



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος εργασίας

**ΝΕΥΡΙΚΟΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ ΤΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΤΟΥ
ΘΩΡΑΚΙΚΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ**

Φωτεινή Γ. Ζαφειροπούλου

Επιβλέποντες

Παρασκευή Ματσώτα Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Β΄ Παν/κή Κλ. Αναισθ/γίας

Θεοδόσιος Σαραντέας Αν. Καθηγητής Αναισθησιολογίας, Β΄ Παν/κή Κλ. Αναισθ/γίας

Χρυσάνθη Μπατιστάκη Αν. Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Β΄ Παν/κή Κλ. Αναισθ/γίας

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Θεοδόσιος Σαραντέας
Αναπληρωτής Καθηγητής
Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΝΕΥΡΙΚΟΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΤΟΥ
ΘΩΡΑΚΙΚΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ**

Φωτεινή Γεώργιος Ζαφειροπούλου

A.M.:20190001

ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΟΣ

Επιβλέποντες

Παρασκευή Ματσώτα Καθηγήτρια Ανασθησιολογίας, Β΄ Παν/κή Κλ. Αναισθ/γίας

Θεοδόσιος Σαραντέας Αν. Καθηγητής Ανασθησιολογίας, Β΄ Παν/κή Κλ.Αναισθ/γίας

Χρυσάνθη Μπατιστάκη Αν. Καθηγήτρια Ανασθησιολογίας, Β΄ Παν/κή Κλ.Αναισθ/γίας

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ»

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΚΡΙΣΕΩΣ
ΤΗΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
Της Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας κας. Φωτεινής Ζαφειροπούλου

Εξεταστική Επιτροπή

- Παρασκευή Ματσώτα, Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας
- Θεοδόσιος Σαραντέας, Αν. Καθηγητής Αναισθησιολογίας,
- Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Αν. Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας

Επιβλέπων

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή για την αξιολόγηση και εξέταση της υποψήφιας κας. **Φωτεινής Ζαφειροπούλου**, συνεδρίασε σήμερα 20/12/2021.

Η Επιτροπή **διαπίστωσε** ότι η Διπλωματική Εργασία της κας. **Φωτεινής Ζαφειροπούλου** με τίτλο «**Νευρικοί αποκλεισμοί για την αντιμετώπιση του πόνου των κακώσεων του θωρακικού**», είναι πρωτότυπη, επιστημονικά και τεχνικά άρτια και η βιβλιογραφική πληροφορία ολοκληρωμένη και εμπειρισταωμένη.

Η εξεταστική επιτροπή αφού έλαβε υπ' όψιν το περιεχόμενο της εργασίας και τη συμβολή της στην επιστήμη, με ψήφους τρεις (3) προτείνει την απονομή στον παραπάνω Μεταπτυχιακό Φοιτητή την απονομή του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών.

Στην ψηφοφορία για την βαθμολογία ο υποψήφιος έλαβε για τον βαθμό «**ΑΡΙΣΤΑ**» ψήφους **τρείς (3)**, για τον βαθμό «**ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ**» ψήφους και για τον βαθμό «**ΚΑΛΩΣ**» ψήφους Κατά συνέπεια, απονέμεται ο βαθμός «**ΑΡΙΣΤΑ**» (10)

Τα Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

- Παρασκευή Ματσώτα, Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας,
- Θεοδόσιος Σαραντέας, Αν. Καθηγητής Αναισθησιολογίας,
- Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Αν. Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας,

Επιβλέπων



Περίληψη

Εισαγωγή: Οι κακώσεις του θώρακα είναι συχνές και ασθενείς που πάσχουν από θωρακικό τραύμα διατρέχουν υψηλό κίνδυνο ανάπτυξης σημαντικής νοσηρότητας και θνησιμότητας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στον ίδιο τον τραυματισμό ή λόγω της ανάπτυξης δευτερογενών επιπλοκών, όπως αναπνευστική ανεπάρκεια και πνευμονία. Η σωστή αντιμετώπιση του συνοδού οξέος πόνου είναι ζωτικής σημασίας.

Σκοπός: Η συλλογή και ανάλυση των αναγκαίων πληροφοριών σχετικά με τους νευρικούς αποκλεισμούς που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση του πόνου στις κακώσεις θωρακικού τοιχώματος.

Υλικό και μέθοδος: Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση στις επιστημονικές βάσεις δεδομένων, όπου με βάση συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά, συλλέχθηκαν οι απαιτούμενες πληροφορίες για τους νευρικούς αποκλεισμούς στις κακώσεις του θώρακα.

Αποτελέσματα/Συμπεράσματα: Οι τεχνικές που αφορούν τον αποκλεισμό στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός και το επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης θεωρούνται λιγότερο επεμβατικές, έχουν ελάχιστες επιπλοκές, ενώ αποτελούν τεχνικές με εύκολη εκμάθηση που αποτελούν εναλλακτικές επιλογές της θωρακικής επισκληρίδιου αναλγησίας και του παρασπονδυλικού θωρακικού αποκλεισμού. Για την εφαρμογή αυτών των νευρικών αποκλεισμών για την αντιμετώπιση του θωρακικού τραύματος απαιτείται λεπτομερής γνώση της ανατομίας των μυών, των περιτονιών και των νεύρων του θωρακικού τοιχώματος.

Λέξεις-κλειδιά: θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία, παρασπονδυλικός θωρακικός αποκλεισμός.

Abstract

Introduction: Chest injuries are common and patients with chest trauma are at high risk of developing significant morbidity and mortality. This may be due to the injury itself or to the development of secondary complications, such as respiratory failure and pneumonia. Appropriate management of the accompanying acute pain is vital.

Purpose: The review and analysis of the necessary information on nerve blocks suitable for pain management in chest trauma injuries.

Material and method: A literature review was performed in the scientific databases, where based on specific keywords, the required information for the nerve blockages in the chest injuries was collected.

Results/Conclusions: Techniques involving exclusion at the level of the anterior dentate gyrus and the level of the lumbar spine muscle are considered less invasive, have minimal complications, and are easy-to-learn techniques that are alternatives to thoracic epidural analgesia and thoracic paravertebral block. Applying these nerve blocks to treat a chest injury requires detailed knowledge of the anatomy of the muscles, fascia, and nerves of the chest wall.

Keywords: thoracic epidural analgesia, paravertebral thoracic block

ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στον Αντώνη και τον Γιώργο μου, τα παιδάκια μου που ήρθαν και κάνανε τον κόσμο λίγο πιο όμορφο και πιο ανεκτό.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία καθώς και η συμμετοχή μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών δεν θα μπορούσαν να υλοποιηθούν αν σε αυτή μου την προσπάθεια δεν με στήριζαν κάποιοι σπουδαίοι άνθρωποι.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Ομότιμη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ κα Γεωργία Κωστοπαναγιώτου-Γερολουκά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στο πρόσωπο της Καθηγήτριας Αναισθησιολογίας, Διευθύντριας της Β' Πανεπιστημιακής Κλινικής Αναισθησιολογίας του ΠΓΝ «Αττικόν» και επιβλέπουσα της εργασίας μου κα Παρασκευή Ματσώτα για την αμέριστη στήριξη και καθοδήγηση που μου προσέφερε στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Μέσα από την καρδιά μου θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή Αναισθησιολογίας της Β' Πανεπιστημιακής Κλινικής Αναισθησιολογίας του ΠΓΝ «Αττικόν» κο Θεοδόσιο Σαραντέα που είναι για μένα ο μέντοράς μου όχι μόνο στον κόσμο της περιοχικής αναισθησίας, αλλά και σε όλο το ταξίδι που λέγεται αναισθησιολογία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις Αναπληρώτριες Καθηγήτριες Αναισθησιολογίας της Β' Πανεπιστημιακής Κλινικής Αναισθησιολογίας του ΠΓΝ «Αττικόν» κα Τατιάνα Σιδηροπούλου και κα Χρυσάνθη Μπατιστάκη για τις γνώσεις και την διδασκαλία τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΝΕΥΡΙΚΟΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΩΡΑΚΙΚΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ

1. Εισαγωγή.....	11
2. Πόνος σε κακώσεις θωρακικού τοιχώματος.....	13
2.1 Ανατομία θώρακος	13
2.2 Κακώσεις θωρακικού τοιχώματος.....	19
2.3 Παθοφυσιολογία οξέος και χρόνιου πόνου σε κακώσεις θωρακικού τοιχώματος.....	22
3. Νευρικοί αποκλεισμοί για την αντιμετώπιση του πόνου στις κακώσεις του θωρακικού τοιχώματος.....	31
3.1.Θωρακική επισκληρίδιος αναισθησία.....	32
3.1.1) Ανατομία θωρακικού επισκληρίδιου χώρου.....	32
3.1.2) Απεικόνιση του επισκληρίδιου χώρου και περιγραφή της θωρακικής επισκληρίδιας τεχνικής.....	35
3.1.3) Κλινικές εφαρμογές της θωρακικής επισκληρίδιας τεχνικής.....	41
3.2.Παρασπονδυλικός θωρακικός αποκλεισμός.....	43
3.2.1) Ανατομία παρασπονδυλικού χώρου.....	43
3.2.2) Απεικόνιση παρασπονδυλικού χώρου και περιγραφή τεχνικής του παρασπονδυλικού αποκλεισμού.....	45
3.2.3) Κλινικές εφαρμογές του παρασπονδυλικού αποκλεισμού.....	49
3.3.Μεσοπλεύριος αποκλεισμός.....	51
3.3.1) Ανατομία μεσοπλεύριου χώρου.....	51
3.3.2) Απεικόνιση μεσοπλεύριου χώρου και περιγραφή τεχνικής αποκλεισμού των μεσοπλεύριων νεύρων.....	53
3.3.3) Κλινικές εφαρμογές του αποκλεισμού των μεσοπλεύριων νεύρων.....	55
3.4.Αποκλεισμός στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μύος.....	56
3.4.1) Ανατομία.....	56
3.4.2) Απεικόνιση του χώρου και των περιτονιών και περιγραφή τεχνικής του αποκλεισμού στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μύος.....	58
3.4.3) Κλινικές εφαρμογές του αποκλεισμού στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μύος.....	59

3.5. Αποκλεισμός στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης.....	60
3.5.1) Ανατομία.....	60
3.5.2) Απεικόνιση του χώρου και περιγραφή τεχνικής αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης.....	62
3.5.3) Κλινικές εφαρμογές του αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης.....	64
4. Συμπεράσματα.....	65
5. Βιβλιογραφία.....	68

1. Εισαγωγή

Ο πόνος συνήθως ταξινομείται σε οξύ και χρόνια πόνο. Ο οξύς πόνος υποδηλώνει μια επώδυνη κατάσταση με ταχεία έναρξη ή σύντομη πορεία, ενώ ο χρόνιος πόνος αναφέρεται ως επώδυνη κατάσταση που επιμένει πέρα από τον κανονικό χρόνο επούλωσης. Η μετάβαση του οξέος πόνου σε χρόνια πόνο σχετίζεται με τεράστια επιβάρυνση του συστήματος υγείας, ενώ πολυάριθμες μελέτες έχουν διερευνήσει διαφορετικούς παράγοντες που αυξάνουν την ευαισθησία στη μετάβαση του οξέος σε χρόνια πόνο.¹

Τα σωματικά τραύματα αποτελούν την τρίτη πιο κοινή αιτία θανάτου σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, καθώς ένας στους τέσσερις τραυματίες πεθαίνει λόγω θωρακικού τραυματισμού ή επιπλοκών του. Οι αμβλείς τραυματισμοί στο στήθος προκαλούν σε μεγάλο ποσοστό τις κακώσεις στο θωρακικό τοίχωμα, συνήθως από τροχαίο ατύχημα, πτώση από ύψος, αμβλύ τραυματισμό οργάνων και σωματική επίθεση. Ως αποτέλεσμα τραύματος στο στήθος, μπορεί να προκύψουν πολλαπλοί τραυματισμοί, όπως τραυματισμοί στους πνεύμονες, απαιτώντας επείγουσα παρέμβαση. Στην περίπτωση κακώσεων στο θωρακικό τοίχωμα οι ασθενείς μπορεί να παρουσιάσουν μια απλή δύσπνοια ή ακόμα και αναπνευστική ανεπάρκεια. Μόνο ένα ποσοστό της τάξης του 10% των ασθενών με κακώσεις θώρακα χρειάζονται χειρουργική επέμβαση, ενώ το υπόλοιπο 90% μπορεί να αντιμετωπιστεί με απλές μεθόδους και υποστήριξη οξυγόνου.²

Ασθενείς προχωρημένης ηλικίας που παρουσιάζουν θωρακικές θλάσεις και πολλαπλά αμφοτερόπλευρα κατάγματα πλευρών αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο για εισαγωγή σε ΜΕΘ, μηχανικό αερισμό και παρατεταμένη παραμονή στην ΜΕΘ και το νοσοκομείο, εμφάνιση πνευμονίας, πνευμονικής εμβολής και αυξημένης θνητότητας.³ Η συνήθης αναλγητική προσέγγιση περιλαμβάνει την χορήγηση αντιφλεγμονωδών με οπιοειδή σε συνδυασμό με τεχνικές περιοχικής αναισθησίας όπως η θωρακική επισκληρίδιος αναισθησία, οι μεσοπλευρικοί και παρασπονδυλικοί αποκλεισμοί.^{4,5}

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και η ανάλυση των νευρικών αποκλεισμών που εφαρμόζονται στην περίπτωση θωρακικών τραυμάτων.

Αρχικά, παρουσιάζεται η ανατομία του θώρακα και γίνεται αναφορά στις κακώσεις του θωρακικού τοιχώματος. Στη συνέχεια, παρέχονται πληροφορίες σχετικά με την παθοφυσιολογία του οξέος και χρόνιου πόνου σε κακώσεις του θωρακικού τοιχώματος.

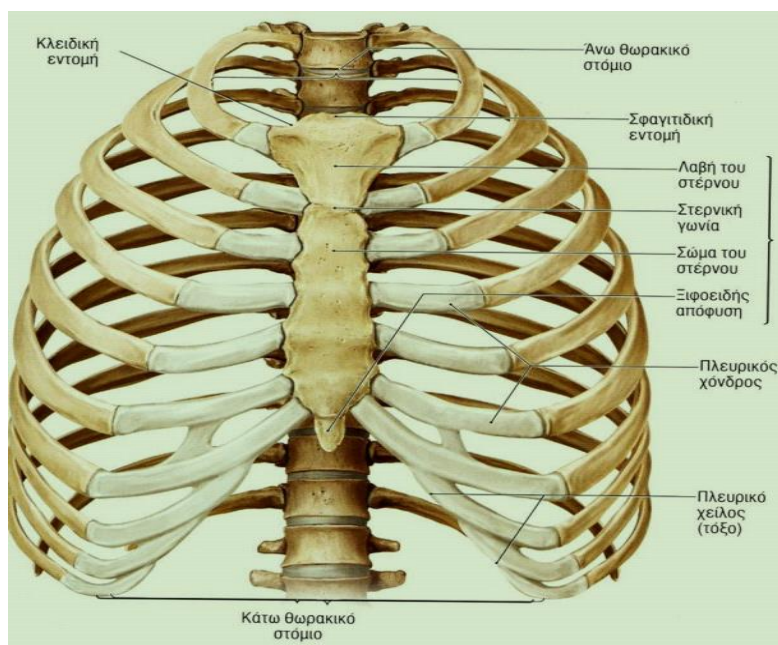
Ακολούθως, αναλύονται οι νευρικοί αποκλεισμοί που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση του πόνου στις κακώσεις του θωρακικού τοιχώματος, όπως η θωρακική επισκληρίδιος τεχνική, ο παρασπονδυλικός θωρακικός αποκλεισμός, ο μεσοπλεύριος αποκλεισμός, ο αποκλεισμός στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός και ο αποκλεισμός στο επίπεδο του ανελκτήρα μυ της ράχης.

2. Πόνος σε κακώσεις θωρακικού τοιχώματος

2.1 Ανατομία θώρακος

Ο **θώρακας** αποτελεί το μέρος του σώματος μεταξύ του λαιμού και της κοιλίας. Ο σκελετός του θώρακα αποτελείται από 12 θωρακικούς σπονδύλους, από το στέρνο και από 12 ζεύγη πλευρών. Κατά την αναπνοή ο θώρακας κινείται υπό την επίδραση των αναπνευστικών μυών, αυξομειώνοντας το μέγεθός του.⁶

Το σχήμα του σκελετού του θώρακα έχει το σχήμα ενός κλωβού πουλιού με θόλο και η **θωρακική κοιλότητα** έχει σχήμα κώνου, καθώς είναι στενή πάνω και αυξάνει στο κάτω μέρος (Εικόνα 1). Ο **θωρακικός κλωβός** αποκτά το σχήμα του ραχιαία από τη θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης, πρόσθια από το στέρνο και κυκλοτερώς από 12 ζεύγη πλευρών και πλευρικών χόνδρων σε κάθε ημιθώρακιο. Το άνω στόμιο αφορίζεται από το σώμα του 1^{ου} θωρακικού σπονδύλου, τις δύο πρώτες πλευρές και τη λαβή του στέρνου, ενώ το κάτω στόμιο αφορίζεται από το σώμα του 12^{ου} θωρακικού σπονδύλου, τις δύο δωδέκατες πλευρές, το πλευρικό τόξο και την ξιφοειδή απόφυση.⁶



Εικόνα 1: Ο θώρακας. (Πηγή: Netter, F. H. Βασική Κλινική Ανατομία. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, 2011)

Όσον αφορά τα πλευρά, τα 12 ζεύγη πλευρών αποτελούνται από τις εξής πλευρές:⁶

- **Γνήσιες:** 1^η έως 7^η, οι οποίες καταφύονται στο στέρνο άμεσα μέσω των πλευρικών χόνδρων.
- **Νόθες:** 8^η έως 10^η, συνδέονται έμμεσα με το στέρνο με το χόνδρο της υπερκείμενης πλευράς.
- **Ασύντακτες:** 11^η και 12^η, δε συνδέονται με το στέρνο και απολήγουν μέσα στους μυς του οπίσθιου κοιλιακού τοιχώματος.

Οι **τυπικές πλευρές** (3^η έως 9^η) έχουν τα εξής στοιχεία:⁶

- **Κεφαλή:** χαρακτηρίζεται από σφηνοειδές σχήμα και διαθέτει δύο αρθρικές επιφάνειες που χωρίζονται από την ακρολοφία της κεφαλής. Η μία αρθρική επιφάνεια χρησιμεύει για την διάρθρωση με τον σύστοιχο σπόνδυλο που έχει τον ίδιο αριθμό με την πλευρά και η άλλη αρθρική επιφάνεια για την άρθρωση με τον υπερκείμενο σπόνδυλο.
- **Αυχένας:** αποτελεί την σύνδεση της κεφαλής της πλευράς με το σώμα της στο επίπεδο του φύματος.
- **Φύμα:** βρίσκεται στην ένωση του αυχένα και του σώματος. Μία μικρή αρθρική επιφάνεια αρθρώνεται με την αντίστοιχη εγκάρσια απόφυση του σπονδύλου και μια αδρή μη αρθρική επιφάνεια παρέχει πρόσφυση για τον πλευροεγκάρσιο σύνδεσμο.
- **Σώμα:** είναι λεπτό, πλατύ και κυρτό, κατά την πλευρική γωνία κατά την οποία η πλευρά στρέφεται προς τα εμπρός και έξω. Η γωνία επίσης σηματοδοτεί το έξω όριο της πρόσφυσης των εν των βάθει μυών της ράχης στις πλευρές. Η κοίλη έσω επιφάνεια του σώματος έχει μια πλευρική αύλακα που είναι παράλληλη με το κάτω χείλος της πλευράς, η οποία παρέχει κάποια προστασία για το μεσοπλεύριο νεύρο και τα μεσοπλεύρια αγγεία.

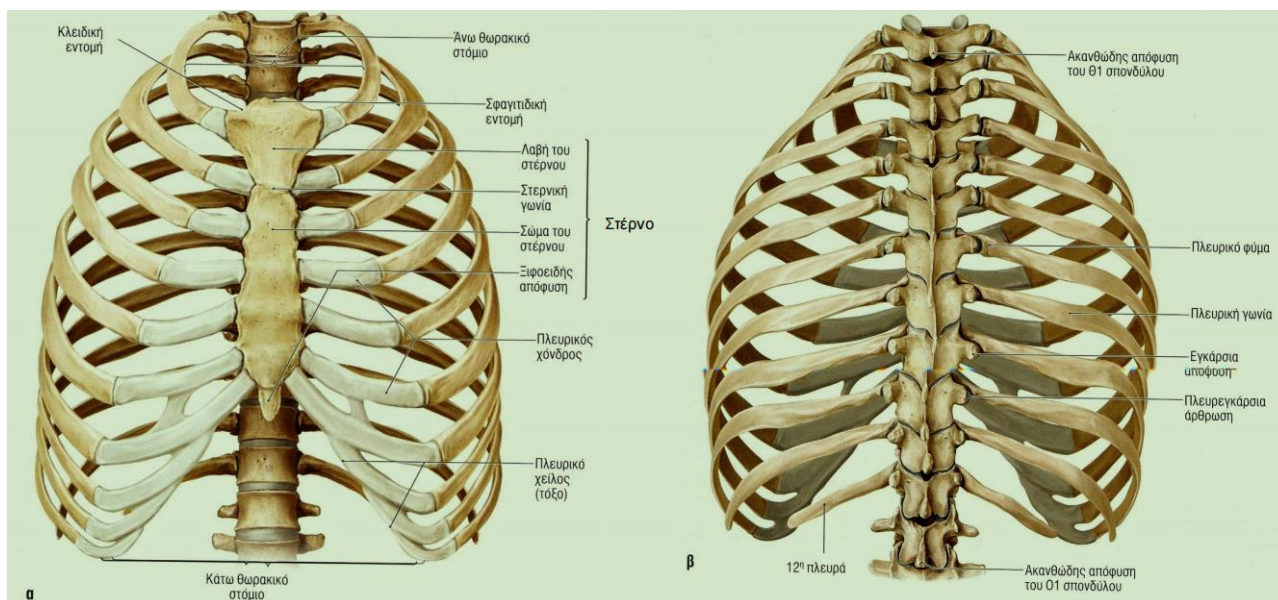
Άτυπες πλευρές (1^η, 2^η και 10^η -12^η) οι οποίες είναι ανόμοιες ⁶:

- Η 1^η πλευρά έχει το πιο πλατύ και σχεδόν οριζόντιο σώμα, είναι η βραχύτερη και η πιο ορθώς καμπυλωμένη από τις επτά γνήσιες πλευρές. Επιπλέον, έχει μια μονήρη αρθρική επιφάνεια πάνω στην κεφαλή της για την άρθρωση με τον Θ1 σπόνδυλο μόνο και δύο εγκάρσια κατευθυνόμενες αύλακες που διασχίζουν την άνω επιφάνεια της για τα υποκλείδια αγγεία.
- Η 2^η πλευρά έχει μεγαλύτερο μήκος από την 1^η πλευρά, με ένα πιο λεπτό και λιγότερο καμπυλωμένο σώμα. Η κεφαλή της έχει δύο αρθρικές επιφάνειες για την άρθρωση με τα σώματα του Θ1 και Θ2 σπονδύλου.
- Οι 10^η –12^η πλευρές έχουν μόνο μια αρθρική επιφάνεια στις κεφαλές τους και αρθρώνονται με ένα μόνο σπόνδυλο.
- Οι 11^η και 12^η πλευρές είναι βραχείες και δεν έχουν αυχένα ή φύμα.

