

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**



**Α΄ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΡΕΤΑΙΕΙΟ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Ι. ΣΙΑΦΑΚΑ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΛΓΟΛΟΓΙΑ: ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ- ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ
ΘΕΡΑΠΕΙΑ- ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ, ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ
ΤΕΧΝΙΚΕΣ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ ΣΕ ΒΑΡΕΩΣ ΠΑΣΧΟΝΤΕΣ
ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΥΠΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΑΕΡΙΣΜΟ»**

**της
ΣΑΛΜΑ ΒΑΪΑΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΝ. ΚΑΘ. ΜΕΛΕΜΕΝΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, 2019

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Summary.....	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 Γενικά.....	10
1.2 Ορισμός και ταξινόμηση του πόνου	11
1.3 Παθοφυσιολογία του πόνου	12
1.4 Κλινική εικόνα του πόνου	16
1.5 Επιπτώσεις του πόνου.....	20
1.6 Σκοπός	21
1.7 Υλικό και μέθοδος	22
1.8 Αποτελέσματα	22
2. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ	24
2.1 Γενικά.....	24
2.2 Behavioral Pain Scale (BPS)	25
2.3 Critical Care Pain Observation Tool (CPOT).....	27
2.4 Face, Legs, Activity, Cry and Consolability (FLACC) pain tool	29
2.5 Nonverbal Pain Scale (NVPS)	31
2.6 Nonverbal Pain Assessment Tool (NPAT)	33
2.7 Behavioral Pain Assessment Tool (BPAT)	36
2.8 Pain Assessment and Intervention Notation (PAIN) algorithm.....	37
2.9 Multidimensional Objective Pain Assessment Tool (MOPAT).....	38
2.10 Nociceptive Coma Scale	41
2.11 Checklist of Nonverbal Pain Indicators (CNPI).....	43
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΛΛΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ	45
3.1 Ζωτικά σημεία	45
3.2 Bispectral Index (BIS)	46
3.3 Αντανακλαστικό κόρης/μέτρηση κορών οφθαλμών (Pupillary Dilatation Reflex, PDR).....	47
3.4 Αγωγιμότητα του δέρματος	50
3.5 Perfusion Index (PI)	52
4. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΓΗΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟΥ.....	54
4.1 Γενικά.....	54

4.2	Monitors που μετρούν μια παράμετρο	55
4.3	Monitors που μετρούν δύο παραμέτρους	61
4.4	Monitors που μετρούν πάνω από δύο παραμέτρους	64
5.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	69
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1-1:	Αλγαισθησία και επεξεργασία του επώδυνου ερεθίσματος από οστά, μύες, τένοντες και συνδέσμους.....	16
Εικόνα 3-1:	Bispectral Index (BIS) monitor	47
Εικόνα 3-2:	Pupillometer.....	49
Εικόνα 3-3:	Skin conductance algometer.....	51
Εικόνα 3-4:	Masimo Radical 7 pulse oximeter	53
Εικόνα 4-1:	Analgesia nociception index	55
Εικόνα 4-2:	Skin Conductance Algometer Index	56
Εικόνα 4-3:	Algiscan.....	58
Εικόνα 4-4:	NFTS Paintracker	59
Εικόνα 4-5:	Surgical pleth index	61
Εικόνα 4-6:	qNox.....	62
Εικόνα 4-7:	NOL (Nociception Level) index.....	64

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 2-1:	Πίνακας αξιολόγησης BPS.....	25
Πίνακας 2-2:	Πίνακας αξιολόγησης CPOT	27
Πίνακας 2-3:	Κλίμακα FLACC	30
Πίνακας 2-4:	Πίνακας NVPS	32
Πίνακας 2-5:	Πίνακας NPAT.....	34
Πίνακας 2-6:	Πίνακας BPAT.....	36
Πίνακας 2-7:	Πίνακας MOPAT	39
Πίνακας 2-8:	Κλίμακα NCS.....	41
Πίνακας 2-9:	Κλίμακα NCS Revised	42
Πίνακας 2-10:	Πίνακας CNPI	43
Πίνακας 4-1:	Συγκεντρωτικός Πίνακας Για Monitors Αλγαισθησίας στο Χειρουργείο [62]	66

Περίληψη

Εισαγωγή: Πάνω από 50% των βαρέως πασχόντων ασθενών βιώνουν πόνο κατά την διάρκεια παραμονής τους σε ΜΕΘ. Η δυνατότητα του ίδιου του ασθενούς να αξιολογήσει την ύπαρξη και την ένταση του πόνου είναι η πιο αξιόπιστη μέθοδος διάγνωσής του.

Δυστυχώς οι ασθενείς που νοσηλεύονται σε μονάδες εντατικής θεραπείας είναι συνήθως διασωληνωμένοι υπό καταστολή και δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά.

Πα'όλα αυτά, οι θεράποντες ιατροί οφείλουν να αξιολογήσουν αξιόπιστα τον πόνο χρησιμοποιώντας μεθόδους κατάλληλες για την κατάσταση του ασθενούς.

Σκοπός: Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας των εργαλείων και μεθόδων αξιολόγησης του πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς υπό καταστολή και μηχανικό αερισμό.

Υλικά και μέθοδοι: Μελετήθηκε η ηλεκτρονική βιβλιοθήκη PubMed-Medline για την χρονική περίοδο από το 2004 έως το 2018. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: "Pain", "Assessment", "Critical Care", "Intubated", "Adult" και ο συνδυασμός τους.

