

7

Κακώσεις Βραχιονίου Πλέγματος και Περιφερικών Νεύρων

Σύνοψη - Προαπαιτούμενη γνώση

Η **πάρεση του βραχιονίου πλέγματος** είναι συνήθως τραυματικής αιτιολογίας και οφείλεται στους μεν ενήλικες σε κακώσεις υψηλής ενέργειας (τροχαία ατυχήματα) που αφορούν κυρίως νεανικό πληθυσμό, στα δε νεογνά σε κακώσεις του πλέγματος (από έλξη) κατά τον τοκετό, συνήθως λόγω αυξημένου βάρους γέννησης. Το κοινωνικο-οικονομικό κόστος είναι πολύ μεγάλο, δεδομένου ότι μετά τον τραυματισμό ο ασθενής παρουσιάζει αναπηρία και χρίζει πολλαπλών επεμβάσεων και παρατεταμένης αποκατάστασης. Η πρόγνωση είναι πολύ κακή εάν έχουν τραυματιστεί πολλές ρίζες.

Η σύγχρονη αντιμετώπιση αυτών των καταστροφικών κακώσεων **στους ενήλικες**, αλλά και στα βρέφη, περιλαμβάνει τη μικροχειρουργική ανακατασκευή του βραχιονίου πλέγματος, σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά τον τραυματισμό, με τον συνδυασμό διάφορων τεχνικών επανανεύρωσης από ενδο- και εξω-πλεγματικές δότριες νευρικές δομές. Επίσης, περιλαμβάνει ενίσχυση της λειτουργικότητας του άκρου με μεταφορές ελεύθερων αγγειούμενων ή ανανευρωμένων μυών σε δεύτερο χρόνο. Αυτή η μικροχειρουργική προσέγγιση πολλών σταδίων, εάν εφαρμοστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα, ειδικά σε νέους ασθενείς, έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα, ακόμα και σε περιπτώσεις εξελκυσμού πολλών ριζών του βραχιονίου πλέγματος. Όσον αφορά τα **βρέφη (νεογνική παράλυση)**, στα οποία η πλειονότητα των βλαβών είναι καλής πρόγνωσης (το ποσοστό αυτόματης αποκατάστασης κυμαίνεται μεταξύ 80 και 90%), η ανάκτηση της λειτουργίας του δικεφάλου μέσα στους τρεις πρώτους μήνες της ζωής είναι θετικό προγνωστικό σημείο, ενώ η καθυστέρηση στην ανάκτηση της λειτουργίας του δικεφάλου πέραν των τριών μηνών είναι ένδειξη για διερεύνηση και μικροχειρουργική αποκατάσταση του πλέγματος. Η στρατηγική της μικροχειρουργικής αποκατάστασης είναι διαφορετική, ανάλογα με τον τύπο της παράλυσης (ανωτέρου ή ολικού τύπου) και με τον τύπο της νευρικής βλάβης (ρήξη ή εξελκυσμός), και περιλαμβάνει νευρολύσεις, γεφύρωση με τη χρήση νευρικών μοσχευμάτων και νευρομεταφορές. Τέλος, η δευτερογενής αποκατάσταση της νεογνικής παράλυσης στοχεύει στη βελτίωση του λειτουργικού αποτελέσματος και περιλαμβάνει σκελετικές επεμβάσεις, μεταφορές και απελευθερώσεις μυών και τενοντομεταφορές ή τενοντοδέσεις.

Όσον αφορά τις **κακώσεις των περιφερικών νεύρων**, αναλύονται ο μηχανισμός της κάκωσης και η παθοφυσιολογία της βλάβης των περιφερικών νεύρων, η εκτίμηση του ασθενούς με τραυματισμό περιφερικού νεύρου, οι μέθοδοι νευρικής αποκατάστασης και οι παράγοντες που επηρεάζουν την πορεία της νευρικής αποκατάστασης.

7.A

Τραυματικές Κακώσεις Βραχιονίου Πλέγματος

Μάριος Δ. Βεκρής, Δημήτρης Παπαδόπουλος

A.1. Εισαγωγή

Η μετατραυματική πάρεση του βραχιονίου πλέγματος εμφανίζεται κυρίως σε νέους ασθενείς και σχετίζεται με καταστροφικές κοινοοικονομικές και ψυχολογικές συνέπειες. Τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των σοβαρών βλαβών του βραχιονίου πλέγματος έχει αυξηθεί, κυρίως λόγω των αυξημένων ποσοστών επιβίωσης μετά από τροχαία ατυχήματα, το οποίο οφείλεται στις βελτιωμένες τεχνικές και μεθόδους αντιμετώπισης των ατυχημάτων αυτών. Οι βλάβες εξελκυσμού του βραχιονίου πλέγματος έχουν ως αποτέλεσμα βαρύτερες παρέσεις του τραυματισμένου άνω άκρου. Η πρόγνωση είναι κακή και τα λειτουργικά αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά.

Η ακριβής και προσεκτική εκτίμηση της βλάβης είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς επιτρέπει μια πιο ακριβή πρόγνωση και σχεδιασμό ενός πιο ρεαλιστικού πλάνου αποκατάστασης. Η δυσκολία της αποκατάστασης του τραυματισμένου βραχιονίου πλέγματος, σε σχέση με την αποκατάσταση βλαβών περιφερικών νεύρων, οφείλεται σε δύο λόγους: πρώτον στην έλλειψη νευρικών μοσχευμάτων για την γεφύρωση εκτεταμένων και μαζικών βλαβών του βραχιονίου πλέγματος, και δεύτερον, σε περιπτώσεις εξελκυσμού ριζών, στην έλλειψη επαρκών κεντρικών ενδοπλεγματικών δότριων νευρικών δομών (ρίζες) οι οποίες είναι σε συνέχεια με τον νωτιαίο μυελό. Αυτοί οι παράγοντες έχουν ως αποτέλεσμα να είναι πρακτικά αδύνατη η άμεση ανατομική αποκατάσταση, με εξαίρεση τις μερικές βλάβες του βραχιονίου πλέγματος. Η πρόκληση για τον μικροχειρουργό, όσον αφορά την αποκατάσταση του βραχιονίου πλέγματος, είναι να αναγνωρίσει και να «θυσιάσει» τις λιγότερο σημαντικές λειτουργίες, με σκοπό να κατευθύνει και να χρησιμοποιήσει κινητικούς νευράξονες για την ανανέωση πιο σημαντικών «στόχων», ώστε να επιτύχει την αποκατάσταση των βασικών λειτουργιών του παράλυτου και αναίσθητου άκρου.

Παρά τις προσπάθειες για χειρουργική αποκατάσταση του τραυματισμένου βραχιονίου πλέγματος στις αρχές του 20ου αιώνα, λόγω των κακών αποτελεσμάτων, προτινόταν μια συντηρητική αντιμετώπιση, αν και συστηνόταν μια διερεύνηση της βλάβης, ώστε να καθοριστεί η πρόγνωση [1-7]. Για το αναίσθητο άκρο με χαλαρή παράλυση, η εναλλακτική αντιμετώπιση περιλάμβανε ακρωτηριασμό στο επίπεδο του ώμου, αρθρόδεση του ώμου και τοποθέτηση προσθετικού μέλους [8] ή χρήση ειδικών νάρθηκων (νάρθηκες ώμου χαλαρής παράλυσης) [9].

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η χρήση των μικροχειρουργικών τεχνικών [10-12] και της αρχής της αποκατάστασης των βλαβών χωρίς τάση [13,14] στη μικροχειρουργική των περιφερικών νεύρων οδήγησε στην καλύτερη κατανόηση των βλαβών του βραχιονίου πλέγματος. Επίσης, η εμπειρία η οποία αποκτήθηκε κατά την διάρκεια των ετών έχει βελτιώσει τα αποτελέσματα αποκατάστασης του τραυματισμένου βραχιονίου πλέγματος, ακόμα και σε σοβαρές περιπτώσεις στις οποίες υπάρχει εξελκυσμός ριζών.

Ο ασθενής πρέπει να ενημερωθεί για το γεγονός ότι η αποκατάσταση θα περιλαμβάνει πολλά στάδια, καθώς και για την πιθανότητα μερικής μόνο αποκατάστασης της λειτουργίας του άκρου, και έτσι να έχει πλέον επικουρικό και υποβοηθητικό ρόλο στις καθημερινές δραστηριότητες. Δεδομένου ότι κανένας ασθενής δεν επιθυμεί ακρωτηριασμό και προτιμάει τη μερική αποκατάσταση της λειτουργικότητας του άκρου, η προσπάθεια του χειρουργού πρέπει να επικεντρώνεται στη δυνατόν μέγιστη βελτίωση της κινητικής και αισθητικής λειτουργίας, με όποια μέθοδο αντιμετώπισης θεωρεί αυτός καταλληλότερη. Όλο το εύρος των

μεθόδων αποκατάστασης έχει ως στόχο την ανάκτηση των βασικών λειτουργιών του άνω άκρου (σταθεροποίηση ώμου, κάμψη αγκώνα, έκταση αγκώνα, προστατευτική αισθητικότητα και, αν είναι δυνατόν, την κινητική λειτουργικότητα του χεριού).

A.2. Προεγχειρητική εκτίμηση

Μια ακριβής προεγχειρητική εκτίμηση περιλαμβάνει λήψη ενός εκτενούς ιστορικού του τραυματισμού και εκτίμηση της φυσικής κατάστασης του ασθενούς, καθώς επίσης λεπτομερή κλινική εξέταση και διάφορες παρακλινικές εξετάσεις, όπως απεικονιστικές και ηλεκτροφυσιολογικές εξετάσεις. Το ιστορικό είναι μείζονος σημασίας, καθώς, συνήθως, οι ασθενείς προσέρχονται για την χειρουργική αποκατάσταση αρκετές εβδομάδες ή και μήνες μετά τον τραυματισμό. Ένα λεπτομερές ιστορικό μπορεί να αποκαλύψει τον μηχανισμό και την ενέργεια της κάκωσης. Κακώσεις υψηλής ενέργειας είναι ενδεικτικές εξελκυσμού ριζών. Συνοδά κατάγματα ή/και εξαρθήματα στην περιοχή του ώμου ή/και αγγειακές κακώσεις της υποκλείδιας ή μασχαλιαίας αρτηρίας είναι ενδεικτικά πιθανής νευρικής βλάβης σε δυο σημεία, καθώς και δημιουργίας ουλώδους ιστού, ο οποίος θα δυσχεραίνει την διευρέυνση του πλέγματος. Η παρουσία φλεβικού μοσχεύματος για την γεφύρωση του αγγειακού ελλείμματος πρέπει να καθιστά τον χειρουργό πιο προσεκτικό κατά την διερεύνηση του βραχιονίου πλέγματος.

Η κλινική εξέταση ξεκινάει με την παρατήρηση της μυϊκής ατροφίας, των ουλών, των ρικνώσεων, των νευροτροφικών αλλοιώσεων και την παρουσία συνδρόμου Horner, το οποίο είναι ενδεικτικό εξελκυσμού των κατωτέρων ριζών του βραχιονίου πλέγματος. Η μυϊκή δύναμη όλων των μυϊκών ομάδων του άνω άκρου, από τον ώμο μέχρι την άκρα χείρα, πρέπει να εκτιμηθεί και να καταγραφεί σύμφωνα με την κλίμακα MRC (Medical Research Council) από M0 έως M5 με την τοποθέτηση + και - μεταξύ κάθε βαθμού, π.χ. M3+. Το παθητικό εύρος κίνησης όλων των αρθρώσεων αξιολογείται, ώστε να εξακριβωθεί εάν υπάρχει δυσκαμψία των αρθρώσεων. Η εξέταση της αισθητικής λειτουργίας του άκρου περιλαμβάνει την αίσθηση λεπτής αφής, τη διακριτική αισθητικότητα δυο σημείων με την στατική και κινητική δοκιμασία και την παλλαισθησία με τη χρήση διαπασών. Η δοκιμασία ιδρώτα νινυδρίνης αποκαλύπτει πιθανή βλάβη της συμπαθητικής αλύσου και είναι ενδεικτική βλάβης εξελκυσμού των κατωτέρων ριζών. Η παρουσία πόνου, ο χαρακτήρας του (εντόπιση, συχνότητα, διάρκεια και ένταση) ή η αλλαγή αυτού από την στιγμή της κάκωσης, καθώς και η ανάγκη λήψης φαρμάκων, σε συνδυασμό με την αισθητική λειτουργικότητα του άνω άκρου, βοηθούν στον αποκλεισμό βλάβης εξελκυσμού.

Ο διαγνωστικός έλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει ακτινογραφίες θώρακος σε εισπνοή και εκπνοή ή/και ακτινοσκόπηση, προς αποκλεισμό πάρεσης του φρενικού νεύρου (ενδεικτικό στοιχείο εξελκυσμού των ανωτέρων ριζών). Σε περιπτώσεις στις οποίες υπάρχει ιστορικό κατάγματος ή εξαρθήματος είναι χρήσιμο να γίνουν και άλλες απλές ακτινογραφίες. Η παρουσία έκτοπης οστεοποίησης είναι πιθανή, ειδικά σε ασθενείς που νοσηλεύτηκαν σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ). Η αρτηριογραφία του άνω άκρου είναι απαραίτητη σε περιπτώσεις στις οποίες υπήρχε τραυματισμός των αγγείων ή/και χρήση φλεβικού μοσχεύματος, και απαιτείται, επίσης, όταν υπάρχει πιθανότητα χρήσης ελεύθερων μυϊκών κρημνών.

Ο συνδυασμός αυχενικής μυελογραφίας, η οποία εφαρμόστηκε πρώτα από τον Murrphey [15], και αξονικής τομογραφίας μετά την μυελογραφία θεωρείται η καλύτερη μέθοδος εξέτασης των κοιλιακών και ραχιαίων ριζικών κλάδων και αποκλεισμού βλάβης εξελκυσμού, με μικρό ποσοστό (3,5%) ψευδώς αρνητικών αποτελεσμάτων. Η κλασσική μαγνητική τομογραφία είναι αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης του πλέγματος μετά την έξοδο από τα μεσοσπονδύλια τρήματα, αν και η τεχνική της μαγνητικής μυελογραφίας έχει παρόμοια ακρίβεια με την αξονική μυελογραφία [17]. Η παρουσία ψευδομηνιγγοκηλών είναι ενδεικτική βλάβης εξελκυσμού ρίζας.

