



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΟΣ
ΚΑΘΕΤΗΡΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΣΚΛΗΡΙΔΙΟΥ ΧΩΡΟΥ**

Καλλιόπη Ν. Χριστοδουλάκη

Επιβλέπουσα: **Τατιανή Σιδηροπούλου**
Επικ. Καθηγήτρια Αναesthesιολογίας Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ **Γεωργία Κωστοπαναγιώτου: Καθηγήτρια Αναesthesιολογίας**
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: **Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ**

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΟΣ ΚΑΘΕΤΗΡΙΑΣΜΟΣ
ΕΠΙΣΚΛΗΡΙΔΙΟΥ ΧΩΡΟΥ

Καλλιόπη Ν. Χριστοδουλάκη

A.M.:20170003

Αναισθησιολόγος

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Τατιανή Σιδηροπούλου
Επίκ. Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας
Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

- 1. Τατιανή Σιδηροπούλου,**
Επίκ. Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας
Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ
- 2. Θεοδόσιος Σαραντέας,**
Επίκ. Καθηγητής Αναισθησιολογίας
Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ
- 3. Παρασκευή Ματσώτα,**
Αν. Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας
Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Ιανουάριος 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υπερηχογραφία έχει φέρει επανάσταση στην αναισθησιολογική πρακτική κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων. Η χρήση των υπερήχων για την τοποθέτηση ενδοφλέβιων καθετήρων είναι ευρέως διαδεδομένη, ενώ η υπερηχογραφική καθοδήγηση για την επιτέλεση περιφερικών νευρικών αποκλεισμών έχει επίσης εκτεταμένη εφαρμογή. Δεν ισχύει το ίδιο για τους κεντρικούς νευρικούς αποκλεισμούς, αν και η μέθοδος αναφέρεται στη βιβλιογραφία από το 1980, πιθανώς εξαιτίας των αρκετών περιορισμών της τεχνικής. Παρόλο που πολλές μελέτες και κατευθυντήριες οδηγίες υποστηρίζουν τους υπερήχους για ασφαλέστερους και πιο εύκολους κεντρικούς αποκλεισμούς, οι υπερηχογραφικά-υποβοηθούμενες νευραξονικές επεμβάσεις δεν ήταν συνηθισμένες μέχρι πρόσφατα.

Στη συμβατική τεχνική, η εκτέλεση των νευραξονικών αποκλεισμών βασίζεται κυρίως στην ψηλάφηση ανατομικών οδηγών σημείων. Αυτή είναι μια τυφλή προσέγγιση, και η διαφοροποίηση της ανατομίας κάθε ασθενούς μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές κατά την πραγματοποίηση του αποκλεισμού. Τα ανατομικά οδηγία σημεία μπορεί να αποκρύπτονται λόγω παρουσίας παχυσαρκίας, οιδήματος ή μεταβολών στις ανατομικές δομές (πχ. μετά από χειρουργείο στη σπονδυλική στήλη ή παρουσία σκολίωσης). Η τραυματική παρακέντηση του υπαραχνοειδούς ή επισκληρίδιου χώρου μπορεί να οδηγήσει σε πολύ σοβαρές επιπλοκές (κάκωση νευρικών ριζών, επισκληρίδιο αιμάτωμα, κεφαλαλγία μετά από ακούσια τρώση σκληράς μήνιγγας, παραισθησία). Η συχνότητα επιπλοκών αυξάνεται μετά από πολλαπλές προσπάθειες για εισαγωγή της βελόνας και παρουσία δύσκολου καθετηριασμού επισκληρίδιου χώρου.

Ο προ-επεμβατικός υπέρηχος (σάρωση της σπονδυλικής στήλης πριν το νευραξονικό αποκλεισμό) μπορεί να δώσει την ευκαιρία στον αναισθησιολόγο να έχει μια απεικόνιση των δομών που τον ενδιαφέρουν με τον εντοπισμό των μεσοσπονδύλιων διαστημάτων,

τον προσδιορισμό της μέσης γραμμής της σπονδυλικής στήλης, την εκτίμηση της ιδανικής κλίσης για την εισαγωγή της βελόνας και τη μέτρηση του βάθους του επισκληρίδιου χώρου. Αυτές οι πληροφορίες αυξάνουν τη συχνότητα επιτυχίας στην πρώτη απόπειρα και μειώνουν τον αριθμό των προσπαθειών, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της τεχνικής και της κλινικής έκβασης.

Στην παρούσα μελέτη περιλαμβάνεται η αναλυτική περιγραφή της υπερηχογραφικής τεχνικής και της κλινικής εφαρμογής της, καθώς και μία ανασκόπηση των βιβλιογραφικών δεδομένων που υποστηρίζουν τη χρήση υπερηχογραφίας για την υποβοήθηση της διεξαγωγής επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας· ακολουθούν κάποιες υποδείξεις για την κλινική πρακτική.

SUMMARY

Ultrasonography (US) has brought a revolution in anesthetic practice during last years. The use of ultrasound for intravenous line insertion is widely shared, and the ultrasonographic guidance for the performance of peripheral neural blockades is also extensively used. This does not apply to central neuraxial blockades, even though this method is referred in literature since 1980, possibly because of the several limitations of the technique. Although multiple studies and evidence-based guidelines support US for safer and convenient neuraxial blocks, ultrasound-guided neuraxial procedures were not common until recent years.

In the conventional technique, the performance of neuraxial blocks relies primarily on the palpation of anatomical landmarks. This is a blind approach and the variability of patient anatomy may lead to complications occurring during block performance. The anatomic landmarks may be obscured in the case of obesity, oedema or anatomical variation (eg. after surgical operation in spine or presence of scoliosis). Traumatic needle puncture of subarachnoid or epidural space may lead to serious complications (trauma to neuronal structures, epidural haematoma, postdural puncture headache after unintentional dural puncture, paraesthesia). The rate of complications increases after multiple attempts for needle insertion and in the presence of difficult epidural catheterization.

Pre-procedural ultrasound (scanning of the spine prior to neuraxial blockade) can give the anaesthesiologist an opportunity to have an image of the structures of interest with the detection of intervertebral space, the delineation of neuraxial midline, the estimation of the optimal angle for needle insertion and measurement of the depth of the epidural space. This

kind of information can increase the success rate on the first attempt, reduce the number of attempts and improves technical and clinical outcomes.

In the present study an analytical description of the ultrasound technique and its clinical use is included, in addition to a review in order to examine the data supporting the use of ultrasound for the assistance of the performance of epidural or subarachnoid block. suggestions for clinical practice are following.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Επισκληρίδιος αναισθησία; Υπαραχνοειδής αναισθησία; Υπερηχογραφία;
Σπονδυλική στήλη

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε με την ουσιαστική βοήθεια και την αμέριστη συμπαράσταση όλων των εκπαιδευτών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «Περιοχική αναισθησία». Θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Την κα Γεωργία Γερολουκά – Κωστοπαναγιώτου, Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ και υπεύθυνη του προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών.

Την κα Παρασκευή Ματσώτα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ και μέλος της τριμελούς επιτροπής.

Την κα Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ.

Την κα Σιδηροπούλου Τατιανή, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ και επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας.

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

Η επιτυχής διεκπεραίωση του προγράμματος αποτελεί το επιστέγασμα του ιδιαίτερου ζήλου και της προσπάθειας όλων, για ένα αντικείμενο που αποτελεί καινοτομία για τα ελληνικά δεδομένα και βρίσκεται σε σύμπλευση με τις σύγχρονες εξελίξεις στην αναισθησιολογία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΤΩΝ ΕΝΗΛΙΚΩΝ.....	12
ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ	13
ΟΣΦΥΪΚΗ ΜΟΙΡΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ.....	15
Αδρή ανατομία	15
Τεχνική Και Προετοιμασία Για Τη Σάρωση Με Υπερήχους.....	16
Ανατομικά επίπεδα και επίπεδα υπερηχογραφικής απεικόνισης	17
Υπερηχογραφικές λήψεις εικόνων της Σπονδυλικής Στήλης.....	18
ΘΩΡΑΚΙΚΗ ΜΟΙΡΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ.....	30
Αδρή Ανατομία	30
Υπερηχογραφική τεχνική και υπερηχοανατομία.....	31
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΟΣ ΟΣΦΥΪΚΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ	34
Μέθοδος	35
Έρευνα της βιβλιογραφίας και κριτήρια επιλογής άρθρων.....	35
Εξαγωγή των δεδομένων και στατιστική ανάλυση	36
Αποτελέσματα	37
Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βοηθάει στον ακριβή υπολογισμό του βάθους της βελόνης που απαιτείται για να προσεγγίσει το επισκληρίδιο ή υπαραχνοειδές διάστημα; 41	
Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βελτιώνει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας;	43
Συζήτηση.....	56
Συστάσεις	59
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟΣ Ή ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΘΩΡΑΚΙΚΗ ΜΟΙΡΑ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ.....	60
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ	67
Η πτωχή ποιότητα εικόνας σε παχύσαρκους και ηλικιωμένους ασθενείς.....	67
Ανακρίβεια στο σημάδι του δέρματος.....	68
Είναι η υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη τεχνική εύκολη στην εκμάθηση;.....	69
Υπερηχογραφικά καθοδηγούμενες τεχνικές για νευραξονικό αποκλεισμό οσφυϊκής μοίρας σε πραγματικό χρόνο (Real-time).....	71
ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ	72
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ρόλος των υπερήχων στο νευραξονικό αποκλεισμό έχει υποεκτιμηθεί, εν μέρει λόγω της σχετικής επάρκειας της τεχνικής με τα οδηγία σημεία και εν μέρει λόγω της αντιλαμβανόμενης δυσκολίας στην απεικόνιση μέσα από στενά ακουστικά παράθυρα που δημιουργούνται από τον οστικό σκελετό της σπονδυλικής στήλης (ΣΣ). Παρόλα αυτά, αυτή είναι και η βάση της χρησιμότητας των υπερήχων: ένα ακουστικό παράθυρο που επιτρέπει τη διόδο των ηχητικών κυμάτων μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα είναι αυτό που θα επιτρέψει και τη διόδο μιας βελόνας. Επιπρόσθετα, οι υπέρηχοι βοηθούν στην αναγνώριση των μεσοσπονδύλιων επιπέδων, στην εκτίμηση του βάθους του επισκληρίδιου και του υπαραχνοειδούς χώρου και στον εντοπισμό σημαντικών οδηγιών σημείων, συμπεριλαμβανόμενων της μέσης γραμμής και των μεσοσπονδύλιων χώρων.

Αυτό μπορεί να διευκολύνει το νευραξονικό αποκλεισμό ιδιαίτερα σε ασθενείς με δύσκολα επιφανειακά ανατομικά οδηγία σημεία. Σε αυτή την ανασκόπηση αναφέρεται περιληπτικά η τρέχουσα βιβλιογραφία, περιγράφονται οι βασικές υπερηχογραφικές λήψεις και προτείνεται μια συστηματική προσέγγιση υπερηχογραφικής απεικόνισης για την επιτέλεση υπαραχνοειδούς και επισκληρίδιου αναισθησίας στους ενήλικες ασθενείς.

Η υπερηχογραφική καθοδήγηση έχει φέρει επανάσταση στην περιοχική αναισθησία, ιδιαίτερα στους περιφερικούς αποκλεισμούς νεύρων. Η εφαρμογή της στο νευραξονικό αποκλεισμό δεν έχει ακόμα λάβει την ίδια δημοφιλία, παρόλο που η υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος αναισθησία αποτελούν τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες περιοχικές τεχνικές. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην επάρκεια της παραδοσιακής τεχνικής νευραξονικού αποκλεισμού με την καθοδήγηση με τα επιφανειακά οδηγία σημεία, καθώς και στους περιορισμούς της υπερηχογραφίας για τη σπονδυλική στήλη των ενηλίκων. Η υπερηχογραφική απεικόνιση των δομών που εγκλείονται στα σπονδυλικά οστά των

ενηλίκων είναι εφικτή μόνο μέσω των μεσοπετάλιων διαστημάτων, μεταξύ παρακείμενων σπονδύλων.

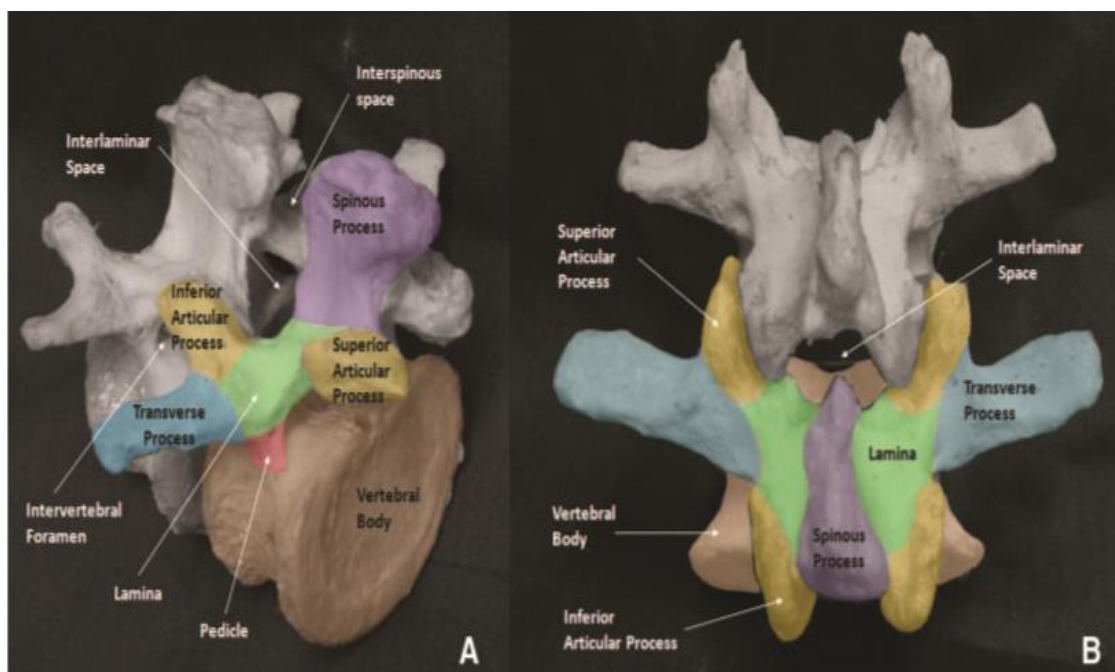
Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι διττός: αρχικά, να περιγράψει τη σχετική ανατομία και υπερηχοανατομία της οσφυϊκής και θωρακικής μοίρας της ΣΣ των ενηλίκων και να συστήσει μια εύκολη συστηματική προσέγγιση για την απεικόνιση της σπονδυλικής στήλης, κατά την επιτέλεση υπαραχοειδούς και επισκληρίδιου αναισθησίας. Στη συνέχεια, γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της παρούσας γνώσης πάνω στη χρήση των υπερήχων στον νευραξονικό αποκλεισμό.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΤΩΝ ΕΝΗΛΙΚΩΝ

Η πρώτη αναφορά υπερηχογραφικά καθοδηγούμενης οσφυϊκής παρακέντησης εμφανίστηκε στη ρωσική βιβλιογραφία το 1971.⁽¹⁾ Εννέα χρόνια αργότερα, οι Cork και συν. περιέγραψαν τη χρήση των υπερήχων για τη σκιαγράφιση της ανατομίας της σπονδυλικής στήλης.⁽²⁾ Παρόλο που οι εικόνες ήταν πτωχής ποιότητας για τα σημερινά δεδομένα, ήταν ικανές να οριοθετήσουν τα πέταλα, τον ωχρό σύνδεσμο, το σπονδυλικό σωλήνα και το σπονδυλικό σώμα. Στη συνέχεια, οι υπέρηχοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την προεπισκόπηση της ανατομίας της σπονδυλικής στήλης και τη μέτρηση της απόστασης του πετάλου και του επισκληρίδιου χώρου πριν από την παρακέντησή του.^(3,4) Μεταξύ 2001 και 2004, οι Grau και συν. πραγματοποίησαν μια σειρά ερευνών, που έδειχναν τη χρησιμότητα των υπερήχων στην επισκληρίδιο αναλγησία και ήταν ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της υπερηχογραφίας της σπονδυλικής στήλης.⁽⁵⁻¹⁵⁾ Παρά το γεγονός αυτό, από το τέλος του 2004 έως την αρχή του 2007, μόνο τρία περιστατικά που αφορούσαν την υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη επισκληρίδιο αναισθησία αναφέρθηκαν στη βιβλιογραφία.⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ Πιθανώς αυτό οφειλόταν στην πτωχή ποιότητα και την περιορισμένη διαθεσιμότητα της υπερηχογραφικής απεικόνισης. Από τότε έχει υπάρξει ένας αυξανόμενος αριθμός δημοσιεύσεων σε σχέση με την επισκληρίδιο αναισθησία, συμπεριλαμβανόμενων και των κατευθυντήριων οδηγιών της NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence - Guidelines⁽¹⁹⁾), που αφορούν την υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη υπαραχοειδή και επισκληρίδιο αναισθησία. Επίσης, έχει υπάρξει ενδιαφέρον για τη χρήση τους από γιατρούς των επειγόντων, για την καθοδήγηση οσφυϊκής παρακέντησης.⁽²⁰⁻²³⁾

ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Ένας τυπικός σπόνδυλος αποτελείται από δύο μέρη: το σώμα και το τόξο. Το σπονδυλικό τόξο συντίθεται από τα παρακάτω στοιχεία: αυχένες, πέταλα, εγκάρσιες αποφύσεις, ακανθώδεις αποφύσεις και τις άνω και κάτω αρθρικές αποφύσεις (**εικ.1**).



Εικόνα 1. Λοξή λήψη (A) και Οπίσθια λήψη (B) οσφυϊκού σπονδύλου. Μεσοπετάλιος χώρος (Interlaminar space), Μεσακάνθιος χώρος (Interspinous space), Μεσοσπονδύλιο τρήμα (Intervertebral foramen,) Πέταλο (Lamina), Αυχένας (Pedicle), Εγκάρσια απόφυση (Transverse process,) Άνω και Κάτω Αρθρική απόφυση (Superior and Inferior Articular process), Σπονδυλικό σώμα (Vertebral body), Ακανθώδης απόφυση (Spinous process).

Οι παρακείμενοι σπόνδυλοι αρθρώνονται μέσω των άνω και κάτω αρθρικών αποφύσεων, καθώς και στους μεσοσπονδύλιους δίσκους μεταξύ των σπονδυλικών σωμάτων. Σε αυτό το άρθρο χρησιμοποιούμε τους όρους μεσοπετάλιος χώρος και μεσοσπονδύλιος χώρος για να αναφερόμαστε στα κενά μεταξύ παρακείμενων πετάλων και ακανθωδών αποφύσεων αντίστοιχα.

Το σπονδυλικό κανάλι ή σπονδυλικός σωλήνας σχηματίζεται οπισθίως από τις ακανθώδεις αποφύσεις και τα πέταλα, πλαγίως από τους αυχένες και προσθίως από το σπονδυλικό σώμα. Ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος εκτείνεται κατά μήκος του πρόσθιου τοιχώματος του σπονδυλικού καναλιού. Μοναδικά ανοίγματα μέσα στο σπονδυλικό κανάλι

είναι τα μεσοσπονδύλια τμήματα κατά μήκος του πλαγίου τοιχώματός του, από όπου αναδύονται οι ρίζες των νωτιαίων νεύρων, και τα μεσοπετάλια διαστήματα στο οπίσθιο τοίχωμα του. Ο ωχρός σύνδεσμος αποτελείται από πυκνό συνδετικό ιστό που γεφυρώνει τα μεσοπετάλια διαστήματα. Έχει σχήμα τόξου σε διατομή και είναι παχύτερος στη μέση γραμμή. Ο ωχρός σύνδεσμος προσκολλάται στην πρόσθια επιφάνεια του άνωθεν πετάλου, αλλά διχάζεται για να προσκολληθεί στην οπίσθια (το επιπολής τμήμα του) και την πρόσθια επιφάνεια του κάτωθεν πετάλου (το εν τω βάθει τμήμα του). Οι ακανθώδεις αποφύσεις συνδέονται στα άκρα τους με τον επακάνθιο σύνδεσμο, που είναι μια ισχυρή ινώδης χορδή, ενώ σε όλο το μήκος τους με το μεσακάνθιο σύνδεσμο, που αποτελεί μια λεπτή μεμβρανώδη δομή.

Εντός του σπονδυλικού σωλήνα βρίσκεται ο μηνιγγικός σάκος και το περιεχόμενό του. Ο μηνιγγικός σάκος σχηματίζεται από τη σκληρά και την αραχνοειδή μήνιγγα και περικλείει το νωτιαίο μυελό, την ιππουρίδα και το εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Ο χώρος του σπονδυλικού σωλήνα που βρίσκεται επί τα εκτός του μηνιγγικού σάκου αποτελεί τον επισκληρίδιο χώρο. Ο χώρος αυτός παρουσιάζει πολυπλοκότερη ανατομία από αυτήν που παρουσιάζουν τα περισσότερα βιβλία ανατομίας. Διαχωρίζεται σε πρόσθιο, πλάγιο, και οπίσθιο, σε σχέση με το μηνιγγικό σάκο. Ο οπίσθιος επισκληρίδιος χώρος είναι αυτός που παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο νευραξονικό αποκλεισμό. Ο χώρος αυτός δεν είναι συνεχής. Αντίθετα, είναι διαχωρισμένος από τμηματικές περιοχές με λίπος μεταξύ των μεσοπετάλιων διαστημάτων. Οι πλάγιοι επισκληρίδιοι χώροι βρίσκονται στο επίπεδο κάθε μεσοσπονδύλιου τμήματος και περιέχουν νωτιαία νεύρα, ριζιτικά αγγεία και λίπος. Η κύρια δομή που παρουσιάζει ενδιαφέρον στον πρόσθιο επισκληρίδιο χώρο είναι το έσω σπονδυλικό φλεβικό πλέγμα.

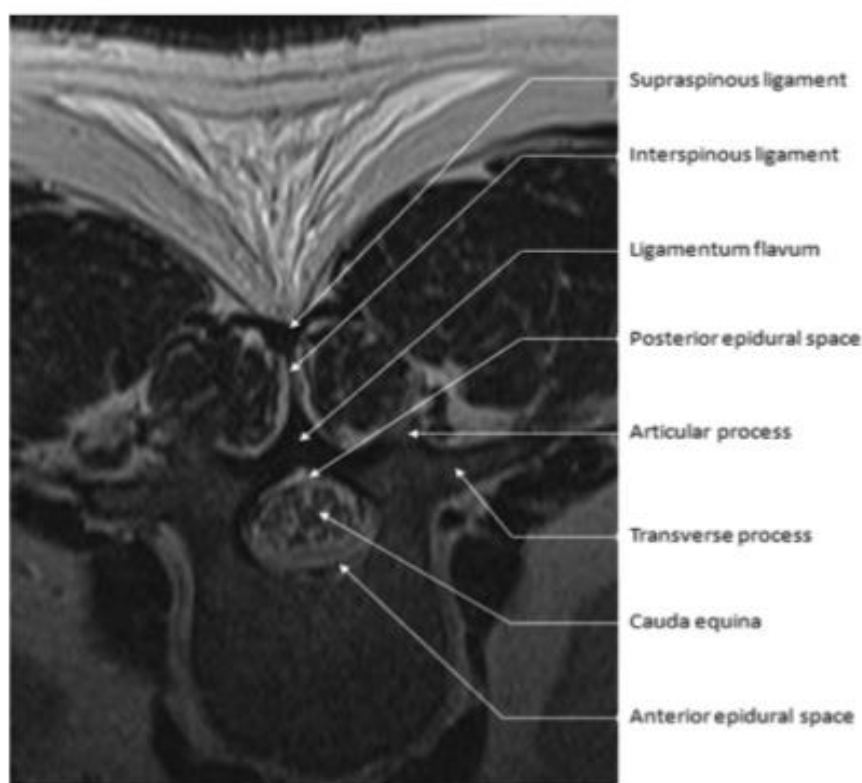
ΟΣΦΥΪΚΗ ΜΟΙΡΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Αδρή ανατομία

Η οπίσθια επιφάνεια των πετάλων των πέντε οσφυϊκών σπονδύλων κλίνει προς μια πρόσθια, προς τα άνω, κατεύθυνση (**εικ. 1**). Τα πέταλα, αντίθετα από ότι συμβαίνει στη θωρακική μοίρα, δεν αλληλεπικαλύπτονται, και υπάρχει διακριτός μεσοπετάλιος χώρος ανάμεσα σε παρακείμενους σπονδύλους. Οι ακανθώδεις αποφύσεις είναι ευρείες και επίπεδες στην κάθετη διάσταση και προβάλλουν προς τα πίσω, με μια μικρή μόνο προς τα κάτω κλίση. Γι' αυτό, η πρόσβαση του σπονδυλικού σωλήνα στη μέση γραμμή, δια μέσου των μεσακάνθιων και των μεσοπετάλιων διαστημάτων, είναι σχετικά εύκολη. Αυτά τα διαστήματα διευρύνονται περισσότερο με την κάμψη του σώματος προς τα εμπρός. Η πρόσβαση στη μέση γραμμή μπορεί να είναι δυσκολότερη στους ηλικιωμένους λόγω στένωσης ή ασβεστοποίησης του μεσακάνθιου χώρου, ετερότοπης οστεοποίησης των μεσακάνθιων συνδέσμων και υπερτροφίας των αρθρώσεων facet. Οι εγκάρσιες αποφύσεις αναδύονται μπροστά από τις αρθρικές αποφύσεις και προβάλλουν προς τα πίσω και πλάγια. Η εγκάρσια απόφυση του τρίτου οσφυϊκού σπονδύλου είναι χαρακτηριστικά η μακρύτερη. Οι αρθρώσεις facet και οι εγκάρσιες αποφύσεις βρίσκονται στο ίδιο περίπου εγκάρσιο επίπεδο με το μεσοπετάλιο διάστημα, και το κατώτερο άκρο της ακανθώδους απόφυσης βρίσκεται επάνω από το πιο ευρύ σημείο του μεσοπετάλιου χώρου.