Αποτελέσματα: Στην βιβλιογραφική ανασκόπηση συμπεριελήφθησαν 59 μελέτες από τις οποίες προέκυψαν 4 μελέτες που αξιολογούν την επίπτωση και την εκτίμηση του πόνου μεταξύ διασωληνωμένων ασθενών σε μονάδες εντατικής θεραπείας, 4 μελέτες αξιολόγησης των ζωτικών σημείων του κατεσταλμένου ασθενούς ως δεικτών πόνου, 29 μελέτες που αξιολογούν

διάφορες συμπεριφορικές κλίμακες εκτίμησης του πόνου, 14 μελέτες που αφορούν εργαλεία μέτρησης πόνου, 5 άρθρα σύγκρισης ενός εργαλείου μέτρησης του πόνου με συμπεριφορικές μεθόδους αξιολόγησής του, 1 μελέτη που αφορά όργανα μέτρησης του πόνου στο χειρουργείο καθώς και 2 μελέτες συγκριτικής αξιολόγησης τέτοιων εργαλείων μεταξύ τους .

Η αξιοπιστία των εργαλείων καθώς και των μεθόδων αξιολόγησης του πόνου ελέγχθηκε ως προς την αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής καθώς και ως προς την αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών.

Η εγκυρότητα ελέγχθηκε με την εγκυρότητα κριτηρίου και την διακριτική εγκυρότητα. Υψηλότερη αξιοπιστία και εγκυρότητα παρατηρείται στις κλίμακες BPS (Behavioral Pain Scale) και CPOT (Critical Care Pain Observation Tool) σε ασθενείς ΜΕΘ που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά.

Τα ζωτικά σημεία του ασθενούς δεν είναι ειδικά για πόνο καθώς μπορούν να επηρεαστούν από παράγοντες σχετιζόμενους με το stress ή από την χορήγηση φαρμάκων.

Χρειάζονται περαιτέρω μελέτες για να επικυρωθεί η εγκυρότητα εργαλείων όπως το BIS (Bispectral Index), η μέτρηση του αντανάκλαστικού διαστολής της κόρης του οφθαλμού, PDR (Pupillary Dilatation Reflex), η μέτρηση αγωγιμότητας δέρματος στο αλγόμετρο, ο δείκτης αιμάτωσης με παλμικό οξύμετρο, το PI (Perfusion Index) καθώς και άλλες μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί στο χειρουργείο.

Συμπεράσματα: Οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς δεν είναι συνεργάσιμοι, συνεπώς η μέτρηση του πόνου τους είναι ιδιαίτερα δυσχερής. Έχουν

αναπτυχθεί κλίμακες αξιολόγησης ώστε να επιτευχθεί η εκτίμηση του πόνου χωρίς την συνεργασία του ασθενούς. Δυστυχώς, είναι χρονοβόρες με αρκετά σημεία παρατήρησης που τις καθιστούν μη πρακτικές. Υπάρχει ανάγκη για ανάπτυξη απλών, γρήγορων και αντικειμενικών εργαλείων εκτίμησης του πόνου σε ασθενείς ΜΕΘ, τα οποία μένει να επικυρωθούν με περαιτέρω μελέτες.

Summary

Background: Over 50% of the critically ill patients experience pain during their stay in ICU. The patients' ability to evaluate the existence and severity of pain is the most reliable method of its detection.

Unfortunately, ICU patients are usually intubated under sedation and they cannot communicate verbally. However, doctors are obliged to evaluate pain reliably using methods appropriate for patients' condition.

Objective: The systematic literature review of the validity and reliability of methods and tools which evaluate pain in critically ill patients under sedation and mechanical ventilation.

Materials and methods: E-library PubMed-Medline has been studied for the time period from 2004 to 2018. Key words which have been used was "pain", "assessment", "critical care", "intubated", "adult" and their combinations.

Results: 59 studies were included in the review. 4 of them evaluated the prevalence and evaluation of pain among intubated patients in ICUs, 4 studies examine vital signs as pain indicators, 29 studies evaluate behavioral methods of pain detection, 14 studies introduce pain measuring tools, 5 articles compare a pain measuring tool to behavioral methods of pain evaluation, 1 study concerning methods of pain detection in the operating theatre and 2 studies comparing those methods.

Reliability of tools and methods of pain evaluation was checked using internal consistency and interrater reliability. Validity was checked using criterion validation and discriminant validation.

Higher reliability and validity are observed in BPS (Behavioral Pain Scale) and CPOT (Critical Care Pain Observation Tool) among ICU patients who cannot communicate verbally. Vital signs are not pain specific as they can be influenced by stress or drugs administration.

Further research is needed to validate the reliability of tools like BIS (Bispectral Index), PDR (Pupillary Dilatation Reflex measurement), skin conductance algometer index, PI (Perfusion Index) and other methods used in the operating room.

Conclusions: Critically ill patients are not cooperative, thus pain measurement is extremely challenging. Scoring systems have been developed to evaluate pain without patients' cooperation. Unfortunately, most of them are time consuming including many observation items which render them impractical. Future research is warranted to develop and validate simple, fast and objective measuring tools.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Ο πόνος όλο και περισσότερο περιγράφεται ως μια από τις πιο ενοχλητικές εμπειρίες ασθενών που έχουν επιβιώσει από νοσηλεία σε ΜΕΘ. Η συχνότητα του μη ελεγχόμενου πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς παραμένει μη αποδεκτά υψηλή. Πάνω από 50% των βαρέως πασχόντων ασθενών βιώνουν πόνο κατά τη διάρκεια παραμονής τους σε ΜΕΘ.