Οι ηλεκτροδιαγνωστικές εξετάσεις περιλαμβάνουν το ηλεκτρομυογράφημα [18], τον έλεγχο της ταχύτητας νευρικής αγωγιμότητας, κινητικής και αισθητικής [19], καθώς και τη δοκιμασία διαδερμικής διέγερσης του μυελού. Στην τελευταία εξέταση μικρής έντασης ρεύμα εφαρμόζεται σε κάθε εξερχόμενη ρίζα και ο ασθενής αντιλαμβάνεται το ερέθισμα στο δερμοτόμιο στο οποίο αντιστοιχεί στην ρίζα αυτή. Μια θετική δοκιμασία είναι ισχυρή απόδειξη ότι δεν υπάρχει βλάβη εξελκυσμού. Η παρουσία αισθητικών δυναμικών (SNAP) και φυσιολογικής ταχύτητας αισθητικής αγωγιμότητας στα περιφερικά νεύρα τα οποία νευρώνουν ένα αναισθητο και με χαλαρή παράλυση άκρο είναι, κατά κανόνα, ένδειξη εξελκυσμένης ρίζας.

Τα προεγχειρητικά δεδομένα είναι απαραίτητα, ώστε να καθοριστεί ή πρόγνωση και να σχεδιαστεί ένα ρεαλιστικό πλάνο αντιμετώπισης. Παρ'όλ' αυτά, η τελική διάγνωση γίνεται διεγχειρητικά.

A.3. Διερεύνηση βραχιονίου πλέγματος και διεγχειρητική διάγνωση

Η διερεύνηση όλου του βραχιονίου πλέγματος, τόσο υπερκλείδια όσο και υποκλείδια, είναι απαραίτητη για την αναγνώριση των ριζών και των τραυματισμένων νευρικών δομών. Στις μεταγαγγλιακές βλάβες, εφόσον υπάρχει υπολειπόμενη νευρική λειτουργία, η χρήση νευροδιεγέρτη με ρεύμα έντασης 0,5-2,0 mA είναι χρήσιμη, ειδικά σε περιπτώσεις στις οποίες έχει σχηματιστεί νεύρωμα σε ένα νεύρο το οποίο διατηρεί την ανατομική συνέχειά του. Με σκοπό τον αποκλεισμό βλαβών εξελκυσμού ριζών, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι διεγχειρητικά.

Ιστοτεμάχια εγκαρσίων τομών των ριζών στέλνονται στο παθολογοανατομικό εργαστήριο για άμεση ιστολογική εξέταση, με σκοπό την αναγνώριση νευραξόνων ή/και γαγγλιακών κυττάρων ή/και εκτεταμένου ουλώδους ιστού. Εάν υπάρχουν γαγγλιακά κύτταρα, η ρίζα θεωρείται εξελκυσμένη και, επομένως, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δότρια για την ανανέωση άλλων νευρικών στοιχείων. Επιπρόσθετα, μπορεί να γίνει αμέσως, σε εξειδικευμένα κέντρα, ιστοχημική ανάλυση των ριζών με καρβονική ανυδράση [21] και χολινεστεράση [22], για την λήψη περαιτέρω πληροφοριών σχετικά με την κινητικοαισθητική κατανομή των νευραξόνων στην περιοχή της βιοψίας.

Τα προκλητά σωματοαισθητικά δυναμικά καταγράφουν την αντίδραση του ετερόπλευρου εγκεφαλικού ημισφαιρίου στο ηλεκτρικό ερέθισμα στο επίπεδο των ριζών, με τη χρήση διαδερμικών καταγραφικών ηλεκτροδίων. Τα προκλητά σωματοαισθητικά δυναμικά θεωρούνται μια αξιόπιστη μέθοδος αποκλεισμού βλάβης εξελκυσμού. Πρόσφατα, προκλητά κινητικά δυναμικά έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση βλάβης εξελκυσμού των πρόσθιων ριζιτικών κλάδων (κινητικοί νευράξονες) [24]. Αυτή ή μέθοδος καταγράφει δυναμικά στο επίπεδο των ριζών μετά από διακρανιακή ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου. Η παρουσία μιας ανταπόκρισης στη διέγερση είναι ενδεικτική ακεραίας επικοινωνίας και, επομένως, απουσίας εξελκυσμού της ρίζας από τον νωτιαίο μυελό.

Οι συγγραφείς χρησιμοποιούν μια κλίμακα διεγχειρητικής εκτίμησης της βαρύτητας της βλάβης, την Κλίμακα Συνολικής Βαρύτητας (Total Severity score), η οποία περιγράφηκε από τους Τερζή, Βεκρή et al [25]. Κάθε ρίζα ταξινομείται ως:

- (0) με βλάβη εξελκυσμού,
- (1) με βλάβη εξελκυσμού/ρήξης,
- (2) με βλάβη ρήξης,
- (3) με βλάβη ρήξης/ διάτασης,
- (4) με βλάβη διάτασης,
- (5) φυσιολογική.

Όσο χαμηλότερη η βαθμολογία τόσο βαρύτερη η κάκωση και χειρότερη η πρόγνωση, καθώς επίσης και λιγότερα τα ενδοπλεγματικά νευρικά στοιχεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δότριες δομές για ανανέωση.

A.4. Χρόνος χειρουργικής αποκατάστασης

Ο ιδανικός χρόνος για τη χειρουργική αποκατάσταση στην περίπτωση κλειστών κακώσεων διάτασης ήταν αντικείμενο συζητήσεων και διαφωνιών στο παρελθόν. Η προσέγγιση «περίμενε και δεξ» δεν έχει θέση σήμερα στην αντιμετώπιση αυτών των κακώσεων, καθώς δεν υπάρχει όφελος ή είναι ελάχιστο από την καθυστερημένη αυτή νευρική αποκατάσταση, ειδικά όταν αυτή γίνεται πέραν των δυο ετών από την απονεύρωση.

Οι Magalon et al [26] και Brunelli [27] συνιστούν άμεση αποκατάσταση των βλαβών, όταν συνυπάρχει και αγγειακή βλάβη, ενώ ο Alnot [28] προτείνει τη διερεύνηση αρχικά του πλέγματος κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης των αγγειακών βλαβών και σε δεύτερο χρόνο την αποκατάσταση των βλαβών. Ο Sedel [29] ανέφερε ότι τα αποτελέσματα των χειρουργικών αποκαταστάσεων τα οποία έγιναν έως και 9

μήνες μετά τον τραυματισμό ήταν καλύτερα από αυτά των πιο καθυστερημένων χειρουργικών επεμβάσεων. Οι συγγραφείς πιστεύουν ότι μια χειρουργική αποκατάσταση σε σύντομο διάστημα, μεταξύ της 6ης εβδομάδας και του 3ου μήνα από την κάκωση, έχει τα καλύτερα αποτελέσματα [25].

A.5. Αποκατάσταση βραχιονίου πλέγματος

Στις μεταγαγγλιακές υπερκλειδίες και υποκλειδίες κακώσεις τα περισσότερα από τα περιφερικά νευρικά στοιχεία μπορούν να αποκατασταθούν με αποκατάσταση της ανατομικής συνέχειας τους. Η **νευρόλυση** είναι χρήσιμη στις περιπτώσεις στις οποίες υπάρχει ουλώδης ιστός ή νεύρωμα και συγχρόνως υπάρχει ανταπόκριση στην διέγερση με τον νευροδιεγέρτη διεγχειρητικά. Η **χρήση συμβατικών νευρικών μοσχευμάτων** για την γεφύρωση ελλειμμάτων είναι η πιο συχνή μέθοδος αποκατάστασης των μεταγαγγλιακών βλαβών (Εικόνα 7.A.1). Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα αισθητικά νεύρα κατά σειρά προτίμησης είναι το γαστροκνημιαίο νεύρο, το σαφηνές νεύρο, το έσω δερματικό νεύρο βραχιονίου και αντιβραχίου και το επιπολής κεκριδικό νεύρο. Στο «οπλοστάσιο» των χειρουργών βραχιονίου πλέγματος έχουν προστεθεί τα **αγγειούμενα νευρικά μοσχεύματα** [30,31]. Αυτά τα μοσχεύματα διατηρούν την αγγειακή παροχή τους και έτσι επιβιώνουν, ακόμα και αν μεταφερθούν σε περιοχή με ουλώδη ιστό. Έτσι, διατηρείται άριστα το ενδονευρικό περιβάλλον και ο ρυθμός ανανεύρωσης μέσω των νευραξόνων του μοσχεύματος δεν παρουσιάζει καθυστέρηση, ακόμα και όταν πρόκειται για μεγάλο νευρικό μόσχευμα (όπως το ωλένιο νεύρο) [32].

Σε περιπτώσεις εξελκυσμού ριζών οι χειρουργοί αποκατάστασης του βραχιονίου πλέγματος έχουν χρησιμοποιήσει διάφορα εξωπλεγματικά κινητικά και αισθητικά νευρικά στοιχεία ως δότριες νευρικές δομές, με σκοπό την **ανανεύρωση επιλεγμένων μυών**, ώστε να επιτευχθεί η αποκατάσταση της σημαντικής λειτουργίας του ώμου, του αγκώνα και του χεριού. Οι Yeoman και Seddon [33] πρότειναν την ανανεύρωση του μυοδερματικού νεύρου με μεταφορά των μεσοπλευριών νευρών σε περιπτώσεις εξελκυσμού. Επιπρόσθετα, έχουν εφαρμοστεί, η μεταφορά κλάδων του ομόπλευρου αυχενικού πλέγματος [34], του ετερόπλευρου έξω θωρακικού νεύρου [35], του παραπληρωματικού νεύρου [36,37], του υπογλώσσιου νεύρου [38], του φρενικού νεύρου, της ετερόπλευρης A7 ρίζας [39,40], καθώς και η εκλεκτική μεταφορά του ετερόπλευρου A7 [41] ή και του ωλενίου νεύρου στο μυοδερματικό νεύρο [42].

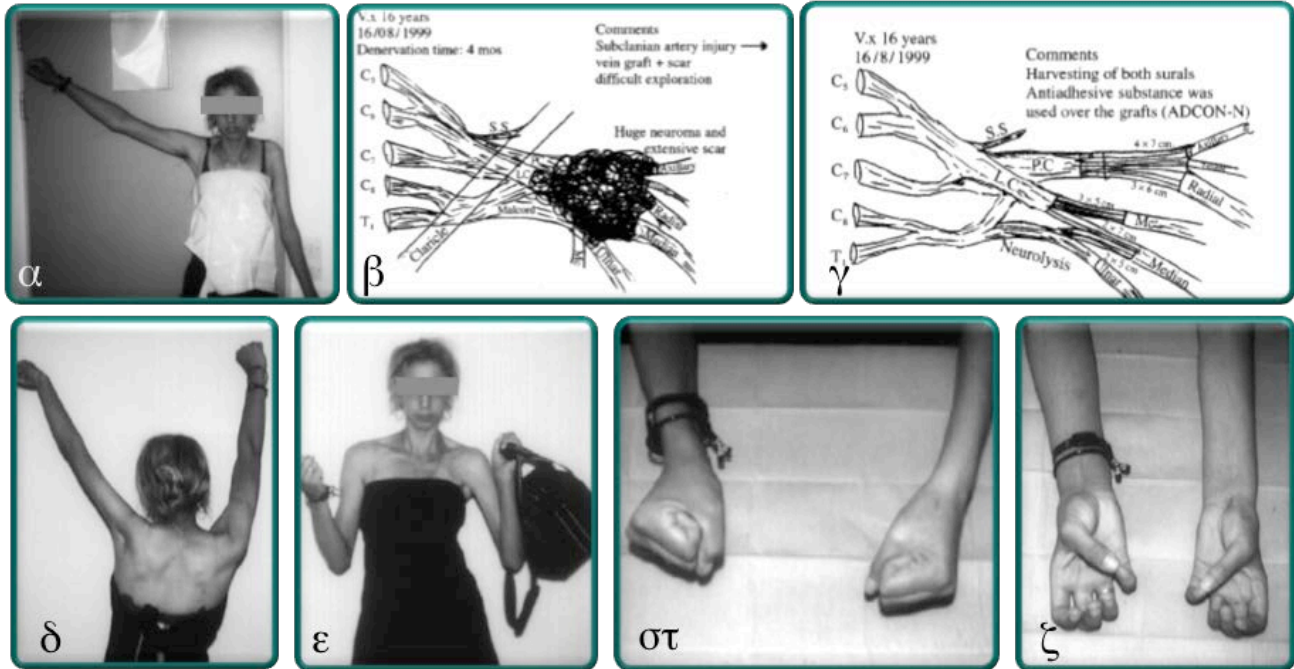
Το επίπεδο της συρραφής των μεταφερόμενων δότριων νευρών στα περιφερικά νεύρα κατά τη διάρκεια της ανανεύρωσης αποτελεί θέμα συζήτησης. Οι Bentolia et al [43] ανέφεραν καλύτερα αποτελέσματα, όταν η συρραφή των μεταφερόμενων νευρών γινόταν στο έξω και οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος σε σχέση με πιο περιφερικές συρραφές (όπως στο μυοδερματικό νεύρο). Από την άλλη, οι Alnot [28] και Terzis et al [25] υποστηρίζουν ότι η νευρομεταφορά έχει καλύτερα αποτελέσματα, όταν τα μεταφερόμενα νεύρα μεταφέρονται σε περιφερικά νεύρα σε σχέση με την μεταφορά σε κεντρικότερα νευρικά στοιχεία (όπως στο δευτερεύον στέλεχος). Οι συγγραφείς συμφωνούν μ' αυτήν την άποψη, δεδομένου ότι η πλειοψηφία των νευραξόνων θα κατευθυνθεί στον επιθυμητό στόχο και δεν θα χαθεί σε τυχαία ανανεύρωση.

A.6. Στρατηγική ανακατασκευής

A.6.a. Μεταγαγγλιακές βλάβες

Στην περίπτωση των μεταγαγγλιακών βλαβών οι ρίζες δεν είναι εξελκυσμένες, η βλάβη εκτείνεται σε ποικίλο μήκος και περιλαμβάνει πρωτεύοντα στελέχη, κλάδους και/ή δευτερεύοντα στελέχη. Η αποκατάσταση με νευρόλυση και χρήση νευρικών μοσχευμάτων μπορεί να είναι πλήρης και ανατομική. Σε εκτεταμένες βλάβες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι άμεσης ανανεύρωσης με νευρομεταφορά, εάν δεν υπάρχει διαθεσιμότητα νευρικών μοσχευμάτων και η ανατομική αποκατάσταση δεν είναι εφικτή. Πρέπει να δοθεί προσοχή, ώστε το πρόσθιο τμήμα του εγγύς βραχιονίου πλέγματος να συνδεθεί με τα πρόσθια έσω και έξω δευτερεύοντα στελέχη, και το οπίσθιο τμήμα του εγγύς βραχιονίου πλέγματος με το οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος, ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο ταυτόχρονης σύσπασης ανταγωνιστών μϊκών ομάδων, λόγω διασταύρωσης των νευραξόνων. Εάν υπάρχει εξελκυσμός των περιφερικών νευρών στο επίπεδο εισόδου

στον μυ, μπορεί να γίνει άμεση εμφύτευση των νευρικών μοσχευμάτων σε πολλαπλά σημεία της μυϊκής γαστέρας ή, προτιμότερο, μεταφορά νησιδωτού ή ελεύθερου μυός.