Ο ωχρός σύνδεσμος κείται τοξοειδώς πάνω από το μεσοπετάλιο διάστημα. Εν τω βάθει αυτού, βρίσκεται το πλούσιο σε λίπος διαμέρισμα του οπίσθιου επισκληρίδιου χώρου (**εικ. 2**). Ο οπίσθιος επισκληρίδιος χώρος έχει μια τριγωνική εγκάρσια διατομή στην οσφυϊκή μοίρα (τυπικά 7 χιλιοστά εύρος στη μέση γραμμή κατά στην προσθιοπίσθια διάσταση) και στενεύει πιο μακριά, σε ένα εικονικό χώρο μπροστά από τα πέταλα, όπου η οπίσθια σκληρά μήνιγγα βρίσκεται σε άμεση επαφή με την οστική επιφάνεια. Μέσα στο μηνιγγικό σάκο, ο μυελικός κώνος στους ενήλικες εντοπίζεται πιο συχνά στο επίπεδο του σώματος

του πρώτου οσφυϊκού σπονδύλου. Παρόλα αυτά, η εντόπισή του ακολουθεί μια κανονική κατανομή σε μεμονωμένους ασθενείς, με αποτέλεσμα να κυμαίνεται από το μέσο του 12ου θωρακικού σπονδύλου ως το άνω τριτημόριο του 3ου οσφυϊκού σπονδύλου. Από το μυελικό κώνο αναδύεται η ιππουρίδα και το τελικό νημάτιο. Το κάτω όριο του μηνιγγικού σάκου τυπικά ανευρίσκεται στο μέσο του σώματος του 2ου ιερού σπονδύλου, παρόλο που σε μεμονωμένους ασθενείς έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται μεταξύ του άνω ορίου του 1ου ιερού σπονδύλου ως το κάτω όριο του 4ου ιερού σπονδύλου.



Εικόνα 2. Εγκάρσια μαγνητική απεικόνιση (MRI) ενός οσφυϊκού σπονδύλου στο επίπεδο του μεσοπετάλιου χώρου. Επακάνθιος σύνδεσμος (Supraspinous ligament), Μεσακάνθιος σύνδεσμος (Interspinous ligament), Ωχρός σύνδεσμος (Ligamentum flavum), Οπίσθιος Επισκληρίδιος χώρος (Posterior Epidural space), Αρθρική απόφυση (Articular process), Εγκάρσια απόφυση (Transverse process), Ιππουρίδα (Cauda equina), Πρόσθιος Επισκληρίδιος χώρος (Anterior Epidural space).

Τεχνική Και Προετοιμασία Για Τη Σάρωση Με Υπερήχους

Κατά τη διάρκεια της σάρωσης της οσφυϊκής μοίρας, οι ασθενείς πρέπει να τοποθετηθούν στη θέση που θα πραγματοποιηθεί ο νευραξονικός αποκλεισμός, συνήθεστερα στην πλάγια κατακεκλιμένη θέση ή στην καθιστή θέση. Συστήνεται η χρήση

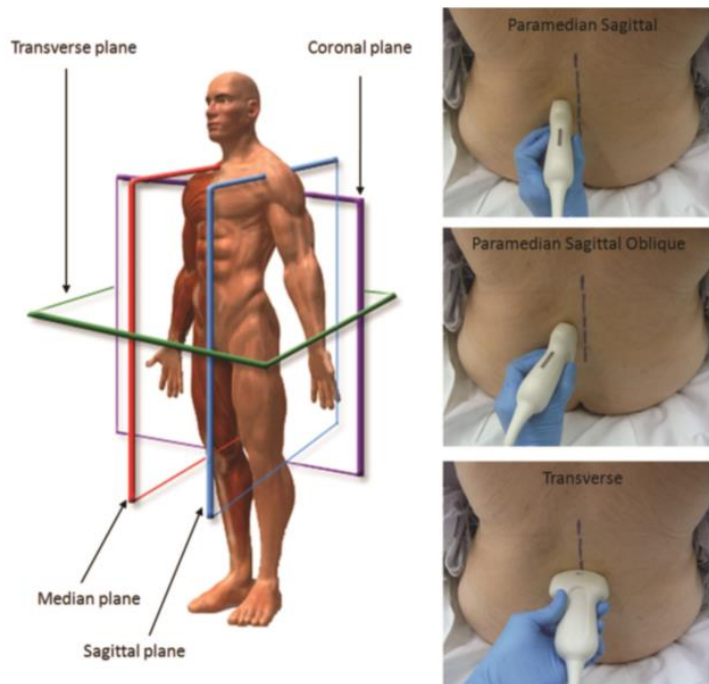
κυρτής υπερηχογραφικής κεφαλής, χαμηλής συχνότητας 2-5 MHz, η οποία χαρακτηρίζεται για το ευρύ πεδίο απεικόνισης και τη μεγαλύτερη εν τω βάθει διεισδυτικότητα στους ιστούς, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της αναγνώρισης της ανατομίας και της ποιότητας της εικόνας αντίστοιχα. Μια αρχική ρύθμιση του βάθους στα 7-8 εκατοστά είναι κατάλληλη για τους περισσότερους ασθενείς, αλλά οι ρυθμίσεις του βάθους, της εστίασης και της ενίσχυσης του υπερηχογραφικού μηχανήματος πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της σάρωσης για να επιτευχθεί η βέλτιστη απεικόνιση.

Ανατομικά επίπεδα και επίπεδα υπερηχογραφικής απεικόνισης

Για την περιγραφή της ανατομίας του ανθρώπου χρησιμοποιούνται οι παρακάτω όροι σε ότι αφορά τα βασικά επίπεδα (**εικ. 3**):

1. Παράμεσο οβελιαίο, όταν η δέσμη κατευθύνεται στο οβελιαίο επίπεδο της σπονδυλικής στήλης πλάγια από το μέσο οβελιαίο επίπεδο (από τη μέση γραμμή).
2. Παράμεσο λοξό οβελιαίο, όμοιο με το παράμεσο οβελιαίο εκτός από το ότι εφαρμόζεται μια κλίση στη δέσμη υπερήχων στοχεύοντας το μέσο οβελιαίο επίπεδο.
3. Εγκάρσιο, όταν η δέσμη παραλληλίζεται με το εγκάρσιο ή οριζόντιο επίπεδο.

Οι όροι εγκάρσιος (*transverse*) και αξονικός (*axial*) είναι συνώνυμοι όταν αναφέρονται σε επίπεδα απεικόνισης. Ο πρώτος θα χρησιμοποιηθεί σε αυτή την ανασκόπηση.



Εικόνα 3. Ανατομικά επίπεδα και προσανατολισμοί ηχοβολέα. 3 ανατομικά επίπεδα: Οβελιαίο (Sagittal), Εγκάρσιο (Transverse) και Στεφανιαίο (Coronal). Το Οβελιαίο επίπεδο στη μέση γραμμή ονομάζεται και Μέσο επίπεδο (Median or Midline Sagittal plane). Ανάλογα με την κατεύθυνση της υπερηχητικής δέσμης στα ανατομικά επίπεδα, χαρακτηρίζονται τα 3 επίπεδα τομών των υπερηχητικών εικόνων: Παράμεσο Οβελιαίο (Paramedian Sagittal), Παράμεσο Οβελιαίο Λοξό (Paramedian Sagittal Oblique) και Εγκάρσιο (Transverse).

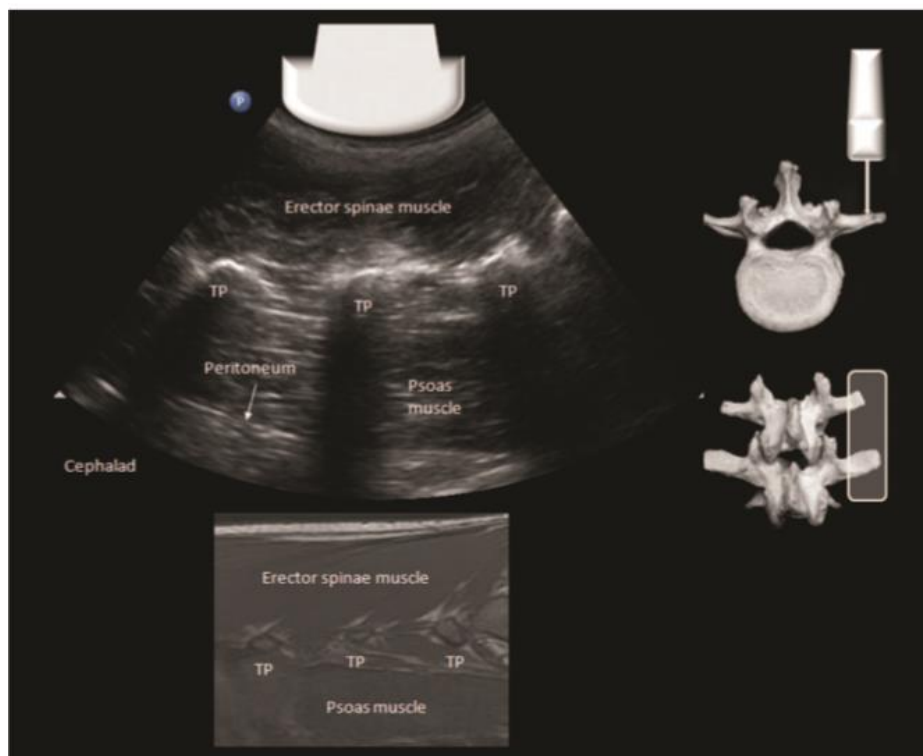
Υπερηχογραφικές λήψεις εικόνων της Σπονδυλικής Στήλης

Η αναγνώριση κάποιων πρότυπων εικόνων είναι απαραίτητη προκειμένου να ερμηνευθεί η ηχοανατομία της ΣΣ, διότι το βάθος και τα περιορισμένα ακουστικά παράθυρα συχνά αποκλείουν την διαυγή απεικόνιση των ανατομικών δομών. Αξίζει να θυμάται κανείς ότι οι οστικές επιφάνειες φαίνονται ως υπερηχοϊκές (λευκές) επίπεδες δομές με πυκνή ακουστική σκιά (μαύρη) από κάτω, που αποκρύπτει εντελώς τις κάτωθεν δομές. Ο συνδετικός ιστός (σύνδεσμοι, μεμβράνες σε περιτονίες) εμφανίζεται επίσης υπερηχοϊκός, επειδή όμως η ακουστική του αντίσταση είναι μικρότερη από αυτήν του οστού, επιτρέπει την απεικόνιση των βαθύτερων δομών. Το λίπος και το υγρό έχουν πολύ χαμηλή ακουστική αντίσταση και είναι υποηχοϊκά (σκούρα). Μια συστηματική προσέγγιση στη σάρωση (πίνακας 1) διευκολύνει τόσο τη διαδικασία αναγνώρισης κάποιου προτύπου, όσο και τη συνολική

απόδοση του νευραξονικού αποκλεισμού υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση. Υπάρχουν 5 βασικές υπερηχογραφικές εικόνες που μπορούν να ληφθούν και αυτές θα περιγραφούν παρακάτω με λεπτομέρεια.

1. Παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των εγκάρσιων αποφύσεων (Parasagittal Transverse Process View).

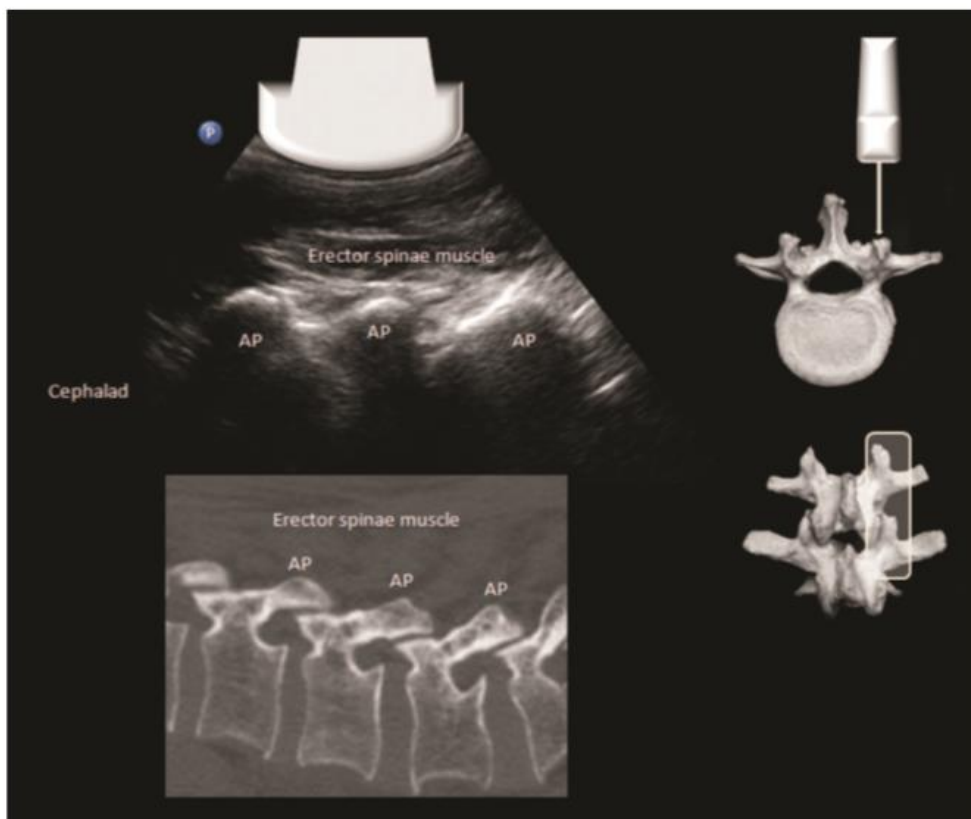
Αρχικά, η υπερηχογραφική κεφαλή τοποθετείται 3-4 εκατοστά πλάγια από τη μέση γραμμή, με παράμεση οβελιαία κατεύθυνση της δέσμης και ακριβώς πάνω από το άνω όριο του ιερού οστού. Σε αυτή τη λήψη, είναι ορατές οι εγκάρσιες αποφύσεις των διαδοχικών οσφυϊκών σπονδύλων. Αυτές απεικονίζονται ως βραχείς καμπυλόγραμμες υπερηχοϊκές δομές με έντονα προβλημένη ακουστική σκιά από κάτω «σαν δάχτυλα», μια εικόνα που έχει χαρακτηριστεί ως «το σημείο της τρίαινας». Ο γραμμωτός μείζων ψοϊτής μυς φαίνεται ανάμεσα στις ακουστικές σκιές, και εν τω βάθει, των εγκάρσιων αποφύσεων (εικ. 4).



Εικόνα 4. Παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των εγκάρσιων αποφύσεων (Parasagittal Transverse Process View) και η αντίστοιχη τομή στη μαγνητική απεικόνιση. Εκτείνων τη ράχη μυς (Erector spinae muscle), Ψοϊτής μυς (Psoas muscle), Εγκάρσια απόφυση (Transverse Process-TP), και Περιτόναιο (Peritoneum).

2. Παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των αρθρικών αποφύσεων (Parasagittal Articular Process View).

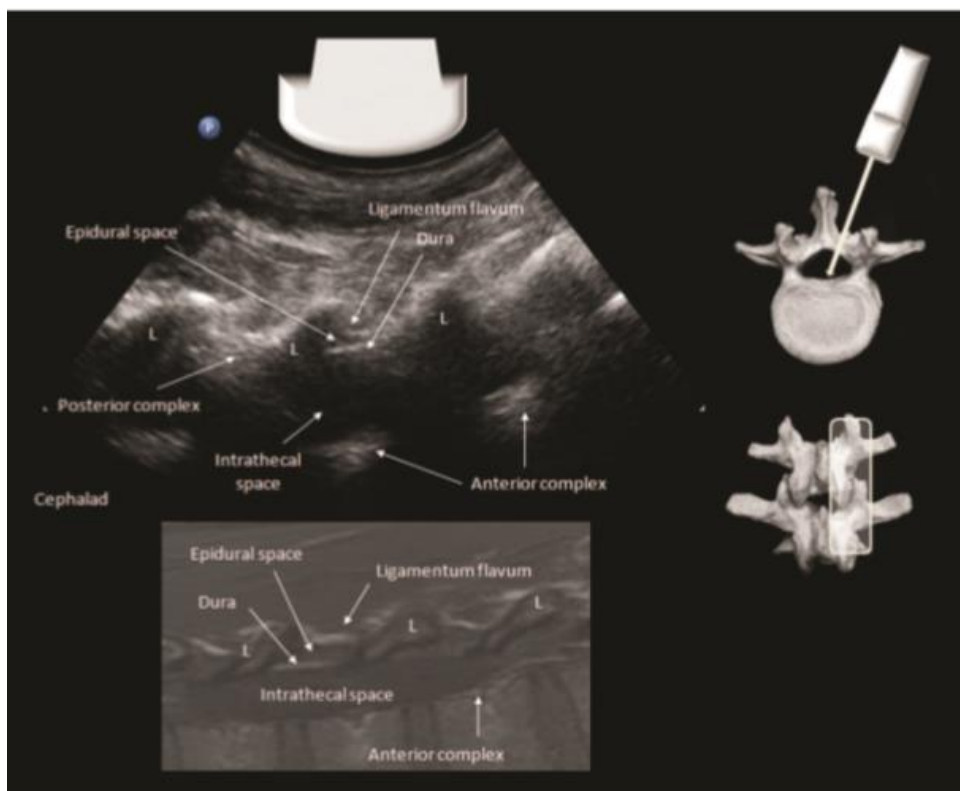
Από τη θέση της παράμεσης οβελιαίας τομής στο επίπεδο των εγκάρσιων αποφύσεων, η υπερηχογραφική κεφαλή γλιστράει προς τη μέση γραμμή μέχρι να φανεί μια συνεχής υπερηχοϊκή γραμμή από ύβους (εξογκώματα) (εικ. 5). Κάθε ύβος παρουσιάζει την άρθρωση facet ανάμεσα στην άνω και την κάτω αρθρική απόφυση των διαδοχικών σπονδύλων. Οι άνω και οι κάτω αρθρικές αποφύσεις κείτονται αμφοτέρως στο στεφανιαίο επίπεδο πίσω από τις εγκάρσιες αποφύσεις, κι έτσι είναι ορατές σε ένα πιο επιφανειακό βάθος από τις εγκάρσιες αποφύσεις.



Εικόνα 5. Παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των αρθρικών αποφύσεων (Parasagittal Articular Process View) και η αντίστοιχη εικόνα του επιπέδου σε αξονική τομογραφία. Εκτείνων τη ράχη μως (Erector spinae muscle), Αρθρική απόφυση (Articular Process-AP).

3. Παράμεση οβελιαία λοξή τομή (Parasagittal Oblique View).

Αφού έχει ληφθεί η παράμεση οβελιαία λήψη στο επίπεδο των αρθρικών αποφύσεων, εφαρμόζεται μια κλίση στην υπερηχογραφική κεφαλή, ώστε να επιτευχθεί γωνίωση της δέσμης σε μια πλάγια προς μέση κατεύθυνση προς το μέσο οβελιαίο επίπεδο. Τα πέταλα της οσφυϊκής μοίρας, λόγω της κλίσης που παρουσιάζουν, σχηματίζουν την εικόνα «οδόντων πριονιού» σε αυτή την τομή. Τα κενά που μεσολαβούν αντιπροσωπεύουν τους παράμεσους μεσοπετάλιους χώρους, μέσω των οποίων μπορούν να φανούν οι παρακάτω δομές (από την επιφάνεια προς το βάθος): ωχρός σύνδεσμος, επισκληρίδιος χώρος, οπίσθια σκληρά μήνιγγα, ενδορραχιαίος χώρος, πρόσθια σκληρά μήνιγγα, οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος, και οπίσθιο σπονδυλικό σώμα (**εικ. 6**).



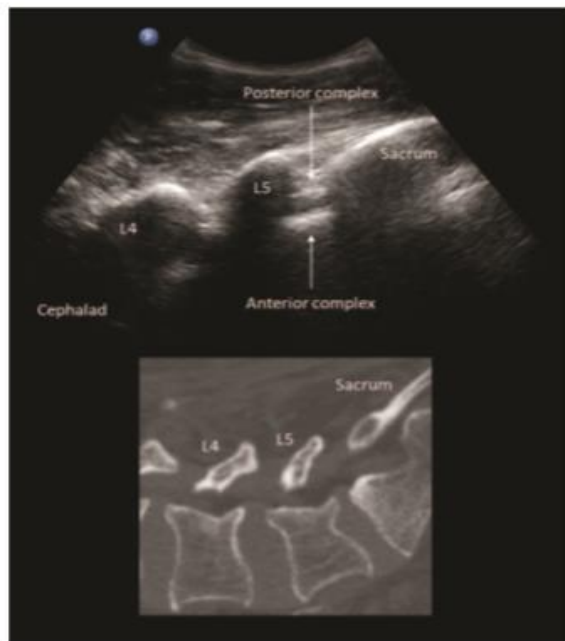
Εικόνα 6. Παράμεση οβελιαία λοξή τομή (Parasagittal Oblique View) και η αντίστοιχη τομή στη μαγνητική απεικόνιση. Πέταλο (Lamina-L), Επισκληρίδιος χώρος (Epidural space), Ωχρός σύνδεσμος (Ligamentum flavum), Πρόσθιο σύμπλεγμα (Anterior complex), Ενδορραχιαίος χώρος (Intrathecal space), Σκληρά μήνιγγα (Dura), Οπίσθιο σύμπλεγμα (Posterior complex).

Ο ωχρός σύνδεσμος, ο επισκληρίδιος χώρος και η οπίσθια σκληρά μήνιγγα συχνά απεικονίζονται σε μια συνεχή υπερηχογραφική δομή, η οποία έχει ονομαστεί οπίσθιο σύμπλεγμα (*posterior complex*). Γλιστρώντας με μικρές κινήσεις κι εφαρμόζοντας μικρή κλίση στην υπερηχογραφική κεφαλή, μπορεί να γίνει η διάκριση του ωχρού συνδέσμου από την οπίσθια σκληρά μήνιγγα, ως δυο υπερηχοϊκών γραμμών που διαχωρίζονται από το υποηχοϊκό λίπος του οπίσθιου επισκληρίδιου χώρου. Παρόλα αυτά, ο οπίσθιος επισκληρίδιος χώρος δεν είναι πάντα ορατός. Αυτό εξηγείται μερικώς από τους περιορισμούς της υπερηχογραφικής ανάλυσης, ιδιαίτερα στους παχύσαρκους ασθενείς, αλλά και από το τριγωνικό σχήμα της διατομής του οπίσθιου επισκληρίδιου χώρου. Επειδή ο χώρος αυτός λεπταίνει προς τα πλάγια όρια του, το εμφανές εύρος του εξαρτάται από το ακριβές σημείο που τον διατέμνει η δέσμη των υπερήχων. Ο υπαραχνοειδής χώρος είναι ομοιόμορφα υποηχοϊκός, αν και η ιππουρίδα και το τελικό νημάτιο μπορεί να είναι ορατά ως υπερηχοϊκές γραμμές εντός του χώρου, με παλμική κίνηση. Η πρόσθια σκληρά μήνιγγα, ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος και το οπίσθιο μέρος του σπονδυλικού σώματος ή του σπονδυλικού δίσκου είναι συνολικά ορατά, ως μία, μοναδική υπερηχοϊκή δομή η οποία έχει ονομαστεί πρόσθιο σύμπλεγμα (*anterior complex*). Σχεδόν ποτέ στους ενήλικες δεν διακρίνεται το ένα στοιχείο από το άλλο στο πρόσθιο σύμπλεγμα.

Η από πάνω προς τα κάτω διάσταση του μεσοπετάλιου διαστήματος μπορεί να εκτιμηθεί από το μήκος του οπίσθιου ή του πρόσθιου συμπλέγματος και μπορεί να παρέχει μια ένδειξη της τεχνικής δυσκολίας που σχετίζεται με το νευραξονικό αποκλεισμό σε αυτό το επίπεδο. Το βάθος του οπίσθιου συμπλέγματος από την επιφάνεια του δέρματος μπορεί να μετρηθεί για να μας δώσει μια ένδειξη του αναμενόμενου βάθους της βελόνας για την υπαραχνοειδή ή την επισκληρίδιο αναισθησία.

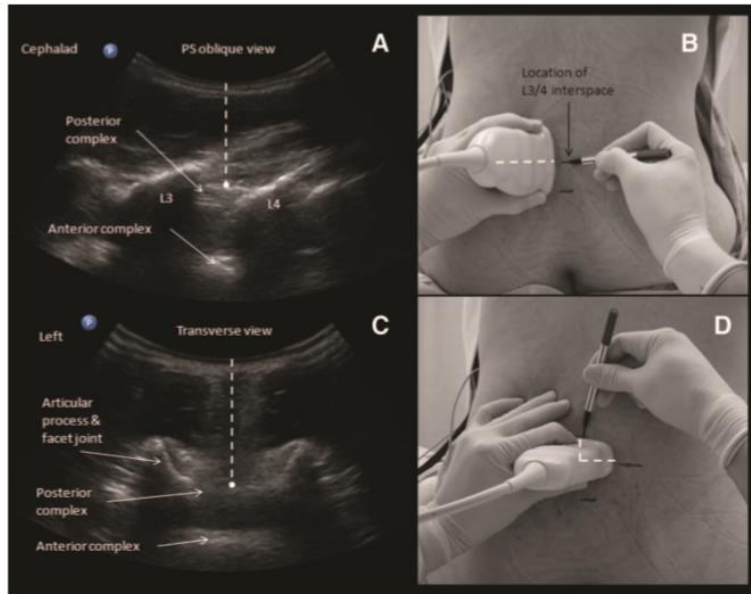
Ακριβής αναγνώριση των μεσοσπονδύλιων διαστημάτων

Ενώ η υπερηχογραφική κεφαλή βρίσκεται στη θέση της παράμεσης οβελιαίας λοξής λήψης, μπορεί στη συνέχεια να γλιστρήσει προς την ουραία κατεύθυνση μέχρι να γίνει ορατή η οριζόντια υπερηχοϊκή γραμμή του ιερού οστού (εικ. 7). Το κενό ανάμεσα στη γραμμή του ιερού και την εικόνα οδόντος πριονιού του O5 πετάλου αποτελεί το O5-I1 μεσοσπονδύλιο διάστημα. Ένα χαρακτηριστικό του O5 πετάλου είναι ότι είναι στενότερο από τα υπόλοιπα οσφυϊκά πέταλα, και αυτό μπορεί να διευκολύνει την αναγνώριση.