Η ενδεδειγμένη αντιμετώπιση του πόνου σχετίζεται με καλύτερη έκβαση των ασθενών, μικρότερη διάρκεια παραμονής τους στην ΜΕΘ και μειωμένο κόστος νοσηλείας.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η δυνατότητα του ασθενούς να αξιολογήσει ο ίδιος την ύπαρξη και την ένταση του πόνου του είναι η πιο αξιόπιστη μέθοδος. Δυστυχώς οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς σε μονάδα εντατικής θεραπείας δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά επειδή συνήθως είναι διασωληνωμένοι και λαμβάνουν κατασταλτικά και παραλυτικά φάρμακα. Συνεπώς η εκτίμηση του πόνου τους είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

Παρόλα αυτά, οι θεράποντες ιατροί οφείλουν να είναι σε θέση να αξιολογήσουν αξιόπιστα τον πόνο χρησιμοποιώντας μεθόδους προσαρμοσμένες στην κατάσταση του ασθενούς.

1.2 Ορισμός και ταξινόμηση του πόνου

Ένα από τα δυσκολότερα θέματα στη σύγχρονη αλγολογία είναι η ορολογία του πόνου.

Το 1994 η IASP δημοσιεύει τον ορισμό του, σύμφωνα με τον οποίο:

«Πόνος είναι μια δυσάρεστη αισθητική και συναισθηματική εμπειρία που σχετίζεται με πραγματική ή δυνητική ιστική βλάβη ή περιγράφεται από τον ασθενή με όρους τέτοιας βλάβης.»

Ο πόνος είναι ένα υποκειμενικό δυσάρεστο συναίσθημα. Είναι αδύνατον να μετρηθεί άμεσα ενώ δεν υπάρχει ακόμα κάποια απλή και εφαρμόσιμη στην καθημερινή κλινική πράξη εργαστηριακή ή άλλη εξέταση που να τον μετρά.

Ο πόνος μπορεί να ταξινομηθεί χρησιμοποιώντας διάφορα κριτήρια:

1. Από πλευράς φυσιολογίας (φλεγμονώδης, νευροπαθητικός)
2. Από πλευράς χρονικής διάρκειας (οξύς και χρόνιος)
3. Από πλευράς έντασης (ήπιος, μέτριος, έντονος)
4. Από πλευράς εντόπισης (δερματικός, σπλαγχνικός, αρθρικός, οστικός)
5. Από πλευράς συμμετοχής σε κάποιο κλινικό σύνδρομο (καρκινικός, ινομυαλγία, ημικρανία κ.ά.)
6. Από πλευράς συμμετοχής σε άλλες καταστάσεις (ηλικία, φύλο, ψυχολογική κατάσταση κ.ά.). [1]

1.3 Παθοφυσιολογία του πόνου

Σε μια απλοποιημένη μορφή το κύκλωμα της αντίληψης του πόνου στο σώμα μπορεί να περιγραφεί ακολούθως:

Το αλγινό ερέθισμα ενεργοποιεί τους υποδοχείς του πόνου και στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω εξειδικευμένων νεύρων στο νωτιαίο μυελό και από εκεί στον εγκέφαλο. Εκεί γίνεται η επεξεργασία του και στη συνέχεια δίδεται ένα νέο ερέθισμα προς τον νωτιαίο μυελό μέσω αντίστοιχων νεύρων ώστε να δοθεί η εντολή στο σώμα να αντιδράσει.

Οι υποδοχείς του πόνου βρίσκονται παντού στο σώμα κυρίως στο δέρμα, στις επιφάνειες των αρθρώσεων, στο περιόστεο, στα τοιχώματα των αρτηριών και σε συγκεκριμένες δομές στο κρανίο. Άλλα όργανα όπως το έντερο και οι μύες έχουν λιγότερους αλγοϋποδοχείς.

Είναι αξιοσημείωτο ότι ο εγκέφαλος ο ίδιος δεν έχει αλγοϋποδοχείς κι έτσι είναι μη ευαίσθητος στον πόνο.

Οι αλγοϋποδοχείς είναι ελεύθερες νευρικές απολήξεις. Υπάρχουν τρεις τύποι αλγινών ερεθισμάτων: μηχανικά, θερμικά και χημικά.

Οι χημικοί αλγοϋποδοχείς μπορούν να διεγερθούν από εξωγενείς χημικές ουσίες που απελευθερώνονται ως αποτέλεσμα τραύματος, φλεγμονής ή άλλου αλγινού ερεθίσματος. Παραδείγματα τέτοιων ουσιών είναι οι βραδυκινίνες, η σεροτονίνη, τα ιόντα καλίου και οξέα (π.χ. γαλακτικό οξύ).

Ουσίες που ονομάζονται προσταγλανδίνες απελευθερώνονται μετά από ένα επώδυνο ερέθισμα και παρόλο που δεν διεγείρουν άμεσα τους αλγοϋποδοχείς, αυξάνουν την ευαισθησία τους.

Από τους αλγοϋποδοχείς το ερέθισμα μεταφέρεται μέσω περιφερικών νεύρων στον νωτιαίο μυελό κι από εκεί στον εγκέφαλο.

Αυτό συμβαίνει μέσω δύο διαφορετικών τύπων νευρικών ινών: των εμύελων Αδ και των αμύελων C νευρικών ινών.

