



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υπερηχογραφικά κατευθυνόμενος αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος κάτωθεν της κλείδας

Αικατερίνη Χ. Κύτταρη

Επιβλέπουσα:

**Χρυσάνθη Μπατιστάκη: Επίκουρη Καθηγήτρια
Αναισθησιολογίας Ιατρικής σχολής ΕΚΠΑ**

**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ:**

**Γεωργία Κωστοπαναγιώτου: Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας
Ιατρικής σχολής ΕΚΠΑ**

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υπερηχογραφικά κατευθυνόμενος αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος κάτωθεν της κλείδας

Αικατερίνη Χ. Κύτταρη
A.M.: 20170002

ΙΔΙΟΤΗΤΑ: Ιατρός Αναισθησιολόγος

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας,
Θεοδόσιος Σαραντέας, Επίκουρος Καθηγητής Αναισθησιολογίας,
Γεωργία Γερολουκά-Κωστοπαναγιώτου, Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας.

Ιανουάριος 2019

2ο φύλλο - (Εσώφύλλο):

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΚΡΙΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

της Μεταπτυχιακής Φοιτητήτριας Αικατερίνης Χ. Κύτταρη

Εξεταστική Επιτροπή

- Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Επιβλέπουσα
- Θεοδόσιος Σαραντέας
- Γεωργία Γερολουκά-Κωστοπαναγιώτου

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή η οποία ορίστηκε από την ΓΣΕΣ της Ιατρικής Σχολής του Παν. Αθηνών Συνεδρίαση τηςγια την αξιολόγηση και εξέταση της υποψηφίας κας Αικατερίνης Χ. Κύτταρη, συνεδρίασε σήμερα

...../...../.....

Η Επιτροπή **διαπίστωσε** ότι η Διπλωματική Εργασία της Αικατερίνης Χ. Κύτταρη

Με τίτλο: Υπερηχογραφικά κατευθυνόμενος αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος κάτωθεν της κλείδας είναι πρωτότυπη, επιστημονικά και τεχνικά άρτια και η βιβλιογραφική πληροφορία ολοκληρωμένη και εμπεριστατωμένη. Η εξεταστική επιτροπή αφού έλαβε υπ' όψη το περιεχόμενο της εργασίας και τη συμβολή της στην επιστήμη, με ψήφους προτείνει την απονομή στον παραπάνω Μεταπτυχιακό Φοιτητή την απονομή του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (Master's). 14

Στην ψηφοφορία για την βαθμολογία ο υποψήφιος έλαβε για τον βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» ψήφους, για τον βαθμό «ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ» ψήφους, και για τον βαθμό «ΚΑΛΩΣ» ψήφους Κατά συνέπεια, απονέμεται ο βαθμός «.....».

Τα Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

....., Επιβλέπουσα (Υπογραφή)

....., (Υπογραφή)

....., (Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος αναφέρεται για πρώτη φορά από τους William Halsted και Richard Hall (1884). Από τότε έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές μέθοδοι για να επιτευχθεί αναισθησία του άνω άκρου μέσω αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος. Από τις τέσσερις κλασικές προσεγγίσεις, δηλ. διακαλινική, υπερκλείδια, υποκλείδια και μασχαλιαία, στην παρούσα μελέτη θα ασχοληθούμε με τις τρεις τελευταίες. Οι μέθοδοι για τον αποκλεισμό ήταν η έκλυση παραισθησίας, η ψηλάφηση της συνοδού αρτηρίας, η νευροδιέγερση και πιο πρόσφατα ο εντοπισμός με υπερηχογραφική καθοδήγηση. Ο υπερηχογραφικά καθοδηγούμενος αποκλεισμός πλεονεκτεί λόγω του μη επεμβατικού και δυναμικού χαρακτήρα της τεχνικής και έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από τις άλλες μεθόδους.

Το βραχίονιο πλέγμα σχηματίζεται από τους πρόσθιους κλάδους των αυχενικών νεύρων A5 έως A8 και από το πρώτο θωρακικό νεύρο (Θ1). Στη συνέχεια σχηματίζονται τα τρία πρωτεύοντα στελέχη του πλέγματος, το άνω, το μέσω και το κάτω, ανάμεσα στον πρόσθιο και τον μέσο σκαληνό μυ. Τα πρωτεύοντα στελέχη περνούν πίσω από την κλείδα, διακλαδίζονται και στη συνέχεια σχηματίζονται τα δευτερεύοντα στελέχη: το έξω, το έσω και το οπίσθιο. Τέλος, στο έξω όριο του ελάσσονος θωρακικού μυός, τα δευτερεύοντα στελέχη δίνουν τους τελικούς κλάδους του βραχιονίου πλέγματος: το μυοδερματικό νεύρο, το μασχαλιαίο νεύρο, το κερκιδικό νεύρο, το μέσο νεύρο και το ωλένιο νεύρο.

Ο υποκλείδιος αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος παρέχει αναισθησία στα άνω 2/3 του βραχίονα και είναι ιδανικός για τοποθέτηση καθετήρα μετεγχειρητικής αναλγησίας. Μπορεί να γίνει σε δύο διαφορετικές θέσεις: στον έξω υποκλείδιο βόθρο ή στον πλευροκλειδικό χώρο. Τα δευτερεύοντα στελέχη του βραχιονίου πλέγματος περιβάλλουν τη μασχαλιαία αρτηρία. Ο κίνδυνος για πνευμοθώρακα είναι μικρός αλλά οι διαταραχές πηκτικότητας είναι σχετική αντένδειξη για την επιτέλεσή του. Ο μασχαλιαίος αποκλεισμός βραχιονίου πλέγματος είναι ο πιο δημοφιλής αποκλεισμός και παρέχει αναισθησία κάτω από τον αγκώνα.. Οι τελικοί κλάδοι του βραχιονίου πλέγματος εντοπίζονται μέσα στο μασχαλιαίο βόθρο, περιμετρικά της μασχαλιαίας αρτηρίας. Υπάρχουν αρκετές ανατομικές παραλλαγές ως προς τη θέση των τελικών κλάδων του βραχιονίου πλέγματος στο

έδαφος της μασχάλης. Τέλος, το κερκιδικό, το ωλένιο, το μέσο και το μυοδερματικό νεύρο μπορούν να αποκλειστούν και σε περιφερικότερα σημεία της διαδρομής τους με τη βοήθεια του υπερήχου. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να βελτιώσουμε έναν κεντρικότερο αποκλεισμό, να τον επιταχύνουμε και να τον παρατείνουμε. Οι αποκλεισμοί των νεύρων αυτών μπορούν να γίνουν είτε πάνω από τον αγκώνα ή κάτω από αυτόν.

Με τη βοήθεια του υπερήχου οι αποκλεισμοί έχουν γίνει πιο ασφαλείς, αποτελεσματικοί και ακριβείς. Χρειάζεται, όμως, γνώση της νέας τεχνικής και των οδηγιών ανατομικών σημείων.

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η παρουσίαση της ανατομίας, της ηχοανατομίας και των τρόπων εκτέλεσης των περιφερικών αποκλεισμών του άνω άκρου κάτω από το επίπεδο της κλείδας με υπερηχογραφική καθοδήγηση. Για το σκοπό αυτό ανατρέξαμε κυρίως στην σχετική βιβλιογραφία των τελευταίων δέκα χρόνων. Τα περισσότερα είναι άρθρα ανασκόπησης. Πρόκειται για ένα σχετικά νέο πεδίο επιστημονικής τεχνικής και το συνολικό συμπέρασμα είναι ότι η χρήση του υπερήχου στους περιφερικούς αποκλεισμούς συμβάλλει αποφασιστικά στην αποτελεσματικότητα, την ασφάλεια και την ακρίβειά τους.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: υπερηχογραφία, νευρικοί αποκλεισμοί, μασχαλιαία κοιλότητα, αγκώνας.

SUMMARY

Brachial plexus blockade was firstly introduced by William Halsted and Richard Hall in 1884. There are four main approaches from which the brachial plexus can be blocked: interscalene, supraclavicular, infraclavicular and axillary. In this thesis, the three last approaches will be dealt with.

There are several techniques used to localise the brachial plexus nerves: eliciting paraesthesias, palpation of accompanying artery, electrical nerve stimulation and most recently, ultrasound guidance. Ultrasound guided blockade has a noninvasive and dynamic nature that leads to higher success rates and less complications.

The brachial plexus is derived from the anterior primary rami of C5-C8 and T1 nerves. These roots form the three trunks (superior, middle and inferior) between the anterior and middle scalene muscles. The three trunks separate into anterior and posterior divisions behind the clavicle and subsequently the divisions join to form the three cords: lateral, medial and posterior in relation with the axillary artery. At the lateral border of the pectoralis minor muscle, the cords give rise to their terminal branches: the musculocutaneous, radial, ulnar, median and axillary nerves.

Infraclavicular blockade of the brachial plexus provides anaesthesia of the distal two thirds of the arm and is ideal for the placement of an indwelling catheter. It can be performed either in the lateral infraclavicular fossa or in the costoclavicular space. Risk of pneumothorax is small but it should perhaps be avoided in patients receiving anticoagulants in case of inadvertent vascular puncture.

Axillary brachial plexus block is the most popular block and provides anaesthesia of the upper limb distal to the elbow. The final branches of the brachial plexus are located in the axillary fossa around the axillary artery. There are several anatomical variations of these nerves and ultrasound guidance is vital for their localization.

Finally, the musculocutaneous, radial, ulnar and median nerves can be blocked further down their course under ultrasound guidance. In this way, a proximal brachial

plexus block can be hastened, improved and prolonged. Distal nerve blocks of the upper extremity can be performed above or below the elbow.

Under ultrasound guidance, brachial plexus blockade has become safer, more efficient and accurate. However, the use of ultrasound is dependent on the operator's experience as well as his/her knowledge of the relevant anatomy.

Key words. ultrasound, peripheral nerve blocks, axilla, elbow

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «Περιοχική αναισθησία» είναι ένα καινοτόμο και άρτιο πρόγραμμα κατάρτισης στους υπερηχογραφικά καθοδηγούμενους νευρικούς αποκλεισμούς που μέχρι τώρα έλειπε από το πρόγραμμα εκπαίδευσης του γνωστικού αντικειμένου της αναισθησιολογίας. Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω:

Την κα Γεωργία Γερολουκά-Κωστοπαναγιώτου, Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, υπεύθυνη του προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών και μέλος της τριμελούς επιτροπής.

Την κα Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ και επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας.

Τον κ. Θεοδόσιο Σαραντέα, Αναπληρωτή Καθηγητή Αναισθησιολογίας της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, επιστημονικά υπεύθυνο του προγράμματος και μέλος της τριμελούς επιτροπής.

Την κα Παρασκευή Ματσώτα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ.

Την κα Τατιανή Σιδηροπούλου, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ.

Όλοι συνέβαλαν αποφασιστικά στην ουσιαστική και εις βάθος μελέτη του αντικειμένου του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών και στην καθοδήγησή μας στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου Μιχαήλ Π. Πάτση και όλη την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια του προγράμματος σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	8
Θεματική περιοχή: Περιοχική Αναισθησία.....	9
Summary.....	11
Ευχαριστίες.....	13
1. Εισαγωγή.....	17
2. Ανατομία βραχιονίου πλέγματος.....	23
3. Υποκλείδιος αποκλεισμός βραχιονίου πλέγματος.....	26
3α. Ανατομία.....	26
3β. Ενδείξεις.....	27
3γ. Τεχνικές υποκλείδιου αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγμα- τος	28
3γ.1. Αποκλεισμός με τη χρήση νευροδιεγέρτη.....	28
3γ.2.Αποκλεισμός υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση.....	29
3δ. Επιπλοκές αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος υποκλειδίου.....	33
4. Μασχαλιαίος αποκλεισμός βραχιονίου πλέγματος.....	34
4α. Ανατομία της μασχαλιαίας κοιλότητας.....	35
4β. Ενδείξεις αποκλεισμού στο επίπεδο της μασχάλης.....	36
4γ. Τεχνικές αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος στο επίπεδο της μασχάλης.....	36
4.γ.1. Αποκλεισμός με χρήση νευροδιεγέρτη.....	36
4.γ.2. Αποκλεισμός υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση	37
5. Υπερηχογραφικός αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος στη μασχάλη.....	41
Α. Περιαγγειακή τεχνική.....	42
Β. Περινευρική τεχνική.....	43
6. Αποτελεσματικότητα του αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος στο επίπεδο της μασχάλης.....	45
7. Επιπλοκές αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος στο επίπεδο της μασχάλης.....	46
8. Αποκλεισμοί περιφερικών νεύρων άνω άκρων.....	47
8α. Περιορισμοί της χρήσης των αποκλεισμών των περιφερικών νεύρων του άνω άκρου.....	48

8β. Εφαρμογές των αποκλεισμών των περιφερικών νεύρων του άνω άκρου.....	48
8γ. Μυοδερματικό νεύρο (A5, A6, A7).....	49
8δ. Κερκιδικό νεύρο (A5, A6, A7, A8 και Θ1).....	50
8ε. Ωλένιο νεύρο (A8, Θ1).....	51
8στ. Μέσο νεύρο (A5, A6, A7, A8 και Θ1).....	54
Συμπεράσματα.....	57
Βιβλιογραφία.....	58

ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΚΑΤΩΘΕΝ ΤΗΣ ΚΛΕΙΔΑΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1884 ο William Halsted και ο Richard Hall άνοιξαν ένα μεγάλο κεφάλαιο στην αναισθησία και την αναλγησία με το να εγχύσουν διάλυμα κοκαΐνης 4% στο βραχιόνιο πλέγμα και το κνημιαίο νεύρο. Έκτοτε το ενδιαφέρον για τους επιλεκτικούς νευρικούς αποκλεισμούς ολοένα και αυξάνεται. Χρησιμοποιούνται πια ευρέως είτε συμπληρωματικά στην γενική αναισθησία είτε εναλλακτικά με αυτή. Στην δεύτερη περίπτωση, τα πλεονεκτήματα είναι ο μειωμένος χρόνος νοσηλείας, το ανώτερο αναλγητικό αποτέλεσμα και οι λιγότερες συστηματικές επιπλοκές ⁽³⁾.

Καθοριστικής σημασίας για τον ασφαλή αποκλεισμό ενός νευρικού σχηματισμού είναι η καλή γνώση της ανατομίας της περιοχής και των οδηγών σημείων. Έχουν, δυστυχώς, αναφερθεί αρκετές περιπτώσεις διαφόρων επιπλοκών κατά την προσπάθεια αποκλεισμού περιφερικών νεύρων, όπως πνευμοθώρακας, ενδαγγειακή έγχυση τοπικού αναισθητικού ή υπαραχνοειδής έγχυση.

Ειδικά για το βραχιόνιο πλέγμα υπάρχουν τέσσερις κλασικές προσεγγίσεις: η Διασκαληνική, η Υπερκλείδια, η Υποκλείδια και η Μασχαλιαία. Κάθε μία από αυτές έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και ενδείξεις. Ο διασκαληνικός αποκλεισμός, για παράδειγμα, ενδείκνυται για επεμβάσεις στον ώμο και το εγγύς άνω άκρο, ενώ ο μασχαλιαίος για επεμβάσεις περιφερικά του αγκώνα.

Υπάρχουν αρκετές τεχνικές εντοπισμού των νεύρων του βραχιονίου πλέγματος: η έκλυση παραισθησίας, η ψηλάφιση συνοδού αρτηρίας, ο ηλεκτρικός ερεθισμός νεύρων και πιο πρόσφατα ο εντοπισμός με υπερηχογραφική καθοδήγηση.

Τα τελευταία χρόνια η χρήση υπερήχων φαίνεται να υπερτερεί της ηλεκτρικής νευροδιέγερσης ως προς την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια και γι'αυτό κερδίζει διαρκώς έδαφος ^(21, 23, 24). Η υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη προσπέλαση

πλεονεκτεί κυρίως λόγω του μη επεμβατικού και δυναμικού χαρακτήρα της τεχνικής που επιτρέπει την απεικόνιση και την εκτέλεση του νευρικού αποκλεισμού σε πραγματικό χρόνο. Η υπερηχογραφική καθοδήγηση έχει τη δυνατότητα να αλλάξει την κλινική πρακτική στο νευρικό αποκλεισμό του άνω άκρου σε πολλά επίπεδα:

- Μείωση του όγκου του τοπικού αναισθητικού, μείωση της πιθανότητας ατυχηματικής ενδαγγειακής ή υποσκληρίδιας έγχυσης. Η παρατήρηση της εξάπλωσης του τοπικού αναισθητικού επιτρέπει τη μείωση της δόσης του αν και η βέλτιστη δόση τοπικού αναισθητικού στις διάφορες προσεγγίσεις του βραχιονίου πλέγματος δε έχουν ακόμη ασφαλώς καθοριστεί ⁽²⁵⁾. Ο O'Donnell και συν.⁽²⁶⁾ ανέφερε πιθανότητα επιτυχίας του αποκλεισμού που φτάνει το 100% χρησιμοποιώντας μόνο 1 ml λιδοκαΐνης, 2% για κάθε ένα από τα τέσσερα νεύρα στη μασχάλη (μέσο, κερκιδικό, ωλένιο και μυοδερματικό) σε δέκα επτά (17) περιπατητικούς ασθενείς. Σε μια διασταυρούμενη μελέτη που περιελάμβανε δέκα (10) εθελοντές ο Marhofer και συν.⁽¹⁴⁾ συνέκρινε χαμηλούς (μέσος όρος 4 ml) με υψηλούς όγκους (μέσος όρος 14,8 ml) μεπιβακαΐνης 1% για αποκλεισμό του μέσου, ωλένιου και κερκιδικού νεύρου. Η εκτίμηση της ποσότητας του τοπικού αναισθητικού (χαμηλοί όγκοι) βασίστηκε σε ED95 ίση με 0,11 ml/mm² της υπολογιζόμενης διαμέτρου του νεύρου. Ανέφεραν επιτυχία αποκλεισμού στις είκοσι επτά (27) από τις τριάντα (30) περιπτώσεις (90%) στην ομάδα χαμηλού όγκου και στις τριάντα (30) από τις τριάντα (30) περιπτώσεις (100%) στην ομάδα υψηλού όγκου. Μια άλλη μελέτη από τον Al. Nasser και συν.⁽²⁸⁾ αναφέρει αποκλεισμό με υπερηχογραφική καθοδήγηση του μυοδερματικού νεύρου με έγχυση 8 ml μεπιβακαΐνης 1% σε σαράντα οκτώ (48) ασθενείς. Στους σαράντα επτά (47) ασθενείς σαφείς υπερηχογραφικές εικόνες αποκάλυψαν ότι η εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού δεν ήταν ομοιογενής περιφερικά του νεύρου παρά τον επιτυχημένο νευρικό αποκλεισμό. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι παρά την ανομοιογενή εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού, ο αποκλεισμός μπορεί να είναι αποτελεσματικός, αρκεί να χρησιμοποιηθεί αρκετός όγκος τοπικού αναισθητικού. Περαιτέρω έρευνα για τη βελτιστοποίηση της δόσης του τοπικού αναισθητικού θα έπρεπε να επικεντρωθεί στις προσεγγίσεις ανά νεύρο του βραχιονίου πλέγματος, έτσι

ώστε να τεκμηριωθούν οι ακριβείς θέσεις έγχυσης και η εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού.

