψηλά ποσοστά ενσωμάτωσης και remodelling³⁹. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί σε υπερτροφία του περιοστέου με αποτέλεσμα την παραγωγή νέου οστού που ενσωματώνεται με το μη αγγειούμενο μόσχευμα⁴⁰. Ακόμη, σε μελέτη στον παιδιατρικό πληθυσμό, το έλλειμμα στην δότρια περιοχή αποκαθίσταται σε ποσοστό 71% μέσα στο πρώτο μετεγχειρητικό εξάμηνο, με προϋπόθεση τη διατήρηση του περιοστέου²⁵. Στις επιπλοκές αναφέρονται η τοπική υποτροπή της νόσου (11%), η καθυστερημένη πάρωση, η ψευδάρθρωση και τα κατάγματα στην δέκτρια περιοχή (9-15%). Οι επιπλοκές αυτές έχουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το μέγεθος του ελλείμματος (>12εκ.) και τη μετεγχειρητική χημειοθεραπεία/ακτινοθεραπεία. Στις επιπλοκές της δότριας περιοχής, περιγράφονται τραυματισμοί του εν τω βάθει περνιαίου νεύρου, αστάθεια της ποδοκνημικής (15%). Μία επιπλοκή που αφορά τον παιδιατρικό πληθυσμό είναι η σταδιακή παραμόρφωση της ποδοκνημικής σε βλαισότητα λόγω τραυματισμού της επιφυσιακής πλάκας⁴¹. Σε κάθε περίπτωση η χρήση της μη αγγειούμενης περόνης ως οστικό μόσχευμα θεωρείται μια αρκετά αξιόπιστη, οικονομική και εύκολη λύση για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων

μετά από εξαίρεση όγκων του μυοσκελετικού, υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις και περιορισμούς. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια τείνει ως μέθοδος να αντικατασταθεί από τη χρήση της αγγειούμενης περόνης^{36,42,43}.

3.2.ΑΓΓΕΙΟΥΜΕΝΟ ΟΣΤΙΚΟ ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΠΕΡΟΝΗΣ

Η αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση κακοήθων όγκων του μυοσκελετικού είναι μία ιδιαίτερα απαιτητική κλινική οντότητα. Δύο πολύ σημαντικές αιτίες για αυτό είναι η συχνά διαταραγμένη αγγείωση της περιοχής και οι αρνητικές επιπτώσεις της χημειοθεραπείας ή της τοπικής ακτινοθεραπείας που πολλές φορές ακολουθούν της εξαίρεσης ενός όγκου⁴⁴. Οι Taylor et al.⁴⁵ ήταν οι πρώτοι που περιέγραψαν την χρήση του μοσχεύματος αγγειούμενης περόνης για την αποκατάσταση οστικού ελλείμματος μετά από τραύμα, ενώ οι Weiland et al.⁴⁶ περιέγραψαν την τεχνική μετά από αφαίρεση οστικών όγκων στην κερκίδα και το μηριαίο. Έκτοτε χρησιμοποιείται κατά κόρον σε παρόμοιες περιπτώσεις λόγω της βιωσιμότητας και της βιοσυμβατότητας της τεχνικής.

Όπως ήδη περιγράφηκε οι βασικοί λόγοι που κάνουν την περόνη ένα οστό ιδανικό για χρήση ως αυτομόσχευμα σε τέτοιες καταστάσεις είναι το μήκος, το σχήμα και η πλούσια αγγείωσή της. Αν και η χρήση των μη αγγειούμενων μοσχευμάτων περόνης είχε ήδη θετικά αποτελέσματα, δεν εκμεταλλευόταν το πλεονέκτημα της αγγείωσης. Στα πλαίσια αναζήτησης όλο και πιο βιολογικά δραστικών και ικανοποιητικών μεθόδων για την αντιμετώπιση των οστικών ελλειμμάτων άρχισε να εφαρμόζεται η χρήση των αγγειούμενων αυτομοσχευμάτων περόνης. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της αγγειούμενης σε σύγκριση με την μη αγγειούμενη περόνη είναι το γεγονός ότι διατηρεί τις μηχανικές και βιολογικές της ιδιότητες. Συνεπώς από πολύ νωρίς μετεγχειρητικά ξεκινάει η διαδικασία της πώρωσης με χαμηλότερα ποσοστά ψευδάρθρωσης και υπερτροφία ως ανταπόκριση στην φόρτιση. Επίσης η διατήρηση της αιμάτωσης οδηγεί σε χαμηλότερα ποσοστά λοιμώξεων⁴⁷. Ποικιλία χειρουργικών τεχνικών έχουν περιγραφεί με διαφορετικές ενδείξεις και πλεονεκτήματα (Εικόνα 4).

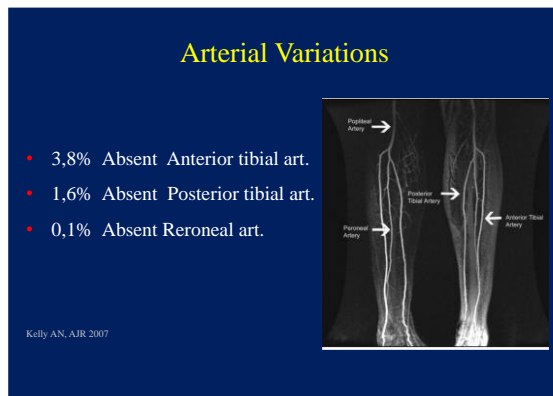


Εικόνα 4: Απεικόνιση χρήσης αγγειούμενης και μη αγγειούμενης περόνης για αποκατάσταση οστικού ελλείμματος μετά από αφαίρεση όγκου

4. ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Η χειρουργική τεχνική της χρήσης αγγειούμενου μοσχεύματος περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων αποτελεί μια από τις πιο προηγμένες και αποτελεσματικές μεθόδους για την αποκατάσταση της λειτουργικότητας και της ανατομικής δομής των οστών. Το αγγειούμενο μόσχευμα περόνης, λόγω της αγγειακής του σύνδεσης, παρέχει μια αξιόπιστη πηγή πλούσιας αιμάτωσης, που είναι κρίσιμη για την επιτυχή ενσωμάτωση του μοσχεύματος και την πλήρη αποκατάσταση του ελλείμματος⁴⁸.

Ο προεγχειρητικός σχεδιασμός για την λήψη αγγειούμενου μοσχεύματος περόνης αρχίζει με τον έλεγχο της αιμάτωσης της δότριας περιοχής με αξονική αγγειογραφία ή triplex αγγείων . Ο χειρουργός οφείλει να γνωρίζει ότι σε ένα ποσοστό 8% του πληθυσμού υπάρχει υποπλασία της πρόσθιας ή της οπίσθιας κνημιαίας αρτηρίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις η λήψη της περονιαίας αρτηρίας μαζί με την περόνη μπορεί να οδηγήσει σε υπο-αιμάτωση του κάτω άκρου. Αντίστοιχα σε περιπτώσεις με δυσχερή λειτουργία της περονιαίας αρτηρίας, η λήψη αγγειούμενου μοσχεύματος περόνης θα οδηγήσει σε διαταραχές ενσωμάτωσης στη δέκτρια περιοχή (Εικόνα 5)^{49,50}.

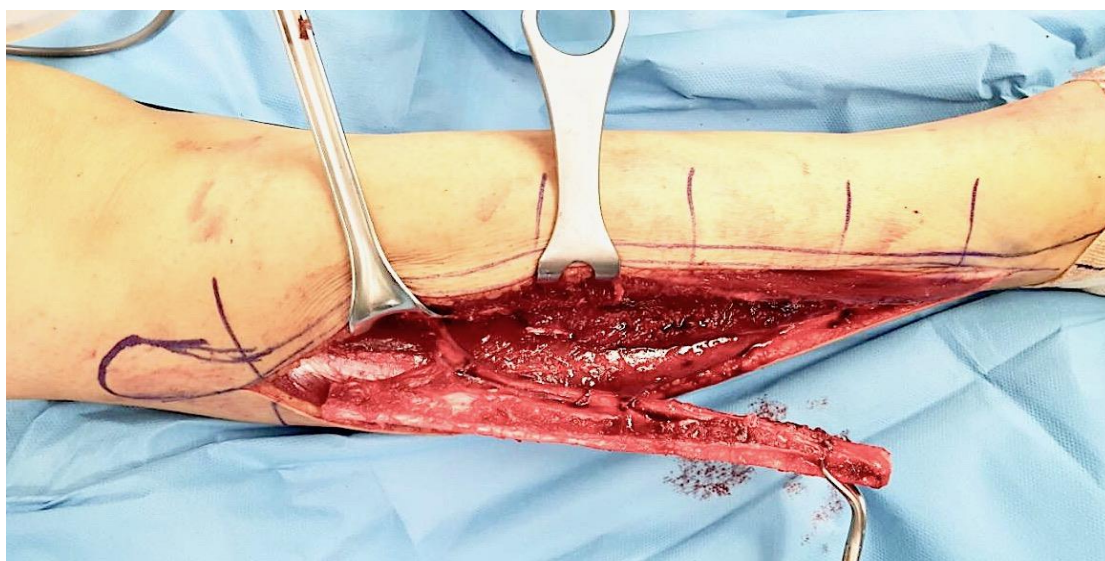


Εικόνα 5: Ανατομικές παραλλαγές αναφορικά με την αιμάτωση του κάτω άκρου⁵¹

Η χειρουργική τεχνική που χρησιμοποιείται συνηθέστερα, είναι αυτή που περιγράφηκε και από τον Gilbert το 1979 ως τροποποίηση της τεχνικής του Taylor (Εικόνα 6)^{45,52}. Πραγματοποιείται πλάγια προσπέλαση από την κεντρική περόνη μέχρι το έξω σφυρό και αναγνωρίζεται το διάστημα μεταξύ του μακρού περονιαίου ο οποίος παρεκτοπίζεται προς τα εμπρός και του υποκνημίδιου μυός ο οποίος παρεκτοπίζεται οπισθίως της περόνης. Το διαμέρισμα των εκτεινόντων μυών μαζί με την πρόσθια κνημιαία αρτηρία αναγνωρίζονται και προστατεύονται από τα εμπρός, ενώ οπισθίως αναγνωρίζεται επίσης ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου και τα περονιαία αγγεία τα οποία επίσης διατηρούνται. Προσοχή δίνεται στην προστασία του περονιαίου νεύρου κεντρικά. Στη συνέχεια καθορίζεται το μήκος της περόνης που θα χρειαστεί να απομονωθεί, το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος του ελλείμματος. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντική η διατήρηση 3-4εκ κεντρικά και 6εκ. περιφερικά για τη σταθερότητα του γόνατος και της ποδοκνημικής. Πραγματοποιούνται οι οστεοτομίες στην κεντρική και περιφερική περόνη και διατέμνεται ο μεσόστεος υμένας. Έπειτα η περονιαία αρτηρία και η συνοδός της φλέβα παρασκευάζονται με ιδιαίτερη προσοχή, μέχρι ένα μήκος περίπου 4εκ και διατέμνονται κεντρικά στο επίπεδο του διαχωρισμού της με την οπίσθια κνημιαία αρτηρία. Η περόνη μαζί με τα αγγεία της μεταφέρονται στη δέκτρια περιοχή όπου γίνεται αναστόμωση και της αρτηρίας και της φλέβας με χρήση