Ένα επώδυνο ερέθισμα αποτελείται από δύο αισθήσεις. Η πρώτη εκλαμβάνεται ως οξύς πόνος. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα δίνει τη θέση του σε μια πιο αμβλεία και καυστική αίσθηση πόνου. Αυτή φυσιολογικά διαρκεί για λίγες ημέρες εως εβδομάδες αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να διαρκέσει πολλούς μήνες και να οδηγήσει σε χρόνιο πόνο.

Ο οξύς πόνος (π.χ. τσίμπημα βελόνας ή επαφή με καυτό αντικείμενο) μεταφέρεται με σχετικά παχιές εμύελες νευρικές ίνες που ονομάζονται Αδ ίνες. Εξαιτίας του πάχους τους και της παρουσίας μυελίνης επιτρέπουν στο επώδυνο ερέθισμα να μεταφέρεται πολύ γρήγορα (με ταχύτητα 5-30 μέτρα/sec). Αυτό επιτρέπει στο σώμα να αποσυρθεί άμεσα από το βλαπτικό ερέθισμα ώστε να αποφευχθεί περαιτέρω βλάβη.

Το είδος αυτό πόνου είναι καλά οριοθετημένο τοπογραφικά ώστε το άτομο μπορεί να τον εντοπίσει με ακρίβεια. Ο πόνος είναι οξύς και διαξιφιστικός. Δεν αντανακλάται.

Ο αμβλύς πόνος μεταφέρεται με πολύ λεπτές αμύελες νευρικές ίνες που ονομάζονται C νευρικές ίνες. Εξαιτίας του μεγέθους τους και της απουσίας μυελίνης το ερέθισμα μεταφέρεται αργά στον εγκέφαλο με ταχύτητα μικρότερη των 2 m/sec.

Αυτό το είδος πόνου εντοπίζεται φτωχά και η αίσθησή του είναι πιο διάχυτη. Επίσης αντανακλάται (π.χ. ο πόνος της χολοκυστίτιδας που είναι αισθητός

από την πρόσθια ως την οπίσθια επιφάνεια του σώματος) ή αναφέρεται σε άλλα σημεία του σώματος (π.χ. ο πόνος από το έμφραγμα του μυοκαρδίου μπορεί να γίνει αισθητός στο λαιμό ή στο άνω άκρο).

Το ερέθισμα του πόνου με τη μορφή του ηλεκτρικού ερεθίσματος ακολουθεί τη νωτιοθλαμική οδό στα πλάγια του νωτιαίου μυελού και φθάνει στον θάλαμο του εγκεφάλου κι από εκεί μεταφέρεται στη φαιά ουσία όπου γίνεται η συνειδητοποίηση του πόνου, αναγνωρίζεται το αίτιο και φυσικά υπάρχει και η συναισθηματική αντίδραση. Οι διεγερτικοί νευροδιαβιβαστές είναι οι προσταγλανδίνες, η ουσία P, οι νευροκινίνες και το γλουταμικό. Οι κατασταλτικοί νευροδιαβιβαστές είναι οι ενδορφίνες, η σεροτονίνη, η νοραδρεναλίνη, το GABA κ.ά.

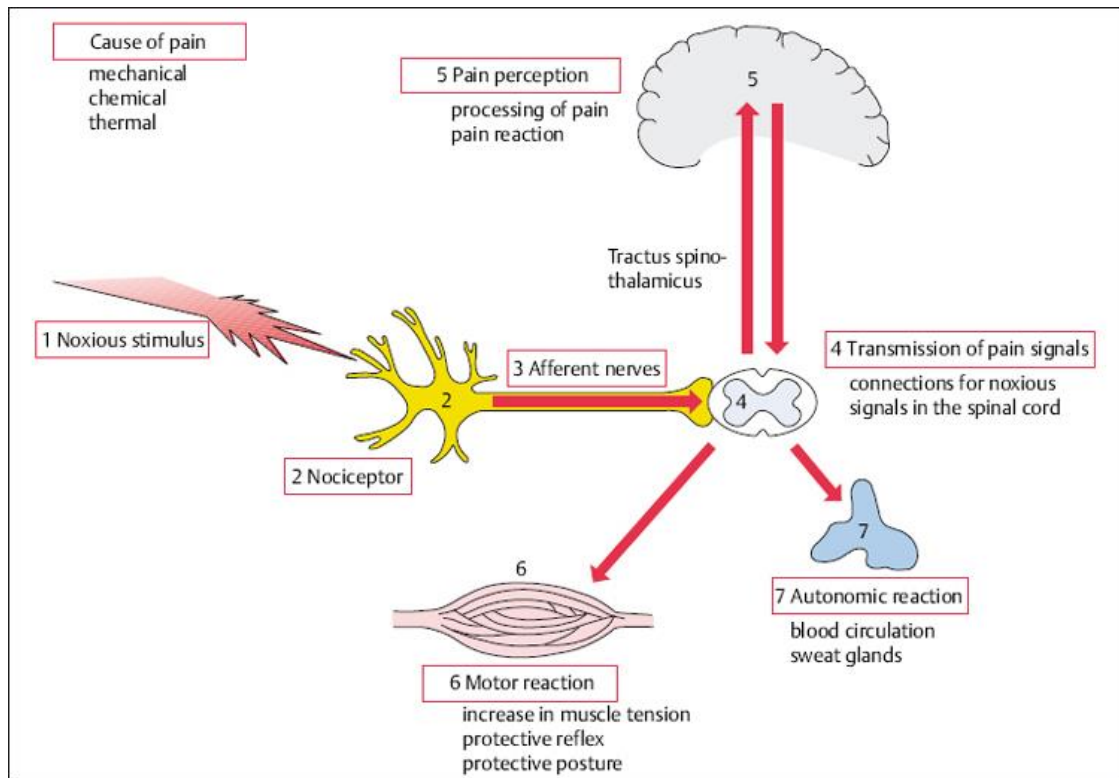
Στην περίπτωση που το ερέθισμα από την περιφέρεια είναι συνεχές και έντονο για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε η προσυναπτική περιοχή δέχεται έναν καταιγισμό ηλεκτρικών εκφορτίσεων με αποτέλεσμα το γλουταμικό να εκδιώκει το μαγνήσιο που καλύπτει τους μετασυναπτικούς υποδοχείς και να ενώνεται με αυτούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα εκτός της εισόδου νατρίου στη μετασυναπτική περιοχή που συμβαίνει στην φυσιολογική μεταβίβαση του ερεθίσματος, να εισέρχεται και ασβέστιο. Η κατάσταση αυτή οδηγεί σε έναν υπερερεθισμό του μετασυναπτικού τμήματος, δημιουργείται δηλαδή μια υπερδιεγερσιμότητα του μετασυναπτικού τμήματος, δημιουργείται δηλαδή μια υπερδιεγερσιμότητα της περιοχής που ονομάζεται wind up.