Οι **πλευρικοί χόνδροι** επεκτείνουν τις πλευρές προς τα εμπρός και συμβάλλουν στην ελαστικότητα του θωρακικού τοιχώματος, παρέχοντας μια ευλύγιστη κατάφυση για τα πρόσθια άκρα τους, κορυφές τους. Οι χόνδροι αυξάνουν το μέγεθος στις πρώτες επτά πλευρές και μετά βαθμιαία ελαττώνουν το μέγεθός τους. Οι πρώτοι επτά πλευρικοί χόνδροι καταφύονται άμεσα και ανεξάρτητα στο στέρνο, ο 8^{ος}, 9^{ος} και 10^{ος} αρθρώνεται με τους υπερκείμενους πλευρικούς χόνδρους, σχηματίζοντας ένα συνεχές, αρθρώμενο, χονδρικό πλευρικό χείλος ή τόξο. Οι 11^{οι} και 12^{οι} πλευρικοί χόνδροι σχηματίζουν καλύμματα στα πρόσθια άκρα των αντίστοιχων πλευρών και δεν καταφύονται σε κανένα άλλο οστό ή χόνδρο.⁷

Τα **μεσοπλεύρια διαστήματα** ξεχωρίζουν τις πλευρές και τους πλευρικούς χόνδρους τους μεταξύ τους, παίρνοντας το όνομά τους σύμφωνα με την πλευρά που σχηματίζει το άνω όριο κάθε διαστήματος. Υπάρχουν 11 μεσοπλεύρια διαστήματα και 11 μεσοπλεύρια νεύρα. Τα μεσοπλεύρια διαστήματα καταλαμβάνονται από τους μεσοπλεύριους μύς και τους μεσοπλεύριους υμένες, και από δύο ομάδες (κύρια και παράπλευρα) μεσοπλεύρια αιμοφόρα αγγεία και νεύρα, ταυτοποιούμενα με τον ίδιο αριθμό ενός συγκεκριμένου διαστήματος. Ο χώρος κάτω από την 12^η πλευρά δεν βρίσκεται μεταξύ πλευρών και έτσι αναφέρεται σαν ο υποπλεύριος χώρος, και ο πρόσθιος κλάδος του νωτιαίου νεύρου Θ12 είναι το υποπλεύριο νεύρο. Τα μεσοπλεύρια

διαστήματα είναι ευρύτερα προς τα εμπρός και έξω και διευρύνονται περαιτέρω με την εισπνοή. Οι περισσότεροι θωρακικοί σπόνδυλοι είναι τυπικοί γιατί είναι ανεξάρτητοι, έχουν σώματα, σπονδυλικά τόξα και επτά αποφύσεις για μυϊκές και αρθρικές συνδέσεις.⁷



Εικόνα 2: α. Πρόσθια όψη θώρακα, β. οπίσθια όψη θώρακα. (Πηγή: Netter, F. H. Βασική Κλινική Ανατομία. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, 2011)

Ο θώρακας διακρίνεται σε άνω και έξω στόμιο, όπου το κάτω στόμιο ξεχωρίζει με το πλευρικό τόξο και την ξιφοειδή απόφυση, ενώ το άνω τμήμα από τις δύο πλευρές στηρίζοντας ολόκληρο τον κορμό του ανθρώπινου σώματος (Εικόνα 2). Ο θώρακας περικλείει τα κύρια όργανα του αναπνευστικού συστήματος, του καρδιαγγειακού συστήματος και του ανώτερου πεπτικού. Η θωρακική κοιλότητα διαιρείται στο κεντρικό διαμέρισμα ή **μεσοθωράκιο** και εκατέρωθεν, στην **δεξιά** και **αριστερή πνευμονική κοιλότητα** που περιέχουν τους πνεύμονες. Το θωρακικό διάφραγμα ξεχωρίζει τον θώρακα από την κοιλιακή χώρα και αποτελεί έναν μυ σε θολωτή γραμμή που λειτουργεί ως κύριος μυσ της αναπνοής. Ο οισοφάγος, το φρενικό και το κοιλιακό νεύρο, η φθίνουσα αορτή και η κατώτερη φλέβα περνούν μέσα από το διάφραγμα μεταξύ θωρακικής και κοιλιακής κοιλότητας.⁷

Το μεσοθωράκιο αποτελεί το κεντρικότερο τμήμα της κοιλότητας του θώρακα που πλαισιώνεται από χαλαρό συνδετικό ιστό. Στο μεσοθωράκιο περιλαμβάνονται η καρδιά, καθώς και τα αγγεία και νεύρα αυτής, ο οισοφάγος, η τραχεία και ο θύμος που υπάρχει μέσα στον θώρακα και περικλείεται από το δεξί και αριστερό πλευρό. Το μεσοθωράκιο περιβάλλεται από τον θωρακικό κλωβό στο μπροστινό μέρος, τους πνεύμονες στα πλάγια και την σπονδυλική στήλη στο οπίσθιο μέρος.⁷

Η **υπεζωκοτική κοιλότητα** είναι ο χώρος που γεμίζει με λεπτό υγρό μεταξύ των δύο πνευμονικών πλευρών κάθε πνεύμονα. Ως υπεζωκότας καλείται η ορώδης μεμβράνη που αναδιπλώνεται στον εαυτό της για τον σχηματισμό μίας επιφάνειας δύο στρωμάτων, το σπλαχνικό και το τοιχωματικό πέταλο. Το σπλαχνικό πέταλο καλύπτει όλο τον πνεύμονα και το τοιχωματικό πέταλο καλύπτει το θωρακικό τοίχωμα από την εσωτερική πλευρά. Η υπεζωκοτική κοιλότητα προστατεύει τους πνεύμονες στη θωρακική κοιλότητα, αποκλείοντας τον ένα πνεύμονα από τον άλλο με αποτέλεσμα τον περιορισμό της εξάπλωσης λοίμωξης μεταξύ τους.⁷

Το **θωρακικό τοίχωμα** περιλαμβάνει τον θωρακικό κλωβό και τους μυς οι οποίοι εκτείνονται μεταξύ των πλευρών, καθώς επίσης και το δέρμα, τον υποδόριο ιστό, τους μυς και την περιτονία που καλύπτουν την προσθιοπλάγια επιφάνειά του. Οι μαζικοί αδένες των μαστών βρίσκονται μεταξύ του υποδόριου ιστού του θωρακικού τοιχώματος. Οι προσθιοπλάγιοι μύες του κορμού και των άκρων οι οποίοι βρίσκονται πάνω στον θωρακικό κλωβό και σχηματίζουν το υπόστρωμα του μαστού απαντώνται στο θωρακικό τοίχωμα και μπορούν να θεωρηθούν τμήμα του, αλλά είναι διακριτοί μύες του άνω άκρου βάση της λειτουργίας και της νεύρωσης.⁸

Μερικοί μύες που προσφύονται στον και/ή που καλύπτουν τον θωρακικό κλωβό εμπλέκονται κυρίως στην εξυπηρέτηση άλλων περιοχών. Μερικοί μύες που ανήκουν (κορμό – άκρα) εκτείνονται από τον θωρακικό κλωβό (αξονικό σκελετό) στα οστά του άνω άκρου (σκελετός των άκρων). Παρόμοια, μερικοί μύες του προσθιοπλάγιου κοιλιακού τοιχώματος, της ράχης και μύες του λαιμού έχουν προσφύσεις στον θωρακικό κλωβό.⁸

Οι μύες κορμού – άκρων δρουν κυρίως πάνω στα άνω άκρα, αλλά αρκετοί από αυτούς, περιλαμβανομένων του μείζονος θωρακικού και του ελάσσονος θωρακικού και η κάτω μοίρα του πρόσθιου οδοντωτού μπορούν επίσης να δρουν σαν επικουρικοί μύες της αναπνοής, βοηθώντας στην ανύψωση των πλευρών για να επεκτείνεται η θωρακική κοιλότητα όταν η εισπνοή είναι βαθιά και βίαιη.⁸

Οι σκαληνοί μύες του λαιμού, οι οποίοι κατέρχονται από τους σπονδύλους του λαιμού στην 1^η και 2^η πλευρά, δρουν κυρίως πάνω στην σπονδυλική στήλη. Όμως, χρησιμεύουν επίσης και σαν επικουρικοί αναπνευστικοί μύες σταθεροποιώντας αυτές τις πλευρές και επιτρέποντας στους μυς που συνδέονται με τις κατώτερες πλευρές να είναι πιο αποτελεσματικοί στην ανύψωση των κατώτερων πλευρών κατά την διάρκεια μιας βίαιης ή βαθιάς εισπνοής. Οι αληθείς ή αυτόχθονες μύες του θωρακικού τοιχώματος είναι ο οπίσθιος οδοντωτός, οι ανελκτήρες των πλευρών, οι μεσοπλεύριοι, οι υποπλεύριοι και ο εγκάρσιος θωρακικός. Οι μεσοπλεύριοι μύες καταλαμβάνουν τα μεσοπλεύρια διαστήματα (Εικόνα 3).⁸

ΜΥΕΣ ΤΟΥ ΘΩΡΑΚΙΚΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ

Μυς	Έκφυση	Κατάφυση	Νεύρωση	Κύρια λειτουργία	
Οπίσθιος άνω οδοντωτός	Από τον αυχενικό σύνδεσμο, τις ακανθώδεις αποφύσεις του Α7 μέχρι Θ3 σπονδύλων	Στο άνω χείλος της 2ης έως 4ης πλευράς	Από το 2ο μέχρι το 5ο μεσοπλευρίο νεύρο	Ιδιοδεκτικότητα (ανυψώνει τις πλευρές) ^β	
Οπίσθιος κάτω οδοντωτός	Από τις ακανθώδεις αποφύσεις των Θ11 μέχρι Ο2 σπονδύλων	Στα κάτω χείλη της 8ης μέχρι της 12ης πλευράς στις γωνίες τους	Από τον πρόσθιο κλάδο των Θ9 μέχρι Θ12 θωρακικών νωτιαίων νεύρων	Ιδιοδεκτικότητα (κατεβάζει ή χαμηλώνει τις πλευρές) ^β	
Ανεηκτήρες των πλευρών	Από τις εγκάρσιες αποφύσεις των Θ7-11	Στις υποκείμενες πλευρές μεταξύ φύματος και γωνίας	Από τους οπίσθιους κύριους κλάδους των Α8-Θ11 νεύρων	Ανυψώνει τις πλευρές	
Έξω μεσοπλευρίο	Από τα κάτω χείλη των πλευρών	Στα άνω χείλη των υποκείμενων πλευρών	Από τα μεσοπλευρία νεύρα	Ανυψώνει τις πλευρές κατά τη διάρκεια μιας βίαιης εισπνοής ^α	
Έσω μεσοπλευρίο				Μεσόστεη μοίρα: χαμηλώνει πλευρές	Κατά τη διάρκεια βίαιης εκπνοής ^α
Εσώτατο μεσοπλευρίο				Μεσοχόνδρια μοίρα: ανυψώνει πλευρές	
Υποπλευρίος	Από την έσω επιφάνεια των κατώτερων πλευρών κοντά στις γωνίες τους	Στα άνω χείλη της υποκείμενης 2ης ή 3ης πλευράς		Πιθανώς δρα με τον ίδιο τρόπο όπως και οι έσω μεσοπλευρίοι μύες	
Εγκάρσιος θωρακικός	Από την οπίσθια επιφάνεια της κάτω μοίρας του στέρνου	Στην έσω επιφάνεια των πλευρικών χόνδρων 2-6		Χαμηλώνει λίγο τις πλευρές ^β Ιδιοδεκτικότητα;	

^αΌλοι οι μεσοπλευρίοι μύες διατηρούν τεντωμένα τα μεσοπλευρία διαστήματα παρεμποδίζοντας επομένως αυτά από το να προβάλλουν προς τα έξω κατά τη διάρκεια της εκπνοής και από το να σύρονται προς τα έσω κατά τη διάρκεια της εισπνοής. Ο ρόλος κάθε μεσοπλευρίου μυός ξεχωριστά και των επικουρικών μυών της αναπνοής ως προς την κίνηση των πλευρών είναι δύσκολο να ερμηνευτεί παρά τις πολλές ηλεκτρομυογραφικές μελέτες.

^βΗ δράση παραδοσιακά καθορίζεται βάση των εκφύσεων και καταφύσεων· φαίνεται ότι είναι κυρίως ιδιοδεκτική ως προς τη λειτουργία

Εικόνα 3: Μύες του Θωρακικού Τοιχώματος. (Πηγή: Netter, F. H. Βασική Κλινική Ανατομία. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, 2011)

2.2 Κακώσεις θωρακικού τοιχώματος

Οι κακώσεις του θώρακα αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου, μετά τις κακώσεις του εγκεφάλου με θνητότητα που αγγίζει το 25%. Η θνησιμότητα είναι 10% υψηλότερη σε ασθενείς με κάκωση της καρδιάς, της αορτής, του τραχειοβρογχικού δένδρου ή του οισοφάγου. Τα τραύματα του θώρακα διαχωρίζονται σε κλειστά και διαπιτραινόντα.⁹

Οι κακώσεις θώρακα αφορούν το θωρακικό τοίχωμα, τον υπεζωκοτικό χώρο, το πνευμονικό παρέγχυμα και το μεσοπνευμόνιο και περιλαμβάνουν τα κατάγματα πλευρών, τον ασταθή θώρακα (flail chest), τον αιμοθώρακα, τον πνευμοθώρακα, τις

πνευμονικές θλάσεις, τη ρήξη τραχειοβρογχικού δένδρου, τη ρήξη διαφράγματος, την κάκωση καρδιάς και την κάκωση ή τη ρήξη μεγάλων αγγείων.⁹

Τα **κατάγματα πλευρών** αποτελούν την πιο συχνή μορφή κάκωσης θώρακα και παρουσιάζονται συχνά σε τροχαία ατυχήματα. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων σχετίζονται με πνευμονικές θλάσεις, πνευμοθώρακα και αιμοθώρακα, ενώ μπορεί να συνυπάρχει και κάκωση κοιλιάς, ειδικά σε κατάγματα κατώτερων πλευρών.⁹

Ο **ασταθής θώρακας** συμβαίνει όταν τρία ή περισσότερα πλευρά σπάνε σε δύο σημεία και αιτία εμφάνισής του αποτελούν οι τραυματισμοί σε τροχαία ατυχήματα σε ποσοστό 75%. Το τμήμα με τα κατάγματα παρουσιάζει αντίθετη κίνηση από τον υπόλοιπο θώρακα, προκαλώντας παράδοξη κινητικότητα. Έτσι, κατά την εισπνοή με την σύσπαση του διαφράγματος ο θώρακας εκπύσσεται, η υπεζωτοτική πίεση γίνεται περισσότερο αρνητική και το σπασμένο τμήμα κινείται προς τα μέσα. Το κυριότερο πρόβλημα δεν είναι η παράδοξη κινητικότητα, αλλά η πνευμονική βλάβη. Η συνύπαρξη πολλαπλών καταγμάτων με εσωτερικές κακώσεις συνδυάζεται με θνητότητα 5 - 7%.¹⁰

Ο **πνευμοθώρακας** αφορά την συλλογή αέρα ή αερίων στην υπεζωκοτική κοιλότητα, το τμήμα δηλαδή που βρίσκεται μεταξύ σπλαχνικού και βρεγματικού υπεζωκότα του θώρακα, που μπορεί να χειροτερέψει την οξυγόνωση και τον αερισμό του ασθενούς ή και τα δύο. Διακρίνονται δύο κυρίως τύποι πνευμοθώρακα, ο τραυματικός και ο ατραυματικός. Ο ατραυματικός πνευμοθώρακας διακρίνεται σε δύο υποκατηγορίες, τον πρωτογενή και τον δευτερογενή. Ο πρωτογενής ατραυματικός πνευμοθώρακας εμφανίζεται αυτόματα, ενώ ο δευτερογενής ατραυματικός πνευμοθώρακας εμφανίζεται σε επόμενο στάδιο υποκείμενων πνευμονικών ασθενειών.¹¹

Ο **τραυματικός πνευμοθώρακας** μπορεί να προκληθεί από απότομη κίνηση ή διαπεραστικό τραύμα. Ο πνευμοθώρακας κατηγοριοποιείται περαιτέρω ως απλός, υπό τάση ή ανοιχτός. Στον απλό πνευμοθώρακα δεν μπορούν να μετακινηθούν οι μεσοθωρακικές δομές, όπως συμβαίνει με τον πνευμοθώρακα υπό τάση, ενώ ο ανοιχτός πνευμοθώρακας παρομοιάζεται ως μία ανοιχτή πληγή στο θωρακικό τοίχωμα από την οποία διέρχεται αέρας.¹¹

Ο πνευμοθώρακας μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κύριες κατηγορίες με βάση την αιτιολογία. Ο **τραυματικός** προκαλείται εξαιτίας κάποιας απότομης κίνησης ή

διαπεραστικού τραύματος, κατάγματος πλευρών ή σε ασθενή που κάνει καταδύσεις και συχνές πτήσεις. Ο ιατρογενής πνευμοθώρακας προκαλείται εξαιτίας κάποιου χειρισμού από επαγγελματία υγείας όπως είναι η βιοψία πνεύμονα με μεγάλη βελόνα, η τοποθέτηση κεντρικής φλεβικής γραμμής ή ο αερισμός με θετική πίεση, ενώ στον **αυτόματο** πνευμοθώρακα δεν υπάρχει προφανής αιτία ή κάποιο υποκείμενο συμβάν.¹¹

Στην περίπτωση του **αιμοθώρακα** παρατηρείται συλλογή αίματος στην υπεζοκωτική κοιλότητα, με σοβαρές επιπτώσεις τόσο από την αύξηση της ενδοθωρακικής πίεσης όσο και από την μεγάλη απώλεια αίματος, καθώς μπορεί να χαθεί το 30 - 40% του συνολικού όγκου αίματος. Ο αιμοθώρακας αποτελεί συχνή επίπτωση των θωρακικών τραυματικών κακώσεων. Διακρίνονται πολλές εστίες σύμφωνα με τις οποίες μπορεί να προκύψει αιμορραγία όπως το θωρακικό τοίχωμα, οι μεσοπλευρίες ή εσωτερικές αρτηρίες, τα μεγάλα αγγεία, το μεσοθωράκιο, το μυοκάρδιο, το πνευμονικό παρέγχυμα, το διάφραγμα ή κοιλιά.¹⁰

Μετά την τραυματική εγκεφαλική κάκωση, η **ρήξη της αορτής** αποτελεί την δεύτερη αιτία θανάτου από αμβλέα τραύματα, καθώς το αίμα διαφεύγει από το αγγείο με πολύ μεγάλη πίεση οδηγώντας ταχέως σε αιμορραγικό σοκ και επικείμενο θάνατο.¹⁰

Η **πνευμονική θλάση** είναι η συχνότερη παρεγχυματική βλάβη σε αμβλείες κακώσεις θώρακα, συνυπάρχει με κατάγματα πλευρών στο 50% των περιπτώσεων, ενώ συχνή είναι και η ρήξη κυψελίδων και πνευμονικών αγγείων. Οι πνευμονικές θλάσεις προκαλούν οίδημα, αύξηση της πνευμονικής διαπερατότητας και οδηγούν σε εξελισσόμενη αναπνευστική ανεπάρκεια.¹²

Η **ρήξη τραχειοβρογχικού δένδρου** παρατηρείται πιο συχνά σε διαπιτραίνονται τραύματα, αλλά είναι δυνατόν να προκύψει και σε αμβλείες κακώσεις. Η ρήξη βρόγχου σε αμβλύ τραύμα μπορεί να γίνει από την αύξηση της ενδοβρογχικής πίεσης με κλειστή την γλωττίδα, από τη συμπίεση του θώρακα ή από απότομη επιβράδυνση. Οι ρίξεις βρόγχων από διαπιτραίνοντα τραύματα συνοδεύονται από κακώσεις αγγείων, με την πρόγνωση να εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο της κάκωσης.¹²

Οι **κακώσεις αγγείων** αφορούν μεγάλα στελέχη αρτηριών ύστερα από μεγάλη πίεση στο θώρακα, ενώ κακώσεις των βαλβίδων της καρδιάς συμβαίνουν σε μεγάλο βαθμό με την εξής σειρά συχνότητας: αορτική-μιτροειδής-τριγλώχινα. Η **ρήξη καρδιάς ή στεφανιαίων αγγείων** απειλεί τη ζωή του ατόμου καθώς μπορεί άμεσα και σε

σύντομο χρονικό διάστημα να προκληθεί έμφραγμα του μυοκαρδίου, ενώ στην περίπτωση ρήξης κοιλίας επέρχεται σχεδόν άμεσα ο θάνατος.¹²

Άλλες κακώσεις του θώρακα περιλαμβάνουν τη **ρήξη οισοφάγου** όπου συμβαίνει ρήξη του οισοφαγικού τοιχώματος λόγω ιατρικών σφαλμάτων κατά τη διάρκεια διαφόρων ιατρικών διαδικασιών όπως είναι η ενδοσκόπηση ή το παραοισοφαγικό χειρουργείο, με αυξημένα ποσοστά νοσηρότητας και θνησιμότητας.¹⁰

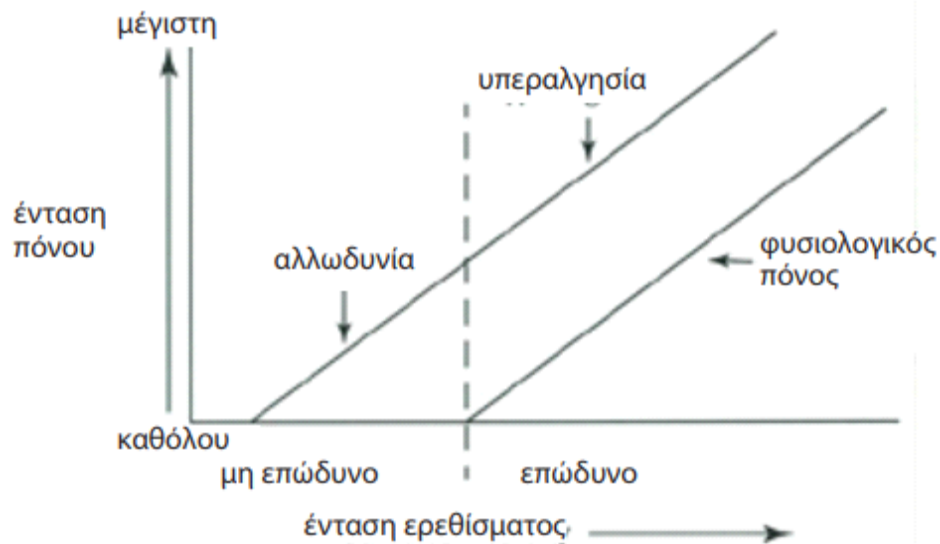
Η **ρήξη διαφράγματος** μπορεί να προκληθεί από αιμορραγικό τραυματισμό, διαπιτραίνον τραύμα ή από ιατρογενές τραυματισμό σε χειρουργείο που πραγματοποιείται στην κοιλιακή ή θωρακική περιοχή και παρουσιάζεται πιο συχνά στις ανοικτές κακώσεις και στον ανδρικό πληθυσμό.¹⁰

Τέλος, στις κακώσεις του θώρακα ανήκουν και τα **κατάγματα οστών** και οι **τραυματισμοί μυών**. Στην περίπτωση κατάγματος οστών υπάρχουν τμηματικά ή ολοκληρωτικά σπασίματα στη συνέχεια του οστού, ενώ στην περίπτωση τραυματισμού μυών έχει προκληθεί υπερβολική ένταση ή ρήξη του μύος.¹³

2.3 Παθοφυσιολογία οξέος και χρόνιου πόνου σε κακώσεις θωρακικού τοιχώματος

Ο πόνος αποτελεί μία δυσάρεστη εμπειρία σε αισθητικό και συναισθηματικό επίπεδο, η οποία σχετίζεται με πραγματική ή δυνητική ιστική βλάβη. Η ανταπόκριση στον πόνο είναι ιδιοσυγκρασιακή και επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, γενετικούς παράγοντες, το πολιτιστικό επίπεδο του ατόμου, αλλά και από προηγούμενες δυσάρεστες εμπειρίες (Εικόνα 4).¹⁴

Ο οξύς πόνος περιγράφεται ως πόνος πρόσφατης έναρξης, περιορισμένης χρονικής διάρκειας που συσχετίζεται με κάποια κάκωση ή νόσο. Οι οξείες προσβολές ιστών όπως η ζέστη, το κρύο, ο χημικός ή μηχανικός τραυματισμός, προκαλούν διαταραχή στην ομοιόσταση και διεγείρουν τους υποδοχείς πόνου. Η ομοιόσταση μπορεί να αποκατασταθεί με ενεργοποίηση και πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ του αυτόνομου, του ενδοκρινικού, του ανοσοποιητικού και του νευρικού συστήματος.¹



Εικόνα 4: Διάφορες καταστάσεις πόνου (Πηγή: Kumar, V., Abbas, K.A., Aster, J. Robbins Βασική παθολογική ανατομία. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2016)

Οι οδοί αγωγής του πόνου πραγματοποιούν τη μεταφορά της αίσθησης του πόνου μέσω των αμύελων ινών τύπου C και των λεπτών εμμύελων ινών τύπου Αδ προς τα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού και στη συνέχεια προς τον θάλαμο και το εγκεφαλικό στέλεχος.¹⁴

Μετά από έναν τραυματισμό, ένα ευρύ φάσμα φλεγμονωδών μεσολαβητών απελευθερώνεται τοπικά είτε από κατεστραμμένο ιστό είτε από ενεργοποιημένα μαστοκύτταρα και ουδετερόφιλα. Αυτοί οι μεσολαβητές είναι η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP), η βραδυκίνη, η προσταγλανδίνη E2, το νάτριο (Na⁺), το υδρογόνο (H⁺), το κάλιο (K⁺), η ισταμίνη και η σεροτονίνη. Οι ουσίες που απελευθερώνονται αλληλοεπιδρούν με τους αντίστοιχους υποδοχείς τους που βρίσκονται στους περιφερειακούς νευρώνες που προκαλούν πόνο, οδηγώντας σε αποπόλωση της κυτταρικής μεμβράνης και δημιουργία ερεθισμάτων εντός των ινών Αδ και C.¹⁴

Μετά από τραυματισμό ιστού, το ένζυμο κυκλο-οξυγενάση-2 ενεργοποιείται και τα μακροφάγα απελευθερώνουν προφλεγμονώδεις ουσίες όπως η ιντερλευκίνη-1β, η ιντερλευκίνη-6, ο αυξητικός παράγοντας νεύρων και ο παράγοντας TNF-α. Η περιφερική

φλεγμονή στο σημείο του τραυματισμού των ιστών ενεργοποιεί τις C-ίνες, οι οποίες απελευθερώνουν την ουσία P, το πεπτιδίο που σχετίζεται με το γονίδιο της καλσιτονίνης (CGRP), τη νευροκινίνη A και το μονοξείδιο του αζώτου (NO) με ανάδρομο τρόπο που ονομάζεται «νευρογενής φλεγμονή». Το τελικό αποτέλεσμα είναι η περαιτέρω ενεργοποίηση των «σιωπηλών» ινών C με μείωση του ουδού πόνου και αυξημένη διεγερσιμότητα.¹⁵

Η συστηματική φλεγμονή ενεργοποιείται επίσης μαζί με τη διαδικασία του τραυματισμού των ιστών. Αυτό ενεργοποιεί το συμπαθητικό σύστημα, απελευθερώνοντας νοραδρεναλίνη. Η νοραδρεναλίνη από μόνη της ενεργοποιεί περαιτέρω τους περιφερειακούς υποδοχείς του πόνου.¹