- Οι ανατομικές παραλλαγές είναι αρκετά συχνές στο βραχιόνιο πλέγμα και η αποτυχία του αποκλεισμού μπορεί να σχετίζεται με τέτοιες παραλλαγές. Ο Gutton και συν.⁽²⁹⁾ αξιολόγησε παραλλαγές του βραχιονίου πλέγματος στον διασκαληνικό χώρο με ανασκόπηση εκατόν σαράντα έξι (146) εικόνων από είκοσι επτά (27) εθελοντές και σαράντα έξι (46) ασθενείς. Οι ερευνητές ανακάλυψαν τουλάχιστον μία παραλλαγή σε περίπου μισές από τις εικόνες και συμπέραναν ότι οι ανατομικές παραλλαγές των νευρικών ριζών ή των στελεχών είναι σχετικά κοινές. Παρά την παρουσία όμως αυτών των ανατομικών ανωμαλιών ο αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος δεν επηρεάστηκε αρνητικά. Άρα με τη χρήση υπερήχου η αποτελεσματικότητα του αποκλεισμού σε ασθενείς με ανατομικές παραλλαγές υπερτερεί σαφώς των άλλων μεθόδων ^(19, 21). Για να επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα, ο χειριστής πρέπει να έχει αρκετά μεγάλη εξοικείωση στη χρήση του υπερήχου και φυσικά καλή γνώση της σχετικής ανατομίας.
- Συνεχείς εγχύσεις τοπικών αναισθητικών μέσω καθετήρων στο βραχιόνιο πλέγμα χρησιμοποιούνται για να παρατείνουν την αναλγησία, μετά από επεμβάσεις του άνω άκρου, για δύο-τρεις μέρες μετεγχειρητικά. Οι καθετήρες που τοποθετούνται στο βραχιόνιο πλέγμα υποκλειδίως φαίνεται να πλεονεκτούν έναντι αυτών που τοποθετούνται υπερκλειδίως. Στο Πανεπιστήμιο του San Diego πραγματοποιήθηκε μια τυχαιοποιημένη μελέτη που περιελάμβανε εξήντα (60) ασθενείς, οι οποίοι έφεραν είτε υπερκλειδίο είτε υποκλειδίο καθετήρα συνεχούς έγχυσης τοπικού αναισθητικού ⁽³⁰⁾. Όλοι οι ασθενείς λάμβαναν μια βασική έγχυση 0,2% ροπιβακαΐνης με 8ml/h και κατ'επίκληση bolus δόση 4ml. Την πρώτη μετεγχειρητική μέρα ο μέσος όρος πόνου στην Οπτική Αναλογική Κλίμακα (VAS, 0-10) ήταν σημαντικά χαμηλότερος στην ομάδα των υποκλειδίων καθετήρων (βαθμός 2) σε σύγκριση με την ομάδα των υπερκλειδίων καθετήρων (βαθμός 4).
- Κατά την υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη προσπέλαση του βραχιονίου πλέγματος, η βελόνα του αποκλεισμού συχνά επανατοποθετείται και μπορεί να χρειαστούν αρκετές προσπάθειες έγχυσης του τοπικού αναισθητικού έτσι ώστε να περικυκλωθούν επαρκώς τα νεύρα-στόχοι. Η αναζήτηση, επιπλέον,

της βέλτιστης τεχνικής για ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του αποκλεισμού συνεχίζεται. Ο Bowens και συν.⁽³²⁾ συνέκρινε τον αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος υποκλειδώς με μια μοναδική έγχυση τοπικού αναισθητικού κεντρικά (οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος) έναντι πολλαπλών εγχύσεων περιφερικά (έσω και έξω δευτερεύοντα στέλεχη). Η βελόνα αποκλεισμού εισήχθη με υπερηχογραφική καθοδήγηση και η θέση της άκρης της επαληθεύτηκε με ηλεκτρικό νευροδιεγέρτη. Οι συγγραφείς βρήκαν σημαντικά υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας στην κεντρική έγχυση τοπικού αναισθητικού (96% σε 89 ασθενείς) σε σύγκριση με τις περιφερικές εγχύσεις τοπικού αναισθητικού (85% σε 112 ασθενείς). Η τοποθέτηση της βελόνας, ωστόσο, στο οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος ήταν πιο χρονοβόρα και πιο δυσχερής στην εκτέλεση. Η μελέτη του Heil και συν.⁽³¹⁾ επίσης αναδεικνύει ότι μια μοναδική έγχυση τοπικού αναισθητικού ακριβώς ραχιαία της μασχαλιαίας αρτηρίας ή πολύ κοντά στο οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος παρέχει επαρκή και αποτελεσματικό αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος.

- Η διενέργεια αποκλεισμού περιφερικών νEURων με τη βοήθεια νευροδιεγέρτη εκτιμάται ως δυσάρεστη από μερικούς ασθενείς, ειδικά αν χρειάζονται πολλαπλές διελεύσεις της βελόνας. Οι υπερηχογραφικά καθοδηγούμενοι αποκλεισμοί νEURων μπορούν θεωρητικά να ελαχιστοποιήσουν την ενόχληση των ασθενών αποφεύγοντας την ηλεκτρική διέγερση των νEURων και μπορούν να μειώσουν το αριθμό διελεύσεων της βελόνας. Ο Bloc και συν.⁽³³⁾ πραγματοποίησε μια τυχαιοποιημένη μελέτη σε εκατόν είκοσι (120) ασθενείς που υπεβλήθησαν σε μασχαλιαίο νευρικό αποκλεισμό. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: την ομάδα του ηλεκτρικού νευροδιεγέρτη, την ομάδα υπερηχογραφικής τεχνικής δια της δέσμης και την ομάδα υπερηχογραφικής τεχνικής εκτός της δέσμης. Ο βαθμός του πόνου στην κλίμακα (VAS, 0-100) ήταν χαμηλότερος στην ομάδα της υπερηχογραφικής τεχνικής εκτός δέσμης (VAS 20) και ακολουθούσαν η υπερηχογραφική τεχνική δια της δέσμης (VAS 25) και τέλος, η ομάδα του ηλεκτρικού νευροδιεγέρτη (VAS 35). Περισσότεροι, επιπλέον, ασθενείς από την ομάδα υπερηχογραφικής τεχνικής εκτός δέσμης ανέφεραν ότι αισθάνθηκαν πολύ άνετα ή απλώς άνετα κατά τη διάρκεια της διενέργειας του νευρικού αποκλεισμού. Ο Frederiksen και συν.⁽³⁴⁾ συνέκρινε τον πόνο σε ογδόντα ασθενείς κατά τη διάρκεια της διενέργειας μασχαλιαίας ή υποκλειδίας

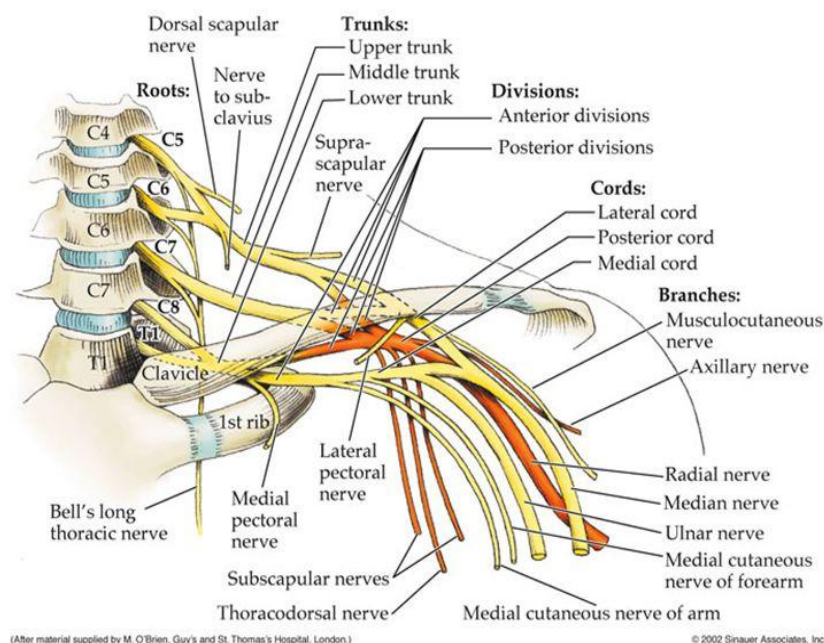
προσέγγισης του βραχιονίου πλέγματος. Η δια της δέσμης τεχνική του μασχαλαίου αποκλεισμού χρειάστηκε περισσότερο χρόνο για να ολοκληρωθεί και περισσότερες διελεύσεις βελόνας αλλά η διαφορά στο βαθμό του πόνου δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($P=0,07$).

- Όταν χρησιμοποιείται ηλεκτρικός νευροδιεγέρτης για να πραγματοποιηθεί ένας νευρικός αποκλεισμός, η κοινώς αποδεκτή ένταση ρεύματος των 0,2-0,5mA είναι ενδεικτική της σωστής τοποθέτησης της βελόνας. Η πρακτική αυτή εντούτοις μπορεί και να επιφέρει ενδονευρική έγχυση ενώ η υπερηχογραφική καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο μπορεί να ανιχνεύσει και δυνητικά να αποτρέψει αυτό το συμβάν. Ο Dufour και συν.⁽³⁵⁾ πραγματοποίησε αποκλεισμό του μέσου νεύρου στο επίπεδο του αγκώνα, χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό νευροδιεγέρτη, σε εκατό (100) ασθενείς. Στη συνέχεια κατέγραψε υπερηχογραφικές εικόνες του νεύρου. Αυτές αποκάλυψαν ότι με ρεύμα 0,5mA ή λιγότερο το αποτέλεσμα ήταν ενδονευρικές εγχύσεις σε σαράντα τρεις (43) ασθενείς. Πέντε (5) από τους ασθενείς ανέφεραν παραισθησία και ένας (1) εξέφρασε πόνο κατά τη διάρκεια της έγχυσης του τοπικού αναισθητικού. Παρατηρήθηκε οίδημα νεύρου με περιμετρική εξάπλωση τοπικού αναισθητικού και είχε ως αποτέλεσμα 86% επιτυχία του αποκλεισμού σε σύγκριση με 34% επιτυχία στους ασθενείς χωρίς εικόνα περιμετρικής εξάπλωσης. Ουδείς ασθενής υπέστη μείζονες νευρολογικές επιπλοκές. Σε μια πτωματική μελέτη που διερευνούσε διασκαληνικό αποκλεισμό, ο Orebaugh και συν.⁽³⁶⁾ προσπάθησε να διαπιστώσει αν η υπερηχογραφική καθοδήγηση μπορούσε να αποτρέψει την επίπτωση των ενδονευρικών εγχύσεων. Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκε δια της δέσμης υπερηχογραφική τεχνική και η άκρη της βελόνας τοποθετήθηκε ακριβώς δίπλα στις νευρικές ρίζες και στη συνέχεια εγχύθηκε 0,1-0,2ml χρωστικής. Οι επόμενες τομές αποκάλυψαν ότι έξι (6) από τις έντεκα (11) εγχύσεις είχαν γίνει μέσα στο επινεύριο, παρόλα αυτά δεν υπήρχε εύρημα δεσμιδικής ή αξονικής βλάβης. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι υποεπινευρικές εγχύσεις είναι αρκετά συχνές κατά τη διάρκεια του διασκαληνικού αποκλεισμού αλλά οι κλινικές επιπτώσεις χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση. Ο Liu και συν.⁽³⁷⁾ εξέδωσε μια μεγάλη προοπτική μελέτη πάνω στον διακαληνικό και υπερκλείδιο αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος με υπερηχογραφική καθοδήγηση. Οι βελόνες τοποθετήθηκαν με

τεχνική δια της δέσμης ακριβώς δίπλα στους νευρικούς στόχους. Στη συνέχεια εγχύθηκαν 20-65ml μεπιβακαΐνης 1,5%, (μέσος όρος 50 ml), με 99,8% ποσοστό επιτυχίας. Οι ασθενείς (1169) που παρακολουθήθηκαν, στη συνέχεια εμφάνισαν μια μικρή επίπτωση μετεγχειρητικής νευραπραξίας μετά από διασκαληνικό αποκλεισμό (0,9%) αλλά καμία νευρολογική επίπτωση μετά από υπερκλείδιο αποκλεισμό. Όλες οι νευραπραξίες υποχώρησαν αυτόματα μέσα σε τρεις μήνες. Τα δεδομένα, λοιπόν, δείχνουν ότι οι ενδοεπινευρικές εγχύσεις είναι μάλλον αρκετά συχνές αλλά το ποσοστό της μετεγχειρητικής νευραπραξίας είναι πολύ χαμηλό και οι μείζονες νευρολογικές επιπλοκές είναι σπάνιες.

Στην παρούσα μελέτη θα παρουσιαστεί η βασική ανατομία του βραχιονίου πλέγματος, τα σημεία και οι τρόποι αποκλεισμού του στο επίπεδο της υποκλείδιας πορείας του και οι ενδείξεις για κάθε είδος αποκλεισμού. Η μελέτη εστιάζεται κυρίως στην εκτέλεση των αποκλεισμών με υπερηχογραφική καθοδήγηση και γι' αυτό δίνεται μεγαλύτερο βάρος στην ηχοανατομία κάθε περιοχής.

Βραχιόνιο Πλέγμα



Εικόνα 1: Βραχιόνιο πλέγμα (M. O'Brien, Guy's and St. Thomas Hospital).

2. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

Το βραχιόνιο πλέγμα (εικόνα 1) σχηματίζεται από τους πρόσθιους κλάδους των αυχενικών νεύρων Α5-Α8 με συμμετοχή και του πρώτου θωρακικού νεύρου (Θ1). Στο σχηματισμό του βραχιονίου πλέγματος μπορεί να συμμετέχει και το τέταρτο αυχενικό νεύρο σε ποσοστό 15-62% ή και το δεύτερο θωρακικό νεύρο στο 16-73% των περιπτώσεων⁽²⁾. Πριν σχηματιστούν τα τρία πρωτεύοντα στελέχη, οι ρίζες δίνουν τους εξής κλάδους:

1. Το μακρό θωρακικό νεύρο (Α5, Α6, Α7) για τον πρόσθιο οδοντωτό μυ.
2. Το ραχιαίο νεύρο της ωμοπλάτης (Α5) για τον ρομβοειδή και τον ανελκτήρα της ωμοπλάτης.
3. Σε ένα 20% των περιπτώσεων, το φρενικό νεύρο εκφύεται αποκλειστικά από τις ρίζες του βραχιονίου πλέγματος.
4. Οι Α5-Α8 ρίζες παρέχουν νευρώση στους σκαληνούς και τους μακρούς τραχηλικούς μύες⁽²⁾.

Οι αυχενικές ρίζες ενώνονται για να διαμορφώσουν τα τρία πρωτεύοντα στελέχη του πλέγματος: το άνω (Α5-6), το μέσο (Α7) και το κάτω (Α8-Θ1), ανάμεσα στον πρόσθιο και τον μέσο σκαληνό μυ. Πριν συνεχίσουν την πορεία τους ουραία για να περάσουν όπισθεν της κλείδας, το άνω στέλεχος δίνει το υπερπλάτιο νεύρο (Α5-Α6) για τον υπερακάνθιο και τον υπακάνθιο μυ καθώς και το νεύρο για τον υποκλείδιο μυ (Α5-6-^{1,2}).

Στο έξω όριο της πρώτης πλευράς τα πρωτεύοντα στελέχη χωρίζονται σε διακλαδώσεις: κάθε στέλεχος διαχωρίζεται σε πρόσθια και οπίσθια διακλάδωση. Οι διακλαδώσεις ενώνονται, ώστε να σχηματιστούν τα δευτερεύοντα στελέχη υποκλειδίου. Το έξω (πρόσθιες διακλαδώσεις άνω και μέσου πρωτευόντων στελεχών δηλ. Α5-6-7), το οπίσθιο (από όλες τις οπίσθιες διακλαδώσεις δηλ. Α5-6-7-8 και Θ1) και το έσω (από τις πρόσθιες διακλαδώσεις του κάτω πρωτεύοντος στελέχους δηλ. Α8-Θ1). Η ορολογία έξω, έσω και οπίσθιο αναφέρεται στην τοπογραφία των στελεχών ως προς την μασχालιαία αρτηρία την οποία και πλαισιώνουν αντίστοιχα. Ακολουθώντας τα δευτερεύοντα στελέχη δίνουν πολλαπλούς κλάδους:

- Α. Το έξω θωρακικό νεύρο από το έξω στέλεχος.

Β. Το έσω θωρακικό νεύρο, το έσω μυοδερματικό του βραχίονα και το έσω μυοδερματικό του αντιβραχίου από το έσω δευτερεύον στέλεχος.

Γ. Το άνω και κάτω υποπλάτιο και το θωρακοραχιαίο από το οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος.

Στο έξω όριο του ελάσσονος θωρακικού μυός τα δευτερεύοντα στελέχη δίνουν τους τελικούς κλάδους του βραχιονίου πλέγματος:

- το μυοδερματικό νεύρο από το έξω δευτερεύον στέλεχος,
- το μασχαλιαίο νεύρο και το κερκιδικό από το οπίσθιο στέλεχος,
- το μέσο νεύρο από το έξω και έσω στέλεχος,
- το ωλένιο από το έσω δευτερεύον στέλεχος.

Στο έδαφος της μασχάλης, το μυοδερματικό και το μέσο νεύρο συνήθως βρίσκονται πάνω από τη μασχαλιαία αρτηρία, ενώ το κερκιδικό και το ωλένιο βρίσκονται από κάτω. Υπάρχει, ωστόσο, μεγάλος αριθμός ανατομικών παραλλαγών.

Το μέσο νεύρο (Α6-Θ1) πορεύεται σε κατά μήκος κοχλιοειδή γραμμή από την πρόσθια έξω επιφάνεια της αρτηρίας (στο ύψος της μασχαλιαίας πτυχής) στην πρόσθια επιφάνεια (μέσο του βραχίονα) και τέλος στην οπίσθια έσω πλευρά της (κοντά στον αγκωνιαίο βόθρο). Νευρώνει ένα μεγάλο τμήμα των καμπτήρων του πήχη και του χεριού καθώς και το δέρμα της ρίζας του χεριού, του θέναρος, της παλάμης και της καμπτικής επιφάνειας των 3,5 κερκιδικών δακτύλων.

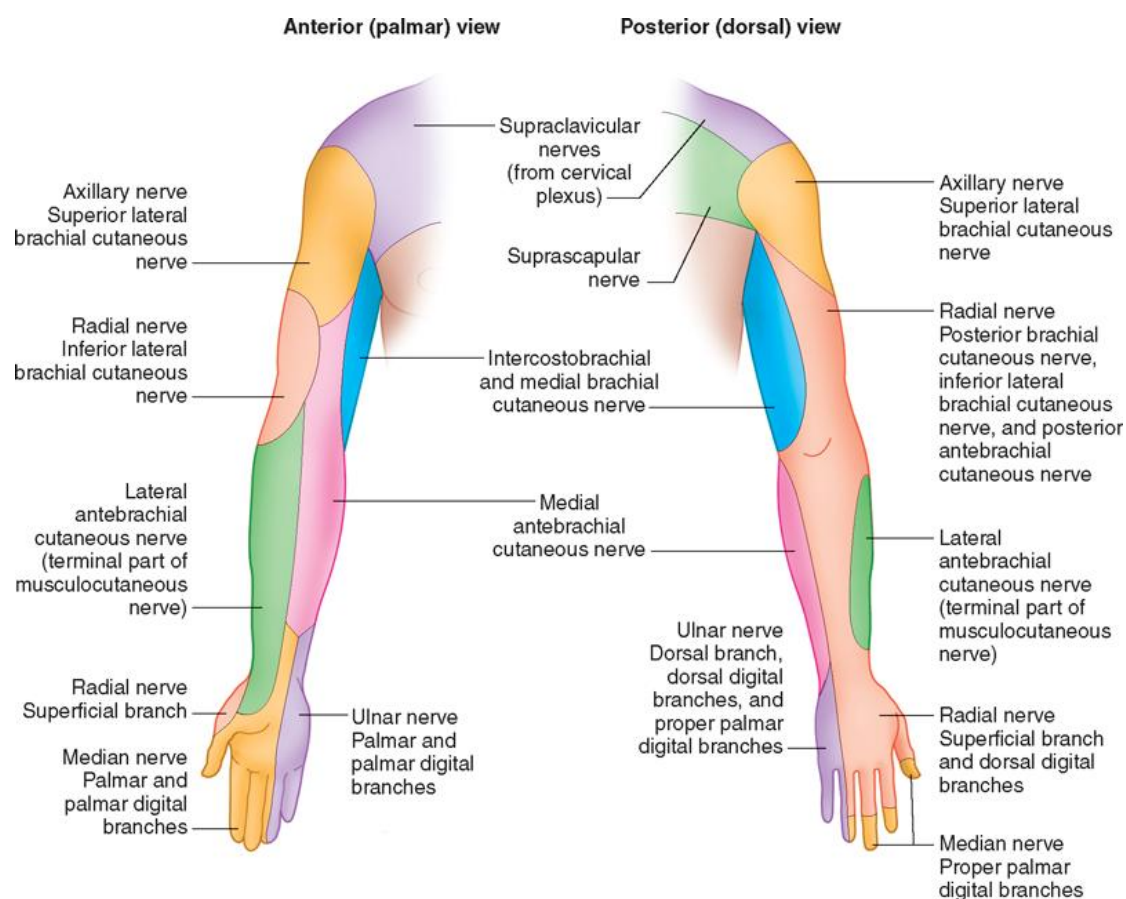
Το κερκιδικό νεύρο (Α6-Θ1) πορεύεται στην αύλακα του κερκιδικού νεύρου, εφαιπτόμενο στο βραχιόνιο οστό από πίσω και ελισσόμενο γύρω από το μέσο τεταρτημόριο του βραχιονίου οστού. Πορεύεται ανάμεσα στην μακρά κεφαλή του τρικεφάλου και το βραχιόνιο οστό και τελικά μπαίνει στην περιοχή του αγώνα, ανάμεσα στον πρόσθιο βραχιόνιο και τον βραχιονοκερκιδικό μυ. Νευρώνει τους εκτείνοντες μύες του βραχίονα, το δέρμα της εκτατικής επιφάνειας του βραχίονα, του πήχη και του χεριού (εκτός από το ωλένιο χείλος, το 4^ο και 5^ο δάκτυλο και τις ονυχοφόρες φάλαγγες του 2^{ου} και 3^{ου} δακτύλου).