Εικόνα 7.Α.1. α. Ασθενής 16 ετών η οποία υπέστη τραύμα από πυροβολισμό από μικρή απόσταση στην περιοχή της αριστερής μασχαλιαίας χώρας. Το αριστερό υποκλείδιο βραχιόνιο πλέγμα ήταν τραυματισμένο με συνοδή κάκωση των υποκλείδιων και μασχαλιαίων αγγείων. Η αποκατάσταση της αρτηριακής βλάβης έγινε άμεσα με χρήση φλεβικού μοσχεύματος. Η προεγχειρητική εξέταση (4 μήνες μετά τον τραυματισμό) δείχνει ένα παράλυτο και αναισθητό άκρο, το οποίο διατηρεί μικρή ικανότητα απαγωγής του ώμου. **β.** Τέσσερις μήνες μετά την κάκωση έγινε διερεύνηση του βραχιονίου πλέγματος. Ανευρέθηκε ένα μεγάλο νεύρωμα με εκτεταμένο ουλώδη ιστό στην υποκλείδια περιοχή. Τα διεγχειρητικά ευρήματα περιελάμβαναν: (1) ρήξη του οπίσθιου δευτερεύοντος στελέχους κεντρικότερα από την έκφυση του μασχαλιαίου νεύρου (2) ρήξη του προσθίου έξω δευτερεύοντος στελέχους κεντρικότερα από την έκφυση του μυοδερματικού νεύρου και (3) μια μικτή κάκωση του προσθίου έσω δευτερεύοντος στελέχους με ρήξη της συμβολής προς το μέσο νεύρο. Επιπρόσθετα, ανευρέθηκε τραυματισμός διάτασης του ωλενίου νεύρου. Παρόλο που το ωλένιο νεύρο ήταν σε συνέχεια, ήταν καλυμμένο με ουλώδη ιστό για περίπου 10 cm. **γ.** Η ανακατασκευή του βραχιονίου πλέγματος περιλάμβανε τα ακόλουθα: (1) επιμελή νευρόλυση των δευτερεύοντων στελεχών, των περιφερικών κολοβωμάτων, καθώς και του ωλενίου, του θωρακοραχιαίου και του υπερπλάτιου νεύρου, (2) αποκατάσταση με παρεμβολή νευρικών μοσχευμάτων από το πρόσθιο έξω δευτερεύον στέλεχος στο μυοδερματικό νεύρο και στο μέσο νεύρο, και από το οπίσθιο έσω δευτερεύον στέλεχος στο μέσο νεύρο (3) νευρομεταφορά από το οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος στο μασχαλιαίο, σε κλάδους του τρικεφάλου μύος και στο κερκιδικό νεύρο. **δ.** Πραγματοποιήθηκαν, επίσης, τενοντομεταφορές των ανανεωμένων μυών για να ενισχύσουν την λειτουργία του χεριού. Αυτές περιελάμβαναν: μεταφορά του στρογγύλου πρηνιστή στον βραχύ κερκιδικό εκτείνοντα τον καρπό, μεταφορά του ωλενίου καμπτήρα του καρπού στον κοινό εκτείνοντα τους δακτύλους και μεταφορά του μακρού παλαμικού στον μακρό εκτείνοντα τον αντίχειρα. Η ασθενής κατά την τελευταία μετεγχειρητική εξέταση (4/2001) παρουσιάζει άριστη λειτουργικότητα του ώμου και έκταση του αγκώνα. **ε.** Διακρίνεται η ισχυρή κάμψη του αγκώνα, με πλήρες εύρος κίνησης. Η ασθενής είναι ικανή να σηκώσει με ευκολία την τσάντα της. **στ.** Η λειτουργία του χεριού έχει αποκατασταθεί. Διακρίνεται η ισχυρή κάμψη των δακτύλων. **ζ.** Η ασθενής παρουσιάζει εξαιρετική λειτουργικότητα του αντίχειρα και μεγάλη ισχύ δαχτυλίου, δεν έχει πόνο, ενώ εμφανίζει σχεδόν πλήρη αποκατάσταση της αισθητικότητας. (C5: A5 ρίζα, C6: A6 ρίζα, C7: A7 ρίζα, C8: A8 ρίζα, T1: Θ1 ρίζα, S.S.: Υπερπλάτιο νεύρο, PC: Οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος, LC: Έξω δευτερεύον στέλεχος, Mc: Μυοδερματικό νεύρο, Clavicle: Κλείδα, Median: Μέσο νεύρο, Ulnar: Ωλένιο νεύρο, Radial: Κερκιδικό νεύρο, Axillary: Μασχαλιαίο νεύρο).

A.6.β. Προαγγλιακές βλάβες

Οι κατώτερες ρίζες είναι πιο συχνά εξελκυσμένες και σ' αυτήν την περίπτωση, οι υπόλοιπες ρίζες έχουν υποστεί βλάβες διαφόρων βαθμών. Η πρόγνωση είναι καλύτερη, εάν ο εξελκυσμός αφορά το ανώτερο πλέγμα, γιατί σ' αυτή την περίπτωση η λειτουργία του χεριού δεν έχει διαταραχθεί.

Εάν η A5 ή/και η A6 ρίζα έχουν εξελκυστεί, συνήθως επιλεγμένο τμήμα από την οπίσθια διακλάδωση της A7 ρίζας οδηγείται στο οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος και τμήμα της προσθίας διακλάδωσης της A7 ρίζας οδηγείται στο πρόσθιο-έξω δευτερεύον στέλεχος. Στους ενήλικες η ανανεύρωση των A8 και Θ1 ριζών δεν έχει ένδειξη, δεδομένου ότι η μεγάλη απόσταση αποκλείει την πιθανότητα αποκατάστασης της λειτουργίας των αυτόχθονων μυών του χεριού.

Εάν είναι διαθέσιμες μόνο οι A5 και A6 ρίζες, το υπερπλάτιο νεύρο ανανευρώνεται από τον τελικό κλάδο του παραπληρωματικού νεύρου, ενώ κλασικά νευρικά μοσχεύματα ή το ετερόπλευρο ωλένιο νεύρο χρησιμοποιούνται ως αγγειούμενα μόσχευματα για την σύνδεση των ριζών A5 και A6 με το μυοδερματικό, το μασχαλιαίο, το μέσο και το κερκιδικό νεύρο. Το ωλένιο νεύρο με τον αγγειακό μίσχο του, ο οποίος προέρχεται από τα άνω παράπλευρα ωλένια αγγεία, χρησιμοποιείται για την παράλληλη σύνδεση 2 ή 3 στόχων με την δότρια ρίζα με την τεχνική της αγκύλης που περιέγραψε η Terzis το 1981 [33]. Νευρικές δεσμίδες διαχωρίζονται μέσω νευρικών παραθύρων για τη σύνδεση των ριζών με τους περιφερικούς στόχους, διατηρώντας έτσι την αιμάτωση το επινευρίου. Εάν μόνο η A5 ρίζα είναι διαθέσιμη και ευμεγέθης (prefixed πλέγμα), χρησιμοποιείται παρόμοια στρατηγική ανακατασκευής.

Εάν στο βραχιόνιο πλέγμα η A5 ρίζα έχει πολύ μικρό μέγεθος (postfixed πλέγμα), τότε αυτή συνδέεται μόνο με το μυοδερματικό νεύρο με χρήση κλασικών νευρικών μοσχευμάτων, ενώ το ωλένιο νεύρο διατηρείται για να χρησιμοποιηθεί για την σύνδεση με την ετερόπλευρη A7 ρίζα και το ομόπλευρο μέσο νεύρο σε δεύτερο στάδιο. Τα επιμέρους νεύρα του οπισθίου δευτερεύοντος νευρικού στελέχους, συμπεριλαμβανομένου του μασχαλιαίου νεύρου, του κλάδου για τον τρικέφαλο μυ και του κερκιδικού νεύρου, ανανευρώνονται από εξωπλεγματικά κινητικά νεύρα, όπως είναι τα μεσοπλεύρια νεύρα, ένα τμήμα του φρενικού νεύρου και τα νεύρα του αυχενικού πλέγματος.

Σε περίπτωση ολικού εξελκυσμού η έλλειψη ενδοπλεγματικών δοτριών νευρικών δομών οδηγεί στην αναζήτηση νευραξόνων από εξωπλεγματικά ομόπλευρα ή ετερόπλευρα νεύρα. Είναι μέγιστης σημασίας να επιβεβαιωθεί η καλή κατάσταση των ετερόπλευρων νεύρων, δεδομένου ότι σε τόσο σοβαρούς τραυματισμούς και τα ετερόπλευρα νεύρα μπορεί να έχουν υποστεί έναν βαθμό βλάβης. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές ανανεύρωσης είναι οι εξής:

1. Το παραπληρωματικό νεύρο χρησιμοποιείται άμεσα για την ανανεύρωση του υπερπλάτιου νεύρου.
2. Μεσοπλεύρια νεύρα χρησιμοποιούνται για την ανανεύρωση νευρικών στόχων οι οποίοι βρίσκονται πρόσθια ή οπίσθια αλλά όχι και των δύο, για την αποφυγή ταυτόχρονης σύσπασης ανταγωνιστών μυών, λόγω διασταύρωσης νευραξόνων. Άμεση σύνδεση στον περιφερικό νευρικό στόχο είναι προτιμότερη. Για το μυοδερματικό νεύρο χρειάζονται τουλάχιστον 3 μεσοπλεύρια νεύρα.
3. Το φρενικό νεύρο, κινητικά νεύρα του αυχενικού πλέγματος, μέρος του υπογλώσσιου και πρόσθια ή οπίσθια τμήματα της ετερόπλευρης A7 ρίζας χρησιμοποιούνται για την ανανεύρωση όσων περισσότερων στόχων είναι δυνατό. Μερικές φορές, με σκοπό να αντιστοιχηθεί ο μεγάλος αριθμός των νευραξόνων του περιφερικού νευρικού στόχου με τον μικρό αριθμό νευραξόνων του νεύρου-δότη, δύο ή και περισσότερα νεύρα-δότες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανανεύρωση του ίδιου στόχου, όπως π.χ. στην ανανεύρωση του μυοδερματικού νεύρου με ταυτόχρονη χρήση φρενικού νεύρου και A5 ρίζας μέσω νευρικών μοσχευμάτων.

Η προστατευτική αισθητικότητα εξασφαλίζεται από την αποκατάσταση της λειτουργίας του μέσου νεύρου μέσω χρήσης αισθητικών κλάδων από τα μεσοπλεύρια νεύρα ή/και των αισθητικών υπερκλείδιων νεύρων. Επιπλέον, νευρικά μοσχεύματα τα οποία είναι συνδεδεμένα κεντρικά με διάφορες δότριες νευρικές δομές πορεύονται και αποθηκεύονται υποδόρια στον βραχίονα ή στον αγκώνα, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για μελλοντική ανανεύρωση ελεύθερων μυϊκών κρημνών (αποθηκευμένα νευρικά μοσχεύματα).

A.7. Αντιμετώπιση του πόνου

Εάν το άκρο παρουσιάζει ολική χαλαρή παράλυση χωρίς καμία αισθητικότητα, ο ασθενής συχνά, λόγω του βασανιστικού άλγους, αναζητάει ανακούφιση, ακόμα και με ακρωτηριασμό. Αυτό δεν είναι αποδεκτό, βέβαια, σήμερα. Η αντιμετώπιση του πόνου μπορεί να επιτευχθεί είτε με συντηρητικές μεθόδους (όπως φαρμακευτική αγωγή ή ηλεκτρική διέγερση) ή, εάν ο πόνος επιμένει, με επεμβατικές μεθόδους, όπως καυτηριασμός των εξελκυσμένων ριζών στο επίπεδο εισόδου των ραχιαίων ριζιτικών κλάδων στον νωτιαίο μυελό (μέθοδος DREZ που περιγράφηκε από τον Nashold) [44].

Μετά τη μικροχειρουργική αποκατάσταση του βραχιονίου πλέγματος, ο πόνος μειώνεται σημαντικά. Η πλειοψηφία των ασθενών δεν έχει καθόλου πόνο ή έχει ελάχιστο και ανεκτό πόνο [25,28, 45]. Η μείωση του πόνου σχετίζεται άμεσα με τη βελτίωση της αισθητικότητας μετεγχειρητικά. Η αποκατάσταση της προστατευτικής αισθητικότητας επιτρέπει στον ασθενή να αναγνωρίζει τη θέση του άκρου στον χώρο και να αποφεύγονται έτσι τραυματισμοί, ενώ τα προσαγωγά αισθητικά ερεθίσματα, ακόμα και αυτά της προστατευτικής αισθητικότητας, μπλοκάρουν τις αισθητικές οδούς του άλγους. Η ανακούφιση από τον πόνο επιτρέπει στον ασθενή να εστιάσει την προσοχή του στο μετεγχειρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης και να βελτιωθεί η επιδεξιότητα και η καθολική λειτουργία του άκρου, το οποίο, βέβαια, μπορεί να χρειαστεί αρκετούς μήνες.

A.8. Επεμβάσεις σε δεύτερο χρόνο

Επεμβάσεις, όπως οι τενοντομεταφορές και η αρθρόδεση του καρπού, είναι απαραίτητες, ιδίως σε περιπτώσεις στις οποίες έχει περάσει αρκετός καιρός από τον τραυματισμό και οι μύες έχουν ατροφήσει. Ελεύθεροι μισχωτοί μυικοί κρημνοί και τενοντομεταφορές [46-49] έχουν χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσουν τη λειτουργικότητα του παράλυτου άκρου. Η πρόοδος της μικροχειρουργικής είχε ως αποτέλεσμα την χρήση *ελεύθερων μυϊκών κρημνών* στην αποκατάσταση του βραχιονίου πλέγματος [50-52, 53]. Οι μεταφερόμενοι μύες νερόνονται είτε από νευρικά μοσχεύματα τα οποία είχαν μεταφερθεί και διατηρηθεί στην περιοχή για αυτό τον σκοπό είτε απευθείας από τοπικά κινητικά νεύρα-δότες (όπως τα μεσοπλευρία νεύρα). Οι πιο συχνές λειτουργίες του άκρου οι οποίες αποκαθίστανται είναι η κάμψη και έκταση του αγκώνα, η κάμψη και έκταση των δακτύλων, και, σε μερικές περιπτώσεις, η απαγωγή του ώμου και η λειτουργία των αυτοχθόνων μυών του χεριού. Ο πλατύς ραχιαίος και ο ορθός μηριαίος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάμψη του αγκώνα. Για την κινητική λειτουργία του χεριού μπορούν να μεταφερθούν ο ισχνός και ο ορθός μηριαίος [25]. Μερικοί χειρουργοί προτιμούν την χρήση ενός ελεύθερου μυϊκού κρημνού για την αποκατάσταση ταυτόχρονα δυο διαφορετικών λειτουργιών, όπως η κάμψη του αγκώνα και των δακτύλων ή η έκταση του αγκώνα και των δακτύλων.