μικροχειρουργικών τεχνικών (Εικόνα 7). Μία από τις βασικές προκλήσεις αυτής της τεχνικής είναι η σωστή αγγειακή σύνδεση μεταξύ του μοσχεύματος και της περιοχής του ελλείμματος. Αυτό απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στην τεχνική της μικροχειρουργικής, προκειμένου να διασφαλιστεί η ακεραιότητα των αιμοφόρων αγγείων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και σύνδεσης.

Μετά τη χειρουργική επέμβαση, η παρακολούθηση του ασθενούς είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί η επιτυχία του μοσχεύματος. Η αιμάτωση της περιοχής, καθώς και η ένωση του μοσχεύματος με τα υποκείμενα οστά, παρακολουθούνται με την χρήση διαγνωστικών μεθόδων, όπως η ακτινογραφία και η υπερηχογραφίας doppler. Η αποκατάσταση της οστικής δομής και η επανόρθωση της λειτουργικότητας της περιοχής επιτυγχάνονται συνήθως σε βάθος χρόνου, με την εφαρμογή φυσιοθεραπείας και κατάλληλης αποκατάστασης του ασθενούς⁵³.



Εικόνα 6: Χειρουργική τεχνική απομόνωσης αυτομοσχεύματος περόνης μαζί με το αγγείο του



Εικόνα 7: Αυτομόσχευμα περόνης μαζί με τον αγγειακό μίσχο

5. ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΑΓΓΕΙΟΥΜΕΝΗΣ ΠΕΡΟΝΗΣ

5.1. ΠΑΙΔΙΑΤΡΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

Η χειρουργική τεχνική της χρήσης αγγειούμενου μοσχεύματος περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων στα παιδιά απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή λόγω της αναπτυξιακής τους κατάστασης και της ανάγκης διατήρησης της φυσιολογικής ανάπτυξης των οστών και των παρακείμενων ιστών. Στα παιδιά, οι οστικοί όγκοι συνήθως εμφανίζονται σε νεαρή ηλικία και συχνά απαιτούν εκτεταμένες εγχειρήσεις για την αφαίρεση του όγκου, γεγονός που οδηγεί σε σημαντικά οστικά ελλείμματα. Η χρήση του μοσχεύματος περόνης με την αιμάτωσή του είναι ιδανική για αυτές τις περιπτώσεις, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα για ταχεία αποκατάσταση της λειτουργικότητας και της ανάπτυξης των οστών, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει την απαιτούμενη υποστήριξη για την περιοχή⁵⁴.

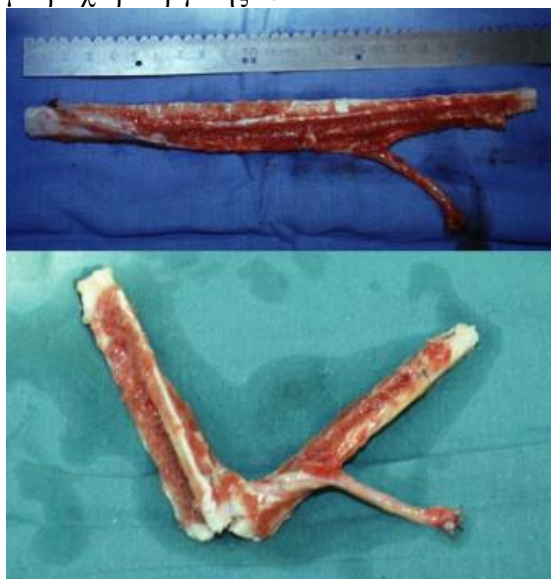
Στην περίπτωση οστικών ελλειμμάτων από την άρθρωση μακρών οστών στον παιδιατρικό πληθυσμό, η τεχνική τροποποιείται. Πραγματοποιείται πρόσθια-έξω προσπέλαση στο επίπεδο της κεντρικής περόνης, μεταξύ του κοινού εκτείνοντα των δακτύλων και του πρόσθιου κνημιαίου μυός. Προστατεύεται ο κινητικός κλάδος του περονιαίου νεύρου και παρασκευάζεται κλάδος της πρόσθιας κνημιαίας αρτηρίας ο οποίος απομονώνεται μαζί με το κεντρικό τμήμα της περόνης και μεταφέρονται στην περιοχή ενδιαφέροντος. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η συνέχιση της ανάπτυξης του παιδικού σκελετού^{55,56}. Είναι μία μέθοδος η οποία έχει χρησιμοποιηθεί με πολύ καλά αποτελέσματα σε παιδιά μετά από αφαίρεση όγκων του μυοσκελετικού από το άνω άκρο αλλά και το μηριαίο^{57,58}. Τα παιδιά που υποβάλλονται σε αυτήν την επέμβαση απαιτούν επίσης ενδελεχή παρακολούθηση για την εξασφάλιση ότι η ανάπτυξή τους συνεχίζεται κανονικά και ότι το μόσχευμα ενσωματώνεται με τον σωστό τρόπο στο αναπτυσσόμενο σκελετικό σύστημα⁵⁹.

5.2. DOUBLE BARREL ΤΕΧΝΙΚΗ

Η τεχνική *double barrel* για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων, αποτελεί μια εξελιγμένη προσέγγιση στη χειρουργική αποκατάσταση μεγάλων οστικών ελλειμμάτων, ειδικά σε περιοχές με δύσκολες ανατομικές και λειτουργικές απαιτήσεις⁶⁰. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει πρακτικά τη χρήση δύο τμημάτων μοσχεύματος από την περόνη, τα οποία συνδέονται στην περιοχή του ελλείμματος και εξασφαλίζουν τη λειτουργικότητα της περιοχής μέσω της επαναφοράς της οστικής δομής και της αιματικής τροφοδοσίας. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η ικανότητά της να καλύπτει μεγάλα σε εγκάρσια διατομή ελλείμματα, αποκαθιστώντας παράλληλα τη λειτουργικότητα και τη μορφολογία του προσβεβλημένου μέλους ή οργάνου.

Προτιμάται σε περιπτώσεις οστικών ελλειμμάτων του μηρού και της κνήμης, σχετικά χαμηλής έκτασης (<13εκ. μήκος), λόγω περιορισμού του μήκους του μοσχεύματος. Σε αυτή την περίπτωση απομονώνεται με την κοινή τεχνική το απαιτούμενο τμήμα της περόνης, το οποίο όπως ήδη περιγράφηκε έχει ενδοστική και περιοστική αιμάτωση. Συνεπώς, μπορεί να κοπεί εγκάρσια σε δύο τμήματα (ισομεγέθη ή όχι), με διατήρηση του περιστέου για να εξασφαλιστεί η αιμάτωση. Με αυτό τον τρόπο ουσιαστικά αυξάνεται το εγκάρσιο εμβαδόν του μοσχεύματος (Εικόνα 8). Έπειτα μεταφέρεται στη

δέκτρια περιοχή και γίνεται αναστόμωση των αγγείων με τεχνικές μικροχειρουργικής⁶¹.



Εικόνα 8: Διαμόρφωση αυτομοσχεύματος αγγειούμενης περόνης με την τεχνική double barrel⁶²

Σε μελέτη που αφορά την αποκατάσταση οστικού ελλείμματος μετά από εκτομή όγκων στην περιοχή του γόνατος, η τεχνική είχε 100% ποσοστά πώρωσης μετά από 6 μήνες, μέση τιμή κάμψης του γόνατος 95 μοίρες, έλλειμμα έκτασης 5 μοίρες και μέση μηροκνημιαία γωνία $180.3 \pm 6.0^{\circ}$ ⁶¹. Σε άλλη αναδρομική μελέτη με δείγμα 9 ασθενών που αφορούσε την εφαρμογή της τεχνικής σε ελλείμματα μετά από εκτομή όγκων της πυέλου, η πώρωση στους 5,5 μήνες ήταν επιτυχής στο 65% των ασθενών, εντοπίστηκαν 3 εντωβάθει λοιμώξεις και 1 ψευδάρθρωση, ενώ τα λειτουργικά αποτελέσματα θεωρήθηκαν θετικά με μέσο MSTS 57% στα 5 χρόνια του follow up⁶³.

5.3.ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Ο Caranna στις αρχές του 1990 περιέγραψε μία τεχνική η οποία συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της χρήσης των αλλομοσχευμάτων, δηλαδή τη μηχανική σταθερότητα και αντοχή, με το βιολογικό δυναμικό της αγγειούμενης περόνης,⁶⁴. Διακρίνεται σε In-lay και On-lay τεχνική.