Κατά τη διάρκεια του wind up τα ερεθίσματα επεκτείνονται με τους ήδη υπάρχοντες διανευρώνες του οπίσθιου κέρατος του N.M. και σε παράπλευρους νευρώνες (υπεραλγησία) αλλά και σε νευρώνες άσχετους με τον πόνο (αλλοδυνία). Ακόμη μειώνεται η ευαισθησία των υποδοχέων των

ενδορφινών αλλά και των υποδοχέων της νοραδρεναλίνης και σεροτονίνης και αναπτύσσεται ανοχή. Παράλληλα αυξάνεται η τοπική παραγωγή προσταγλανδινών και δημιουργείται νευρογενής φλεγμονή. Επιπλέον επεκτείνεται το ερέθισμα και σε άλλα δερμοτόμια και ο ασθενής πονά και σε περιοχές του σώματος παράπλευρες με αυτήν της αρχικής βλάβης.

Στην περίπτωση του χρόνιου πόνου ο οργανισμός στην αρχή διαμορφώνει νέες συνάψεις (modulation) σε μια προσπάθεια να λύσει το πρόβλημα, αλλά όταν αυτό δεν επαρκεί, η συνεχής υπερδιεγερσιμότητα προκαλεί τροποποίηση (modification) των συνάψεων με αύξηση της απόπτωσης (θανάτου) των νευρικών κυττάρων, απώλεια συνάψεων και μεταβολής της λειτουργίας των συνάψεων (σωματικές συνάψεις μετατρέπονται σε συμπαθητικές).

Όταν συμβεί η τροποποίηση των συνάψεων ο πόνος είναι χρόνιος και δεν αποτελεί σύμπτωμα, αλλά ξεχωριστή νόσο. [2]



Εικόνα 1-1: Αλγαισθησία και επεξεργασία του επώδυνου ερεθίσματος από οστά, μύες, τένοντες και συνδέσμους

Πηγή: <https://aneskey.com/basic-principles-2/>

1.4 Κλινική εικόνα του πόνου

Ο πόνος έχει δύο βασικές κλινικές εκφράσεις: τον φλεγμονώδη και τον νευροπαθητικό πόνο.

Ο φλεγμονώδης πόνος εκφράζεται με τα εξής 4 κλασσικά συμπτώματα και σημεία: πόνο, ερυθρότητα, θερμότητα, οίδημα (Dolor, Rubor, Calor και Tumor). Στη συνέχεια προστέθηκε ένα 5^ο σημείο, η δυσκαμψία, όταν η φλεγμονή είναι κοντά σε κινητό μέρος του σώματος π.χ. σε άρθρωση. Άλλα συμπτώματα που παρουσιάζουν τα άτομα που πάσχουν από φλεγμονή είναι πυρετός, κόπωση, μυϊκοί πόνοι και δυσκαμψία, ανορεξία και ρίγη.

Όλες σχεδόν οι μικροβιακές φλεγμονές δημιουργούν σωματικό ή σπλαγχνικό πόνο που συνοδεύεται από τοπικό οίδημα, ερυθρότητα και τοπική αύξηση της θερμοκρασίας. Πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι όταν τα λευκά αιμοσφαίρια της άμυνας του οργανισμού μας (πολυμορφοπύρηνα και μονοκύτταρα φαγοκύτταρα) φθάνουν στην περιοχή της λοίμωξης επιτίθενται στα Gram αρνητικά βακτηρίδια και τα φαγοκυτταρώνουν. Μέσα στο φαγοκύτταρο το βακτηρίδιο καταστρέφεται και πεθαίνει από διάφορα λυσοσωμικά ένζυμα. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στο θάνατο του βακτηριδίου και του αμυντικού φαγοκυττάρου. Το τελευταίο πεθαίνοντας εκχύει στο περιβάλλον τμήματα δικά του αλλά και κομμάτια του τοιχώματος των Gram αρνητικών βακτηριδίων που αποτελούνται από λιποπολυσακχαρίδες (LPS). Οι LPS έχουν τη δυνατότητα διαμέσου ενός TLR4 υποδοχέα να ενεργοποιούν τους διαύλους κατιόντων TRPA1 που ευρίσκονται σε αφθονία στην κυτταρική επιφάνεια των νευρικών απολήξεων των ινών του πόνου. Η απότομη και στιγμιαία είσοδος ασβεστίου διαμέσου των διαύλων TRPA1 μέσα στο νευρικό κύτταρο δημιουργεί μια μεταβολή του ηλεκτρικού δυναμικού ενέργειας που μεταφερόμενο στον εγκέφαλο μεταφράζεται ως πόνος. Παράλληλα οι LPS του τοιχώματος των βακτηριδίων ενεργοποιούν είτε διαμέσου των TLR4 ή και του TRPA1 και τον μηχανισμό της νευρογενούς φλεγμονής με επακόλουθο την έκκριση ουσιών όπως το CGRP που δρουν στα αγγεία και προκαλούν τοπική αγγειοδιαστολή και τοπικό οίδημα.