Εικόνα 7. Παράμεση οβελιαία λοξή λήψη στη συμβολή O5-I1 και η αντίστοιχη εικόνα στην αξονική τομογραφία (οστικό παράθυρο).

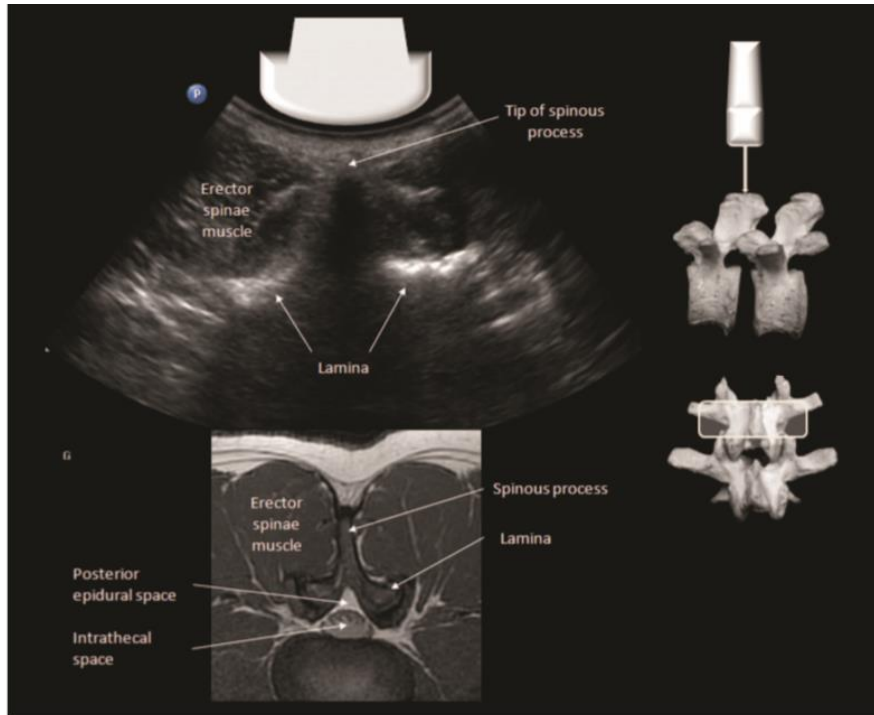
Τα υπόλοιπα οσφυϊκά μεσοδιαστήματα μπορούν να αναγνωριστούν εύκολα από την παράμεση οβελιαία λοξή λήψη μετρώντας προς τα επάνω από το σημείο της οσφυοϊεράς συμβολής. Ο εντοπισμός της περιοχής του κάθε μεσοδιαστήματος μπορεί να καταδειχθεί στο κέντρο της οθόνης των υπερήχων. Στη συνέχεια, σημαδεύεται το σημείο του δέρματος που βρίσκεται στο μέσο του επιμήκους χείλους της υπερηχογραφικής κεφαλής, και αυτό αντιστοιχεί στο μεσοδιάστημα (εικ. 8). Έτσι αποτρέπεται η παραπλάνηση στην αναγνώριση των επιπέδων κατά τη σάρωση στο εγκάρσιο επίπεδο.



Εικόνα 8. Σημείωση δέρματος για καθοδήγηση εισαγωγής της βελόνας. Παράμεση οβελιαία λοξή τομή (Parasagittal-PS- Oblique View,) Εγκάρσια τομή (Transverse View), Αρθρικές αποφύσεις και Αρθρώσεις Facet (Articular processes and Facet joints), Πρόσθιο – Οπίσθιο Σύμπλεγμα (Anterior – Posterior Complex).

4. Εγκάρσια τομή στο επίπεδο των ακανθωδών αποφύσεων (Transverse Spinous Process View).

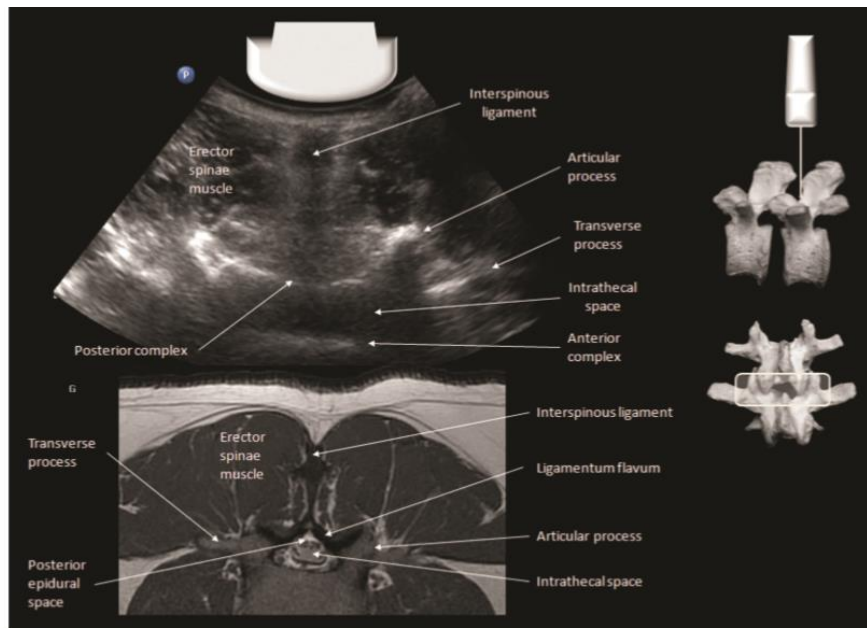
Αφού ολοκληρωθεί η εξέταση στο παράμεσο οβελιαίο επίπεδο, η υπερηχογραφική κεφαλή περιστρέφεται κατά 90 μοίρες και βρίσκεται στην εγκάρσια κατεύθυνση, με επίκεντρο τη μέση γραμμή της σπονδυλικής στήλης (*neuraxial midline*). Αν η κεφαλή βρίσκεται πάνω από ακανθώδη απόφυση, το άκρο της ακανθώδους αποφύσεως είναι ορατό ως μια επιφανειακή υπερηχοϊκή γραμμή με ακουστική σκιά από κάτω. Η θέση της μπορεί να σημειωθεί, αν είναι επιθυμητό, αφού πρώτα αυτή τοποθετηθεί στο κέντρο της οθόνης των υπερήχων. Τα υπερηχοϊκά πέταλα φαίνονται εκατέρωθεν της ακανθώδους απόφυσης, αλλά όλες οι άλλες δομές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον κρύβονται από την οστική ακουστική σκιά (**εικ. 9**).



Εικόνα 9. Εγκάρσια τομή στο επίπεδο των ακανθωδών αποφύσεων (Transverse Spinous Process View) και η αντίστοιχη εικόνα σε Μαγνητική απεικόνιση). Οπίσθιος Επισκληρίδιος χώρος (Posterior Epidural space), Ενδορραχιαίος χώρος (Intrathecal space), Ακανθώδης απόφυση (Spinous process), Εκτεινών τη ράχη μύς (Erector spinae muscle).

5. Εγκάρσια μεσοπετάλια λήψη (Transverse Interlaminar View).

Γλιστρώντας την κεφαλή προς την κεφαλική ή την ουραία κατεύθυνση από τη θέση λήψης των ακανθωδών αποφύσεων, ευθυγραμμίζεται η δέσμη με το μεσακάνθιο και το μεσοπετάλιο διάστημα και παρέχεται έτσι η εγκάρσια λήψη των μεσοπετάλιων χώρων και των περιεχομένων του σπονδυλικού καναλιού. Τυπικά, η ευθύγραμμη ακουστική σκιά της ακανθώδους απόφυσης δίνει τη θέση της σε μια λιγότερο σκούρα κάθετη γραμμή που αντιστοιχεί στο μεσακάνθιο σύνδεσμο που πλαισιώνεται δεξιά κι αριστερά από τους παρακείμενους ηχογενείς εκτεινόντες τη ράχη μύες. Εν τω βάθει αυτής της γραμμής, είναι ορατές οι δύο παράλληλες υπερηχοϊκές γραμμές του οπίσθιου και του πρόσθιου συμπλέγματος που διαχωρίζονται από τον υποηχοϊκό υπαραχνοειδή χώρο (εικ. 10). Ανάλογα με το εύρος του μεσακάνθιου χώρου και τη γωνία που προβάλλουν οι ακανθώδεις αποφύσεις, η κεφαλή μπορεί να χρειαστεί κεφαλική κλίση για τη βελτιστοποίηση της εικόνας του σπονδυλικού καναλιού.



Εικόνα 10. Εγκάρσια μεσοπετάλια λήψη και αντίστοιχη εικόνα σε Μαγνητική απεικόνιση. Μεσακάνθιος σύνδεσμος (Interspinous ligament), Ωχρός σύνδεσμος (Ligamentum flavum), Πρόσθιο σύμπλεγμα (Anterior complex), Ενδορραχιαίος χώρος (Intrathecal space), Οπίσθιο σύμπλεγμα (Posterior complex), Οπίσθιος Επισκληρίδιος χώρος (Posterior Epidural space), Αρθρική απόφυση (Articular process), Εγκάρσια απόφυση (Transverse process), Εκτείνων τη ράχη μως (Erector spinae muscle).

Αντίθετα με την παράμεση λοξή οβελιαία λήψη, στην εγκάρσια μεσοπετάλια λήψη ο ωχρός σύνδεσμος και η οπίσθια σκληρά μήνιγγα είναι ορατά σπάνια, σαν απομακρυσμένες δομές, και περιστασιακά μπορεί να μη φαίνονται καθόλου. Η πτωχή απεικόνιση του οπίσθιου συμπλέγματος μπορεί να οφείλεται στο στενότερο ακουστικό παράθυρο που υπάρχει ανάμεσα στις ακανθώδεις αποφύσεις. Παρόλα αυτά έχει επίσης προταθεί ότι η απουσία του οπίσθιου συμπλέγματος μπορεί να οφείλεται στην παρουσία φυσικών κενών χώρων μέσα στον ωχρο σύνδεσμο. Αν πάντως το πρόσθιο διαμέρισμα είναι ορατό, αυτό σημαίνει ότι η δέσμη υπερήχων έχει καταφέρει να διασχίσει το σπονδυλικό κανάλι, κι έτσι μπορεί να είναι κανείς σίγουρος ότι ο μεσοπετάλιος χώρος έχει αναγνωριστεί. Οι εγκάρσιες και οι αρθρικές αποφύσεις αποτελούν επιπλέον οδηγία σημεία σε δύσκολες περιπτώσεις, διότι βρίσκονται περίπου στο ίδιο εγκάρσιο επίπεδο με το μεσοπετάλιο χώρο.

Αφού επιτευχθεί η ιδανική εικόνα, μπορεί να μετρηθεί το βάθος του οπίσθιου συμπλέγματος από την επιφάνεια του δέρματος. Η μέση γραμμή της σπονδυλικής στήλης

(*neuraxial midline*) και το μεσοπετάλιο διάστημα αντιστοιχούν στο μέσο της επιμήκους και της βραχείας πλευράς της κεφαλής, και μπορούν να σημειωθούν πάνω στο δέρμα (εικ. 8). Το σημείο τομής αυτών των δύο οδηγών σημείων υποδεικνύει ένα κατάλληλο σημείο για εισαγωγή της βελόνας στη μέση προσπέλαση για υπαραχνοειδή ή επισκληρίδιο αναισθησία. Η κεφαλική κλίση (γωνίωση) που απαιτείται για την εισαγωγή στο μεσοπετάλιο διάστημα, μπορεί επίσης να υπολογιστεί από το βαθμό κλίσης της υπερηχογραφικής κεφαλής για την επίτευξη της βέλτιστης εικόνας για την εγκάρσια λήψη των μεσοπετάλιων χώρων.

Πίνακας 1. Συστηματική Προσέγγιση του Υπερηχογραφικά-καθοδηγούμενου Νευραξονικού Αποκλεισμού της Οσφυϊκής μοίρας της ΣΣ των Ενηλίκων (από *Chin et al. Anesthesiology 2011; 114:1459–85*⁽⁶⁴⁾)

Βήματα	Λιαδικασία	Οδηγά σημεία-Κλειδιά
1. Προετοιμασία για υπερηχογραφική σάρωση	Τοποθέτηση ασθενούς στη θέση που θα πραγματοποιηθεί ο νευραξονικός αποκλεισμός. Επιλογή κυρτής υπερηχογραφικής κεφαλής, χαμηλής συχνότητας 2-5 MHz. Προσαρμογή βάθους (συνήθως 7–10 εκατοστά), εστίασης, και ρυθμίσεων ενίσχυσης αναλόγως αναγκών.	
2. Παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των εγκάρσιων αποφύσεων (<i>Parasagittal Transverse Process View</i>)	Τοποθέτηση ηχοβολέα σε παράμεση οβελιαία θέση 3–4 εκατοστά από τη μέση γραμμή.	Σημείο «τρίαινας», σχηματιζόμενο από τις ακουστικές σκιές των εγκάρσιων αποφύσεων (η κάθε μια «έχει εικόνα δακτύλου»).
3. Παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των αρθρικών αποφύσεων (<i>Parasagittal Articular Process View</i>)	Ο ηχοβολέας γλιστράει προς τη μέση γραμμή διατηρώντας την παράμεση κατεύθυνση.	Αποστρογγλωμένα εξογκώματα των αρθρώσεων facet ανάμεσα στις άνω και κάτω αρθρικές αποφύσεις.
4. Παράμεση οβελιαία λοξή τομή (<i>Parasagittal Oblique</i>)	Έχοντας τον ηχοβολέα στην παράμεση οβελιαία τομή στο επίπεδο των αρθρικών αποφύσεων, κλίση του ηχοβολέα προς τη	Εικόνα των πετάλων σαν «δόντια πριονιού». Οπίσθιο σύμπλεγμα (ωχρός

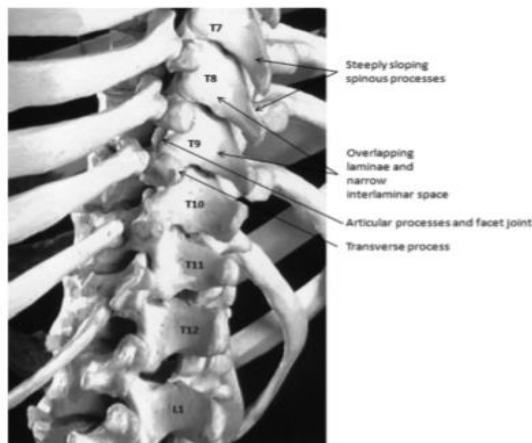
View)	<p>μέση γραμμή για τη λήψη της παράμεσης οβελιαίας λοξής τομής. Επιπρόσθετες μικρές κινήσεις γλιστρώντας και κλίνοντας τον ηχοβολέα μπορεί να χρειαστούν για τη βελτίωση της εικόνας.</p>	<p>σύνδεσμος, επισκληρίδιος χώρος και οπίσθια μήνιγγα). Πρόσθιο σύμπλεγμα (πρόσθια μήνιγγα, οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος, σπονδυλικό σώμα).</p>
<p>5. Αναγνώριση μεσοσπονδύλιων επιπέδων και σημείωση δέρματος</p>	<p>Ο ηχοβολέας γλιστράει ουραία διατηρώντας την παράμεση οβελιαία λοξή κατεύθυνση, μέχρι να βρεθεί στο κέντρο της εικόνας των υπερήχων το O5-I1 μεσοσπονδύλιο διάστημα. Ο εντοπισμός του θα ανταποκρίνεται στο μέσον της μακράς πλευράς του ηχοβολέα και μπορεί να σημειωθεί πάνω στο δέρμα του ασθενούς. Γλιστρώντας τον ηχοβολέα σε μια κεφαλική κατεύθυνση, τοποθετείται στο κέντρο της οθόνης των υπερήχων κάθε διαδοχικό μεσοσπονδύλιο διάστημα (O4-O5, O3-O4, O2-O3) και σημειώνεται κάθε ένα πάνω στο δέρμα του ασθενούς («προς τα άνω αρίθμηση»).</p> <p>Η επιβεβαίωση της ταυτοποίησης κάθε μεσοσπονδύλιου διαστήματος μπορεί να επιβεβαιωθεί με την αναγνώριση του Θ12 σπονδύλου από την άρθρωση του με την 12^η πλευρά και στη συνέχεια γλιστρώντας τον ηχοβολέα στην ουραία κατεύθυνση για να γίνει ορατό κάθε διαδοχικό μεσοσπονδύλιο διάστημα («προς τα κάτω αρίθμηση»).</p>	<p>Οριζόντια υπερηχοϊκή γραμμή του ιερού οστού. Η 12^η πλευρά και η άρθρωσή της με την εγκάρσια απόφυση του Θ12 σπονδύλου.</p>
<p>6. Εγκάρσια μεσοπετάλια λήψη (Transverse Interlaminar View)</p>	<p>Περιστροφή του ηχοβολέα κατά 90 μοίρες σε εγκάρσιο προσανατολισμό και γλιστρώντας τον κεφαλικά ή ουραία ώστε να ληφθούν εγκάρσιες μεσοπετάλιες λήψεις των επιθυμητών μεσοδιαστημάτων. Ο ηχοβολέας μπορεί να χρειαστεί κεφαλική κλίση για βελτίωση της εικόνας. Υπολογισμός του βάθους που απαιτείται για την είσοδο της βελόνας με τη μέτρηση της απόστασης του οπίσθιου συμπλέγματος από</p>	<p>Μεσακάνθιος σύνδεσμος. Αρθρικές αποφύσεις και εγκάρσιες αποφύσεις. Πρόσθιο σύμπλεγμα. Οπίσθιο σύμπλεγμα.</p>

	την επιφάνεια του δέρματος με τη χρήση του ηλεκτρονικού μετρητή του υπερηχογραφικού μηχανήματος (<i>electronic caliper</i>)	
7. Αναγνώριση και σημείωση σημείου εισαγωγής στο δέρμα για μια προσπέλαση από τη μέση γραμμή	<p>Η μέση γραμμή της ΣΣ φέρεται στο κέντρο της οθόνης των υπερήχων στην εγκάρσια μεσοπετάλια λήψη, και σημειώνονται στο δέρμα το μέσο σημείο της μακράς και το μέσο σημείο της βραχείας πλευράς του ηχοβολέα. Η διασταύρωση αυτών των 2 σημάδιων υποδεικνύει το σημείο εισαγωγής της βελόνης.</p> <p>Εκτέλεση της υπαραχοειδούς ή επισκληρίδιου αναισθησίας με τη συνήθη διαδικασία, καθοδηγούμενη από τα σημάδια πάνω στο δέρμα και τις μετρήσεις του βάθους. Επανακατευθύνσεις της βελόνης, αν απαιτούνται, είναι συνήθως μικρές και με κεφαλική κατεύθυνση.</p>	

ΘΩΡΑΚΙΚΗ ΜΟΙΡΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Αδρή Ανατομία

Η μορφολογία των 12 θωρακικών σπονδύλων διαφέρει κατά μήκος της θωρακικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. Οι πρώτοι τέσσερις θωρακικοί σπόνδυλοι (Θ1-Θ4) είναι όμοιοι με τους αυχενικούς, από μερικές απόψεις: έχουν κάθετα προσανατολισμένες αρθρικές αποφύσεις και ακανθώδεις αποφύσεις που προβάλλουν κατευθείαν προς τα πίσω. Οι κατώτεροι τέσσερις θωρακικοί σπόνδυλοι (Θ9-Θ12) είναι όμοιοι με τους οσφυϊκούς: οι αρθρικές αποφύσεις προβάλλουν προς τα πλάγια, και οι ακανθώδεις αποφύσεις είναι ευρείες, επίπεδες και προβάλλουν κατευθείαν προς τα πίσω. Από την άλλη μεριά, οι ακανθώδεις αποφύσεις των Θ5-Θ8 σπονδύλων προβάλλουν προς τα πίσω με μια απότομη προς τα κάτω γωνία, έτσι ώστε το κάτω άκρο της ακανθώδους απόφυσης να βρίσκεται πάνω από το μέσο του πετάλου του κάτωθεν σπονδύλου (εικ. 11).



Εικόνα 11. Πέταλα (*Laminae*), Ακανθώδης απόφυση (*Spinous process*), Εγκάρσια απόφυση (*Transverse process*), Αρθρικές αποφύσεις (*Articular processes and Facet joints*).

Τα πέταλα των παρακείμενων θωρακικών σπονδύλων επίσης επικαλύπτονται, με αποτέλεσμα τα μεσοπετάλια διαστήματα αυτών στη θωρακική μοίρα να είναι εξαιρετικά μικρά, και δύσκολα στην πρόσβασή τους. Οι θωρακικές εγκάρσιες αποφύσεις αναδύονται πίσω από τις αρθρικές αποφύσεις και αρθρώνονται με την αντίστοιχη πλευρά. Η παρουσία πλευράς αποτελεί αναγνωριστικό σημείο της μετάβασης μεταξύ Ο1 και Θ12 σπονδύλου

και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την προσέγγιση της «προς τα άνω αρίθμησης» από την Ο5-Ι1 συμβολή, για τον προσδιοριστεί το ακριβές επίπεδο του μεσοσπονδύλιου διαστήματος.

Υπερηχογραφική τεχνική και υπερηχοανατομία

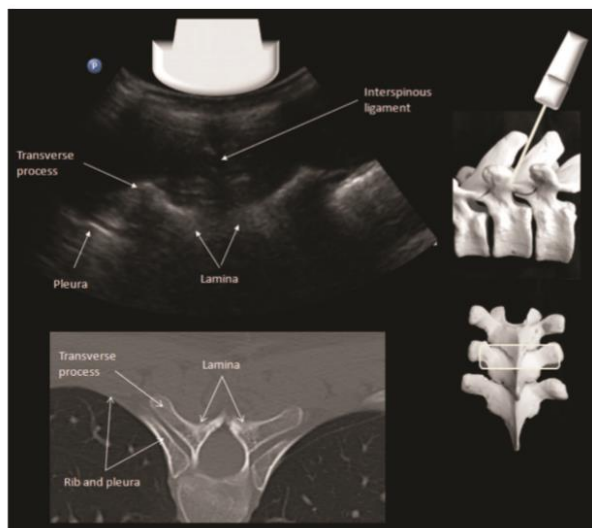
Υπερηχογραφική τεχνική της Κατώτερης Θωρακικής Μοίρας ΣΣ

Η υπερηχογραφική εμφάνιση των κατώτερων θωρακικών σπονδύλων (Θ9-Θ12) και των οσφυϊκών σπονδύλων είναι παρόμοια, εκτός από το ότι τα μεσοπετάλια διαστήματα τείνουν να είναι στενότερα (**εικ. 11**).

Με την υπερηχογραφική κεφαλή στην παράμεση θέση και σε απόσταση 2-3 εκατοστών πλαγίως της μέσης γραμμής, οι πλευρές είναι ορατές ως βραχείες υπερηχοϊκές γραμμές με έντονη ακουστική σκιά από κάτω. Γλιστρώντας την κεφαλή προς τη μέση γραμμή δημιουργείται η παράμεση λήψη των αρθρικών αποφύσεων, όπως αυτή στην οσφυϊκή μοίρα. Η παράμεση λοξή λήψη και η εγκάρσια λήψη μπορούν στη συνέχεια να εξαχθούν, όπως στην απεικόνιση της οσφυϊκής μοίρας.

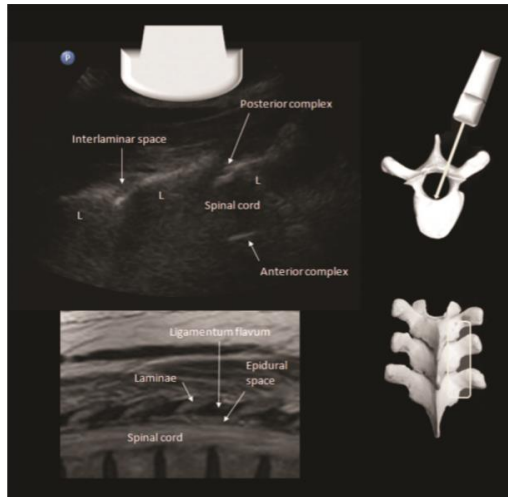
Υπερηχογραφική τεχνική της Μέσης Μοίρας της Θωρακικής ΣΣ

Η απεικόνιση της μέσης μοίρας της θωρακικής ΣΣ είναι πολύ πιο δύσκολη λόγω της έντονης γωνίωσης με ουραία κατεύθυνση των ακανθωδών αποφύσεων και των επικαλυπτόμενων πετάλων. Στην πράξη, ενώ οι ακανθώδεις αποφύσεις, τα πέταλα, οι εγκάρσιες αποφύσεις, οι πλευρές και ο υπεζωκότας είναι ορατά στη σάρωση στο εγκάρσιο επίπεδο, είναι σχεδόν αδύνατο να επιτευχθεί η εγκάρσια μεσοπετάλια λήψη (**εικ. 12**).



Εικόνα 12. Πλευρά και Υπεζωκότας (Rib and Pleura), Μεσακάνθιος σύνδεσμος (Interspinous ligament), Πέταλο Πέταλα (Lamina), Εγκάρσια απόφυση (Transverse process).

Γι αυτό η σάρωση στο εγκάρσιο επίπεδο παρέχει πολύ λίγες χρήσιμες πληροφορίες για το νευραξονικό αποκλεισμό εκτός από την αναγνώριση της μέσης γραμμής και τη μέτρηση του βάθους που βρίσκεται το πέταλο. Από την άλλη μεριά, η παράμεση λοξή λήψη είναι πιο χρήσιμη. Σε αυτήν, τα πέταλα είναι ορατά σαν οριζόντιες καμπυλόγραμμες υπερηχοϊκές δομές με ακουστική σκιά από κάτω, κι ενώ το στενό εύρος του μεσοπετάλιου χώρου μπορεί να εμποδίσει την ορατότητα του υπαραχνοειδούς χώρου, ο εντοπισμός των μεσοπετάλιων χώρων μπορεί να αναγνωρισθεί άμεσα και να σημειωθεί με τον ίδιο τρόπο όπως στην οσφυϊκή μοίρα (εικ. 13).