A.9. Αποτελέσματα

Σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την πρόγνωση είναι η ηλικία του ασθενούς, η διάρκεια απονεύρωσης, δηλαδή το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ του τραυματισμού και του χειρουργείου, και η βαθμολογία της κλίμακας Total Severity Score, με σκοπό να ταξινομήσει τη βαρύτητα της βλάβης διεγχειρητικά [25]. Σήμερα θεωρείται ότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται σε νέους ασθενείς, με μικρή διάρκεια απονεύρωσης (λιγότερο από 6 μήνες) και υψηλότερη βαθμολογία της κλίμακας Total Severity Score [25, 54-56].

Οι περισσότεροι συγγραφείς αναφέρουν καλύτερα αποτελέσματα στις βλάβες του ανώτερου βραχιονίου πλέγματος, το οποίο συμβαίνει για δύο λόγους. Πρώτον, γιατί η λειτουργία του χεριού δεν έχει διαταραχθεί, και δεύτερον, γιατί οι μυϊκοί στόχοι της αποκατάστασης είναι εγγύτερα στο βραχιόνιο πλέγμα. Το δεύτερο, επίσης, εξηγεί και την καλύτερη λειτουργικότητα των κεντρικότερων μυών, όπως του υπερακάνθιου, του δικέφαλου βραχιονίου κ.α.

Πολλοί συγγραφείς [25,45,55,57-60] προτιμούν την χρήση ενδοπλεγματικών δότριων νευρικών στοιχείων για την ανανέωση, όταν είναι διαθέσιμα, δεδομένου ότι έχουν καλύτερα αποτελέσματα. Ο λόγος

είναι ότι τα ενδοπλεγματικά νευρικά στοιχεία έχουν μεγαλύτερο αριθμό νευραξόνων σε σχέση με εξωπλεγματικά και, επομένως, η πιθανότητα επιτυχίας της ανανεύρωσης είναι μεγαλύτερη.

Φαίνεται ότι κάποια από τα εξωπλεγματικά νεύρα τα οποία χρησιμοποιούνται ως δότες δίνουν αξιόπιστα καλύτερα αποτελέσματα, όταν χρησιμοποιούνται για την ανανεύρωση συγκεκριμένων στόχων (όπως στην περιοχή του ώμου ή του αγκώνα). Η χρήση μεσοπλεύριων νευρών για την απευθείας ανανεύρωση του μυοδερματικού νεύρου συνεχίζει να αποτελεί μια κλασσική μέθοδο στην αποκατάσταση σοβαρών βλαβών του βραχιονίου πλέγματος, ειδικά σε περιπτώσεις εξελκυσμού. Τα αποτελέσματα είναι καλά ή άριστα (μυϊκή ισχύς πάνω από M3) στο 60-70% των ασθενών [13,25,45,59,61-63]. Οι Ogino και Naito θεωρούν τη μεταφορά μεσοπλεύριων νευρών μια χρήσιμη τεχνική για την αποκατάσταση της κάμψης του αγκώνα και της προστατευτικής αισθητικότητας.

Το παραπληρωματικό νεύρο αποτελεί άλλον έναν αξιόπιστο νευρικό δότη [36,37]. Η απευθείας ανανεύρωση του υπερπλάτιου νεύρου από το παραπληρωματικό έχει συγκρίσιμα αποτελέσματα με την αποκατάσταση με χρήση ενδοπλεγματικών νευρών. Η ανανεύρωση του υπερπλάτιου νεύρου έχει καλά ή άριστα (M3+ έως M4+) αποτελέσματα στο 75% των περιπτώσεων [25, 64]. Ο Millesi [13] ανέφερε ότι η ανανεύρωση του υπερπλάτιου και του μασχαλιαίου νεύρου με την χρήση του παραπληρωματικού νεύρου προσέφερε σταθερότητα στον ώμο σε πάνω από το 60% των ασθενών. Διάφοροι συγγραφείς [28, 43, 63, 64, 66] ανέφεραν καλά ή άριστα (M3+ ή παραπάνω) αποτελέσματα στο 55-80% των περιπτώσεων, όσον αφορά τη λειτουργία του δικέφαλου βραχιονίου μετά από μεταφορά του παραπληρωματικού νεύρου στο μυοδερματικό νεύρο.

Η χρήση άλλων εξωπλεγματικών δότριων νευρικών στοιχείων δεν έχει το ίδιο ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει γιατί στην περίπτωση των νευρών του αυχενικού πλέγματος ένας μικρός αριθμός νευραξόνων, οι οποίοι φυσιολογικά έχουν σκοπό τη μεταφορά νευρικού σήματος σε μικρή απόσταση, θα πρέπει να καλύψουν μεγαλύτερη απόσταση σε περίπτωση νευρομεταφοράς τους. Στην περίπτωση της ετερόπλευρης A7 ρίζας, η παράλληλη χρήση νευρικών μοσχευμάτων για την κάλυψη της απόστασης μπροστά από τον θώρακα έως την πλευρά της βλάβης έχει ως αποτέλεσμα την αναπόφευκτη καθυστέρηση, έως ότου οι νευράξονες να φτάσουν στο σημείο της σύνδεσης με τον τελικό νευρικό δέκτη. Ο Gu et al [54, 67] ανέφεραν καλά αποτελέσματα στο 75% των ασθενών στους οποίους έγινε ανανεύρωση του μυοδερματικού από το φρενικό νεύρο. Οι συγγραφείς προτιμούν τη χρήση του φρενικού νεύρου μόνο του ή σε συνδυασμό για την αποκατάσταση του μυοδερματικού με πολύ καλά αποτελέσματα μυϊκής ισχύος M4- σε πάνω από 75% των ασθενών [68]. Επίσης, με την χρήση της ετερόπλευρης A7 ρίζας για την ανανεύρωση και αποκατάσταση της λειτουργίας του δικέφαλου βραχιονίου υπήρξαν καλά αποτελέσματα, έως και M3 στο 60% των ασθενών, ενώ όσον αφορά την αποκατάσταση της λειτουργίας του τρικέφαλου με την ίδια μέθοδο τα αποτελέσματα ήταν εξίσου καλά, με το 50% των ασθενών να αποκαθίσταται έως και M4. Τα αποτελέσματα ήταν καλά στο 50%, όσον αφορά την ανανεύρωση του υπερπλάτιου και μασχαλιαίου νεύρου με κινητικούς κλάδους από το αυχενικό πλέγμα. Η χρήση κινητικών κλάδων από το αυχενικό πλέγμα, καθώς και της ετερόπλευρης A7 ρίζας, είχε χειρότερα αποτελέσματα όσον αφορά την αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας του χεριού.

Η αποκατάσταση της λειτουργίας του χεριού είναι ο δυσκολότερος στόχος, όσον αφορά τον χειρουργό του βραχιονίου πλέγματος. Πρέπει, όμως, πάντα να γίνεται προσπάθεια για την αποκατάσταση της λειτουργίας του χεριού, παρόλο που τα αποτελέσματα της ανανεύρωσης δεν έχουν τα ίδια ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με την αποκατάσταση της κάμψης του αγκώνα. Τα αποτελέσματα είναι καλά στο 15- 40% όσον αφορά την κάμψη και έκταση των δακτύλων, ανεξάρτητα από τη νευρική δομή η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως δότες για την ανανεύρωση του μέσου και κερκιδικού νεύρου [25, 45, 54, 69]. Η διατήρηση των μυών μέχρι την ανανεύρωση, ειδικά των περιφερικών, θα οδηγούσε σε καλύτερα αποτελέσματα, όσον αφορά την αποκατάσταση της λειτουργίας του χεριού.

Σε ολικές βλάβες εξελκυσμού, σε καθυστερημένες περιπτώσεις ή σε περιπτώσεις βλαβών της λειτουργίας περιφερικών στόχων, όπως στην περιοχή του χεριού, η χρήση ελεύθερων μυϊκών κρημνών ή η πραγματοποίηση επεμβάσεων σε δεύτερο χρόνο, όπως τενοντομεταφορές, θα μπορούσαν να βελτιώσουν τα αποτελέσματα αποκατάστασης [25, 53, 70-73].

Από τις παραπάνω αναφορές φαίνεται ότι συγκεκριμένοι μυϊκοί στόχοι (δελτοειδής και έξω στροφείς, υπτιαστής και εκτείνοντες) ανταποκρίνονται χειρότερα στη χειρουργική αποκατάσταση. Οι

Narakas και Hentz [45] ανέφεραν ότι αυτό το παράδοξο μπορεί να αποδοθεί μερικώς στην εμβρυολογική προέλευση αυτών των μυών. Φαίνεται ότι το άνω άκρο ανταποκρίνεται καλύτερα στην αποκατάσταση των καμπτήρων μυών, οι οποίοι είναι ζωτικής σημασίας για την καλή λειτουργία και την επιβίωση του οργανισμού.

A.10. Συμπεράσματα

Οι τραυματικές βλάβες του βραχιονίου πλέγματος αποτελούν μια πρόκληση για τον μικροχειρουργό του βραχιονίου πλέγματος. Συνήθως πρόκειται για βαρύτερες βλάβες ως αποτέλεσμα των υψηλής ενέργειας και ταχύτητας κακώσεων. Η μικροχειρουργική αποκατάσταση σε σύντομο σχετικά χρόνο από τον τραυματισμό πρέπει να αποτελεί τη μέθοδο εκλογής, όσον αφορά την αντιμετώπιση αυτών των κακώσεων. Οι σύγχρονες και πολύπλοκες τεχνικές νευρικής αποκατάστασης (ανανευρώσεις με χρήση οποιασδήποτε διαθέσιμης, ομόπλευρης ή ετερόπλευρης, εξωπλεγματικής και ενδοπλεγματικής δότριας νευρικής δομής, με κλασικά ή/και αγγειούμενα μοσχεύματα) σε συνδυασμό με επεμβάσεις σε δεύτερο χρόνο, όπως μεταφορές ελεύθερων νευρούμενων μυϊκών κρημνών, προσφέρουν ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα, ακόμα και σε εκτεταμένες βλάβες εξελκυσμού. Ο ακρωτηριασμός πλέον δεν αποτελεί επιλογή αντιμετώπισης σήμερα, ακόμα και σε περιπτώσεις ολικών βλαβών του βραχιονίου πλέγματος.

Βιβλιογραφία

1. Stevens JH. Brachial plexus paralysis. In: Godman E A (ed). *The Shoulder*. Brooklyn, NY; G Mill, 1934.
2. Barnes R. Traction injuries of the plexus in adults. *J. Bone Jt Surg* 1949; 31B: 10-16.
3. Larsen EH. Injuries of the brachial plexus in adults. *J Bone Jt Surg* 1955; 37B: 733-734.
4. Tracy JF, Brannon E W. Management of brachial plexus injuries (traction type). *J Bone Jt Surg* 1958; 40(A): 1031.
5. Bonney G. Prognosis in traction lesions of the brachial plexus. *J Bone Jt Surg* 1959; 41B: 4-35.
6. Leffert RD, Seddon H. Infraclavicular brachial plexus injuries. *J Bone Jt Surg* 1965; 49B: 9-22.
7. Nelson KG, Jolly PC, Thomas PA. Brachial plexus injuries associated with missile wounds of the chest. A report of 9 cases from Vietnam. *J Trauma* 1968; 8: 268-275.
8. Flether I. Traction lesions of the brachial plexus. *Hand* 1969; 1: 29.
9. Wynn Parry CB. Rehabilitation of patients following traction injuries of the brachial plexus. *Hand Clin* 1995; 11(4): 517-533.
10. Kurze T. Microtechniques in neurological surgery. *Clin Neurosurg* 1964; 11: 128-137.
11. Millesi H. Brachial plexus injuries. Management and results *Clin Plast Surg* 1984; 11: 115-120.
12. Narakas A. The surgical management of brachial plexus injuries. Daniel R K, Terzis J K (eds). *Reconstructive Microsurgery*. vol.1 Boston: Little-Brown, 1977.
13. Millesi H. Nerve grafting. *Clin Plast Surg* 1984; 11: 105-113.
14. Terzis JK, Faibisoff B, Williams B. The nerve gap: suture under tension vs graft. *Plast Reconstr Surg* 1975; 56(2): 166-170.
15. Murphey F, Hartung W, Kirklin J W. Myelographic demonstration of avulsing injury of the brachial plexus. *Am J Roentgenol* 1947; 58(1): 102-105.
16. Marshall RW, De Silva RDD. Computerized axial tomography in traction injuries of the brachial plexus. *J Bone Jt Surg* 1986; 68B: 734-738.
17. Nakamura T, Yabe Y, Horiuchi Y, Takayama S. Magnetic resonance myelography in brachial plexus injury. *J Bone Jt Surg* 1997; 79B: 764-769.
18. Hodes RR, Larrabee MC, German W. The human electromyogram in response to nerve stimulation and the conduction velocity of motor axons. *Arch Neurol Psychiatr* 1948; 60: 340.
19. Dawson GD, Scott JW. The recording of nerve action potentials through skin in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1949; 12: 259.
20. Liberson WT, Terzis JK. Contribution of clinical neurophysiology and rehabilitation medicine to the management of brachial plexus palsy. In: Terzis J K (ed). *Microreconstruction of Nerve Injuries*. Philadelphia: WB Saunders, 1987.
21. Carson KA, Terzis JK. Carbonic anhydrase histochemistry: a potential diagnostic method for peripheral nerve repair. *Clin Plast Surg* 1985; 12: 227-232.
22. Kanaya F, Ogden L, Breidenbach WC, Tsai TM, Scheker L. Sensory and motor fiber differentiation with Karnovsky staining. *J Hand Surg* 1991; 16(A): 851-858.
23. Oberle J, Antoniadis G, Rath S A et al. Radiological investigations and intra-operative evoked potentials for the diagnosis of nerve root avulsion: evaluation of both modalities by intradural root inspection. *Acta Neurochir (Wien)* 1998; 140: 527-531.
24. Turkof E, Millesi H, Turkof R, Pfundner P, Mayr N. Intraoperative electroneurodiagnostics (transcranial electrical motor evoked potentials) to evaluate the functional status of anterior spinal roots and spinal nerves during brachial plexus surgery. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99: 1632-1641.
25. Terzis JK, Vekris MD, Soucacos P N. Outcomes of brachial plexus reconstruction in 204 patients with devastating paralysis *Plast Reconstr Surg* 1999; 104(5): 1221-1240.
26. Magalon G, Bordeaux J, Legre R. Emergency vs delayed repair of severe brachial plexus injuries. *Clin Orthop* 1988; 237: 32-35.
27. Brunelli GA, Brunelli GR. Preoperative assessment of the adult plexus patient. *Microsurgery* 1995; 16: 17-21.