Ο νευροπαθητικός πόνος έχει τις περισσότερες φορές διαφορετική κλινική έκφραση και διαφορετική συμπτωματολογία από τον φλεγμονώδη. Η αντικειμενική αξιολόγησή του μπορεί να γίνει μόνο όταν το νεύρο φέρει επιφανειακούς δερματικούς κλάδους. Αντίθετα όταν το νεύρο καταλήγει σε εν

τω βάθει μυ ή όργανο, η αξιολόγηση γίνεται έμμεσα μιας και δεν υπάρχουν σχετικές δοκιμασίες. Σε περιπτώσεις που αναζητούμε νευροπαθητικό πόνο που συνδυάζεται με βλάβη και του αυτόνομου συμπαθητικού συστήματος, πρέπει να ελέγξουμε τα ονομαζόμενα δυσαυτονομικά σημεία που είναι πλην του θερμού και του ψυχρού, ένα ελαφρό οίδημα, ο αποχρωματισμός του δέρματος, οι διαταραχές της εφίδρωσης, η ατροφία του δέρματος, η ατροφία των ονύχων κ.ά.

Ο νευροπαθητικός πόνος μπορεί να αξιολογηθεί και με διάφορους άλλους τρόπους όπως:

1. Ποσοτικά:

Υπεραλγησία ονομάζεται ο αυξημένος πόνος από ένα ερέθισμα που προκαλεί φυσιολογικά ένα ελαφρύ ερέθισμα πόνου που ο ασθενής το αισθάνεται ιδιαίτερα έντονα. Την αίσθηση της υπεραλγησίας μπορεί να την έχουμε και σε κεντρικό και σε περιφερικό νευροπαθητικό πόνο.

Υποαλγησία ονομάζεται ο μειωμένος πόνος από ένα ερέθισμα που προκαλεί φυσιολογικό πόνο.

Υπαισθησία ονομάζεται η μειωμένη ευαισθησία σε ένα ερέθισμα.

Υπερπάθεια είναι ένα αλγεινό σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από μη φυσιολογική αλγεινή αντίδραση σε ένα ερέθισμα, ιδιαίτερα σε ένα επαναλαμβανόμενο ερέθισμα που μπορεί να συμβεί και με αυξημένο ουδό πόνου.

2. Ποιοτικά:

Αλλοδυνία, δηλαδή πόνος προερχόμενος από ένα μη αλγεινό ερέθισμα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ένα ερέθισμα αφής, ελαφράς πίεσης, θερμού ή ψυχρού εκδηλώνεται με πόνο όταν εφαρμόζεται στο δέρμα.

Παραισθησία, δηλαδή μη φυσιολογικές αλλά όχι δυσάρεστες αισθήσεις π.χ. μυρμήγκιασμα, μούδιασμα κ.ά.

Δυσαισθησία, δηλαδή μη φυσιολογικές αλλά δυσάρεστες αισθήσεις όπως πόνος σαν τρύπημα, σαν κάψιμο κ.ά.

Αυτόματος πόνος, δηλαδή πόνος ή καυσαλγία άνευ ιδιαίτερης αιτιολογίας.

3. Περιοχικά:

Μετακίνηση του πόνου σε άλλο χώρο

Ακτινοβολία σε άλλες περιοχές

4. Χρονικά:

Χρονική υστέρηση για την αίσθηση του ερεθίσματος

Μεταισθησία δηλαδή ο πόνος που διαρκεί και μετά την περίοδο διέγερσης

Χρονική άθροιση ερεθισμάτων

Ο ασθενής για να χαρακτηριστεί ότι πάσχει από νευροπαθητικό πόνο πρέπει να έχει και άλλα συνοδά συμπτώματα όπως: δυσκολία στον ύπνο (60 – 70%), αίσθηση χρόνιας κόπωσης (50 – 60%), υπνηλία (40 – 50%), δυσκολία συγκέντρωσης (30 – 40%), κατάθλιψη (30 – 40%), άγχος (20 – 40%) και μειωμένη όρεξη (10 – 20%). Τέλος τα συμπτώματα να εντείνονται τη νύχτα και να είναι ανθεκτικά στα συνήθη αναλγητικά. [2]

1.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ

Οι αρνητικές φυσιολογικές και ψυχολογικές επιπτώσεις του μη θεραπευόμενου πόνου στους ασθενείς και ιδιαίτερα στους ήδη βαρέως πάσχοντες ασθενείς της ΜΕΘ είναι σημαντικές και μακράς διάρκειας. Για πολλά έτη οι ασθενείς της ΜΕΘ αναφέρουν τον πόνο ως τη μεγαλύτερη ανησυχία τους και την βασική αιτία ανεπαρκούς ύπνου. Πιο πρόσφατες μελέτες σε ασθενείς που έχουν πάρει εξιτήριο από την ΜΕΘ αλλά παραμένουν νοσηλευόμενοι έδειξαν ότι το 82% ανακαλεί τον πόνο ή την δυσφορία από την παρουσία ενδοτραχειακού σωλήνα και το 77% ανακαλεί να βιώνει μέτριο προς σοβαρό πόνο κατά την διάρκεια της παραμονής τους στην ΜΕΘ.