Εικόνα 13. Πέταλα (Laminae), Επισκληρίδιος χώρος (Epidural space), Νωτιαίος μυελός (Spinal cord), Μεσοπετάλιος χώρος (Interlaminar space), Πρόσθιο – Οπίσθιο σύμπλεγμα (Anterior – Posterior complex).

ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΟΣ ΟΣΦΥΪΚΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ

Κατά τον υπερηχογραφικό έλεγχο της σπονδυλικής στήλης (ΣΣ) για την πραγματοποίηση επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας, θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε εξ αρχής κάποιους συγκεκριμένους όρους. Η υπερηχογραφική εξέταση της ΣΣ πριν από την εφαρμογή της επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας αποσκοπεί στην αναγνώριση των διάφορων ανατομικών δομών, και στην επιτυχή τοποθέτηση της βελόνης, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι προσπάθειες προσέγγισης του επισκληρίδιου ή του υπαραχνοειδούς χώρου. Αυτή η τεχνική ονομάζεται «υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη» (*ultrasound-assisted*). Η προσέγγιση του επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς χώρου υπερηχογραφικώς καθοδηγούμενη (*ultrasound-guided*) σε πραγματικό χρόνο έχει περιγραφεί, αλλά παραμένει ακόμα σε πειραματικό επίπεδο, και κατά συνέπεια δεν θα εξεταστεί στην παρούσα ανασκόπηση.

Ο σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να εξεταστούν τα δεδομένα που υποστηρίζουν τη χρήση των υπερήχων για την υποβοήθηση της διεξαγωγής επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας, και ακολούθως να δοθούν κάποιες υποδείξεις για την κλινική πρακτική. Επιχειρήσαμε να απαντήσουμε σε 3 κλινικές ερωτήσεις:

- 1. Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βοηθάει στον εντοπισμό ενός συγκεκριμένου μεσοσπονδύλιου διαστήματος;**
- 2. Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βοηθάει στον ακριβή υπολογισμό του βάθους της βελόνης που απαιτείται για να προσεγγίσει το επισκληρίδιο ή υπαραχνοειδές διάστημα;**
- 3. Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βελτιώνει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας;**

Μέθοδος

Έρευνα της βιβλιογραφίας και κριτήρια επιλογής άρθρων

Σε αυτή την ανασκόπηση συμπεριλάβαμε όλες τις ελεγχόμενες τυχαιοποιημένες μελέτες (Randomized Controlled Trials, RCTs) και προοπτικές μελέτες (cohort studies) που αφορούσαν τον υπερηχογραφικά υποβοηθούμενο νευραξονικό αποκλεισμό της οσφυϊκής μοίρας της ΣΣ σε ενήλικες. Συμπεριλάβαμε, επίσης, μελέτες που αφορούσαν την διαγνωστική οσφυονωτιαία παρακέντηση δεδομένου ότι η τοποθέτηση της βελόνης είναι ίδια με την υπαραχνοειδή αναισθησία. Αποκλείστηκαν μελέτες που αφορούσαν τη θωρακική επισκληρίδιο, μελέτες που αφορούσαν τη θεραπεία χρόνιου πόνου, καθώς και άλλες που περιέγραφαν τεχνικές υπερηχογραφικά καθοδηγούμενης επισκληρίδιου/υπαραχνοειδούς σε πραγματικό χρόνο (*real time ultrasound neuraxial anaesthesia*). Μελέτες που δεν αφορούσαν τα 3 κύρια ερωτήματα της ανασκόπησης επίσης αποκλείστηκαν.

Πραγματοποιήσαμε μια έρευνα των βάσεων δεδομένων MEDLINE, Science Direct, Web of Science, Scopus και Cochrane Central Register of Controlled Trials από την πρώτη περιγραφή της τεχνικής έως και τον Δεκέμβριο 2018. Στην αναζήτηση χρησιμοποιήσαμε τους εξής όρους: *ultrasound, ultrasonography, epidural, peridural, subarachnoid space, epidural analgesia, epidural anesthesia, spinal anesthesia* σε διάφορους συνδυασμούς. Μόνο μελέτες στα Αγγλικά εξετάστηκαν. Αρχικά, εξετάσαμε όλους τους τίτλους και περιλήψεις, και στη συνέχεια μετά από μια πρώτη επιλογή, το πλήρες κείμενο μελετών που μπορεί να αφορούσαν την ανασκόπηση. Η εξέταση έγινε σε όλες τις φάσεις από 2 ερευνητές. Για τις περιπτώσεις που υπήρχε διαφωνία, αυτή λυνόταν με συζήτηση και κοινή απόφαση μεταξύ των ερευνητών.

Για τον εντοπισμό του μεσοσπονδύλιου διαστήματος χρησιμοποιήθηκαν ελεγχόμενες προοπτικές μελέτες που συνέκριναν την υπερηχογραφική τεχνική με μια συμβατική

τεχνική. Για τον υπολογισμό του βάθους του επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς διαστήματος χρησιμοποιήθηκαν μελέτες που συσχετίζαν το βάθος που υπολογίζεται υπερηχογραφικά με το πραγματικό βάθος στο οποίο εντοπίστηκε το επισκληρίδιο ή υπαραχνοειδές διάστημα.

Για τη μετα-ανάλυση συμπεριλήφθηκαν μόνο οι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες που αφορούσαν τη σύγκριση μεταξύ ομάδας υπερηχογραφικά υποβοηθούμενης τεχνικής νευραξονικής αναισθησίας και ομάδας ελέγχου με συμβατική τεχνική. Υπολογίσθηκαν 4 διαφορετικά αποτελέσματα (*outcomes*). Το πρώτο αφορούσε τον συνολικό χρόνο (*procedure time*) που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η τεχνική (χρόνος που απαιτείται για τον εντοπισμό των σημείων + χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση της τεχνικής). Το δεύτερο αφορούσε την επιτυχία στην πρώτη απόπειρα της τεχνικής (*first attempt success rate*). Το τρίτο αφορούσε τον αριθμό επανακατευθύνσεων της βελόνης (*number of needle passes*), ενώ το τέταρτο αφορούσε το ποσοστό αποτυχίας της τεχνικής. Μελέτες που δεν περιείχαν στοιχεία για κάποιο από αυτά τα ερωτήματα αποκλείστηκαν.

Εξαγωγή των δεδομένων και στατιστική ανάλυση

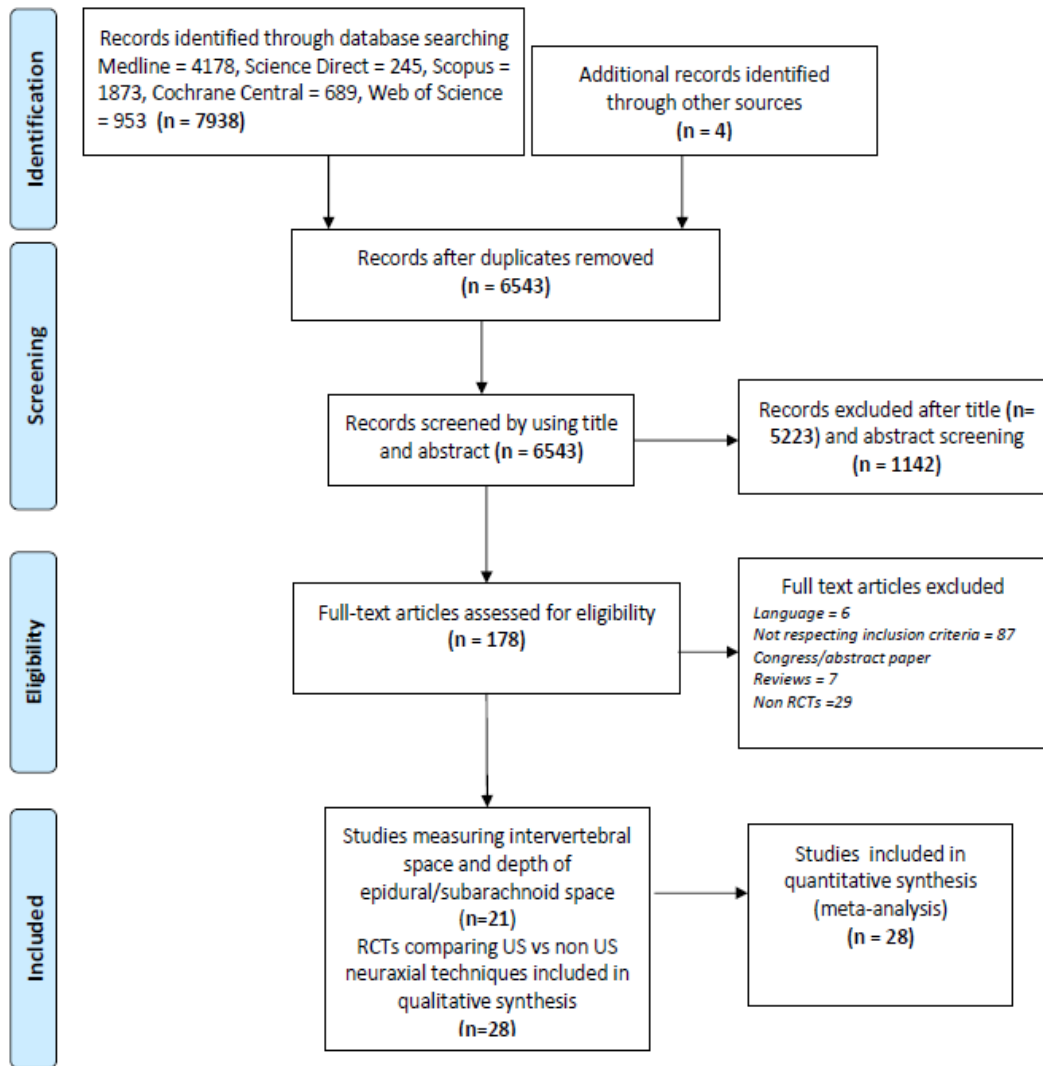
Όλες οι μελέτες αξιολογήθηκαν ανεξάρτητα από δύο ερευνητές, οι οποίοι συλλέξανε τα δεδομένα που αφορούσαν τη μετα-ανάλυση σε ένα φύλλο EXCEL ειδικά διαμορφωμένο για τη μετα-ανάλυση. Στις μελέτες που περιέγραφαν τον αριθμό των επανακατευθύνσεων της βελόνης με median [IQR], αυτές μετατράπηκαν σε mean (SD) με την μέθοδο των Luo και συν.⁽²⁴⁾ για τη μέση τιμή και των Wan και συν. για την σταθερή απόκλιση⁽²⁵⁾. Τα διάφορα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν ως δείκτης κινδύνου (*risk ratio*) για τις μεταβλητές κατηγορίας και ως μέση απόκλιση [mean difference, (MD)] για τις συνεχείς μεταβλητές μαζί με διαστήματα εμπιστοσύνης στο 95% [95% confidence intervals, (CIs)].

Η στατιστική ετερογένεια μετρήθηκε με το χ^2 test, και το Higgins I^2 test. Υπολογίσαμε επίσης το numbers needed to treat (NNT) με 95% CI.

Για κάθε μελέτη έγινε υπολογισμός του κινδύνου μεροληψίας της μελέτης (*risk of bias assessment*). Η μετα-ανάλυση έγινε χρησιμοποιώντας το RevMan 5.3 (The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, Copenhagen, 2014). Ακολουθήσαμε τις κατευθυντήριες οδηγίες του Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement. Χρησιμοποιήσαμε το Jadad score και το Cochrane Collaboration's risk of bias assessment tool για τις τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες που αφορούσαν την επίδραση της υπερηχογραφικά υποβοηθούμενης τεχνικής στην κλινική έκβαση και ασφάλεια.

Αποτελέσματα

Από την αναζήτηση στις διάφορες βάσεις δεδομένων προέκυψαν 7938 αναφορές (**εικ. 14**). Μετά από ανάγνωση του τίτλου και της περίληψης προέκυψαν 178 μελέτες στις οποίες αναζητήθηκε το πλήρες κείμενο. Από αυτές, 11 προοπτικές μελέτες και RCTs εξέτασαν το 1ο ερώτημα της ανασκόπησης, 19 προοπτικές μελέτες και RCTs εξέτασαν το 2ο ερώτημα της ανασκόπησης, ενώ 28 RCTs συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση για το 3ο ερώτημα της συστηματικής ανασκόπησης.



Εικόνα 14. Διάγραμμα ροής της διαδικασίας ανεύρεσης των συμπεριλαμβανόμενων μελετών.

Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βοηθάει στον εντοπισμό ενός συγκεκριμένου μεσοσπονδύλιου διαστήματος;

Πίνακας 2. Μελέτες που αναφέρουν την ακρίβεια στον εντοπισμό του μεσοσπονδύλιου διαστήματος.

Author, Year	Country of Origin	n	Separate Reference Standard	Primary Outcome	Main Findings
Chin 2018	Australia	215	Palpation	Agreement	50% agreement 11% off by ≥ 2 levels
Duniec, 2013	Poland	122	Palpation	Agreement	64% agreement 18% higher by palpation by 1 level 0.8% higher by palpation by 2 levels 16.4% lower by palpation by 1 level 0.8% lower by palpation by 2 levels
Dussourd 2017	France	52	Palpation	Distance between US and anatomical landmarks	US mark 32 [27-37] mm below anatomical mark Change of level at 67% patients
Furness, 2002	United Kingdom	50	X-ray	Accuracy L3-4	Ultrasound 71% accurate Palpation 30% accurate
Halpern, 2010	Canada	74	CT scan	CUSUM analysis for 90% accuracy	90% accuracy after 22 and 36 scans
Lee, 2011	United States	51	Palpation	Agreement	14% agreement 23% higher by palpation by 1 level 25% higher by palpation by >1 level
Locks, 2010	Brazil	90	Palpation	Agreement at L3-4	50% agreement
Schlotterbeck, 2008	United Kingdom	99	Palpation	Agreement	36% agreement 50% higher by palpation 14% lower by palpation
Watson, 2003	United Kingdom	17	MRI	US accuracy at L3-4	76.5% accuracy (13/17) 23.5% off by 1 level
Whitty, 2008	Canada	121	Palpation	Agreement	55% agreement 32% higher by palpation
Weineger, 2018	United States	52	Palpation	Agreement	60% agreement 36% higher by palpation 4% lower by palpation

Έντεκα μελέτες^(26,27,28,73,80,29,82,84,88,89,36) (Πίνακας 2) που αφορούσαν συνολικά 943 ασθενείς προσπάθησαν να δώσουν απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Όλες οι μελέτες χρησιμοποίησαν μια μέθοδο «μέτρησης προς τα άνω». Αρχικά ο ηχοβολέας τοποθετήθηκε πάνω από το ιερό οστό, σε εγκάρσια διατομή το ιερό ταυτοποιήθηκε ως μια συνεχής υπερηχογενής γραμμή. Στη συνέχεια, ο ηχοβολέας μεταφέρθηκε κεφαλικά, για να εντοπιστούν τα μεσακάνθια ή μεσοπετάλια διαστήματα. Σε όλες τις μελέτες χρησιμοποιήθηκε ένας καμπυλωτός ηχοβολέας, χαμηλής συχνότητας. Οι περισσότερες μελέτες ήταν γενικά καλής ποιότητας σύμφωνα με το QUADAS-risk of bias assessment tool για τις διαγνωστικές μελέτες, διότι μόνο 2 μελέτες έλαβαν «υψηλή» βαθμολογία σε κάποιο τομέα. Επτά μελέτες (Πίνακας 2) εξέτασαν την συσχέτιση μεταξύ υπερηχογραφικών και ψηλαφητών σημείων για τον εντοπισμό ενός συγκεκριμένου μεσοσπονδύλιου διαστήματος. Καμία όμως μελέτη δε συνέκρινε την υπερηχογραφικά

υποβοηθούμενη τεχνική με το χρυσό αρχέτυπο (*gold-standard*) της ακτινοσκοπικής μεθόδου. Οι Schlotterbeck και συν.⁽⁸⁴⁾ και οι Whitty και συν.⁽⁸⁹⁾ μελέτησαν αναδρομικά μια ομάδα ασθενών που έλαβαν επισκληρίδιο αναλγησία για τοκετό, στις οποίες το καταγεγραμμένο επίπεδο εισαγωγής της βελόνης συγκρίθηκε με τον υπερηχογραφικό εντοπισμό του μεσοσπονδύλιου διαστήματος στο επίπεδο που είχε εισαχθεί η βελόνη. Από τις μελέτες αποκλείστηκαν ασθενείς στις οποίες είχαν γίνει πολλαπλές προσπάθειες εισαγωγής της βελόνης, ή που είχαν ανεπαρκή καταγραφή του επιπέδου της επισκληρίδιου. Για αυτούς τους λόγους έλαβαν υψηλή βαθμολογία στον τομέα του χρόνου διεξαγωγής της μελέτης με το εργαλείο QUADAS-2. Σε όλες τις μελέτες η συσχέτιση μεταξύ υπερηχογραφικών διαστημάτων και ψηλάφητών σημείων ήταν πτωχή, με ποσοστά που εκτεινόταν από 14 ως 64%. Σε περιπτώσεις μη συμφωνίας μεταξύ των τεχνικών, τα διαστήματα που υπολογίζονταν με την ψηλάφηση ήταν σε γενικές γραμμές υψηλότερα σε σχέση με τα υπερηχογραφικά υποβοηθούμενα σημεία (52%-78% των περιπτώσεων), και συχνά παρατηρήθηκε απόκλιση περισσότερο του ενός επιπέδου.

Οι υπόλοιπες 3 μελέτες αφορούσαν την σύγκριση της υπερηχογραφικής με άλλη απεικονιστική μέθοδο (ακτινογραφία, MRI ή CT scan) ως αξιόπιστη μέθοδο αναφοράς για να ταυτοποιηθεί το μεσοσπονδύλιο διάστημα.^(73,80,88) Χρησιμοποιώντας απλή ακτινογραφία της ΟΜΣΣ οι Furness και συν.⁽⁷³⁾ έδειξαν ότι ο υπέρηχος μπορεί να εντοπίσει με ακρίβεια τα μεσοσπονδύλια διαστήματα (από O2-3 έως O4-5) σε ποσοστό 71%, ενώ η ψηλάφηση ήταν ακριβής σε ποσοστό μόνο 29%. Επιπλέον, το περιθώριο σφάλματος για τον υπέρηχο αφορούσε το πολύ ένα διάστημα, ενώ με την ψηλάφηση το σφάλμα μπορεί να αφορούσε 2 διαστήματα υψηλότερα ή χαμηλότερα από το ζητούμενο. Αυτά τα ευρήματα είναι σύμφωνα με αυτά που αναφέρουν οι Watson και συν.⁽⁸⁸⁾, οι οποίοι μέσω της MRI ως μεθόδου αναφοράς, βρήκαν ότι ο υπέρηχος εντόπισε με ακρίβεια το μεσοσπονδύλιο διάστημα O3-4 στο 76% των περιπτώσεων, με περιθώριο σφάλματος που δεν υπερέβαινε

το ένα διάστημα. Τέλος, σε μια καμπύλη εκμάθησης που χρησιμοποίησε τη CT ως μέθοδο αναφοράς, οι Halpern και συν.⁽⁸⁰⁾ αναφέρουν ότι το ποσοστό εντοπισμού του σωστού μεσοσπονδύλιου διαστήματος ήταν 68% για τον υπέρηχο. Παρόλα αυτά, το σημαντικό είναι ότι η καμπύλη η ανάλυση της καμπύλης εκμάθησης έδειξε ότι οι 2 αναισθησιολόγοι που πραγματοποίησαν τη μελέτη, χωρίς καμία προηγούμενη εμπειρία στον υπέρηχο του νευράξονα, έφθασαν σε ποσοστά ακρίβειας υψηλότερα από 90% μετά από 22 και 36 περιστατικά, αντίστοιχα.

Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βοηθάει στον ακριβή υπολογισμό του βάθους της βελόνης που απαιτείται για να προσεγγίσει το επισκληρίδιο ή υπαραχνοειδές διάστημα;

Πίνακας 3. Μελέτες που αφορούν την ακρίβεια στον υπολογισμό του βάθους του επισκληρίδιου διαστήματος.

Author Year	Country of Origin	Sample Size (n)	Pearson CC (r)	Bland-Altman Analysis			Patients	Structure Evaluated
				Mean, mm	SD, mm	LOA (95% CI), mm		
Arzola 2007	Canada	61	0.88	0.1	3.5	-6.6 to 6.9	Obstetrics	LF-D complex
Balki 2009	Canada	48	0.84	3.0		-7.0 to 13.0	Obstetrics	LF-D complex
Chauhan, 2017	India	100	0.95			-0.5 to 0.6	Not specified	LF-D complex
Chin 2009	Canada	50	0.82	2.1		-8.5 to 12.7	Orthopedics	LF-D complex and PVB
Cork 1980	United States	36	0.98				Obstetrics	Lamina
Currie, 1984	United Kingdom	75	0.96				Obstetrics	Lamina
Ferre, 2009	United States	39	0.80				ER patients for LPs	LF-D complex
Dhanger, 2017	India	50	0.97				Obstetrics	LF-D complex
Gnaho, 2012	France	31	0.98	2.2	1.8	-1.4 to 5.8	Orthopedics	LF-D complex
Grau, AAS 2001	Germany	36	0.93	7.9			Obstetrics	LF-D complex
Grau, RAPM 2001	Germany	80	0.96	2.0	2.3	-3 to 7	Obstetrics	LF-D complex
Grau 2002	Germany	150	0.91	1.7		-6.0 to 8.0	Obstetrics	LF-D complex
Grau 2004	Germany	20		1.24			Obstetrics	LF-D complex
Helayel 2010	Brazil	60	0.66	0.04	0.1	-2.3 to 2.2	Orthopedics, urology, vascular	LF-D complex
Perna 2017	Italy	30	0.88	-0.15		-7.4 to 4.4	Obstetrics	LF-D complex
Sahin, 2014	Turkey	100	0.71					
Tran 2009	Canada	20	0.89	-4.8		-14.8 to 5.2	Obstetrics	LF-D complex
Vallejo 2010	United States	189	0.91				Obstetrics	LF-D complex
Weineger 2018	United States	52		0.6	1.16	-2.9 to 1.8	Obstetrics	LF-D complex

Δεκαεννιά μελέτες^(36,77,78,30,67,2,3,31,21,32,8,9,10,12,33,28,35,87,75) που αφορούσαν συνολικά 1127 ασθενείς, εξέτασαν την συσχέτιση μεταξύ του υπερηχογραφικά μετρούμενου βάθους και του πραγματικού βάθους της βελόνης, που απαιτείται για να φτάσει στο επισκληρίδιο ή

υπαραχοειδές διάστημα (**Πίνακας 3**). Οι 13 μελέτες αφορούσαν μαιευτικά περιστατικά, 4 μελέτες αφορούσαν χειρουργικούς ασθενείς, ενώ μία μελέτη αφορούσε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε διαγνωστική οσφυονωτιαία παρακέντηση στο τμήμα επειγόντων περιστατικών. Η ποιότητα των μελετών ήταν σε γενικές γραμμές καλή, ενώ το πιο συχνό μειονέκτημα ήταν τα μη ξεκάθαρα κριτήρια επιλογής των ασθενών. Δύο μελέτες^(33,75) έλαβαν «υψηλή» βαθμολογία στο βαθμό κινδύνου μεροληψίας (*risk of bias*) στον τομέα της μεθόδου αναφοράς, λόγω έλλειψης απόκρυψης/τυφλοποίησης (ο αναισθησιολόγος που εκτέλεσε την επισκληρίδιο είχε γνώση του υπερηχογραφικά μετρούμενου βάθους του διαστήματος).

Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson (r) που αναφέρεται στις διάφορες μελέτες είχε εύρος από 0.66 έως 0.98. Ο συνολικός συντελεστής συσχέτισης όλων των μελετών ήταν 0.91 (95% CI, 0.87–0.94) στον οποίο χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (*random effects model*) για να αντισταθμισθεί η ετερογένεια των μελετών. Το αποτέλεσμα αυτό υποδεικνύει ότι το υπερηχογραφικά μετρούμενο βάθος του διαστήματος αναφοράς έχει υψηλή συσχέτιση με το πραγματικό βάθος που μετρείται από τη βελόνη της επισκληρίδιου. Τέσσερις μελέτες^(2,3,21,87) μελέτησαν το βάθος του επισκληρίδιου διαστήματος με παράμεση οβελιαία λοξή τομή (*longitudinal parasagittal oblique ultrasound view*). Οι 3 από αυτές τις μελέτες^(2,3,21) χρησιμοποίησαν γραμμική κεφαλή. Οι υπόλοιπες μελέτες χρησιμοποίησαν μια καμπύλη κεφαλή χαμηλής συχνότητας και μέτρησαν το επισκληρίδιο/υπαραχοειδές διάστημα στην εγκάρσια μέση τομή. Σε όλες τις μελέτες για τη μέτρηση του πραγματικού βάθους του επισκληρίδιου χώρου χρησιμοποιήθηκε η μέση προσπέλαση. Το υπερηχογραφικό σημείο που χρησιμοποιήθηκε για να μετρηθεί το βάθος του επισκληρίδιου διαστήματος ήταν το οπίσθιο σύμπλεγμα (ωχρός σύνδεσμος-σκληρά μήνιγγα, *Ligamentum Flavum-Dura complex*). Στις παλαιότερες μελέτες των Cork και συν.⁽²⁾ και Currie και συν.⁽³⁾ μετρήθηκε το βάθος έως

την πρόσθια επιφάνεια του πετάλου. Αυτή η επιλογή αντικατοπτρίζει τους περιορισμούς της τεχνολογίας εκείνης της εποχής. Σε όλες τις μελέτες υπήρχε εξαιρετική συσχέτιση μεταξύ του υπερηχογραφικά μετρούμενου βάθους και του πραγματικού βάθους της εισαγωγής της βελόνης. Θα πρέπει, όμως, να υπογραμμίσουμε ότι μια γραμμική συσχέτιση δεν υποδηλώνει ακρίβεια. Για να υπολογισθεί η ακρίβεια σε 11 μελέτες χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση Bland-Altman για να μελετηθεί το εύρος μέσα στο οποίο οι δύο τεχνικές διέφεραν μεταξύ τους. Το υπερηχογραφικά μετρούμενο βάθος του επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς χώρου βρέθηκε να είναι ακριβές εντός 1 έως 13 mm του πραγματικού βάθους. Σε 9 από τις 11 μελέτες η μέση διαφορά (*mean difference, MD*) ήταν ίση ή μικρότερη από 3 mm. Από όλες τις μελέτες ήταν εμφανής η τάση του υπερήχου να υποεκτιμά το πραγματικό βάθος. Αυτό έχει αποδοθεί στην πίεση των ιστών από τον ηχοβολέα κατά τη διάρκεια της εξέτασης.