In-lay τεχνική (Εικόνα 9)



Εικόνα 9: Αγγειούμενο αυτομόσχευμα περόνης τοποθετημένο εντός του αλλομοσχεύματος (In-lay υβριδική τεχνική). Ο αγγειακός μίσχος προβάλλει μέσα από τρύπα στο φλοιό του αλλομόσχευμα.

Πρόκειται για μία υβριδική τεχνική, σύμφωνα με την οποία η αγγειούμενη περόνη απομονώνεται με την τεχνική που ήδη περιγράφηκε, ακολουθεί γλυφανισμός του αλλομοσχεύματος και τοποθέτηση της περόνης στο σημείο του γλυφανισμού εντός του αλλομοσχεύματος. Η σταθεροποίηση της περόνης μπορεί να γίνει είτε press fit είτε με τη χρήση k/w προσωρινά^{65,66}. Έπειτα, γίνεται οστεοσύνθεση του υβριδικού μοσχεύματος στην δέκτρια περιοχή συνήθως με τη χρήση πλάκας και κοχλίων. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε νέους ασθενείς υψηλών απαιτήσεων, σε ελλείμματα του μηριαίου ή κυρίως της κνήμης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αναστόμωση του αγγείου της περόνης είτε με κλάδους από την εν τω βάθει μηριαία αρτηρία είτε με την πρόσθια κνημιαία στην περιοχή του ελλείμματος^{67,68}. Μακροχρόνια η μέθοδος αυτή συνδυάζει τη χρήση ενός μοσχεύματος μεγάλου μεγέθους για την πλήρωση ελλείμματος μεγάλου μεγέθους με τη χρήση ενός βιολογικά ενεργού μοσχεύματος για γρήγορη ενσωμάτωση και αποκατάσταση της βλάβης. Υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ποσοστά επιτυχίας αναφορικά με την επιβίωση του άκρου σε ποσοστά έως 94%, με επιπλοκές όπως κάταγμα του μοσχεύματος (26%), λοίμωξη (6%) και αιμορραγία από την αναστόμωση σε χαμηλότερα ποσοστά. Ο χρόνος φόρτισης του σκέλους υπολογίζεται στους 3 μήνες^{65,69}.

On-lay τεχνική (Εικόνα 10)



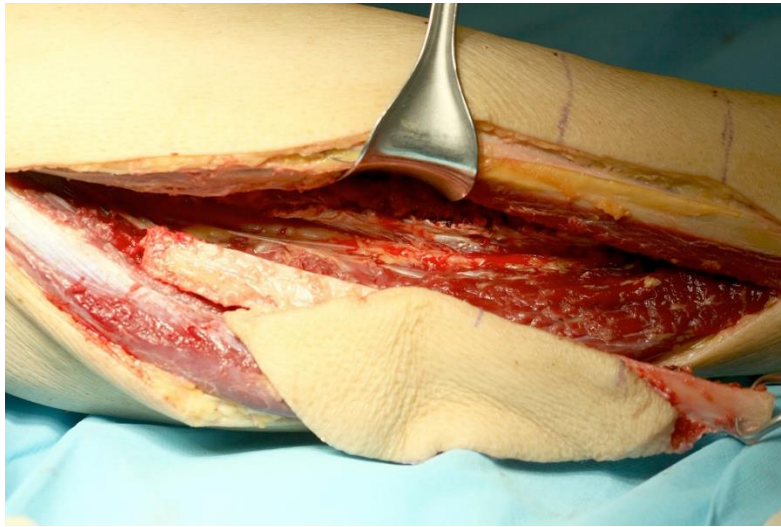
Εικόνα 10: Απλή ακτινογραφία αυτομοσχεύματος περόνης τοποθετημένου επί του αλλομοσχεύματος (Onlay υβριδική τεχνική) μετά από οστικό έλλειμμα περιφερικού μηριαίου.

Όπως ήδη περιγράφηκε, αν και η χειρουργική, η τεχνολογία των υλικών και το είδος των αλλομοσχευμάτων που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων του μυοσκελετικού έχουν κάνει αματάωδη βήματα προόδου, οι επιπλοκές αυτών των επεμβάσεων διατηρούν αυξημένα ποσοστά. Τα αίτια είναι πολυπαραγοντικά και αφορούν τόσο τον ασθενή (ανοσοκαταστολή, είδος νεοπλάσματος, ιστορικό χημειοθεραπείας/ακτινοθεραπείας) όσο και τον θεράπων ιατρό (χειρουργική τεχνική, είδος μοσχεύματος, follow up).

⁷⁰Σε κάθε περίπτωση ο χειρουργός οφείλει να είναι έτοιμος για την αντιμετώπιση των μηχανικών και βιολογικών επιπλοκών τέτοιων επεμβάσεων, οι πιο συχνές από τις οποίες είναι η ψευδάρθρωση, η λοίμωξη και το κάταγμα⁷¹. Σε αυτά τα πλαίσια, αναπτύχθηκε η υβριδική onlay τεχνική με βάση τη χρήση αγγειούμενου μοσχεύματος περόνης.

Πρόκειται για μία τεχνική με βασικές ενδείξεις την αντιμετώπιση επιπλοκών και συνθηέστερα ψευδάρθρωσης στην περιοχή επαφής της δέκτριας περιοχής με κάποιο αλλομόσχευμα ή αυτομόσχευμα. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ευόδωση της πάρωσης σε παθολογικά κατάγματα στα πλαίσια κάποιου νεοπλάσματος του μυοσκελετικού. Αρχικά πραγματοποιείται χειρουργικός καθαρισμός στην περιοχή της ψευδάρθρωσης. Η αγγειούμενη περόνη απομονώνεται με την τεχνική που έχει περιγραφεί, περίπου 2 εκ. μεγαλύτερη σε μήκος από την περιοχή ενδιαφέροντος, με στόχο να επεκτείνεται τόσο κεντρικά όσο και περιφερικά τουλάχιστον 1 εκ. περισσότερο. Τοποθετείται παράλληλα με το οστό της δέκτριας περιοχής επί του αλλομοσχεύματος που έχει ήδη τοποθετηθεί στο σημείο και σταθεροποιείται είτε με lag screws είτε με k/w. Με χρήση μικροχειρουργικής τεχνικής ολοκληρώνεται η αναστόμωση των αγγείων. Η τεχνική περιγράφηκε αρχικά για την αντιμετώπιση παθολογικών καταγμάτων μακρών οστών μετά από ακτινοβολία⁷². Σε μία μελέτη με 25 ασθενείς με παθολογικό κάταγμα σε έδαφος σαρκώματος μακρού οστού, στους 21 επιτεύχθηκε πάρωση εντός 6 μηνών από την επέμβαση⁷³. Σε αναδρομική μελέτη 10 ασθενών όπου χρησιμοποιήθηκε αγγειούμενη περόνη ως επικάλυμμα λόγω ψευδάρθρωσης μετά από χρήση αλλομοσχευμάτων για αποκατάσταση οστικού ελλείμματος μηριαίου σε έδαφος αφαίρεσης όγκου, ο μέσος χρόνος πάρωσης ανάμεσα στην αγγειούμενη περόνη και στη δέκτρια περιοχή ήταν 3,5 μήνες, ενώ μεταξύ του αλλομοσχεύματος και της δέκτριας περιοχής 10 μήνες. Οι ασθενείς ξεκίνησαν βάδιση με βακτηρίες στους 3 μήνες μετεγχειρητικά. Από επιπλοκές σημειώνονται 2 περιπτώσεις καταγμάτων του αλλομοσχεύματος. Το μέσο MSTS ήταν 88%⁷⁴.

5.4. ΟΣΤΙΚΟ ΜΑΖΙ ΜΕ ΔΕΡΜΑΤΙΚΟ ΜΟΣΧΕΥΜΑ (Εικόνα 11)



Εικόνα 11: Διεγχειρητική εικόνα αγγειούμενης περόνης μαζί με νησίδα δέρματος

Σε περιστατικά όπου πραγματοποιείται ευρεία εκτομή όγκου με αποτέλεσμα έλλειμμα όχι μόνο οστού αλλά και μαλακών μορίων, μπορεί εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί μόσχευμα αγγειούμενης περόνης μαζί με μυϊκό κρημό και νησίδα δέρματος. Το δερματικό μόσχευμα μπορεί να εφαρμοστεί για την αποκατάσταση της εξωτερικής κάλυψης, παρέχοντας επαρκή προστασία στο υποκείμενο οστικό μόσχευμα και διευκολύνοντας την επούλωση. Συνήθως ο δερματικός κρημός ελλειπτικού σχήματος απομονώνεται από την έξω επιφάνεια στο επίπεδο της μεσότητας της περόνης, ενώ οι μυϊκοί κρημοί που προτιμώνται είναι ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου και ο υποκνημίδιος⁷⁵. Η αγγείωση των μαλακών μορίων βασίζεται στους διατριαινόντες κλάδους της περνιαίας αρτηρίας, ενώ κατά την παρασκευή των μυϊκών κρημών είναι αναγκαίο αυτοί να μην αποχωρίζονται από την περόνη. Μάλιστα, υποστηρίζεται ότι η βιωσιμότητα του δερματικού κρημού είναι ενδεικτική της βιωσιμότητας του οστικού μοσχεύματος αφού είναι σε άμεση συσχέτιση μεταξύ τους⁷⁶.