Το ωλένιο νεύρο (Α8-Θ1) εξέρχεται από τη μασχαλιαία κοιλότητα και μετακινείται ραχιαίως, ανάμεσα στη μασχαλιαία αρτηρία και φλέβα και πορεύεται τελικά στην αύλακα του ωλενίου νεύρου στην περιοχή του αγκώνα. Νευρώνει τους

ωλένιους καμπτήρες στον πήχη και το χέρι καθώς και το δέρμα της πρόσθιας επιφάνειας των 2,5 δακτύλων του χεριού.

Το μυοδερματικό νεύρο (A5-A7) διατρυπά τον κορακοβραχιόνιο μυ και στη συνέχεια πορεύεται προς τα κάτω ανάμεσα στο δικέφαλο και τον πρόσθιο βραχιόνιο μυ. Νευρώνει όλους του καμπτήρες μύες του βραχίονα και δίνει έναν αισθητικό κλάδο, τον έξω δερματικό κλάδο του πήχη.

Το μασχαλιαίο νεύρο (A5-6) πορεύεται κοντά στην πρόσφυση του αρθρικού θυλάκου, γύρω από τον αυχένα του βραχιονίου οστού, και δίνει δερματικούς κλάδους προς την έξω επιφάνεια του ώμου και την οπίσθια έξω επιφάνεια του βραχίονα. Νευρώνει ακόμα τον δελτοειδή και τον ελάσσονα στρογγύλο μυ (εικόνα).



Εικόνα 2: Δερματική νεύρωση άνω άκρου (Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD: *Morgan & Mikhail Clinical Anesthesiology* 5th edition).

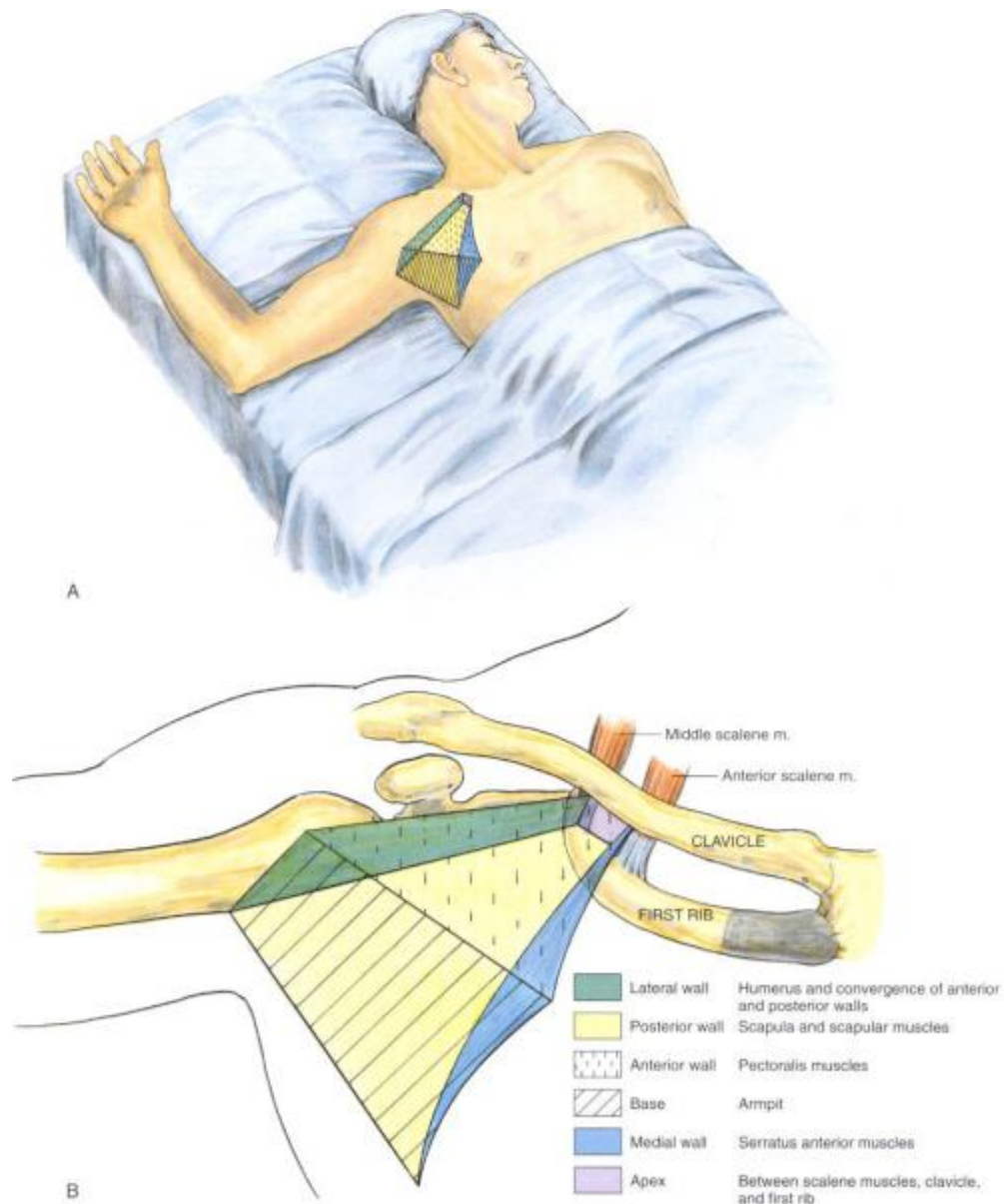
κορυφή της πυραμίδας σχηματίζεται από τη συμβολή της κλείδας, της ωμοπλάτης και της πρώτης πλευράς. Η βάση της είναι το δέρμα και ο υποδόριος ιστός της μασχάλης. Το οπίσθιο τοίχωμα σχηματίζεται από την ωμοπλάτη και τους μύες της. Το πρόσθιο τοίχωμα σχηματίζεται από τον ελάσσονα και το μείζονα θωρακικό μυ. Το βραχιόνιο οστό και οι μύες και τένοντες που καταφύονται σε αυτό αποτελούν το πλάγιο έξω τοίχωμα. Ο θωρακικός κλωβός με τον πρόσθιο οδοντωτό μυ σχηματίζουν το έσω τοίχωμα. Στο επίπεδο του υποκλειδίου χώρου το βραχιόνιο πλέγμα είναι οργανωμένο σε τρία δευτερεύοντα στελέχη (έξω, έσω και οπίσθιο) που περιβάλλουν τη μασχαλιαία αρτηρία (εικόνα 4). Ουδείς από τους μείζονες τελικούς κλάδους ξεκινά σε αυτό το επίπεδο^(1, 2).

Τα πλεονεκτήματα του υποκλειδίου αποκλεισμού είναι τα εξής: (α) παρέχει ικανοποιητική αναισθησία στο άνω άκρο καθώς τα τρία δευτερεύοντα στελέχη βρίσκονται πολύ κοντά στην μασχαλιαία αρτηρία, σχηματίζοντας ουσιαστικά ένα αγγειονευρώδες δεμάτιο, (β) η μασχαλιαία προσέγγιση συχνά αποτυγχάνει να αποκλείσει το μασχαλιαίο και το μυοδερματικό νεύρο (τα οποία έχουν ήδη διακλαδωθεί σε αυτό το επίπεδο), ενώ η διασκαληνική και η υπερκλείδια προσέγγιση συχνά αποτυγχάνουν να αποκλείσουν το ωλένιο νεύρο, (γ) φαίνεται ότι υπάρχει μικρότερη επίπτωση πόνου από ίσχαιμη περίδεση με τον υποκλείδιο αποκλεισμό. Αυτή αποδίδεται σε εξάπλωση του αποκλεισμού στο μεσοπλευροβραχιόνιο νεύρο, το οποίο βρίσκεται πολύ κοντά στο βραχιόνιο πλέγμα σε αυτό τον χώρο, (δ) ο κίνδυνος τρώσης του πνεύμονα ή του υπεζωκότα είναι χαμηλότερος απ'ότι με τη διασκαληνική ή την υπερκλείδια προσέγγιση, (ε) βλάβη σε αγγειονευρώδεις δομές του τραχήλου αποφεύγεται καθώς η προσπέλαση γίνεται κάτω από την κλείδα, (στ) ο υποκλείδιος αποκλεισμός δεν απαιτεί απαγωγή του βραχίονα στον ώμο και μπορεί να γίνει σε κάθε θέση του βραχίονα και (ζ) είναι ιδανικός για τοποθέτηση καθετήρα συνεχούς έγχυσης τοπικού αναισθητικού. Ο όγκος του θωρακικού μυός διευκολύνει την καθήλωση του καθετήρα, δεν επηρεάζεται η κίνηση του βραχίονα και η αντισηψία στην περιοχή είναι εύκολη⁽⁴⁾.

3β. Ενδείξεις

Αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος υποκλειδίως παρέχει αναισθησία στα άνω δύο τρίτα του βραχίονα συμπεριλαμβανομένων του μασχαλιαίου και του μυοδερματικού νεύρου καθώς και στον πήχη, τον καρπό και την άκρα χείρα. Επιπλέον, σε περίπτωση που απαιτείται μακροχρόνια αναλγησία, είναι εύκολη η

τοποθέτηση καθετήρα συνεχούς έγχυσης ⁽²⁰⁾. Υπάρχει, τέλος, μικρότερος κίνδυνος για πνευμοθώρακα απ'ότι με τον υπερκλείδιο αποκλεισμό⁽²¹⁾.



Εικόνα 4: Η σύλληψη του πυραμιδοειδούς σχήματος της μασχάλης είναι σημαντική για τον υποκλείδιο αποκλεισμό (<https://aneskey.com>)

3γ. Τεχνικές υποκλείδιου αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος

3.γ.1. Αποκλεισμός με τη χρήση νευροδιεγέρτη

Για τον αποκλεισμό με νευροδιέγερση, η πιο δημοφιλής είναι η περικορακοειδής τεχνική. Η βελόνα εισέρχεται σε ένα σημείο 2 εκ. επί τα εντός και 2 εκ. ουραία της κορακοειδούς απόφυσης. Χρησιμοποιείται βελόνα μήκους 5 – 10 εκ. συνδεδεμένη με ένα νευροδιεγέρτη, με αρχική ένταση ρεύματος 1,5 mA, εύρος

παλμού 0,1 ms και συχνότητα 2 Hz. Συνήθως η κάμψη του αγκώνα επέρχεται πρώτη. Η βελόνα επανεισάγεται ουραία σε αναζήτηση έκλυσης έκτασης του πήχης, του καρπού ή των δακτύλων⁽²⁾. Το τοπικό αναισθητικό χορηγείται αφού συνεχιστεί η κινητική απόκριση με ρεύμα 0,2 – 0,5 mA. (εικόνα 5).



***Εικόνα 5:** Υποκλείδιος αποκλεισμός με τη χρήση νευροδιεγέρτη (προσωπικό αρχείο).*

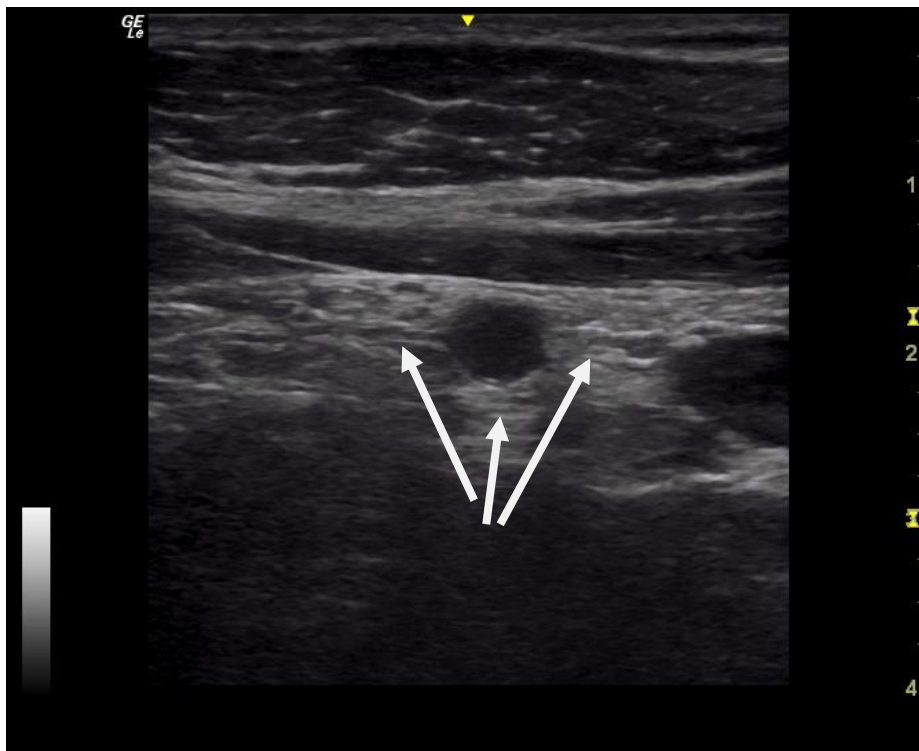
3.γ.2. Αποκλεισμός υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση

Υπάρχουν δυο κυρίως υπερηχογραφικές προσεγγίσεις:

A. Στον έξω υποκλείδιο βόθρο (εικόνα 6).

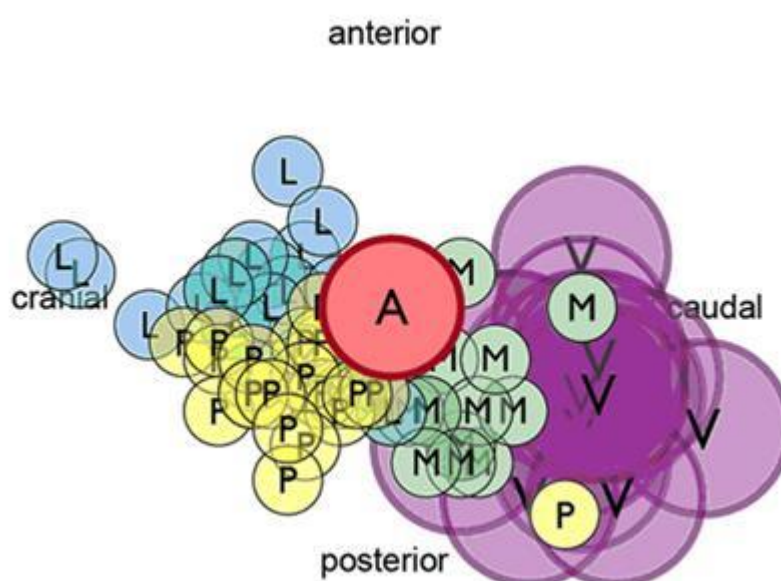


***Εικόνα 6:** Αποκλεισμός στον έξω υποκλείδιο βόθρο (προσωπικό αρχείο).*



***Εικόνα 7:** Υπερηχογραφική εικόνα του υποκλειδίου βόθρου (αριστερό βέλος: έξω δευτερεύον στέλεχος, μεσαίο βέλος: οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος και δεξί βέλος: έσω δευτερεύον στέλεχος γύρω από τη μασχαλιαία αρτηρία - προσωπικό αρχείο).*

Ο ασθενής βρίσκεται σε ύπτια θέση με τον βραχίονα σε προσαγωγή. Ένας ηχοβολέας υψηλής συχνότητας τοποθετείται σε οβελιαίο επίπεδο, επί τα εντός της κορακοειδούς απόφυσης και κάτω από την κλείδα. Η μασχαλιαία αρτηρία και φλέβα βρίσκονται κάτω από τους θωρακικούς μύες περίπου στο μέσο της κλείδας. Τα δευτερεύοντα στελέχη είναι υπερηχογενή με το έξω δευτερεύον στέλεχος συνήθως κεφαλικά της αρτηρίας (9-12 θέση δεικτών ωρολογίου), το οπίσθιο (σε θέση 6-9) πίσω από την αρτηρία και το έσω ουραία της αρτηρίας (θέση 3-6). Η αρτηρία και η φλέβα είναι ανηχογενείς αλλά η φλέβα είναι συμπίεσιμη. Μερικές φορές είναι ορατός ο υπεζωκότας κάτω από τα αγγεία (εικόνες 7, 8).



Εικόνα 8: Πιθανές θέσεις των δευτερευόντων στελεχών ως προς τη μασχαλιαία αρτηρία στον υποκλείδιο χώρο (P: οπίσθιο, M: έσω, L: έξω, A: αρτηρία, V: Φλέβα - www.usra.ca).

Χρησιμοποιώντας δια της δέσμης τεχνική και κατεύθυνση από κεφαλικά προς ουραία εισάγεται μία βελόνα, έτσι ώστε η άκρη της να φτάσει ραχιαία της αρτηρίας. Συνήθως χορηγούνται 30 – 40 ml τοπικού αναισθητικού. Η επιτυχία του αποκλεισμού ανέρχεται στο 88% ⁽⁴⁾ και απαιτείται συνήθως μισή ώρα.

Η συνηθέστερη επιπλοκή είναι η τρώση αγγείου. Αυτό πρέπει να μας κάνει προσεκτικούς σε ασθενείς με διαταραχές πήκτικότητας και ίσως σε αυτούς να χρειάζεται διαφορετική προσέγγιση του βραχιονίου πλέγματος. Αναφέρεται, επίσης, συστηματική τοξικότητα από τα τοπικά αναισθητικά καθώς και κάκωση νεύρων, η

οποία όμως υποχωρεί σε λίγους μήνες στη σοβαρότερη περίπτωση. Έχουν αναφερθεί σποραδικά πνευμοθώρακας, παράλυση φρενικού νεύρου και σύνδρομο Horner^(2,4).