Η υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική βελτιώνει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της επισκληρίδιου ή υπαραχνοειδούς αναισθησίας;

Χαρακτηριστικά των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση

Εικοσιοκτώ προοπτικές ελεγχόμενες τυχαιοποιημένες μελέτες (RCTs)^(26,31,8-12,34,35, 75,37,38,39,68,40-45,22,46-53) που αφορούσαν συνολικά 3.121 ασθενείς (**Πίνακας 3**) εξέτασαν την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνικής σε σχέση με την συμβατική μέθοδο ψηλάφησης. Επιπλέον άλλες 5 προοπτικές μελέτες^(77,78,67,21,32) εξέτασαν τις ίδιες μεταβλητές. Είκοσι RCTs^(26,31,8-12,34,35,37, 38,68,40,41,44,50-52) και 2 προοπτικές μελέτες^(77,78) εξέτασαν μαιευτικά περιστατικά, ενώ 4 RCTs και 2 προοπτικές μελέτες εξέτασαν ορθοπεδικά περιστατικά. Μία μελέτη⁽³⁷⁾ είχε χειρουργικά περιστατικά, χωρίς να διευκρινίζει το είδος της επέμβασης, ενώ 3 RCTs^(44, 22, 46) και 1 προοπτική μελέτη⁽²¹⁾ αφορούσαν διαγνωστική οσφυονωτιαία παρακέντηση στο τμήμα

επειγόντων. Μία προοπτική μελέτη⁽⁶⁷⁾ και 5 RCTs^(9,68,36,40,41) αφορούσαν περιστατικά που παρουσίαζαν τεχνική δυσκολία λόγω δύσκολης σπονδυλικής στήλης, ενώ 6 RCTs εξέτασαν είτε αποκλειστικά^(42,51,52) είτε ως υποομάδα^(35,44,22) παχύσαρκους ασθενείς με BMI>30kg/m².

Υπολογισμός κινδύνου μεροληψίας

Ο υπολογισμός κινδύνου μεροληψίας (*risk of bias assessment*) (εικόνες 15 και 16) έδειξε ότι οι τυχαιοποιημένες μελέτες ήταν ικανοποιητικής ποιότητας. Το μεγαλύτερο πρόβλημα και περιορισμός των μελετών ήταν στην τυφλοποίηση των ασθενών και των ερευνητών. Αυτό είναι ένα πρόβλημα που δεν είναι εύκολο να υπερνικηθεί σε μελέτες αυτού του είδους. Παρόλα αυτά οι Wilkes και συν.⁽⁵³⁾ προσπάθησαν να ξεπεράσουν το πρόβλημα, πραγματοποιώντας και στις 2 ομάδες υπερηχογραφική εξέταση, όμως στην ομάδα ελέγχου (*US-sham*) δεν καταγράφηκε το σημείο της έγχυσης με αποτέλεσμα οι ασθενείς να μην γνωρίζουν σε ποια ομάδα ανήκαν. Οι Nomura και συν.⁽²²⁾ πραγματοποίησαν τις μετρήσεις με υπεριώδες μελάνι, το οποίο δεν ήταν ορατό με γυμνό μάτι. Διαφορετικά σημάδια χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση με ψηλάφηση σε σχέση με τη μέτρηση με υπέρηχο. Με αυτό τον τρόπο, όλο το προσωπικό και οι ερευνητές δεν γνώριζαν σε ποια ομάδα ανήκε ο ασθενής. Οι Li και συν.⁽⁴²⁾ πραγματοποίησαν τη μέτρηση του βέλτιστου σημείου εισαγωγής της βελόνης με υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική ή με ψηλάφηση, ενώ ο υπεύθυνος αναισθησιολόγος ήταν εκτός της αίθουσας. Στη συνέχεια, εκείνος πραγματοποιούσε την επισκληρίδιο με βάση τα σημεία που του είχαν δοθεί, χωρίς να γνωρίζει σε ποια ομάδα ανήκε ο ασθενής.

Πίνακας 4. RCTs που αναφέρουν την αποτελεσματικότητα ή/και την ασφάλεια στις υπερηχογραφικά υποβοηθούμενες νευραξονικές τεχνικές.

Author, Year; Country	Patient Population (n)	Technique (Methods)	Primary Outcome	Secondary Outcomes	Jadad Score	Main Findings
Abdelhamid, 2013; Egypt	Adult unspecified (n=90)	Spinal (US vs. LM group)	No. attempts, no. redirections	Procedure time, patient Satisfaction	2	First attempt success 80% in US group and 37.8% in LM group. Needle redirection attempts were 15.6% in US group and 35.5% in LM group. Procedure time was longer in the US group (8.7 ±1.0 vs. 5.4 ± 0.4). Patient's satisfaction was higher in US group (95.6%) than the LM group (77.8%)
Ansari, 2014; UAE	Obstetrics (n=150)	Spinal (US vs. LM group)	Procedure time	No. needle insertions/passes, headache, backache, patient satisfaction	3	Procedure time, no. insertions/passes, first attempt success was equal among groups
Arzola, 2015; Canada	Obstetrics (n=128)	Epidural (US vs. LM group)	Ease of insertion of epidural catheter, no levels attempted, no needle passes	Procedural time, first attempt success, no attempts pass catheter, failure rate, patient satisfaction.	3	No difference in median [IQR] epidural insertion time between US and LM group [174 (120 to 241) versus 180 (130 to 322.5) s]. No. levels attempted/ needle passes were similar in both groups. Total procedure time was longer in the US group. Failure rate and patient satisfaction was similar among groups.
Chin, 2011; Canada	Orthopedic difficult spine (n=120)	Spinal (US vs. LM group)	First attempt Success	No. needle insertions/passes, failure rate, procedure time	3	First-attempt success rate higher in US group (65% vs. 32%; $P < 0.001$). No. insertions (US: 1 [1–2] vs. LM: 2 [1– 4]; $p < 0.001$) and no. of passes (US: 6 [1–10] vs. LM: 13 [5–21]; $p < 0.003$) were higher in the LM group. Total procedure time was longer in the US group but time to perform spinal anesthesia was shorter (US: 5.0±4.9 vs. LM: 7.3±7.6 min; $p < 0.038$).
Chin, 2018; Australia	Obstetrics (n=215)	CSE (US vs. LM group)	First-attempt success, procedure difficulty	Block quality, patient experience, complications	4	First-pass success was achieved in 67 (63.8%) and 42 (38.2%) women in the US and LM groups, respectively (adjusted $p = 0.001$). CSE was 'difficult' in 19 (18.1%) and 33 (30.0%) women in the US and LM groups, respectively ($p = 0.09$). Secondary outcomes did not differ significantly.
Creaney, 2016; Ireland	Obstetrics, difficult spine (n=20)	Spinal (US vs. LM group)	No. needle passes	Overall procedural time, patient Satisfaction	3	Fewer needle passes in the US group (median 3 [IQR 1.8–3.2]) compared to the LM group (median 5.5 [IQR 3.2–7.2] ($P = 0.03$)). More time was required to locate the needle insertion point in the US group (US: 91.8 ± 30.8 s vs. LM: 32.6 ± 11.4 s, $P < 0.001$).

						There was no difference in the total procedural time between groups (US 191.8 ± 49.4 s vs. LM 192 ± 110.9 s, $P=0.99$).
Dhanger, 2017; India	Obstetrics (n=100)	Spinal (US vs. LM group)	No. attempts for needle insertion	No. passes, procedure time, interspinous space identification time	3	No. of attempts for needle insertion (1.04 ± 0.19 vs. 1.97 ± 0.77), no. of passes in the same intervertebral space (1.26 ± 0.44 vs. 1.90 ± 0.51) and the total time for successful spinal anesthesia (31.90 ± 6.30 vs. 51.80 ± 12.28 s) were significantly less in US group as compared to the LM group, but the time of identification of intervertebral space was significantly longer in the US group (56.70 ± 13.08 s) compared to the LM group (47.10 ± 10.45 s).
Ekinci, 2017; Turkey	Obstetrics, difficult spine (n=64)	Spinal (US vs. LM group)	No. punctures	No. redirections, no levels, procedure time, first attempt success, first pass success	2	No. punctures in the US group was significantly lower than the LM group (1.19 ± 0.47 vs. 1.84 ± 0.85 ; $p < 0.001$). No difference between the groups regarding the no. of needle redirections, no. of attempted intervertebral levels, and procedure time. First attempt success rate on a single skin puncture in US (84.4%) group was higher than the LM group (40.6%; $p = 0.001$). No difference between the groups regarding first pass success.
Grau, AAS 2001; Germany	Obstetrics (n=72)	Epidural (US vs. LM group)	Not Specified	No. punctures, no. levels, failure rate, headache, backache	2	No. of puncture attempts for the LM and US group were 2.6 ± 1.4 vs. 1.5 ± 0.9 ($p < 0.001$). No. of intervertebral levels were 1.5 ± 0.7 for the LM group and 1.3 ± 0.5 for the US group ($p < 0.05$). Catheter advancement attempts (1.1 ± 0.6 vs. 1.3 ± 0.6 ; $P < 0.003$), and VAS scores (0.8 ± 1.4 vs. 1.8 ± 2.7 ; $p < 0.035$) were lower in the US group. The LM group had higher patient satisfaction scores (2.1 ± 1.3 vs. 1.3 ± 0.5 ; $P < 0.006$). Failure rate, incidence of headache or backache did not differ significantly.
Grau, RAPM 2001; Germany	Obstetrics, difficult spine (n=80)	CSE (US vs. LM group)	Not Specified	First attempt success, no. levels, preparation time (= time to complete setting up to begin CSE + US measurements taken on the patient)	1	First attempt success was higher in the US group than the LM group (75% vs. 20%, $p < 0.001$). No. of levels punctured was lower in the US group ($p < 0.039$). Preparation time was similar between groups.
Grau, 2002; Germany	Obstetrics (n=300)	Epidural (US vs. LM group)	Not Specified	No. redirections, no. levels, no. attempts to thread the catheter, maximal VAS scores, rate of incomplete analgesia, headache, backache	2	In the US group no. redirections were lower (1.3 ± 0.6 vs. 2.2 ± 1.1 ; $p < 0.013$), fewer intervertebral levels punctured before success (1.1 ± 0.4 vs. 1.3 ± 0.6 ; $p < 0.029$), fewer attempts to

						thread the catheter (1.3±0.6 vs. 2.1±1.1; P<0.001), lower maximal VAS pain score during labor/CS (0.8±1.5 vs. 1.3±2.2; p<0.006), fewer instances of incomplete anesthesia (p<0.03), and lower incidence of side effects (headache, backache) (p<0.011)
Grau, 2004; Germany	Obstetrics (n=30)	CSE (Real time US vs. pre-procedural US vs. LM group, 3 groups)	No. punctures	No redirections, no. levels, incomplete analgesia, complications, patient satisfaction, VAS scores	2	Real time and preprocedural US group: fewer needle passes compared to control group (p=0.036), fewer redirections. No intergroup differences in patient satisfaction, VAS scores, incomplete analgesia or complications.
Li, 2018; China	Obstetrics, obese (n=80)	Spinal (US vs. LM group)	First-attempt success	No. insertions/passes, procedure time, identification time, patient satisfaction, spinal injection time, no. level changes, incidence of complications.	4	Higher first-attempt success rate for the US group (87.5% vs. 52.5%; p=0.001), fewer cases requiring >10 needle passes (1 vs. 17; p<0.001), and fewer skin punctures and needle passes (p<0.001). No difference in time taken to identify the needle insertion site. Spinal injection time and total procedure time were significantly longer in the LM group (p<0.001). Patient satisfaction scores were significantly higher in US group (p=0.001). For BMI 30-35 kg/m ² , no difference in first-attempt success rate, number of cases with >10 needle passes, spinal injection time or total procedure time. For BMI 35-43 kg/m ² , the US group had a significantly higher first-attempt success rate, p≤0.041, fewer cases with >10 needle passes (p≤0.01), and shorter procedure times, including the time required to identify the needle insertion site (p<0.001).
Lim, 2014; Singapore	Orthopedic, urologic, general surgery (n=170)	Spinal (US vs. LM group)	First attempt success	No. needle redirections, Spinal procedure time (US imaging not recorded), paresthesia, traumatic taps, supervisor interventions, patient satisfaction	3	No differences in first attempt success rate (US: 64% vs. LM: 52%), no. of needle redirections, and complications (paresthesia, bloody tap). In the US group there were fewer supervisor interventions (p=0.03) and higher patient satisfaction (p<0.001). The spinal procedure time was also shorter (2.9±3.6 vs. 3.9±3.7 minutes; p=0.007)
Mofidi, 2013; Iran	ER (n=80)	LP (US vs. LM group)	Procedure time	No. needle insertions, traumatic LPs, pain score	2	Procedure time (LM 6.4 ± 1.2 vs. US: 3.3 ± 1.2, p=0.032) and pain scores (LM 7.4 ± 1.1 vs. 4.4 ± 1.4, p=0.001) were lower in the US group. No. of attempts and no. of traumatic LPs were significantly lower in US group (p=0.047 and p). In patients with different subgroups of BMI, US-guided LP showed better results and less complication when

						compared with LM technique.
Nassar, 2014; Egypt	Obstetrics (n=110)	CSE (US vs. LM group)	First-attempt success	No. attempts, no redirections, procedure time.	2	The US group had higher first puncture site-success rate (62.3% vs. 40.0%; p=0.037), fewer punctures (1.2±0.6 vs. 2.3±0.8; p=0.037), and fewer needle redirections (2.8±1.6 vs. 1.4±0.5; p<0.001). No significant difference between groups in total procedure time.
Nomura, 2007; USA	ER (n=46)	LP (US vs. LM group)	Success of LP	No. attempts, ease of procedure	4	Failure rate was higher in the LM group (6/22 vs. 1/24) (RR, 1.32; 95% CI: 1.01–1.72). No. of attempts was not different between groups. In a subgroup analysis on obese (BMI>30) patients, 4 of 7 LM attempts failed versus 0 of 5 US attempts (RR, 2.33; 95% CI: 0.99–5.49). The ease of the procedure was better with ultrasound.
Perna, 2017; Italy	Obstetrics (n=58)	Epidural (US vs. LM group)	No attempts	No redirections, no repositions first pass success	4	In the US group no. attempts, was lower than the LM group (1.70±0.87 vs. 3.43±3.8, p=0.019). No. repositions was >1 in 23.3% in the LM group and no. redirections was >2 in 20% cases in the LM group. In the US group none of the patients required >1 reposition and >2 redirections of the needle (p=0.031 for both).
Peterson, 2014; USA	ER (n=100)	LP (US vs. LM group)	No. attempts, success of LP	Pain score, procedure time, traumatic taps, patient satisfaction	2	No significant differences between the US group and the LM group for both primary and secondary outcomes.
Sahin, 2014; Turkey	Obstetrics non-obese and obese (n=100)	Spinal (US vs. LM group subdivided into lean and obese (BMI >30kg/m ²) – 4 groups)	First attempt success	No. needle insertions/passes/ levels attempted, failure rate, needling time, paresthesia, headache, backache	3	Fewer attempts and fewer puncture levels were detected in ultrasound (US) groups (p<0.001). First attempt success rate under US guidance was 92 % in comparison to 44 % using a LM technique in obese parturients (p<0.001). Spinal procedure time was shorter in US groups (22 vs. 52 s, p = 0.031). No differences in complication rates.
Srinivasan, 2015; Ireland	Orthopedic (n=100)	Spinal (US vs. LM group)	No. needle passes	No attempts, time for identifying landmarks, time taken for performing spinal anesthetic, level of block, complications, periprocedural pain, periprocedural discomfort score	3	The US group had fewer needle redirections (4.0±4.0 vs. 8.2±12.3; p = 0.01) and punctures (1.28±0.7 vs. 1.98±1.66; p=0.0021). All other parameters, including grading of palpated landmarks, time taken for spinal anesthetic injection, periprocedural pain scores, periprocedural patient discomfort visual analog scale score, conversion to general anesthetic, paresthesia, and radicular pain during needle insertion, were similar between the 2 groups.
Srinivasan,	Orthopedic	Spinal	No. passes	No insertions, first	2	There was no difference in

2018; Ireland	c (n=120)	(US vs. LM group)		pass success, identification time, time to administer spinal anaesthetic, block level 30', incidence of radicular pain, paraesthesia bloody tap, pain, discomfort		no. of passes/insertions between the two groups. The first pass success rates (1 attempt and 1 pass) was significantly greater in Group LM compared to Group US (43% vs. 22%, p= 0.02).
Tawfik, 2017; Egypt	Obstetrics (n=110)	CSE (US vs. LM group)	First-attempt success (successful epidural catheterization at first needle pass)	First pass/puncture success, no passes/punctures, epidural procedure time, patient satisfaction, complications	4	The rate of successful epidural catheterization at the first needle pass was 60% in the LM group and 58.5% in the US group. No significant differences between the 2 groups in the success rate at the first skin puncture, the number of needle passes and skin punctures, or patient satisfaction. The median (range) duration of the epidural procedure was 185 (57–680) seconds in the US group and 215 (114–720) seconds in the LM group (p=0.036) The overall rate of complications of the procedure was low in both groups.
Turkstra, 2017; Canada	Obstetrics (n=80)	Spinal (US/ vs. LM group)	No. attempts	Spinal procedure time, level of block, need for consultant intervention, paresthesia, bloody tap	4	No. of attempts was 3 (2-7) for the US group and 3 (1-60) for the LM group (p=0.69). The median duration of spinal placement with US (needling time) was 92 (51-140) seconds vs 75 (53-126) seconds with landmark only (p=0.57). There was no statistical difference between the groups in spinal placement duration, need for staff intervention, paresthesia, bloody tap, lumbar interspace, or block height.
Urfalioglu, 2017; Turkey	Obstetrics, obese (n=97)	Spinal (US vs. LM group)	No punctures, no passes	Procedure time, spinal block time, block level, headache, backache	2	The numbers of skin punctures and needle passes were significantly fewer in the ultrasound than in the landmark group (p<0.001). Procedure time was significantly longer in the US than in the LM group (8±2 and 5±1; respectively p<0.001). Spinal block time was similar between the two groups (p=0.063). No other intergroup differences were registered.
Vallejo, 2010; USA	Obstetrics (n=370)	Epidural (US vs. LM group)	Rate of technique failure	No. attempts/punctures, no. redirections, unintended dural puncture	3	The US group had lower rate of failed epidural technique (1.6% vs. 5.5%; p<0.02) and fewer needle redirections/ reinsertions [1 (1-6) vs. 2 (1-6); p<0.01]. No significant differences were noted with respect to staff interventions, or accidental dural punctures.
Wang, 2012; China	Obstetrics obese (n=60)	CSE (US vs. LM group)	First attempt Success	Procedure time, complications, puncture site hemorrhage	2	Higher first attempt success rate (100% vs. 70%; P=0.004) and fewer punctures (P=0.035) in the US group. The LM group demonstrated shorter procedure time:

						9.37±1.35 vs. 17.67±1.52 vs. minutes; P<0.037
Wilkes, 2017; USA	Obstetrics (n=40)	Epidural (US vs. US-Sham group)	Pressure pain threshold	No redirections, no reinsertions	3	Epidural placement decreased PPT in US (68%) and US sham (79%) groups. No redirections were reduced in the US group (US: 0.81±1.4, US-Sham: 1.58±2.1; p=0.04). No re-insertions were less in the US group (0.09±.23) compared to the US-Sham (2.18±2.3) group (p<0.001).

Συντομεύσεις και ορισμοί: **US**: Υπερηχογραφικός έλεγχος πριν την παρέμβαση. **LM**: συμβατική μέθοδος αναζήτησης σημείων (με ψηλάφηση, εκτός αν έχει δηλωθεί διαφορετικά). **LP**: οσφυονοτιαία παρακέντηση. **First-attempt success**: μια μοναδική τοποθέτηση βελόνης με ή χωρίς επανακατευθύνσεις. **Identification time**: χρόνος που απαιτούνταν για τον εντοπισμό των σημείων (με μέθοδο US ή LM). **Procedure time**: συνολικός χρόνος από την αρχή ως το τέλος της παρέμβασης (ψηλάφηση/ απεικόνιση με US + χρόνος εφαρμογής της τεχνικής, εκτός αν έχει δηλωθεί διαφορετικά). **Technical failure rate**: η ανάγκη να (i) χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές τεχνικές (πχ. χρήση υπερήχων στην ομάδα ψηλάφησης ή αντίθετα) για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα ή (ii) μετατροπή σε γενική αναισθησία ή (iii) εγκατάλειψη της παρέμβασης.

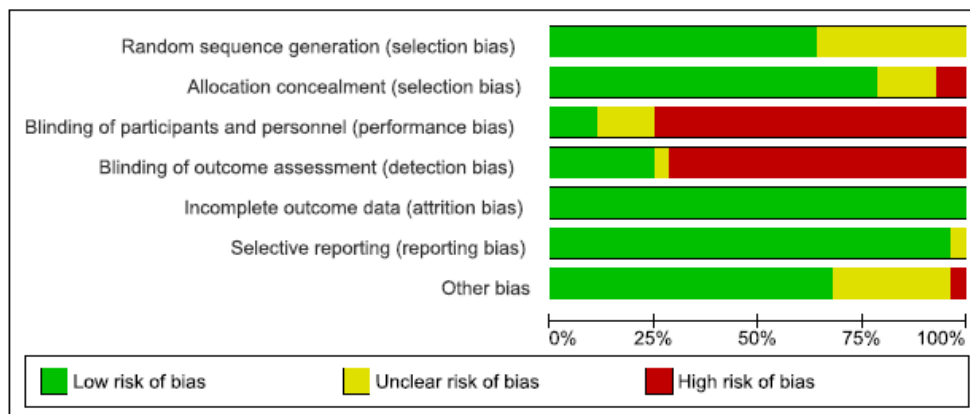


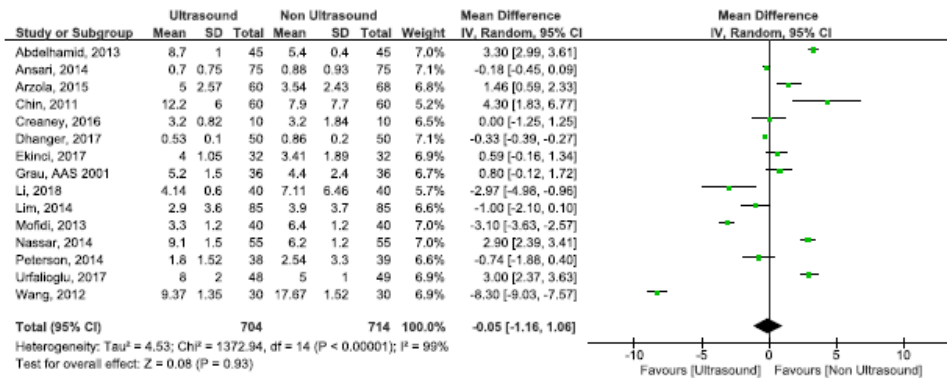
Figure 15. Summative risk of bias of RCTs reporting efficacy and safety outcomes following the Cochrane Risk of Bias assessment tool for RCTs.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Abdelhamid, 2013	?	+	-	-	+	+	?
Ansari, 2014	+	?	-	+	+	+	+
Arzola, 2015	+	+	-	+	+	+	+
Chin, 2011	+	+	+	-	+	+	?
Chin, 2018	+	+	?	+	+	+	+
Creaney, 2016	+	+	-	-	+	+	+
Dhanger, 2017	+	+	-	-	+	+	?
Ekinci, 2017	+	+	-	-	+	+	?
Grau, 2002	?	+	-	-	+	+	+
Grau, 2004	?	+	-	-	+	+	+
Grau, AAS 2001	?	+	-	-	+	+	?
Grau, RAPM 2001	?	-	-	-	+	?	+
Li, 2018	+	+	?	+	+	+	+
Lim, 2014	+	+	-	-	+	+	+
Mofidi, 2013	?	?	-	-	+	+	?
Nassar, 2014	+	+	-	-	+	+	+
Nomura, 2007	+	+	+	?	+	+	+
Perna, 2017	+	+	-	-	+	+	+
Peterson, 2014	?	+	-	-	+	+	+
Sahin, 2014	?	+	-	-	+	+	+
Srinivasan, 2015	+	+	-	-	+	+	+
Srinivasan, 2018	+	+	-	-	+	+	-
Tawfik, 2017	+	+	?	+	+	+	+
Turkstra, 2017	+	+	?	+	+	+	+
Urfalloglu, 2017	?	?	-	-	+	+	?
Vallejo, 2010	+	?	-	-	+	+	?
Wang, 2012	?	-	-	-	+	+	+
Wilkes, 2017	+	+	+	+	+	+	+

Figure 16. Risk of bias of individual RCTs reporting efficacy and safety outcomes following the Cochrane Risk of Bias assessment tool for RCTs

Συνολικός χρόνος (*procedure time*)

Ο χρόνος που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η τεχνική (χρόνος που απαιτείται για τον εντοπισμό των σημείων + χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση της τεχνικής) εξετάστηκε σε 15 RCTs οι οποίες μετα-αναλύθηκαν^(31,8,37-45,110,46,51,52) (εικ. 17).



Εικόνα 17. RCTs for procedure time.

Η συνολική μέση διαφορά (MD) ήταν -0.05 [95% CI: -1.16-1.06] λεπτά (p=0.93), υποδηλώνοντας ότι η τεχνική με υπέρηχο δεν είναι πιο χρονοβόρα σε σχέση με την συμβατική τεχνική ψηλάφησης. Η στατιστική ετερογένεια ήταν p<0.001 ενώ το $I^2 = 99\%$. Συνεπώς, τα αποτελέσματα σχετικά με τον χρόνο εκτέλεσης των 2 τεχνικών (υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη και συμβατική μέθοδος ψηλάφησης) θα πρέπει να αξιολογηθούν με προσοχή. Το funnelplot που υποδηλώνει μεροληψία των διαφόρων δημοσιεύσεων (*publication bias*) είναι στην **εικ. 18**.