Το δυναμικό δράσης μεταδίδεται από το σημείο του τραυματισμού στο νωτιαίο μυελό μέσω πρωτογενών προσαγωγών αισθητήριων ινών με τα κυτταρικά σώματά τους να βρίσκονται στο γάγγλιο της ραχιαία ρίζας (DRG). Οι αισθητήριες ίνες (εκτός από αυτές που προέρχονται από το πρόσωπο) σχηματίζουν συνάψεις στο ραχιαίο κέρασ του νωτιαίου μυελού.¹

Οι πρωτογενείς προσαγωγές ίνες C και Aδ εισέρχονται στο νωτιαίο μυελό μέσω του ραχιαίου κέρατος και συνάπτονται με τους δευτερεύοντες προσαγωγούς νευρώνες στα Rexed laminae I και II. Οι ίνες Αβ που μεταφέρουν την αίσθηση αφής και πίεσης, συνάπτονται στα ελάσματα III–VI.¹⁶

Στα ελάσματα I–V, υπάρχουν τρεις ομάδες νευρώνων δεύτερης τάξης. Η πρώτη ομάδα εμπλέκεται στην ιδιοδεκτικότητα. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ειδικά κύτταρα που προκαλούν πόνο στον πόνο που συνάπτονται στα ελάσματα I και II. Η τρίτη ομάδα νευρώνων δεύτερης τάξης περιλαμβάνει νευρώνες ευρείας δυναμικής περιοχής (WDR) που συνάπτονται στο έλασμα V. Οι νευρώνες WDR είναι συνήθως σε λανθάνουσα κατάσταση μέχρι να συμβεί ευαισθητοποίηση.¹⁶

Η μετάδοση μιας ερεθιστικής ώθησης από τον πρωτογενή προσαγωγό στον δευτερογενή προσαγωγό διευκολύνεται από την έκκριση διεγερτικών ουσιών όπως το γλουταμικό, η ουσία P, η CGRP και οι νευροτροφικοί παράγοντες. Το γλουταμινικό, ο κύριος διεγερτικός νευροδιαβιβαστής στο κεντρικό νευρικό σύστημα, είναι σε θέση να δεσμεύεται σε τρεις διαφορετικούς υποδοχείς που βρίσκονται στο μετασυναπτικό άκρο. Αυτοί είναι άλφα-αμινο-3-υδροξυ-5-μεθυλ-4-ισοξαζολοπυροπυρρονικό οξύ (AMPA), N-

μεθυλ-D-ασπαρτικό (NMDA) και συζευγμένοι με G-πρωτεΐνη μεταβοτροπικούς υποδοχείς. Μεταξύ αυτών, το AMPA είναι ο κύριος υποδοχέας που ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια του οξέος πόνου.^{16,17}

Η δεύτερη σημαντική διεγερτική ουσία είναι η ουσία P που συνεργάζεται στενά με τη μετάδοση του πόνου που προκαλεί το γλουταμικό. Είναι ένα νευροπεπτίδιο που λειτουργεί ως νευροδιαβιβαστής ή νευροτροποποιητής. Φυσικά σχετίζεται στενά με τη νευροκίνη A. Ως εκ τούτου, η ουσία P δεσμεύεται σε υποδοχείς νευροκίνης, οι οποίοι είναι άφθονοι στη σπονδυλοπαραβραχίονια οδό στη μεμβράνη I. Εκτός από τη μετάδοση του πόνου, η απελευθέρωση της ουσίας P έχει θετική επίδραση στην ενεργοποίηση των νευρογλοιακών κυττάρων.¹⁸

Ενώ οι διεγερτικοί μηχανισμοί διευκολύνουν τη μετάδοση του πόνου στον εγκέφαλο, οι ανασταλτικοί μηχανισμοί εντός του νωτιαίου μυελού μειώνουν και εμποδίζουν τη μετάδοση.¹⁸

Η ισορροπία μεταξύ διεγερτικών και ανασταλτικών λειτουργιών καθορίζει τη συνολική μετάδοση επιβλαβών ερεθισμάτων στον εγκέφαλο. Οι ανοδικές οδοί ή οι δευτερεύοντες προσαγωγοί νευρώνες από το ραχιαίο κέρασ καταλήγουν στον θάλαμο και τον εγκεφαλικό φλοιό. Η σπινοθαλαμική οδός είναι μια σημαντική ανιούσα οδός που προέρχεται από το έλασμα I, II και V. Μέσω του θαλάμου, καταλήγει στον σωματοαισθητικό φλοιό με σημαντικό ρόλο για την αισθητηριακή διάκριση. Άλλες σημαντικές ανοδικές οδοί είναι οι σπονδυλοπαραβραχίονια και οι σπινομεσεγκεφαλικές οδοί. Συνάπτονται στον υμένα I και προβάλλουν στο εγκεφαλικό στέλεχος και τον μυελό και μεταδίδουν την αίσθηση πόνου.¹⁹

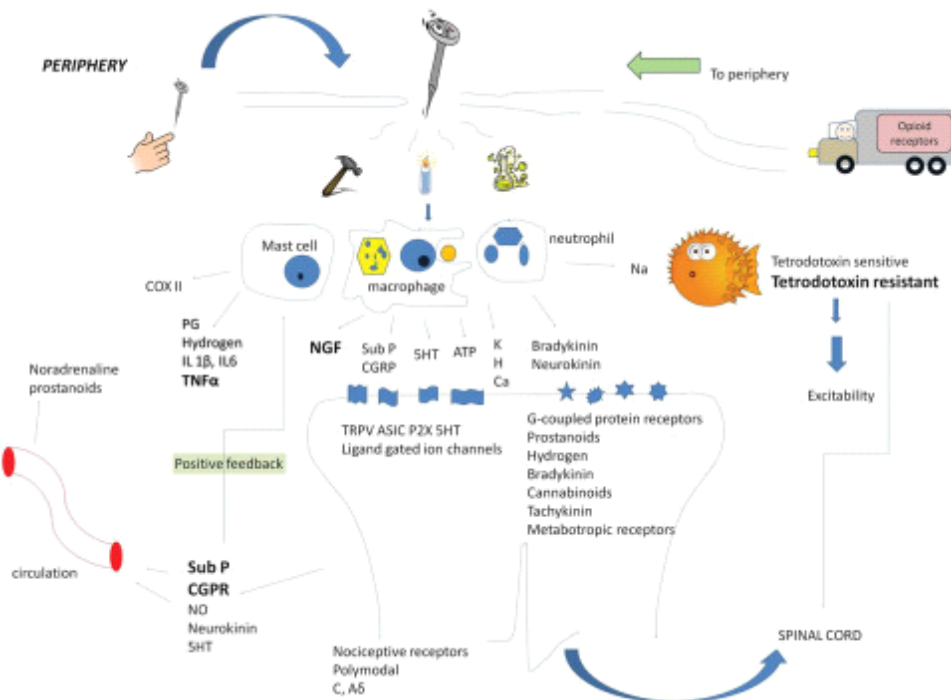
Η μήτρα πόνου είναι το δίκτυο του εγκεφάλου που ανταποκρίνεται στην παθητική επεξεργασία. Ενσωματώνει πολλαπλές περιοχές του φλοιού που ενεργοποιούνται από κοινού από τον πόνο και χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι η παθογόνος φλοιώδης μήτρα, που αποτελείται από την οπίσθια νησίδα, το έσω βρεγματικό οπίσθιο και τον μεσαίο φλοιό. Αυτές οι περιοχές είναι υπεύθυνες για την πρώιμη ανταπόκριση σε μια εισροή πόνου.¹⁹

Η επαναλαμβανόμενη διέγερση του πόνου μπορεί να οδηγήσει σε παρατεταμένη φλεγμονώδη διαδικασία μέσω της ενεργοποίησης των λεμφοκυττάρων και της

απελευθέρωσης του TNF-α και των ιντερλευκινών όπως η IL1, η IL6 και η IL1β. Η χρόνια φλεγμονή οδηγεί σε μια σειρά αλλαγών στην περιφέρεια όπως:¹

- μείωση του ουδού πόνου στους πρωτογενείς προσαγωγούς νευρώνες,
- φωσφορυλίωση πρωτεϊνικών κινασών A και C,
- ενεργοποίηση των υποδοχέων TRPV1,
- ρύθμιση προς τα πάνω των διαύλων νατρίου που καλύπτονται από τάση και των υποδοχέων TRPV1 στο DRG και
- αυξημένη παραγωγή ουσίας P και CGRP στην περιφέρεια και στο νωτιαίο μυελό.

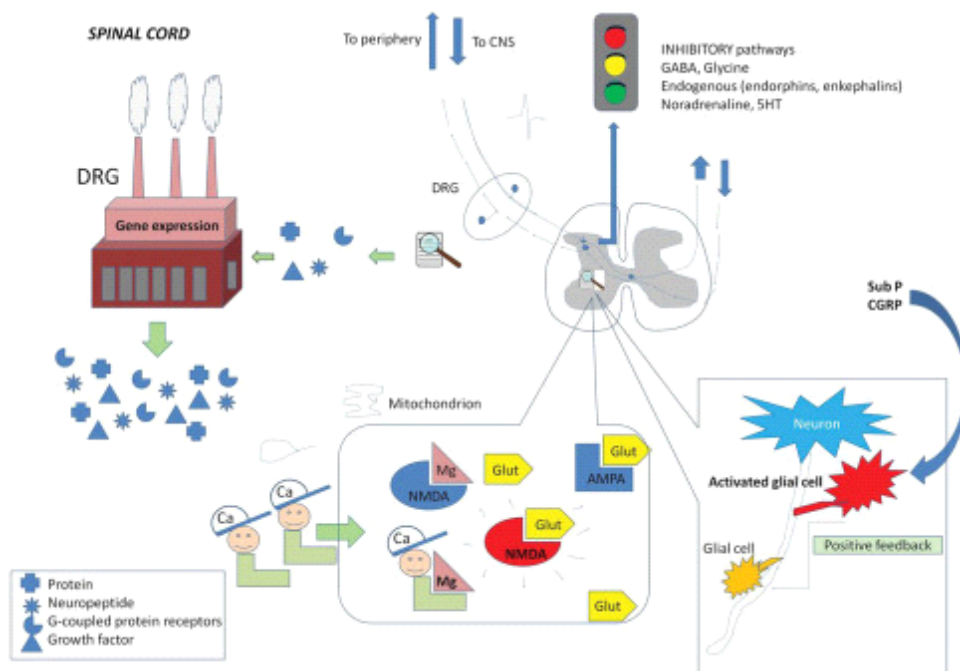
Αυτός ο μηχανισμός είναι γνωστός ως «περιφερική ευαισθητοποίηση» λόγω παρατεταμένης φλεγμονώδους κατάστασης (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Φυσιολογία του πόνου στην περιφέρεια: η νευρογενής φλεγμονή, το μειωμένο όριο δεκτικού πόνου και η ανοδική ρύθμιση των υποδοχέων και τα κανάλια ιόντων, προκαλούν περιφερική ευαισθητοποίηση. (Πηγή: Feizerfan, A., Sheh, G. Transition from acute to chronic pain. *BJA* 2015;15: 98-102).

Η συνεχής διέγερση του πόνου οδηγεί σε έναν αριθμό αλλαγών στην έκφραση γονιδίων και πρωτεϊνών, τόσο στους νευρώνες DRG όσο και στους νευρώνες του ραχιαίου κέρατος. Η πιο σημαντική αλλαγή είναι η αύξηση του mRNA που κωδικοποιεί την παραγωγή διαφόρων υποδοχέων και διαύλων ιόντων όπως οι υποδοχείς Na και TRPV1. Οι αλλαγές στην κινητικότητα των υποδοχέων οδηγούν στην υπερδιεγερτική κατάσταση του χρόνιου πόνου.¹

Ένας άλλος σημαντικός τύπος υποδοχέα στο νωτιαίο μυελό είναι ο NMDA, ο οποίος παραμένει ανενεργός κατά τη διάρκεια της οξείας επιβλαβούς διέγερσης λόγω του στενά συνδεδεμένου βύσματος Mg. Η συνεχής διέγερση του πόνου προκαλεί παρατεταμένη αργή εκπόλωση των νευρώνων στο ραχιαίο κέρασ. Αυτό οδηγεί σε μαζική εισροή ασβεστίου που αφαιρεί το βύσμα Mg από τους υποδοχείς NMDA επιτρέποντας στο γλουταμικό να δεσμεύεται στους υποδοχείς NMDA. Η ενεργοποίηση των υποδοχέων NMDA οδηγεί στο φαινόμενο «wind-up» (Εικόνα 6).¹



Εικόνα 6: Φυσιολογία πόνου στο νωτιαίο μυελό. Η αυξημένη παραγωγή διαφόρων ουσιών στο DRG, η ενεργοποίηση των υποδοχέων NMDA και των νευρογλοιακών κυττάρων προκαλούν κεντρική ευαισθητοποίηση. (Πηγή: Feizerfan, A., Sheh, G. Transition from acute to chronic pain. *BJA* 2015;15: 98-102).

Μόλις αναπτυχθεί το φαινόμενο “wind-up”, προκαλεί και ενισχύει μια νευρωνική απόκριση WDR σε κάθε ερέθισμα. Η επακόλουθη αισθητηριακή διέγερση μέσω της ίνας Αβ (αφή) καταλήγει σε υπερβολική νευρωνική έξοδο WDR. Κλινικά, αυτό εκδηλώνεται ως αλλοδυνία. Το τελικό αποτέλεσμα του φαινομένου “wind-up”, είναι η «νευροπλαστικότητα», η οποία είναι μια αλλαγή στη νευρωνική δομή με πιθανή ενίσχυση της μεταγωγής σήματος.¹

Η παρατεταμένη μετάδοση του πόνου στον νωτιαίο μυελό προκαλεί απελευθέρωση νευρωνικών χημειοκινών (φρακταλκίνη και μονοκυτταρική χημιοστακτική πρωτεΐνη-1), νευροδιαβιβαστών (ουσία P, CGRP, γλουταμινικό και ATP) και νευρορρυθμιστών (προσταγλανδίνες και NO). Επίσης, παράγει ενδογενή σήματα κινδύνου (πρωτεΐνες θερμικού σοκ και πυρηνική πρωτεΐνη HMGB1). Όλες αυτές οι ουσίες ενεργοποιούν τα νευρογλοιακά κύτταρα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.¹

Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι μη νευρωνικά κύτταρα και είναι σημαντικά για την ομοιόσταση και την προστασία των νευρώνων μέσω του σχηματισμού μυελίνης. Μόλις ενεργοποιηθούν τα γλοιακά κύτταρα, απελευθερώνουν διάφορες ουσίες (IL-1, IL-6, TNF, χημειοκίνες, προσταγλανδίνες, διεγερτικά αμινοξέα, δραστικά είδη οξυγόνου και NO) στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι αθροιστικές αλληλεπιδράσεις έχουν ως αποτέλεσμα ενισχυμένη νευρωνική διεγερσιμότητα, αυξητική ρύθμιση των υποδοχέων AMPA και NMDA, ενεργοποίηση διαύλων νατρίου ανθεκτικών στην τετραδοτοξίνη και μειωμένη ρύθμιση των υποδοχέων GABA. Αυτές οι αλλαγές στρέφουν την ισορροπία προς μια υπερβολική ευαισθητοποιημένη κατάσταση.^{17,18}

Όλες αυτές οι αλλαγές προκαλούν «κεντρική ευαισθητοποίηση», η οποία είναι μια κατάσταση μειωμένων ορίων σε ερεθίσματα που σχετίζονται με κλιμακούμενη απόκριση νευρωνικής δραστηριότητας στο ραχιαίο κέρασ.¹⁸

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η μήτρα του πόνου έχει αναγνωριστεί με ακτινολογικά στοιχεία. Απεικονίσεις όπως η λειτουργική μαγνητική τομογραφία και η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων έχουν εντοπίσει πέντε σημαντικά κέντρα πόνου και διάφορες αλλαγές στη μήτρα του πόνου όταν εμφανίζεται ευαισθητοποίηση. Οι εντοπισμένες περιοχές (και οι σχετικοί κλινικοί ρόλοι τους) είναι οι εξής¹:

- ο θάλαμος όπου τερματίζεται η σπινοθαλαμική οδός (σωματοαισθητήρια διάκριση),
- η μεσαία/πρόσθια νησίδα, πρόσθιος περικυκλωμένος φλοιός και προμετωπιαίος φλοιός (συναισθηματικά και κινητήρια συστατικά του πόνου),
- PAG και RVM (αποκρίσεις μάχης ή φυγής και αναλγησία που προκαλείται από το στρες),
- δικτυωτός σχηματισμός (ρυθμίζοντας τις κατερχόμενες οδούς) και
- σπονδυλοπαραβραχιαίο μονοπάτι προς τον υποθάλαμο και την αμυγδαλή (αυτόνομος και αισθητηριακός συντονισμός).

Τα σωματικά τραύματα αποτελούν την τρίτη πιο κοινή αιτία θανάτου σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, καθώς ένας στους τέσσερις τραυματίες πεθαίνει λόγω θωρακικού τραυματισμού ή επιπλοκών του. Οι αμβλείς τραυματισμοί στο στήθος προκαλούν σε μεγάλο ποσοστό τις κακώσεις στο θωρακικό τοίχωμα, συνήθως από τροχαίο ατύχημα, πτώση από ύψος, αμβλύ τραυματισμό οργάνων και σωματική επίθεση. Ως αποτέλεσμα τραύματος στο στήθος, μπορεί να προκύψουν πολλαπλοί τραυματισμοί, όπως τραυματισμοί στους πνεύμονες, απαιτώντας επείγουσα παρέμβαση. Στην περίπτωση κακώσεων στο θωρακικό τοίχωμα, οι ασθενείς μπορεί να παρουσιάσουν μια απλή δύσπνοια ή ακόμα και αναπνευστική ανεπάρκεια. Μόνο ένα ποσοστό της τάξης του 10% των ασθενών με κακώσεις θώρακα χρειάζονται χειρουργική επέμβαση και το υπόλοιπο 90% μπορεί να αντιμετωπιστεί με απλές μεθόδους όπως κατάλληλος αεραγωγός και υποστήριξη οξυγόνου.²

Το τραύμα είναι η τρίτη κύρια αιτία θανάτου σε όλες τις ηλικιακές ομάδες μετά από καρδιαγγειακές παθήσεις και καρκίνο, με έναν στους τέσσερις ασθενείς με τραύμα να πεθαίνει λόγω θωρακικού τραυματισμού ή επιπλοκών του. Το τραύμα εμφανίζεται περίπου στο 60% των πολυτραυματιών και έχει θνησιμότητα 20%–25%.⁶⁵

Το **σύνδρομο πόνου κάτω πλευρών ή σύνδρομο επώδυνων πλευρών**, τυπικά εμφανίζεται με πόνο στο κάτω μέρος του στήθους ή στην άνω κοιλιακή χώρα. Η αιτία εμφάνισης του συνδρόμου δεν είναι γνωστή, όμως έχει προταθεί ότι η ανεπάρκεια

ή η ρήξη των μεσοκοιλιακών ινωδών συνδέσεων των πρόσθιων πλευρών μπορεί να επιτρέψει την υπεξάρθρωση των ακρών του χόνδρου, προσκρούοντας στα μεσοπλεύρια νεύρα.⁶⁶

Είναι σημαντικό να αποκλειστούν απειλητικές για τη ζωή αιτίες πόνου στο στήθος, όπως η ισχαιμική καρδιακή νόσος και η πνευμονική εμβολή και μη μυοσκελετικές αιτίες, όπως η γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση, μέσω κατάλληλης κλινικής αξιολόγησης.⁶⁶

Έχοντας αποκλείσει μη μυοσκελετικά αίτια, μεγάλο μέρος της περαιτέρω αξιολόγησης μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη λήψη του ιστορικού και την εξέταση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ενδέχεται να απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση, ενώ μία ακτινογραφία θώρακος ή σάρωση οστού μπορεί να ενδείκνυται για να αποκλειστεί μια συγκεκριμένη διάγνωση, όπως ένα τραυματικό κάταγμα πλευρού.⁶⁶

Η έννοια του πόνου είναι πολυδιάστατη και σύμφωνα με τον ορισμό ο πόνος ορίζεται ως μια δυσάρεστη αισθητική και συναισθηματική εμπειρία, που συνδέεται με πραγματική ή δυνητική βλάβη ιστών ή περιγράφεται με όρους τέτοιας βλάβης.²⁰

Ο θωρακικός πόνος ταξινομείται σε **πλευριτικό, σπλαχνικό και μυοσκελετικό πόνο του θωρακικού τοιχώματος**.

Ο **πλευριτικός πόνος** παρουσιάζει διακύμανση με τον αναπνευστικό κύκλο που σχετίζεται αποκλειστικά με τον τοιχωματικό υπεζωκότα. Ο τοιχωματικός υπεζωκότας έχει πληθώρα απολήξεων αισθητηρίων κεντρομόλων νευρικών ινών, ενώ ο σπλαχνικός υπεζωκότας δεν έχει αισθητήριες νευρικές απολήξεις. Ο πόνος επιδεινώνεται με τις βαθιές αναπνοές, τον βήχα, τον πταρμό, το χασμουρητό, ενώ είναι αιφνίδιος, οξύς, σοβαρής έντασης και συνήθως ετερόπλευρος.²⁰

Ο **μυοσκελετικός πόνος** μεταβάλλεται με τις αναπνευστικές κινήσεις και συνήθως είναι μη σοβαρής έντασης. Επιδεινώνεται με τις κινήσεις του θωρακικού τοιχώματος και αναπαράγεται με την πίεση κάποιας οστικής δομής ή μυϊκής ομάδας.

Τέλος, ο **σπλαχνικός πόνος** χαρακτηρίζεται ως αμβλύς, συσφικτικός πόνος στο θώρακα που δύσκολα οριοθετείται.²⁰

Η μετάβαση από τον οξύ στον χρόνιο πόνο φαίνεται να συμβαίνει σε διακριτά παθοφυσιολογικά και ιστοπαθολογικά στάδια. Τα ερεθίσματα που ξεκινούν μια παθητική

απόκριση ποικίλλουν, αλλά οι υποδοχείς και οι ενδογενείς αμυντικοί μηχανισμοί στην περιφέρεια αλληλεπιδρούν με παρόμοιο τρόπο ανεξάρτητα από το ερέθισμα.¹⁷

Χημικοί, μηχανικοί και θερμικοί υποδοχείς, μαζί με λευκοκύτταρα και μακροφάγα, καθορίζουν την ένταση, τη θέση και τη διάρκεια των επιβλαβών γεγονότων. Τα επιβλαβή ερεθίσματα μεταφέρονται στο ραχιαίο κέρασ του νωτιαίου μυελού, όπου οι πομποί αμινοξέων και πεπτιδίων ενεργοποιούν νευρώνες δεύτερης τάξης. Στη συνέχεια, οι νευρώνες της σπονδυλικής στήλης μεταδίδουν σήματα στον εγκέφαλο. Οι ενέργειες που προκύπτουν από το άτομο περιλαμβάνουν αισθητηριακές-διακριτικές, συναισθηματικές και ρυθμιστικές διαδικασίες σε μια προσπάθεια περιορισμού ή διακοπής της επώδυνης διαδικασίας. Υπό κανονικές συνθήκες, τα επιβλαβή ερεθίσματα μειώνονται καθώς προχωρά η επούλωση και η αίσθηση του πόνου μειώνεται έως ότου ανιχνευτεί ελάχιστος ή καθόλου πόνος.¹⁷

Ο επίμονος, έντονος πόνος, ωστόσο, ενεργοποιεί δευτερογενείς μηχανισμούς τόσο στην περιφέρεια όσο και εντός του κεντρικού νευρικού συστήματος που προκαλούν υπεραλγησία που μπορεί να μειώσει την κανονική λειτουργία. Αυτές οι αλλαγές ξεκινούν στην περιφέρεια με την ανοδική ρύθμιση της κυκλο-οξυγενάσης-2 και των νευρώνων πρώτης τάξης που ευαισθητοποιούν την ιντερλευκίνη-1β, οι οποίοι τελικά ευαισθητοποιούν τους νωτιαίους νευρώνες δεύτερης τάξης ενεργοποιώντας τα κανάλια N-μεθυλ-d-ασπαρτικού οξέος και σηματοδοτώντας τα μικρογλοία να αλλοιώσουν την κυτταροαρχιτεκτονική των νευρώνων. Σε όλες αυτές τις διεργασίες, οι προσταγλανδίνες, τα ενδοκανναβινοειδή και τα ειδικά για ιόντα κανάλια παίζουν βασικό ρόλο στη μετατροπή του οξέος σε χρόνιο πόνο.¹⁷

3. Νευρικοί αποκλεισμοί για την αντιμετώπιση του πόνου στις κακώσεις του θωρακικού τοιχώματος

Η περιοχική αναισθησία για τα τραύματα στο θώρακα περιλαμβάνει την θωρακική επισκληρίδιο αναισθησία, τον παρασπονδυλικό θωρακικό αποκλεισμό, τον μεσοπλεύριο αποκλεισμό, τον αποκλεισμό στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός και τον αποκλεισμό στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης. Στην περίπτωση

θωρακικών κακώσεων η διενέργεια νευραξονικών τεχνικών προεγχειρητικά έχει αμφιλεγόμενα αποτελέσματα εξαιτίας των διαταραχών στην πήκτικότητα του αίματος, την αιμοδυναμική αστάθεια και την υποογκαιμία. Επομένως, οι νευραξονικοί αποκλεισμοί πραγματοποιούνται μετεγχειρητικά ή για την αντιμετώπιση χειρουργικού τραύματος στην περιοχή θώρακα, όπως για παράδειγμα τα κατάγματα πλευρών.⁴

3.1 Θωρακική επισκληρίδιος αναισθησία

3.1.1) Ανατομία θωρακικού επισκληρίδιου χώρου

Στην σπονδυλική στήλη υπάρχουν 24 μεμονωμένοι σπόνδυλοι, επτά αυχενικοί, 12 θωρακικοί και πέντε οσφυϊκοί. Οι πέντε ιεροί σπόνδυλοι και ο κόκκυγας (αποτελούμενοι από 3-5 υποτυπώδεις σπονδύλους) είναι συντηγμένοι. Η σπονδυλική ανατομία ποικίλλει ανάλογα με κάθε επίπεδο. Ο άτλαντας και ο άξονας είναι εξαιρετικά άτυποι και ο πρώτος «αναγνωρίσιμα φυσιολογικός» σπόνδυλος είναι ο C3.²¹

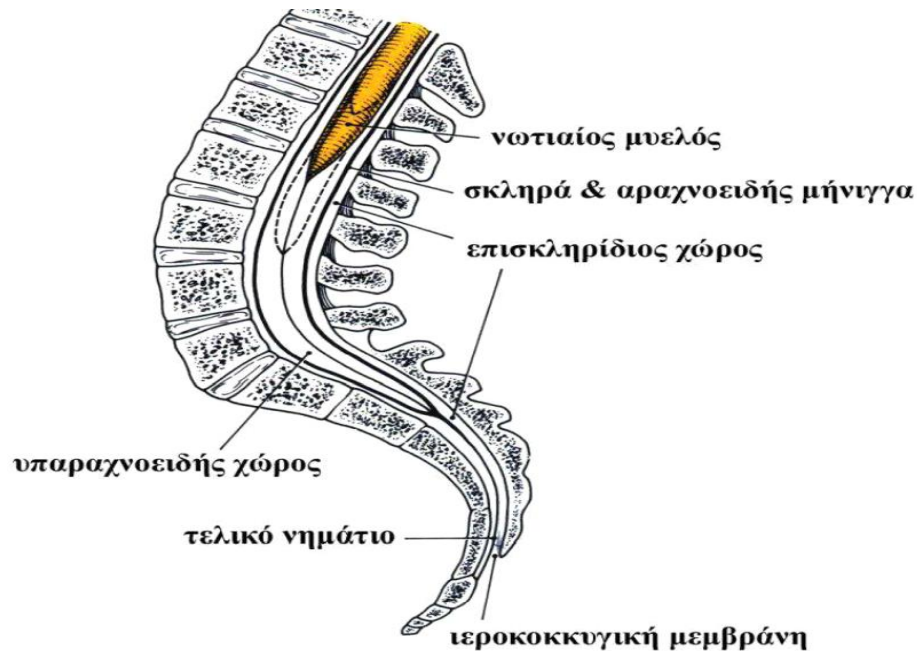
Ένας τυπικός σπόνδυλος αποτελείται από δύο μέρη: το σώμα και το τόξο. Το σπονδυλικό τόξο συντίθεται από τα παρακάτω στοιχεία: αυχένες, πέταλα, εγκάρσιες αποφύσεις, ακανθώδεις αποφύσεις και τις άνω και κάτω αρθρικές αποφύσεις.