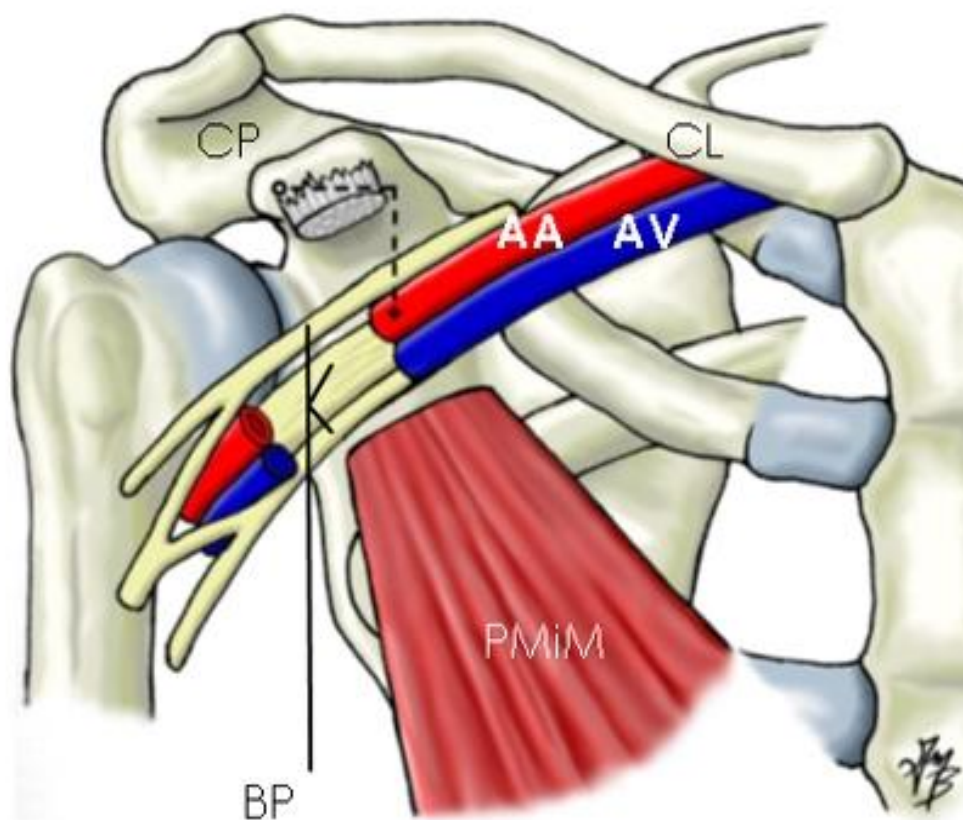
B. Στον πλευροκλειδικό χώρο.

Πρόσφατα έχει προταθεί μια άλλη προσέγγιση στον υποκλείδιο αποκλεισμό, μέσω του πλευροκλειδικού χώρου. Ο χώρος αυτός ορίζεται από την οπίσθια επιφάνεια της κλείδας και την δεύτερη πλευρά και περιέχει τα μασχαλιαία αγγεία και το βραχιόνιο πλέγμα. Ο λόγος που έχει αρχίσει να προτιμάται αυτή η προσέγγιση είναι ότι σε αυτό το σημείο τα στελέχη του βραχιονίου πλέγματος βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο, επί τα εκτός της μασχαλιαίας αρτηρίας και σχετίζονται σταθερά μεταξύ τους καθώς και με το αγγείο. Στην κλασική υποκλείδια προσέγγιση τα δευτερεύοντα στελέχη βρίσκονται πιο βαθιά στο θωρακικό τοίχωμα (3-6 εκ.), είναι πιο απομακρυσμένα μεταξύ τους και με μεγαλύτερη ποικιλομορφία ως προς τη σχετική τους θέση με τη μασχαλιαία αρτηρία⁽⁷⁾ – εικόνα 8). Είναι, επίσης, δύσκολο να απεικονιστούν σε ένα μόνο παράθυρο υπερήχου. Αυτό εξηγεί γιατί απαιτούνται σχετικά μεγάλοι όγκοι τοπικού αναισθητικού (έως 35-40 ml) ή και πολλαπλές εγχύσεις για να επιτευχθεί ο αποκλεισμός.

Για τον αποκλεισμό στον πλευροκλειδικό χώρο ο ασθενής τοποθετείται ύπτια, με το βραχίονα σε απαγωγή. Τα ανατομικά σημεία που χρησιμοποιούνται είναι η κλείδα, το μέσο της κλείδας και η άκρη της κορακοειδούς απόφυσης. Ο ηχοβολέας τοποθετείται σε ελαφρώς λοξή κατεύθυνση, κάτω από το κάτω όριο της κλείδας, ώστε να γίνουν ορατά τα μασχαλιαία αγγεία. Κατόπιν στρέφεται ελαφρώς κεφαλικά, ώστε να στοχεύει στο χώρο ανάμεσα στην οπίσθια επιφάνεια της κλείδας και τη δεύτερη πλευρά. Εκεί γίνονται ορατά και τα τρία δευτερεύοντα στελέχη του βραχιονίου πλέγματος. Ακολούθως ο ηχοβολέας μετακινείται ελαφρά επί τα εκτός με την ίδια κατεύθυνση, ώστε να φανεί η κεφαλική φλέβα. Αφού γίνει ορατή η κεφαλική φλέβα, ο ηχοβολέας μετακινείται ακόμη πιο πλάγια επί τα εκτός μέχρι να φανεί η θωρακοακρωμιακή αρτηρία να εκφύεται από τη μασχαλιαία αρτηρία (εικόνα 9).

Η βελόνα εισάγεται δια της δέσμης με κατεύθυνση από έξω προς τα έσω. Ο σκοπός είναι να τοποθετηθεί η άκρη της βελόνας στο κέντρο των νευρικών σχηματισμών, μέσα από το κενό ανάμεσα στο έξω και το οπίσθιο στέλεχος και με κατεύθυνση προς το έσω στέλεχος. Το επιθυμητό αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται με κάμψη δακτύλων (έσω στέλεχος) ή έκταση καρπού ή αγκώνα (οπίσθιο στέλεχος). Με

αυτή την τεχνική αναφέρεται 97% επιτυχία στην επίτευξη χειρουργικής αναισθησίας μέσα σε 20-30 λεπτά και με χαμηλότερο όγκο(20 ml) τοπικού αναισθητικού⁽⁵⁾.



Εικόνα 9: Απεικόνιση της πορείας του βραχιονίου πλέγματος κάτω από την κλείδα, (cp: κορακοειδής απόφυση, cl: κλείδα, aa: μασχαλιαία αρτηρία, av: μασχαλιαία φλέβα, bp: βραχιόνιο πλέγμα, pmim: ελάσσων θωρακικός μυς - www.usra.ca).

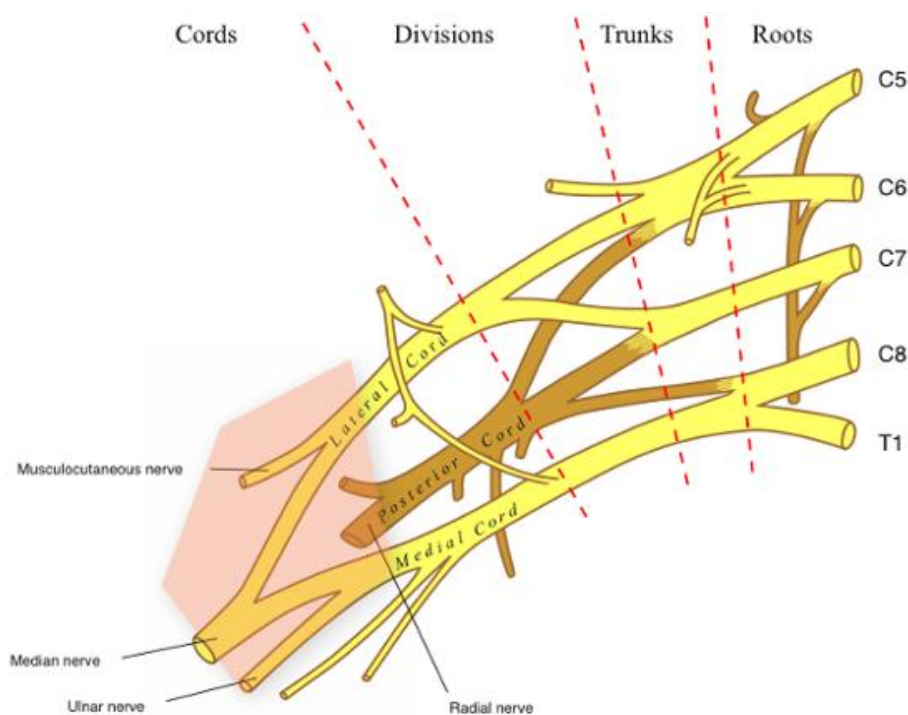
3δ. Επιπλοκές αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος υποκλειδίως

Ο υποκλείδιος αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές όπως το βράγχος φωνής, το σύνδρομο Horner και παράλυση του ημιδιαφράγματος, λόγω παροδικού αποκλεισμού του σύστοιχου παλίνδρομου λαρυγγικού νεύρου, του αστεροειδούς γαγγλίου και του φρενικού νεύρου αντίστοιχα⁽²⁰⁾. Αυτές οι επιπλοκές οφείλονται στην εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού στα παρακείμενα νεύρα. Οι επιπλοκές αυτές, ωστόσο, είναι παροδικές και δεν έχουν μόνιμα αρνητικά αποτελέσματα για τον ασθενή, εφόσον αυτός παρακολουθείται με το κατάλληλο monitoring. Λανθασμένη εισαγωγή της βελόνας κατά τον υποκλείδιο αποκλεισμό μπορεί να οδηγήσει σε τρώση του υπεζωκότα και

ακόλουθο πνευμοθώρακα. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την κατάλληλη χρήση των σωστών ανατομικών οδηγιών σημείων. Τέλος, λόγω της ανατομικής θέσης των δευτερευόντων στελεχών γύρω από τη μασχαλιαία αρτηρία υπάρχει ο κίνδυνος ενδαγγειακής έγχυσης τοπικού αναισθητικού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Έτσι η υπερηχογραφική καθοδήγηση για την τοποθέτηση της βελόνας συνιστάται για την αποφυγή της αγγειακής τρώσης⁽²⁰⁾.

4. ΜΑΣΧΑΛΙΑΙΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

Ο μασχαλιαίος αποκλεισμός είναι ίσως ο πιο δημοφιλής αποκλεισμός για χειρουργεία στον πήχη, τον καρπό και την άκρα χείρα. Περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1884 από τον Halstead, ο οποίος χρησιμοποίησε κοκαΐνη για να διηθήσει υπό άμεση όραση το βραχιόνιο πλέγμα.



Εικόνα 10: Βραχιόνιο πλέγμα [Medscape (eMedicine)]. Η σκιασμένη περιοχή αντιστοιχεί στην μασχάλη (Roots: ρίζες, Trunks: πρωτεύοντα στελέχη, Divisions: διακλαδώσεις, Cords: δευτερεύοντα στελέχη, musculocutaneous n.: μυοδερματικό νεύρο, median n.: μέσο νεύρο, radial n.: κερκιδικό νεύρο, ulnar n.: ωλένιο νεύρο).

Οι τελικοί κλάδοι του βραχιονίου πλέγματος στη μασχάλη βρίσκονται πολύ κοντά ο ένας στον άλλο καθώς και στη μασχαλιαία αρτηρία κάνοντας πιο εύκολη την

προσέγγιση είτε με νευροδιέγερση είτε με υπέρηχο. Η εκτέλεση του αποκλεισμού με τη χρήση υπερήχου είναι ασφαλέστερη καθώς αποφεύγεται η τρώση των αγγείων της μασχάλης. Η χρήση νευροδιεγέρτη ωστόσο είναι ακόμη ευρέως διαδεδομένη και θα δοθεί μια σύντομη περιγραφή της τεχνικής αυτής πιο κάτω.

4α. Ανατομία της μασχαλιαίας κοιλότητας

Το βραχιόνιο πλέγμα στην υποκλείδια χώρα έχει ήδη σχηματίσει τα τρία δευτερεύοντα στελέχη (οπίσθιο, έξω και έσω) που περιβάλλουν τη μασχαλιαία αρτηρία. Τα δευτερεύοντα στελέχη διαιρούνται στο επίπεδο του έξω ορίου του ελάσσονος θωρακικού μυός δίνοντας τους τελικούς κλάδους: Το μέσο, το κερκιδικό, το ωλένιο και το μυοδερματικό. Το μασχαλιαίο νεύρο αποχωρίζεται από το πλέγμα πιο βαθιά στο έδαφος της μασχάλης και δεν περιβάλλει τη μασχαλιαία αρτηρία σε αυτό το επίπεδο (εικόνα 10).

Το μέσο νεύρο σχηματίζεται από το έσω και το έξω δευτερεύον στέλεχος και βρίσκεται άνω και επί τα εντός της μασχαλιαίας αρτηρίας. Νευρώνει τους καμπτήρες μύες του πήχη (εκτός από τον ωλένιο καμπτήρα του καρπού), τον αντιθετικό του αντίχειρα, τον βραχύ απαγωγό του αντίχειρα και τον πρώτο και δεύτερο ελμινθοειδή μυ. Αισθητικές ίνες νευρώνουν την παλαμιαία επιφάνεια των έξω 3,5 δακτύλων και των ονυχοφόρων φαλάγγων τους. Δεν δίνει κλάδους πάνω από τον αγκώνα.

Το ωλένιο νεύρο είναι ο τελικός κλάδος του έσω δευτερεύοντος στελέχους. Νευρώνει την άρθρωση του αγκώνα, τον ωλένιο καμπτήρα του καρπού, το μισό του εν τω βάθει καμπτήρα των δακτύλων και τους μικρούς μύες του καρπού (μεσόστεους, τρίτο και τέταρτο ελμινθοειδή, τον προσαγωγό του αντίχειρα και μύες του υποθέναρος). Το νεύρο δίνει αισθητική νευρώση στο έσω 1,5 δάκτυλο.

Το κερκιδικό νεύρο σχηματίζεται από τον τελικό κλάδο του οπισθίου δευτερεύοντος στελέχους και βγαίνει από τη μασχάλη κάτω από το μείζονα στρογγύλο και ανάμεσα στο βραχιόνιο οστό και τη μακρά κεφαλή του τρικεφάλου. Πορεύεται στο οπίσθιο διαμέρισμα του βραχίονα. Το κερκιδικό νεύρο νευρώνει τον τρικέφαλο, τον βραχιονο-κερκιδικό και τους εκτείνοντες μύες του πήχη. Αισθητικές ίνες δίνει στο δέρμα της έξω επιφάνειας του βραχίονα, του οπισθίου πήχη και του σφηνοειδούς χώρου ανάμεσα στον αντίχειρα και το πρώτο δάκτυλο.

Το μυοδερματικό νεύρο σχηματίζεται από το έξω δευτερεύον στέλεχος, διαπερνά τον κορακοβραχιόνιο μυ και κείται ανάμεσα στον δικέφαλο και στον

βραχιόνιο, νευρώνοντας και τους τρεις αυτούς μύες. Συνεχίζει την πορεία του ως έξω δερματικό νεύρο του πήχη. Το νεύρο βρίσκεται έξω από το έλυτρο που περιβάλλει το βραχιόνιο πλέγμα στη μασχάλη και γι' αυτό συνήθως χρειάζεται να αποκλειστεί ξεχωριστά. Αποτυχία αποκλεισμού αυτού του νεύρου μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη αναισθησίας πάνω από το κερκιδικό όριο του πήχη και του θέναρος καθώς και σε πόνο από την ισχαιμική περίδεση.

4β. Ενδείξεις αποκλεισμού στο επίπεδο της μασχάλης

Αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος στην μασχάλη παρέχει αναισθησία κάτωθεν του αγκώνα. Είναι ίσως ο συνηθέστερος περιφερικός αποκλεισμός και ιδανικός για χειρουργικές επεμβάσεις άκρας χειρός ημερήσιας νοσηλείας. Ο αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος στη μασχάλη πραγματοποιείται πιο κοντά στο εγγύς άνω άκρο και αυτή η τεχνική γενικά είναι ασφαλέστερη σε σύγκριση με άλλους αποκλεισμούς του βραχιονίου πλέγματος. Επειδή η βελόνα αποκλεισμού αποφεύγει εντελώς την επαφή με τον υπεζωκότα και άλλες δυνητικά ευαίσθητες νευρικές δομές στον τράχηλο και την εγγύς μασχάλη, όπως το φρενικό νεύρο ή το αστεροειδές γάγγλιο, ο κίνδυνος για πνευμοθώρακα και νευρολογικές επιπλοκές είναι πολύ μειωμένος⁽¹⁷⁾.

4.γ. Τεχνικές αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος στο επίπεδο της μασχάλης

4.γ.1. Αποκλεισμός με χρήση νευροδιεγέρτη

Ο ασθενής τίθεται σε ύπτια θέση με το βραχίονα σε απαγωγή 90° και τον αγκώνα σε κάμψη 90°. Το κεφάλι του ασθενούς πρέπει να είναι στραμμένο στην αντίθετη πλευρά. Ψηλαφάται η μασχαλιαία αρτηρία. Το μυοδερματικό και το μέσο νεύρο συνήθως βρίσκονται πάνω από την αρτηρία ενώ το κερκιδικό και το ωλένιο κάτω από αυτή. Υπάρχει, ωστόσο, μεγάλος αριθμός ανατομικών παραλλαγών. Συνήθως γίνονται δύο εγχύσεις, μία πάνω και μία κάτω από την αρτηρία. Χρησιμοποιούμε νευροδιεγέρτη με εύρος παλμού 0,1 ms, συχνότητα 2 Hz και αρχικό ρεύμα 1,5 mA. Η βελόνα αρχικά εισάγεται πάνω από την αρτηρία, ώστε να εντοπιστεί το μυοδερματικό νεύρο (κάμψη αγκώνα). Αφού βεβαιωθούμε ότι συνεχίζει να υπάρχει κινητική απόκριση και σε ρεύμα 0,2–0,5 mA, δίνουμε 5-7 ml τοπικού αναισθητικού. Στη συνέχεια η βελόνα επανατοποθετείται πάνω από την αρτηρία, ώστε να εντοπιστεί το μέσο νεύρο και κάτω από την αρτηρία για το κερκιδικό. Αναζητείται κάμψη καρπού ή δακτύλων για το μέσο νεύρο και έκταση καρπού και

δακτύλων για το κερκιδικό. Για κάθε ένα από αυτά τα νεύρα 10-14 ml τοπικού αναισθητικού είναι αρκετά^(2,12).

4.γ.2. Αποκλεισμός υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση



***Εικόνα 11:** Υπερηχογραφικά καθοδηγούμενος αποκλεισμός βραχιονίου πλέγματος στη μασχάλη (προσωπικό αρχείο).*

Στη μασχαλιαία περιοχή το βραχιόνιο πλέγμα εντοπίζεται επιφανειακά ακόμη και σε παχύσαρκους ασθενείς. Στην πλειονότητα των ασθενών τα νεύρα βρίσκονται σε βάθος 1-3 εκ. Χρησιμοποιείται συνήθως γραμμικός ηχοβολέας συχνότητας 10-13 MHz. Ο βραχίονας πρέπει να είναι σε απαγωγή 90°. Ο ηχοβολέας τοποθετείται στην έσω επιφάνεια του βραχίονα στη μασχάλη κάθετα στον επιμήκη άξονα του βραχίονα (εικόνα 11). Η σάρωση εκτελείται μετακινώντας τον ηχοβολέα από την κορυφή της μασχάλης έως το μέσο του βραχίονα ακολουθώντας την πορεία της μασχαλιαίας αρτηρίας. Τα νεύρα του βραχιονίου πλέγματος μέσα στη μασχάλη παραμένουν σε σχετικά σταθερές σχέσεις με τις άλλες ανατομικές δομές, ειδικά τη μασχαλιαία αρτηρία και συγκεκριμένους μύες. Άρα είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εντοπιστούν τα αγγεία, οι μύες και τα νεύρα της μασχάλης. Το βασικό ανατομικό στοιχείο αναφοράς για τον εντοπισμό του βραχιονίου πλέγματος είναι η μασχαλιαία αρτηρία. Αυτή είναι μια ανηχογενής κυκλική σφύζουσα δομή. Αφού ανευρεθεί η αρτηρία τοποθετείται στο μέσον της οθόνης. Η μασχαλιαία αρτηρία συνοδεύεται από δύο ή περισσότερες μασχαλιαίες φλέβες, οι οποίες συνήθως εντοπίζονται κάτω και επιφανειακά σε σχέση με την αρτηρία. Οι φλέβες έχουν πολύ λεπτά τοιχώματα και συμπιέζονται εύκολα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και Doppler απεικόνιση για να τις ξεχωρίσουμε. Στο κάτω

μέρος της οθόνης διακρίνουμε το υπερηχογενές ωοειδές περίγραμμα του βραχιονίου οστού, με ακουστική σκιά από κάτω.

Το αγγειονευρώδες δεμάτιο βρίσκεται σε ένα χώρο με τριγωνικό σχήμα. Οι δύο πλευρές του τριγώνου ορίζονται από παρακείμενους μύες και η τρίτη πλευρά αποτελείται από υποδόριο ιστό. Οι θέσεις των νεύρων περιγράφονται σε σχέση με την τοποθέτησή τους γύρω από την μασχαλιαία αρτηρία.