28. Alnot J. Traumatic brachial plexus lesions in the adult. Indications and results. *Hand Clin* 1995; 11(4): 623-631.
29. Sedel L. Repair of severe traction lesions of the brachial plexus. *Clin Orthop* 1988; 237: 62-66.
30. Taylor GI, Ham FJ. The free vascularized nerve graft: a further experimental and clinical application of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1976; 57: 413-426.
31. Daniel RK, Terzis JK, Schwarz G. Neurovascular free flaps. A preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 1975; 56(1): 13-20.
32. Terzis JK, Breidenbach W. The anatomy of free vascularized nerve grafts. In: Terzis J K (ed). *Microreconstruction of Nerve Injuries*. Philadelphia: W B Saunders, 1987.
33. Yeoman PM, Seddon HJ. Brachial plexus injuries. Treatment of the flail arm. *J Bone Jt Surg* 1961; 43B: 493.
34. Brunelli, G. Neurotization of avulsed roots of the brachial plexus by means of anterior nerves of the brachial plexus. *Int J Microsurg* 1980; 2: 55-58.
35. Gibert A. Neurotization by contralateral pectoral nerve. Presented at the 10th Symposium on the Brachial Plexus, Lausanne, Switzerland, 1992.
36. Allieu Y, Privat JM, Bonnel F. Paralysis in root avulsion of the brachial plexus: neurotization by the spinal accessory nerve. *Clin Plast Surg* 1984; 11: 133-136.
37. Dailiana ZH, Mehdian H, Gilbert A. Surgical anatomy of spinal accessory nerve: is trapezius functional deficit inevitable after division of the nerve? *J Hand Surg Br*. 2001 Apr;26(2):137-41.
38. Chuang D. Neurotization procedures for brachial plexus injuries. *Hand Clin* 1995; 11(4): 633-645.
39. Gu YD, Wu MM, Zhen YL et al Phrenic nerve transfer for brachial plexus motor neurotization. *Microsurgery* 1989; 10: 287-289.
40. Gu YD, Zhang GM, Chen DS Cervical nerve root transfer from contralateral normal side for treatment of brachial plexus root avulsion. *Chin Med J (Engl)* 1991; 104: 208-211.
41. Terzis JK. Contralateral C7: a powerful source of motor neurons for devastating brachial plexus paralysis. Presented at the 7th annual meeting of European Association of Plastic Surgeons, Innsbruck, Austria, 1996.
42. Loy S, Bhatia A, Asfazadourian H, Oberlin C. Ulnar nerve fascicle transfer onto to the biceps muscle nerve in C5-C6 or C5-C6-C7 avulsions of the brachial plexus. Eighteen cases. *Ann Chir Main Memb Super* 1997; 16: 275-284.
43. Bentolila V, Nizard R, Bizot P, Sedel L. Complete traumatic brachial plexus palsy. Treatment and outcome after repair. *J Bone Surg* 1999; 81(A): 20-28.
44. Friedman AH, Nashold Jr BS, Bronec PR. Dorsal root entry zone lesions for the treatment of brachial plexus avulsion injuries: a follow-up study. *Neurosurgery* 1988; 22(2): 369-373.
45. Narakas A, Hentz V Neurotization in brachial plexus injuries: indications and results. *Clin Orthop* 1988; 237: 43-56.
46. Zancolli EA, Zancolli ER. Palliative surgical procedures in sequelae of obstetrical palsy. *Hand Clin* 1988; 4: 643-669.
47. Marshall RW, Williams DH, Birch R, Bonney G. Operations to restore elbow flexion after brachial plexus injuries. *J Bone Jt Surg* 1988; 70B: 577-582.
48. Aziz W, Singer RM, Wolff TW. Transfer of the trapezius for flail shoulder after brachial plexus injury. *J Bone Jt Surg* 1990; 72B: 701-704.
49. Brunelli GA, Viggasio A, Brunelli GR. Modified Steindler procedure for elbow flexion restoration. *J Hand Surg* 1995; 20A: 743-746.
50. Manktelow RT, McKee NH. Free muscle transplantation to provide active finger flexion. *J Hand Surg* 1978; 3: 416-426.
51. Terzis JK, Sweet RC, Dykes RW, Williams HB. Recovery of function in free muscle transplants using microvascular anastomoses. *J Hand Surg Am* 1978; 3(1): 37-59.
52. Doi K. New reconstructive procedure for brachial plexus injury. *Clin Plast Surg*, 1997; 24: 75-85.
53. Berger A, Becker M. Brachial plexus surgery: our concept of the last twelve years. *Microsurgery* 1994; 15: 760-767.

54. Gu Y, Wu M, Zheng Y et al Microsurgical treatment for root avulsion of the brachial plexus. *Chinese Med J* 1987; 100(7): 519-522.
55. Hentz V, Narakas A. The results of microneurosurgical reconstruction in complete brachial plexus palsy. Assessing outcome and predicting results. *Orthop Clin North Am* 1988; 19(1): 107-114.
56. Nagano A. Treatment of brachial plexus injury. *J Orthop Sci* 1998; 3: 71-80.
57. Allieu Y, Cenac P. Neurotization via the spinal accessory nerve in complete paralysis due to multiple avulsion injuries of the brachial plexus. *Clin Orthop* 1988; 237: 67-74.
58. Allieu Y, Chammas M, Picot M C. Paralysis of the brachial plexus caused by supraclavicular injuries in the adult. Long-term comparative results of nerve grafts and transfers *Rev Clin Orthop Reparatrice Appar Mot* 1997; 83: 51-59.
59. Kawai H, Kawabata H, Masada K, Ono K, Yamamoto K, Tsuyuguchi Y, Tada K. Nerve repairs for traumatic brachial plexus palsy with root avulsion. *Clin Orthop* 1988; 237: 75-86.
60. Vekris M, Lykissas M, Beris A, Manoudis G, Vekris A, Soucacos P. Management of obstetrical brachial plexus palsy with early plexus microreconstruction and late muscle transfers. *Microsurgery*. 2008;28(4):252-261.
61. Nagano A, Tsuyama N, Ochiai N, Hara T, Takahashi M. Direct nerve crossing with the intercostal nerve to treat avulsion injuries of the brachial plexus. *J Hand Surg* 1989; 14(6): 980-985.
62. Malessy MJ, Thomeer RT. Evaluation of intercostal to musculocutaneous nerve transfer in reconstructive brachial plexus surgery. *J Neurosurg* 1998; 88: 266-271.
63. Waikukul S, Wongtragul S, Vanadurongwan V. Restoration of elbow flexion in brachial plexus avulsion injury: comparing spinal accessory nerve transfer with intercostal nerve transfer. *J Hand Surg* 1999; 24(A): 571-577.
64. Vekris M, Beris A, Pafilas D, Lykissas M, Xenakis T, Soucacos P. Shoulder reanimation in posttraumatic brachial plexus paralysis. *Injury*. 2010;41(3):312-318.
65. Ogino T, Naito T. Intercostal nerve crossing to restore elbow flexion and sensibility of the hand for a root avulsion type of brachial plexus injury. *Microsurgery* 1995; 16: 571-577.
66. Songcharoen P, Mahaisavariya B, Chotigavanich C. Spinal accessory neurotization for restoration of elbow flexion in avulsion injuries of the brachial plexus. *J Hand Surg* 1996; 21(A): 387-390.
67. Gu YD, Chen DS, Zhang GM et al Long-term functional results of contralateral C7 transfer. *J Reconstr Microsurg* 1998; 14: 57-59.
68. Vekris MD, Beris AE, Johnson EO, Korobilias AV, Pafilas D, Vekris AD, Soucacos PN. Musculocutaneous neurotization to restore elbow flexion in brachial plexus paralysis. *Microsurgery*. 2006;26(4):325-329.
69. Sedel L. The results of surgical repair of brachial plexus injuries. *J Bone Jt Surg* 1982; 64(B): 54}66.
70. Chung DC, Carver N, Wei FC. Results of functioning free muscle transplantation for elbow flexion. *J Hand Surg* 1996; 21(A): 1071-1077.
71. Vekris M, Pakos E, Soucacos P. Wrist arthrodesis for brachial plexus palsy using an external fixator and a cannulated screw (Ioannina technique). *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2010;18(1):87-90.
72. Vekris M, Pafilas D, Lykissas M, Soucacos P, Beris A. Correction of Elbow Flexion Contracture in Late Obstetric Brachial Plexus Palsy Through Arthrodiastasis of the Elbow (Ioannina Method). *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*. 2010;14(1):14-20.
73. Vekris M, Beris A, Lykissas M, Korompilias A, Vekris A, Soucacos P. Restoration of elbow function in severe brachial plexus paralysis via muscle transfers. *Injury*. 2008;39(3):15-22.

7.B

Παράλυση του Βραχιονίου Πλέγματος στα Νεογνά

Ζωή Χ. Νταϊλιάννα, Κωνσταντίνος Αλεξίου

B.1. Εισαγωγή

Οι παραλύσεις του βραχιονίου πλέγματος στα νεογνά προκαλούνται από την έλξη η οποία εφαρμόζεται κατά τον τοκετό στις ρίζες του πλέγματος, με τη συνδυασμένη κατάσταση του ώμου και απόκλιση της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης προς την αντίθετη πλευρά. Η μεγάλη ποικιλία των βλαβών εξηγείται από τον μηχανισμό κάκωσης και από την ανατομία των ριζών (γωνία της έκφυσης από τον νωτιαίο μυελό και κατεύθυνση των ριζών [1]. Αν και η συχνότητα της νεογνικής παράλυσης κυμαίνεται μεταξύ 0,4 και 1,6 ανά 1.000 γεννήσεις ζώντων, το ποσοστό αυτόματης αποκατάστασης κυμαίνεται μεταξύ 80 και 90%. Η συχνότητα έχει μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της εξέλιξης του προγενετικού ελέγχου και της ακρίβειας στην πρόβλεψη του βάρους γέννησης, όσο και λόγω της αύξησης των ενδείξεων καισαρικής τομής. Εντούτοις, αναφέρονται και περιπτώσεις παράλυσης του βραχιονίου πλέγματος σε συνάρτηση με καισαρική τομή, με συχνότητα 0,0042% έως 0,095% [2].

Η παράλυση του βραχιονίου πλέγματος συνδέεται συνήθως με τις παρακάτω μαιευτικές καταστάσεις:

1. Υπέρβαρα νεογνά (> 4 kg), συχνά σε περιπτώσεις ΣΔ της κύησης της μητέρας. Σε περιπτώσεις κεφαλικής προβολής η ωμική δυστοκία οδηγεί σε υπερέκταση της κεφαλής, αύξηση της απόστασης κεφαλής-ώμου και έλξη κατά μήκος του πλέγματος.
2. Ισχυική προβολή, συνήθως σε συνδυασμό με χαμηλό βάρος γέννησης, όπου συνήθως προσβάλλονται οι ανώτερες ρίζες.
3. Χρήση εργαλείων κατά τον τοκετό, όπως ο εμβρυουλκός.

B.2. Κλινική εικόνα

Οι βασικοί κλινικοί τύποι της νεογνικής παράλυσης του βραχιονίου πλέγματος:

Παράλυση ανωτέρου τύπου (Erb-Duchenne)

Είναι ο συχνότερος τύπος και προκαλείται από βλάβη των ριζών A5, A6 ± A7, με συνέπεια την παράλυση των απαγωγών και έξω στροφών του ώμου και των καμπτήρων του αγκώνα. Το άνω άκρο βρίσκεται σε εσωτερική στροφή με προσαγωγή του ώμου, έκταση του αγκώνα και πρηνισμό του αντιβραχίου. Ο αγκώνας βρίσκεται σε πλήρη έκταση (παράλυση A5, A6) ή ελαφρά κάμψη (παράλυση A5, A6 και A7) και ο καρπός, και κάποιες φορές και τα δάκτυλα, βρίσκονται σε κάμψη (Εικόνα 7.B.1 και Video 7B.1).

Παράλυση ολικού τύπου

Το άνω άκρο κρέμεται χαλαρό (χωρίς μυϊκό τόνο) στο πλάι του κορμού και αναισθητο, ενώ απουσιάζουν τα αντανακλαστικά (Moro και σύλληψης). Η πάρεση του φρενικού και το σύνδρομο Claude-Bernard-Horner υποδεικνύουν μια βαρύτερη βλάβη (εξελεγκισμός ριζών).

Ο παρακλινικός έλεγχος περιλαμβάνει :

- Ακτινογραφίες ώμου-θώρακα, για αποκλεισμό κατάγματος κλείδας ή κεντρικού βραχιονίου και παράλυσης ημιαφράγματος.

- MRI και MRI μυελογραφία (τον 3^ο μήνα) [3].
- Ηλεκτροδιαγνωστικό έλεγχο με ηλεκτρομυογράφημα (τον 3^ο μήνα) και ταχύτητες αγωγής, για τον καθορισμό του επιπέδου της βλάβης [4].



Εικόνα 7.B.1. Νεογνική παράλυση βραχιονίου πλέγματος ανωτέρου τύπου: στο δεξί άνω άκρο ο αγκώνας βρίσκεται σε πλήρη έκταση και ο καρπός και τα δάκτυλα βρίσκονται σε κάμψη.



Video 7.B.1. Νεογνική παράλυση βραχιονίου πλέγματος ανωτέρου τύπου: διακρίνεται η πλήρης αδυναμία απαγωγής του ώμου και κάμψης του αγκώνα του αριστερού άνω άκρου του νεογνού.



B.3. Αντιμετώπιση

Η πρόωμη έναρξη *φυσικοθεραπείας* είναι απαραίτητη για την αποφυγή συγκάμψεων και μόνιμων παραμορφώσεων (ιδίως σε εσωτερική στροφή) του άνω άκρου, ενώ η χρήση *ναρθήκων* δεν συνιστάται.