Οι παρακείμενοι σπόνδυλοι αρθρώνονται μέσω των άνω και κάτω αρθρικών αποφύσεων, καθώς και στους μεσοσπονδύλιους δίσκους μεταξύ των σπονδυλικών σωμάτων. 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 τρήματα κατά μήκος του πλαγίου τοιχώματός του, από όπου αναδύονται οι ρίζες των νωτιαίων νεύρων, και τα μεσοπετάλια διαστήματα στο οπίσθιο τοίχωμά 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, ριζικά αγγεία και λίπος. Η κύρια δομή που παρουσιάζει ενδιαφέρον στον πρόσθιο επισκληρίδιο χώρο είναι το έσω σπονδυλικό φλεβικό πλέγμα.

Από το C3 και κάτω, οι σπόνδυλοι, αν και ποικίλλουν, έχουν ένα αναγνωρίσιμο πρόσθιο σώμα, οπίσθια πλάγια μίσχους, εγκάρσιες αποφύσεις και οπίσθια ελάσματα «λεπτά στρώματα», τα οποία συντήκονται για να σχηματίσουν τις ακανθώδεις αποφύσεις. Ο νωτιαίος σωλήνας που περικλείεται μέσα σε αυτές τις δομές είναι επίσης γνωστός ως επισκληρίδιος χώρος, εκτός από το κεντρικό τμήμα που καταλαμβάνει ο σκληρός σάκος.²¹

Τα νωτιαία νεύρα εξέρχονται σε κάθε επίπεδο και αριθμούνται σύμφωνα με τον υπερκείμενο θωρακικό, οσφυϊκό ή ιερό σπόνδυλο. Καθώς υπάρχουν οκτώ αυχενικά νωτιαία νεύρα και επτά σπόνδυλοι, τα νεύρα σε αυτήν την περιοχή αριθμούνται μόνο σύμφωνα με τον παρακάτω σπόνδυλο. Η μόνη εξαίρεση είναι το νωτιαίο νεύρο C8 που φεύγει μεταξύ του σπονδύλου C7 και T1.²¹



Εικόνα 7: Επισκληρίδιος χώρος. (Πηγή: Kumar, V., Abbas, K.A., Aster, J. Robbins Βασική παθολογική ανατομία. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2016).

Ο επισκληρίδιος χώρος βρίσκεται μεταξύ της σκληράς μήνιγγας και του οστέινου τοιχώματος του σπονδυλικού σωλήνα (Εικόνα 7). Επεκτείνεται από το ινιακό τρήμα, όπου η σκληρά μήνιγγα συμφύεται με το ινιακό οστό, έως το ιερό τρήμα, όπου καλύπτεται από τους ιεροκοκκυγικούς συνδέσμους.²²

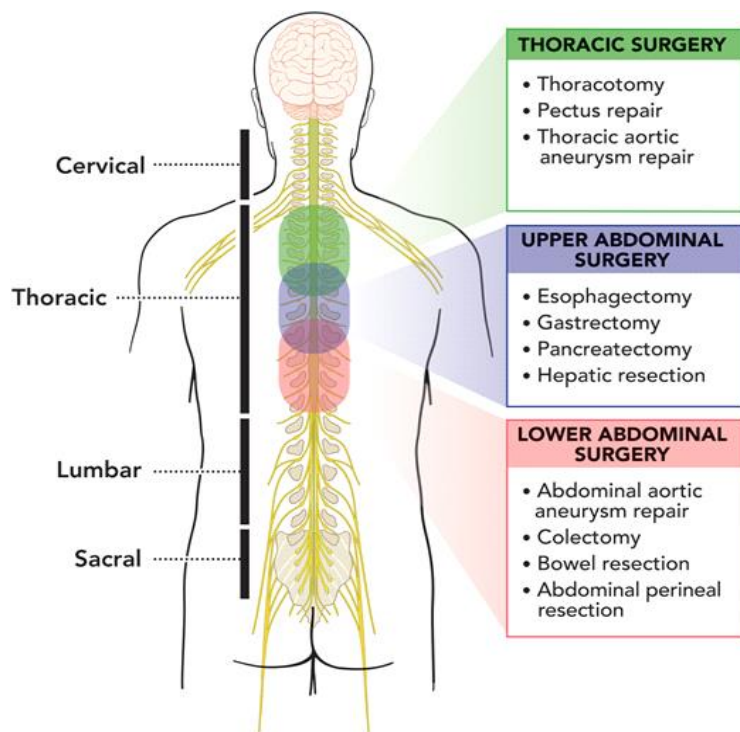
Ο επισκληρίδιος χώρος περιέχει λίπος, ινώδη ιστό, τον σκληρό σάκο, νωτιαία νεύρα, αιμοφόρα αγγεία και συνδετικό ιστό. Μέσα στο νωτιαίο κανάλι υπάρχει μια πρόσθια και οπίσθια αρτηριακή και φλεβική στοά που σχηματίζεται από τις σπονδυλικές αρτηρίες που εισέρχονται σε κάθε επίπεδο μέσω των μεσοκοιλιακών τρημάτων. Αυτά προκύπτουν από τις σπονδυλικές αρτηρίες άνω και στη συνέχεια από τη θωρακική και την οσφυϊκή αορτή. Αναστομώνονται με την πρόσθια σπονδυλική αρτηρία, τρέχοντας στην επιφάνεια του νωτιαίου μυελού που προέρχεται αρχικά από τις σπονδυλικές αρτηρίες στον κύκλο του Willis. Η νευρική ρίζα, με εξαίρεση το γάγγλιο της ραχιαία ρίζας, έχει κακή παροχή αίματος σε σύγκριση με το νωτιαίο μυελό. Υπάρχει μια λεκάνη απορροής κατά το ήμισυ του μήκους της όπου κλαδιά από τον μυελό κώνου συναντούν την παροχή από τις θωρακικές και οσφυϊκές αρτηρίες. Παρά τις αναστομώσεις σε όλο τον σπονδυλικό σωλήνα, το αρτηριακό τραύμα μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την παροχή αίματος του ίδιου του λώρου.²²

Το οπίσθιο φλεβικό πλέγμα είναι ποικίλο σε μέγεθος στο οσφυϊκό επίπεδο, αλλά γενικά αυξάνεται στις θωρακικές και αυχενικές περιοχές. Η παροχέτευση γίνεται στους ενδοκρανιακούς φλεβικούς κόλπους και, σε τοπικό επίπεδο, στις θωρακικές και οσφυϊκές φλέβες μέσω των μεσοσπονδύλιων τρημάτων. Οι φλέβες στην οσφυϊκή περιοχή παροχετεύονται στις ανιούσες οσφυϊκές φλέβες που βρίσκονται στην πρόσθια επιφάνεια των εγκάρσιων αποφύσεων. Αυτές εκκενώνονται είτε στις λαγόνιες φλέβες κάτω είτε στις ημιάζυγες ή άζυγες φλέβες αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα. Καθώς ολόκληρο το σύστημα είναι χωρίς βαλβίδες, η αυξημένη ενδοθωρακική ή ενδοκοιλιακή πίεση μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη συμφόρηση και μεγέθυνση αγγείων εντός του σπονδυλικού σωλήνα.²²

Η πίεση στον επισκληρίδιο χώρο θεωρείται ότι είναι αρνητική, γεγονός που συμβάλλει στην αναγνώριση του χώρου από τον αναισθησιολόγο με την τεχνική της «απώλειας της αντίστασης».²²

3.1.2) Απεικόνιση του επισκληρίδιου χώρου και περιγραφή της θωρακικής επισκληρίδιας τεχνικής

Η τεχνική της θωρακικής επισκληρίδια αναλγησίας απαιτεί την τοποθέτηση του καθετήρα και την έγχυση αναλγητικού διαλύματος να στοχεύουν στα θωρακικά τμήματα που νευρώνουν το τραυματισμένο δέρμα, μυς και οστό από τα οποία προέρχεται η αίσθηση του πόνου (Εικόνα 8).²³



Εικόνα 8: Η σπονδυλική στήλη ενήλικα. (Πηγή: Manion S. C., Brennan, T.J. et al. Epidural Analgesia and Acute Pain Management. *Anesthesiology* 2011).

Η υπερηχογραφικά καθοδηγούμενη θωρακική επισκληρίδιος τεχνική μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πρηνή, πλάγια ή καθιστή θέση. Ωστόσο, χωρίς τη βοήθεια υποστηρικτικού εξοπλισμού τοποθέτησης ή βοηθού, μπορεί να είναι δύσκολο να διατηρηθεί ο ασθενής σε μία σταθερή θέση ενώ κάθεται. Επομένως, προτιμάται είτε η πρηνής είτε η πλάγια θέση.²⁴

Συνήθως, ο ενδιάμεσος χώρος μεταξύ T6 και T8 συνιστάται ως χώρος στόχος για την τοποθέτηση του επισκληρίδιου καθετήρα σε ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση άνω κοιλίας.²⁵ Ωστόσο, με βάση την κλινική εμπειρία στη μελέτη των Lee et al. (2021), επιλέγεται ο ενδιάμεσος χώρος T10–T11 ως ο προτιμώμενος στόχος προκειμένου να τοποθετηθεί το άκρο του καθετήρα στο σπονδυλικό επίπεδο T9.²⁴

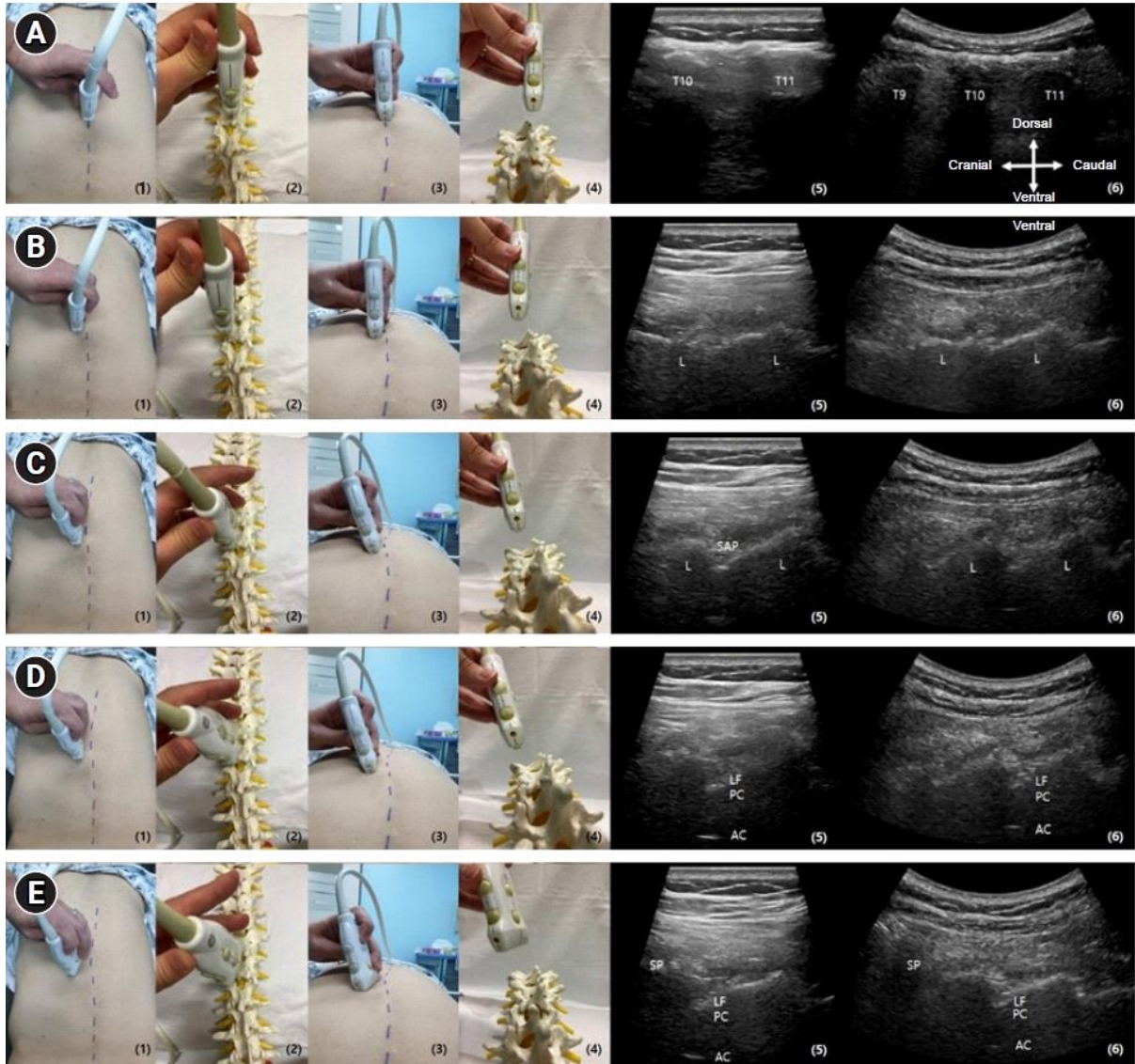
Πριν από την απολύμανση του δέρματος της περιοχής, πραγματοποιείται προκαταρκτική εξέταση υπερήχων της περιοχής της επέμβασης για να ελεγχθεί ο ενδιάμεσος χώρος στόχος με την συγκεκριμένη σειρά. Αρχικά, επιλέγεται μία γραμμική κεφαλή υπερήχων υψηλής συχνότητας και τοποθετείται στο διάμηκες οβελιαίο επίπεδο

πάνω από τη θωρακική σπονδυλική στήλη. Στα μικρά παιδιά, η σπονδυλική στήλη μπορεί να απεικονιστεί εν μέρει με υπερηχογράφημα και όλα ή τα περισσότερα μέρη των σχετικών ανατομικών δομών μπορούν να διακριθούν σαφώς χρησιμοποιώντας τον γραμμικό ανιχνευτή. Στους ενήλικες, ένας καμπύλος ηχοβολέας υπερήχων χρησιμοποιείται ευρέως στις περισσότερες από τις προηγούμενες αναφορές όταν ένας επισκληρίδιος καθετήρας εισάγεται υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση, ειδικά στις οσφυϊκές περιοχές.²⁴

Ωστόσο, κατά την εκτέλεση της θωρακικής επισκληρίδιου αναισθησίας καθοδηγούμενης με υπερήχους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο γραμμικοί όσο και καμπυλωτοί ηχοβολείς. Δεδομένου ότι οι θωρακικές ακανθώδεις αποφύσεις είναι κυρτές σε μικρά βάθη σε σύγκριση με τις οσφυϊκές, ένας γραμμικός ηχοβολέας αρκεί για να αναγνωρίσει το κύριο αντικείμενο γύρω από τον επισκληρίδιο χώρο στην πλειονότητα των περιπτώσεων, εκτός εάν ο ασθενής είναι πολύ παχύσαρκος. Αυτό υποστηρίζεται από την προηγούμενη μελέτη των Pak & Gulati (2018), η οποία πραγματοποίησε θωρακικό επισκληρίδιο καθετηριασμό με παρόμοιο τρόπο, προσδιορίζοντας τη μέση παραοβελιαία απόσταση από το δέρμα στον επισκληρίδιο χώρο ήταν $5,2 \pm 1,1$ cm.²⁶ Εκτός από αυτό, είναι επίσης χρήσιμο να χρησιμοποιείται ένας γραμμικός ηχοβολέας, όταν είναι απαραίτητος ο ακριβής έλεγχος των άκρων της βελόνας σε πραγματικό χρόνο.²⁴

Αφού επιβεβαιωθεί το επίπεδο της σπονδυλικής στήλης που επιθυμεί ο χειριστής, ο ηχοβολέας τοποθετείται στη μέση γραμμή για να παρατηρήσει την ακανθώδη απόφυση (Εικόνες 9A-5, 6). Στη μελέτη των Lee et al. (2021) χρησιμοποιείται η μέθοδος της μέτρησης πλευρών προς τα πάνω μετά την εύρεση της 12^{ης} πλευράς για να ελέγξουν το επίπεδο. Κατόπιν, ολισθαίνοντας τον ηχοβολέα προς τα πάνω, οι αντίστοιχες εγκάρσιες αποφύσεις μπορούν να επιβεβαιωθούν (Εικόνες 9B-5, 6). Ωστόσο, εάν η κλίση είναι ανεπαρκής ή ο ενδιάμεσος χώρος είναι πολύ στενός, μπορεί να φανεί η άνω αρθρική απόφυση των κάτω σπονδύλων μεταξύ των σπονδύλων (Εικόνες 9C-5, 6). Στο οσφυϊκό επίπεδο, μια επισκληρίδιος βελόνα μπορεί να προωθηθεί σε αυτή την κατάσταση, αλλά στο θωρακικό επίπεδο που έχει στενότερους ενδιάμεσους χώρους, ο χειριστής μπορεί να γέρνει ελαφρά τον ηχοβολέα πλευρικά,

καθιστώντας δυνατή την εξασφάλιση μιας παραμέσου οβελιαίας λοξής όψης με έναν ευρύτερο ενδιάμεσο χώρο (Εικόνες 9D-5, 6).²⁴



Εικόνα 9: Θέση του καθετήρα υπερήχων και των αντίστοιχων όψεων υπερήχων και των κινήσεών του για τη λήψη σωστών υπερηχογραφικών όψεων. (Πηγή: Lee J. H. et al. Real-time ultrasound guided thoracic epidural catheterization: a technical review. *Anesthesia and pain medicine*, 2021).

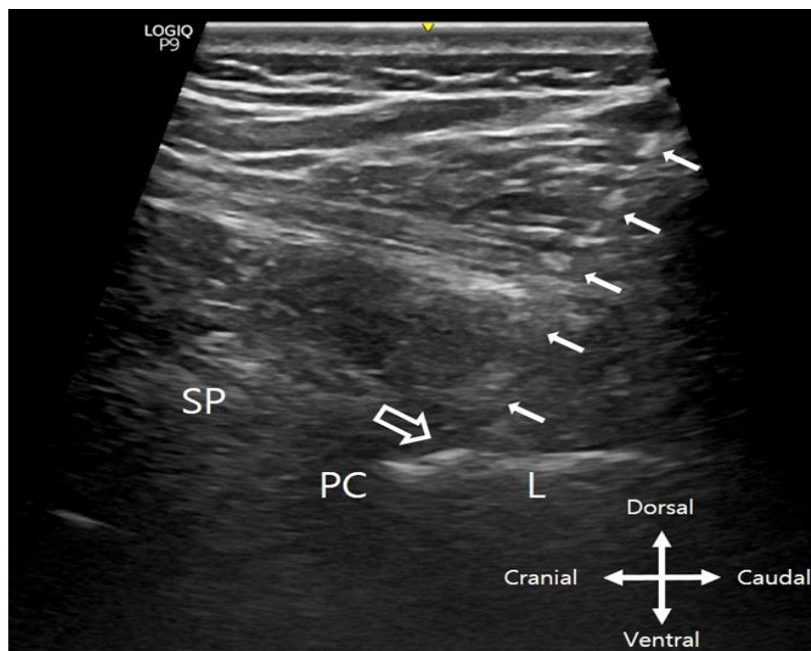
Κατά συνέπεια, το οπίσθιο σύμπλεγμα παρατηρείται ως μια γραμμική υπερηχοϊκή δομή μεταξύ των σπονδύλων (Εικόνες 9D-5, 6) και του ενδορραχιαίου χώρου και του νωτιαίου μυελού. Επιπλέον, το κεφαλικό άκρο του ηχοβολέα μπορεί να

περιστραφεί περαιτέρω για να μειώσει το ύψος του σπονδύλου στο κάτω επίπεδο (Εικόνες 9E-5, 6).²⁴

Μετά τον έλεγχο του επισκληρίδιου χώρου στόχου μέσω της προκαταρκτικής εξέτασης υπερήχων, το δέρμα του ασθενούς επισημαίνεται και απολυμαίνεται για να αποστειρωθεί η περιοχή της επέμβασης. Μετά από τοπική διήθηση με 2% λιδοκαΐνη στην προβλεπόμενη θέση εισόδου της βελόνας, εισάγεται μια βελόνα Tuohy 18 gauge από το ουραίο άκρο του ηχοβολέα και προωθείται με προβολή σε επίπεδο υπό την καθοδήγηση υπερήχων σε πραγματικό χρόνο έως ότου το άκρο της βελόνας φτάσει στο οπίσθιο σύμπλεγμα στον ενδιάμεσο χώρο στόχου (Εικόνα 10).²⁴

Η ευθυγράμμιση της δέσμης βελόνας μπορεί να διατηρηθεί προωθώντας τη βελόνα σε παρόμοια πλάγια προς μεσαία τροχιά. Επιπλέον, η θέση του ηχοβολέα και της δέσμης θα πρέπει να διατηρούνται σταθερά για να διατηρείται ο στόχος σε ορατότητα, στην οποία η τροχιά της βελόνας μπορεί να ρυθμιστεί για να διατηρείται η επισκληρίδιος βελόνα ορατή έως ότου η άκρη βρίσκεται ακριβώς μπροστά από το οπίσθιο σύμπλεγμα.²⁴ Εάν το άκρο της βελόνας δεν είναι ορατό, η κλίση του ηχοβολέα βοηθά στον προσδιορισμό της θέσης του, η οποία είναι μια μέθοδος που περιγράφεται στη μελέτη των Gnaho et al. (2016) για καθοδήγηση με υπερήχους σε πραγματικό χρόνο.²⁷

Οι ανατομικές ανωμαλίες που επηρεάζουν την επιτέλεση της επισκληρίδιας τεχνικής είναι είτε συγγενείς είτε επίκτητες. Οι συγγενείς ανωμαλίες που προκαλούν δυσκολίες περιλαμβάνουν την αχονδροπλασία, τη συγγενή σκολίωση των εφήβων και τη δισχιδή ράχη. Η χρήση της επισκληρίδιου στην αχονδροπλασία και τη συγγενή σκολίωση των εφήβων είναι αμφιλεγόμενη. Οι επίκτητες δυσκολίες περιλαμβάνουν την υπερτροφία του πτερυγίου συνδέσμου, που συχνά συμβάλλει σε στένωση της σπονδυλικής στήλης, στένωση τρήματος και πρόπτωση δίσκου. Τα δύο τελευταία δεν αποτελούν αντενδείξεις, αλλά θα μπορούσαν να δυσκολέψουν την ικανοποιητική είσοδο της επισκληρίδιου βελόνας ή του καθετήρα. Η καθοδήγηση με ακτίνες Χ μπορεί να βοηθήσει σε αυτές τις περιπτώσεις.²³



Εικόνα 10: Προβολές υπερήχων σε πραγματικό χρόνο για βελόνα. PC υποδεικνύουν τα οπίσθια συμπλέγματα. Το βέλος και το ανοιχτό βέλος υποδεικνύουν την επισκληρίδιο βελόνα και το άκρο της βελόνας, αντίστοιχα. PC: οπίσθιο σύμπλεγμα, SP: ακανθώδης απόφυση, L: ελάσματα. (Πηγή: Lee J. H. et al. Real-time ultrasound guided thoracic epidural catheterization: a technical review. *Anesthesia and pain medicine*, 2021).