Το μέσο νεύρο (A5-Θ1) σχηματίζεται από δύο μέρη: από το οπίσθιο και το έσω δευτερεύον στέλεχος, τα οποία συγχωνεύονται στην πρόσθια επιφάνεια της βραχιόνιας αρτηρίας. Το χαρακτηριστικό του μέσου νεύρου είναι η συνάφειά του με την αρτηρία (μασχαλιαία και στη συνέχεια βραχιόνια) καθόλη την πορεία του κατά μήκος του βραχίονα. Το νεύρο αυτό είναι μία κυκλική ή ωοειδής υποηχογενής δομή η οποία χωρίζεται από ένα ή περισσότερα υπερηχογενή διαφράγματα. Συνήθως τοποθετείται στην 10^η-12^η ώρα ως προς την αρτηρία (σε ποσοστό 89%⁴⁰). Συνοδεύει την αρτηρία, επί τα εκτός αυτής, σε όλο το μήκος του βραχίονα ως το ωλέκρανο. Επάνω από τον αγκώνα διασταυρώνεται με την αρτηρία και περνά στην έσω επιφάνεια του βραχίονα. Αν είναι δύσκολος ο εντοπισμός του στη μασχάλη, μπορεί να ακολουθηθεί η πορεία του ανάστροφα, από το άπω βραχιόνιο προς τα πάνω.

Πολύ κοντά στο μέσο νεύρο, στην 12^η ώρα, βρίσκεται και το έσω δερματικό νεύρο του πήχη, το οποίο εκφύεται από το έσω δευτερεύον στέλεχος. Είναι σχετικά μικρό και δύσκολα απεικονίζεται.

Το μυοδερματικό νεύρο (A5-6) ξεκινά από το έξω δευτερεύον στέλεχος συνήθως βαθιά στη μασχάλη και πορεύεται ή μέσα στον κορακοβραχιόνιο μυ ή ανάμεσα στον δικέφαλο βραχιόνιο και τον κορακοβραχιόνιο. Για να απεικονιστεί το μυοδερματικό νεύρο ο ηχοβολέας τοποθετείται πάνω στο σώμα του δικεφάλου. Το νεύρο εντοπίζεται περίπου 1-3 εκ. από τη μασχαλιαία αρτηρία ως μια υπερηχογενής δομή εντός του μυϊκού ιστού. Το μυοδερματικό νεύρο έχει ανευρεθεί έξω από τον κορακοβραχιόνιο μυ στο 22% των περιπτώσεων, κοντά στη μασχαλιαία αρτηρία στο 6% και σε κοινή νευρική δομή με το μέσο νεύρο στο 16%⁽³⁸⁾. Στην τελευταία περίπτωση τα δύο νεύρα μπορεί να διαχωριστούν μετά την έγχυση του τοπικού αναισθητικού αλλά σε αρκετές περιπτώσεις σχηματίζουν κοινό κορμό. Το μυοδερματικό νεύρο στην τυπική του θέση μέσα στον κορακοβραχιόνιο είναι καλά ορατό στην υπερηχογραφική εικόνα και εύκολο στην ταυτοποίηση.

Αν το μυοδερματικό νεύρο δεν εντοπιστεί σε τυπική θέση, η πρώτη σκέψη είναι να αναζητηθεί σε κοινή πορεία με το μέσο νεύρο. Νευροδιέγερση σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσε να επιβεβαιώσει την πορεία του μυοδερματικού μέσα στον κορμό του μέσου νεύρου. Το μυοδερματικό νεύρο έχει ανευρεθεί ακόμη και ακριβώς κάτω από το υποδόριο ή επί τα εκτός και πάνω από το αγγειονευρώδες δερμάτιο. Περιφερικά του κορακοβραχιονίου μυός το μυοδερματικό νεύρο συνεχίζει ανάμεσα στον δικέφαλο και στον βραχιόνιο. Το πλάγιο δερματικό νεύρο του πήχη, που είναι ο τελικός κλάδος του μυοδερματικού νεύρου αναδύεται κάτω από το δέρμα ακριβώς πάνω από τον αγκώνα, επί τα εκτός της μέσης φλέβας στην επιφάνεια του βραχιονοκερκιδικού μυός. Το πλάγιο δερματικό νεύρο του πήχη δίνει αισθητική νεύρωση στην έξω επιφάνεια του πήχη και του καρπού έως τη στυλοειδή απόφυση της κερκίδας. Το μυοδερματικό δίνει κινητικές ίνες στους μύες που κάνουν κάμψη και περιστροφή του πήχη (δικέφαλος, κορακοβραχιόνιος και βραχιόνιος μυς)⁽²⁾.

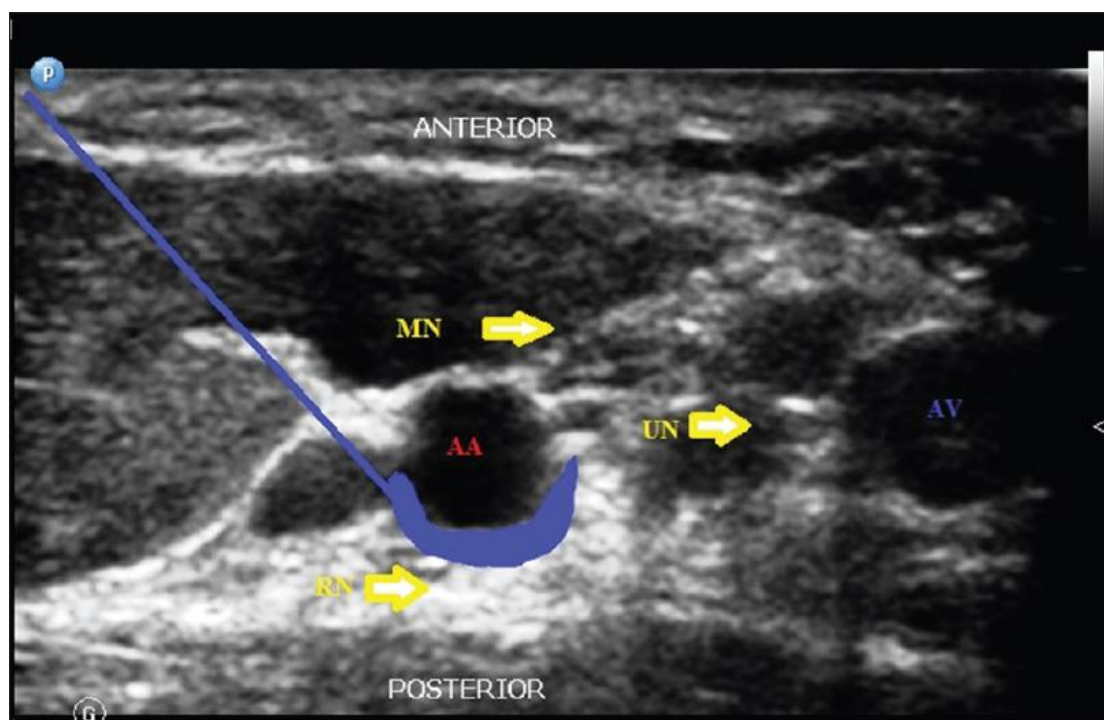
Το ωλένιο νεύρο (A8-Θ1) σχηματίζεται από το πρόσθιο μέρος του έσω δευτερεύοντος στελέχους και αρχικά πορεύεται επί τα εντός και επιφανειακά σε σχέση με τη βραχιόνια αρτηρία. Στην κορυφή της μασχάλης το ωλένιο νεύρο βρίσκεται στην 1^η-3^η ώρα της μασχαλιαίας αρτηρίας (στο 95% των περιπτώσεων ⁽⁴⁰⁾). Σε περίπτωση που βρίσκεται στην 1^η ώρα, βρίσκεται ακριβώς δίπλα στην αρτηρία, σε άμεση γειτνίαση με το μέσο νεύρο και το έσω δερματικό νεύρο του πήχη. Σε αυτή την περίπτωση αρκεί μια έγχυση τοπικού αναισθητικού για να αποκλειστούν και τα τρία νεύρα. Αν το ωλένιο είναι στη θέση που αντιστοιχεί στην 3^η ώρα, είναι συνήθως πιο απομακρυσμένο από την αρτηρία και ταυτόχρονα η μασχαλιαία φλέβα βρίσκεται επιφανειακά του με αποτέλεσμα το ωλένιο νεύρο να χωρίζεται από το έσω και το μέσο δερματικό νεύρο του πήχη. Κατά μήκος της πορείας του στο βραχίονα, το ωλένιο νεύρο απομακρύνεται ακόμη περισσότερο από την αρτηρία. Το χαρακτηριστικό του είναι μια επιφανειακή πορεία κατά μήκος του βραχίονα επιπολής της μακράς κεφαλής του τρικεφάλου. Το νεύρο κατευθύνεται στην αύλακα του ωλενίου νεύρου και τελικά στην οπίσθια επιφάνεια του έσω επικονδύλου του βραχιονίου οστού⁽¹⁸⁾.

Το κερκιδικό νεύρο (A5-Θ1) σχηματίζεται από το οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος. Στη μασχάλη βρίσκεται επί τα εντός και πίσω από τη βραχιόνια αρτηρία, σε άμεση γειτνίαση με αυτή. Η θέση του είναι στην 4^η-6^η ώρα (στο 97% των περιπτώσεων⁽⁴⁰⁾). Η απεικόνισή του δεν είναι εύκολη και η δυσκολία αυτή μπορεί να

φτάσει στο 40% των ασθενών⁽³⁷⁾. Αυτό οφείλεται στην άμεση γειτνίασή του με το αγγείο. Ακριβώς κάτω από το αγγείο παρατηρείται ένα υπερηχογενές artifact και αυτό μπορεί να μιμείται το κερκιδικό νεύρο. Η γνώση της σχέσης του κερκιδικού με τις περιτονίες του χώρου θα μπορούσε να βοηθήσει στην ταυτοποίησή του στο εγγύς τμήμα της μασχάλης. Το κερκιδικό νεύρο εντοπίζεται στην πρόσθια επιφάνεια του κοινού τμήματος των τενόντων του πλατέως ραχιαίου και του μείζονος στρογγύλου μυός. Αυτός ο τένοντας είναι περίπου 30 χιλιοστά πλατύς και σχηματίζει μια καθαρά ορατή ωοειδή γραμμή. Το κερκιδικό νεύρο βρίσκεται επιπολής σε σχέση με αυτό τον χώρο κάτω ή ελαφρά άνω από ένα αγγείο και αυτό το τμήμα φαίνεται να είναι το καλύτερο για αποκλεισμό του κερκιδικού νεύρου. Περιφερικά από αυτόν τον τένοντα το κερκιδικό νεύρο φεύγει από το αγγειονευρώδες δεμάτιο και καταδύεται βαθύτερα στο βραχίονα ανάμεσα στη μακρά και στη μέση κεφαλή του τρικεφάλου. Το κερκιδικό νεύρο βρίσκεται στην επιφάνεια της περιτονίας και διαχωρίζει τις κεφαλές του τρικεφάλου, πορευόμενο στην οπίσθια επιφάνεια του βραχιονίου. Συνοδεύεται από την εν τω βάθει βραχιόνια αρτηρία. Σε αυτό το επίπεδο το κερκιδικό νεύρο είναι δύσκολο να απεικονιστεί και μπορεί μόνον να υποτεθεί η θέση του δίπλα στην εν τω βάθει βραχιόνια αρτηρία. Στην περαιτέρω πορεία του το κερκιδικό νεύρο ελίσσεται γύρω από το βραχιόνιο, μέσα στην αύλακα του κερκιδικού νεύρου. Στο άνω τριτημόριο του βραχίονα το κερκιδικό νεύρο μεταβαίνει ανάμεσα στον βραχιόνιο και τον βραχιονοκερκιδικό μυ⁽¹⁸⁾.

Τέλος, το έσω δερματικό νεύρο του βραχίονα διακλαδίζεται από το έσω δευτερεύον στέλεχος, συγχωνεύεται με το μεσοπλευροβραχιόνιο νεύρο και μοιράζεται σε κλάδους που δίνουν αισθητικές ίνες στο δέρμα της μασχάλης και της έσω επιφάνειας του βραχίονα. Στο επίπεδο της μασχάλης συνοδεύει το μέσο νεύρο και συνήθως αποκλείεται μαζί με αυτό.

5. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΜΑΣΧΑΛΗ



Εικόνα 12: Υπερηχογραφική εικόνα μασχαλιαίου αποκλεισμού (MN: μέσο νεύρο, AA: μασχαλιαία αρτηρία, RN: κερκιδικό νεύρο, UN: ωλένιο νεύρο, AV: μασχαλιαία φλέβα - NYSORA).

Η χρήση της υπερηχογραφίας άλλαξε σημαντικά τον τρόπο αποκλεισμού σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους. Ο κύριος στόχος της υπερηχογραφικής απεικόνισης είναι η επιβεβαίωση της σωστής διάχυσης του τοπικού αναισθητικού γύρω από τις απεικονιζόμενες δομές. Η δυνατότητα να απεικονιστεί μια ανατομική δομή διευκολύνει την επιλογή του σημείου εισόδου της βελόνας, της σωστής τοποθέτησης κοντά στα νεύρα στόχους καθώς και της επιθυμητής της πορείας. Το αποτέλεσμα είναι η ελαχιστοποίηση του κινδύνου επιπλοκών (τρώση αγγείων και νεύρων, μείωση του αριθμού επανατοποθετήσεων της βελόνας και της ενόχλησης του ασθενούς).

Η προτεινόμενη μέθοδος εισαγωγής της βελόνας για τον μασχαλιαίο βραχίονιο νευρικό αποκλεισμό είναι η τεχνική δια της δέσμης. Σε σύγκριση με την εκτός δέσμης τεχνική αυτή η μέθοδος απλοποιεί τον εντοπισμό της θέσης της βελόνας. Ο μασχαλιαίος αποκλεισμός γίνεται σε ένα σχετικά επιφανειακό επίπεδο. Στην περιοχή της μασχάλης υπάρχει άνετος χώρος για χειρισμό της βελόνας. Η

γωνία εισαγωγής της βελόνας επίσης είναι σχεδόν επίπεδη και γι' αυτό γίνεται πολύ καλά ορατή στην οθόνη (εικόνα 12).

Υπάρχουν πολυάριθμες μελέτες με διαφορετικές περιγραφές της υπερηχογραφικής τεχνικής. Υπάρχουν διαφορές στην τοποθέτηση του ηχοβολέα, την θέση εισαγωγής της βελόνας, τον όγκο και τον αριθμό των εγχύσεων του τοπικού αναισθητικού ⁽¹¹⁾.

Καταγράφονται γενικά δύο προσεγγίσεις στην εκτέλεση του μασχαλαίου αποκλεισμού: Η πρώτη προσέγγιση περιλαμβάνει την έγχυση ενός προκαθορισμένου όγκου τοπικού αναισθητικού γύρω από τη μασχαλαία αρτηρία, με μία ή περισσότερες εγχύσεις ^(12,13). Υπερηχογραφικά επιβεβαιώνεται η θέση της άκρης της βελόνας στην επιλεγμένη τοποθεσία και συνιστά μία περιαγγειακή (η ογκομετρική) τεχνική.

Η δεύτερη προσέγγιση είναι η τεχνική του περινευρικού αποκλεισμού (τεχνική εκλεκτικού αποκλεισμού των νεύρων). Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει τον ακριβή εντοπισμό και ταυτοποίηση των νεύρων και την έγχυση του ελάχιστου αποτελεσματικού όγκου τοπικού αναισθητικού γύρω από αυτά. Ο όγκος του τοπικού αναισθητικού και ο αριθμός των εγχύσεων, όπως και ο αριθμός των απαιτούμενων επανατοποθετήσεων της βελόνας είναι απαραίτητα για την σωστή διάχυση του αναισθητικού γύρω από τις δομές που θέλουμε να αποκλείσουμε ^(20,24).

A. Περιαγγειακή τεχνική

Η τεχνική αυτή προϋποθέτει περιαγγειακή χορήγηση ενός σχετικά μεγάλου όγκου τοπικού αναισθητικού (30-40 ml). Η σωστή και εκτεταμένη διάχυση του φαρμάκου μέσα σε έναν περιαγγειακό χώρο είναι αποφασιστική για την αποτελεσματικότητά του. Πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η τεχνική ευκολία εκτέλεσης, χωρίς ανάγκη να ταυτοποιηθούν συγκεκριμένα νεύρα. Το σημείο αναφοράς είναι η μασχαλαία αρτηρία, γύρω από την οποία πρέπει να τοποθετηθεί το τοπικό αναισθητικό. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους που βασίζονται στην χορήγηση τοπικού αναισθητικού γύρω από την αρτηρία, η τρέχουσα αντίληψη για τον ογκομετρικό αποκλεισμό προϋποθέτει ξεχωριστή έγχυση για το μυοδερματικό νεύρο, εξαιτίας της απομακρυσμένης θέσης του στην πλειονότητα των ασθενών. Ο όγκος του αναισθητικού που χρησιμοποιείται για το μυοδερματικό νεύρο κυμαίνεται από 5-10 ml ^(18,20). Ένα θέμα συζήτησης είναι ο αριθμός των εγχύσεων γύρω από την

αρτηρία. Διάφοροι συγγραφείς προτείνουν τη χορήγηση του φαρμάκου σε ένα, δύο ή τρία σημεία. Αν γίνει έγχυση σε μία μόνο θέση, οι περισσότεροι προτείνουν αυτή να είναι η έγχυση στην 6^η ώρα σε σχέση με τη μασχαλιαία αρτηρία. Αν η έγχυση γίνει σε δύο σημεία ο όγκος φαρμάκου πρέπει να μοιραστεί και να χορηγηθεί στις θέσεις που αντιστοιχούν στη 12^η και την 6^η ώρα. Στην περίπτωση τριών εγχύσεων, ο όγκος πρέπει να χορηγηθεί στη 10^η, 2^η και 6^η ώρα. Λίγες μελέτες έχουν συγκρίνει την αποτελεσματικότητα ανάμεσα σε αυτές τις τεχνικές⁽¹¹⁾. Αυτές δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αποτελεσματικότητα του μασχαλιαίου αποκλεισμού, όσον αφορά τον αριθμό εγχύσεων. Όσο πιο μικρός ο αριθμός επανατοποθετήσεων της βελόνας, τόσο λιγότερο κρατούσε η διαδικασία και τόσο καλύτερα ανεκτή γινόταν από τους ασθενείς^(33,34). Κάποιες διαφορές σημειώθηκαν σχετικά με το χρόνο που ξεκίνησε ο αποκλεισμός συγκεκριμένων νεύρων, σε σχέση με τον τόπο της χορήγησης του τοπικού αναισθητικού (τα νεύρα κοντά στο σημείο έγχυσης αποκλείονταν γρήγορα). Η τελική αποτελεσματικότητα, ωστόσο, δεν άλλαζε⁽¹¹⁾. Η περιαγγειακή τεχνική μασχαλιαίου αποκλεισμού χρησιμοποιείται όλο και λιγότερο λόγω της αυξανόμενης χρήσης της υπερηχογραφίας.

B. Περινευρική τεχνική

Αυτή η τεχνική διευκολύνει τον ακριβή εντοπισμό συγκεκριμένων νευρικών στοιχείων, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται αναλγησία σε συγκεκριμένες κλινικές συνθήκες και να χρησιμοποιείται ο ελάχιστος όγκος τοπικού αναισθητικού. Παρόμοια τεχνική χρησιμοποιούνταν με τη νευροδιέγερση των περιφερικών νεύρων, αλλά η δυνατότητα υπερηχογραφικής απεικόνισης διευκόλυνε την εφαρμογή της τελευταίας μεθόδου. Η περινευρική τεχνική προϋποθέτει επιλεκτικές εγχύσεις τοπικού αναισθητικού και σε συνδυασμό με την σε πραγματικό χρόνο παρατήρηση της θέσης της βελόνας επιβεβαιώνεται η τελική θέση έγχυσης και κατανομής του τοπικού αναισθητικού στα νεύρα στόχους^(9,10). Η παρατήρηση της κατανομής του τοπικού αναισθητικού κατά τη διάρκεια της έγχυσης δίνει τη δυνατότητα διακοπής της χορήγησης σε περίπτωση που αυτή δεν είναι η απολύτως επιθυμητή. Ο όγκος του χορηγούμενου φαρμάκου μπορεί να βελτιστοποιηθεί και να μειωθεί^(26,27).