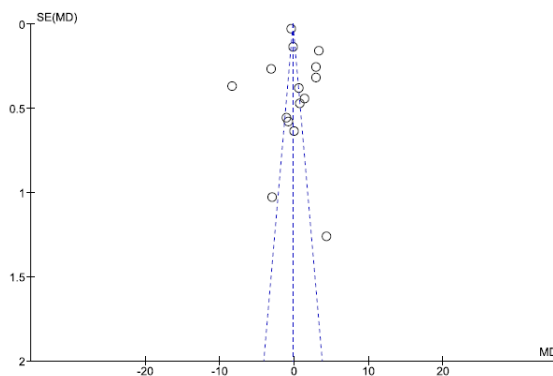


Figure 18. Funnelplot of publication bias.

Επιτυχία στην πρώτη απόπειρα της τεχνικής (*first attempt success rate*)

Η επιτυχία στην πρώτη απόπειρα (*first-attempt success: a single needle insertion with or without redirections*) εξετάστηκε σε 1874 ασθενείς από 18 RCTs^(26,31,10,12,34,35,37,38,39,68,41-43,45-49) οι οποίες μετα-αναλύθηκαν (εικ. 19).

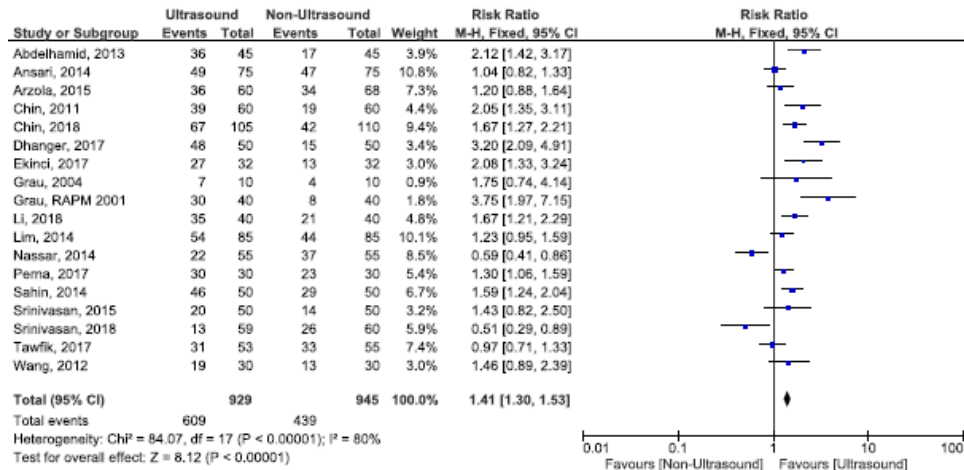


Figure 19. RCTs for first attempt success rate.

Το RR της μετα-ανάλυσης ήταν 1.41 [95% CI: 1.30-1.53] με $p < 0.0001$. Η διαφορά ως απόλυτη μείωση κινδύνου ήταν 19.1% [95% CI: 14.69% - 23.51%]. Η στατιστική ετερογένεια ήταν $p < 0.001$ ενώ το $I^2 = 80\%$. Τρεις μελέτες μόνο έδειξαν πλεονέκτημα της συμβατικής μεθόδου^(41, 45, 46) σε σχέση με την υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική. Το NNT = 6 [95%CI 4.3- 6.8] που υποδηλώνει ότι για κάθε 6 ασθενείς που υποβάλλονται σε νευραξονική αναισθησία ο ένας θα έχει σημαντικό πλεονέκτημα με επιτυχία στην πρώτη απόπειρα με την υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική. Το funnelplot που υποδηλώνει μεροληψία των διαφόρων δημοσιεύσεων είναι στην **εικ. 20**.

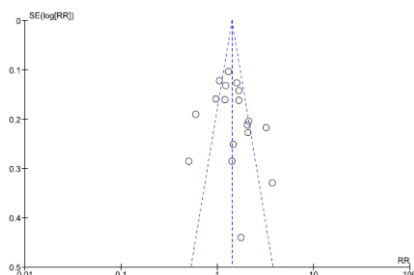


Figure 20. Funnelplot of risk of bias.

Αριθμός επανακατευθύνσεων της βελόνης (*number of needle passes*)

Ο αριθμός επανακατευθύνσεων της βελόνης (*#of needle passes*) εξετάστηκε από 24 RCTs^(8-10,12,22,31,38-53,75,68) σε συνολικά 2635 ασθενείς. Η μετα-ανάλυση βρίσκεται στην **εικ. 21**.

21.

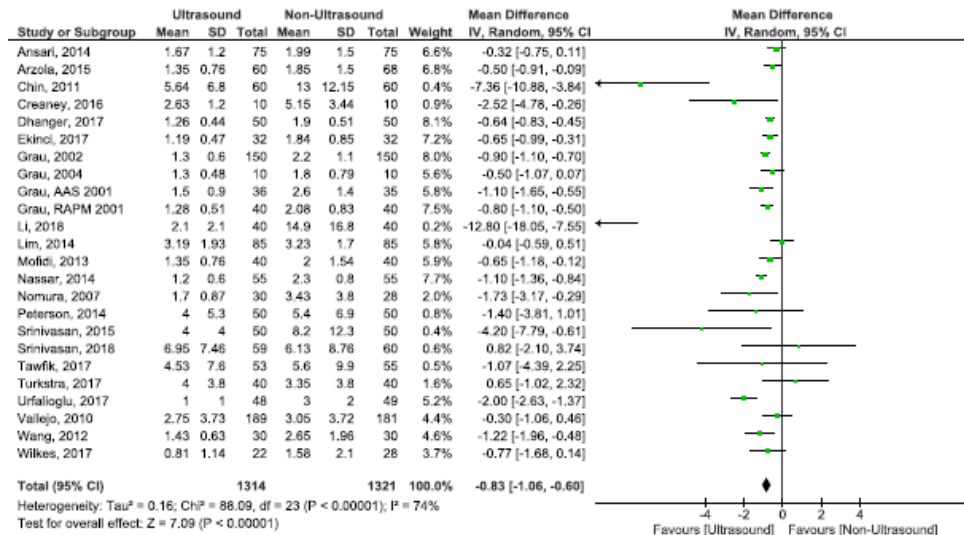


Figure 21. RCTs for the study of the number of needle passes.

Η συνολική μέση διαφορά (MD) ήταν -0.83 [95% CI: -1.06 - -0.6] λεπτά (p<0.001). Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των επανακατευθύνσεων της βελόνης με τον υπέρηχο ήταν μικρότερος κατά 1 πέρασμα σε σχέση με την συμβατική μέθοδο ψηλάφησης. Μόνο 2 μελέτες^(44, 46) έδειξαν πλεονέκτημα της συμβατικής μεθόδου. Η στατιστική ετερογένεια ήταν p<0.001 ενώ το $I^2 = 74%$. Το funnel plot που υποδηλώνει μεροληψία των διαφορών δημοσιεύσεων είναι στην **εικ. 22**.

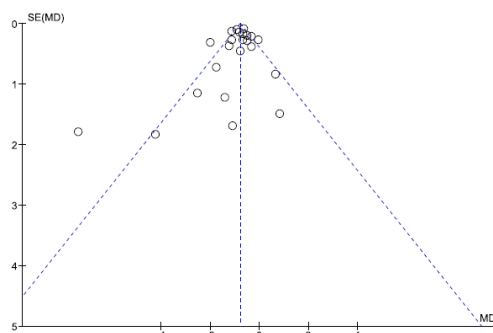


Figure 22. Funnelplot of the risk of bias.

Ποσοστό αποτυχίας της τεχνικής (*technical failure rate*)

Το ποσοστό αποτυχίας της τεχνικής εξετάστηκε από όλες τις μελέτες^(26,31,8-10,12,22,37-39,68,40-45,46-53) σε συνολικά 3121 ασθενείς οι οποίες συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση (εικ. 23). Σε 9 από αυτές τις μελέτες είτε δεν αναφέρονταν ποσοστά αποτυχίας, είτε οι μελέτες ανέφεραν ότι όλες οι παρεμβάσεις ήταν επιτυχείς.^(31,9,12,37,40,31,44,45,52)

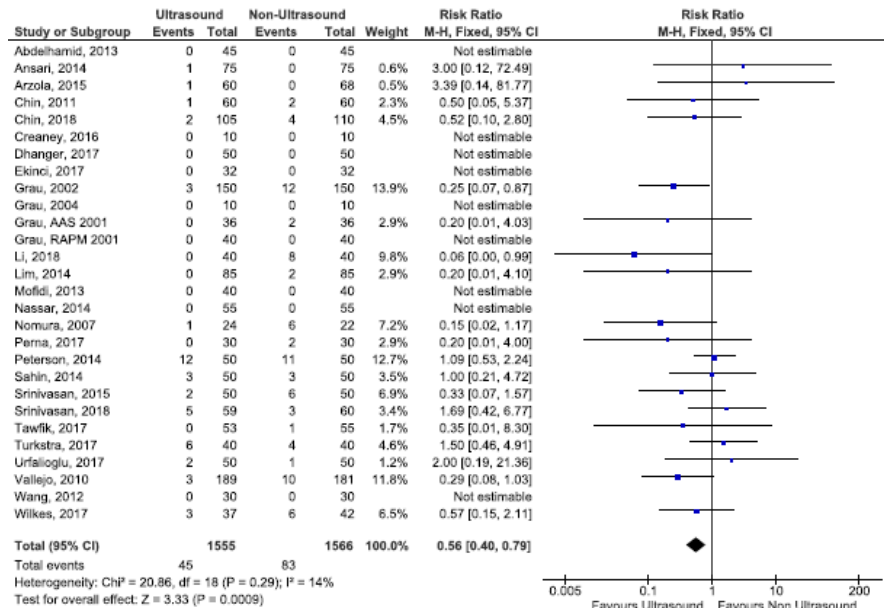


Figure 23. RCTs studied for the technical failure rate.

Το RR της μετα-ανάλυσης ήταν 0.56 [95% CI: 0.40-0.79] με $p=0.0009$. Η διαφορά, η απόλυτη μείωση κινδύνου (*absolute risk reduction*) ήταν 2.41% [95% CI 1.02% - 3.79%]. Η στατιστική ετερογένεια ήταν $p=0.29$, ενώ το $I^2 = 14\%$. Έξι μελέτες μόνο έδειξαν πλεονέκτημα της συμβατικής μεθόδου^(33,34,43,45,47,48) σε σχέση με την υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική. Το NNT = 42 [95%CI: 26.4 – 98.2], που υποδηλώνει ότι για κάθε 42 ασθενείς που υποβάλλονται σε νευραξονική αναισθησία σε έναν θα προληφθεί μια αποτυχία με την υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη τεχνική. Το funnelplot που υποδηλώνει μεροληψία των διαφόρων δημοσιεύσεων είναι στην **εικ. 24**. Στην περίπτωση αυτή δείχνει εξαιρετική κατανομή, και συνεπώς αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

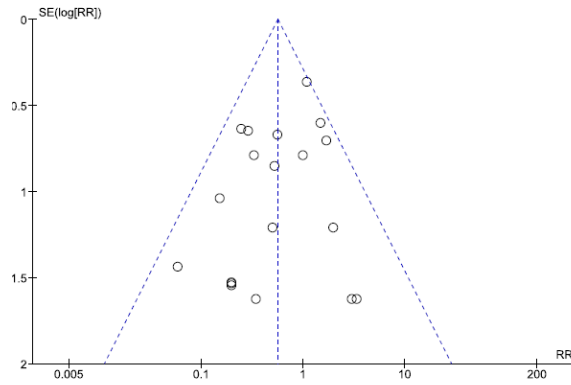


Figure 24. Funnelplot of the risk of bias.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα δεδομένα ασφάλειας, αυτά αναφέρονταν συνήθως ως δευτερεύουσες μεταβλητές· κατά συνέπεια, καμία μελέτη δεν ήταν σχεδιασμένη ή είχε ικανό δείγμα για να μελετηθούν. Κάποιες μελέτες^(8,10,35,38,51) έδειξαν μια μη σημαντική τάση προς χαμηλότερη συχνότητα κεφαλαλγίας ή οσφυαλγίας με τον υπέρηχο. Μία πρόσφατη μελέτη⁽⁵³⁾ εξέτασε τον οσφυϊκό πόνο μετά από επισκληρίδιο αναλγησία για φυσιολογικό τοκετό με ένα αλγόμετρο. Οι γυναίκες στις οποίες είχε γίνει υπερηχογραφική απεικόνιση της σπονδυλικής στήλης, τόσο στην ομάδα μέτρησης όσο και στην ομάδα ελέγχου (*sham US*), είχαν 68% και 79% μείωση του ουδού του πόνου (*pressure pain threshold*) αντίστοιχα. Δεν υπήρχε διαφορά στο ποσοστό τρώσης σκληράς μήνιγγας, το οποίο όμως ήταν γενικά χαμηλό^(10,75). Τέλος, σε καμία από τις μελέτες δεν αναφέρθηκε κάποια μείζονα επιπλοκή, όπως επισκληρίδιο αιμάτωμα, επισκληρίδιο απόστημα ή ενδονωτιαία έγχυση.

Συζήτηση

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 49 μελέτες που απαντούσαν σε ένα από τα κρίσιμα κλινικά ερωτήματα που τέθηκαν στη μεθοδολογία. Οι μελέτες που εξετάζουν τη διαγνωστική ικανότητα των υπερήχων ως προέκταση της κλινικής εξέτασης δείχνουν με συνέπεια, ότι ενισχύει την ακρίβεια της ψηλάφησης των επιφανειακών σημείων, και συμβάλλει σημαντικά στη μέτρηση του βάθους του επισκληρίδιου

διαστήματος. Οι περισσότερες μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση υπογραμμίζουν το πλεονέκτημα της υπερηχογραφικής απεικόνισης της ΣΣ, ως μέσο για τη μείωση των αποτυχιών και τη μείωση του αριθμού επανακατευθύνσεων της βελόνης. Επιπλέον, το ποσοστό επιτυχίας στην πρώτη απόπειρα ήταν σημαντικά υψηλότερο, και η ανάλυση έδειξε ότι ένας στους 6 ασθενείς στο γενικό πληθυσμό θα επωφεληθεί από την υπερηχογραφική απεικόνιση πριν από την παρέμβαση.

Το επισκληρίδιο αιμάτωμα, καθώς και ο τραυματισμός του νωτιαίου μυελού λόγω ανεπιθύμητης έγχυσης ενδονωτιαία, είναι σπάνιες, αλλά σοβαρές επιπλοκές της νευραξονικής αναισθησίας.⁽⁵⁴⁾ Οι πολλαπλές απόπειρες και οι τραυματικές τεχνικές αυξάνουν τον κίνδυνο επισκληρίδιου αιματώματος.^(54,55) Ο ανακριβής εντοπισμός των μεσοσπονδύλιων διαστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη νευρολογική βλάβη. Δεδομένης της πολύ μικρής συχνότητας αυτών των επιπλοκών (<1:100.000), δεν είναι δυνατός ο σχεδιασμός προοπτικών μελετών που να εξετάζουν εάν η υπερηχογραφική απεικόνιση αυξάνει την ασφάλεια.

Δύο πρόσφατες μετα-αναλύσεις^(56,57) επίσης ασχολήθηκαν με το ερώτημα εάν ο υπερηχογραφικός έλεγχος της ΣΣ πριν από κάθε παρέμβαση μειώνει την πιθανότητα αποτυχίας της υπαραχνοειδούς ή επισκληρίδιου αναισθησίας. Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν ήταν ετερογενείς, όπως και σε αυτή την ανασκόπηση, όμως η ανασκόπηση των Shaikh και συν.⁽⁵⁶⁾ συμπεριλάμβανε μελέτες τόσο με υπερηχογραφικά υποβοηθούμενες τεχνικές, αλλά και τεχνικές σε πραγματικό χρόνο. Επίσης συμπεριλάμβανε και παιδιατρικούς ασθενείς, εκτός από ενήλικες. Παρόλα αυτά, τόσο η πρώτη όσο και η δεύτερη μετα-ανάλυση συμφωνούν με την παρούσα. Από 12 RCTs η ανασκόπηση από τους Shaikh και συν.⁽⁵⁶⁾ έδειξε 79% μείωση στον κίνδυνο αποτυχίας υπαραχνοειδούς ή επισκληρίδιου αναισθησίας (RR, 0.21; 95% CI, 0.1–0.43, p< 0.001) ενώ οι Perlas και συν.⁽⁵⁷⁾ από 14 μελέτες έδειξαν 49% μείωση στον κίνδυνο (RR: 0.51 (95% CI,

0.32–0.80, $p=0.003$) ανάλογο με το 44% μείωσης που παρατηρήθηκε στην παρούσα μετα-ανάλυση. Ο NNT που υπολογίσθηκε από τη μετα-ανάλυση των Shaikh και συν ήταν 16, μικρότερος από την παρούσα ανασκόπηση.

Οι δύο αυτές μετα-αναλύσεις εξέτασαν επίσης τον αριθμό επανακατευθύνσεων της βελόνης. Οι Shaikh και συν.⁽⁵⁶⁾ βρήκαν σημαντική μείωση στον αριθμό επανακατευθύνσεων της βελόνης (Μέση διαφορά, MD=-1.00; 95% CI, -1.24 έως -0.75, $p< 001$), ενώ οι Perlas και συν.⁽⁵⁷⁾ ανάλογα βρήκαν MD=-0.75[95% CI -1.07 έως -0.44, $p<0.001$]. Στην παρούσα ανασκόπηση η μέση διαφορά ήταν σύμφωνη με τις προηγούμενες ανασκοπήσεις, δείχνοντας μείωση στον αριθμό επανακατευθύνσεων της βελόνης της τάξεως του -0.83.

Φαίνεται, λοιπόν, ότι τόσο οι μελέτες όσο και οι συστηματικές ανασκοπήσεις μέχρι σήμερα υποδεικνύουν ότι ο υπερηχογραφικός έλεγχος της ΣΣ πριν από κάθε παρέμβαση στον νευράξονα προλαμβάνει όλους τους δυνητικούς μηχανισμούς γέννησης της νευρολογικής βλάβης. Αυξάνοντας την ακρίβεια στην τοποθέτηση της βελόνης, αυξάνοντας τα ποσοστά επιτυχίας της πρώτης απόπειρας, μειώνοντας τον αριθμό επανακατευθύνσεων της βελόνης και το ποσοστό αποτυχίας, συμβάλλει εν τέλει στην καλύτερη και λιγότερο τραυματική εκτέλεση της τεχνικής. Με τον ίδιο τρόπο, βελτιώνοντας τον εντοπισμό του επιθυμητού μεσοσπονδύλιου διαστήματος, μπορεί να μειώσει πιθανές βλάβες στον νωτιαίο μυελό, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της τοποθέτησης της βελόνης σε επίπεδο ανώτερο του επιθυμητού. Συνεπώς, μπορούμε να υποδείξουμε συστάσεις για την χρήση της υπερηχογραφικής απεικόνισης της ΣΣ πριν από κάθε παρέμβαση στον νευράξονα, με βάση τα 3 κύρια ερωτήματα της ανασκόπησης (**Πίνακας 5**).

Συστάσεις

Πίνακας 5. Βαθμοί σύστασης και επίπεδα τεκμηρίωσης για τα ερωτήματα της μελέτης.

Outcome	Grade of Recommendation	Level of Evidence
Increased accuracy of identification of lumbar interspaces	B	IIa
Accurate measurement of the depth of the epidural and intrathecal space	A	Ia
Improved efficacy of neuraxial anesthesia	A	Ia
Improved safety of neuraxial anesthesia	B	III

ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟΣ Ή ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΘΩΡΑΚΙΚΗ ΜΟΙΡΑ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Όταν οι σχετικές δομές όπως ο ωχρός σύνδεσμος, η σκληρά μήνιγγα και το πρόσθιο διαμέρισμα είναι ορατά στη θωρακική μοίρα, είναι λογικό ότι η υπερηχογραφία θα έπρεπε να έχει την ίδια χρησιμότητα όπως στον οσφυϊκό νευραξονικό αποκλεισμό. Επί του παρόντος λίγα έχουν δημοσιευθεί σχετικά με αυτό το θέμα. Οι Grau και συν. πραγματοποίησαν μια μελέτη απεικόνισης σε 20 εθελοντές στην οποία έδειξαν ότι ήταν δυνατό να αναγνωριστούν τα σχετικά ανατομικά οδηγία σημεία με υπερηχογραφική απεικόνιση.⁽¹¹⁾ Παρόλα αυτά, οι συγγραφείς σημείωσαν ότι η απεικόνιση του επισκληρίδιου χώρου ήταν πολύ πιο δύσκολη από την οσφυϊκή μοίρα, και η παράμεση λοξή λήψη ήταν η καλύτερη για αυτό το σκοπό. Οι κύριοι περιορισμοί αυτής της μικρής μελέτης είναι ότι μόνο νέοι, λεπτοί ασθενείς με φυσιολογική ανατομία ΣΣ περιλαμβάνονταν και μόνο το Θ5-Θ6 μεσοδιάστημα μελετήθηκε.

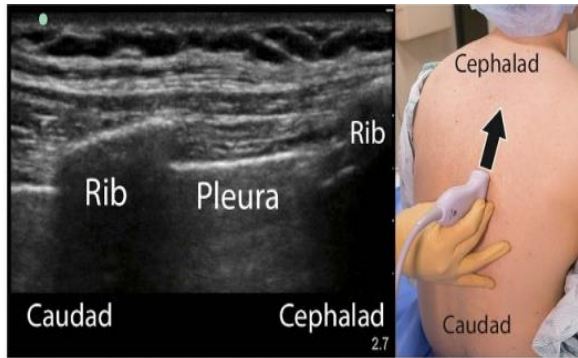
Όπως με τον οσφυϊκό νευραξονικό αποκλεισμό, το κύριο πλεονέκτημα της υπερηχογραφικά καθοδηγούμενης τεχνικής μπορεί να είναι στον ασθενή με μη φυσιολογική ανατομία ΣΣ. Η χρήση των υπερήχων για την περιγραφή της σπονδυλικής ανατομίας πριν την εισαγωγή επισκληρίδιου καθετήρα σε ασθενείς με σκολίωση έχει περιγραφεί σε μια μοναδική περίπτωση αναφοράς και σε μικρές σειρές περιπτώσεων.

Οι Pandin και συν. χρησιμοποίησαν υπερήχους για να αναγνωρίσουν ένα κατάλληλο μεσοπετάλιο παράθυρο και να μετρήσουν το βάθος του επισκληρίδιου χώρου πριν την εισαγωγή επισκληρίδιου καθετήρα στη μέση θωρακική μοίρα.⁽⁷²⁾ Η ακριβής τοποθέτηση του καθετήρα ήταν περαιτέρω επιβεβαιωμένη με ηλεκτρική διέγερση μέσω της επισκληρίδιας βελόνας και του καθετήρα.

Οι McLeod και συν. χρησιμοποίησαν υπερήχους για να μετρήσουν το βαθμό της αξονικής περιστροφής της θωρακικής μοίρας.⁽¹⁶⁾ Αυτό έγινε τοποθετώντας τον ηχοβολέα

σε εγκάρσιο προσανατολισμό μεταξύ των ακανθωδών αποφύσεων και με χειρισμούς μέχρι τα υπερηχοϊκά πέταλα από κάθε πλευρά της μέσης γραμμής να βρεθούν στο ίδιο επίπεδο της οθόνης των υπερήχων. Στη συνέχεια, μετρούσαν την περιστροφή ως τη γωνία ανάμεσα στον επιμήκη άξονα του μορφομετατροπέα και το οβελιαίο επίπεδο του ασθενούς. Το μεσοδιάστημα με τη μικρότερη στροφή εντοπιζόταν και σε αυτό γινόταν η εισαγωγή του επισκληρίδιου καθετήρα με μέση προσπέλαση. Η εισαγωγή ήταν επιτυχής στο επιλεγμένο διάστημα σε 8 από τους 11 ασθενείς και στους υπόλοιπους 3 στο άνωθεν μεσοδιάστημα. Είναι αξιοσημείωτο ότι ένα σχετικά βασικό μηχάνημα υπερήχων και μια ευθεία κεφαλή είχαν χρησιμοποιηθεί και στις δύο μελέτες.

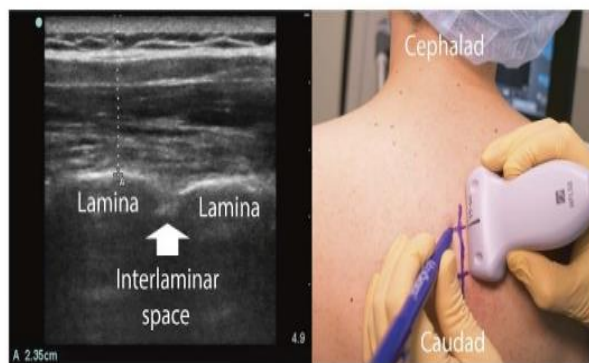
Οι Auyong και συν.⁽⁶³⁾ δημοσίευσαν τα αποτελέσματα τους από την τυχαιοποιημένη διπλή τυφλή μελέτη για την εκτίμηση της υπερηχογραφικά-υποβοηθούμενης τοποθέτησης θωρακικού επισκληρίδιου καθετήρα σε ασθενείς που θα υποβάλλονταν σε χειρουργική επέμβαση θώρακα ή άνω κοιλίας. Μελετήθηκαν 70 ασθενείς που υπεβλήθησαν σε τοποθέτηση προεγχειρητικού επισκληρίδιου καθετήρα θωρακικά, και κατανεμήθηκαν σε 2 ομάδες: ομάδα με προ-επεμβατική υπερηχογραφική υποβοήθηση και ομάδα με ψηλάφηση επιφανειακών οδηγών σημείων. Οι επισκληρίδιοι καθετηριασμοί πραγματοποιήθηκαν με την τεχνική απώλειας αντίστασης με φυσιολογικό ορό, βασιζόμενοι στη σημείωση του δέρματος (*skin marking*), είτε από την υπερηχογραφική απεικόνιση στην πρώτη ομάδα ή από την ψηλάφηση επιφανειακών οδηγών σημείων στη δεύτερη ομάδα. Η κύρια έκβαση της μελέτης ήταν η χρονική διάρκεια από την εισαγωγή της βελόνας ως την απώλεια αντίστασης στον επισκληρίδιο χώρο.