Σε γενικές γραμμές, η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία/αναισθησία είναι μία τεχνική η οποία απαιτεί υψηλή τεχνική δεξιότητα. Για την εκτέλεσή της συνήθως προτιμάται η παράμεση τεχνική, καθώς θεωρείται ευκολότερη της μέσης προσπέλασης λόγω της μεγάλης γωνίωσης και αλληλοεπικάλυψης που έχουν οι θωρακικές ακανθώδεις αποφύσεις σε αυτό το σημείο. Η χορήγηση τοπικού αναισθητικού με οπιοειδές, όπως η φαιντανύλη και η μορφίνη, παρέχει καλύτερα αποτελέσματα, ενώ αυξάνει την αναγκαιότητα προσεκτικής παρακολούθησης του ασθενούς για την εκδήλωση ανεπιθυμητών ενεργειών των οπιοειδών που αυξάνουν στην περίπτωση επιπλέον λήψης οπιοειδών παρεντερικά ή από το στόμα.²³

3.1.3) Κλινικές εφαρμογές της θωρακικής επισκληρίδιας τεχνικής

Η θωρακική επισκληρίδιος τεχνική παρέχει τη δυνατότητα τμηματικής αναλγησίας αμφοτερόπλευρα, καθώς μπορεί να μειώσει τη χρήση οπιοειδών και τις ανεπιθύμητες ενέργειες που αυτά παρουσιάζουν μέσω της χρήσης του επισκληριδίου καθετήρα. Το γεγονός ότι ο επισκληρίδιος καθετήρας μπορεί να διατηρηθεί για αρκετές ημέρες χωρίς να χρειαστεί η αφαίρεσή του αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου, καθώς μειώνονται ανεπιθύμητες ενέργειες που εμπλέκονται με την χορήγηση των παραπάνω φαρμάκων, όπως η αναπνευστική καταστολή, η νεφροτοξικότητα, κ.α. Συνιστάται η τοποθέτηση του επισκληριδίου καθετήρα στο επίπεδο που αντιστοιχεί στο μέσο των νευροτομιών που εμπλέκονται στην κάκωση.²⁸

Η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία χρησιμοποιείται για την διασφάλιση μετεγχειρητικής αναλγησίας μετά από θωρακοτομή. Επιλέγεται ως μέθοδος κυρίως λόγω της παροχής αποτελεσματικής αναλγησίας με μειωμένη χρήση οπιοειδών και αποφυγή των εμπλεκόμενων παρενεργειών. Επιπλέον, βελτιώνει σημαντικά την αναπνευστική λειτουργία μετεγχειρητικά, μειώνει την ανάγκη για μηχανικό αερισμό, αλλά και την πιθανότητα ανάπτυξης χρόνιου πόνου.²⁸

Η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία εφαρμόζεται στην περίπτωση ηλικιωμένων ασθενών οι οποίοι παρουσιάζουν πολλαπλά κατάγματα πλευρών και πνευμονικές θλάσεις, καθώς μελέτες δείχνουν ότι η εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής μειώνει σημαντικά τα ποσοστά θνησιμότητας και θνητότητας σε αυτή την πληθυσμιακή ομάδα.^{3,5}

Η τοποθέτηση του επισκληριδίου καθετήρα στη θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης πιστεύεται ότι είναι πιο επικίνδυνη από την οσφυϊκή επισκληρίδια τοποθέτηση λόγω του αντιληπτού αυξημένου κινδύνου νευρολογικού τραυματισμού του νωτιαίου μυελού. Ωστόσο, οι επιπλοκές που σχετίζονται με τη θωρακική επισκληρίδιο αναισθησία είναι σχετικά σπάνιες και περιλαμβάνουν ανεπιτυχή τοποθέτηση καθετήρα (1,1%), παρακέντηση σκληράς μήνιγγας (0,7%), μετεγχειρητικό ριζικό πόνο (0,2%) και βλάβες περιφερικών νεύρων (0,2%). Η ακούσια τρώση της σκληράς μήνιγγας παρατηρήθηκε συχνότερα κατά τις τοποθετήσεις της κατώτερης θωρακικής μοίρας (3,4%) παρά κατά τη μέση (0,9%) ή την άνω (0,4%) τοποθέτηση.²⁹

Σπάνιες αλλά πολύ σοβαρές επιπλοκές της επισκληρίδιου αναλγησίας περιλαμβάνουν νευρολογικό τραυματισμό από αιμορραγικές και λοιμώδεις αιτιολογίες. Η συχνότητα εμφάνισης επισκληρίδιου αιματώματος φαίνεται να είναι μικρότερη από 1 στους 150.000 ασθενείς και συνήθως εμφανίζεται παρουσία διαταραχής της πήξης. Το πιο τραυματικό συμβάν που μπορεί να προκαλέσει αιμορραγία είναι η τοποθέτηση του επισκληρίδιου καθετήρα, ακολουθούμενη από την αφαίρεση του καθετήρα, την εισαγωγή/προώθηση της επισκληρίδιου βελόνας και την καθημερινή διαχείριση του επισκληρίδιου καθετήρα.²⁹

Η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία με χρήση τοπικού αναισθητικού με ή χωρίς οπιοειδή παρέχει εξαιρετική ανακούφιση από τον πόνο σε ασθενείς με αμβλύ θωρακικό τραύμα. Η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία έχει αποδειχθεί ότι έχει ιδιαίτερο όφελος όσον αφορά τη βαθμολογία του υποκειμενικού πόνου, τη βελτίωση των αναπνευστικών παραμέτρων και μειωμένη συχνότητα εμφάνισης υπνηλίας, γαστρεντερικών διαταραχών και αναπνευστικής καταστολής. Επιπλέον, η χρήση επισκληρίδιου θωρακικής τεχνικής παρέχει πολυεπίπεδη και αμφοτερόπλευρη αναλγησία. Εξαιτίας αυτών των πλεονεκτημάτων, θεωρείται παραδοσιακά η gold standart τεχνική για τη θεραπεία ασθενών με πολλαπλά κατάγματα πλευρών.²⁹

Μια μετα-ανάλυση τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών (RCT) που πραγματοποιήθηκε από τους Carrier et al. (2009) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι σε σύγκριση με άλλες αναλγητικές παρεμβάσεις, η επισκληρίδιος τοποθέτηση καθετήρα δεν συσχετίστηκε με βελτίωση της θνησιμότητας ή της ανάγκης νοσηλείας σε ΜΕΘ και της διάρκειας παραμονής στο νοσοκομείο.³⁰ Αρκετές άλλες πρόσφατες μετα-αναλύσεις και συστηματικές ανασκοπήσεις των RCT έχουν επιβεβαιώσει αυτά τα ευρήματα.^{31,32,33} Επιπλέον, οι διαφορές στη διάρκεια του μηχανικού αερισμού και των πνευμονικών επιπλοκών, όπως η πνευμονία και το εμπύημα, έχουν επίσης αμφισβητηθεί.³⁴ Στην πραγματικότητα, σε μια ανάλυση που εξέτασε πάνω από 1000 ασθενείς με τραυματικά κατάγματα πλευρών, οι McKendy et al. (2017) διαπίστωσαν ότι η επισκληρίδιος αναλγησία συσχετίστηκε με αύξηση των πνευμονικών επιπλοκών.³⁵ Παρά αυτά τα ευρήματα, οι κατευθυντήριες γραμμές EAST/TAS συνιστούν επί του παρόντος την χρήση της επισκληρίδιου αναλγησίας έναντι των περινευρικών αποκλεισμών με βάση

στοιχεία πολύ χαμηλής ποιότητας, τονίζοντας τη σημασία της προτίμησης των ασθενών.²⁹

Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη αυτά τα πρόσφατα δεδομένα και οι συστάσεις για τη συγκεκριμένη τεχνική, καθώς και οι περιορισμοί της κατά την επιλογή μιας αναλγητικής τεχνικής για τον ασθενή με πολλαπλά κατάγματα πλευρών. Η χρήση της αντενδείκνυται σε ασθενείς με υπόταση, υποογκαιμία, διαταραχές πήξης, σημαντικές βλάβες της σπονδυλικής στήλης ή τραυματικές βλάβες του εγκεφάλου και συστηματική λοίμωξη, τα οποία είναι κοινά στον πολυτραυματία ασθενή. Η εφαρμογή της σχετίζεται ιδιαίτερα με την υπόταση, κυρίως λόγω της μείωσης της συστηματικής αγγειακής αντίστασης από τον αποκλεισμό της συμπαθητικής παροχής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αιμοδυναμική κατάρριψη, ειδικά στον αιμοδυναμικά ασταθή ασθενή που δεν έχει υποστεί ανάνηψη. Επιπλέον, η τεχνικά απαιτητική φύση αυτής της διαδικασίας μπορεί να δημιουργήσει προκλήσεις σε έναν ασθενή με πολλαπλούς τραυματισμούς και σημεία πόνου. Ακόμη, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι κίνδυνοι της τρώσης της σκληράς μήνιγγας, του κινητικού αποκλεισμού και της κατακράτησης ούρων.²⁹

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τη μελέτη των El-Boghdadly & Wiles (2019), η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία δεν θα πρέπει πλέον να θεωρείται ο χρυσός κανόνας ως αναλγητική στρατηγική για κατάγματα πλευρών, με βάση το γεγονός ότι εξακολουθούν να υπάρχουν ανεπαρκή στοιχεία για τον πραγματικό αντίκτυπο της τεχνικής σε μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Τα στοιχεία για τα οφέλη της θωρακικής επισκληρίδιος αναλγησίας σε κατάγματα των πλευρών είναι χαμηλής ποιότητας.³⁶

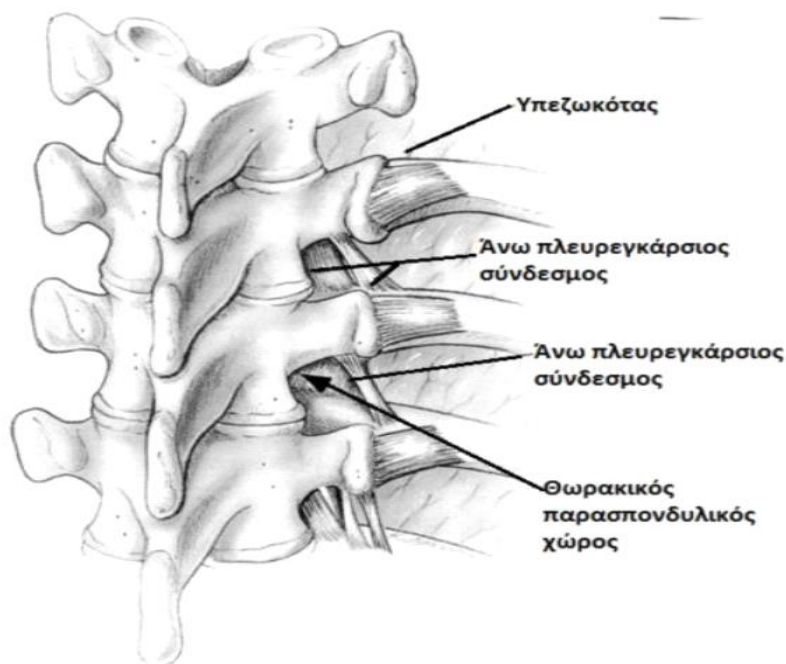
3.2 Παρασπονδυλικός θωρακικός αποκλεισμός

3.2.1) Ανατομία παρασπονδυλικού χώρου

Ο παρασπονδυλικός χώρος αποτελεί μία περιοχή που έχει κυρίως αναισθησιολογική σημασία. Ο παρασπονδυλικός θωρακικός χώρος είναι ένας σχισμοειδής χώρος, ο οποίος διατείνεται από την έγχυση διαλύματος τοπικού

αναισθητικού πλάγια του σώματος των θωρακικών σπονδύλων. Εντοπίζεται μεταξύ της κεφαλής και του αυχένα των πλευρών.³⁷

Ο παρασπονδυλικός χώρος αποτελεί ένα τριγωνικό διάστημα μέσω του οποίου περνούν τα νωτιαία νεύρα για κάθε δερμοτόμιο. Αφορίζεται εμπροσθεν από τον τοιχωματικό υπεζωκότα, στο επίπεδο της θωρακικής κοιλότητας ή τον λαγονοψώιτη κατά την οσφυϊκή περιοχή, εκ των έσω βρίσκονται τα σπονδυλικά σώματα ή οι αντίστοιχοι αυτών δίσκοι, ενώ όπισθεν αφορίζεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις.³⁷



Εικόνα 11: Ο παρασπονδυλικός θωρακικός χώρος. (Πηγή: Netter, F. H. Βασική Κλινική Ανατομία. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, 2011)

Ο παρασπονδυλικός θωρακικός χώρος (Εικόνα 11) εκτείνεται από την αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης μέχρι το ιερό οστό. Σε κάθε επίπεδο, ιδιαίτερα στο θωρακικό επίπεδο, είναι ένας χώρος τριγωνικού σχήματος αφοριζόμενος εμπρός από τον υπεζωκότα, έσω από την οπίσθια πλάγια όψη του σπονδύλου και το μεσοσπονδύλιο τρήμα, πλάγια από τον υπεζωκότα και οπίσθια από τον εγκάρσιο σύνδεσμο. Το βάθος του παρασπονδυλικού χώρου ποικίλλει και είναι πιο επιφανειακό στο αυχενικό επίπεδο και βαθύτερο στο οσφυϊκό επίπεδο. Μεταξύ T4 και T8, το βάθος του παρασπονδυλικού χώρου εξαρτάται από τον δείκτη μάζας σώματος, την ηλικία και

το φύλο και είναι πιο δύσκολο να προβλεφθεί. Αντίθετα, μεταξύ T9 και T12, το βάθος του παρασπονδυλικού χώρου είναι πιο προβλέψιμο και εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο στο οποίο εκτελείται ο αποκλεισμός.³⁷

Μεταξύ του τοιχωματικού πετάλου του υπεζωκότα και του άνω πλευρεγκάρσιου συνδέσμου παρεμβάλλεται μία ινοελαστική δομή, η ενδοθωρακική περιτονία, η οποία είναι και η εν τω βάθει περιτονία του θώρακα. Η δομή αυτή επενδύει εσωτερικά το θωρακικό κλωβό. Στο παρασπονδυλικό θωρακικό χώρο, η ενδοθωρακική περιτονία εφάπτεται στενά με τις πλευρές και προς τη μέση γραμμή συμφύεται με το περιόστεο, αντίστοιχα προς το μέσο του σπονδυλικού σώματος. Ένα στρώμα του χαλαρού συνδετικού ιστού, η υπο-ορογόνας μεμβράνη, βρίσκεται ανάμεσα στον τοιχωματικό υπεζωκότα και την ενδοθωρακική περιτονία. Η ενδοθωρακική περιτονία χωρίζει έτσι το θωρακικό παρασπονδυλικό χώρο σε δύο δυνητικά διαμερίσματα, το πρόσθιο παραυπεζωκοτικό διαμέρισμα και το οπίσθιο υπο-ενδοθωρακικό παρασπονδυλικό διαμέρισμα.³⁷

3.2.2) Απεικόνιση παρασπονδυλικού χώρου και περιγραφή της τεχνικής του παρασπονδυλικού αποκλεισμού

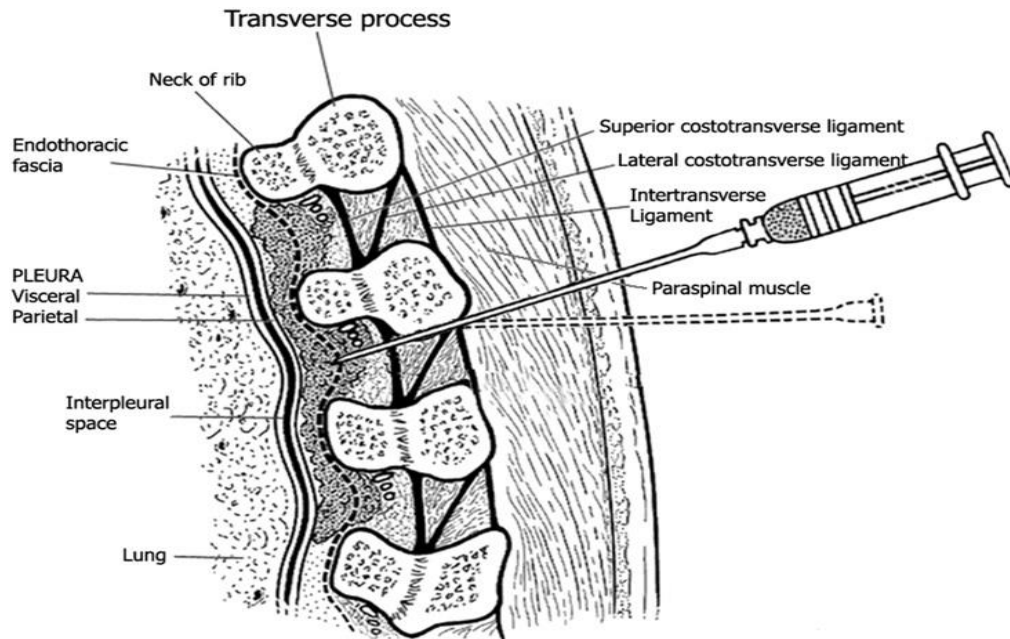
Ο παρασπονδυλικός αποκλεισμός εξασφαλίζει πολυεπίπεδη αναστολή των μεσοπλευρίων νεύρων. Κλινικά η αναλγησία που επιτυγχάνεται με τον παρασπονδυλικό αποκλεισμό είναι συγκρίσιμη με την επισκληρίδια αναλγησία.³⁸

Οφείλουμε να γνωρίζουμε ότι ακόμη και θεραπευτικές δόσεις μπουπιβακαΐνης (δόση 0,1 ml/Kgr/h) όταν χορηγούνται επί 4 συνεχόμενες ημέρες είναι δυνατόν να προκαλέσουν αύξηση των επιπέδων αυτής στο αίμα που προσεγγίζουν τα τοξικά επίπεδα. Η λιδοκαΐνη μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί, αλλά με προσοχή για την αποφυγή της συστηματικής τοξικότητας των τοπικών αναισθητικών.³⁹

Ο παρασπονδυλικός αποκλεισμός διασφαλίζει μικρότερη κατακράτηση ούρων, μειώνει τη συχνότητα της μετεγχειρητικής ναυτίας, των εμέτων και της υπότασης, αλλά και των αναπνευστικών επιπλοκών.⁴⁰

Μετά τον προσδιορισμό του θωρακικού ή οσφυϊκού επιπέδου στο οποίο πρέπει να πραγματοποιηθεί ο νευρικός αποκλεισμός, σε μια παράλληλη γραμμή 2,5 cm πλάγια

της ακανθώδους απόφυσης, τοποθετείται ένας ηχοβολέας χαμηλής συχνότητας. Η σάρωση της περιοχής επιτρέπει την αναγνώριση της εγκάρσιας απόφυσης, του μεσοπλεύριου συνδέσμου, του υπεζωκότα και του πνεύμονα. Η διαδικασία διευκολύνεται ζητώντας από τον ασθενή να αναπνεύσει βαθιά κατά τη σάρωση. Χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση εντός επιπέδου, μια βελόνα εισάγεται ανάμεσα σε 2 γειτονικές εγκάρσιες αποφύσεις και τοποθετείται πέρα από τον πλευρεγκάρσιο σύνδεσμο και πίσω από τον υπεζωκότα (Εικόνα 12). Έπειτα, ενίονται αργά 5mL τοπικού αναισθητικού. Η έγχυση τοπικού αναισθητικού μπορεί να οπτικοποιηθεί και η σωστή θέση της βελόνας επιβεβαιώνεται βλέποντας τον όγκο του τοπικού αναισθητικού που ωθεί τον υπεζωκότα προς τα εμπρός.³⁷

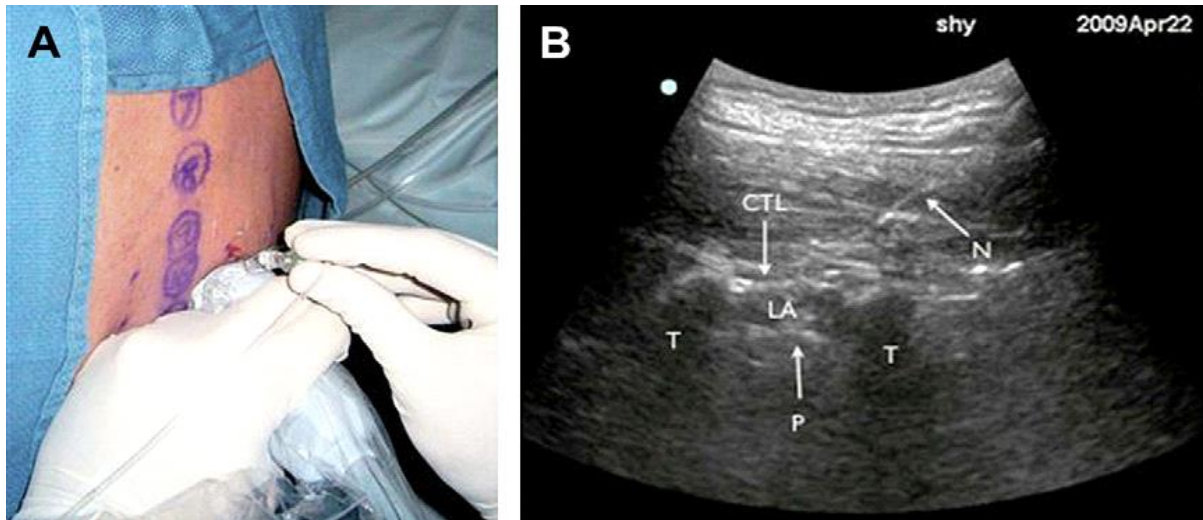


Εικόνα 12: Εισαγωγή βελόνας. (Πηγή: Chelly J.E. Paravertebral Blocks. *Anesthesiology Clin*, 2012).

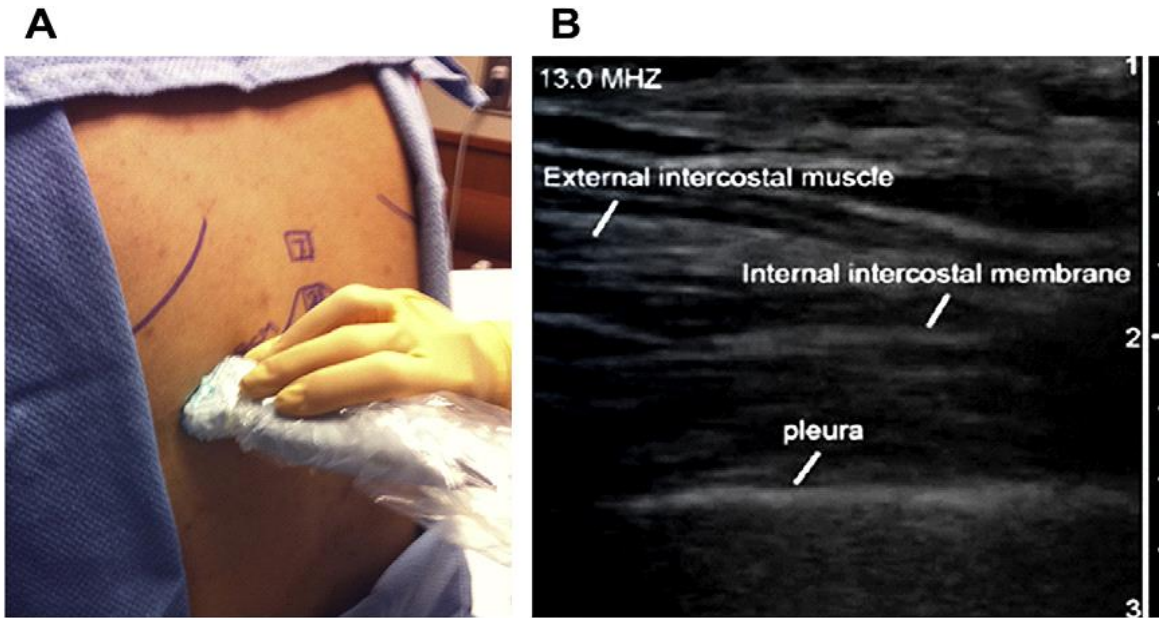
Ο αντίστοιχος μεσοπλεύριος χώρος σαρώνεται με την εφαρμογή ηχοβολέα 10 έως 15 MHz 8cm πλευρικά από τη σπονδυλική στήλη για να επιτρέπεται η αναγνώριση των πλευρών και του υπεζωκότα.³⁷

Η αναγνώριση του υπεζωκότα μπορεί να διευκολυνθεί ζητώντας από τον ασθενή να αναπνεύσει βαθιά και να οπτικοποιηθεί η κίνηση του πνεύμονα. Στη συνέχεια, ο

ηχοβολέας περιστρέφεται κατά μήκος του άξονα της πλευράς και παίρνει κλίση για να βοηθήσει στην αναγνώριση του εξωτερικού μεσοπλευρίου μύος και της εσωτερικής μεσοπλευρίας μεμβράνης (Εικόνες 13 και 14).³⁷



Εικόνα 13: . Υπερηχογραφική προσέγγιση στον παρασπονδύλιο χώρο. (A) Τοποθέτηση καθετήρα και τη βελόνα. (B) Εικόνα υπερήχων. CTL, κοστοθωρακικός σύνδεσμος; LA, τοπικά αναισθητικά; N, βελόνα; P, υπεζωκότας; T, εγκάρσια διαδικασία. (Πηγή: Chelly J.E. Paravertebral Blocks. *Anesthesiology Clin*, 2012).