Ένα κρίσιμο πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι η δυνατότητα προσαρμογής του δερματικού μοσχεύματος στο μέγεθος και τη μορφολογία του ελλείμματος. Η επιτυχία αυτής της μεθόδου εξαρτάται από τη λεπτομερή χειρουργική παρασκευή και τον σωστό σχεδιασμό των μοσχευμάτων⁷⁷. Η ολοκληρωμένη αυτή προσέγγιση αναδεικνύεται ως μία από τις πιο αξιόπιστες τεχνικές για την αντιμετώπιση σύνθετων ελλειμμάτων που δημιουργούνται μετά από την αφαίρεση ογκολογικών βλαβών. Η διαδικασία αυτή έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική σε ογκολογικά περιστατικά με εκτεταμένα ελλείμματα, διασφαλίζοντας τη λειτουργική και αισθητική αποκατάσταση της περιοχής.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Η χρήση αγγειούμενης περόνης είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με αλλομόσχευμα φαίνεται να αποτελεί μια ελπιδοφόρα προσέγγιση για την αντιμετώπιση εκτεταμένων οστικών ελλειμμάτων μετά από εκτομή κακοήθων όγκων. Σε περιπτώσεις με μεγάλο μήκος ελλείμματος, η συνδυαστική μέθοδος παρέχει αυξημένη σταθερότητα και επιταχύνει τη διαδικασία της πάρωσης. Επιπλέον, ο δερματικός κρημνός που συχνά συνοδεύει την περόνη διασφαλίζει την αγγειακή παροχή και προστατεύει το μόσχευμα από λοιμώξεις, ενισχύοντας την επιτυχία της διαδικασίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η πλήρης κινητοποίηση των ασθενών επιτυγχάνεται σε λιγότερο από εννέα μήνες, ενώ η αποφυγή σοβαρών επιπλοκών, όπως η ψευδάρθρωση, ενισχύεται μέσω της χρήσης επιπλέον αυτομοσχευμάτων όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο.

Παρά τις επιτυχίες, παραμένουν προκλήσεις, ειδικά σε περιπτώσεις που περιλαμβάνουν εκτεταμένα ελλείμματα ή όγκους πιο κεντρικών ανατομικών περιοχών (εγγύς μηριαίο, σπονδυλική στήλη, λεκάνη). Οι επιπλοκές, όπως οι ψευδάρθρωσεις και τα κατάγματα μοσχευμάτων, είναι πιο συχνές σε αυτά τα περιστατικά και συχνά απαιτούν επανεπεμβάσεις για την ενίσχυση της πάρωσης⁷⁸. Παράλληλα, η εμπειρία από πολυκεντρικές μελέτες δείχνει ότι η χρήση αγγειούμενων μοσχευμάτων περόνης έχει εξαιρετικά ποσοστά επιτυχίας, όταν η διαδικασία προσαρμόζεται στις ανατομικές ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης⁴⁸.

Συνολικά, η εφαρμογή της αγγειούμενης περόνης παρέχει όχι μόνο μια σταθερή λύση για την αποκατάσταση της λειτουργικότητας αλλά και μια σημαντική βελτίωση στην ποιότητα ζωής των ασθενών.

6.1.ΜΑΚΡΑ ΟΣΤΑ-ΚΑΤΩ ΑΚΡΟ

Ήδη αναφέρθηκε ότι η χρήση της αγγειούμενης περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από εκτομή όγκων του μυοσκελετικού έχει ικανοποιητικά βραχυπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Κάθε ανατομική περιοχή ωστόσο έχει τις ιδιαιτερότητές της, για αυτό το λόγο είναι σημαντικό να εξεταστεί ξεχωριστά. Αναφορικά με το κάτω άκρο, σε αναδρομική μελέτη 38 ασθενών με μέση ηλικία τα 11,8 έτη, η εντόπιση των όγκων αφορούσε το μηριαίο σε 30 περιπτώσεις και σε 8 την κνήμη με την πλειοψηφία (22) στην μετάφυση και 16 στην διάφυση των μακρών αυτών οστών. Το είδος των όγκων ήταν οστεοσάρκωμα σε 23 περιπτώσεις και σάρκωμα Ewing σε 13. Το μέσο οστικό έλλειμμα μετά την εκτομή των όγκων ήταν 20εκ. στο μηριαίο και 15εκ. στην κνήμη και χρησιμοποιήθηκε για την αποκατάστασή του αγγειούμενη περόνη σύστοιχα, με οστεσύνθεση με πλάκα και κοχλίες. Σε 6 περιπτώσεις η επέμβαση έγινε σε 2 στάδια. Κινητοποίηση με πλήρη φόρτιση επιτράπη ταχύτερα στις επεμβάσεις που αφορούσαν την κνήμη σε σύγκριση με το μηριαίο (μέσος χρόνος 6 μήνες vs 9 μήνες). Το μέσο MSTS ήταν 27,2/40 με καλύτερα αποτελέσματα μετά από επεμβάσεις ενός σταδίου, ενώ ψευδάρθρωση παρατηρήθηκε στο 11% των περιστατικών και αφορούσε το μηριαίο, με την κνήμη να έχει και ταχύτερο χρόνο επίτευξης πάρωσης. Στις περιπτώσεις εγκατεστημένης ψευδάρθρωσης πραγματοποιήθηκε επανεπέμβαση με χρήση αυτομοσχεύματος από το λαγόνιο οστό. Επίσης λοίμωξη που χρειάστηκε επανεπέμβαση με χειρουργικό καθαρισμό παρουσιάστηκε σε ποσοστό 11%⁷⁹.

Σε άλλη μελέτη με 24 ασθενείς επιλέχθηκε η τεχνική του συνδυασμού αγγειούμενης περόνης με αλλομόσχευμα⁸⁰. Η μέση ηλικία των ασθενών που συμπεριλήφθησαν ήταν

τα 26 έτη, με μέσο οστικό έλλειμμα 15,5εκ. και το μέσο μήκος της περόνης που απομονώθηκε ήταν 24,3 εκ. Στο 96% των περιπτώσεων επιτεύχθηκε πώρωση και ενσωμάτωση του μοσχεύματος, ενώ σε 1 περίπτωση ακολούθησε επανεπέμβαση με χρήση αυτομοσχεύματος λαγονίου. Μερική φόρτιση του άκρου επιτράπη 3 μήνες μετεγχειρητικά και βάδιση με πλήρη φόρτιση μετά τους 6 μήνες, ενώ το μέσο MSTS ήταν 26 στα δύο έτη.

Την περίοδο 1996-2011 πραγματοποιήθηκε μία μεγάλη πολυκεντρική μελέτη στη Ολλανδία, με 74 ασθενείς μέσης ηλικίας 23 έτη που παρακολούθηθηκαν για μέσο χρονικό διάστημα 77 μήνες μετεγχειρητικά⁸¹. Μόλις σε 11 ασθενείς η εξεργασία αφορούσε το άνω άκρο, με την πλειοψηφία να εντοπίζεται στην κνήμη και το μηριαίο, ενώ σε 56 περιστατικά επρόκειτο για κακοήθη όγκο. Σε 45 περιπτώσεις έγινε οστεοσύνθεση της περόνης με πλάκα και βίδες. Σε 10 περιπτώσεις που αφορούσαν το μηριαίο και σε 3 την κνήμη σημειώθηκε ψευδάρθρωση που αντιμετωπίστηκε με επανεπέμβαση και χρήση οστικών αυτομοσχευμάτων, ενώ ο μέσος χρόνος για την ολοκλήρωση της πώρωσης ήταν οι 44 εβδομάδες μετεγχειρητικά. Σε 10 περιπτώσεις ακολούθησε κάταγμα του μοσχεύματος της περόνης στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο και αφορούσε την περιοχή σύνδεσης του μοσχεύματος με τον ξενιστή. Οι περισσότερες επιπλοκές αφορούσαν το κάτω άκρο και τα παιδιά, αν και τα περιστατικά που εντοπίζονταν στο άνω άκρο ήταν αρκετά λιγότερα σε αριθμό. Το μέσο MSTS ήταν 26/40 στο τελευταίο follow up, στα ίδια δηλαδή επίπεδα με τις προηγούμενες μελέτες.

6.2.ΜΑΚΡΑ ΟΣΤΑ – ΑΝΩ ΑΚΡΟ

Τα χαρακτηριστικά και οι απαιτήσεις λειτουργικότητας του άνω άκρου είναι διαφορετικά από αυτά του κάτω άκρου, για αυτό τα αποτελέσματα της τεχνικής θα περιγραφούν ξεχωριστά. Σε μια μελέτη με 21 ασθενείς στους οποίους χρησιμοποιήθηκε αγγειούμενη περόνη μετά από αφαίρεση κακοήθων όγκων του βραχιονίου και του αντιβραχίου το μέσο follow up ήταν 43 μήνες⁸². Πώρωση στις περιοχές ενσωμάτωσης του μοσχεύματος πραγματοποιήθηκε σε μέσο χρονικό διάστημα 7 μηνών στο 83% των περιπτώσεων, ενώ στις υπόλοιπες εγκαταστάθηκε ψευδάρθρωση και χρειάστηκε επανεπέμβαση με οστικά αυτομοσχεύματα. Επιπλέον, κάταγμα προκλήθηκε σε 4 περιπτώσεις (20%) και λοίμωξη που χρειάστηκε χειρουργικό καθαρισμό σε 1. Νευρολογικές διαταραχές του άνω άκρου ακολούθησαν στο 19% των περιστατικών αλλά δεν χρειάστηκαν επανεπέμβαση, ενώ το μέσο MSTS στο τελευταίο follow up ήταν 26⁸².

Σε ακόμη μία αναδρομική μελέτη με 28 ασθενείς μέσης ηλικίας τα 29 έτη, η πλειοψηφία (82%) έπασχαν από κακοήθεις όγκους του βραχιονίου (17), του αντιβραχίου (10) και της κλείδας (1). Στο 71% των περιπτώσεων η πώρωση ολοκληρώθηκε σε μέσο χρονικό διάστημα 9 μηνών, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις χρειάστηκε επανεπέμβαση με χρήση οστικών αυτομοσχευμάτων. Στο 61% των περιπτώσεων υπήρξαν επιπλοκές που αφορούσαν καθυστερημένη πώρωση, κάταγμα του μοσχεύματος και λοίμωξη, ενώ στη δότρια περιοχή υπήρξαν 2 περιστατικά γαμψοδακτυλίας και επιπολής λοίμωξης του χειρουργικού τραύματος που δεν χρειάστηκαν κάποια παρέμβαση. Το μέσο MSTS score ήταν και πάλι ικανοποιητικό⁸³.