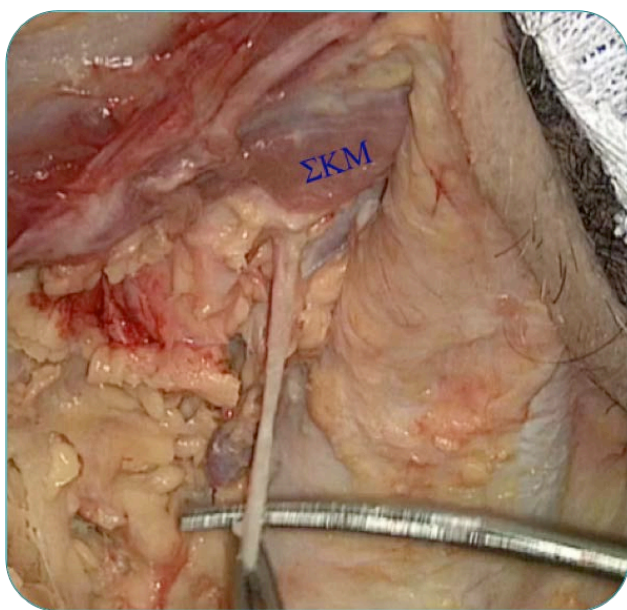
Όσον αφορά την εξέλιξη της παράλυσης του βραχιονίου πλέγματος, θεωρείται ότι η λειτουργία του δικεφάλου ή του δελτοειδούς πριν την ηλικία των τριών μηνών υποδεικνύει αυτόματη αποκατάσταση και, συνεπώς, ένα καλό τελικό αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο στις περιπτώσεις όπου η λειτουργία του δικεφάλου εμφανιστεί πριν την ηλικία των τριών μηνών. Αντιστοίχως, όταν δεν υπάρχει κλινική αποκατάσταση της λειτουργίας του δικεφάλου μέχρι την ηλικία των τριών μηνών, ενδείκνυται η *χειρουργική διερεύνηση* του πλέγματος [5].

Ο χρόνος πραγματοποίησης της επέμβασης στο βραχιόνιο πλέγμα στα βρέφη διαφέρει στη βιβλιογραφία. Σύμφωνα με τους Chuang et al, τα αποτελέσματα της χειρουργικής παρέμβασης έδειξαν ότι η πρόωμη χειρουργική επέμβαση (μέσα σε τρεις μήνες) ενδείκνυται απολύτως σε ασθενείς με παράλυση ολικού τύπου, ενώ έχει σχετική ένδειξη σε ασθενείς με μεμονωμένη ρήξη στο ανώτερο πλέγμα [6].

Οι επεμβάσεις στο βραχιόνιο πλέγμα γίνονται με μικροχειρουργική τεχνική και περιλαμβάνουν [6,7,8,9]

- νευρολύσεις,
- χρήση νευρικών μοσχευμάτων,
- νευρομεταφορές [10,11,12].

Οι δότες περιοχές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: δότες περιοχές εντός του βραχιονίου πλέγματος (π.χ. θωρακοραχιαίο νεύρο, A7 ρίζα), εκτός του βραχιονίου πλέγματος (π.χ. παραπληρωματικό νεύρο (Εικόνα 7.B.2) [13], φρενικό νεύρο, μεσοπλευρία νεύρα, ετερόπλευρη A7 ρίζα) και απομακρυσμένες δότες περιοχές (π.χ. κλάδος ωλένιου νεύρου).



Εικόνα 7.B.2. Το παραπληρωματικό νεύρο αναδύεται πίσω από τον στερνοκλειδομαστοειδή (ΣΚΜ) και πορεύεται στο υποδόριο (επιφανειακή θέση) της τραχηλικής χώρας.

B.3.1. Στρατηγική αποκατάσταση παράλυσης ανωτέρου τύπου

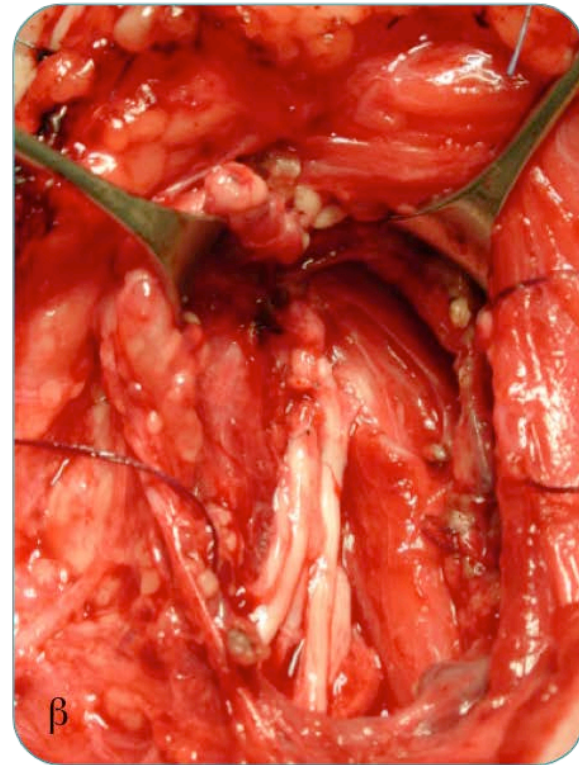
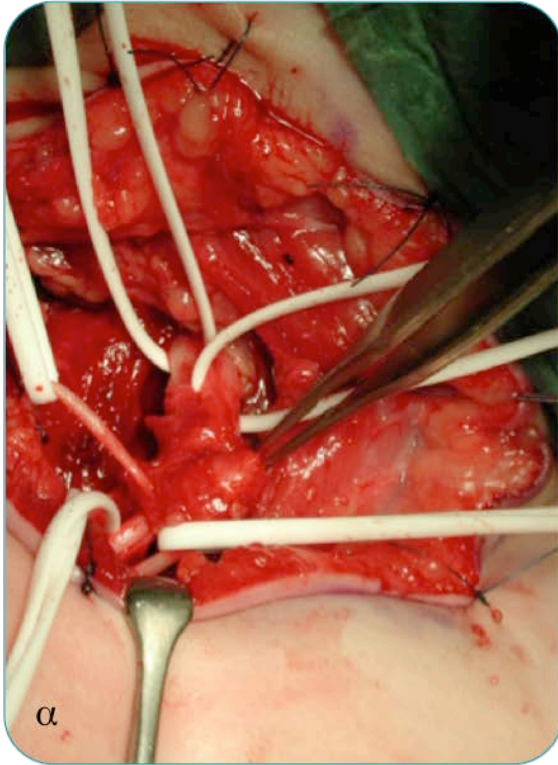
Ρήξη A5,A6

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, ένα νεύρωμα ανευρίσκεται μεταξύ των ριζών A5, A6 και του άνω πρωτεύοντος στελέχους (Εικόνα 7B.3.α) στο επίπεδο της κλείδας. Μετά την εκτομή του νευρώματος, το έλλειμμα γεφυρώνεται με νευρικά μοσχεύματα από τα δύο γαστροκνημιαία νεύρα (Εικόνα 7.B.3.β) [8]. Όταν η ποιότητα της ρίζας δεν μπορεί να αξιολογηθεί, ο χειρουργός μπορεί είτε να αφήσει την ρίζα άθικτη είτε να την επανευρώσει.

Τα αποτελέσματα είναι καλά αν τουλάχιστον μια ρίζα (A5 ή A6) μπορεί να αποκατασταθεί με μοσχεύματα. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι καλά ή άριστα σε περισσότερες από τις μισές περιπτώσεις.

Εξελκυσμός A5,A6

Σ' αυτές τις περιπτώσεις η μόνη δυνατότητα είναι η νευρομεταφορά και η επανευρώση του άνω πρωτεύοντος στελέχους είτε με δότες εκτός πλέγματος, όπως το παραπληρωματικό νεύρο (Εικόνα 7.B.2), τα μεσοπλευρία νεύρα και η ετερόπλευρη η A7 ρίζα, είτε με δότες εντός πλέγματος. [10,13-17].



Εικόνα 7.B.3. Διεχειρητική εικόνα διερεύνησης βραχιονίου πλέγματος σε βρέφος με νεογνική παράλυση ανωτέρου τύπου. Διακρίνεται το νεύρωμα των ριζών A5 και A6 (α). Μετά την εκτομή του νευρώματος, το έλλειμμα γεφυρώνεται με νευρικά μοσχεύματα από τα δύο γαστροκνημιαία νεύρα (β).

B.3.2. Στρατηγική αποκατάστασης παράλυσης ολικού τύπου

Ρήξη A5, A6 και εξελκυσμός A7, A8, Θ1

Η αποκατάσταση είναι σύνθετη και περιλαμβάνει χρήση νευρικών μοσχευμάτων για τη γεφύρωση ελλειμμάτων και νευρομεταφορές με δότες εκτός και εντός πλέγματος (ρίζες A5, A6 σε πρόσθιο-έξω και πρόσθιο-έσω δευτερεύον στελέχος) [10], ώστε τελικά να αποκατασταθεί η σταθερότητα του ώμου, η κάμψη του αγκώνα και η λειτουργικότητα του χεριού [17].

Εξελκυσμός 4 ριζών

Στις περιπτώσεις όπου μόνο μία ρίζα είναι διαθέσιμη, η χρήση νευρικών μοσχευμάτων συνδυάζεται με νευρομεταφορές με δότες εντός πλέγματος (ρίζα χωρίς εξελκυσμό σε πρόσθιο-έξω δευτερεύον στελέχος) και εκτός πλέγματος (παραπληρωματικό ή μεσοπλεύρια νεύρα στα άλλα δευτερεύοντα στελέχη) [10,17].

Εξελκυσμός όλων των ριζών

Η διερεύνηση ολόκληρου του πλέγματος, και ιδίως των κατώτερων ριζών, προϋποθέτει οστεοτομία της κλείδας και, όσο το δυνατόν, κεντρικότερη παρασκευή των ριζών, ενώ οι νευρομεταφορές μπορεί να εξασφαλίσουν ένα λειτουργικό χέρι σε περισσότερες από 50% των περιπτώσεων [10,17,18].

Μεγάλη σημασία έχει η μετεχειρητική ακινητοποίηση του βρέφους με τη χρήση ενός προστατευτικού νάρθηκα γύρω από το κεφάλι, τον αυχένα, το σύστοιχο άνω άκρο και το άνω ημιμόριο του σώματος (Εικόνα 7.B.4).



Εικόνα 7.B.4. Μετεγχειρητική ακινητοποίηση του βρέφους με τη χρήση ενός προστατευτικού νάρθηκα γύρω από το κεφάλι, τον αυχένα, το σύστοιχο άνω άκρο και το άνω ημιμόριο του σώματος.

B.3.3. Δευτερογενής αποκατάσταση

Το νήπιο παρακολουθείται κάθε χρόνο μετά τη μικροχειρουργική αποκατάσταση του βραχιονίου πλέγματος και, ανάλογα με την πρόοδο της λειτουργικής αποκατάστασης, εκτελούνται δευτερογενείς χειρουργικές επεμβάσεις [19,20]. Οι επεμβάσεις αυτές στοχεύουν στη βελτίωση της απαγωγής και έξω στροφής του ώμου [21,22,23], της κάμψης αλλά και της έκτασης του αγκώνα, του υπτιασμού του αντιβραχίου, της σταθεροποίησης του καρπού (Εικόνα 7B.5) και της λειτουργίας του καρπού και του χεριού, ιδίως του αντίχειρα, και διακρίνονται σε:

- Σκελετικές επεμβάσεις: περιλαμβάνουν αρθροδέσεις και οστεοτομίες (π.χ. στροφική οστεοτομία βραχιονίου).
- Μεταφορές και απελευθερώσεις μυών (π.χ. απελευθέρωση του υποπλατίου μυός, για αντιμετώπιση της έσω στροφής του βραχιονίου, μεταφορά πλατέως ραχιαίου στο πέταλο των στροφένων, για την αποκατάσταση της απαγωγής και εξωτερικής στροφής του ώμου [21], ή μεταφορά του τραπεζοειδούς, για τη βελτίωση της απαγωγής του ώμου).
- Τενοντομεταφορές και τενοντοδέσεις (Εικόνα 7.B.5).



Εικόνα 7.B.5. Η ασθενής της εικόνας 7B.3 έξι έτη μετά τη μικροχειρουργική αποκατάσταση του βραχιονίου πλέγματος. Η ασθενής έχει πολύ καλή λειτουργία του ώμου και του αγκώνα, αλλά υπολείπεται η λειτουργία του αντιβραχίου και του καρπού (α). Εγιναν δευτερογενείς χειρουργικές επεμβάσεις (τενοντομεταφορές) για τη βελτίωση του υπτιασμού του αντιβραχίου και της έκτασης του καρπού και των δακτύλων (β).

Βιβλιογραφία

1. Gilbert A, Whitaker I. Obstetrical brachial plexus lesions. *J Hand Surg Br.* 1991 Dec;16(5):489-91.
2. Hankins GD, Clark SM, Munn MB. Cesarean section on request at 39 weeks: impact on shoulder dystocia, fetal trauma, neonatal encephalopathy, and intrauterine fetal demise. *Semin Perinatol.* 2006;30(5):276-87.
3. Abbott R, Abbott M, Alzate J, Lefton D. Magnetic resonance imaging of obstetrical brachial plexus injuries. *Childs Nerv Syst* 2004;20(10):720-5.
4. Ph. Valenti, Z. Dailiana, A. Gilbert. Traumatic brachial plexus injuries in adults and in newborns. In Malizos KN (ed) "Reconstructive Microsurgery", published by Landes Bioscience, in Georgetown, Texas, USA, 2003. p. 204-221.
5. Gilbert A, Razaboni R, Amar-Khodja S. Indications and results of brachial plexus surgery in obstetrical palsy. *Orthop Clin North Am.* 1988;19(1):91-105.
6. Chuang DC, Mardini S, Ma HS. Surgical strategy for infant obstetrical brachial plexus palsy: experiences at Chang Gung Memorial Hospital. *Plast Reconstr Surg.* 2005;116(1):132-42; discussion 143-4
7. Mencl L, Waldauf P, Haninec P. Results of nerve reconstructions in treatment of obstetrical brachial plexus injuries. *Acta Neurochir (Wien).* 2015 Apr;157(4):673-80.
8. Tse R, Marcus JR, Curtis CG, Dupuis A, Clarke HM. Suprascapular nerve reconstruction in obstetrical brachial plexus palsy: spinal accessory nerve transfer versus C5 root grafting. *Plast Reconstr Surg.* 2011 Jun;127(6):2391-6.
9. Gilbert A, Pivato G, Kheiralla T. Long-term results of primary repair of brachial plexus lesions in children. *Microsurgery.* 2006;26(4):334-42.
10. Tse R, Kozin SH, Malessy MJ, Clarke HM. International Federation of societies for surgery of the hand committee report: the role of nerve transfers in the treatment of neonatal brachial plexus palsy. *J Hand Surg Am.* 2015 Jun;40(6):1246-59.
11. Ladak A, Morhart M, O'Grady K, Wong JN, Chan KM, Watt MJ, Olson JL. Distal nerve transfers are effective in treating patients with upper trunk obstetrical brachial plexus injuries: an early experience. *Plast Reconstr Surg.* 2013 Dec;132(6):985e-92e.
12. Lin H, Hou C, Chen D. Modified C7 neurotization for the treatment of obstetrical brachial plexus palsy. *Muscle Nerve.* 2010 Nov;42(5):764-8.
13. Dailiana ZH, Medhian H, Gilbert A. Surgical anatomy of spinal accessory nerve: is trapezius functional deficit inevitable after division of the nerve? *Journal of Hand Surgery (Br)* 26B:2: 137-141, 2001
14. Romana C, Gibon E, Vialle R. Total ipsilateral C7 root neurotization to the upper trunk for isolated C5-C6 avulsion in obstetrical brachial plexus palsy: a preliminary technical report. *Childs Nerv Syst.* 2014 May;30(5):931-5
15. Lin H, Hou C, Chen D. Contralateral C7 transfer for the treatment of upper obstetrical brachial plexus palsy. *Pediatr Surg Int.* 2011 Sep;27(9):997-1001.
16. Terzis JK, Kostas I. Outcomes with suprascapular nerve reconstruction in obstetrical brachial plexus patients. *Plast Reconstr Surg.* 2008 Apr;121(4):1267-78.
17. Terzis JK, Vekris MD, Soucacos PN. Brachial plexus root avulsions. *World J Surg.* 2001 Aug;25(8):1049-61.
18. Maillet M, Romana C. Complete obstetric brachial plexus palsy: surgical improvement to recover a functional hand. *J Child Orthop.* 2009 Apr;3(2):101-8.
19. Gilbert A. Results of brachial plexus surgery and replacement operations in traumatic brachial plexus birth injury-induced paralysis. *Orthopade.* 1997 Aug;26(8):723-8.
20. Soucacos PN, Vekris MD, Zoubos AB, Johnson EO. Secondary reanimation procedures in late obstetrical brachial plexus palsy patients. *Microsurgery.* 2006;26(4):343-51.
21. Oztürk K, Bülbül M, Demir BB, Büyükkurt CD, Ayanoğlu S, Esenyel CZ. Reconstruction of shoulder abduction and external rotation with latissimus dorsi and teres major transfer in obstetric brachial plexus palsy. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(3):186-93.