Εικόνα 14: Τοποθέτηση ανιχνευτή (A) και εικόνα υπερήχων (B) που αναγνωρίζει τον εξωτερικό μεσοπλεύριο μυ και την εσωτερική μεσοπλεύρια μεμβράνη. (Πηγή: Chelly J.E. Paravertebral Blocks. *Anesthesiology Clin*, 2012).

Λιδοκαΐνη 1% ενίεται επιφανειακά στο σημείο εισαγωγής της βελόνας και εισάγεται βελόνα Tuohy 18- gauge στο επίπεδο και κατευθύνεται μεσαία για να τοποθετηθεί η άκρη της βελόνας μεταξύ της εσωτερικής μεσοπλεύριας μεμβράνης και του υπεζωκότα. Μετά από αρνητική αναρρόφηση για αίμα, τοπικό αναισθητικό ενίεται αργά. Ένας καθετήρας 22 gauge εισάγεται στο μεσοπλεύριο χώρο και τοποθετείται 8 cm από το σημείο εισαγωγής της βελόνας.³⁷ Η βελόνα εισαγωγής αφαιρείται και ο καθετήρας ασφαλίζεται στη θέση του.

Η βουπιβακαΐνη, η ροπιβακαΐνη και η λιδοκαΐνη αποτελούν τα τοπικά αναισθητικά που χρησιμοποιούνται στους παρασπονδυλικούς αποκλεισμούς. Η αποτελεσματικότητα αυτής της τεχνικής βελτιώνεται σημαντικά, όταν ο παρασπονδυλικός αποκλεισμός αποτελεί μέρος μιας πολυπαραγοντικής προσέγγισης για τη διαχείριση του πόνου, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης κεταμίνης και αντιφλεγμονωδών φαρμάκων. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να μειώσει τις απαιτήσεις σε οπιοειδή και ανεπιθύμητες ενέργειες που σχετίζονται με τα οπιοειδή.^{37, 41}

Με υπερηχογραφική καθοδήγηση, η απόσταση από το παρασπονδυλικό χώρο και τον υπεζωκότα μπορεί να προσδιοριστεί πριν από την εκτέλεση παρασπονδυλικού

αποκλεισμού, ενώ η θέση της βελόνας μπορεί να παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της τεχνικής. Το γεγονός αυτό συμβάλει σε αυξημένο ποσοστό επιτυχίας και ασφάλειας της τεχνικής.⁴²

3.2.3) Κλινικές εφαρμογές του παρασπονδυλικού αποκλεισμού

Ο συνεχής παρασπονδυλικός αποκλεισμός είναι ισοδύναμος με την θωρακική επισκληρίδιο όσον αφορά τον έλεγχο του πόνου και την μετεγχειρητική αναπνευστική λειτουργία, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζει μικρότερο κίνδυνο επιπλοκών, όπως για παράδειγμα η υπόταση.^{43,44}

Η εφαρμογή του παρασπονδυλικού αποκλεισμού βελτιώνει τη θρομβοπροφύλαξη και τις διαταραχές πήκτικότητας, καθώς ο κίνδυνος παραμένει μικρότερος συγκριτικά με την θωρακική επισκληρίδιο. Η τεχνική χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση του παρασπονδυλικού καθετήρα και μπορεί να τοποθετηθεί σε αναισθητοποιημένο ασθενή με μεγαλύτερη ασφάλεια από ότι η θωρακική επισκληρίδιο. Στο τραύμα όπου η τοποθέτηση του καθετήρα προεγχειρητικά είναι πολλές φορές μη ρεαλιστική, η διεγχειρητική τοποθέτηση μετά το τέλος της επέμβασης και πριν την αφύπνιση του ασθενούς αποτελεί καλύτερη εναλλακτική. Η τοποθέτηση του καθετήρα παρασπονδυλικά απαιτεί σημαντική εμπειρία και δεξιότητα και είναι προτιμότερο να γίνεται 1-2 επίπεδα κάτωθεν της θωρακοτομής. Η χρήση υπερήχου στον παρασπονδυλικό αποκλεισμό φαίνεται ότι υπερτερεί της τυφλής τεχνικής αυξάνοντας τα ποσοστά επιτυχίας και μειώνοντας τις επιπλοκές.⁴⁵

Για την αναισθησία, οι εφαρμογές της τεχνικής περιορίζονται κυρίως σε χειρουργική επέμβαση μαστού, βουβωνική αποκατάσταση κήλης, λιθοτριψία και βιντεοβοηθούμενη θωρακική χειρουργική (VATS). Για χειρουργική επέμβαση στο στήθος, οι παρασπονδυλικοί αποκλεισμοί πραγματοποιούνται σε επίπεδο T1 έως T6, ειδικά όταν η χειρουργική επέμβαση συνδέεται με μασχαλιαία ανατομή.⁴³

Από αυτή την άποψη, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι ο περισσότερος μετεγχειρητικός πόνος προκύπτει από το χειρουργικό τραύμα και όχι από την τομή του δέρματος. Επομένως, ακόμη και σε περίπτωση λαπαροσκοπικής προσέγγισης, ενδείκνυται η χρήση συνεχούς παρασπονδυλικού αποκλεισμού.⁴³

Ο συνεχής παρασπονδυλικός αποκλεισμός ήταν επίσης αποτελεσματικός στη διαχείριση του πόνου σε ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα πλευρών. Σε αυτή την περίπτωση έχει επίσης αποδειχθεί ότι βελτιώνει την πνευμονική λειτουργία, μειώνει την ανάγκη για διασωλήνωση και τη σχετική θνησιμότητα. Συνήθως, απαιτείται 1 παρασπονδυλικός καθετήρας για κάθε 3 έως 4 κατάγματα πλευρών πέρα από την πρώτη πλευρά. Επίσης, ένα πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ασθενείς που λαμβάνουν αντιπηκτικά. Τέλος, οι παρασπονδυλικοί αποκλεισμοί ενδείκνυνται επίσης για τον οξύ και χρόνιο πόνο στον τοκετό.⁴³

Η αναλγησία μπορεί να επιτευχθεί με διαλείπουσα ή συνεχή έγχυση ή τακτική δοσολογία μέσω καθετήρα, που μπορεί να προκαλέσει μονόπλευρο πολυεπίπεδο αποκλεισμό νεύρων σε συνεχόμενα δερμοτόμια.²⁹

Πολλά νοσηλευτικά ιδρύματα έχουν προσαρμόσει αυτή τη μέθοδο αποκλεισμού ως μέσο για τη διαχείριση ασθενών με πολλαπλά κατάγματα πλευρών λόγω της σχετικής τεχνικής ευκολίας, των φιλελεύθερων κατευθυντήριων γραμμών όσον αφορά την πήξη, της χαμηλότερης συχνότητας συμπαθεκτομής, της διατήρησης της αίσθησης της ουροδόχου κύστης και της απουσίας κινδύνου τραυματισμού του νωτιαίου μυελού.²⁹

Ο παρασπονδυλικός θωρακικός αποκλεισμός έχει αποδειχθεί ότι είναι εξίσου αποτελεσματικός με την επισκληρίδιο θωρακική αναισθησία για τη διαχείριση του πόνου σε ασθενείς με μονόπλευρα κατάγματα των πλευρών και μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της επιβίωσης.³⁴ Επιπλέον, σε σύγκριση με ασθενείς που λαμβάνουν ενδοφλέβια αναλγησία ελεγχόμενη από τον ασθενή, οι ασθενείς με παρασπονδυλικό θωρακικό αποκλεισμό ανέφεραν χαμηλότερες βαθμολογίες πόνου, επέδειξαν ανώτερες αναπνευστικές παραμέτρους και παρουσίασαν χαμηλότερη συχνότητα ναυτίας και εμέτου.⁴³ Το ποσοστό επιπλοκών είναι χαμηλό και έχει περιγραφεί ως συγκρίσιμο με αυτό των επισκληριδίων αποκλεισμών και των αποκλεισμών των μεσοπλεύριων νεύρων.²⁹

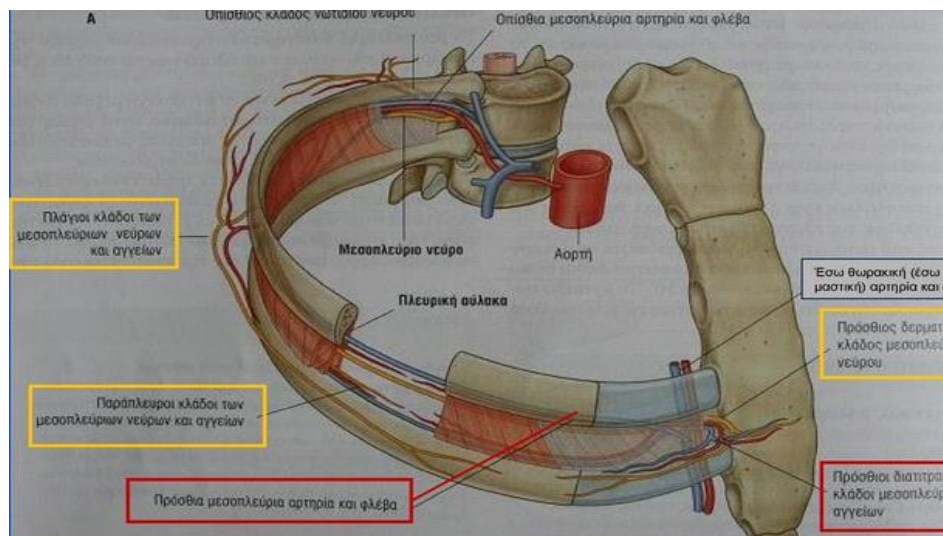
Επιπλέον, οι επιπλοκές που σχετίζονται με τον παρασπονδυλικό θωρακικό αποκλεισμό είναι λιγότερο επιζήμιες από εκείνες των νευραξονικών τεχνικών. Για παράδειγμα, η υπόταση που μπορεί να εμφανιστεί με τη συγκεκριμένη τεχνική απαιτεί λιγότερη ιατρική παρέμβαση από την αναμενόμενη συμπαθεκτομή που σχετίζεται με την επισκληρίδιο θωρακική αναλγησία. Παρόλα αυτά, παραμένει ο κίνδυνος

πνευμοθώρακα, υπεζωκοτικής παρακέντησης, ακούσιου αμφοτερόπλευρου αποκλεισμού και αγγειακής παρακέντησης. Με την έλευση της τεχνολογίας υπερήχων και τη χρησιμότητά της στην ακριβέστερη τοποθέτηση του παρασπονδυλικού καθετήρα, η τεχνική αυτή μπορεί να έχει πιο βελτιωμένο προφίλ ασφάλειας σε σύγκριση με την επισκληρίδιο θωρακική αναλγησία.²⁹

3.3 Μεσοπλεύριος αποκλεισμός

3.3.1) Ανατομία μεσοπλεύριου χώρου

Ανάμεσα στις πλευρές, βρίσκονται οι μεσοπλεύριοι μύες, που νευρώνονται από τα μεσοπλεύρια νεύρα και διακρίνονται σε τρεις στιβάδες, τους έξω, τους έσω και τους εσώτατους μεσοπλεύριους μύες (Εικόνα 15).⁴⁶

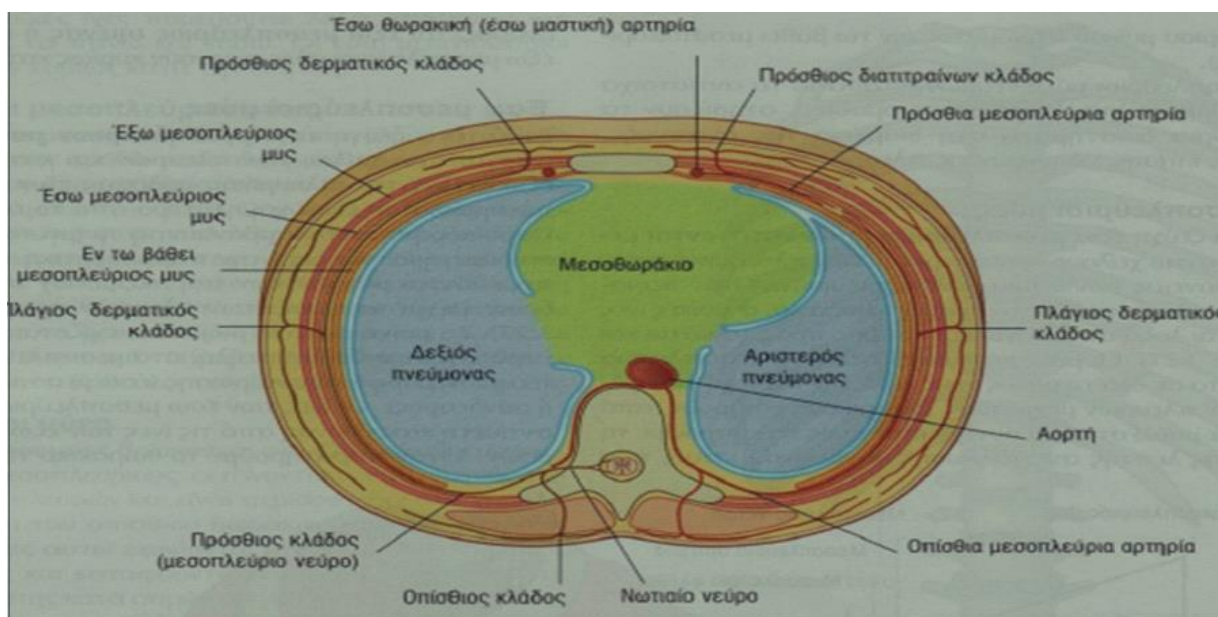


Εικόνα 15: Το μεσοπλεύριο διάστημα. (Πηγή: Kumar V., Abbas K.A., Aster J. Robbins. Βασική παθολογική ανατομία. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2016).

Οι έξω μεσοπλεύριοι μύες εκφύονται από το κάτω χείλος της υπερκείμενης πλευράς και καταφύονται στο άνω χείλος της υποκείμενης πλευράς, έχουν φορά από πίσω και άνω προς τα εμπρός και κάτω, ανεβάζουν τις πλευρές, συμβάλλοντας έτσι στη λειτουργία της εισπνοής. Οι έσω μεσοπλεύριοι μύες εκφύονται από το άνω χείλος της κατώτερης πλευράς, καταφύονται στο κάτω χείλος της ανώτερης πλευράς, έχουν φορά

από πίσω και κάτω προς τα εμπρός και άνω , κατεβάζουν τις πλευρές, συμβάλλοντας στην εκπνοή. Τέλος, οι εσώτατοι μεσοπλεύριοι μύες εκφύονται από το άνω χείλος της ανώτερης πλευράς, καταφύονται στο κάτω χείλος της κατώτερης πλευράς και κατεβάζουν τις πλευρές. Οι εσώτατοι μεσοπλεύριοι μύες, κατά την πορεία τους προς τα πίσω, μετά τη γωνία της πλευράς μεταπίπτουν στην απονεύρωσή τους.⁴⁶

Μεγάλη σημασία για την κατανόηση της εκτέλεσης των αποκλεισμών του θωρακικού τοιχώματος έχει η ανατομία των νωτιαίων νεύρων. Πρόκειται για 12 ζεύγη νεύρων που εκφύονται από τη θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Σχηματίζονται από την ένωση των πρόσθιων και οπίσθιων ριζών, οι οποίες εξορμούνται από τα πρόσθια και οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού, αντίστοιχα. Κάθε νωτιαίο νεύρο διαιρείται σε ένα πρόσθιο - κοιλιακό κλάδο και ένα ραχιαίο - οπίσθιο κλάδο (Εικόνα 16).⁴⁷



Εικόνα 16: Νωτιαία νεύρα. (Πηγή: Kumar V., Abbas K.A., Aster J.

Robbins. Βασική παθολογική ανατομία. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη

Ο ραχιαίος κλάδος, χωρίζεται περαιτέρω σε έναν έσω κλάδο για τη νεύρωση του δέρματος της ράχης και έναν έξω κλάδο για τη νεύρωση των μυών της ράχης. Οι κοιλιακοί κλάδοι είναι αυτοί που στην ουσία σχηματίζουν τα μεσοπλεύρια νεύρα και δίνουν αισθητική και κινητική νεύρωση στο θωρακικό και κοιλιακό τοίχωμα και αισθητική νεύρωση στον τοιχωματικό υπεζωκότα και το περιτόναιο. Κάθε τυπικό μεσοπλεύριο

νεύρο, όπως τα Θ3-Θ6 μεσοπλευρία νεύρα, πορεύεται μεταξύ του έσω και του εσώτατου μεσοπλευρίου μυός και περιφερικότερα της γωνίας της πλευράς, δίνει έναν πλάγιο δερματικό κλάδο, ο οποίος χωρίζεται επιπλέον σε πρόσθιο και οπίσθιο κλάδο, και έναν πρόσθιο δερματικό κλάδο, που διχάζεται σε έσω και έξω κλάδο. Τα Θ1 και Θ2 δίνουν επιπλέον κλάδους στο βραχιόνιο πλέγμα, ενώ τα Θ7-Θ11 μεσοπλευρία νεύρα περνούν το μεσοπλευριο διάστημα και χορηγούν νεύρωση στο πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα. Τέλος, το Θ12 καλείται υποπλευριο νεύρο.⁴⁷

3.3.2) Απεικόνιση μεσοπλευρίου χώρου και περιγραφή τεχνικής αποκλεισμού των μεσοπλευρίων νεύρων

Ο αποκλεισμός των μεσοπλευρίων νεύρων που νευρώνουν τα δερμοτόμια της χειρουργικής τομής είναι αποτελεσματικό επιπρόσθετο μέτρο στις μεθόδους της μετά θωρακοτομής αναλγησίας. Ο αποκλεισμός εφαρμόζεται είτε διαδερμικώς είτε υπό άμεση όραση όταν το ημιθωράκιο είναι ακόμη ανοιχτό. Σε κάθε περίπτωση, η διάρκεια της αναλγησίας είναι παροδική και ο αποκλεισμός χρειάζεται να επαναληφθεί για να έχει θετικό αποτέλεσμα επί της μετεγχειρητικής αναπνευστικής λειτουργίας.⁴⁸

Η τοποθέτηση μεσοπλευρίων καθετήρων εξασφαλίζει την έγχυση αναλγητικών φαρμάκων, όμως υπάρχουν προβλήματα στη διαδερμική τοποθέτηση, αλλά και την ασφαλή καθήλωση αυτών.⁴⁹

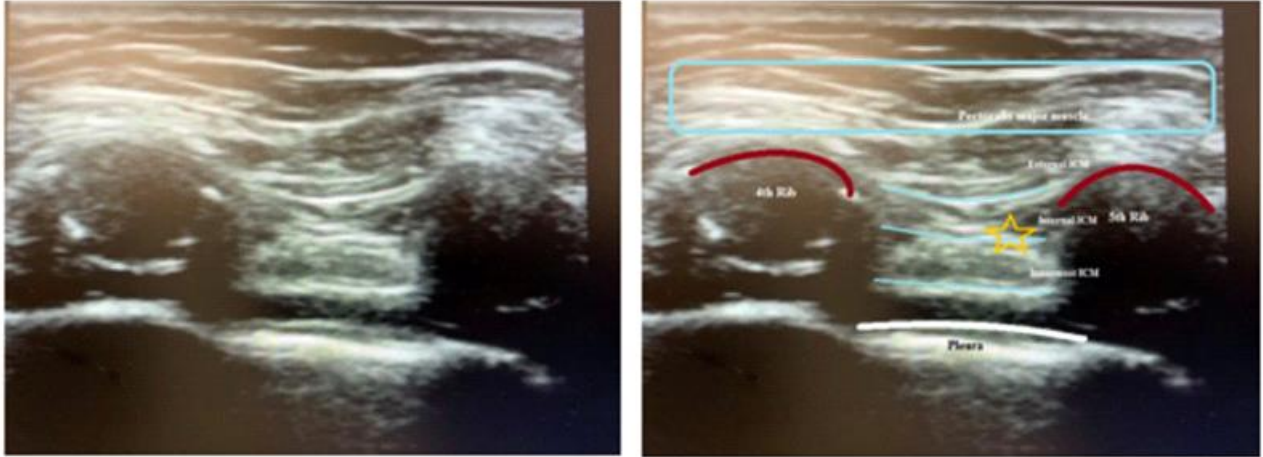
Ο επιτυχής αποκλεισμός των μεσοπλευρίων νεύρων έχει ως αποτέλεσμα την εναπόθεση τοπικού αναισθητικού στη μεσοπλευρία αύλακα έξω από τον τοιχωματικό υπεζωκότα. Η σωστή τοποθέτηση θα οδηγήσει σε ομόπλευρο μούδιασμα των επιμέρους μεσοπλευρίων επιπέδων που έχουν αποκλειστεί. Είναι σπάνιο ο αποκλεισμός να επεκταθεί σε ανώτερα ή κατώτερα επίπεδα, εκτός εάν εγχυθεί μεγάλη ποσότητα τοπικού αναισθητικού ή εάν η βελόνα τοποθετηθεί πολύ κοντά στη μέση γραμμή με αποτέλεσμα να εξαπλωθεί στον παρασπονδυλικό χώρο. Συνήθως, το επίπεδο αποκλεισμού καθορίζεται από τον αριθμό των αποκλεισμών που εκτελούνται και περιορίζεται στο δερμάτωμα των μεσοπλευρίων νεύρων που έχουν στοχευτεί.^{49,50}

Μετά τον καθαρισμό του δέρματος με ένα αντισηπτικό, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί δερματικός έλεγχος με 1 έως 2 mL τοπικού αναισθητικού. Τα δάχτυλα του χεριού που ψηλαφίζει θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να τραβήξουν το δέρμα

προς τα πάνω, έτσι ώστε η βελόνα να έρθει σε επαφή με το μέσο της πλευράς που θα φράξει. Γενικά, μια βελόνα μήκους 50mm και 22 διαμετρήματος είναι αρκετή για να εκτελέσει τον αποκλεισμό. Καθώς το δέρμα στερεώνεται με το χέρι που ψηλαφίζει, η βελόνα τοποθετείται μέσα από τον τροχό του δέρματος σε γωνία περίπου 20 μοιρών μέχρι να έρθει σε επαφή με το πλευρό, το οποίο πρέπει να γίνει εντός 1cm. Στη συνέχεια, το χέρι που ψηλαφά επιτρέπει στο δέρμα να επιστρέψει στην κανονική του θέση καθώς η βελόνα «απομακρύνεται», στο κατώτερο όριο της πλευράς. Καθώς η βελόνα φεύγει από το κάτω άκρο, θα πρέπει να προωθηθεί άλλα 1 έως 3 mm προς τα εμπρός. Μετά την αρνητική αναρρόφηση, μπορούν να ενεθούν 3 έως 5 mL τοπικού αναισθητικού.⁵⁰

Η καθοδήγηση με υπερήχους μπορεί να μειώσει την πιθανότητα ενδοαγγειακής ένεσης, πνευμοθώρακα και επιτρέπει την έγχυση πιο κοντά στη μέση γραμμή από τα ανατομικά οδηγία σημεία. Αυτό αυξάνει την πιθανότητα να γίνει η ένεση πριν από τη διαίρεση του πλευρικού κλάδου, η οποία είναι απαραίτητη για την επίτευξη αναισθησίας ολόκληρου του μεσοπλεύριου δερματώματος.⁵¹

Οι νευρώσεις απεικονίζονται ως σκιά, ενώ ο υπεζωκότας και ο πνεύμονας απεικονίζονται μπροστά από τον μεσοπλεύριο χώρο (Εικόνα 17). Στη συνέχεια, η βελόνα μπορεί να εισαχθεί μέσα ή έξω από ένα επίπεδο στον μορφοτροπέα και να προωθηθεί έως ότου το άκρο είναι ακριβώς κάτω από το κάτω όριο της πλευράς. Μετά την αρνητική αναρρόφηση, εγχέονται 3 έως 5 mL τοπικού αναισθητικού και ο υπεζωκότας πρέπει να φαίνεται ότι απομακρύνεται.⁴⁸



Εικόνα 17: Απεικόνιση μεσοπλεύριου αποκλεισμού. (Πηγή: Bhatia A et al. Comparison of anatomic landmarks and ultrasound guidance for intercostal nerve injections in cadavers. *Regional anesthesia and pain medicine*, 2013)

3.3.3) Κλινικές εφαρμογές του αποκλεισμού μεσοπλευρίων νεύρων

Ο αποκλεισμός μεσοπλευρίων νεύρων χρησιμοποιείται σε ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα πλευρών. Αυτή η διαδικασία είναι απλή στην εκτέλεση και έχει μια πολύ εντοπισμένη περιοχή επίδρασης. Ωστόσο, λόγω της τμηματικής επικάλυψης των μεσοπλευρίων νεύρων, απαιτείται έγχυση τόσο πάνω όσο και κάτω από την (τις) προσβεβλημένη(ες) πλευρά(ες) για να παραχθεί επαρκής κάλυψη. Αυτό απαιτεί πολλαπλές ενέσεις, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο για επιπλοκές όπως αγγειακή παρακέντηση, πνευμοθώρακα, δυσφορία του ασθενούς λόγω της ανάγκης ψηλάφησης της σπασμένης πλευράς κατά τη χορήγηση τοπικού αναισθητικού και τοξικότητας λόγω της υψηλής συστηματικής απορρόφησης. Επιπλέον, η εφαρμογή του μεσοπλεύριου αποκλεισμού για κατάγματα πλευρών στα ανώτερα τμήματα μπορεί να αποδειχθεί δύσκολη λόγω της παρουσίας της ωμοπλάτης και των ρομβοειδών μυών στα επίπεδα T1-T7.²⁹

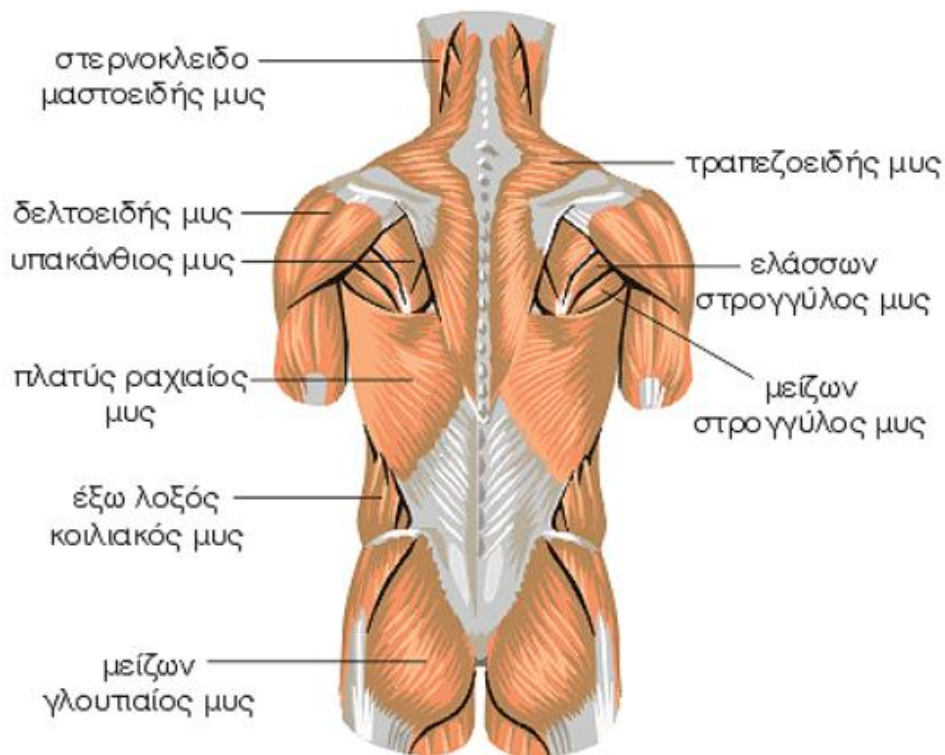
Ενώ η ανακούφιση από τον πόνο με τη συγκεκριμένη τεχνική είναι συχνά άμεση και επαρκής, το αποτέλεσμα μιας μόνο ένεσης τοπικού αναισθητικού διαρκεί συνήθως 4-8 ώρες. Οι συνεχείς καθετήρες αποκλεισμού μεσοπλευρίων νεύρων μπορούν

θεωρητικά να παρέχουν αναλγησία για μεγαλύτερη διάρκεια και υπάρχουν ορισμένα στοιχεία που δείχνουν τη χρησιμότητά τους στη μείωση των βαθμολογιών πόνου και στη μείωση της διάρκειας παραμονής στο νοσοκομείο.²⁹ Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες σε αυτόν τον τομέα για την πλήρη κατανόηση της αποτελεσματικότητας του μεσοπλεύριου αποκλεισμού για ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα πλευρών.