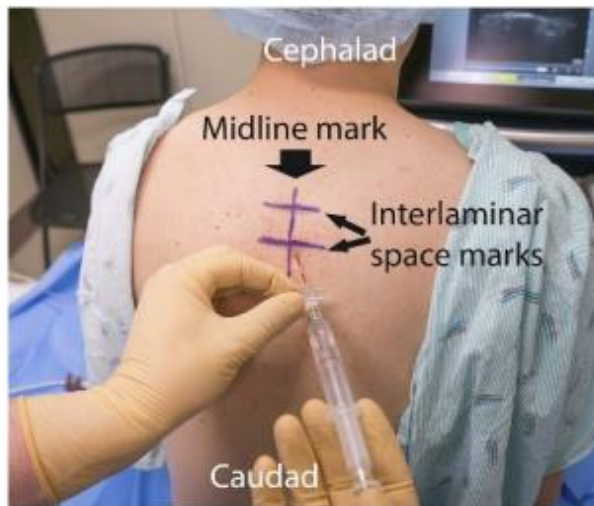
Εικόνα 25. Μέτρηση πλευρών για την εκτίμηση σπονδυλικού επιπέδου. Πλευρά (Rib), Υπεζωκότας (Pleura).



Εικόνα 26. Αναγνώριση ακανθώδους απόφυσης για προσέγγιση μέσης γραμμής. Ακανθώδης Απόφυση (Spinous Process), Πέταλο (Lamina).



Εικόνα 27. Αναγνώριση Μεσοπετάλιου χώρου (Interlaminar space).



Εικόνα 28. Τοποθέτηση βελόνας Tuohy μετά από σημείωση δέρματος υπερηχογραφικά.

Ο προεπεμβατικός υπέρηχος δε μείωσε σημαντικά ούτε το χρόνο, ούτε τον αριθμό εισόδων της βελόνας για την επίτευξη της επιτυχούς απώλειας αντίστασης στον επισκληρίδιο χώρο. Πάρα την απόλυτη μείωση των τιμών όταν χρησιμοποιήθηκε προεπεμβατικός υπέρηχος, οι διαφορές δεν έφτασαν σε στατιστικά σημαντικές τιμές.

Επίσης, μελετήθηκαν το επίπεδο αποκλεισμού και τα σκορ του πόνου στη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας. Οι μέσες τιμές στα σκορ του πόνου μετεγχειρητικά ήταν χαμηλότερα στην ομάδα του υπέρηχου από την ομάδα της ψηλάφησης (αριθμητική κλίμακα πόνου): 3.0 έναντι 4.7, αντίστοιχα ($P = 0.015$).

Παρά την έλλειψη, λοιπόν, στατιστικά σημαντικής διαφοράς στην πρωτεύουσα έκβαση της μελέτης, δυο δευτερεύοντα στοιχεία έδειξαν όφελος από την υπερηχογραφική υποβοήθηση: τα μετεγχειρητικά σκορ πόνου και ο αριθμός των παρακεντήσεων του δέρματος από τη βελόνα. Φαίνεται ότι οι ασθενείς στην υπερηχογραφικά υποβοηθούμενη ομάδα είχαν πιο ακριβή τοποθέτηση επισκληρίδιου καθετήρα για 2 λόγους: α) ακριβής στόχευση του σπονδυλικού επιπέδου σε σχέση με τη χειρουργική τομή, και β) υψηλότερη συχνότητα επιτυχίας με την πρώτη ή τη δεύτερη προσπάθεια παρακέντησης.

Η μελέτη είχε αρκετούς περιορισμούς: υποεκτίμηση της μεταβλητότητας στο χρόνο παρακέντησης και υπερεκτίμηση της διάρκειας της παρέμβασης κατά το σχεδιασμό της μελέτης, μεγάλη εμπειρία των αναισθησιολόγων, δείκτης μάζας σώματος ασθενών < 30 kg/m². Συμπεραίνεται πως μια μελλοντική, καλύτερα σχεδιασμένη μελέτη, με βάση αυτά τα δεδομένα και με μεγαλύτερο δείγμα ασθενών, θα είναι πιθανά πιο διαφωτιστική.

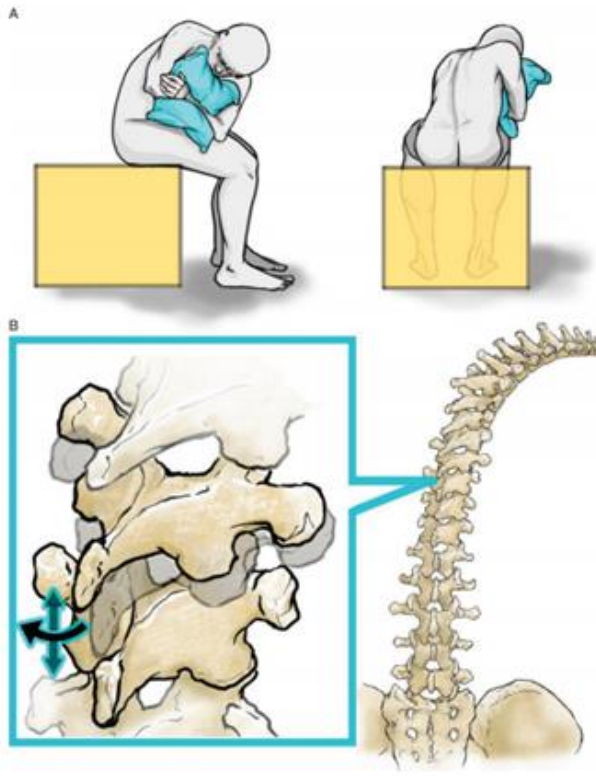
Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχει περιορισμένη έρευνα στη βελτιστοποίηση της θέσης του ασθενούς για τη διευκόλυνση της τοποθέτησης θωρακικού επισκληρίδιου καθετήρα και καμία αντικειμενική ένδειξη για να υποστηρίξει τη μια θέση έναντι της άλλης. Το 1933 ο Dogliotti⁽⁵⁹⁾ περιέγραψε την ευθεία καθιστή θέση (*upright sitting position*) με οσφυϊκή κάμψη για θωρακική επισκληρίδιο αναισθησία. Αυτή η θέση συνεχίζεται να περιγράφεται ουσιαστικά απaráλλαχτη στα σύγχρονα βιβλία αναισθησιολογίας.⁽⁶⁵⁾ Οι Ramsay και συν.⁽⁶⁰⁾ περιέγραψαν πρόσφατα την επίδραση των αλλαγών της θέσης του σώματος στο μήκος του οπίσθιου επιμήκη συνδέσμου της σπονδυλικής στήλης, και την επακόλουθη επίδραση στις διαστάσεις του «στοχευμένου ακουστικού παραθύρου» κατά την παράμεση προσπέλαση της θωρακικής επισκληρίδιου. Ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος (ΟΕΣ) έχει βρεθεί να είναι ένα αξιόπιστο μέτρο του ακουστικού παραθύρου για την οσφυϊκή υπαραχνοειδή αναισθησία και προγνωστικό εργαλείο για τις δύσκολες υπαραχνοειδείς. Υπάρχουν, όμως, περιορισμένες πληροφορίες για τον ΟΕΣ στη θωρακική μοίρα της ΣΣ και την πιθανή χρήση του για βελτιστοποίηση του ακουστικού παραθύρου που είναι ο στόχος για την τοποθέτηση θωρακικού επισκληρίδιου καθετήρα. Έτσι λοιπόν, πραγματοποίησαν θωρακική υπερηχογραφία σε 30 ενήλικες εθελοντές για να μετρηθεί το μήκος του ΟΕΣ στο Θ9-Θ10 μεσοδιάστημα, σε 5 διαφορετικές καθιστές θέσεις (*Positions -P*):

- 1) P1, ουδέτερη,
- 2) P2, με θωρακική και οσφυϊκή κάμψη

3) P3, όπως η θέση 2 με ραχιαία (*dorsal*) κλίση του τραπέζιου στις 10°

4) P4, όπως η θέση 2 με 45° δεξιά περιστροφή του ώμου

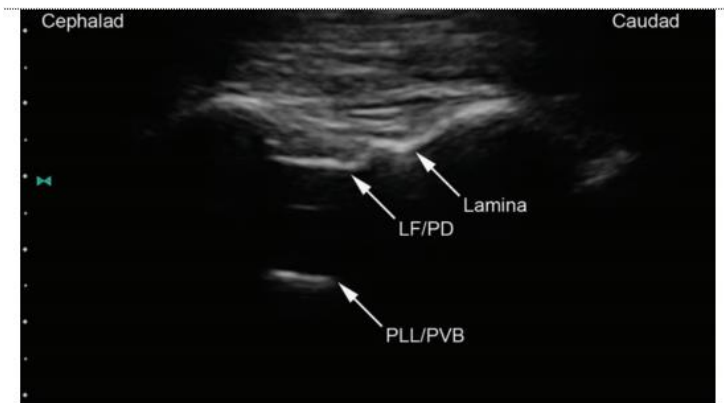
5) P5, όπως η θέση 2 με 45° αριστερή περιστροφή του ώμου



Εικόνα 29. Θωρακική και οσφυϊκή κάμψη και περιστροφή κορμού (A) με εμφανή την ταυτόχρονη απομάκρυνση των ακανθωδών αποφύσεων (B).



Εικόνα 30. Κάμψη με 10 μοίρες ραχιαία (*dorsal*) κλίση του τραπέζιου.



Εικόνα 31: «Στοχευμένη ακουστική περιοχή» σε σχέση με τον Οπίσθιο Επιμήκη Συνδέσμου-ΟΕΣ (Posterior Longitudinal Ligamentum-PLL).

Οπίσθιο Σπονδυλικό Σώμα (Posterior Vertebral Body-PVB), Ωχρός Σύνδεσμος (Ligamentum Flavum-LF,) Οπίσθια Σκληρά Μήνιγγα (Posterior Dura-PD).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μέσο μήκος του ΟΕΣ mean (SD) PLL length αυξήθηκε σημαντικά από 9.9 (3.9) mm στη θέση P1 σε 11.7 (3.4) mm στη θέση P2, 12.9 (3.1) mm στη θέση P3, και 13.8 (4.0) mm στην P4 ($P < 0.01$, < 0.01 , και < 0.01 αντίστοιχα). Το μέσο μήκος του ΟΕΣ στην P3 και P4 ήταν επίσης σημαντικά μεγαλύτερο συγκριτικά με την P2 ($P < 0.01$ και 0.01, αντίστοιχα).

Συμπερασματικά, η κάμψη με 10° ραχιαία (*dorsal*) κλίση του τραπέζιου και η κάμψη με δεξιά περιστροφή αύξησε σημαντικά το μήκος του σύστοιχου ΟΕΣ, σε σύγκριση με την καθιερωμένη καθιστή θέση κάμψης, όπως φάνηκε υπερηχογραφικά στην παράμεση τομή του επιπέδου Θ9-Θ10 σε εθελοντές. Αναδύεται, παρόλα αυτά, ένα ερώτημα· πόσο πιθανή, και μάλλον αναπόφευκτη, είναι η μετακίνηση του επισκληρίδιου καθετήρα, κατά την επαναφορά του ασθενούς σε ευθεία θέση (με ενδεχόμενη ενδαγγειακή ή ενδοτρηματική είσοδό του για παράδειγμα).

Οι Yu και συν.⁽⁸⁵⁾ έκαναν μία πιο απλή πρόταση, για την αντιμετώπιση της δυσκολίας ανεύρεσης ψηλαφητών οδηγών σημείων στη θωρακική μοίρα· ο εντοπισμός της εγκάρσιας απόφυσης και του πετάλου, κατά την υπερηχογραφική απεικόνιση σε εγκάρσια λήψη, μπορεί αρχικά να καθοδηγήσει την είσοδο της βελόνας Tuohy στη συμβολή αυτών των 2

δομών σε αληθή χρόνο (*real time*). Στη συνέχεια αφού αποσυρθεί ο ηχοβολέας, ακολουθείται η συμβατική διαδικασία με την προώθηση της βελόνας με εφαρμογή κεφαλικής κλίσης «περπατώντας πάνω στο πέταλο», που αποτελεί την παραδοσιακή παράμεση προσπέλαση.

Καταλήγοντας, φαίνεται ότι, ακόμα κι αν το σπονδυλικό κανάλι δεν είναι ορατό καθαρά, μια σάρωση πριν την επέμβαση της περιοχικής μπορεί να παρέχει πληροφορίες που θα διευκολύνουν την εισαγωγή επισκληρίδιου καθετήρα στη θωρακική μοίρα. Εκτός από τον καθορισμό της αξονικής περιστροφής (όπως περιγράφηκε από τους McLeod και συν.⁽¹⁶⁾), το βάθος που βρίσκεται το πέταλο μπορεί να μετρηθεί (ως αναπληρωματικός δείκτης του βάθους του επισκληρίδιου χώρου), τα επίπεδα των θωρακικών μεσοδιαστημάτων μπορούν να καθοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια, και ο εντοπισμός της μέσης γραμμής και των μεσοπετάλιων χώρων να σημειωθούν πάνω στο δέρμα. Η χρήση αυτών των τριών πληροφοριών θα διευκολύνει τον υπολογισμό του κατάλληλου σημείου εισαγωγής και της πορείας της βελόνας για μια μέση ή παράμεση προσπέλαση.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

Η πτωχή ποιότητα εικόνας σε παχύσαρκους και ηλικιωμένους ασθενείς

Η απεικόνιση των εν τω βάθει δομών του σπονδυλικού καναλιού (επισκληρίδιος χώρος, σκληρά μήνιγγα, υπαραχνοειδής χώρος και πρόσθιο σύμπλεγμα) μπορεί να είναι δύσκολη σε συγκεκριμένους πληθυσμούς ασθενών. Στους παχύσαρκους ασθενείς οι δομές είναι συχνά λιγότερο διακριτές λόγω της εξασθένησης της υπερηχητικής δέσμης καθώς ταξιδεύει σε μεγαλύτερη απόσταση μέσα στους ιστούς. Ένα αποτέλεσμα εκτροπής της δέσμης που παράγεται από τη διαφορά ταχύτητας του ήχου στις στιβάδες του ανομοιογενή λιπώδη ιστού, έχει επίσης περιγραφεί.⁽⁵⁸⁾ Οι πρόοδοι στην τεχνολογία της απεικόνισης έχουν βεβαίως βελτιώσει την ποιότητα της εικόνας (σύνθετη απεικόνιση και αρμονική

απεικόνιση των ιστών) και πρόσφατες μελέτες υποστηρίζουν τη χρησιμότητα των υπερήχων στους παχύσαρκους ασθενείς.^(67,78,68) Απλά μέτρα δε θα πρέπει να αγνοούνται, όπως η μείωση της συχνότητας της δέσμης για καλύτερη διείσδυση στους ιστούς, η προσαρμογή της εστίασης στο κατάλληλο βάθος και η εφαρμογή επαρκούς πίεσης για τη βελτίωση επαφής δέρματος-ηχοβολέα και συμπίεσης του υπερκείμενου ιστού. Στο ελάχιστο, οι ακανθώδεις αποφύσεις (ενδεικτικές της μέσης γραμμής) και τα μεσακάνθια κενά συνήθως μπορούν να αναγνωριστούν.⁽⁷¹⁾ Επιτυχής είσοδος στο μεσοπετάλιο διάστημα είναι πιο πιθανή, αν οι επαναπροσδιορισμοί της κατεύθυνσης της βελόνας από το αρχικό σημείο εισόδου γίνονται με πολύ μικρές κινήσεις. Η χρήση βελόνων 22-gauge ή μεγαλύτερης διαμέτρου, ιδιαίτερα με μήκος μεγαλύτερο από 90 mm, θα πρέπει να εξετάζεται, γιατί αυτές οι βελόνες είναι λιγότερο πιθανό να αποκλίνουν από την πορεία τους κατά την εισαγωγή τους. Το πρόβλημα στους ηλικιωμένους ασθενείς είναι η στένωση των μεσακάνθιων διαστημάτων, λόγω οστεοποίησης των μεσακάνθιων συνδέσμων και υπερτροφίας των αρθρώσεων facet.⁽⁶¹⁾ Οι προέχουσες ακανθώδεις αποφύσεις σε ένα λεπτό ασθενή μπορούν να εμποδίσουν την επαρκή επαφή δέρματος-ηχοβολέα κι έτσι να εμποδίσουν την καλή απεικόνιση. Σε αυτούς τους ασθενείς, η λήψη μιας εγκάρσιας τομής του σπονδυλικού καναλιού μπορεί να αποδειχθεί δύσκολη ή και αδύνατη και η παράμεση οβελιαία λήψη να αποτελεί καλύτερη επιλογή. Η επαφή μπορεί επίσης να βελτιωθεί με τη χρήση ηχοβολέα με μικρότερο ίχνος (*footprint*).

Ανακρίβεια στην τοποθέτηση των σημείων του δέρματος

Υπάρχει ο ενυπάρχων βαθμός ανακρίβειας όταν σημαδεύεται το σημείο εισαγωγής της βελόνας πάνω στο δέρμα κατά τη διάρκεια της σάρωσης πριν την παρέμβαση. Επί του παρόντος οι διαθέσιμες κυρτές κεφαλές (*curved-array probes*) δεν έχουν σημάδια που να καταδεικνύουν με ακρίβεια από που εξέρχεται η δέσμη των υπερήχων. Υπάρχει επίσης ενός βαθμού παραμόρφωση των ιστών κατά την εκτέλεση της σάρωσης, ιδιαίτερα στους

ηλικιωμένους που συχνά έχουν χαλαρό και κινητό δέρμα. Τέλος, η σημείωση του δέρματος δεν είναι ενδεικτική της γωνίας με την οποία πρέπει να εισαχθεί η βελόνα στην παράμεση προσπέλαση (ουραία προς κεφαλικά). Αυτό μπορεί να εκτιμηθεί μόνο από τη γωνίωση του ηχοβολέα που απαιτείται για να παραχθεί η ιδανική εικόνα του μεσοπετάλιου διαστήματος. Αυτοί πάντως οι παράγοντες μπορούν να ελεγχθούν και να ξεπεραστούν με την εμπειρία της χρήσης του υπερηχογραφικού μηχανήματος.

Είναι η υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη τεχνική εύκολη στην εκμάθηση;

Ως αποτέλεσμα αυτών των περιορισμών, μπορεί να απαιτηθεί εκτεταμένη εμπειρία για να φθάσει κανείς να αποκτήσει επάρκεια στη χρήση της υπερηχογραφικά καθοδηγούμενης τεχνικής. Στην ουσία σε όλες τις μελέτες μέχρι σήμερα, η υπερηχογραφική απεικόνιση έχει διενεργηθεί από ένα μικρό αριθμό εμπειρών ερευνητών. Δύο μικρές μελέτες προσπάθησαν να εξετάσουν την καμπύλη εκμάθησης της υπερηχογραφικής απεικόνισης της οσφυϊκής μοίρας ΣΣ. Οι Margarido και συν.⁽⁹⁰⁾ επιστράτευσαν 18 αναισθησιολόγους με καμία προηγούμενη εμπειρία στην υπερηχογραφική απεικόνιση της ΣΣ και τους παρείχαν μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση που περιλάμβανε υλικό, εκπαιδευτικά video, μία 45λεπτη ομιλία και 30λεπτη εργαστηριακή πρακτική (*hands-on workshop*). Τα παραπάνω άτομα εκτιμήθηκαν 7-14 ημέρες αργότερα για την ικανότητά τους να διενεργούν τρεις πράξεις σε ανθρώπους εθελοντές με φυσιολογική «εύκολη» ανατομία: αναγνώριση μεσοσπονδύλιων διαστημάτων, σημείωση ενός ιδανικού σημείου εισαγωγής και μέτρηση του βάθους του επισκληρίδιου χώρου. Η ακρίβεια προσδιορίστηκε με τη σύγκριση της ίδιας εκτέλεσης από τρεις έμπειρους ειδικούς. Κάθε εξεταζόμενος εκτέλεσε ως και 20 διαδοχικές μελέτες και η ανάλυση *cusum* χρησιμοποιήθηκε για να καθοριστεί η ικανότητα που επιτεύχθηκε. Μόνο πέντε (27%) από αυτά τα άτομα απέκτησαν ευχέρεια στην αναγνώριση των μεσοσπονδύλιων διαστημάτων, ενώ κανένα δεν επέδειξε ευχέρεια στην εκτέλεση των άλλων δύο πράξεων. Παρόλα αυτά τα συμπεράσματα είναι μη καταληκτικά, γιατί μόνο 11

(61%) από αυτά τα άτομα κατάφεραν να ολοκληρώσουν 20 μελέτες στο διαθέσιμο χρόνο της 1 ώρας. Τα κριτήρια επιτυχίας ήταν επίσης πολύ αυστηρά, και ο συγγραφέας παρατήρησε ότι τα περισσότερα από τα λάθη δεν πηγάζανε από την ανικανότητα αναγνώρισης της σχετικής ανατομίας, αλλά μάλλον από την ανακρίβεια στη σημείωση πάνω στο δέρμα και τη μέτρηση του βάθους. Συμπεράναν ότι αυτά τα λάθη θα μπορούσαν να έχουν αποφευχθεί με μεγαλύτερη προσοχή από την πλευρά του χειριστή. Οι Halpern και συν.⁽⁸⁰⁾ επίσης χρησιμοποίησαν την ανάλυση cusum για να καθορίσουν την καμπύλη εκμάθησης σχετικά με τη χρήση υπερήχων για την αναγνώριση μιας δεδομένης ακανθώδους απόφυσης με ακρίβεια (επιβεβαιωμένη στη συνέχεια με αξονική τομογραφία). Μελέτησαν δύο αναισθησιολόγους χωρίς προηγούμενη εμπειρία στην υπερηχογραφική απεικόνιση της οσφυϊκής μοίρας που έλαβαν εκπαίδευση σε πέντε ασθενείς ο καθένας. Η ικανότητα (οριζόμενη ως 90% ακρίβεια) επιτεύχθηκε από ένα άτομο μετά από εξέταση 22 ασθενών. Οι υπόλοιποι απέκτησαν ευχέρεια μετά από εξέταση 36 ασθενών. Αυτές οι αρχικές μελέτες συστήνουν ότι αφού αποκτηθεί η βασική γνώση υπερηχογραφίας της οσφυϊκής μοίρας, η εμπειρία με 40 ή περισσότερα περιστατικά μπορεί να απαιτηθεί για να επιτευχθεί ευχέρεια στη σάρωση. Αυτό μένει να επιβεβαιωθεί από μεγαλύτερες και ισχυρές μελέτες. Επιπλέον έρευνες επίσης χρειάζονται για να καθοριστεί η καμπύλη εκμάθησης για επιτυχή εκτέλεση υπερηχογραφικά καθοδηγούμενου νευραξονικού αποκλεισμού καθώς και οι ιδανικές τρόποι εκμάθησης – εκπαίδευσης. Νέα μοντέλα ΣΣ (*phantom models*) έχουν περιγραφεί που επιτρέπουν τη διενέργεια της σάρωσης και της εισαγωγής της βελόνας στα πλαίσια ενός εργαστηρίου (*workshop*). Δεν υπάρχουν όμως δεδομένα που να καταδεικνύουν πόσο αποτελεσματικά είναι αυτά τα μοντέλα στη μεταφορά γνώσεων και δεξιοτήτων.^(70,69)

Υπερηχογραφικά καθοδηγούμενες τεχνικές για νευραξονικό αποκλεισμό οσφυϊκής μοίρας σε πραγματικό χρόνο (*Real-time*)

Οι περισσότερες μελέτες υπερηχογραφικά καθοδηγούμενου νευραξονικού αποκλεισμού έχουν χρησιμοποιήσει προ-επεμβατική υπερηχογραφική απεικόνιση. Υπάρχουν μόνο λίγες δημοσιευμένες αναφορές, οσφυϊκού νευραξονικού αποκλεισμού ως επί το πλείστο, με χρήση υπερηχογραφικής καθοδήγησης σε πραγματικό χρόνο. Οι Grau και συν.⁽¹²⁾ χρησιμοποίησαν μια τεχνική με δύο χειριστές: ο ένας χειρίστηκε τον ηχοβολέα σε ένα παράμεσο οβελιαίο λοξό επίπεδο ενώ ο άλλος εισήγαγε τη βελόνα με μέση προσπέλαση. Οι Karmakar και συν.⁽⁸¹⁾ (για επισκληρίδιο) και Chin και συν.⁽⁷⁹⁾ (για υπαραχνοειδή) ανέφεραν μια τεχνική με ένα χειριστή, στην οποία μια παράμεση οβελιαία λοξή τομή ελήφθη, και στη συνέχεια η βελόνα εισήχθη εντός δέσμης σε σχέση με την εικόνα των υπερήχων.

Σε γενικές γραμμές, η υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη προσέγγιση νευραξονικού αποκλεισμού σε πραγματικό χρόνο είναι πιο απαιτητική τεχνικά, και περισσότερα δεδομένα απαιτούνται πριν συστηθεί για χρήση ρουτίνας. Υπάρχει επίσης ένας κίνδυνος εισαγωγής της βελόνας στον επισκληρίδιο ή τον υπαραχνοειδή χώρο, με μη ξεκαθαρισμένες συνέπειες. Στρατηγικές αποφυγής αυτών των επιπλοκών περιλαμβάνουν τη χρήση της γέλης με φειδώ (πχ. εφαρμογή λεπτής στοιβάδας πάνω στην επιφάνεια του ηχοβολέα, κι όχι επάνω στο δέρμα του ασθενή) και επιβεβαίωση ότι το σημείο εισαγωγής της βελόνας είναι εντελώς καθαρό από γέλη πριν την παρακέντηση ή με τη χρήση φυσιολογικού ορού αντί για γέλη ως μέσο σύζευξης.