22. Terzis JK, Kostopoulos E. Our experience with secondary reconstruction of external rotation in obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg.* 2010 Sep;126(3):951-63.
23. Terzis JK, Kokkalis ZT. Outcomes of secondary shoulder reconstruction in obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg.* 2008 Dec;122(6):1812-22.

7.Γ

Κακώσεις Περιφερικών Νεύρων

Ιωάννης Ιγνατιάδης, Ζωή Χ. Νταϊλιάνα

Γ.1. Εισαγωγή - Μηχανισμός κάκωσης και παθοφυσιολογία βλάβης περιφερικού νεύρου

Οι βασικοί μηχανισμοί κάκωσης ενός περιφερικού νεύρου είναι η διάταση - εξελκυσμός του νεύρου, η διατομή, και η άσκηση πίεσης ή ο εγκλωβισμός του νεύρου.

Διάταση – εξελκυσμός: τα περιφερικά νεύρα είναι απο τη φύση τους ιδιαίτερα ελαστικά, λόγω του μεγάλου αριθμού των ινών κολλαγόνου που περιέχονται στο ενδονεύριο. Όταν, όμως, οι δυνάμεις τάσης που ασκούνται στα νεύρα υπερβούν την δυνατότητα διάτασης του νεύρου, τότε προκύπτουν βλάβες. Οι τραυματισμοί των περιφερικών νεύρων, λόγω δυνάμεων τάσης, είναι οι πιο συνηθισμένοι και μπορεί να είναι μεμονωμένοι ή να σχετίζονται με κατάγματα και εξάρθρηματα γειτονικών οστών στην πορεία του νεύρου.

Διατομή: οι κακώσεις απο διατομή είναι ιδιαίτερα συχνές και μπορεί να είναι πλήρεις, οπότε δεν διατηρείται η συνέχεια του νεύρου, ή κακώσεις ημιδιατομής, στις οποίες διατηρείται η συνέχεια κάποιων νευρικών ινών. Συχνά συνδυάζονται με διατομή αγγείων του σύστοιχου αγγειονευρώδους δεματίου, οπότε η κατάσταση είναι απειλητική για τη ζωή του ασθενούς.

Πίεση-Εγκλωβισμός: ο τρίτος σε συχνότητα μηχανισμός κάκωσης των περιφερικών νεύρων είναι η πίεση. Τέτοιου είδους κακώσεις, από πίεση, αποτελούν η «παράλυση του Σαββατόβραδου» και οι νευροπάθειες από εγκλωβισμό/παγίδευση σε οστεοϊνώδεις σωλήνες και μυϊκά διαφραγμάτια ή περιτονίες. Σ' αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να επηρεαστεί τόσο η αισθητικότητα όσο και η κινητικότητα. Αν και ο ακριβής παθοφυσιολογικός μηχανισμός δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί, καθώς η ανατομική συνέχεια του νεύρου διατηρείται, φαίνεται να σχετίζεται με τη μηχανική πίεση και την ισχαιμία.

Η νευρικές βλάβες κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, σύμφωνα με την ταξινόμηση του *Seddon*, στη νευραπραξία, την αξονότμηση και τη νευρότμηση (Πίνακας 7.Γ.1), και σε 5 κατηγορίες σύμφωνα με την ταξινόμηση του *Sunderland* (Πίνακας 7.Γ.2).

Είδος βλάβης	
Νευραπραξία	Διακοπή της λειτουργίας του νεύρου χωρίς αξονική βλάβη
Αξονότμηση	Διατομή των νευραξόνων, ενώ το επινεύριο παραμένει άθικτο
Νευρότμηση	Πλήρης διατομή ή ρήξη του νεύρου και των περιβλημάτων του

Πίνακας 7.Γ.1. Ταξινόμηση νευρικής βλάβης κατά *Seddon*.

Μετά τον τραυματισμό ενός περιφερικού νεύρου, ξεκινά μία σύνθετη αλληλουχία γεγονότων, με σκοπό την αποκατάσταση του νεύρου. Μετά τη λύση της συνέχειας του νεύρου, ξεκινά η εκφύλιση του περιφερικού κολοβώματός του, με κατεύθυνση από το κέντρο προς την περιφέρεια. Ο νευράξονας και το έλυτρο μυελίνης που τον περιβάλλει κατακερματίζονται, ενώ στην περιοχή συρρέουν μαστοκύτταρα και μακροφάγα τα οποία απομακύνουν τα απομεινάρια των τραυματισμένων ιστών. Καθώς η εκφύλιση του τραυματισμένου νεύρου προχωρά, η σύνδεσή του με τις μυϊκές ίνες χάνεται, με αποτέλεσμα τη μυϊκή ατροφία και την ίνωση των μυών-στόχων. Μετά το πέρας της εκφύλισης, το μόνο που απομένει στο περιφερικό

κολόβωμα είναι μία ομάδα από καταρρέοντα κύτταρα του Schwann, τα οποία χρησιμοποιούνται από τις εκβλαστήσεις του κεντρικού νευράξονα σαν ικρίωμα, προκειμένου να κατευθυνθούν στην περιοχή-στόχο, για την ανανέωση των οργάνων-στόχων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της νευρικής αναγέννησης είναι η συνάφεια του κεντρικού με το περιφερικό κολόβωμα του νεύρου και η απουσία ουλώδη συνδετικού ιστού, ώστε να μπορούν οι εκβλαστήσεις από τον κεντρικό νευράξονα να οδηγηθούν στο περιφερικό τμήμα και στην περιοχή που πρόκειται να επανανευρωθεί. [1].

Κατηγορία	Είδος βλάβης
1	Δεν υπάρχει ρήξη νευραξόνων ούτε περιφερική εκφύλιση
2	Ρήξη των νευραξόνων με περιφερική εκφύλιση, ενώ το ενδονεύριο μένει άθικτο
3	Ρήξη των νευραξόνων, ενδονευρίου και δεσμίδων, ενώ το περινεύριο μένει άθικτο
4	Εκτεταμένη ρήξη του νεύρου, με ελάχιστο συνδετικό ιστό (επινεύριο) να τα συγκρατεί
5	Πλήρης ρήξη ή διατομή

Πίνακας 7.Γ.2. Ταξινόμηση κατά Sunderland.

Γ.2. Ιστολογία περιφερικού νευρικού συστήματος

Το περιφερικό νευρικό σύστημα αποτελείται από τα περιφερικά νεύρα (δεσμίδες νευρικών ινών μέσα σε ένα στρώμα συνδετικού ιστού), τα νευρικά γάγγλια και τις νευρικές απολήξεις.

Οι *νευρικές ίνες* των περιφερικών νεύρων περιβάλλονται, στην πλειονότητά τους, από έλυτρο μυελίνης (εμμύελες νευρικές ίνες). Το *έλυτρο μυελίνης* που σχηματίζεται από τα κύτταρα του Schwann δεν είναι συνεχές, αλλά διακόπτεται σε τακτικά διαστήματα στις περισφίξεις του Ranvier, οι οποίες διευκολύνουν την ταχεία μετάδοση των νευρικών ερεθισμάτων. Ανάμεσα στις εμμύελες νευρικές ίνες πορεύονται και αμύελες νευρικές ίνες, κάποιες εκ των οποίων είναι αισθητικές, ενώ οι άλλες ανήκουν στο αυτόνομο νευρικό σύστημα. Το μήκος των νευρικών ινών ποικίλλει από 1 cm μέχρι 1 m και το πάχος τους από 1 μm ως 20 μm. Η ταχύτητα μεταβίβασης της διέγερσης είναι ανάλογη του πάχους των νευρικών ινών.

Το νεύρο περιβάλλεται εξωτερικά από ινώδη συνδετικό ιστό, το *επινεύριο*, από την εσωτερική επιφάνεια του οποίου προσεκβάλλουν πετάλια τα οποία διαχωρίζουν τις νευρικές ίνες σε δέσμες. Ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει την κάθε δέσμη αποτελεί το *περινεύριο*, από τη έσω επιφάνεια του οποίου προβάλλουν νέα πετάλια συνδετικού ιστού, τα οποία σχηματίζουν το *ενδονεύριο*, το οποίο διαχωρίζει και περιβάλλει τις νευρικές ίνες. Μέσα στο υπόστρωμα συνδετικού ιστού πορεύονται τα *αγγεία των νεύρων* (vasa nervorum) και τα *νεύρα των νεύρων* (nervi nervorum).

Γ.3. Εκτίμηση ασθενούς με τραυματισμό περιφερικού νεύρου

Κατά την προσέλευση ενός ασθενούς με τραυματισμό περιφερικού νεύρου, ιδιαίτερη σημασία έχει η λήψη σωστού *ιστορικού*, το οποίο πρέπει να περιγράφει τον μηχανισμό κάκωσης, τον χρόνο στον οποίο συνέβη, τα συμπτώματα που τη συνοδεύουν, όπως παραισθησίες, υπαισθησία ή αναισθησία στην περιοχή κατανομής του νεύρου, μυϊκή αδυναμία ή παράλυση των μυών που νευρώνει, αντίληψη της θερμότητας, ενώ σε χρόνιες βλάβες θα πρέπει, επίσης, να εκτιμηθούν η κατάσταση του δέρματος, η ύπαρξη τροφικών αλλοιώσεων στο δέρμα και τα νύχια, η ανιδρωσία, η μυϊκή ατροφία και η παρουσία επίμονου νευροπαθητικού πόνου (Εικόνα 7.Γ.1).

Η κατανομή της *αισθητικότητας* θα πρέπει να καταγράφεται προσεκτικά και να εκτιμάται τόσο η επιπολής όσο και η εν τω βάθει αισθητικότητα, καθώς επίσης και η μυϊκή ισχύς του άκρου. Η καταγραφή της *μυϊκής ισχύος* γίνεται με τη χρήση της κλίμακας του *Medical Research Council (MRC)* (Πίνακας 7.Γ.3).

Κλινική εικόνα	
M0	Καμία σύσπαση του μυός
M1	Ινιδισμός του μυός
M2	Κίνηση μόνο σε έλλειψη βαρύτητας
M3	Κίνηση ενάντια στη βαρύτητα
M4	Κίνηση υπό μερική αντίσταση
M5	Φυσιολογική δύναμη σε σχέση με το υγιές

Πίνακας 7.Γ.3. Κλίμακα μυϊκής ισχύος του Medical Research Council (MRC).

Ο απεικονιστικός έλεγχος περιλαμβάνει ακτινογραφίες, με τις οποίες μπορεί να διαπιστωθεί η παρουσία κατάγματος (στα άκρα του οποίου είναι δυνατό να έχει παγιδευτεί ή να έχει υποστεί διατομή το νεύρο) ή ανατομικών σημείων πίεσης του νεύρου (π.χ. υπεράριθμη αυχενική πλευρά) και *μαγνητική τομογραφία*, η οποία μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες, ειδικά σε κακώσεις του βραχιονίου πλέγματος, όπου αναδεικνύει τον εξελκυσμό των ριζών, καθώς και σε περιπτώσεις πιεστικών νευροπαθειών, όπου μπορεί να αποκαλύψει πίεση του νεύρου από χωροκατακτητικές εξεργασίες μαλακών μορίων [2]. Εξίσου χρήσιμος σε περιπτώσεις πιεστικών νευροπαθειών είναι ο *υπερηχογραφικός έλεγχος*.



Εικόνα 7.Γ.1. Τροφικές αλλοιώσεις και ανιδρωσία στην περιοχή κατανομής του ωλενίου νεύρου στο χέρι (α), συνεπεία κεντρικής βλάβης του νεύρου (περιφερικά της μασχάλης) (β).

Ο ηλεκτροφυσιολογικός έλεγχος είναι εξίσου σημαντικός, ιδίως σε κλειστές κακώσεις, σε περίπτωση που επιλεγεί συντηρητική αντιμετώπιση, προκειμένου να καταγραφεί το επίπεδο της βλάβης και η εξέλιξή της, αλλά και σε περιπτώσεις που πραγματοποιηθεί χειρουργική επέμβαση αποκατάστασης, ώστε να διαπιστωθεί μετεγχειρητικά η πορεία της ανανέυρωσης.

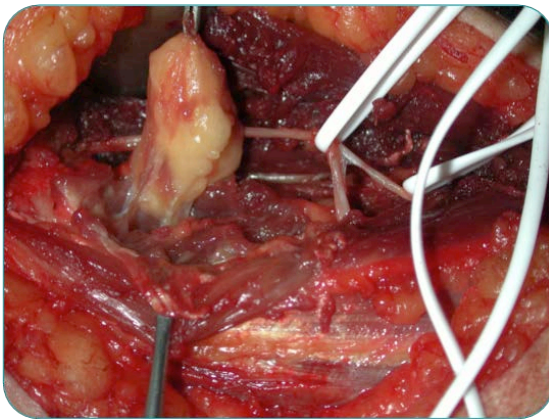
Γ.4. Νευρική αποκατάσταση

Η μέθοδος αποκατάστασης εξαρτάται από τον μηχανισμό της νευρικής βλάβης.

Σε περιπτώσεις *πιεστικής νευροπάθειας* (π.χ. σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα) (Video 7.Γ.1), αρκεί συνήθως η αποσυμπίεση του νεύρου (Εικόνα 7.Γ.2).