Η κατανομή του τοπικού αναισθητικού θεωρείται βέλτιστη, όταν περιβάλλει ένα νεύρο στόχο. Αν αυτή η κατανομή δεν είναι εφικτή, η αύξηση του χορηγούμενου όγκου σπανίως βελτιώνει την αποτελεσματικότητα του αποκλεισμού. Η λύση, τότε, είναι η διόρθωση της θέσης της άκρης της βελόνας. Η θέση της άκρης της βελόνας

δεν είναι, βέβαια, πάντοτε ορατή σε σχέση με τις απεικονιζόμενες δομές. Η σωστή τοποθέτηση και ο σωστός τρόπος διάχυσης του φαρμάκου πριν από τη χορήγηση της δόσης τοπικού αναισθητικού είναι σημαντική. Για να επιβεβαιωθεί η θέση δίνεται ένας μικρός όγκος (0,5-1 ml) πριν τη χορήγηση του τελικού όγκου του φαρμάκου. Το πλεονέκτημα της περινευρικής τεχνικής είναι η δυνατότητα σημαντικής μείωσης της δόσης του τοπικού αναισθητικού. Πολλαπλές επανατοποθετήσεις της άκρης της βελόνας μπορεί να χρειαστούν, πράγμα το οποίο μπορεί να προκαλέσει δυσφορία στον ασθενή και να παρατείνει τη διάρκεια της εκτέλεσης του αποκλεισμού. Σε αυτή την τεχνική χρειάζεται ο χειριστής να έχει εμπειρία στο χειρισμό της βελόνας και στην ερμηνεία των υπερηχογραφικών εικόνων.

Με τη συγκεκριμένη μέθοδο τουλάχιστον τέσσερις κύριοι κλάδοι του βραχιονίου πλέγματος πρέπει να εντοπιστούν: το μέσο, το ωλένιο, το μυοδερματικό και το κερκιδικό νεύρο. Αν το μυοδερματικό νεύρο δεν μπορεί να απεικονιστεί μέσα στους καμπήρες του βραχίονα, πρέπει να υποτεθεί ότι πορεύεται μαζί με το μέσο νεύρο, σε άμεση γειτνίαση με τη μασχαλιαία αρτηρία. Σε αυτή την περίπτωση χορήγηση τοπικού αναισθητικού μέσα στους καμπήρες του βραχίονα δεν δικαιολογείται. Όταν το ωλένιο νεύρο εντοπίζεται επιφανειακά, πάνω από μία μασχαλιαία φλέβα, μία μοναδική έγχυση τοπικού αναισθητικού στη 12^η ώρα μπορεί να αρκεί για αναισθησία του μέσου και του ωλένιου νεύρου (όπως και του έσω δερματικού νεύρου του βραχίονα και του έσω δερματικού νεύρου του πήχη). Αν όμως το ωλένιο νεύρο εντοπίζεται βαθιά κάτω από μία φλέβα και κοντά στο κερκιδικό, μία έγχυση μπορεί να αρκεί και για τα δύο αυτά νεύρα. Η τελική απόφαση για τον αριθμό των εγχύσεων και το χορηγούμενο όγκο του τοπικού αναισθητικού εξαρτάται από την επιτυγχανόμενη διάχυση του φαρμάκου. Η βέλτιστη διάχυση του φαρμάκου σπάνια επιτυγχάνεται χωρίς διόρθωση της τοποθέτησης της βελόνας⁽¹⁷⁾.

Οι περισσότεροι συγγραφείς συστήνουν προτεραιότητα στην έγχυση στο μέσο νεύρο που είναι και το πιο βαθιά εντοπιζόμενο και ακολούθως στα νεύρα που είναι πιο επιφανειακά. Αυτό το εύρημα σχετίζεται με τις αλλαγές στις ανατομικές σχέσεις από τον όγκο που χορηγείται και τον αποκλεισμό βαθύτερων δομών σε περίπτωση ατυχηματικής έγχυσης φυσαλίδων αέρα⁽¹⁷⁾. Κάποιες μελέτες συνιστούν όγκο τοπικού αναισθητικού από 5-10 ml σε καθένα από τα τέσσερα κύρια νεύρα⁽¹⁰⁾. Στους περισσότερους ασθενείς με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται επαρκής αποκλεισμός

μόνον με 20 ml τοπικού αναισθητικού ή και λιγότερο. Υπάρχουν και μελέτες, οι οποίες αναφέρουν επιτυχία αποκλεισμού ακόμη και με 1 ml για κάθε νεύρο ^(26,27).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΜΑΣΧΑΛΗΣ

Η αποτίμηση της αποτελεσματικότητας ενός περιοχικού αποκλεισμού είναι περίπλοκη. Από την πλευρά του αναισθησιολόγου ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι η ανάγκη για επιπρόσθετες αναισθητικές μεθόδους που να συμπληρώνουν τον αποκλεισμό. Από την πλευρά του ασθενούς οι παράγοντες που είναι σημαντικοί είναι ο βαθμός δυσφορίας κατά την επιτέλεση του αποκλεισμού, η διάρκεια της αναλγησίας μετεγχειρητικά και οι επιπλοκές. Από την άποψη του χειρουργού έχει σημασία ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η τεχνική και η αποτελεσματικότητά της⁽¹⁷⁾.

Αποτελέσματα προηγούμενων μελετών αναφέρουν υψηλή αποτελεσματικότητα του υπερηχογραφικού αποκλεισμού του μασχαλιαίου βραχιονίου πλέγματος, περισσότερο από 80% ^(11,14). Οι συγγραφείς όμως αυτών των μελετών ήταν ειδήμονες στη χρήση του υπέρηχου στην περιοχική αναισθησία. Οι δεξιότητες και η εμπειρία του χειριστή του υπέρηχου έχουν μεγάλη σημασία στην επιτυχή έκβαση του αποκλεισμού. Ανεπαρκής αναλγησία όλων των περιοχών που νευρώνονται από το βραχιόνιο πλέγμα δεν σημαίνει αναγκαστικά αποτυχία του αποκλεισμού ή ανάγκη αλλαγής του τρόπου αναισθησίας. Η αναγκαιότητα συμπληρωματικού αποκλεισμού ενός μεμονωμένου νεύρου είναι πολύ συνηθισμένη. Η χρήση της υπερηχογραφίας και η εισαγωγή της βελόνας υπό οπτικό έλεγχο ελαττώνει κατά πολύ τις ανησυχίες για βλάβη των νεύρων. Μη αποτελεσματικός αποκλεισμός θεωρείται αυτός στον οποίο δεν υπάρχει αναισθησία 30 λεπτά από τη χορήγηση του τοπικού αναισθητικού.

Το κύριο πλεονέκτημα των υπερηχογραφικών αποκλεισμών είναι η μείωση του χρόνου που απαιτείται για να επιτευχθεί χειρουργική αναισθησία. Αυτή η μείωση οφείλεται στη γρήγορη εκτέλεση του αποκλεισμού και στη γρήγορη έναρξη της αναλγησίας. Η μείωση του χρόνου επιτέλεσης του αποκλεισμού γίνεται με αποφυγή των πολλαπλών χειρισμών της βελόνας και των τυχαίων επανατοποθετήσεών της. Ο μέσος χρόνος που απαιτείται γι'αυτούς τους χειρισμούς κατά τον υπερηχογραφικό αποκλεισμό κυμαίνεται από 8 έως λίγο περισσότερο από 15 λεπτά^(9,10). Όσο

μεγαλύτερη η εμπειρία του χειριστή, τόσο λιγότερος χρόνος χρειάζεται για βελτιστοποίηση της εικόνας, επεξεργασία της και επιλογή της θέσης της βελόνας.

Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι ο χρόνος από την έγχυση του τοπικού αναισθητικού έως τη χρονική στιγμή που επιτυγχάνεται αποτελεσματική αναισθησία. Καθοριστικός παράγοντας είναι η εναπόθεση του τοπικού αναισθητικού σε άμεση γειτνίαση με τα νεύρα⁽¹⁰⁾.

Από την πλευρά του ασθενούς πολύ σημαντικός είναι ο χρόνος που διαρκεί το αναισθητικό αποτέλεσμα μετεγχειρητικά. Αυτός ο χρόνος επηρεάζεται από πολλές μεταβλητές, όπως το είδος και η συγκέντρωση του τοπικού αναισθητικού και οι διαφορές ανάμεσα σε ασθενείς ως προς τη φαρμακοδυναμική των τοπικών αναισθητικών. Φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος τοπικού αναισθητικού τόσο περισσότερο χρόνο διαρκεί το αναλγητικό αποτέλεσμα⁽¹⁰⁾.

7. ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΜΑΣΧΑΛΗΣ

Ο αποκλεισμός του βραχιονίου πλέγματος και των περιφερικών νεύρων έχει χαμηλό κίνδυνο επιπλοκών και η χρήση της υπερηχογραφίας συμβάλλει κατά πολύ στην αύξηση της ασφάλειας του αποκλεισμού. Στη μασχαλιαία περιοχή οι νευρικές δομές εντοπίζονται επιφανειακά και μακριά από τον υπεζωκότα, το νωτιαίο σωλήνα ή από άλλες ανατομικές δομές που μπορούν να υποστούν βλάβη. Ο κίνδυνος ατυχηματικής έγχυσης τοπικού αναισθητικού μέσα σε αγγεία και ο κίνδυνος συστηματικής τοξικής αντίδρασης είναι όμως υπαρκτός. Η χρήση υπερηχογραφίας δεν μηδενίζει την πιθανότητα εμφάνισης αυτών των επιπλοκών και δεν αποκλείει τον κίνδυνο νευρικής βλάβης. Ο κίνδυνος, ωστόσο, αυτών των επιπλοκών είναι χαμηλός, με τη συστηματική τοξική αντίδραση να κυμαίνεται περίπου σε 1,5/10.000 περιπτώσεις και τη συχνότητα νευρολογικών επιπλοκών στο 0,37/10.000 ⁽¹⁶⁾. Ο καλύτερος τρόπος για να αποφύγουμε τις επιπλοκές αυτές είναι η συμμόρφωση με τις βασικές αρχές της περιοχικής αναισθησίας: διατήρηση της βελόνας στο οπτικό πεδίο κατά τη διάρκεια ολόκληρης της διαδικασίας και χορήγηση τοπικού αναισθητικού μόνο μετά από επιβεβαίωση της σωστής θέσης έγχυσης.

Μια από τις προκλήσεις του μασχαλιαίου αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος οφείλεται στο χαρακτηριστικό έλκτρο που περιβάλλει τους τελικούς κλάδους του βραχιονίου πλέγματος, καθώς αυτοί διατάσσονται γύρω από τη

μασχαλιαία αρτηρία. Το μυοδερματικό νεύρο συχνά διαφεύγει από τον αποκλεισμό, επειδή δεν περιλαμβάνεται μαζί με τα υπόλοιπα νεύρα σε αυτό το έλυτρο. Αυτός ο διαχωρισμός κάνει απαραίτητες τις εγχύσεις μέσα και έξω από το έλυτρο για να επιτευχθεί πλήρης αναισθησία στο άνω άκρο. Αν το μυοδερματικό νεύρο δεν αποκλειστεί, τότε η κερικιδική επιφάνεια του πήχη δεν θα έχει επαρκή αναισθησία λόγω του ότι το έξω μυοδερματικό νεύρο του πήχη που εκφύεται από το μυοδερματικό νεύρο νευρώνει το δέρμα αυτής της περιοχής. Γι' αυτόν, άλλωστε, τον λόγο χρειάζονται και οι πολλαπλές εγχύσεις τοπικού αναισθητικού^(11, 13).

8. ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ

Ο αποκλεισμός μεμονωμένων νεύρων στον άπω βραχίονα ή πήχη μπορεί να είναι χρήσιμος ως συμπληρωματικός αποκλεισμός αν κάποιο πεδίο κατανομής νεύρου δεν καλύπτεται από τον αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος. Αυτά τα νεύρα μπορούν να αποκλειστούν σε πολλές θέσεις κατά τη διαδρομή τους. Τα τελευταία χρόνια έχει ανανεωθεί το ενδιαφέρον γι' αυτού του είδους τους αποκλεισμούς, ως διευκόλυνση για επεμβάσεις καρπού και άκρας χειρός (εικόνα 12).

Η περιφερική προσέγγιση μπορεί να παρέχει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως:

- Αποφυγή κεντρικών δομών, όπως ο υπεζωκότας, η υποκλείδιος και η μασχαλιαία αρτηρία καθώς και το φρενικό νεύρο και ο ατυχηματικός τραυματισμός αυτών.
- Διατήρηση της κεντρικής μυϊκής ισχύος του άνω άκρου. Η αδυναμία χρήσης του άνω άκρου είναι μια πηγή ενόχλησης του ασθενούς. Πρόσφατη τυχαιοποιημένη μελέτη που συγκρίνει τον υπερκλείδιο βραχιόνιο αποκλεισμό με τον περιφερικό αποκλεισμό νεύρων, για ασθενείς που υπεβλήθησαν σε χειρουργείο άκρας χειρός, έδειξε καλύτερη διατήρηση ισχύος και μεγαλύτερη ικανοποίηση του ασθενούς με τους περιφερικούς αποκλεισμούς⁽¹⁸⁾.
- Σε συνδυασμό με τον υποκλείδιο βραχιόνιο αποκλεισμό, οι περιφερικοί νευρικοί αποκλεισμοί έδειξαν ότι επιταχύνουν την έναρξη του αποκλεισμού και την ποιότητά του.
- Συνδυάζοντας έναν εγγύς αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος με τοπικό αναισθητικό βραχείας δράσης και περιφερικούς νευρικούς αποκλεισμούς με τοπικό αναισθητικό μακράς δράσης μπορούμε να παρατείνουμε το

αναλγητικό αποτέλεσμα του αποκλεισμού ενώ ελαχιστοποιούμε την απώλεια μυϊκής ισχύος.

- Η διατήρηση της μυϊκής ισχύος μπορεί επίσης να επιτρέπει στους ασθενείς να κινούν τα δάκτυλα, όταν ζητείται, κατά τη διάρκεια του χειρουργείου. Αυτό μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας σε ορισμένους τύπους χειρουργείων άκρας χειρός⁽¹⁸⁾.

8α. Περιορισμοί της χρήσης των αποκλεισμών των περιφερικών νεύρων του άνω άκρου

Η δερματική νύρωση του άνω άκρου χορηγείται από το μυοδερματικό νεύρο, από το έσω δερματικό νεύρο του βραχίονα, το οπίσθιο δερματικό νεύρο του βραχίονα και το μεσοπλευροβραχιόνιο νεύρο^(2,18). Οι αποκλεισμοί των περιφερικών νεύρων δεν θα αποτρέψουν τον πόνο από ίσχαιμη περίδεση σε έναν μη κατεσταλμένο ασθενή.

Τα νεύρα που ξεκινούν εγγύς μέσα στη μασχάλη, όπως το έσω δερματικό νεύρο του πήχη και το μυοδερματικό νεύρο, συμβάλλουν στη δερματική νύρωση του πήχη, άρα περιφερικοί νευρικοί αποκλεισμοί μπορεί να μην επαρκούν για χειρουργικές επεμβάσεις στον πήχη⁽¹⁸⁾.

Επίσης η περιφερική προσέγγιση στους νευρικούς αποκλεισμούς απαιτεί αποκλεισμό πολλών νεύρων. Πρέπει να γίνουν αρκετές εγχύσεις, πράγμα το οποίο μπορεί να προκαλέσει ενόχληση στον ασθενή.

Τα περιφερικά νεύρα εμφανίζουν ανισοτροπία και ο υπερηχογραφικός εντοπισμός τους μπορεί να είναι δύσκολος ενώ απαιτεί ιδιαίτερη εμπειρία του χειριστή.

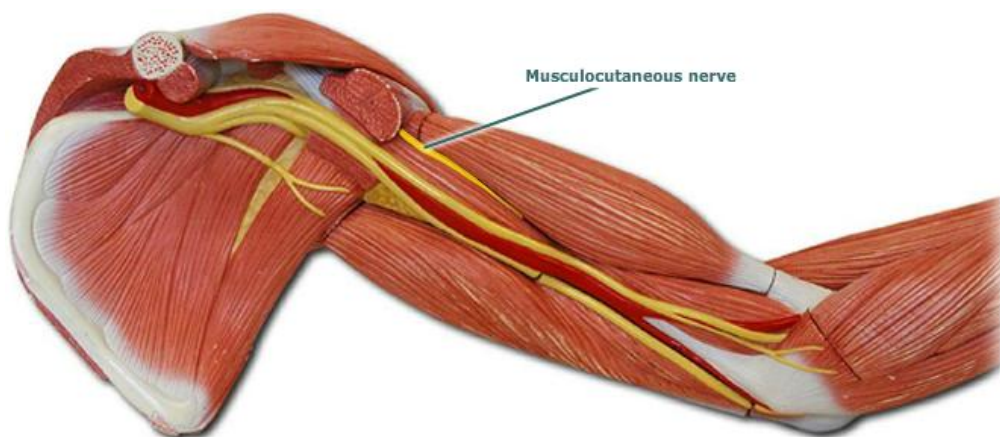
8β. Εφαρμογές των αποκλεισμών των περιφερικών νεύρων του άνω άκρου

- Χειρουργική αναισθησία: Για επιφανειακές μόνο επεμβάσεις του άνω άκρου που δεν απαιτούν ίσχαιμη περίδεση ή βαθιά μυϊκή χάλαση.
- Αναλγησία: Συμπληρωματικά σε γενική αναισθησία ή σε αποκλεισμό βραχιονίου πλέγματος με τοπικό αναισθητικό βραχείας δράσης. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται αυξημένη επαγρύπνηση κατά τη διενέργεια του αποκλεισμού λόγω της μειωμένης ικανότητας του ασθενούς να αναφέρει παραισθησία ή πόνο από τον νευρικό τραυματισμό. Γι'αυτόν τον λόγο μπορεί

να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά περιφερικός νευροδιεγέρτης και υπέρηχος καθώς και monitoring της πίεσης έγχυσης.

- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως τεχνική διάσωσης σε περίπτωση ανεπιτυχούς κεντρικότερου αποκλεισμού του βραχιονίου πλέγματος⁽¹⁸⁾.

8γ. Μυοδερματικό νεύρο (A5, A6, A7).



Εικόνα 13: Η πορεία του μυοδερματικού νεύρου στον βραχίονα (electromiografie.info).

Το νεύρο αυτό είναι ένας κλάδος του οπισθίου δευτερεύοντος στελέχους του βραχιονίου πλέγματος, το οποίο εκφύεται απέναντι από το κατώτερο όριο του μείζονος θωρακικού μυός (εικόνα 13). Αφού διαπεράσει τον κορακοβραχιόνιο μυ, το νεύρο περνά λοξά ανάμεσα στον δικέφαλο βραχιόνιο και τον βραχιόνιο μυ, δίνοντας κλάδους και στους τρεις αυτούς μύες καθώς και στην άρθρωση του αγκώνα. Στη συνέχεια αναδύεται στην εξωτερική πλευρά του βραχίονα, διαπερνά την εν τω βάθει περιτονία επί τα εκτός του τένοντα του δικεφάλου βραχιονίου και συνεχίζει στον πήχη, ως έξω δερματικό νεύρο του πήχη. Για τον αποκλεισμό του, ο ασθενής τοποθετείται ύπτια, με το βραχίονα σε ορθή γωνία με το σώμα και τον αγκώνα σε έκταση ή σε κάμψη. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται στη μασχάλη, ώστε να εντοπιστεί η μασχαλιαία αρτηρία πάνω από το μείζονα στρογγύλο μυ. Στη συνέχεια εντοπίζεται ο κορακοβραχιόνιος μυς επί τα εκτός της αρτηρίας και ο δικέφαλος βραχιόνιος ακόμη πιο περιφερικά. Το μυοδερματικό νεύρο φαίνεται σαν ένας υπερηχογενής τριγωνικός ή ωοειδής σχηματισμός στο επίπεδο των περιτονιών ανάμεσα στον κορακοβραχιόνιο και τον δικέφαλο βραχιόνιο μυ.