Χρήσιμες πληροφορίες εξάγονται από μία πρόσφατη (2018), συστηματική

ανασκόπηση 56 μελετών με 365 ασθενείς για τη χρήση της αγγειούμενης περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων του άνω άκρου σε ογκολογικούς ασθενείς⁸⁴. Αρχικά τονίζεται πως η πιο συχνή διάγνωση είναι το οστεοσάρκωμα (35,1%) με εντόπιση στο βραχιόνιο (57,3%). Ο μέσος χρόνος της πάρωσης στις περιοχές ενσωμάτωσης της περόνης είναι οι 5 μήνες, ενώ πάρωση επιτυγχάνεται στο υψηλό ποσοστό του 93,3%. Οι πιο συνήθεις επιπλοκές που αναφέρονται είναι κάταγμα του μοσχεύματος (11%), νευρολογική βλάβη του άνω άκρου (7,5%), λοίμωξη (5%) και σφυροδακτυλία (3,3%). Τα ποσοστά επανεπέμβασης αναφέρονται σε 34,5% για οποιονδήποτε λόγο και το μέσο MTS score 80%⁸⁴.

6.3.ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗ ΣΤΗΛΗ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΗ



Εικόνα 12: Ακτινογραφία ασθενή 18 ετών με σάρκωμα EWING AP λαγονίου. Έλαβε προεγχειρητική χημειοθεραπεία και ακολούθησε εσωτερική πυελεκτομή τύπου I. Η αποκατάσταση της πυελικής συνέχειας έγινε με οστεοσύνθεση με υλικά σπονδυλοδεσίας και μεταφορά αγγειούμενης περόνης. Για την αναστόμωση των αγγείων χρησιμοποιήθηκε η γλουτιαία αρτηρία.

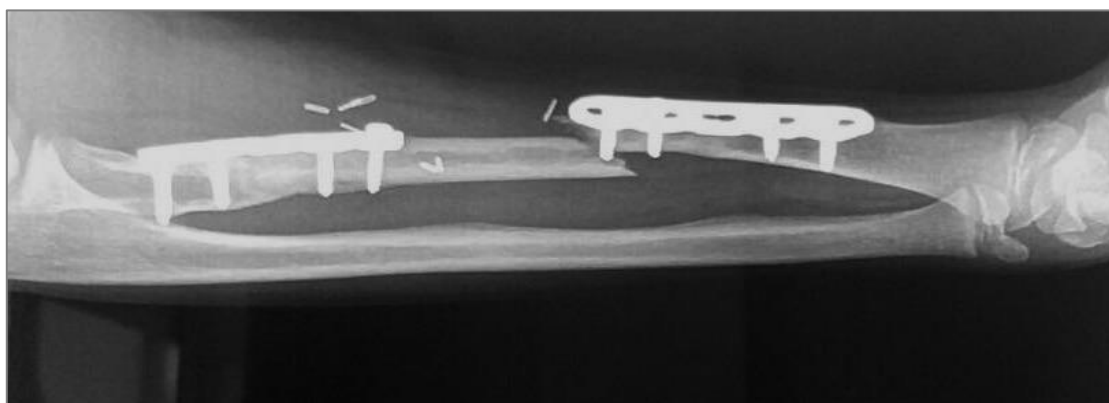
Η χρήση της αγγειούμενης περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων στη σπονδυλική στήλη αποτελεί μία ελκυστική επιλογή, ωστόσο δεν γίνονται πολλές αναφορές στη βιβλιογραφία. Η πλειοψηφία των περιπτώσεων αφορά μεταστατικούς όγκους. Σημαντικά στοιχεία αντλούνται από μία συστηματική ανασκόπηση που δημοσιεύτηκε το 2023, με 25 μελέτες και 150 ασθενείς οι οποίοι χρειάστηκαν αποκατάσταση οστικού ελλείμματος στη σπονδυλική στήλη πρώτον μετά από αφαίρεση όγκου, δεύτερον λόγω δυσπλασίας και τρίτον λόγω λοίμωξης. Συνολικά στο 83% των ασθενών το μόσχευμα ενσωματώθηκε με επιτυχία ενώ η πιο συχνή επιπλοκή που σημειώθηκε είναι η λοίμωξη του χειρουργικού τραύματος, κάτι που

ίσχυε και για τους ογκολογικούς ασθενείς⁸⁵.

Αναφορικά με τα οστά της πύελου, όπου συχνά χρειάζεται να γίνει τμηματική πυλεκτομή για την αντιμετώπιση κακοηθειών, σε μία αναδρομική μελέτη με 9 ασθενείς και μέσο follow up τους 55 μήνες, έγινε χρήση double barrell αγγειούμενης περόνης μετά από ημιπυλεκτομή. Το μέσο μήκος του οστικού ελλείμματος ήταν 9εκ. και πώρωση επιτεύχθηκε στο 63% των ασθενών σε μέσο χρονικό διάστημα 5,5 μηνών. Από τις λοιπές επιπλοκές αναφέρονται εν τω βάθει λοιμώξεις σε 3 περιπτώσεις που είχαν ως αποτέλεσμα την αφαίρεση του μοσχεύματος. Το μέσο MSTS ήταν 57%⁸⁶.

Ακόμη, εντοπίζεται μία μελέτη που συμπεριλαμβάνει 24 ασθενείς με οστικά ελλείμματα μετά από αφαίρεση νεοπλασμάτων στη σπονδυλική στήλη και την πύελο⁸⁷. Το τελευταίο follow up ήταν στα 5 έτη και η μέση ηλικία των ασθενών ήταν τα 37 έτη. Στο 50% των περιστατικών χρειάστηκε να γίνει επανεπέμβαση στους πρώτους 6 μήνες μετεγχειρητικά, με συχνότερη αιτία να είναι η εντωβάθει λοίμωξη. Πώρωση επιτεύχθη στο 87% των περιστατικών σε μέσο χρονικό διάστημα τους 7 μήνες και σε 2 ασθενείς έγινε επανεπέμβαση με χρήση οστικών αυτομοσχευμάτων. Πάρεση του περονιαίου νεύρου σημειώθηκε σε 2 περιπτώσεις, ωστόσο αυτοϊάθηκε. Στο τελευταίο follow up το μέσο MSTS score ήταν 53%.

7. ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ



Εικόνα 13: Κάταγμα πέριξ των υλικων οστεοσύνθεσης ` μετά από οστεοσύνθεση με αυτομόσχευμα αγγειούμενης περόνης στη διάφυση της κερκίδας.

Η χρήση της αγγειούμενης περόνης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων στους ογκολογικούς ασθενείς, είναι μία χειρουργική τεχνική που έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα αλλά και αρκετές πιθανές επιπλοκές (Εικόνα 13). Οι επιπλοκές αυτές μπορεί να προκύψουν τόσο στην άμεση όσο και στην μακροπρόθεσμη μετεγχειρητική περίοδο. Σύμφωνα με μία μετανάλυση που συμπεριέλαβε 45 μελέτες με ογκολογικούς ασθενείς και δημοσιεύτηκε το 2021 το συνολικό ποσοστό επιπλοκών υπολογίζεται σε 42,3% ενώ το ποσοστό επανεπέμβασης για οποιαδήποτε αιτία ανέρχεται σε 29,1%⁸⁸. Οι πιο συνηθισμένες επιπλοκές αφορούν κάταγμα στην περιοχή του μοσχεύματος (24%), καθυστερημένη πώρωση ή ψευδάρθρωση (16,4% και 10,3% αντίστοιχα), λοίμωξη (11,8%), θρόμβωση του μεταφερόμενου αγγείου (5,3%), νέκρωση του δερματικού κρημνού όταν συνοδεύει το οστικό μόσχευμα (4,7%). Από την άλλη, ως πιο συχνοί λόγοι επανεπέμβασης αναφέρονται η ψευδάρθρωση (26,8%), το κάταγμα (21,9%) και η λοίμωξη σε ποσοστό 10,2%. Τα

ποσοστά αυτά επιβεβαιώνονται και από επιμέρους μελέτες που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία. Σύμφωνα με μία αναδρομική μελέτη 24 ασθενών με οστικό έλλειμμα μετά από αφαίρεση νεοπλασμάτων από το μηριαίο που αντιμετωπίστηκαν με συνδυασμό αγγειούμενης περόνης και αλλομοσχεύματος, κάταγμα στη δέκτρια περιοχή σημειώθηκε στο 21,7% των περιπτώσεων σε μέσο χρονικό διάστημα 33 μηνών μετεγχειρητικά. Ψευδάρθρωση αναφέρεται σε ποσοστό 13%⁸⁵.