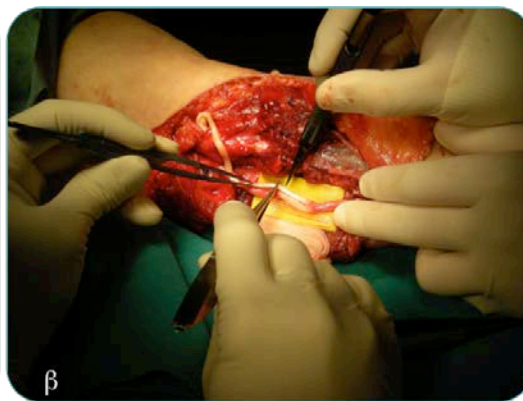
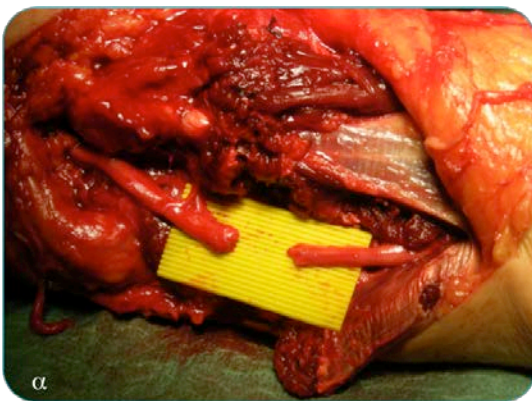


Video 7Γ.1 Πίεση του μέσου νεύρου στον καρπιαίο σωλήνα από εκτεταμένη υμενίτιδα καμπήρων.



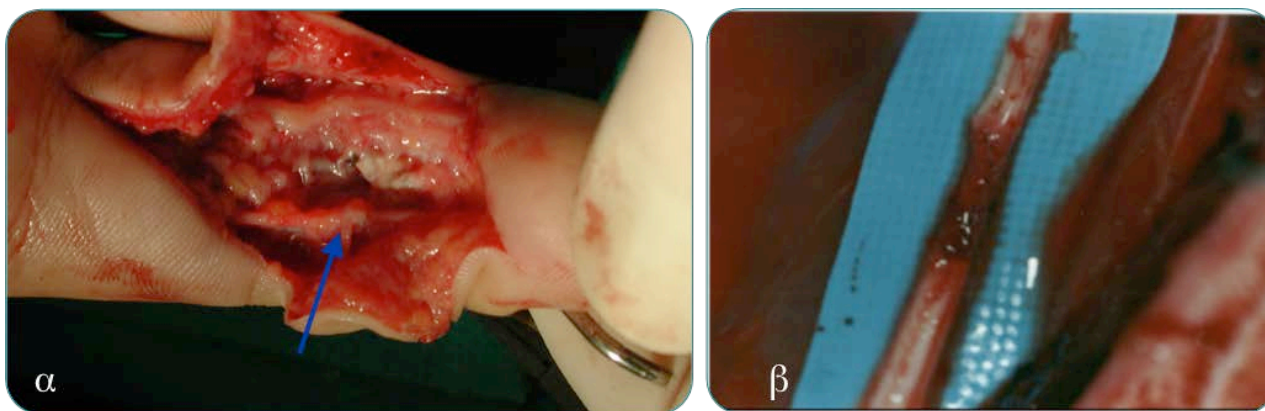
Εικόνα 7.Γ.2. Πίεση του ραχιαίου μεσόστεου νεύρου στο κεντρικό αντιβράχιο από λίπωμα.

Σε περιπτώσεις τραυματικής διατομής, η βλάβη αποκαθίσταται με νευροσυρραφή ή, εφόσον αυτό δεν είναι δυνατό και υπάρχει ευμέγεθες έλλειμμα (Εικόνα 7.Γ.3α), πραγματοποιείται γεφύρωση του ελλείμματος με νευρικά (Εικόνα 7.Γ.3β) ή φλεβικά μοσχεύματα (Εικόνα 7.Γ.4) [3], ενώ, σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ειδικοί σωλήνες-αγωγοί.



Εικόνα 7.Γ.3. Τραυματική διατομή και έλλειμμα ωλενίου νεύρου στο αντιβράχιο (α). Γεφύρωση του ελλείμματος με νευρικά μοσχεύματα (β).

Η έρευνα για την ανεύρεση ενός ιδανικού υλικού για τη δημιουργία αγωγού νευρικής αναγέννησης σε πειραματικά μοντέλα οδήγησε στη χρήση των αυτόλογων (φλέβες, αρτηρίες, ψευδομεμβράνες, ακόμα και επινεύριο) [3,4] και, κατόπιν, και τεχνητών αγωγών (σιλικόνη, πολυγλυκολικό οξύ, πολυγλακτίνη) [5,6,7]. Αποδείχθηκε ότι ο τύπος του ιστού ή του υλικού του σωλήνα-αγωγού δεν παίζει μείζονα ρόλο όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της ευόδωσης της νευρικής αναγέννησης. Κανένας τύπος αγωγού δεν φάνηκε αποτελεσματικότερος των κλασικών νευρικών μοσχευμάτων. Ο «περιοριστικός παράγων» (limiting factor) ο οποίος φαίνεται ότι παίζει κύριο ρόλο στη γεφύρωση νευρικών ελλειμμάτων είναι το -«περιοριστικό»- ανώτερο όριο μήκους ελλείμματος 2,5-3 cm (βραχύ νευρικό έλλειμμα). Για τη γεφύρωση ελλειμμάτων μεγαλύτερων των 3 cm, επιβάλλεται η χρήση νευρικών μοσχευμάτων [8]. Σε λίγες πειραματικές αναφορές στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν αυξητικοί νευροτροφικοί παράγοντες σε συνδυασμό με τους αγωγούς ελήφθησαν αποτελέσματα συγκρίσιμα με αυτά της χρήσης νευρικών αυτομοσχευμάτων [9].



Εικόνα 7.Γ.4. Αποκατάσταση ελλείμματος δακτυλικού νεύρου με φλεβικό μόσχευμα (βέλος) (α) και μέσου νεύρου με φλεβικό μόσχευμα (β).

Όταν δεν είναι δυνατή η αποκατάσταση του τραυματισμένου νεύρου, μπορούν να πραγματοποιηθούν επεμβάσεις νευρομεταφοράς (μεταφορά νεύρου και εμφύτευσή του σε μύες ή συρραφή του με νεύρο της δέκτριας περιοχής), αποκατάστασης της κινητικότητας (τενοντομεταφορές και τενοντοδέσεις) ή της αισθητικότητας (μεταφορές νευρούμενων δερματικών κρημνών) του μέλους, καθώς και σταθεροποίησης αρθρώσεων (αρθροδέσεις) [10,11]. Περισσότερες πληροφορίες για τις τεχνικές αποκατάστασης των κακώσεων των περιφερικών νεύρων αναφέρονται στο κεφάλαιο 12 «Μικροχειρουργικές τεχνικές νευρικής αποκατάστασης».

Γ.5. Επιπλοκές που σχετίζονται με την κάκωση περιφερικών νεύρων

Εκτός από τις διαταραχές στην αισθητικότητα και την κινητικότητα, οι οποίες είναι οι άμεσες επιπλοκές από την κάκωση περιφερικού νεύρου, υπάρχουν και απώτερες επιπλοκές, οι οποίες σχετίζονται με την πλημμελή αντιμετώπιση αυτού του τύπου κακώσεων. Αυτές είναι συνήθως η δημιουργία επώδυνου νευρώματος, η υπεραισθησία, ο νευροπαθητικός πόνος, το σύνδρομο αλγοδυστροφίας, οι τροφικές αλλοιώσεις στο δέρμα και τα νύχια, η μυϊκή ατροφία, οι συγκάμψεις μυών, καθώς επίσης και η απώλεια της αίσθησης της θερμότητας και η δυσανεξία στο ψύχος,

Γ.6. Παράγοντες που επηρεάζουν την πορεία της νευρικής αποκατάστασης

Η επιτυχία της νευρικής αναγέννησης και, συνεπώς, το τελικό αποτέλεσμα μετά από μία επέμβαση νευρικής αποκατάστασης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων η ηλικία του ασθενούς, ο μηχανισμός της κάκωσης, τα όρια της βλάβης, το είδος του νεύρου, η κατάσταση των γειτονικών ιστών κ.α.

Η ηλικία του ασθενούς και η γενικότερη κατάσταση της υγείας του είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός προγνωστικός παράγοντας. Τα παιδιά έχουν πολύ καλύτερη λειτουργική αποκατάσταση από τους ενήλικες, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης πλαστικότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η **κατάσταση της υγείας** των ασθενών αποτελεί εξίσου σημαντικό παράγοντα στην επιτυχία της νευρικής αποκατάστασης, καθώς παθήσεις (σακχαρώδης διαβήτης, μεταβολικές διαταραχές) και καταχρήσεις (αλκοόλ, φαρμάκων) επιδρούν αρνητικά σ' αυτήν.

Το είδος της βλάβης (νευροαπραξία, αξονότμηση, νευρότμηση) έχει σαφέστατη επίδραση στην πορεία της νευρικής αποκατάστασης. Η νευραπραξία έχει καλύτερη πρόγνωση και αποκαθίσταται στο φυσιολογικό, ενώ, σε περιπτώσεις νευρότμησης, απαιτείται χειρουργική παρέμβαση και συνήθως η αποκατάσταση δεν είναι πλήρης.

Τα όρια της βλάβης έχουν, επίσης, σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση. Κακώσεις από οξύαιχμα αντικείμενα με «καθαρά» (clear cut) όρια έχουν καλύτερη πρόγνωση από ό,τι οι συνθλιπτικές κακώσεις, στις οποίες υπάρχει πολύ μεγαλύτερη πιθανότητα για ανάπτυξη ουλώδους ιστού ανάμεσα στα κολοβώματα, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η νευρική αναγέννηση.

Το είδος του νεύρου και το επίπεδο της βλάβης επιδρά, επίσης, στην αποκατάστασή. Χειρότερη πρόγνωση έχουν οι βλάβες στα μικτά νεύρα (κινητικές και αισθητικές ίνες), ενώ όσο κεντρικότερα βρίσκεται η βλάβη τόσο χειρότερη είναι η πρόγνωση, καθώς οι ίνες περιπλέκονται περισσότερο προς το κέντρο και, επίσης, η απόσταση από το όργανο-στόχο αυξάνει. Το νεύρο γίνεται πιο απλό προς την περιφέρεια, αφού δίνει παράπλευρους αισθητικούς και κινητικούς κλάδους. Περιφερικά, οι τελικοί κλάδοι οργανώνονται, ώστε να φτάσουν τον «στόχο» και, συνεπώς, τα καλύτερα αποτελέσματα εξασφαλίζονται σε περιφερικά επίπεδα. Η καθυστέρηση της ανανεύρωσης, λόγω της μεγάλης απόστασης του σημείου της βλάβης με τον τελικό στόχο οδηγεί σε μυϊκή ατροφία και ρίκνωση, επιβαρύνοντας περαιτέρω το τελικό λειτουργικό αποτέλεσμα.

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τον τραυματισμό μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης είναι ιδιαίτερα σημαντικός για το τελικό αποτέλεσμα. Οι μεταβολές που συμβαίνουν τόσο στο νεύρο όσο και στα όργανα στόχους, αν μεσολαβήσει μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι την αποκατάσταση, είναι μη αναστρέψιμες. Το νεύρο, αφού υποστεί βαλεριανή εκφύλιση, γίνεται ινώδες, τα κύτταρα του Schwann εξαφανίζονται και η αξονική αναγέννηση είναι δύσκολη. Οι μυϊκές ίνες, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αν απονευρωθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, ατροφούν και, ακόμα και αν πραγματοποιηθεί αργότερα επανανεύρωσή τους, η αποκατάσταση της λειτουργίας τους είναι αμφισβητήσιμη. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι η πρόωμη νευρική αποκατάσταση δίνει καλύτερα κλινικά αποτελέσματα από την καθυστερημένη. Η άμεση αποκατάσταση προτείνεται σε ανοικτές «καθαρές» διατομές των περιφερικών νεύρων, ενώ κάθε προσπάθεια για χειρουργική αποκατάσταση νεύρου 12-18 μήνες μετά από τραυματισμό, σχεδόν πάντα, οδηγεί σε αποτυχία, δεδομένης της ταχύτητας της νευρικής αναγέννησης, η οποία δεν ξεπερνά το 1 mm/ημέρα [12].

Βιβλιογραφία

1. Pathophysiology of Peripheral Nerve Injury: A Brief Review Mark G. Burnett, MD; Eric L. Zager, Neurosurg Focus. 2004;16(5).
2. Dailiana ZH, Bougioukli S, Varitimidis S, Kontogeorgakos V, Togia E, Vlychou M, Malizos KN. Tumors and tumor-like lesions mimicking carpal tunnel syndrome. Arch Orthop Trauma Surg. 2014 Jan;134(1):139-44.
3. Malizos KN, Dailiana ZH, Anastasiou E, Sarmas J, Soucacos PN. Neuromas and gaps of sensory nerves of the hand: Management with vein conduits. Am J Orthopedics 1997;26(7):481-48.
4. Ignatiadis IA, Yiannakopoulos CK, Avram AM, Gerostathopoulos NE. Posttraumatic neuroma of the radial nerve treated with an autogenous epineural conduit technique. A case report. Microsurgery; 2009;29(2):133-5.
5. Lundborg G. Nerve injury and repair. Churchill Livingstone; 1988, p134-143.].
6. Midha R. Emerging techniques for nerve repair: nerve transfers and nerve guidance tubes. Clin Neurosurg 2006;53:185-90].
7. Johnson EO, Soucacos PN. Nerve repair: experimental and clinical evaluation of biodegradable artificial nerve guides. Injury 2008;39(Suppl 3):S30-36.
8. Strauch B. Use of nerve conduits in peripheral nerve repair. Hand Clinics 2000; 16: 123-130.
9. Barmptsioti A, Konofaos P, Ignatiadis I, Papalois A, Zoubos AB, Soucacos PN. Nerve growth factor combined with an epineural conduit for bridging a short nerve gap (10 mm). A study in rabbits. Microsurgery. 2011 Oct;31(7):545-50.
10. Lee SK, Wolfe SW. Nerve Transfers for the Upper Extremity: New Horizons in Nerve Reconstruction. J Am Acad Orthop Surg 2012;20(8):506-17.
11. Oberlin C, Beal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5–C6 avulsion of the brachial plexus: Anatomical study and report of four cases. J Hand Surg [Am] 1994;19:232–237.
12. Battiston B., Tos P. Microsurgical Techniques for peripheral nerve repair in K.N.Malizos Reconstructive Microsurgery. Landes Bioscience 2003.