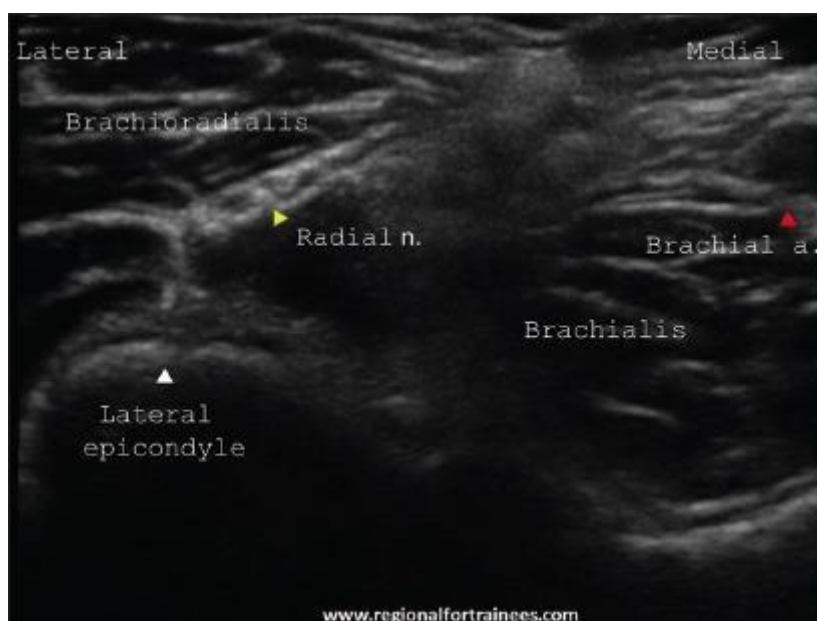
Η βελόνα αποκλεισμού εισάγεται συνήθως δια της δέσμης, με κατεύθυνση από έξω προς τα έσω, με στόχο να εισέλθει στο επίπεδο της περιτονίας, δίπλα στο

μυοδερματικό νεύρο. Αν χρησιμοποιούμε περιφερικό νευροδιεγέρτη, εκλύεται κάμψη του αγκώνα. Το τοπικό αναισθητικό, συνήθως όγκου 3-5 ml, εγχύεται γύρω από το νεύρο^(18,28).

8δ. Κερκιδικό νεύρο (A5, A6, A7, A8 και Θ1)

Το κερκιδικό νεύρο εξορμάται από το οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος του βραχιονίου πλέγματος (μαζί με το μασχαλιαίο νεύρο) και εισέρχεται στο οπίσθιο διαμέρισμα του βραχίονα. Στη συνέχεια στρέφεται λοξά πάνω από την οπίσθια επιφάνεια του βραχιονίου οστού (μέσα στη σπειροειδή αύλακα), για να αναδυθεί στην εξωτερική πλευρά του βραχιονίου. Μετά διαπερνά το έξω μεσομυϊκό διάφραγμα και εισέρχεται στο πρόσθιο διαμέρισμα του βραχίονα, κατεβαίνει ανάμεσα στον βραχιόνιο και τον βραχιονιοκερκιδικό μυ και συνεχίζει εμπρός από τον έξω επικόνδυλο, όπου και διαιρείται σε επιπολής και εν τω βάθει κλάδους^(2,18).

Το κερκιδικό νεύρο μπορεί να αποκλειστεί σε δύο θέσεις πάνω από την άρθρωση του αγκώνα:



Εικόνα 14: Το κερκιδικό νεύρο στο επίπεδο του βραχίονα (radial n.: κερκιδικό νεύρο, brachioradialis: βραχιονοκερκιδικός μυς, lateral epicondyle: έξω επικόνδυλος, brachial a.: βραχιόνια αρτηρία, brachialis: βραχιόνιος μυς - www.regionalfortrainees.com).

(Α) Αμέσως περιφερικά της σπειροειδούς αύλακας. Ο βραχίονας τοποθετείται με τον ώμο σε προσαγωγή και έσω στροφή με τον αγκώνα σε κάμψη, έτσι ώστε να

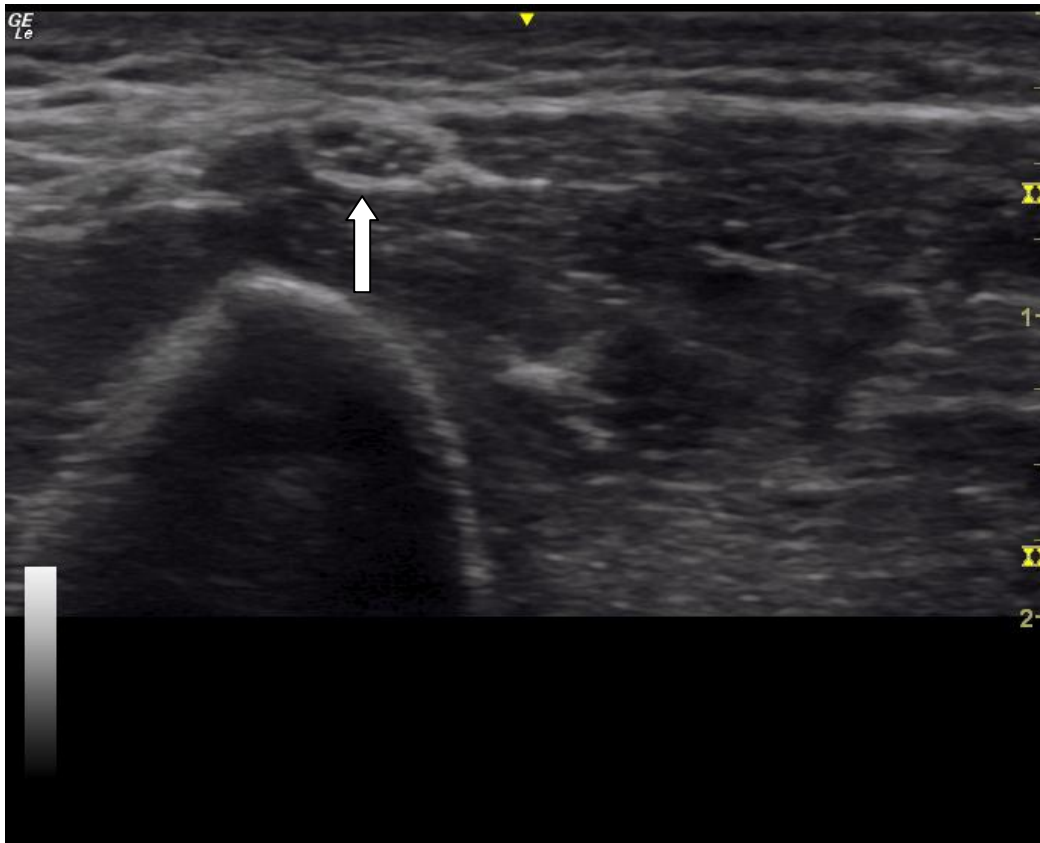
βρίσκεται πάνω στο θώρακα. Αυτή η θέση επιτρέπει την καλύτερη πρόσβαση στην οπισθοπλάγια επιφάνεια του βραχιονίου. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται στη σπειροειδή αύλακα, ώστε να εντοπιστεί το βραχιόνιο οστό. Προχωρώντας τον ηχοβολέα περιφερικά, το κερκιδικό νεύρο γίνεται συνήθως ορατό ως ένας τριγωνικός υπερηχογενής σχηματισμός που βγαίνει από το βραχιόνιο οστό. Ο αποκλεισμός σε αυτό το επίπεδο μεγιστοποιεί την πιθανότητα να αποκλειστούν και οι επιπολής και οι εν τω βάθει κλάδοι (εικόνα 14).

(β) *Στον αγκώνα.* Ο ασθενής τοποθετείται ύπτιος με το βραχίονα σε ευθεία θέση, παράλληλα με το σώμα. Αρχικά το κερκιδικό νεύρο εντοπίζεται όπως προηγουμένως. Παρακολουθώντας την πορεία του περιφερικά, επιπεδώνεται και εντοπίζεται ανάμεσα στον βραχιόνιο και τον βραχιονοκερκιδικό μυ. Κοντά στην άρθρωση του αγκώνα γίνεται ορατή η διακλάδωσή του, σε επιπολής και περιφερικούς κλάδους. Αυτός ο εντοπισμός μπορεί να είναι πιο απλός και πρακτικός καθώς το μέσο νεύρο μπορεί να αποκλειστεί στο ίδιο επίπεδο ελάχιστα επί τα εντός του κερκιδικού. Θα πρέπει, ωστόσο, η έγχυση να γίνει πριν το διχασμό του κερκιδικού νεύρου στους κλάδους του. Η βελόνα έγχυσης εισάγεται δια της δέσμης με στόχο το επίπεδο της περιτονίας δίπλα στο κερκιδικό νεύρο. Αν χρησιμοποιηθεί περιφερικός νευροδιεγέρτης, εκλύεται έκταση του αντίχειρα και δακτύλων. Η έγχυση 3-5 ml τοπικού αναισθητικού αρκεί για να περικυκλωθεί το νεύρο. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η έγχυση δεν πρέπει να γίνει πολύ κοντά στη σπειροειδή αύλακα, για να αποφευχθεί νευρική βλάβη λόγω πίεσης⁽¹⁸⁾.

8ε. Ωλένιο νεύρο (A8, Θ1)

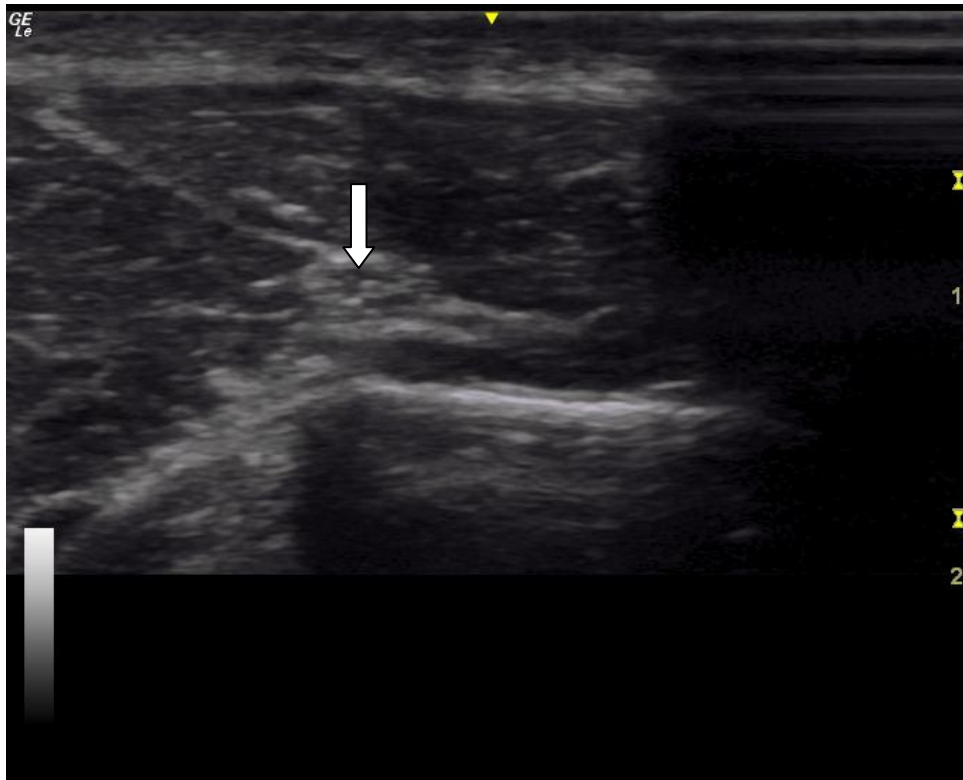
Το ωλένιο νεύρο εκφύεται από το έσω δευτερεύον στέλεχος του βραχιονίου πλέγματος. Κατέρχεται σε υποδόριο επίπεδο, αρχικά επί τα εντός της βραχιονίου αρτηρίας και στη συνέχεια αναδύεται πίσω από τον έσω επικόνδυλο, ο οποίος και το υποδέχεται. Εισέρχεται στο πρόσθιο διαμέρισμα του πήχη, ανάμεσα στη βραχιόνια και την ωλένια κεφαλή, κάτω από την απονεύρωση του ωλένιου καμπτήρα του καρπού. Στο άνω τριτημόριο του πήχη το νεύρο είναι μακριά από την ωλένια αρτηρία αλλά περιφερικότερα καταλήγει να βρίσκεται σε συνέχεια με την έσω επιφάνεια της αρτηρίας. Αυτή η σχέση είναι χρήσιμη στην ταυτοποίηση του νεύρου.

Το ωλένιο νεύρο μπορεί να αποκλειστεί στα επόμενες δύο θέσεις:



Εικόνα 15: Το ωλένιο νεύρο πάνω από τον αγκώνα (προσωπικό αρχείο).

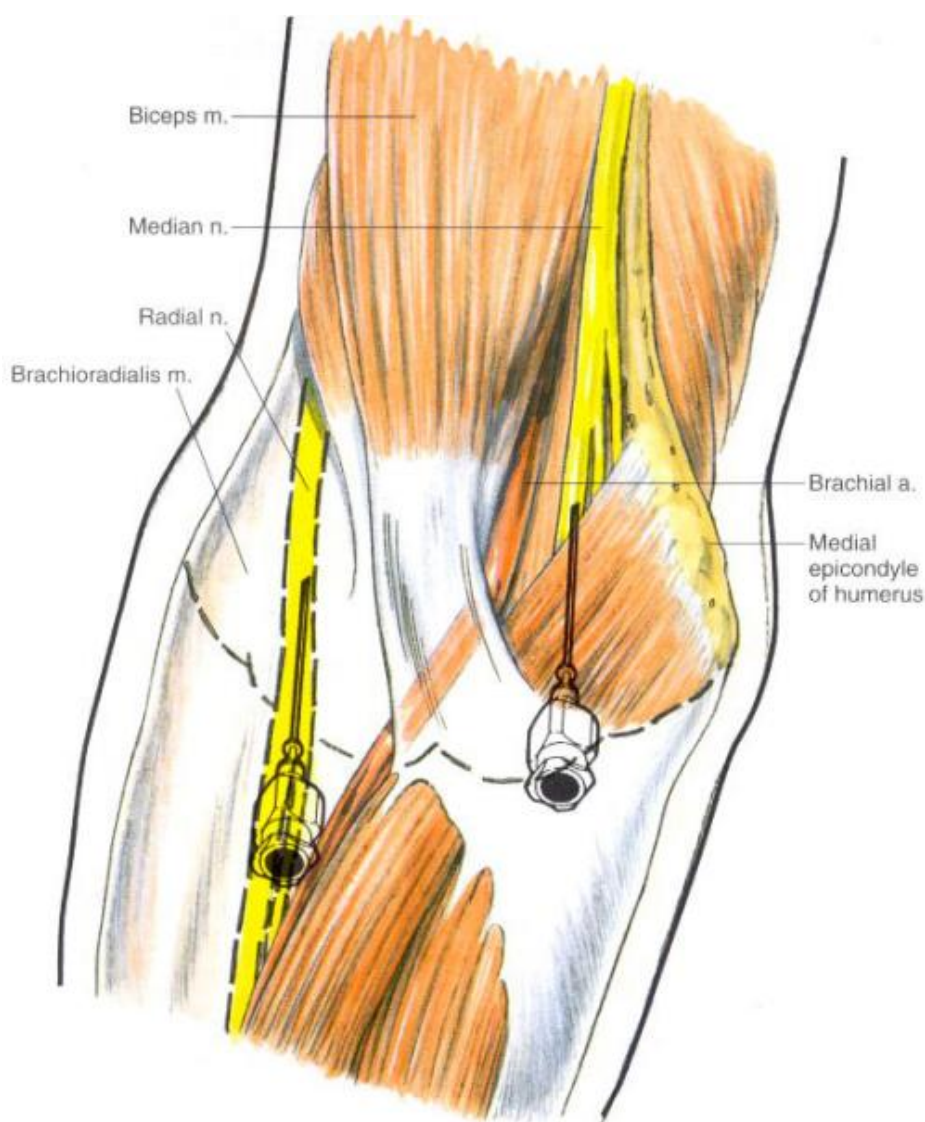
(Α) Στο μέσο του βραχιονίου. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτιος με τον βραχίονα σε απαγωγή από το σώμα σε ορθή γωνία, με τον αγκώνα σε έκταση ή κάμψη. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται στη μασχάλη, για να εντοπιστεί η μασχαλιαία αρτηρία. Το ωλένιο νεύρο βρίσκεται επί τα εντός αυτής. Αν παρακολουθήσουμε την αρτηρία περιφερικότερα, το ωλένιο νεύρο γίνεται ορατό ως ένας υπερηχογενής σχηματισμός επιπολής και επί τα εντός της βραχιόνιας αρτηρίας, στο μέσο του βραχιονίου οστού. Αν γίνει ο αποκλεισμός σε αυτό το σημείο, έχουμε καλό επίπεδο αναισθησίας για τους μύες του πήχη και προτιμάται για επεμβάσεις του πήχη⁽¹⁸⁾ (εικόνα 15).



Εικόνα 16: Το ωλένιο νεύρο κάτω από τον αγκώνα. (προσωπικό αρχείο).

(β) Στο μέσο του πήχη. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτιος, με τον βραχίονα παράλληλα με τον κορμό και σε υπτιασμό. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται ακριβώς πάνω από τον καρπό και στην έσω επιφάνειά του, ώστε να εντοπιστεί η ωλένια αρτηρία. Προχωρώντας κεντρικότερα το ωλένιο νεύρο συνήθως γίνεται ορατό ως ένας ωοειδής υπερηχογραφικός σχηματισμός, αμέσως επί τα εντός της αρτηρίας. Ακόμη πιο κεντρικά προς το μέσο του πήχη το νεύρο μετακινείται μακριά από την ωλένια αρτηρία και κείται ανάμεσα στον ωλένιο καμπτήρα του καρπού από πάνω και τον εν τω βάθει καμπτήρα των δακτύλων βαθύτερα. Ο αποκλεισμός σε αυτό το επίπεδο είναι πιο κατάλληλος για επεμβάσεις στην άκρα χείρα. Η βελόνα έγχυσης εισάγεται δια της δέσμης με στόχο το επίπεδο της περιτονίας, δίπλα στο ωλένιο νεύρο. Αν χρησιμοποιηθεί περιφερικός νευροδιεγέρτης παρατηρούμε απαγωγή του αντίχειρα και κάμψη του τέταρτου δακτύλου. Ο όγκος που απαιτείται είναι 3-5 ml τοπικού αναισθητικού⁽¹⁸⁾ (εικόνα 16).

8στ. Μέσο νεύρο (A5, A6, A7, A8 και Θ1)



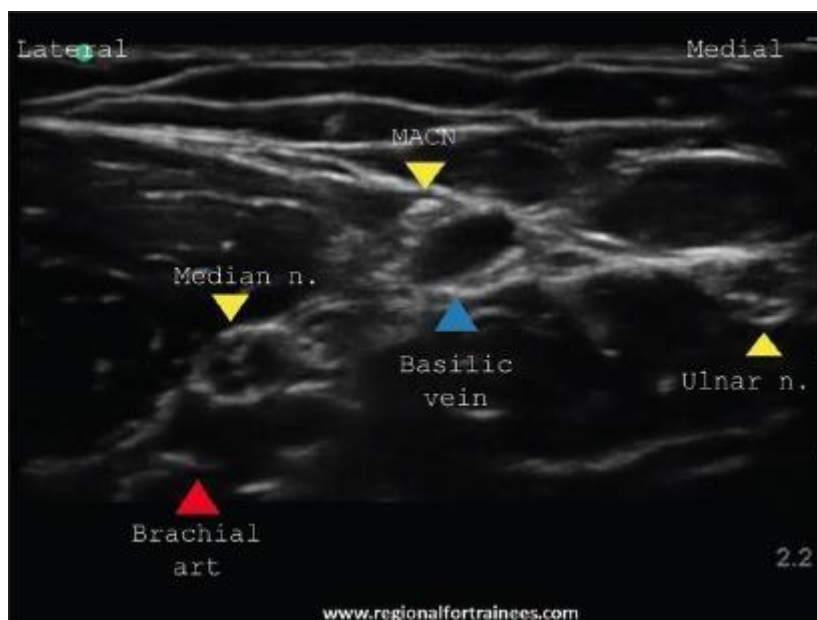
Εικόνα 17: Θέσεις αποκλεισμού του κερκιδικού και του μέσου νεύρου στο επίπεδο του αγκώνα (*median n.: μέσο νεύρο, radial n. :κερκιδικό νεύρο, biceps: βραχιόνιος μυς, brachial a.: βραχιόνια αρτηρία, brachioradialis: βραχιονοκερκιδικός μυς, medial epicondyle of humerus: έσω βραχιόνιος επικόνδυλος - aneskey.com*).