Σε μία πολυκεντρική μελέτη 74 ασθενών στην Ολλανδία, κάταγμα στην περιοχή σύνδεσης του μοσχεύματος με τη δέκτρια περιοχή συνέβη στο 15% των περιπτώσεων, με τη συντριπτική πλειοψηφία να αφορά το κάτω άκρο. Εντωβάθει λοίμωξη που οδήγησε σε επανεπέμβαση με χειρουργικό καθαρισμό αναφέρεται σε ποσοστό 4%. Οι περισσότερες επιπλοκές εντοπίζονται σε επεμβάσεις του κάτω άκρου συγκριτικά με το άνω άκρο, με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική⁷⁸

Ο Claxton και οι συνεργάτες τους δημοσίευσαν το 2020 την αναδρομική μελέτη 28 ασθενών με αποκατάσταση ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση όγκων του άνω άκρου. Τα ποσοστά κατάγματος, ψευδάρθρωσης και λοίμωξης στη δέκτρια περιοχή είναι 29%, 14% και 14% αντίστοιχα, ενώ στη δότρια περιοχή αναφέρονται γαμψοδακτυλία και επιπλοκές από το χειρουργικό τραύμα σε ποσοστό 4%. Συνολικά το 39% των ασθενών χρειάστηκε τουλάχιστον 1 επανεπέμβαση και το 14% πολλαπλές επεμβάσεις⁸⁰.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αγγειούμενη περόνη αποδεικνύεται μια ιδιαίτερα ευέλικτη και αποτελεσματική μέθοδος αποκατάστασης μεγάλων οστικών ελλειμμάτων μετά από εκτομή όγκων του μυοσκελετικού. Η δυνατότητά της να διατηρεί την αιμάτωση των ιστών, σε συνδυασμό με την ικανότητα μεταφοράς μαλακών μορίων, την καθιστούν ιδανική επιλογή ακόμα και σε πολύπλοκα περιστατικά. Τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα δείχνουν σταθερή λειτουργική αποκατάσταση, ενώ οι τεχνικές παραλλαγές όπως η μέθοδος double-barrel και ο συνδυασμός με αλλομοσχεύματα παρέχουν επιπλέον ευελιξία στον χειρουργό. Παράλληλα, η συμβολή της μικροχειρουργικής ακρίβειας διασφαλίζει την επιτυχία της επέμβασης και ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο επιπλοκών, όπως οι ψευδάρθρωσες και οι λοιμώξεις.

Είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι η επιλογή της αγγειούμενης περόνης απαιτεί εξατομικευμένη προσέγγιση ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενούς και την ανατομική θέση του ελλείμματος. Παρά τις προκλήσεις, τα δεδομένα δείχνουν ότι η μέθοδος αυτή προσφέρει υψηλά ποσοστά πώρωσης και ενσωμάτωσης του μοσχεύματος, με ταυτόχρονη αποκατάσταση της λειτουργικότητας του πάσχοντος άκρου. Ωστόσο, η επιτυχία της επέμβασης εξαρτάται από την εμπειρία του χειρουργού, τη σωστή επιλογή τεχνικής και τη μετεγχειρητική παρακολούθηση, ενώ οι συνεργασίες μεταξύ διαφόρων ιατρικών ειδικοτήτων μπορούν να εξασφαλίσουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

9. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σαρκώματα είναι κακοήθεις όγκοι που αναπτύσσονται από τον συνδετικό ιστό του σώματος, επηρεάζοντας τόσο τα μαλακά μόρια (μύες, νεύρα, αγγεία) όσο και τα οστά. Αν και αντιστοιχούν σε μικρό ποσοστό των συνολικών κακοήθων όγκων, εμφανίζουν επιθετική συμπεριφορά, ειδικά στα άκρα, και έχουν χαμηλά ποσοστά επιβίωσης. Στο παρελθόν, η αντιμετώπιση γινόταν κυρίως με ακρωτηριασμό, αλλά οι σύγχρονες θεραπείες (χημειοθεραπεία, ακτινοθεραπεία, χειρουργικές τεχνικές) έχουν βελτιώσει σημαντικά την επιβίωση και τη λειτουργικότητα των ασθενών, οδηγώντας σε επεμβάσεις διάσωσης άκρων με χρήση ογκολογικών προθέσεων, αλλομοσχευμάτων και αυτομοσχευμάτων.

Οι ογκολογικές προθέσεις είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε περιοχές κοντά στις αρθρώσεις, με τη δεκαετή επιβίωσή τους να φτάνει το 70%. Ωστόσο, συνοδεύονται από αυξημένα ποσοστά επιπλοκών, όπως λοιμώξεις και περιπροθετικά κατάγματα. Στον παιδιατρικό πληθυσμό, έχουν αναπτυχθεί προθέσεις που επιτρέπουν την επιμήκυνση του οστού χωρίς επαναλαμβανόμενες επεμβάσεις.

Τα αλλομοσχεύματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις μεγάλων οστικών ελλειμμάτων, ενώ αν και παρουσιάζουν καλά αποτελέσματα, συνδέονται με επιπλοκές, όπως ψευδάρθρωση και λοιμώξεις. Τα αυτομοσχεύματα, από την άλλη, αποτελούν μια βιολογική επιλογή με χαμηλότερο κόστος και λιγότερες επιπλοκές, ειδικά με τη χρήση της περόνης, η οποία διαθέτει ιδανικά χαρακτηριστικά για την αποκατάσταση οστών.

Η αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων μετά από αφαίρεση κακοήθων όγκων του μυοσκελετικού αποτελεί ιδιαίτερα απαιτητική διαδικασία, με δύο βασικούς παράγοντες που δυσχεραίνουν την επιτυχή έκβαση: η διαταραγμένη αιμάτωση στην περιοχή της βλάβης και οι αρνητικές επιπτώσεις της χημειοθεραπείας ή ακτινοθεραπείας που συχνά ακολουθούν την εξαίρεση του όγκου. Το αγγειούμενο οστικό μόσχευμα περόνης έχει αναδειχθεί ως μια αποτελεσματική επιλογή για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του αγγειούμενου μοσχεύματος περόνης είναι η διατήρηση της αιμάτωσης του μοσχεύματος, η οποία βελτιώνει την ικανότητα πώρωσης και μειώνει τα ποσοστά επιπλοκών, όπως η ψευδάρθρωση και οι λοιμώξεις. Η αντοχή της περόνης στις μηχανικές φορτίσεις επιτρέπει την υπερτροφία του μοσχεύματος και τη φυσική ενίσχυσή του με την πάροδο του χρόνου. Αυτό το χαρακτηριστικό την καθιστά ιδανική για την αποκατάσταση μεγάλων οστικών ελλειμμάτων, ειδικά σε ασθενείς που υποβάλλονται σε ακτινοβολία ή χημειοθεραπεία.

Η χειρουργική διαδικασία περιλαμβάνει την απομόνωση του οστού με τη διατήρηση της αιμάτωσης του από την περονιαία αρτηρία. Στη συνέχεια, γίνεται η μεταφορά του στη δέκτρια περιοχή, όπου συνδέεται με τα αγγεία της περιοχής μέσω μικροχειρουργικών τεχνικών, εξασφαλίζοντας έτσι την αιμάτωση του μοσχεύματος.

Με την πάροδο του χρόνου, το μόσχευμα περόνης μπορεί να ενσωματωθεί πλήρως στο σώμα του ασθενούς, με θετικά αποτελέσματα στην αντοχή και τη λειτουργικότητα του άκρου. Παράλληλα, έχει διαπιστωθεί ότι οι επιπλοκές στη δότρια περιοχή είναι σχετικά περιορισμένες, με σπάνιες περιπτώσεις τραυματισμών νεύρων ή αστάθειας της ποδοκνημικής.

Ανάλογα με το είδος του όγκου που αφαιρείται σε κάθε περίπτωση, το μέγεθος του οστικού ελλείμματος και την ανατομική περιοχή που αφορά, υπάρχει ποικιλία επιλογών για τον τρόπο χρήση του αυτόμοσχεύματος της αγγειούμενης περόνης και της διαμόρφωσής του. Σε κάθε περίπτωση φαίνεται ότι με την κατάλληλη χειρουργική τεχνική, τη σωστή επιλογή των ασθενών και την τακτική παρακολούθηση αυτών, εξασφαλίζεται ένα αποδεκτό και ικανοποιητικό λειτουργικό αποτέλεσμα. Φυσικά, υπάρχουν και επιπλοκές οι οποίες είναι σημαντικό να αναγνωρίζονται εγκαίρως και να αντιμετωπίζονται ανάλογα.

Συνολικά, το αγγειούμενο οστικό μόσχευμα περόνης είναι μια χρήσιμη και αποτελεσματική μέθοδος για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων, με αυξημένα ποσοστά επιτυχίας και διαχειρίσιμες επιπλοκές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bickels J, Malawer MM. Adult Soft-Tissue Sarcomas of the Extremities. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2022;104(4):379-389. doi:10.2106/JBJS.21.00196
2. Franchi A. Epidemiology and classification of bone tumors. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2012;9(2):92-95.
3. Filis P, Varvarousis D, Ntritsos G, et al. Prosthetic reconstruction following resection of lower extremity bone neoplasms: A systematic review and meta-analysis. *J Bone Oncol*. 2022;36:100452. doi:10.1016/j.jbo.2022.100452
4. Wisanuyotin T, Paholpak P, Sirichativapee W, Kosuwon W. Allograft versus autograft for reconstruction after resection of primary bone tumors: a comparative study of long-term clinical outcomes and risk factors for failure of reconstruction. *Sci Rep*. 2022;12(1):14346. doi:10.1038/s41598-022-18772-x
5. Han G, Wang Y, Bi W, et al. Reconstruction using massive allografts after resection of extremity osteosarcomas the study design: A retrospective cohort study. *International Journal of Surgery*. 2015;21:108-111. doi:10.1016/j.ijso.2015.07.686
6. Gebert C, Hillmann A, Schwappach A, et al. Free vascularized fibular grafting for reconstruction after tumor resection in the upper extremity. *J Surg Oncol*. 2006;94(2):114-127. doi:10.1002/jso.20326
7. Holzer LA, Leithner A. Biological Extremity Reconstruction after Sarcoma Resection: Past, Present, and Future. *Sarcoma*. 2013;2013:1-6. doi:10.1155/2013/529349
8. Zhao X, Wu Q, Gong X, Liu J, Ma Y. Osteosarcoma: a review of current and future therapeutic approaches. *Biomed Eng Online*. 2021;20(1):24. doi:10.1186/s12938-021-00860-0
9. Goulding KA, Gaston CL, Grimer RJ. Outcomes and Options for Prosthetic Reconstruction After Tumour Resection About the Knee. *Curr Surg Rep*. 2014;2(2):42. doi:10.1007/s40137-013-0042-x
10. Palumbo BT, Henderson ER, Groundland JS, et al. Advances in Segmental Endoprosthetic Reconstruction for Extremity Tumors: A Review of Contemporary Designs and Techniques. *Cancer Control*. 2011;18(3):160-170. doi:10.1177/107327481101800303
11. Shehadeh A, Noveau J, Malawer M, Henshaw R. Late Complications and Survival of Endoprosthetic Reconstruction after Resection of Bone Tumors. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(11):2885-2895. doi:10.1007/s11999-010-1454-x
12. Haijie L, Dasen L, Tao J, Yi Y, Xiaodong T, Wei G. Implant Survival and Complication Profiles of Endoprostheses for Treating Tumor Around the Knee in Adults: A Systematic Review of the Literature Over the Past 30 Years. *J Arthroplasty*. 2018;33(4):1275-1287.e3. doi:10.1016/j.arth.2017.10.051
13. Codazza S, Ferrara PE, Aprovitola A, et al. Functional and Rehabilitative Outcomes of Patients Affected by Bone Cancer of the Upper Limb Treated with MUTARS Prosthesis: A Narrative Review. *J Clin Med*. 2024;13(6):1651. doi:10.3390/jcm13061651
14. Zhang H ran. Application and Development of Megaprotheses in Limb Salvage for Bone Tumors Around the Knee Joint. *Cancer Control*. 2022;29. doi:10.1177/10732748221099219
15. Beltrami G, Rajan S, Nucci AM, et al. Biological Prosthesis (Hollow 3D-Printed Titanium Custom-Made Prosthesis and Bone Graft) for Humeral Reconstruction in Pediatric Oncologic Patients: Surgical Indications and Results. *Bioengineering*.