Ο πόνος στην ΜΕΘ μπορεί να χωριστεί σε 4 κατηγορίες:

- I. Επίμονος πόνος σχετιζόμενος με επεμβατικές τεχνικές/δυσφορία.
- II. Οξύς πόνος λόγω της υποκείμενης νόσου.
- III. Διακοπτόμενος πόνος λόγω νοσηλευτικών παρεμβάσεων.
- IV. Χρόνιος πόνος προ της εισαγωγής στη ΜΕΘ.

Σε σύγκριση με φυσιολογική ομάδα ελέγχου οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς που ανακαλούν τον πόνο και άλλες τραυματικές εμπειρίες κατά την παραμονή τους στη ΜΕΘ έχουν μεγαλύτερη επίπτωση χρόνιου πόνου (38%) και συμπτωμάτων μετατραυματικού stress (27%) καθώς και χαμηλότερη ποιότητα ζωής σχετιζόμενης με την υγεία (21%). Η αντίδραση στο stress που προκαλείται από τον πόνο μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για τους ασθενείς στην ΜΕΘ. Οι αυξημένες κατεχολαμίνες μπορούν να προκαλέσουν

αγγειόσπασμο, να μειώσουν την αιμάτωση και να ελαττώσουν την μερική πίεση οξυγόνου των ιστών.

Άλλες αντιδράσεις σχετιζόμενες με τον πόνο περιλαμβάνουν τον καταβολικό υπερμεταβολισμό που οδηγεί σε υπεργλυκαιμία, λιπόλυση και καταστροφή των μυών για παροχή πρωτεϊνικού υποστρώματος. Η καταβολική διέγερση και υποξαιμία βλάπτουν την επούλωση των ιστών και αυξάνουν τον κίνδυνο λοιμώξεων. Ο πόνος καταστέλλει την δραστηριότητα των NK-κυττάρων, μια κρίσιμη λειτουργία στο σύστημα ανοσίας με ελάττωση του αριθμού των κυτταροτοξικών T-κυττάρων και μείωση της φαγοκυτταρικής δραστηριότητας των ουδετεροφίλων. Ο οξύς πόνος μπορεί να είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη επίμονου χρόνιου συχνά νευροπαθητικού πόνου.

Ο μη θεραπευόμενος οξύς πόνος σε ασθενείς της ΜΕΘ έχει πολύ σοβαρές βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες. Απαιτείται μεγάλη προσοχή στην διάγνωση και θεραπεία του πόνου των βαρέως πασχόντων ασθενών.[3]

1.6 Σκοπός

Η συστηματική ανασκόπηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των μεθόδων αξιολόγησης του πόνου σε κατεσταλμένους βαρέως πάσχοντες ασθενείς ΜΕΘ, οι οποίοι εμφανίζουν περιορισμένες δυνατότητες επικοινωνίας με απώτερο στόχο την διατύπωση προτάσεων για τις πιο έγκυρες και αξιόπιστες από αυτές.

1.7 Υλικό και μέθοδος

Η παρούσα ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με την αναζήτηση πρωτογενών μελετών στην ηλεκτρονική βιβλιοθήκη Pubmed – Medline για την χρονική περίοδο από το 2000 έως το 2019. Οι λέξεις – κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής: “Pain”, “Assessment”, “Critical care”, “ Intubated”, “Adult”. Η συνδυασμένη αναζήτηση έγινε με τους εξής όρους: Pain and assessment and critical care and intubated and adult.

Κριτήρια εισαγωγής των μελετών στην ανασκόπηση αποτέλεσαν η περιγραφή ενός εργαλείου αξιολόγησης του πόνου κατάλληλου για κατεσταλμένους βαρέως πάσχοντες ασθενείς, η αξιολόγηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας του εργαλείου καθώς και η αγγλική ή η ελληνική γλώσσα του δημοσιευμένου άρθρου.

Αποκλείστηκαν μελέτες που περιέγραφαν εργαλεία αξιολόγησης πόνου κατάλληλα για μη επικοινωνούντες ασθενείς αλλά όχι διασωληνωμένους ασθενείς υπό καταστολή σε μονάδα εντατικής θεραπείας, άρθρα αξιολόγησης της εγκυρότητας των πρωτογενών υλικών σε άλλη γλώσσα καθώς και μελέτες σε πειραματόζωα.

1.8 Αποτελέσματα

Από την αναζήτηση των βάσεων δεδομένων προέκυψαν 155 άρθρα από τα οποία μετά την ανάγνωση του τίτλου τους, επιλέχθηκαν για έλεγχο των περιλήψεων 59. Απορρίφθηκαν 96.