Μια πειραματική τεχνική με χρήση συστήματος προσαρμογής της βελόνας στον ηχοβολέα (*single-operator with fixed needle guide*) έχει περιγραφεί, που μπορεί να μειώσει τη δυσκολία σε σχέση με την τεχνική με ελεύθερο χέρι (*single-operator with fixed-needle guide*).⁽⁸⁶⁾ Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια δημοσιεύονται συνεχώς ερευνητικές προσπάθειες

για τον εντοπισμό και την προσέγγιση του επισκληρίδιου χώρου με ηλεκτρονική επεξεργασία των δεδομένων της απεικόνισης των υπερήχων.^(74,76,83)

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

Η έγχυση επισκληριδίων στεροειδών για θεραπευτικούς λόγους γίνεται ως ρουτίνα, υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο, εδώ και πολλά χρόνια. Οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες για την αντιμετώπιση του χρόνιου πόνου συστήνουν ότι οι διατηρηματικές επισκληρίδιες εγχύσεις πρέπει να πραγματοποιούνται υπό κατάλληλη καθοδήγηση της απεικόνισης για την επιβεβαίωση της σωστής τοποθέτησης της βελόνας και την αποφυγή σοβαρών επιπλοκών (κάκωση αρτηρίας του Adamkiewicz ή νευρικών ριζών).¹ Οι Evansa και συν.⁽⁶²⁾ σύγκριναν την υπερηχογραφικά-υποβοηθούμενη και την ακτινοσκοπικά-ελεγχόμενη επισκληρίδιο έγχυση στεροειδών από την άποψη της τεχνικής δυνατότητας (ακρίβεια, μέσος χρόνος επέμβασης) και της έκβασης (ανακούφιση πόνου και βαθμός ανικανότητας). Μελετήθηκαν 112 ασθενείς με χρόνια πόνο χαμηλά στη ράχη (*lower back pain*) και πόνο στα κάτω άκρα, που έλαβαν τρεις επισκληρίδιες εγχύσεις στεροειδών στα οσφυϊκά μεσοπετάλια διαστήματα, και τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες. Στη μια ομάδα εφαρμόστηκε ακτινοσκοπική καθοδήγηση, ενώ στην άλλη πραγματοποιήθηκε υπερηχογραφική σάρωση της ΣΣ πριν από την έγχυση για να καθοριστεί το σημείο παρακέντησης, το βάθος του επισκληρίδιου χώρου και η πορεία της βελόνας. Μετρήθηκαν η χρονική διάρκεια της επέμβασης, ο αριθμός των εισαγωγών της βελόνας στο δέρμα και των προωθήσεων της, καθώς και η οπτική αναλογική κλίμακα για τον πόνο και ο δείκτης ανικανότητας (*disability*) Oswestry, 1 μήνα και 3 μήνες μετά τη θεραπευτική παρέμβαση. Δε βρήκαν καμία σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες στο μέσο χρόνο της παρέμβασης, τον αριθμό των εισόδων της βελόνας και των προωθήσεων της. Η μέση ένταση του πόνου και ο βαθμός των σκορ ανικανότητας πριν από την παρέμβαση, και 1

μήνα και 3 μήνες μετά από τις εγχύσεις, ήταν παρόμοια στις δύο ομάδες. Καμία ομάδα δεν είχε κάποια σοβαρή επιπλοκή.

Οι περιορισμοί της μελέτης είναι ότι δεν ήταν διπλή, τυφλή, ελεγχόμενη και ότι ο ίδιος χειριστής εκτέλεσε τις παρεμβάσεις. Έτσι τα αποτελέσματα αντανακλούν την εμπειρία και την ικανότητα ενός ατόμου, και δεν είναι εύκολο να γενικευθούν. Φαίνεται όμως, ότι η υπερηχογραφική προ-επεμβατική εκτίμηση της ΣΣ είναι μια ρεαλιστική εναλλακτική πρόταση, σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η ακτινοσκοπική καθοδήγηση (πχ. δεν υπάρχει διαθέσιμο ακτινοσκοπικό μηχάνημα, αντενδείκνυται η έκθεση στην ακτινοβολία, ή αναφέρεται αλλεργία στο σκιαγραφικό).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ο υπερηχογραφικά καθοδηγούμενος νευραξονικός αποκλεισμός αποτελεί μια χρήσιμη τεχνική που μπορεί, μεταξύ άλλων, να βοηθήσει τους αναισθησιολόγους να αναγνωρίζουν τα μεσοσπονδύλια επίπεδα με μεγαλύτερη ακρίβεια, να υπολογίζουν το βάθος του επισκληρίδιου χώρου και να εντοπίζουν ένα κατάλληλο μεσοπετάλιο διάστημα για εισαγωγή της βελόνας. Με την αύξηση της ακρίβειας στην τοποθέτηση της βελόνας και μειώνοντας τον αριθμό επανακατευθύνσεων της βελόνης, καθώς και το ποσοστό αποτυχίας, αυξάνεται το αίσθημα ασφάλειας κατά την επιτέλεση των κεντρικών νευρικών αποκλεισμών.

Είναι σχετικά εύκολο να εκτελεστεί χρησιμοποιώντας τη συστηματική προσέγγιση που έχει περιγραφεί (**πίνακας 1**), αλλά όπως με όλες τις νέες τεχνικές, επαρκής εκπαίδευση και κλινική εμπειρία απαιτούνται για να διαπιστωθεί η πλήρης δυναμική του.

Με τα σημερινά δεδομένα, δε φαίνεται να πλεονεκτεί έναντι της συμβατικής τεχνικής, σε ασθενείς με εύκολα ψηλαφητά οδηγιά σημεία όταν οι αναισθησιολόγοι διαθέτουν εμπειρία.

Παρόλα αυτά, η απόκτηση εμπειρίας και δεξιοτήτων στον υπέρηχο από την πλευρά των αναισθησιολόγων, φαίνεται ότι μπορεί να βοηθήσει την καθημερινή τους πρακτική, ιδιαίτερα για τις παρακεντήσεις και τους καθετηριασμούς της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης· σε περιοχές που εκτελούνται συχνά (μιαευτική αναισθησία, τμήμα επειγόντων), ή σε ασθενείς στους οποίους είναι αναμενόμενη η τεχνική δυσκολία λόγω πτωχών επιφανειακών ανατομικών οδηγών σημείων (πχ. παχυσαρκία, ή μετά από χειρουργείο ΣΣ).

Για την υπερηχογραφική απεικόνιση της θωρακικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, αξίζει να σημειωθεί, ότι ο εντοπισμός ενός «ακουστικού παραθύρου» και άρα προσβάσιμου μεσοσπονδύλιου διαστήματος μπορεί να αποτελέσει την ελάχιστη, αλλά εν τέλει σημαντική συνεισφορά στον αναισθησιολόγο που αντιμετωπίζει συχνά δυσκολίες στην εκτέλεση θωρακικών επισκληρίδιων αποκλεισμών. Η εξέλιξη της τεχνολογίας των υπερήχων, με ακριβέστερη ανίχνευση των δομών και παρακολούθηση της κίνησης της βελόνας σε αληθή χρόνο, μπορεί να καταστήσει δυνατό τον καθετηριασμό του θωρακικού επισκληρίδιου χώρου υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bogin IN, Stulin ID. (1971). Application of the method of 2-dimensional echospondylography for determining landmarks in lumbar punctures. Zh Nevropatol Psikhiatr Im S S Korsakova, 71, pp. 1810-1.
2. Cork RC, Kryc JJ, Vaughan RW. (1980). Ultrasonic localization of the lumbar epidural space. Anesthesiology, 52, pp. 513-6.

3. Currie JM. (1984). Measurement of the depth to the extradural space using ultrasound. *Br J Anaesth*, 56, pp. 345-7.
4. Wallace DH, Currie JM, Gilstrap LC, Santos R. (1992). Indirect sonographic guidance for epidural anesthesia in obese pregnant patients. *Reg Anesth*, 17, pp. 233-6.
5. Conradi RE, Martin E, Motsch J. (2003). Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: A preliminary study. *Can J Anaesth*, 50, pp. 1047-50.
6. Grau T, Conradi R, Martin E, Motsch J. (2003). Ultrasound and local anaesthesia. Part III: Ultrasound and neuroaxial local anaesthesia. *Anaesthesist*, 52, pp. 68-73.
7. Grau T, Leipold R, Conradi R, Martin E, Motsch J. (2001). Ultrasonography and peridural anesthesia. Technical possibilities and limitations of ultrasonic examination of the epidural space. *Anaesthesist*, 50, pp. 94-101.
8. Grau T, Leipold RW, Conradi R, Martin E. (2001). Ultrasound control for presumed difficult epidural puncture. *Acta Anaesthesiol Scand*, 45, pp. 766-71.
9. Grau T, Leipold RW, Conradi R, Martin E, Motsch J. (2001.) Ultrasound imaging facilitates localization of the epidural space during combined spinal and epidural anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*, 26, pp. 64-7.
10. Grau T, Leipold RW, Conradi R, Martin E, Motsch J. (2002). Efficacy of ultrasound imaging in obstetric epidural anesthesia. *J Clin Anesth*, 14, pp. 169-75.
11. Grau T, Leipold RW, Delorme S, Martin E, Motsch J. (2002). Ultrasound imaging of the thoracic epidural space. *Reg Anesth Pain Med*, 27, pp. 200-6.
12. Grau T, Leipold RW, Fatehi S, Martin E, Motsch J. (2004). Real-time ultrasonic observation of combined spinal-epidural anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*, 21, pp. 25-31.

13. Grau T, Leipold RW, Horter J, Conradi R, Martin E, Motsch J. (2001). The lumbar epidural space in pregnancy: Visualization by ultrasonography. *Br J Anaesth*, 86, pp. 798-804.
14. Grau T, Leipold RW, Horter J, Conradi R, Martin EO, Motsch J. (2001). Paramedian access to the epidural space: The optimum window for ultrasound imaging. *J Clin Anesth*, 13, 213-7.
15. Grau T, Leipold RW, Horter J, Martin E, Motsch J. (2001). Colour Doppler imaging of the interspinous and epidural space. *Eur J Anaesthesiol*, 18, pp. 706-12.
16. McLeod A, Roche A, Fennelly M. (2005). Case series: Ultrasonography may assist epidural insertion in scoliosis patients. *Can J Anaesth*, 52, pp. 717-20.
17. Peng PW, Rofaeel A. (2006). Using ultrasound in a case of difficult epidural needle placement. *Can J Anaesth*, 53, pp. 325-6.
18. Yamauchi M, Honma E, Mimura M, Yamamoto H, Takahashi E, Namiki A. (2006). Identification of the lumbar intervertebral level using ultrasound imaging in a post-laminectomy patient. *J Anesth*, 20, 231-3.
19. National Institute for Health and Clinical Excellence. (2008). Ultrasound-guided catheterisation of the epidural space.
20. Peterson MA, Abele J. (2005). Bedside ultrasound for difficult lumbar puncture. *J Emerg Med*, 28, pp. 197-200.
21. Ferre RM, Sweeney TW. (2007). Emergency physicians can easily obtain ultrasound images of anatomical landmarks relevant to lumbar puncture. *Am J Emerg Med*, 25, pp. 291-6.
22. Nomura JT, Leech SJ, Shenbagamurthi S, Sierzenski PR, O'Connor RE, Bollinger M, Humphrey M, Gukhool JA. (2007). A randomized controlled trial of ultrasound-assisted lumbar puncture. *J Ultrasound Med*, 26, pp. 1341-8.

23. Ferre RM, Sweeney TW, Strout TD. (2009). Ultrasound identification of landmarks preceding lumbar puncture: A pilot study. *Emerg Med J*, 26, pp. 276-7.
24. Dehui Luo, Xiang Wan, Jiming Liu and Tiejun Tong. (2018). Optimally estimating the sample mean from the sample size, median, mid-range and/or mid-quartile range. *Statistical Methods in Medical Research*, 27, (6), pp. 1785-1805.
25. Xiang Wan, Wenqian Wang, Jiming Liu and Tiejun Tong. (2014). Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Medical Research Methodology*, 14, pp. 135.
26. Chin A, Crooke B, Heywood L, et al. (2018). A randomised controlled trial comparing needle movements during combined spinal-epidural anaesthesia with and without ultrasound assistance. *Anaesthesia*, 73, pp. 466-473.
27. Duniec L, Nowakowski P, Kosson D, Lazowski T. (2013). Anatomical landmarks based assessment of intravertebral space level for lumbar puncture is misleading in more than 30%. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 45, pp. 1-6.
28. Dussourd et al. (2017). Ultrasonography helps emergency physician identify the best lumbar puncture site under the conus medullaris *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, pp. 25-60.
29. Lee AJ, Ranasinghe JS, Chehade JM, et al. (2011). Ultrasound assessment of the vertebral level of the intercrystal line in pregnancy. *Anesth Analg*, 113, pp. 559-564.
30. Chauhan AK, Bhatia R, Agrawal S. (2018). Lumbar epidural depth using transverse ultrasound scan and its correlation with loss of resistance technique: A prospective observational study in Indian population. *Saudi J Anaesth*, Apr-Jun; 12, (2), pp. 279-282.

31. Dhanger S, Vinayagam S, Vaidhyathan B, Rajesh JJ, Tripathy DK. (2018). Comparison of landmark versus pre-procedural ultrasonography-assisted midline approach for identification of subarachnoid space in elective caesarean section: A randomized controlled trial. *Indian J Anaesth*, 62, pp. 280-4.
32. Gnaho A, Nguyen V, Villevielle T, Frota M, Marret E, Gentili ME. (2012). Assessing the depth of the subarachnoid space by ultrasound. *Rev Bras Anesthesiol*, 2, pp. 520-530.
33. Helayel PE, da Conceicao DB, Meurer G, Swarovsky C, de Oliveira, Filho GR. (2010). Evaluating the depth of the epidural space with the use of ultrasound. *Rev Bras Anesthesiol*, 60, pp. 376-382.
34. Perna P, Gioia A, Ragazzi R, Volta CA, Innamorato M. (2017). Can pre-procedure neuroaxial ultrasound improve the identification of the potential epidural space when compared with anatomical landmarks? A prospective randomized study. *Minerva Anesthesiol*, 83, pp. 41-9.
35. Sahin T, Balaban O, Sahin L, Solak M, Toker K. (2014). A randomized controlled trial of preinsertion ultrasound guidance for spinal anesthesia in pregnancy: outcomes among obese and lean parturients: ultrasound for spinal anesthesia in pregnancy. *J Anesth*, 28, pp. 413-419.
36. Weiniger CF, Cobb B, Wang RR, Carvalho B. (2018). Observational Study Using Ultrasound to Assess Midline Labor Epidural Analgesia Placement and Analgesic Efficacy. *J Ultrasound Med*. Jul, 37, (7), pp. 1693-1699.
37. Abdelhamid SA, Mansour AM. (2013). Ultrasound-guided intrathecal anesthesia: does scanning help? *Egypt J Anesth*, 29, pp. 389-394.

38. Ansari T, Yousef A, El Gamassy A, Fayez M. (2014). Ultrasound-guided spinal anesthesia in obstetrics: is there an advantage over the landmark technique in patients with easily palpable spines? *Int J ObstetAnesth*, 23, pp. 213-216.
39. Arzola C, Mikhael R, Margarido C, Carvalho JCA. (2015). Spinal ultrasound versus palpation for epidural catheter insertion in labour: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*, 32, pp. 499-505.
40. Creaney M, Mullane D, Casby C, Tan T. (2016). Ultrasound to identify the lumbar space in women with impalpable bony landmarks presenting for elective caesarean delivery under spinal anaesthesia: a randomised trial. *Int J ObstetAnesth*, 28, pp. 12-16.
41. Ekinci M, Alici HA, Ahiskalioglu A, et al. (2017). The use of ultrasound in planned cesarean delivery under spinal anesthesia for patients having nonprominent anatomic landmarks. *J Clin Anesth*, 37, 82-85.
42. Li M, Ni X, Xu Z, Shen F, Song Y, Li Q, Liu Z. (2018). Ultrasound-Assisted Technology Versus the Conventional Landmark Location Method in Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery in Obese Parturients: A Randomized Controlled Trial. *Anesth Analg*. Sep 18. doi: 10.1213/ANE.0000000000003795. [Epub ahead of print]
43. Lim YC, Choo CY, Tan KT. (2014). A randomized controlled trial of ultrasound-assisted spinal anesthesia. *Anaesth Intensive Care*, 42, pp. 191-198.
44. Mofidi M, Mohammadi M, Saidi H, et al. (2013). Ultrasound guided lumbar puncture in emergency department: time saving and less complications. *J ResMed Sci*, 18, pp. 303-307.
45. Nassar M, Abdelazim IA. (2015). Pre-puncture ultrasound guided epidural insertion before vaginal delivery. *J Clin Monit Comput*, 29, 573-7.

46. Peterson MA, Pisupati D, Heyming TW, Abele JA, Lewis RJ. (2014). Ultrasound for routine lumbar puncture. *AcadEmerg Med*, 21, pp. 130-136.
47. Srinivasan KK, Iohom G, Loughnane F, Lee PJ. (2015). Conventional landmark-guided midline versus preprocedure ultrasound-guided paramedian techniques in spinal anesthesia. *Anesth Analg*, 121, pp. 1089-1096.
48. Srinivasan KK, Leo A-M, Iohom G, et al. (2018). Preprocedure ultrasound-guided paramedian spinal anaesthesia at L5-S1: Is this better than landmark-guided midline approach? A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth*, 62, pp. 53-60.
49. Tawfik MM, Atallah MM, Elkhaboutly WS, et al. (2017). Does preprocedural ultrasound increase the first-pass success rate of epidural catheterization before cesarean delivery? A randomized controlled trial. *Anesth Analg*, 124, pp. 851-856.
50. Turkstra TP, Marmai KL, Armstrong KP, et al. (2017). Preprocedural ultrasound assessment does not improve trainee performance of spinal anesthesia for obstetrical patients: a randomized controlled trial. *J Clin Anesth*, 37, pp. 21-24.
51. Urfalioglu A, Bilal B, Oksuz G, et al. (2017). Comparison of the landmark and ultrasound methods in cesarean sections performed under spinal anesthesia on obese pregnant. *J Matern-Fetal Neonatal Med*, 30, pp. 1051-1056.
52. Wang Q, Yin C, Wang TL. (2012). Ultrasound facilitates identification of combined spinal-epidural puncture in obese parturients. *Chin Med J (Engl)*, 125, pp. 3840-3843.
53. Wilkes D, Martinello C, Medeiros FA, Babazade R, Hurwitz E, Khanjee N, et al. (2017). Ultrasound-determined landmarks decrease pressure pain at epidural insertion site in immediate post-partum period. *Minerva Anestesiol*, 83, pp. 1034-41.

54. Wulf H. Epidural anaesthesia and spinal hematoma. (1996). *Can J Anaesth.*, 43, pp. 1260-1271.
55. Moen V, Dahlgren N, Irestedt L. (2004). Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999. *Anesthesiology*, 101, pp. 950-959.
56. Shaikh F, Brzezinski J, Alexander S, et al. (2013). Ultrasound imaging for lumbar punctures and epidural catheterisations: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 346, f. 1720.
57. Perlas A, Chaparro LE, Chin KJ. (2016). Lumbar neuraxial ultrasound for spinal and epidural anesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Reg Anesth Pain Med*, 41, pp. 251-260.
58. Saranteas T. (2009). Limitations in ultrasound imaging techniques in anesthesia: Obesity and muscle atrophy? *Anesth Analg*, 109, pp. 993-4.
59. Dogliotti A. (1933). A new method of block anaesthesia. Segmental peridural spinal anaesthesia. *Am J Surg*, 20, pp. 107-18.
60. Ramsay N, Walker J, Tang R, Vaghadia H, Sawka A. (2014). Flexion-rotation manoeuvre increases dimension of the acoustic target window for paramedian thoracic epidural access. *British Journal of Anaesthesia*, 112, (3), pp. 556-62.
61. Scapinelli R. (1989). Morphological and functional changes of the lumbar spinous processes in the elderly. *Surg Radiol Anat*, 11, pp. 129-33.
62. Evansa I, Logina I, Vanags I, Borgeat A. (2015). Ultrasound versus fluoroscopic-guided epidural steroid injections in patients with degenerative spinal diseases. *Eur J Anaesthesiol*, 32, pp. 262-268.
63. Ayong DB, Hostetter L, Yuan S, April E, Slee, Hanson N. (2017). Evaluation of Ultrasound-Assisted Thoracic Epidural Placement in Patients Undergoing Upper

- Abdominal and Thoracic Surgery. A Randomized, Double-Blind Study. *Reg Anesth Pain Med*, 42, pp. 204-209.
64. Chin KJ, Karmakar MK, Peng P. (2011). Ultrasonography of the Adult Thoracic and Lumbar Spine for Central Neuraxial Blockade: *Anesthesiology*, 114, pp. 1459-85.
 65. *Miller's Anesthesia* 8th edition 2014.
 66. Chin KJ. (2018). Recent developments in ultrasound imaging for neuraxial blockade: Current opinion, 31 (5), pp. 608-613.
 67. Chin KJ, Perlas A, Singh M, Arzola C, Prasad A, Chan V, Brull R. (2009). An ultrasound-assisted approach facilitates spinal anesthesia for total joint arthroplasty. *Can J Anaesth*, 56, pp. 643-50.
 68. Chin KJ, Perlas A, Chan V, Brown-Shreves D, Koshkin A, Vaishnav V. (2011). Ultrasound imaging facilitates spinal anesthesia in adults with difficult surface anatomical landmarks. *Anesthesiology*, 115, pp. 94-101.
 69. Kwok WH, Chui PT, Karmakar MK: Pig carcass spine phantom. (2010). A model to learn ultrasound-guided neuraxial interventions. *Reg Anesth Pain Med*, 35, pp. 472-3.
 70. Bellingham GA, Peng PW. (2010). A low-cost ultrasound phantom of the lumbosacral spine. *Reg Anesth Pain Med*, 35, pp. 290-3.
 71. Whitty RJ, Maxwell CV, Carvalho JC. (2007). Complications of neuraxial anesthesia in an extreme morbidly obese patient for Cesarean section. *Int J Obstet Anesth*, 16, pp. 139-44.
 72. Pandin P, Haentjens L, Salengros JC, Quintin J, Barvais L. (2009). Combined ultrasound and nerve stimulation-guided thoracic epidural catheter placement for analgesia following anterior spine fusion in scoliosis. *Pain Pract*, 9, pp. 230-4.

73. Furness G, Reilly MP, Kuchi S. (2002). An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. *Anaesthesia*, 57, pp. 277-80.
74. Chen S, Chang Y.-C, Chang Y, Cheng J-S, (2014). A prototype axial ultrasound needle guide to reduce epidural bone contact. *Anaesthesia*, 69, pp. 746-751.
75. Vallejo MC, Phelps AL, Singh S, Orebaugh SL, Sah N. (2010). Ultrasound decreases the failed labor epidural rate in resident trainees. *Int J Obstet Anesth*, 19, pp. 373-8.
76. Kerby B, Rohling R, Abolmaesumi P. (2008). Automatic Identification of Lumbar Level with Ultrasound. 30th Annual International IEEE EMBS Conference Vancouver, British Columbia, Canada, August 20-24.
77. Arzola C, Davies S, Rofaeel A, Carvalho JC. (2007). Ultrasound using the transverse approach to the lumbar spine provides reliable landmarks for labor epidurals. *Anesth Analg*, 104, pp. 1188-92.
78. Balki M, Lee Y, Halpern S, Carvalho JC. (2009). Ultrasound imaging of the lumbar spine in the transverse plane: The correlation between estimated and actual depth to the epidural space in obese parturients. *Anesth Analg*, 108, pp. 1876-81.
79. Chin KJ, Chan VW, Ramlogan R, Perlas A. (2010). Real-time ultrasound-guided spinal anesthesia in patients with a challenging spinal anatomy: Two case reports. *Acta Anaesthesiol Scand*, 54, pp. 252-5.
80. Halpern SH, Banerjee A, Stocche R, Glanc P. (2010). The use of ultrasound for lumbar spinous process identification: A pilot study. *Can J Anaesth*, 57, pp. 817-22.
81. Karmakar MK, Li X, Ho AM, Kwok WH, Chui PT. (2009). Real-time ultrasound-guided paramedian epidural access: Evaluation of a novel in-plane technique. *Br J Anaesth*, 102, pp. 845-54.

82. Locks G de F, Almeida MC, Pereira AA. (2010). Use of the ultrasound to determine the level of lumbar puncture in pregnant women. *Rev Bras Anesthesiol*, 60, pp. 13-9.
83. Leng Y, Yu S, Tan KK, Tildsley P, Sia ATH, Leong B. (2016). Development of a Real-time Lumbar Ultrasound Image Processing System for Epidural Needle Entry Site Localization. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, Aug, pp. 4093-4096.
84. Schlotterbeck H, Schaeffer R, Dow WA, Touret Y, Bailey S, Diemunsch P. (2008). Ultrasonographic control of the puncture level for lumbar neuraxial block in obstetric anaesthesia. *Br J Anaesth*, 100, pp. 230-4.
85. Yu D, Hernandez N, de Haan JB, Vu D. (2018). Ultrasound-assisted paramedian thoracic epidural. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 43, (2): pp. 220.
86. Tran D, Kamani AA, Al-Attas E, Lessoway VA, Massey S, Rohling RN. (2010). Single-operator real-time ultrasound-guidance to aim and insert a lumbar epidural needle. *Can J Anaesth*, 57, pp. 313-21.
87. Tran D, Kamani AA, Lessoway VA, Peterson C, Hor KW, Rohling RN. (2009). Preinsertion paramedian ultrasound guidance for epidural anesthesia. *Anesth Analg*, 10, pp. 661-7.
88. Watson MJ, Evans S, Thorp JM. (2003). Could ultrasonography be used by an anaesthetist to identify a specified lumbar interspace before spinal anaesthesia? *Br J Anaesth*, 90, pp. 509-11.
89. Whitty R, Moore M, Macarthur A. (2008). Identification of the lumbar interspinous spaces: Palpation versus ultrasound. *Anesth Analg*, 106, pp. 538-40.
90. Margarido CB, Arzola C, Balki M, Carvalho JC. (2010). Anesthesiologists' learning curves for ultrasound assessment of the lumbar spine. *Can J Anaesth*, 57, pp. 120-6.