Το μέσο νεύρο σχηματίζεται από το έξω δευτερεύον και από το έσω δευτερεύον στέλεχος του βραχιονίου πλέγματος. Στον βραχίονα περνά κάθετα προς τα κάτω επί τα εκτός της βραχιονίου αρτηρίας. Συνήθως περνά μπροστά από τη βραχιόνια αρτηρία και έρχεται επί τα εντός αυτής ακριβώς πάνω από τον αγκώνα. Σε αυτό το σημείο βρίσκεται ανάμεσα στον δικέφαλο βραχιόνιο και τον βραχιόνιο. Στον πήχη περνάει ανάμεσα στις δύο κεφαλές του στρογγύλου πρηνηστή και στη συνέχεια

πορεύεται ανάμεσα στον επιπολής καμπτήρα των δακτύλων και τον εν τω βάθει καμπτήρα των δακτύλων (εικόνα 17).

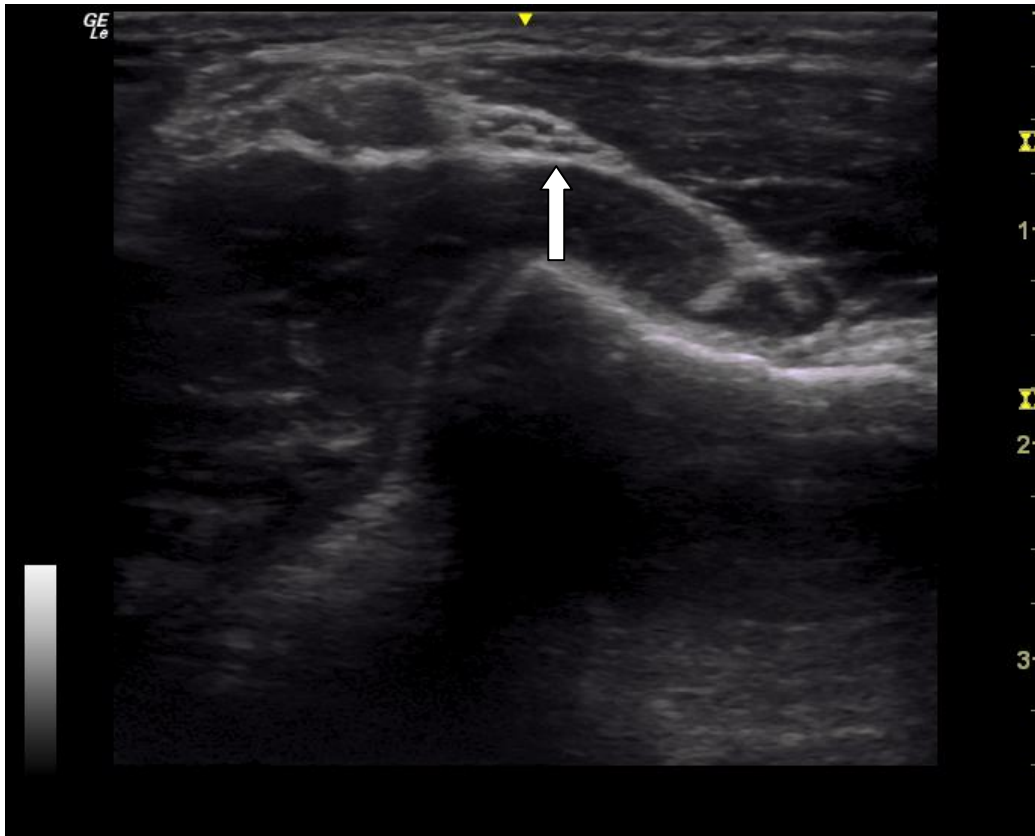
Το μέσο νεύρο μπορεί να αποκλειστεί στις ακόλουθες θέσεις:

(α) στο επίπεδο του μέσου του βραχιονίου. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτια με το βραχίονα σε απαγωγή 90° από το σώμα και τον αγκώνα σε κάμψη ή έκταση. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται στη μασχάλη, ώστε να γίνει ορατή η μασχαλιαία αρτηρία και το μέσο νεύρο, συνήθως, επί τα εκτός αυτής. Παρακολουθώντας την πορεία του περιφερικά, βλέπουμε το μέσο νεύρο να παραμένει εγγύς της αρτηρίας, ενώ το ωλένιο απομακρύνεται. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να αποκλείσουμε το ωλένιο και το μέσο νεύρο ταυτόχρονα⁽¹⁸⁾ (εικόνα 18).

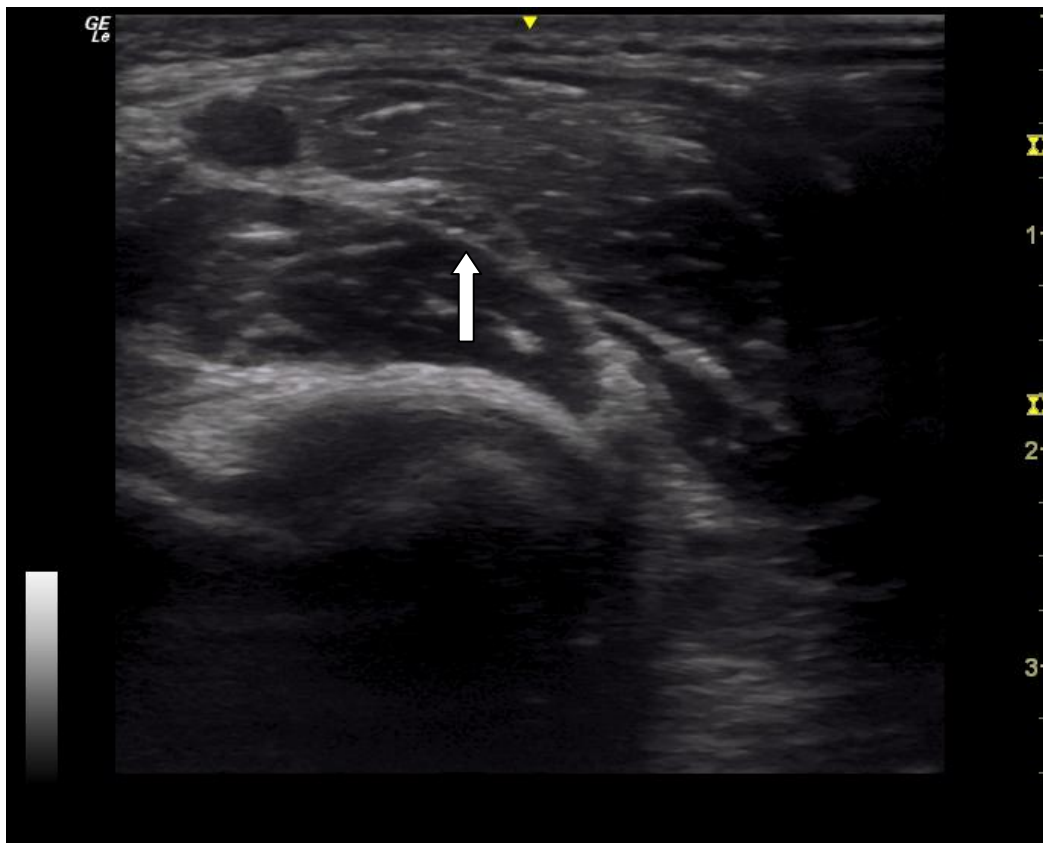


Εικόνα 18: Το μέσο και το ωλένιο νεύρο σε ταυτόχρονη απεικόνιση (median n.: μέσο νεύρο, brachial art.: βραχιόνια αρτηρία, MACN: έσω δερματικό νεύρο του πήχη, basilic vein: βασιλική φλέβα, ulnar n.: ωλένιο νεύρο - www.regionalfortrainees.com).

(β) Πάνω από τον αγκώνα. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτια με το βραχίονα ίσιο και σε υπτιασμό. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται πάνω από το βραχιόνιο βόθρο, ώστε να γίνει ορατή η βραχιόνια αρτηρία. Το μέσο νεύρο φαίνεται ως ένας στρογγυλός ή ωοειδής υπερηχογενής σχηματισμός, επί τα εντός ή πίσω από τη βραχιόνια αρτηρία. Σε αυτή τη θέση μπορεί να γίνει και ο αποκλεισμός⁽³⁵⁾ (εικόνα 19).



Εικόνα 19: Το μέσο νεύρο πάνω από τον αγκώνα (προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 20: Το μέσο νεύρο κάτω από τον αγκώνα (προσωπικό αρχείο).

(γ) Στο μέσον του πήχης. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτια με το βραχίονα ίσιο και υπτιασμένο. Ένας γραμμικός ηχοβολέας τοποθετείται στην κοιλιακή επιφάνεια του μέσου του πήχης, όπου το μέσο νεύρο γίνεται ορατό στο επίπεδο των περιτονιών ανάμεσα στον επιπολής καμπήρα των δακτύλων και τον εν τω βάθει καμπήρα των δακτύλων⁽¹⁸⁾ (εικόνα 20).

Η έγχυση γίνεται με τη βελόνα δια της δέσμης να στοχεύει δίπλα στο μέσο νεύρο. Αν χρησιμοποιηθεί περιφερικός νευροδιεγέρτης παρατηρούμε κάμψη των δακτύλων. Ο όγκος που απαιτείται είναι 3-5 ml τοπικού αναισθητικού. Προσοχή χρειάζεται, ώστε να αποφευχθεί τραυματισμός της βραχιονίου αρτηρίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βιβλιογραφία που αναφέρεται στη χρήση υπερήχου για αποκλεισμούς νEURΩΝ ολοένα και πληθαίνει. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν κυρίως άρθρα της τελευταίας δεκαετίας και σποραδικά ορισμένα παλαιότερα. Είναι σαφές ότι η εισαγωγή του υπερήχου έδωσε νέα κατεύθυνση στους περιφερικούς νευρικούς αποκλεισμούς, αυξάνοντας την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια στην επιτέλεσή τους. Τα μειονεκτήματα της νέας μεθόδου είναι ο ακριβός εξοπλισμός, η μακρά καμπύλη εκμάθησης και η σχετική υποκειμενικότητα στην ερμηνεία των εικόνων. Με την αυξανόμενη όμως προσβασιμότητα στη χρήση των υπερήχων, τα μειονεκτήματα αυτά περιορίζονται. Το αποτέλεσμα είναι η τεχνική αυτή να χρησιμοποιείται, εκτός από αποκλεισμούς νευρικών πλεγμάτων π.χ. μασχαλιαίος αποκλεισμός, σε ολόένα και πιο συγκεκριμένους αποκλεισμούς μεμονωμένων νEURΩΝ, όπως το μέσο ή το ωλένιο νεύρο. Περιορίζεται έτσι η χορήγηση αναισθησίας και αναλγησίας μόνο στις απαραίτητες περιοχές, προς όφελος του ασθενούς. Οι αναισθησιολόγοι πλέον οφείλουν να διευρύνουν τις γνώσεις τους σε αυτό το νέο γνωστικό πεδίο, για να ανταποκριθούν σε αυτή την καινούρια πρόκληση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γενική Ανατομία, H.Frick, H.Leonhardt, D.Starck.
2. A.D. Kaye et al, Essentials of Regional Anesthesia, 2012.
3. Neal J.M.(2016): Ultrasound-Guided Regional Anesthesia and Patient Safety: Update of an Evidence-Based Analysis. Reg Anesth Pain Med. 41(2): 195-204.
4. Chin KJ, Alakkad H, Adhikary SD, Singh M,(2013): Infraclavicular brachial plexus block for regional anaesthesia of the lower arm(Review),Cochrane Database of Systematic Reviews,Issue 8.Art No.:CD005487.
5. Jia Wei Li, Banchoporn Songthamwat, Winnie Samy, Xavier Sala-Blanch, Manoj Kumar Karmakar,(2017). Ultrasound-Guided Costoclavicular Brachial Plexus Block, Regional Anesthesia and Pain Medicine;42:233-240.
6. Zbigniew J, Koscielniak-Nielsen, Jorgen B. Dahl,(2012). Ultrasound-guided peripheral nerve blockade of the upper extremity, Curr Opin Anesthesiology,25:253-259.
7. Axel R. Sauter, Hans-Jorgen Smith, Audun Stubhaug, Michael S. Dodgson, Olivind Klaastad,(2006). Use of Magnetic Resonance Imaging to Define the Anatomical Location Closest to All Three Cords of the Infraclavicular Brachial Plexus, Anesth Analg 103:1574-6.
8. E. Albrecht, J. Mermoud, N. Fournier, C. Kern, K.R. Kirkham,(2016). A systematic review of ultrasound-guided methods for brachial plexus blockade, Anaesthesia 71:213-227.
9. P. Nowakowski, A. Bierylo, (2015).Ultrasound-guided axillary brachial plexus block. Part 1-basic sonoanatomy, Anaesthesiology Intensive Therapy 47:409-416.
10. P. Nowakowski, A. Bierylo, (2015).Ultrasound-guided axillary brachial plexus block. Part 2-technical issues, Anaesthesiology Intensive Therapy 47:417-424.
11. Tran de QH, Pham K, Dugani S, Finlayson RJ,(2012). A prospective randomized comparison between double-, triple-, and quadruple-injection ultrasound-guided axillary brachial plexus block ,Reg Anesth Pain Med 37;248-253.

12. Bernucci F, Gonzalez AP, Finlayson RJ, Tran de QH,(2012). A prospective, randomized comparison between perivascular and perineural ultrasound-guided axillary brachial plexus block ,*Reg Anesth Pain Med* 37:437-473.
13. Imasogie N, Ganapathy S, Singh S et al,(2010). A prospective ,randomized, double-blind comparison of ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks using 2 vs 4 injections ,*Anesth Analg* 110:1222-1226.
14. Manhofer P, Eichenberger U, Stockli S, et al.,(2010). Ultrasonographic guided axillary plexus block with low volumes of local anaesthetics, a crossover volunteer study, *Anaesthesia* ;65:266-271.
15. Schoenmakers KP, Wegener JT, Stienstra R,(2012). Effect of local anesthetic volume (15 vs 40 ml) on the duration of ultrasound-guided single shot axillary brachial plexus block ,*Reg Anesth Pain Med* 37(3):248-253.
16. Ecoffey C, Oger E, Marchand-Maillet F et al.,(2014). Complications associated with 27031 ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks: a web-based survey of 36 French centers ,*Eur J Anaesthesiol* 31:606-610.
17. A.Mian, I Chaudhry, R Huang, E Rizk, R Shane Tubbs, M Loukas,(2014).Brachial Plexus Anesthesia: A Review of the Relevant Anatomy, Complications and Anatomical Variations ,*Clinical Anatomy* 27:210-221.
18. H Sehmbi, C Madjdpour, U Shah, K J Chin,(2015). Ultrasound-guided distal peripheral nerve block of the upper limb: a technical review. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 31:296-307.
19. Kapral S., Greher M., Huber G. et al.,(2008). Ultrasonographic Guidance improves the success rate of interscalene brachial plexus blockade. *Reg Anesth Pain Med* 33(3): 253-258.
20. Jeng C, Rosenblatt M. 2010. Peripheral nerve block: Techniques.In: Up-To-Date.URL: Available at: <http://www.uptodate.com/contents/peripheral-nerve-block-techniques>. [Assessed July 2012].
21. Klaastad O, Sauter A, Dodgson M, (2009).Brachial plexus block with or without ultrasound guidance. *Current Opin Anaesthesiol* 22:655-660.

22. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney CJL, Franco CD, Hogan QH.(2009). Upper extremity regional anesthesia. Essentials of our current understanding, 2008.Reg Anesth Pain Med 34:134-170.
23. McCartney CJL, Lin L, Shastri U,(2010). Evidence basis for the use of ultrasound for upper extremity blocks. Reg Anesth Pain Med 35:S10-S15.
24. Tran QHD, Clemente A, Doan J, Finlayson RJ, (2007). Brachial plexus blocks: A review of approaches and techniques. Can .J. Aaesth 54:662-674.
25. Koscielniak-Nielsen ZJ (2008). Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? Acta Anesthesiol Scand 52:727-737.
26. O'Donnell B, Riordan J, Ahmad I, Ioham G.(2010).A clinical evaluation of block characteristics, using one milliliter of 1% lidocaine in uitrasonud-guided brachial plexus block. Anesth Analg 111:808-810.
27. Eichenberger U, Stoeckli S, Marhofer P, et al.(2009). Minimal local anesthetic volume for peripheral nerve block:a new ultrasound-guided nerve-dimension based method. Reg Anesth Pain Med 34:242-246.
28. Al-Nasser B, Hubert C, Negre M.(2010). Role of local anesthetic spread pattern and electrical stimulation in ultrasound-guided musculocutaneous nerve block. J Clin Anesth 22:334-339.
29. Gutton C, Choquet O, Antonini F, Grossi P,(2010). Ultrasound-guided interscalene block: influence of anatomic variations in clinical practice. Ann Fr An Reanim 29:770-775.(Article in French).
30. Mariano ER, Sandhu NS, Loland V. et al,(2011). A randomized comparison of infraclavicular and supraclavicular continuous peripheral nerve blocks for postoperative analgesia. Reg Anesth Pain Med 36:26-31.
31. Heil JW, Ilfeld BM, Loland VJ, Mariano ER,(2010). Preliminary experience with a novel uultrasound-guided supraclavicular perineural catheter insertion technique for perioperative analgesia of the upper extremity .J Ultrasound Med 29:1481-1485.
32. Bowens C, Gupta RK, O'Byrne WT, et al(2010) .Selective local anesthetic placement using ultrasound guidance and neurostimulation for infraclavicular brachial plexus block. Anesth Analg 110:1480-1485.

33. Bloc S, Mercadal L, Garnier T et al,(2010) Comfort of the patient during axillary block placement:a randomized comparison of the neurostimulation and the ultrasound guidance techniques.Eur J Anaesthesiol 27:628-633.
34. Frederiksen BS, Koscielniak-Nielsen ZJ, Jakobsen RB, et al.(2010). Procedural pain of an ultrasound-guided brachial plexus block:a comparison of axillary and infraclavicular approaches. Acta Anaesthesiol Scand 54:408-413.
35. Dufour E, Cymerman A, Nourry G, et al.(2010). An ultrasonographic assessment of nerve-stimulation guided median nerve block at the elbow, a local anesthetic spread, nerve size and clinical efficiency study. Anesth Analg 111:561-567.
36. Orebaugh SL, McFadden K, Skorupan H, Bigeleisen PE, (2010).Subepineural injection in ultrasound-guided interscalene needle tip placement. Reg Anesth Pain Med 35:450-454.
37. Liu SS, Gordon MA, Shaw BS, et al.(2010). A prospective clinical registry of ultrasound-guided regional anesthesia for ambulatory shoulder surgery. Anesth Analg 111:617-623.
38. Wong DM, Gledhill S, Thomas R, Barrington MJ,(2009). Sonographic location of the radial nerve confirmed by nerve stimulationduring axillarybrachial plexus blockade. Reg Anesth Pain Med 34:503-507.
39. Remerand F, Laulan J, Couvret C et al (2010). Is the musculocutaneous nerve really in the coracobrachialis muscle when performing an axillary block? An ultrasound study. Anesth Analg 110:1729-1734.
40. Gilli S, Abreo A, Gomez-Fernandez M, Sola R, Morros C, Sala-Blanch X.(2019). Patterns of distribution of the nerves around the axillary artery evaluated by ultrasound and assessed by nerve stimulation during axillary block. Clin Anat Jan;32(1): 2-8.