- 2023;10(12):1371. doi:10.3390/bioengineering10121371
16. List MA, Knackstedt M, Liu L, et al. Enhanced recovery after surgery, current, and future considerations in head and neck cancer. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2023;8(5):1240-1256. doi:10.1002/lio2.1126
 17. Ruggieri P, Mavrogenis AF, Pala E, Romantini M, Manfrini M, Mercuri M. Outcome of Expandable Prostheses in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2013;33(3):244-253. doi:10.1097/BPO.0b013e318286c178
 18. Gilg MM, Wibmer C, Bergovec M, Grimer RJ, Leithner A. When Do Orthopaedic Oncologists Consider the Implantation of Expandable Prostheses in Bone Sarcoma Patients? *Sarcoma*. 2018;2018:1-6. doi:10.1155/2018/3504075
 19. Gebhardt MC, FDI, SDS, & MHJ. The use of bone allografts for limb salvage in high-grade extremity osteosarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;270:181-196.
 20. Delloye C, de Nayer P, Allington N, Munting E, Coutelier L, Vincent A. Massive bone allografts in large skeletal defects after tumor surgery: a clinical and microradiographic evaluation. *Archives of orthopaedic and traumatic surgery*. 1987;107(1):31-41. doi:10.1007/BF00463522
 21. Ortiz-Cruz E, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Mankin HJ. The Results of Transplantation of Intercalary Allografts after Resection of Tumors. A Long-Term Follow-up Study*. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 1997;79(1):97-106. doi:10.2106/00004623-199701000-00010
 22. Aponte-Tinao L, Farfalli GL, Ritacco LE, Ayerza MA, Muscolo LD. Intercalary Femur Allografts Are an Acceptable Alternative After Tumor Resection. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(3):728-734. doi:10.1007/s11999-011-1952-5
 23. Han G, Wang Y, Bi W, et al. Reconstruction using massive allografts after resection of extremity osteosarcomas the study design: A retrospective cohort study. *International Journal of Surgery*. 2015;21:108-111. doi:10.1016/j.ijssu.2015.07.686
 24. Bus MPA, Dijkstra PDS, van de Sande MAJ, et al. Intercalary Allograft Reconstructions Following Resection of Primary Bone Tumors. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2014;96(4):e26. doi:10.2106/JBJS.M.00655
 25. Wisanuyotin T, Paholpak P, Sirichativapee W, Kosuwon W. Risk factors and outcomes for failure of biological reconstruction after resection of primary malignant bone tumors in the extremities. *Sci Rep*. 2021;11(1):20444. doi:10.1038/s41598-021-00092-1
 26. Liu S, Tao S, Tan J, Hu X, Liu H, Li Z. Long-term follow-up of fibular graft for the reconstruction of bone defects. *Medicine*. 2018;97(40):e12605. doi:10.1097/MD.00000000000012605
 27. Puri A. Limb salvage in musculoskeletal oncology: Recent advances. *Indian Journal of Plastic Surgery*. 2014;47(02):175-184. doi:10.4103/0970-0358.138937
 28. Hovav O, Kolonko S, Zahir SF, Velli G, Chouhan P, Wagels M. Limb salvage surgery reconstructive techniques following long-bone lower limb oncological resection: a systematic review and meta-analysis. *ANZ J Surg*. 2023;93(11):2609-2620. doi:10.1111/ans.18335
 29. Oike N, Kawashima H, Ogose A, et al. Long-term outcomes of an extracorporeal irradiated autograft for limb salvage operations in musculoskeletal tumours. *Bone Joint J*. 2019;101-B(9):1151-1159. doi:10.1302/0301-620X.101B9.BJJ-2019-0090.R1
 30. Yang J, Li W, Feng R, Li D. Intercalary frozen autografts for reconstruction of bone defects following meta-/diaphyseal tumor resection at the extremities. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):890. doi:10.1186/s12891-022-05840-6
 31. TAYLOR GI, MILLER GDH, HAM FJ. THE FREE VASCULARIZED BONE GRAFT. *Plast Reconstr Surg*. 1975;55(5):533-544. doi:10.1097/00006534-197505000-00002
 32. Liu S, Tao S, Tan J, Hu X, Liu H, Li Z. Long-term follow-up of fibular graft for the reconstruction of bone defects. *Medicine*. 2018;97(40):e12605. doi:10.1097/MD.00000000000012605
 33. Lambert KL. The weight-bearing function of the fibula. A strain gauge study. *J Bone*

- Joint Surg Am.* 1971;53(3):507-513.
34. Bibbo C. The Free Fibula Flap for Lower Extremity Reconstruction. *Clin Podiatr Med Surg.* 2021;38(1):117-130. doi:10.1016/j.cpm.2020.09.007
 35. Li Z, Pan Z, Guo H, Fei X, Cheng D, Yang Q. Long-Term Follow-Up of Biological Reconstruction with Free Fibular Graft after Resection of Extremity Diaphyseal Bone Tumors. *J Clin Med.* 2022;11(23):7225. doi:10.3390/jcm11237225
 36. Lenze U, Kasal S, Hefti F, Krieg AH. Non-vascularised fibula grafts for reconstruction of segmental and hemicortical bone defects following meta- /diaphyseal tumour resection at the extremities. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):289. doi:10.1186/s12891-017-1640-z
 37. Soucacos PN, Korompilias A V., Vekris MD, Zoubos A, Beris AE. The free vascularized fibular graft for bridging large skeletal defects of the upper extremity. *Microsurgery.* 2011;31(3):190-197. doi:10.1002/micr.20862
 38. Schuh R, Panotopoulos J, Puchner SE, et al. Vascularised or non-vascularised autologous fibular grafting for the reconstruction of a diaphyseal bone defect after resection of a musculoskeletal tumour. *Bone Joint J.* 2014;96-B(9):1258-1263. doi:10.1302/0301-620X.96B9.33230
 39. de Boer H, Wood M. Bone changes in the vascularised fibular graft. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71-B(3):374-378. doi:10.1302/0301-620X.71B3.2722923
 40. Nathan SS, Athanasian E, Boland PJ, Healey JH. Valgus Ankle Deformity After Vascularized Fibular Reconstruction for Oncologic Disease. *Ann Surg Oncol.* 2009;16(7):1938-1945. doi:10.1245/s10434-009-0485-6
 41. Agarwal A, Kumar A. Fibula regeneration following non-vascularized graft harvest in children. *Int Orthop.* 2016;40(10):2191-2197. doi:10.1007/s00264-016-3233-0
 42. Krieg AH, Hefti F. Reconstruction with non-vascularised fibular grafts after resection of bone tumours. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89-B(2):215-221. doi:10.1302/0301-620X.89B2.17686
 43. Tanaka K, Maehara H, Kanaya F. Vascularized fibular graft for bone defects after wide resection of musculoskeletal tumors. *Journal of Orthopaedic Science.* 2012;17(2):156-162. doi:10.1007/s00776-011-0194-4
 44. TAYLOR GI, MILLER GDH, HAM FJ. THE FREE VASCULARIZED BONE GRAFT. *Plast Reconstr Surg.* 1975;55(5):533-544. doi:10.1097/00006534-197505000-00002
 45. Weiland AJ, Daniel RK, Riley LH. Application of the free vascularized bone graft in the treatment of malignant or aggressive bone tumors. *Johns Hopkins Med J.* 1977;140(3):85-96.
 46. Eward WC, Kontogeorgakos V, Levin LS, Brigman BE. Free Vascularized Fibular Graft Reconstruction of Large Skeletal Defects after Tumor Resection. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(2):590-598. doi:10.1007/s11999-009-1053-x
 47. Malizos KN, Zalavras CG, Soucacos PN, Beris AE, Urbaniak JR. Free Vascularized Fibular Grafts for Reconstruction of Skeletal Defects. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2004;12(5):360-369. doi:10.5435/00124635-200409000-00010
 48. Korompilias A V., Paschos NK, Lykissas MG, Kostas-Agnantis I, Vekris MD, Beris AE. Recent updates of surgical techniques and applications of free vascularized fibular graft in extremity and trunk reconstruction. *Microsurgery.* 2011;31(3):171-175. doi:10.1002/micr.20848
 49. Kelly AM, Cronin P, Hussain HK, Londy FJ, Chepeha DB, Carlos RC. Preoperative MR Angiography in Free Fibula Flap Transfer for Head and Neck Cancer: Clinical Application and Influence on Surgical Decision Making. *American Journal of Roentgenology.* 2007;188(1):268-274. doi:10.2214/AJR.04.1950
 50. Caffee HH, Gilbert A. Vascularized transfer of the fibular shaft. *Plast Reconstr Surg.* 1983;71(5):743. doi:10.1097/00006534-198305000-00085
 51. Shahzad F, Fazzalari A, Zoghbi Y, et al. Reconstruction of oncologic upper extremity defects with fibula free flaps has high union rates and excellent functional outcomes. *J*