3.4 Αποκλεισμός στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός

3.4.1) Ανατομία

Στην οπίσθια επιφάνεια του θωρακικού τοιχώματος συναντάται μια ομάδα μυών, οι οποίοι ανάλογα με την ανατομική τους θέση αλλά και τη λειτουργικότητά τους διακρίνονται στην επιπολής, την ενδιάμεση και την εν τω βάθει ομάδα. Στην επιπολής ομάδα των μυών της ράχης ανήκει ο τραπεζοειδής, ο πλατύς ραχιαίος, ο μείζονας και ελάσσονας ρομβοειδής μυς και ο ανελκτήρας μυς της ωμοπλάτης (Εικόνα 18).⁵²



Εικόνα 18: Οι επιπολής μύες της ράχης. (Πηγή: Kumar V., Abbas K.A., Aster J.

Robbins. Βασική παθολογική ανατομία. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2016).

Πιο αναλυτικά, ο τραπεζοειδής μυς εκφύεται από πάνω προς τα κάτω από την άνω αυχενική γραμμή, το ινιακό όγκωμα, τον αυχενικό σύνδεσμο, τις ακανθώδεις αποφύσεις των Α7-Θ12 σπονδύλων και καταφύεται στο έξω τριτημόριο της κλείδας, την ωμοπλαιοαία άκανθα και το ακρώμιο. Η κινητική νεύρωσή του προέρχεται από το παραπληρωματικό νεύρο, ενώ η λειτουργία των ανώτερων μυϊκών ινών του αφορά την ανύψωση και τη στροφή του έσω χείλους της ωμοπλάτης, τη μέση μοίρα του στην προσαγωγή της και την κάτω μοίρα στην κατάσπαση της ωμοπλάτης.⁵²

Ο πλατύς ραχιαίος μυς εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις των Θ6-Ο5 σπονδύλων, από το ιερό οστό, τη λαγόνια ακρολοφία και την 10^η-12^η πλευρά, ενώ καταφύεται στο έδαφος της αύλακας του βραχιόνιου οστού. Η νεύρωση του πλατύ ραχιαίου μυός προέρχεται από το θωρακοραχιαίο νεύρο του οπίσθιου δευτερεύοντος στελέχους του βραχιονίου πλέγματος (Α6-Α8), ενώ η λειτουργία του αφορά την προσαγωγή, έκταση και έσω στροφή του βραχίονα.⁵³

Όσον αφορά τον ανελκτήρα μυ της ωμοπλάτης, αυτός εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των Α1-Α4 σπονδύλων, καταφύεται στο άνω τμήμα του έσω χείλους της ωμοπλάτης, νευρώνεται από τις Α3-Α4 ρίζες και το ραχιαίο νεύρο της ωμοπλάτης και βοηθά στην ανύψωση της ωμοπλάτης.⁵³

Ο μείζων ρομβοειδής μυς εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις των Θ2-Θ5 σπονδύλων και καταφύεται στο κάτω τμήμα του έσω χείλους της ωμοπλάτης, ενώ ο ελάσσων ρομβοειδής από τις ακανθώδεις αποφύσεις των Α7-Θ1 σπονδύλων και τον αυχενικό σύνδεσμο με την κατάφυσή του να είναι στο άνω τμήμα του έσω χείλους της ωμοπλάτης.⁵³

Οι δύο παραπάνω μύες νευρώνονται από τις Α3-Α4 ρίζες και το ραχιαίο νεύρο της ωμοπλάτης, με τη λειτουργία τους να αφορά την προσαγωγή και ανύψωση της ωμοπλάτης.⁵³

Στην ενδιάμεση ομάδα των μυών της ράχης ανήκουν ο οπίσθιος άνω και ο οπίσθιος κάτω οδοντωτός μύς. Ο οπίσθιος άνω οδοντωτός μυς εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις και τους επακάνθιους συνδέσμους των Α7-Θ3 σπονδύλων, το κατώτερο τμήμα του αυχενικού συνδέσμου, καταφύεται στο άνω χείλος της 2^{ης}-5^{ης}

πλευράς, νευρώνεται από τους πρόσθιους κλάδους των Θ2-Θ5 νεύρων και ανυψώνει τη 2^η έως και 5^η πλευρά.⁵³

Ο οπίσθιος κάτω οδοντωτός μυς εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις και τους επακάνθιους συνδέσμους των Θ11-Ο3 σπονδύλων, καταφύεται στο κάτω χείλος της 9^{ης} - 12^{ης} πλευράς και νευρώνεται από τους πρόσθιους κλάδους των Θ9-Θ12 νεύρων.⁵³

3.4.2) Απεικόνιση του χώρου και των περιτονιών και περιγραφή τεχνικής αποκλεισμού στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός

Η τεχνική του αποκλεισμού του πρόσθιου οδοντωτού μυός χρησιμοποιείται για τον αποκλεισμό των αισθήσεων της μασχάλης και του πλάγιου θωρακικού τοιχώματος.⁵⁴

Ο ασθενής τοποθετείται σε ύπτια ή και πλάγια θέση και στη συνέχεια τοποθετείται μία γραμμική κεφαλή υπερήχων υψηλής συχνότητας στη μεσοκλειδική γραμμή, η οποία μετρά τις πλευρές και ταυτόχρονα μετακινείται στη μέση μασχαλιαία γραμμή στο ύψος της 5^{ης} πλευράς. Με τον τρόπο αυτό, παρέχεται υπερηχογραφική απεικόνιση του υποδόριου, του πλατύ ραχιαίου μυός, του πρόσθιου οδοντωτού μυός, των πλευρών με την ακουστική σκιά τους και του υπεζωκότα (Εικόνα 19).⁵⁴

Η προώθηση της βελόνας γίνεται με την τεχνική in plane από εμπρός και άνω προς τα πίσω και κάτω, μέχρι το άκρο της να φτάσει πάνω από τον πρόσθιο οδοντωτό μυ, όπου και γίνεται η έγχυση του τοπικού αναισθητικού. Η ίδια τεχνική εφαρμόζεται και για να γίνει η έγχυση κάτω από τον πρόσθιο οδοντωτό μυ.⁵⁴

Ο αποκλεισμός του πρόσθιου οδοντωτού μυός αποκλείει τα μεσοπλεύρια νεύρα στο σημείο της ανάδυσής τους από τον έξω μεσοπλεύριο μυ, ενώ σημειώνεται μεγαλύτερη ουραία κατανομή του τοπικού αναισθητικού στον ελάχιστο ελαστικό χώρο μεταξύ μεσοπλεύριων μυών και πρόσθιου οδοντωτού μυός. Επιπλέον, με την χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής δεν γίνεται αποκλεισμός του μακρού θωρακικού νεύρου.⁵⁴



Εικόνα 19: Απεικόνιση εισαγωγής βελόνας στον αποκλεισμό του πρόσθιου οδοντωτού μυός. (Πηγή: Jadon A. Pain Management in Multiple Fractured Ribs; Role of Regional Analgesia. *SRL Anest*, 2017).

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε περιπτώσεις θωρακοτομής και κατάγματα πλευρών υποδηλώνει ότι μπορεί επίσης να αναισθητοποιήσει βαθύτερες δομές, αν και δεν έχει αποδειχθεί ακόμη σε πτωματικές μελέτες. Προς το παρόν, δεν είναι σαφές εάν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην αναλγητική αποτελεσματικότητα μεταξύ των επιφανειακών και εν τω βάθει αποκλεισμών με τη συγκεκριμένη τεχνική.²²

3.4.3) Κλινικές εφαρμογές αποκλεισμού στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός

Ο αποκλεισμός στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός στοχεύει στην αναλγησία του ημιθωρακίου αποκλείοντας τους πλάγιους δερματικούς κλάδους των μεσοπλευρίων νεύρων. Η συγκεκριμένη τεχνική εφαρμόζεται σε επεμβάσεις θωρακοτομής ως εφάπαξ αρχική δόση και εν συνεχεία σε συνεχή έγχυση έναντι της συνεχούς θωρακικής επισκληριδίου. Η εφαρμογή σε αυτές τις περιπτώσεις παρέιχε

βελτιωμένη αιμοδυναμική σταθερότητα στις πρώτες 24 ώρες μετεγχειρητικά, ενώ έχει παρόμοια αποτελέσματα στη διαχείριση του πόνου με την χορήγηση οπιοειδών.⁵⁵

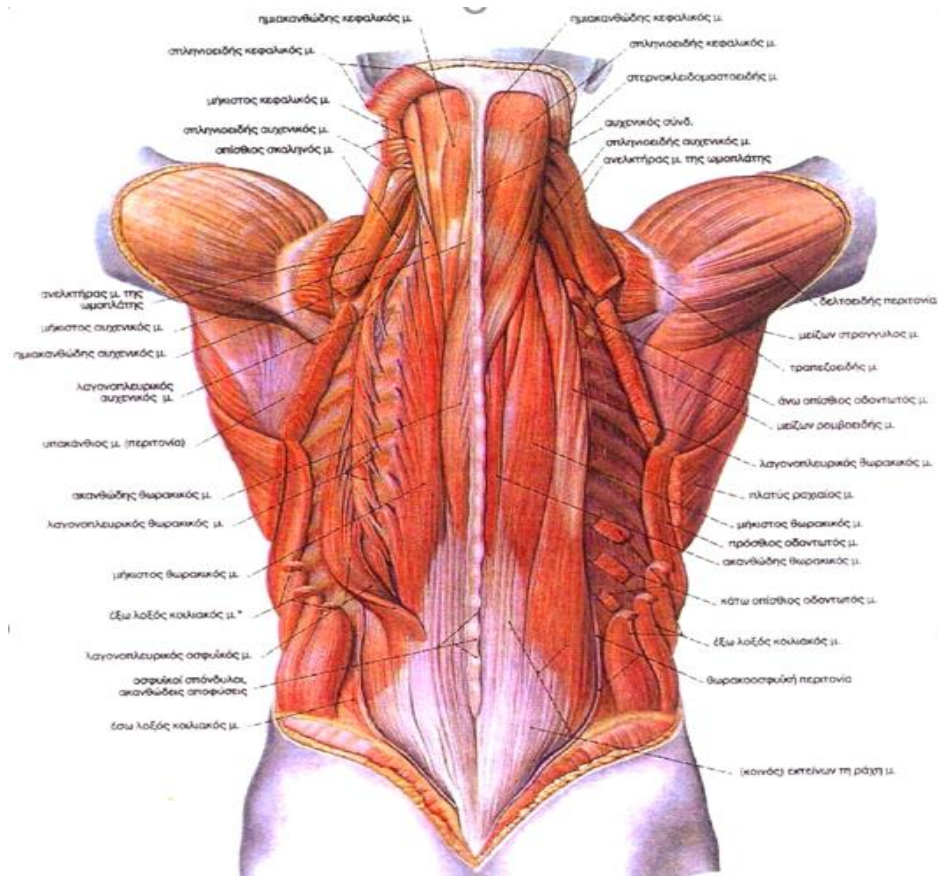
Μία άλλη εφαρμογή του αποκλεισμού σε επίπεδο του οδοντωτού μυός αφορά την περίπτωση ασθενών με κατάγματα πλευρών, ενώ σε θωρακοσκοπικές επεμβάσεις του πνεύμονα η εφαρμογή της τεχνικής παρείχε βελτιωμένη αντιμετώπιση του πόνου, μικρότερη κατανάλωση ρεμιφεντανίλης διεγχειρητικά και καλύτερη ποιότητα ανάνηψης μέσα στα δύο πρώτα 24ώρα.^{56,57}

Όπως προαναφέρθηκε, ο αποκλεισμός στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός εκτελείται στο επίπεδο της πέμπτης πλευράς στη μέση της μασχालιάς γραμμής, ενώ ο ασθενής κάθεται ή βρίσκεται σε ύπτια θέση. Η καθοδήγηση με υπερήχους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό του πλατύ ραχιαίου και οδοντωτών πρόσθιων μυών και το τοπικό αναισθητικό εγχέεται είτε επιφανειακά είτε βαθιά στον πρόσθιο οδοντωτό μυ. Αυτό παρέχει αναλγησία στους πλευρικούς κλάδους των μεσοπλευρίων νεύρων T2-T9. Συγκεκριμένα, η τεχνική αυτή θα παρέχει κάλυψη μόνο στα πρόσθια δύο τρίτα του αιμοθώρακα, περιορίζοντας τη χρησιμότητά του σε κατάγματα πλευρών σε αυτές τις θέσεις. Αρκετές αναφορές περιστατικών έχουν δείξει μείωση στη χρήση οπιοειδών και βελτίωση των βαθμολογιών πόνου μετά την απόδοση του αποκλεισμού στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός σε ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα πλευρών.^{58,59}

3.5 Αποκλεισμός στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης

3.5.1) Ανατομία

Ο ανελκτήρας μυς της ράχης αποτελεί μία ομάδα μυών και τενόντων που διατρέχουν όλο το μήκος της σπονδυλικής στήλης, εκατέρωθεν των ακανθών αποφύσεων, από την οσφυϊκή στη θωρακική μέχρι και την αυχενική μοίρα και διακρίνονται στον λαγονοπλευρικό μυ, τον μήκιστο μυ και τον ακανθώδη μυ (Εικόνα 20).⁶⁰



Εικόνα 20: Ανεκλήρας μυς της ράχης. (Πηγή: Kumar V., Abbas K.A., Aster J. Robbins. Βασική παθολογική ανατομία. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2016).

Οι παραπάνω μύες περιβάλλονται από τη θωρακοσφυϊκή περιτονία στο κατώτερο τμήμα και από τον αυχενικό σύνδεσμο στο ανώτερο, ενώ εμφανίζουν διαφορές στο μέγεθος και στη δομή ανά επίπεδο της σπονδυλικής στήλης. Πιο αναλυτικά, ενώ στην ιερά μοίρα η δομή αυτή είναι λεπτή και τενοντώδης, στην οσφυϊκή μοίρα η δομή είναι μυϊκή και αυξημένη σε πάχος. Στη συνέχεια, μειώνεται ξανά σε μέγεθος κατά την κατάφυση των μυών στους σπονδύλους και τις πλευρές.⁶⁰

Ο λαγονοπλευρικός μυς κατά την οσφυϊκή του μοίρα εκφύεται από το ιερό οστό, τις ακανθώδεις αποφύσεις και τους επακάνθιους συνδέσμους των οσφυϊκών σπονδύλων, τη λαγόνια ακρολοφία, ενώ καταφύεται στις γωνίες των 6-7 κατώτερων πλευρών. Στη θωρακική μοίρα, εκφύεται από τις γωνίες των 6 κατώτερων πλευρών και καταφύεται στις γωνίες των 6 ανώτερων πλευρών και την ακανθώδη απόφυση του A7

σπονδύλου. Στην αυχενική μοίρα, η έκφυση γίνεται από τις γωνίες της 3^{ης} έως της 6^{ης} πλευράς και η κατάφυση στις εγκάρσιες αποφύσεις των A3-A6 σπονδύλων.⁶⁰

Ο μήκιστος μυς στη θωρακική του μοίρα εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των οσφυϊκών σπονδύλων και καταφύεται στις εγκάρσιες αποφύσεις των θωρακικών. Στην αυχενική μοίρα η έκφυση γίνεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των A4-A5 και η κατάφυση στις εγκάρσιες αποφύσεις των A2-A6 σπονδύλων. Στην κεφαλική μοίρα, η έκφυση γίνεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις A4-A5 και η κατάφυση στο οπίσθιο χείλος της μαστοειδούς απόφυσης.⁶¹

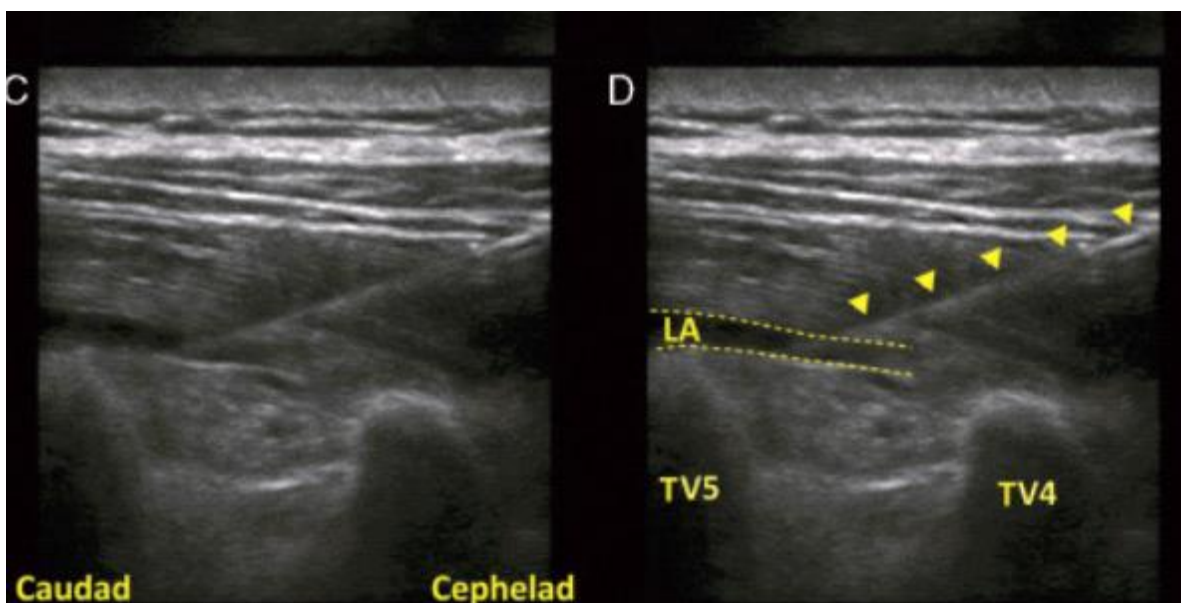
Ο ακανθώδης μυς στη θωρακική του μοίρα εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις των Θ10-O2 σπονδύλων και καταφύεται στις ακανθώδεις αποφύσεις των Θ1-Θ8. Στην αυχενική μοίρα η έκφυση γίνεται από το κατώτερο τμήμα του αυχενικού συνδέσμου και την ακανθώδη απόφυση του A7 και η κατάφυση στην ακανθώδη αποφύση του A2 σπονδύλου. Στην κεφαλική μοίρα, η έκφυση γίνεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των A7-Θ7 και η κατάφυση στην αυχενική γραμμή του ινιακού οστού.⁶¹

Άλλοι μύες που ανήκουν στην ομάδα του ανελκτήρα μυ τη ράχης είναι οι εγκαρσιακανθώδεις μύες, οι οποίοι διακρίνονται στον ημιακανθώδη και τον πολυσχιδή μυ. Ο ημιακανθώδης μυς στη θωρακική του μοίρα εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των Θ6-Θ10 σπονδύλων και καταφύεται στις ακανθώδεις αποφύσεις των Θ1-Θ4 και A6-A7 σπονδύλων, ενώ ο πολυσχιδής μυς εκφύεται από το ιερό οστό, την οπίσθια άνω λαγόνια άκανθα, τους οσφυϊκούς, θωρακικούς και αυχενικούς σπονδύλους και καταφύεται στις ακανθώδεις αποφύσεις των A2-O5 σπονδύλων.⁶¹

3.5.2) Απεικόνιση του χώρου και περιγραφή τεχνικής αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης

Η εφαρμογή του αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης αφορά την έγχυση τοπικού αναισθητικού στο μυοπεριτοναϊκό πλάνο του ανελκτήρα μυ της ράχης. Ο ασθενής τοποθετείται σε καθιστή ή σε πλάγια ή σε πρηνή θέση, ώστε να μπορεί να χορηγηθεί ενδοφλέβια καταστολή ή ακόμα και μετά την εισαγωγή στη γενική αναισθησία.⁶²

Στην τεχνική αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός χρησιμοποιείται γραμμική κεφαλή υψηλής συχνότητας, η οποία τοποθετείται 2 με 3 εκατοστά επί τα εκτός της μέσης γραμμής της σπονδυλικής στήλης κατά την κεφαλουραία κατεύθυνση προς αναζήτηση της εγκάρσιας απόφυσης των Θ5 έως και Θ7 σπονδύλων. Η υπερογραφική απεικόνιση παρέχει την εικόνα του δέρματος, του υποδόριου, τον τραπεζοειδή μυ, τον ρομβοειδή μυ και αμέσως μετά τον ανελκτήρα μυ της ράχης (Εικόνα 21).⁶³



Εικόνα 21: Απεικόνιση τεχνικής αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυ της ράχης. (Πηγή: Hamilton D. L., & Manickam B. Erector spinae plane block for pain relief in rib fractures. BJA, 2017).