- Surg Oncol.* 2023;128(8):1416-1427. doi:10.1002/jso.27418
52. Cho AM, Lopez J, Teven CM, et al. Outcomes in Pediatric Maxillofacial Reconstruction With Vascularized Fibular Flaps: A Systematic Review. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2022;33(5):1346-1351. doi:10.1097/SCS.00000000000008511
 53. Innocenti M, Ceruso M, Manfrini M, et al. Free Vascularized Growth-Plate Transfer after Bone Tumor Resection in Children. *J Reconstr Microsurg.* 1998;14(02):137-143. doi:10.1055/s-2007-1000157
 54. Ghert M, Colterjohn N, Manfrini M. The Use of Free Vascularized Fibular Grafts in Skeletal Reconstruction for Bone Tumors in Children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2007;15(10):577-587. doi:10.5435/00124635-200710000-00001
 55. Manfrini M, Innocenti M, Ceruso M, Mercuri M. Original biological reconstruction of the hip in a 4-year-old girl. *The Lancet.* 2003;361(9352):140-142. doi:10.1016/S0140-6736(03)12192-7
 56. INNOCENTI M, DELCROIX L, MANFRINI M, CERUSO M, CAPANNA R. VASCULARIZED PROXIMAL FIBULAR EPIPHYSEAL TRANSFER FOR DISTAL RADIAL RECONSTRUCTION. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume.* 2004;86(7):1504-1511. doi:10.2106/00004623-200407000-00021
 57. Karami RA, Ghieh FM, Saghieh SS, Ibrahim AE. The use of the fibula flap in post oncologic reconstruction of long bone in pediatric patients: A retrospective cohort study. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery.* 2021;74(10):2504-2511. doi:10.1016/j.bjps.2021.03.017
 58. BI Z gang, HAN X guang, FU C jiang, CAO Y, YANG C lin. Reconstruction of large limb bone defects with a double-barrel free vascularized fibular graft. *Chin Med J (Engl).* 2008;121(23):2424-2428. doi:10.1097/00029330-200812010-00012
 59. Coulet B, Pflieger JF, Arnaud S, Lazerges C, Chammas M. Double-barrel fibular graft for metaphyseal areas reconstruction around the knee. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2010;96(8):868-875. doi:10.1016/j.otsr.2010.06.011
 60. Coulet B, Pflieger JF, Arnaud S, Lazerges C, Chammas M. Double-barrel fibular graft for metaphyseal areas reconstruction around the knee. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2010;96(8):868-875. doi:10.1016/j.otsr.2010.06.011
 61. Ogura K, Sakuraba M, Miyamoto S, Fujiwara T, Chuman H, Kawai A. Pelvic ring reconstruction with a double-barreled free vascularized fibula graft after resection of malignant pelvic bone tumor. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(5):619-625. doi:10.1007/s00402-015-2197-7
 62. Bakri K, Stans A, Mardini S, Moran S. Combined Massive Allograft and Intramedullary Vascularized Fibula Transfer: The Capanna Technique for Lower-Limb Reconstruction. *Semin Plast Surg.* 2008;22(03):234-241. doi:10.1055/s-2008-1081406
 63. Van Den Heuvel SCM, Winters HAH, Ultee KH, Zijlstra-Koenrades N, Sakkers RJB. Combined massive allograft and intramedullary vascularized fibula transfer: the Capanna technique for treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. *Acta Orthop.* 2020;91(5):605-610. doi:10.1080/17453674.2020.1773670
 64. Capanna R, Bufalini C, Campanacci M. A new technique for reconstructions of large metadiaphyseal bone defects. *Orthopaedics and Traumatology.* 1993;2(3):159-177. doi:10.1007/BF02620523
 65. Beris AE, Lykissas MG, Korompilias A V., et al. Vascularized fibula transfer for lower limb reconstruction. *Microsurgery.* 2011;31(3):205-211. doi:10.1002/micr.20841
 66. Ceruso M, Falcone C, Innocenti M, Delcroix L, Capanna R, Manfrini M. Skeletal Reconstruction with a Free Vascularized Fibula Graft Associated to Bone Allograft After Resection of Malignant Bone Tumor of Limbs1. *Handchirurgie · Mikrochirurgie · Plastische Chirurgie.* 2001;33(4):277-282. doi:10.1055/s-2001-16597
 67. Errani C, Ceruso M, Donati DM, Manfrini M. Microsurgical reconstruction with vascularized fibula and massive bone allograft for bone tumors. *European Journal of*

- Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2019;29(2):307-311. doi:10.1007/s00590-018-2360-2
68. Lee JH, Han CS, Baek JH. Onlay vascularized fibular grafting as a salvage procedure for the management of nonunion after reconstruction of the femur following tumor resection. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2018;26(3). doi:10.1177/2309499018802490
 69. Fujisawa K, Miyamoto S, Kobayashi H, Okazaki M. Vascularized Fibular Grafts for Failed Liquid Nitrogen-treated Autografts in the Humerus: Report of Two Cases. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2023;11(8):e5166. doi:10.1097/GOX.0000000000005166
 70. DUFFY GP, WOOD MB, ROCK MG, SIM FH. Vascularized Free Fibular Transfer Combined with Autografting for the Management of Fracture Nonunions Associated with Radiation Therapy*. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2000;82(4):544-554. doi:10.2106/00004623-200004000-00009
 71. Friedrich JB, Moran SL, Bishop AT, Wood CM, Shin AY. Vascularized Fibula Flap Onlay for Salvage of Pathologic Fracture of the Long Bones. *Plast Reconstr Surg*. 2008;121(6):2001-2009. doi:10.1097/PRS.0b013e31817123f1
 72. Minami A, Usui M, Ogino T, Minami M. Simultaneous reconstruction of bone and skin defects by free fibular graft with a skin flap. *Microsurgery*. 1986;7(1):38-45. doi:10.1002/micr.1920070106
 73. Guo QF, Xu ZH, Wen SF, et al. Value of a skin island flap as a postoperative predictor of vascularized fibula graft viability in extensive diaphyseal bone defect reconstruction. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2012;98(5):576-582. doi:10.1016/j.otsr.2012.03.009
 74. McChesney GR, Mericli AF, Rhines LD, Bird JE. The future of free vascularized fibular grafts in oncologic spinal and pelvic reconstruction. *Journal of Spine Surgery*. 2019;5(2):291-295. doi:10.21037/jss.2019.04.01
 75. Shahzad F, Fazzalari A, Zoghbi Y, et al. Reconstruction of oncologic upper extremity defects with fibula free flaps has high union rates and excellent functional outcomes. *J Surg Oncol*. 2023;128(8):1416-1427. doi:10.1002/jso.27418
 76. Hariri A, Mascard E, Atlan F, et al. Free vascularised fibular graft for reconstruction of defects of the lower limb after resection of tumour. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92-B(11):1574-1579. doi:10.1302/0301-620X.92B11.23832
 77. Shankhdhar VK, Yadav PS, Puri A, et al. Free fibula flap for lower limb salvage after tumour resection. *Indian Journal of Plastic Surgery*. 2018;51(03):274-282. doi:10.4103/ijps.IJPS_113_17
 78. Hilven PH, Bayliss L, Cosker T, et al. The vascularised fibular graft for limb salvage after bone tumour surgery. *Bone Joint J*. 2015;97-B(6):853-861. doi:10.1302/0301-620X.97B6.34692
 79. Gebert C, Hillmann A, Schwappach A, et al. Free vascularized fibular grafting for reconstruction after tumor resection in the upper extremity. *J Surg Oncol*. 2006;94(2):114-127. doi:10.1002/jso.20326
 80. CLAXTON MR, SHIRLEY MB, BAKRI K, ROSE PS, MORAN SL, HOUDEK MT. Utility of the Free Vascularized Fibula Flap to Reconstruct Oncologic Defects in the Upper Extremity. *Anticancer Res*. 2020;40(5):2751-2755. doi:10.21873/anticancer.14246
 81. Landau MJ, Badash I, Yin C, Alluri RK, Patel KM. Free vascularized fibula grafting in the operative treatment of malignant bone tumors of the upper extremity: A systematic review of outcomes and complications. *J Surg Oncol*. 2018;117(7):1432-1439. doi:10.1002/jso.25032
 82. Riasa INP, Kawilarang B. The Use of Free Vascularized Fibula Graft in Spinal Reconstruction: A Comprehensive Systematic Review. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2023;11(6):e5079. doi:10.1097/GOX.0000000000005079
 83. Ogura K, Sakuraba M, Miyamoto S, Fujiwara T, Chuman H, Kawai A. Pelvic ring reconstruction with a double-barreled free vascularized fibula graft after resection of

- malignant pelvic bone tumor. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(5):619-625. doi:10.1007/s00402-015-2197-7
84. Moran SL, Bakri K, Mardini S, Shin AY, Bishop AT. The use of vascularized fibular grafts for the reconstruction of spinal and sacral defects. *Microsurgery.* 2009;29(5):393-400. doi:10.1002/micr.20655
85. Feltri P, Solaro L, Errani C, Schiavon G, Candrian C, Filardo G. Vascularized fibular grafts for the treatment of long bone defects: pros and cons. A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;143(1):29-48. doi:10.1007/s00402-021-03962-5
86. Campanacci DA, Totti F, Puccini S, et al. Intercalary reconstruction of femur after tumour resection: is a vascularized fibular autograft plus allograft a long-lasting solution? *Bone Joint J.* 2018;100-B(3):378-386. doi:10.1302/0301-620X.100B3.BJJ-2017-0283.R2