Η βελόνα εισάγεται με κεφαλουραία κατεύθυνση, εντός της δέσμης του υπερήχου και προωθείται έως ότου έρθει σε επαφή με την εγκάρσια απόφυση. Στη συνέχεια, γίνεται έγχυση του όγκου του τοπικού αναισθητικού με σκοπό να απομακρυνθεί ο ανελκτήρας μυς της ράχης από την εγκάρσια απόφυση.⁶³

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως η συγκεκριμένη τεχνική αποκλεισμού παρέχει τη δυνατότητα τοποθέτησης καθετήρα συνεχούς έγχυσης για τη χορήγηση περιοδικά επαναλαμβανόμενων δόσεων τοπικού αναισθητικού, που μπορεί να ελεγχθούν ακόμη και από τον ίδιο τον ασθενή.⁶³

Η εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής αποκλεισμού παρέχει τη δυνατότητα να κατανεμηθεί ο εγχυόμενος όγκος κατά την κεφαλουραία κατεύθυνση, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τον αποκλεισμό των ραχιαίων κλάδων σε πολλαπλά επίπεδα της σπονδυλικής στήλης. Επίσης, με την εφαρμογή της αποκλείονται και οι κοιλιακοί κλάδοι των νωτιαίων νεύρων, παρέχοντας αυξημένης ποιότητας αναλγησία.⁶⁴

Αντίθετα, η χρήση της τεχνικής αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης αυξάνει σημαντικά την εμφάνιση υπότασης στον ασθενή.⁶⁴

3.5.3) Κλινικές εφαρμογές του αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης

Η πρώτη κλινική εφαρμογή της τεχνικής αποκλεισμού στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης έγινε σε ασθενή με χρόνιο νευροπαθητικό πόνο λόγω μεθέρπητικής νευραλγίας, ο οποίος δεν ελεγχόταν παρά την πολυπαραγοντική αντιμετώπιση ακόμα και με οπιοειδή, με αποτέλεσμα τη σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας της ζωής του ασθενούς.⁶³

Προτάθηκε η συγκεκριμένη τεχνική, καθώς είναι λιγότερο επεμβατική από τις τεχνικές της επισκληριδίου αναλγησίας και του παρασπονδυλικού αποκλεισμού. Η δοσολογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν 20ml βουπιβακαΐνης 0,25% με θεαματική βελτίωση της κλινικής συμπτωματολογίας. Στον ίδιο ασθενή επαναλήφθηκαν παρόμοιες μονήρεις εγχύσεις τις επόμενες μέρες και εν συνεχεία τοποθετήθηκε και καθετήρας συνεχούς έγχυσης, που παρέμεινε για 5 ημέρες, μέσω του οποίου χορηγούταν καθημερινά εφάπαξ δόσεις 20ml βουπιβακαΐνης 0,25%.⁶³

Ακόμη, η τεχνική χρησιμοποιείται και για την αντιμετώπιση του πόνου σε επεμβάσεις μαστού, αποκλείοντας τα έσω και έξω θωρακικά νεύρα και τους πρόσθιους δερματικούς κλάδους των μεσοπλεύριων νεύρων, αλλά και σε επανορθωτικές επεμβάσεις μαστού ή επεμβάσεις ριζικής μαστεκτομής. Στην περίπτωση που είναι αναγκαίο να διενεργηθεί λεμφαδενικός καθαρισμός στην περιοχή της μασχάλης χρησιμοποιείται η τεχνική για τον αποκλεισμό του μακρού θωρακικού και του θωρακοραχιαίου νεύρου.⁶⁴

Επιπλέον, εφαρμόζεται σε ανοικτές επεμβάσεις, όπου εκτός από τη μονή έγχυση τοπικού αναισθητικού στο επίπεδο του Θ5, έχει προταθεί και διπλή έγχυση στα επίπεδα Θ4 και Θ6, αλλά και σε περιπτώσεις καταγμάτων στα πλευρά.⁶⁴

Η τεχνική αποκλεισμού έχει χρησιμοποιηθεί σε επεμβάσεις αφαίρεσης όγκου από το θωρακικό τοίχωμα σε παιδιά σε επεμβάσεις χοανοειδούς και τροπιδοειδούς θώρακα.⁶⁴

Ακόμη, ο αποκλεισμός στο επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης παρέχει αναλγησία στον πρόσθιο, τον πλάγιο και τον οπίσθιο αιμοθώρακα. Πολλές αναφορές περιστατικών έχουν εντοπίσει την αξία του σε ασθενείς με πολλαπλά κατάγματα πλευρών.^{58,63} Πιο πρόσφατα, οι Adhikary et al. (2019) έδειξαν σημαντική βελτίωση στους εισπνευστικούς όγκους και μείωση των βαθμολογιών πόνου και των απαιτήσεων σε οπιοειδή.⁶⁴ Για να πραγματοποιηθεί αυτός ο αποκλεισμός, ο ασθενής θα πρέπει να τοποθετηθεί είτε σε καθιστή είτε σε πλάγια θέση. Το υπερηχογράφημα χρησιμοποιείται για την αναγνώριση της εγκάρσιας απόφυσης και του εγκάρσιου μυός της σπονδυλικής στήλης που επικαλύπτει άμεσα την εγκάρσια απόφυση. Το τοπικό αναισθητικό που εγχύεται βαθιά στον μυ της σπονδυλικής στήλης οδηγεί σε κεφαλοουραία εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού παρέχοντας ευρεία αναλγησία στον αιμοθώρακα.²⁹

4. Συμπεράσματα

Οι κακώσεις του θώρακα είναι συχνές και συνοδεύονται από οξύ πόνο, σημαντική νοσηρότητα και θνησιμότητα. Η σωστή αντιμετώπιση του συνοδού οξέος πόνου είναι ζωτικής σημασίας.

Η θωρακική επισκληρίδιος αναλγησία παραμένει ένα κρίσιμο εργαλείο για χρήση από τους αναισθησιολόγους στη διαχείριση του οξέος πόνου που συνοδεύει τις κακώσεις του θώρακα. Επίσης, αποτελεί μία ιδιαίτερα αποτελεσματική τεχνική για τη μείωση του πόνου μετά από χειρουργική επέμβαση θώρακα και άνω κοιλίας και

πιθανότητα επιτρέπει τη διενέργεια μεγάλων χειρουργικών επεμβάσεων σε ασθενείς με μέτρια έως σοβαρή συννοσηρότητα, οι οποίοι πριν από αρκετά χρόνια μπορεί να θεωρούταν ότι αποτελούν πολύ μεγάλο κίνδυνο για χειρουργική επέμβαση.

Τα τελευταία 10 χρόνια, ο αποκλεισμός των περιφερικών νεύρων βελτίωσε την περιεγχειρητική αναλγησία για ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση στα άκρα. Αν και οι νευρικοί αποκλεισμοί έχουν μειώσει τη χρήση της συνεχούς θωρακικής επισκληρίδιου αναλγησίας, οι αναισθησιολόγοι πρέπει να κατανοούν τις ενδείξεις, τις τεχνικές τοποθέτησης, τις λύσεις που χορηγούνται, τις πιθανές επιπλοκές και τα τεκμηριωμένα αποτελέσματα για την επισκληρίδιο θωρακική αναισθησία στη διαχείριση του οξέος πόνου.

Οι παρασπονδυλικοί και μεσοπλεύριοι αποκλεισμοί αποτελούν εναλλακτικές τεχνικές. Και οι δυο αυτές τεχνικές προσφέρουν ανά δερμοτόμιο τμηματική ετερόπλευρη αναλγησία. Ο παρασπονδυλικός αποκλεισμός προσφέρει κάποιου βαθμού κεφαλοουραία εξάπλωση της αναλγησίας με αποτέλεσμα την κάλυψη περισσότερων του ενός πλευρών, σε αντίθεση με τον μεσοπλεύριο αποκλεισμό που περιορίζεται σε ένα δερμοτόμιο με αποτέλεσμα την ανάγκη για πολλαπλές εγχύσεις σε πολλαπλά κατάγματα πλευρών. Και στους δυο αυτούς αποκλεισμούς είναι εφικτή η τοποθέτηση καθετήρα για συνεχή αναλγησία παρόλο που τα αποτελέσματα δεν προσεγγίζουν αυτά της θωρακικής επισκληρίδιου. Οι κίνδυνοι από αυτές τις τεχνικές αφορούν την πρόκληση πνευμοθώρακα, τοπικής λοίμωξης, εξάπλωσης του τοπικού αναισθητικού επισκληρίδιως και πιθανότητας για τοξικότητα από τοπικό αναισθητικό, η οποία είναι αυξημένη λόγω της υψηλής απορρόφησης τοπικού αναισθητικού λόγω της ανάγκης για πολλαπλές και διαδοχικές εγχύσεις σε διαφορετικά επίπεδα.

Ο παρασπονδυλικός θωρακικός αποκλεισμός αποτελεί μία πολύ καλή και ασφαλή επιλογή για την επίτευξη επαρκούς αναλγησίας μετά από χειρουργική επέμβαση στο θώρακα, καθώς συμβάλλει σημαντικά στην αποφυγή μετεγχειρητικών επιπλοκών από το αναπνευστικό και στη γρήγορη κινητοποίηση του ασθενούς.

Οι τεχνικές που αφορούν τον αποκλεισμό στο επίπεδο του πρόσθιου οδοντωτού μυός και το επίπεδο του ανελκτήρα μυός της ράχης θεωρούνται λιγότερο επεμβατικές, έχουν ελάχιστες επιπλοκές, ενώ αποτελούν τεχνικές με εύκολη εκμάθηση που αποτελούν εναλλακτικές επιλογές της θωρακικής επισκληρίδιου αναλγησίας και του

παρασπονδυλικού θωρακικού αποκλεισμού. Για την εφαρμογή αυτών των νευρικών αποκλεισμών για την αντιμετώπιση του θωρακικού τραύματος απαιτείται λεπτομερής γνώση της ανατομίας των μυών, των περιτονιών και των νεύρων του θωρακικού τοιχώματος.

Συμπερασματικά, οι νευρικοί αποκλεισμοί του θωρακικού τοιχώματος αντιπροσωπεύουν μια σημαντική πρόοδο στην περιοχική αναλγησία/αναισθησία για την απλότητά τους και ασφάλεια. Η τρέχουσα κατανόησή μας για τους μηχανισμούς δράσης τους δείχνει ότι δεν θα έπρεπε να αναμένεται να παρέχει σταθερά τον ίδιο βαθμό αναλγησίας συγκριτικά με μια επισκληρίδιο τεχνική ή έναν θωρακικό παρασπονδυλικό αποκλεισμό (TPVB) που λειτουργεί καλά.

Ωστόσο, τα διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν ότι εξακολουθούν να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά στη μείωση των οπιοειδών και τη βελτίωση της εμπειρίας πόνου σε ένα ευρύ φάσμα κλινικών πλαισίων. Επομένως, χρησιμοποιείται καλύτερα ως μέρος της πολυδύναμης αναλγησίας (multimodal analgesia) με άλλα συστηματικά αναλγητικά. Οι καθετήρες μπορεί να είναι ευεργετικοί σε καταστάσεις όπου αναμένεται μέτριος έως έντονος πόνος για >12 ώρες, αν και το βέλτιστο δοσολογικό σχήμα απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Η έρευνα σε αυτές τις τεχνικές βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, και απαιτούνται καλά σχεδιασμένες συγκριτικές δοκιμές για να εξακριβωθεί η βέλτιστη επιλογή τεχνικής για ειδικές χειρουργικές εφαρμογές.

5. Βιβλιογραφία

- [1]: Feizerfan, A., Sheh, G. Transition from acute to chronic pain. *BJA*,2015; 15(2): 98-102. <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mku044>
- [2]: Dogrul, B. N., Kiliccalan, I., Asci, E. S., & Peker, S. C. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. *Chinese journal of traumatology = Zhonghua chuang shang za zhi*,2020;23(3), pp.125–138. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2020.04.003-36>
- [3]: Flagel, B.T. et al.. Half-adozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery*. 2005;138(4):717-23.
- [4]: Pressley, C.M., et al. . Predicting outcome of patients with chest wall injury. *Am J Surg*.2012; 204(6):910-3.
- [5]: Carrier, F.M. et al. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth*.2009; 56(3):230-242.
- [6]: Netter, F. H. (2011). *Βασική Κλινική Ανατομία*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- [7]: Moore, K.L., Dalley, A.F., Agur, A.M.R. (2015). *Κλινική Ανατομία*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- [8]: Kumar, V., Abbas, K.A., Aster, J. (2016). *Robbins Βασική παθολογική ανατομία*. Ένατη έκδοση. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης.
- [9]: Baltayiannis, N., Marinis, A., Anagnostopoulos, D. Direct treatment of chest injury. Principles and guidelines. *Scientific Chronicles*, 2014;19(4), pp.351-369.
- [10]: DiGiacomo, J. C., & Angus, L. Thoracotomy in the emergency department for resuscitation of the mortally injured. *Chinese journal of traumatology = Zhonghua chuang shang za zhi*,2017; 20(3), 141–146. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2017.03.001>
- [11]: Moore, F. O., Goslar, P. W., Coimbra, R., Velmahos, G., Brown, C. V., Coopwood, T. B., Jr, Lottenberg, L., Phelan, H. A., Bruns, B. R., Sherck, J. P., Norwood, S. H., Barnes, S. L., Matthews, M. R., Hoff, W. S., de Moya, M. A., Bansal, V., Hu, C. K., Karmy-Jones, R. C., Vinces, F., Pembaur, K., ... Haan, J. M. Blunt traumatic occult pneumothorax: is observation safe?--results of a prospective,

- AAST multicenter study. *The Journal of trauma*.2011; 70(5), pp.1019–1025.
<https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318213f727>
- [12]: Winzenber, T., Jones, G., Callisaya, M. Musculoskeletal chest wall pain. *The Royal Australian College of General Practitioners*, 2015;44(8), pp.540-544.
- [13]: Brasel, K. J., Moore, E. E., Albrecht, R. A., deMoya, M., Schreiber, M., Karmy-Jones, R., Rowell, S., Namias, N., Cohen, M., Shatz, D. V., & Biffi, W. L. Western Trauma Association Critical Decisions in Trauma: Management of rib fractures. *The journal of trauma and acute caresurgery*,2017;82(1),200–203.
<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001301>
- [14]: Butterworth, J.F., Mackey, D.C., Wasnick, J.D. (2018). *Morgan & Mikhail Κλινική Αναισθησιολογία*. 5^η Έκδοση. Ιατρικές εκδόσεις Βασιλειάδης, Αθήνα.
- [15]: Chapman, C. R., Tuckett, R. P., & Song, C. W. Pain and stress in a systems perspective: reciprocal neural, endocrine, and immune interactions. *The journal of pain*,2008;9(2),122–145. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2007.09.006>
- [16]: D'Mello, R., & Dickenson, A. H. Spinal cord mechanisms of pain. *British journal of anaesthesia*,2008;101(1),8–16. <https://doi.org/10.1093/bja/aen088>
- [17]: Voscopoulos, C., & Lema, M. When does acute pain become chronic?. *British journal of anaesthesia*,2010;105 Suppl 1, i69–i85.
<https://doi.org/10.1093/bja/aeq323>
- [18]: Watkins, L. R., Hutchinson, M. R., Rice, K. C., & Maier, S. F. The "toll" of opioid-induced glial activation: improving the clinical efficacy of opioids by targeting glia. *Trends in pharmacological sciences*,2009;30(11),581–591.
<https://doi.org/10.1016/j.tips.2009.08.002>
- [19]: Garcia-Larrea, L., & Peyron, R. Pain matrices and neuropathic pain matrices: a review. *Pain*,2013; 154 Suppl 1, S29–S43.
<https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.09.001>
- [20]: Kumar, R., Ganghi, R., Rana, V., & Bose, M. The painful rib syndrome. *Indian journal of anaesthesia*,2013;57(3),311–313. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.115585>

- [21]: Richardson, J., Groen, G.J. Applied epidural anatomy, *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*,2005; Volume 5, Issue 3, Pages 98–100, <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mki026>
- [22]: Chin, K.J. Thoracic wall blocks: From paravertebral to retrolaminar to serratus to erector spinae and back again. - A review of evidence. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*.2019; 33: 67-77.
- [23]: Manion, S. C., Brennan, T.J., Riou, B. Thoracic Epidural Analgesia and Acute Pain Management. *Anesthesiology* 2011; 115:181–188. <https://doi.org/10.1097>
- [24]: Lee, J. H., Kim, D. H., & Koh, W. U. Real-time ultrasound guided thoracic epidural catheterization: a technical review. *Anesthesia and pain medicine*,2021; 10.17085/apm.21060. Advance online publication. <https://doi.org/10.17085/apm.21060>
- [25]: Miller, R.D., Eriksson, L.I., Fleisher, L.A., Wiener-Kronish, J.P., Cohen, N.H. (2014). *Miller's anesthesia*. 8th ed. Philadelphia, PA, Saunders.
- [26]: Pak, D. J., & Gulati, A. Real-Time Ultrasound-Assisted Thoracic Epidural Placement: A Feasibility Study of a Novel Technique. *Regional anesthesia and pain medicine*,2018;43(6), 613–615. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000761>
- [27]: Gnaho, A., Nau, A., & Gentili, M. E. Erratum to: Real-time ultrasound-guided epidural catheter insertion in obese parturients. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie*,2015; 62(11), 1228. <https://doi.org/10.1007/s12630-015-0501-1>
- [28]: Andreae, M.H. et al. Local anaesthetics and regional anaesthesia for preventing chronic pain after surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;10: p.CD007105.
- [29]: Kim, M., & Moore, J. E. Chest Trauma: Current Recommendations for Rib Fractures, Pneumothorax, and Other Injuries. *Current anesthesiology reports*,2020; 10(1),61–68. <https://doi.org/10.1007/s40140-020-00374-w>
- [30]: Galvagno, S. M., Jr, Smith, C. E., Varon, A. J., Hasenboehler, E. A., Sultan, S., Shaefer, G., To, K. B., Fox, A. D., Alley, D. E., Ditillo, M., Joseph, B. A., Robinson, B. R., & Haut, E. R. Pain management for blunt thoracic trauma: A joint practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery

- of Trauma and Trauma Anesthesiology Society. *The journal of trauma and acute care surgery*,2016;81(5),936–951.
<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001209>
- [31]: Duch, P., & Møller, M. H. Epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review of randomised controlled trials. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*,2015;59(6),698–709. <https://doi.org/10.1111/aas.12475>
- [32]: Zaw, A. A., Murry, J., Hoang, D., Chen, K., Louy, C., Bloom, M. B., Melo, N., Alban, R. F., Margulies, D. R., & Ley, E. J. Epidural Analgesia after Rib Fractures. *The American surgeon*,2015; 81(10), 950–954.
- [33]: Peek, J., Smeeing, D., Hietbrink, F., Houwert, R. M., Marsman, M., & de Jong, M. B. Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis. *European journal of trauma and emergency surgery: official publication of the European Trauma Society*,2019; 45(4), 597–622.
<https://doi.org/10.1007/s00068-018-0918-7>
- [34]: Malekpour, M., Hashmi, A., Dove, J., Torres, D., & Wild, J. Analgesic Choice in Management of Rib Fractures: Paravertebral Block or Epidural Analgesia?. *Anesthesia and analgesia*,2017;124(6), 1906–1911.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002113>
- [35]: McKendy, K. M., Lee, L. F., Boulva, K., Deckelbaum, D. L., Mulder, D. S., Razek, T. S., & Grushka, J. R. Epidural analgesia for traumatic rib fractures is associated with worse outcomes: a matched analysis. *The Journal of surgical research*,2017;214, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.02.057>
- [36]: El-Boghdadly, K., & Wiles, M. D. Erector spinae block or paravertebral block or thoracic epidural for analgesia after rib fracture? A reply. *Anaesthesia*,2019;74(8),1067. <https://doi.org/10.1111/anae.14760>
- [37]: Chelly, J.E. (2012). Paravertebral Blocks. *Anesthesiology Clin*.2012; 30: 75-90.
- [38]: Biswas, A. et al.. Serratus Plane Block A Cadaveric Study to Evaluate Optimal Injectate Spread. *Reg Anesth Pain Med*. 2018;43: 854–858.
- [39]: Kunigo, T. et al. Spread of injectate in ultrasound-guided serratus plane block: a cadaveric study. *JA Clinical Reports* 2018; 4:10.

- [40]: Kunigo, T., Murouchi, T., Yamamoto, S., Yamakage, M. Injection volume and anesthetic effect in serratus plane block. *Reg Anesth Pain Med.* 2017; 42:737–740.
- [41]: Tighe, S.Q.M., Greene, M.D., Rajadurai, N. Paravertebral block, *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*,2010; 10(5): 133–137, <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkq029>
- [42]: Krediet, A. C., Moayeri, N., van Geffen, G. J., Bruhn, J., Renes, S., Bigeleisen, P. E., & Groen, G. J. Different Approaches to Ultrasound-guided Thoracic Paravertebral Block: An Illustrated Review. *Anesthesiology*,2015;123(2),459–474. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000747>
- [43]: Wenk, M., et al. Perioperative pain management after thoracotomy. *Curr Opin Anesthesiol.* 2011;24(1): 8-12.
- [44]: Joshi, G.P., et al. A systemic review of randomized trials evaluating regional techniques for postthoracotomy analgesia. *Anesth Analg.*2008; 107(3): 1026-1040.
- [45]: D'Ercole, F., Arora, H., Kumar, P.A. Paravertebral Block for Thoracic Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018;32(2): 915-927.
- [46]: Feng, L. J. Painless abdominoplasty: the efficacy of combined intercostal and pararectus blocks in reducing postoperative pain and recovery time. *Plastic and reconstructive surgery*,2010; 126(5), 1723–1732. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181ef8fe5>
- [47]: Hsieh, M. J., Wang, K. C., Liu, H. P., Gonzalez-Rivas, D., Wu, C. Y., Liu, Y. H., Wu, Y. C., Chao, Y. K., & Wu, C. F. Management of acute postoperative pain with continuous intercostal nerve block after single port video-assisted thoracoscopic anatomic resection. *Journal of thoracicdisease*,2016;8(12),3563–3571. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.12.30>
- [48]: Bhatia, A., Gofeld, M., Ganapathy, S., Hanlon, J., & Johnson, M. Comparison of anatomic landmarks and ultrasound guidance for intercostal nerve injections in cadavers. *Regional anesthesia and pain medicine*,2013;38(6),503–507. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000006>

- [49]: Hwang, E. G., & Lee, Y. Effectiveness of intercostal nerve block for management of pain in rib fracture patients. *Journal of exercise rehabilitation*,2014; 10(4), 241–244. <https://doi.org/10.12965/jer.140137>
- [50]: Saby, A., Swaminathan, K., Pangarkar, S., & Tribuzio, B. Alleviating Thoracotomy Pain With Intercostal Liposomal Bupivacaine: A Case Report. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*.2016;,8(11),1119–1122. <https://doi.org/10.1016/j.pmri.2016.06.003>
- [51]: Gadsden, J., Kwofie, K., & Shastri, U. Continuous intercostal versus paravertebral blockade for multiple fractured ribs. *The journal of trauma and acute care surgery*,2012;73(1),293–294. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31825aaeb5>
- [52]: Blanco, R., Parras, T., McDonnell, J.G., Prats-Galino, A. Serratus plane block: a novel ultrasound guided thoracic wall nerve block. *Anesthesia*,2013; 68(11):1107-13.
- [53]: Mayes, J., Davison, E., Panahi, P., Patten, D., Eljelani, F., Womack, J., Varma, M. An anatomical evaluation of the serratus anterior plane block. *Anaesthesia*.2016; 71(9):1064-9.
- [54]: Jadon, A. Pain Management in Multiple Fractured Ribs; Role of Regional Analgesia. *SRL Anest*. 2017; 3(1): 020-026.
- [55]: Khalil, A.E., Abdallah, N.M., Bashandy, G.M., Kaddah, T.A. Ultrasound-Guided Serratus Anterior Plane Block Versus Thoracic Epidural Analgesia for Thoracotomy Pain. *J Cardiothorac Vasc Anesth*.2017; 31(1):152-158.
- [56]: Kunhabdulla, N.P., Agarwal, A., Gaur, A., et al. Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Physician*, 2014;17:E651–653.
- [57]: Durant, E., Dixon, B., Luftig, J., Mantuani, D., Herring, A. Ultrasound-guided serratus plane block for ED rib fracture pain control. *Am J Emerg Med*.2017; 35(1):197.e3-197.e6.
- [58]: Forero, M., Adhikary, S. D., Lopez, H., Tsui, C., & Chin, K. J. The Erector Spinae Plane Block: A Novel Analgesic Technique in Thoracic Neuropathic Pain. *Regional anesthesia and pain medicine*,2016; 41(5), 621–627. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000451>

- [59]: Rose, P., Ramlogan, R., Sullivan, T., & Lui, A. Serratus anterior plane blocks provide opioid-sparing analgesia in patients with isolated posterior rib fractures: a case series. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthésie*,2019;66(10),1263–1264. <https://doi.org/10.1007/s12630-019-01431-7>
- [60]: Park, M.H., Kim, J.A., Ahn, H.J., Yang, M.K., Son, H.J., Seong, B.G. A randomised trial of serratus anterior plane block for analgesia after thoracoscopic surgery. *Anaesthesia*.2018; 73(10):1260-1264.
- [61]: Hruschka, J. A., & Arndt, C. D. Transverse Approach to the Erector Spinae Block. *Regional anesthesia and pain medicine*,2018; 43(7), 805. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000836>
- [62]: Finnerty, D. T., McMahon, A., McNamara, J. R., Hartigan, S. D., Griffin, M., & Buggy, D. J. Comparing erector spinae plane block with serratus anterior plane block for minimally invasive thoracic surgery: a randomised clinical trial. *British journal of anaesthesia*,2020; 125(5), 802–810. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.020>
- [63]: Hamilton, D. L., & Manickam, B. Erector spinae plane block for pain relief in rib fractures. *British journal of anaesthesia*, 2017;118(3), 474–475. <https://doi.org/10.1093/bja/aex013>
- [64]: Adhikary, S. D., Liu, W. M., Fuller, E., Cruz-Eng, H., & Chin, K. JThe effect of erector spinae plane block on respiratory and analgesic outcomes in multiple rib fractures: a retrospective cohort study. *Anaesthesia*, 2019;74(5), 585–593. <https://doi.org/10.1111/anae.14579>
- [65] Milisavljevic, S., Spasic M., Arsenijevic, M. (2012). Thoracic trauma. In: Cagini L. editor. *Current Concepts in General Thoracic Surgery*. InTech.
- [66] Bösner, S., Becker, A., Hani, M. A., Keller, H., Sönnichsen, A. C., Karatolios, K., Schaefer, J. R., Haasenritter, J., Baum, E., & Donner-Banzhoff, N. Chest wall syndrome in primary care patients with chest pain: presentation, associated features and diagnosis. *Family practice*,2010;27(4),pp.363–369. <https://doi.org/10.1093/fampra/cm024>