Τελικά στη συστηματική ανασκόπηση συμπεριελήφθησαν 59 μελέτες μέσα από τις οποίες προέκυψαν 4 άρθρα που αξιολογούσαν την επίπτωση του

πόνου μεταξύ των διασωληνωμένων ασθενών σε μονάδες εντατικής θεραπείας, 4 μελέτες αξιολόγησης των ζωτικών σημείων του κατεσταλμένου ασθενούς ως δεικτών πόνου, 29 άρθρα που αξιολογούσαν διάφορες συμπεριφορικές κλίμακες εκτίμησης του πόνου, 5 άρθρα σύγκρισης ενός εργαλείου μέτρησης του πόνου με συμπεριφορικές μεθόδους αξιολόγησης του πόνου, 14 άρθρα που εισήγαγαν νέα εργαλεία αξιολόγησης του πόνου, 1 μελέτη που εξετάζει μεθόδους αξιολόγησης του πόνου στο χειρουργείο καθώς και 2 μελέτες που αξιολογούν συγκριτικά τέτοιες μεθόδους μεταξύ τους.

Η αξιοπιστία των υπό μελέτη εργαλείων και μεθόδων ελέγχθηκε ως προς την αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής (internal consistency), η οποία εκφράζει τον βαθμό κατά τον οποίο όλες οι «ερωτήσεις» του εργαλείου αναφέρονται στην έννοια που υποτίθεται ότι μετρά το εργαλείο και εκφράζεται με τον συντελεστή Cronbach's α , καθώς και την αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών (inter-rater reliability), η οποία αναφέρεται στον βαθμό συμφωνίας των παρατηρητών των ατόμων που συλλέγουν τα δεδομένα (παρατηρητές) ταυτόχρονα.

Η εγκυρότητα ελέγχθηκε με την εγκυρότητα κριτηρίου (validation criterion) που εκφράζεται ως ο βαθμός στον οποίο οι τιμές του εργαλείου σχετίζονται με τις τιμές κάποιου άλλου εργαλείου που θεωρείται κριτήριο ή κάποιο άλλο αντικειμενικό αποτέλεσμα και την διακριτική εγκυρότητα (discriminant validity) η οποία αναφέρεται στην ικανότητα του εργαλείου να διακρίνει την παρουσία ή όχι του πόνου.

2. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ

2.1 Γενικά

Η αντιμετώπιση του πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς βασίζεται στην ικανότητα του θεράποντος ιατρού να πραγματοποιήσει μια αναπαραγωγίμη αξιολόγηση του πόνου και να παρακολουθεί τους ασθενείς ώστε να καθορίσει την επάρκεια των θεραπευτικών παρεμβάσεων. Η αξιολόγηση του πόνου από τον ίδιο τον ασθενή θεωρείται το “gold standard” (χρυσός κανόνας) και οι θεράποντες ιατροί θα πρέπει πρώτα να βάλουν τον ασθενή να αξιολογήσει τον πόνο του. Παρόλα αυτά όταν αυτό δεν είναι εφικτό στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς θα πρέπει να διαθέτουν έγκυρα, αξιόπιστα και εύκολα εφαρμόσιμα εργαλεία για την αξιολόγηση του πόνου των ασθενών.

Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή συμπεριφορικών κλιμάκων πόνου βελτιώνει την διαχείρισή του και την κλινική έκβαση λόγω καλύτερης χρήσης αναλγητικών παραγόντων καθώς και μικρότερης διάρκειας μηχανικό αερισμό και παραμονή στη ΜΕΘ.

Οι κλίμακες αξιολόγησης που δημιουργήθηκαν για χρήση σε διάφορους πληθυσμούς ασθενών που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά (με εξαίρεση την άνοια) περιγράφονται παρακάτω.

2.2 Behavioral Pain Scale (BPS)

Item	Description	Score
Facial Expression	Relaxed	1
	Partially tightened (e.g., brow lowering)	2
	Fully tightened (e.g., eyelid closing)	3
	Grimacing	4
Upper limb movements	No movement	1
	Partially bent	2
	Fully bent with finger flexion	3
	Permanently retracted	4
Compliance with mechanical ventilation	Tolerating movement	1
	Coughing but tolerating ventilation for the most of time	2
	Fighting ventilator	3
	Unable to control ventilation	4

BPS score ranges from 3 (no pain) to 12 (maximum pain).

Πίνακας 2-1: Πίνακας αξιολόγησης BPS.

Η Behavioral Pain Scale (BPS) δημιουργήθηκε από τους Payen και συνεργάτες για να εκτιμήσει τον πόνο σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς υπό καταστολή και μηχανικό αερισμό σε μονάδες τραύματος και μετεγχειρητικής ανάνηψης. Αποτελείται από τρία τμήματα:

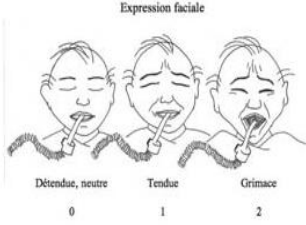
1. Εκφράσεις προσώπου (1: χαλαρός 2: μορφάζει 3: χαμηλώνει τα φρύδια 4: κλείνει τα βλέφαρα)
2. Κινήσεις των άνω άκρων (1: καμία κίνηση 2: μερική κάμψη 3: πλήρης κάμψη με σύγκλιση των δακτύλων και 4: μόνιμη απόσυρση)
3. Συμμόρφωση με τον μηχανικό αερισμό (1: ανέχεται την κίνηση αέρα 2: βήχει αλλά ανέχεται τον αερισμό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα 3: “μάχεται” τον αναπνευστήρα και 4: ανήμπορος να ελέγξει τον αερισμό)

Το αθροιστικό συνολικό σκορ κυμαίνεται από 3-12. Περαιτέρω έρευνα υποστηρίζει την εγκυρότητα, αξιοπιστία και χρησιμότητα του BPS στην αξιολόγηση του πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς υπό καταστολή και μηχανικό αερισμό που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά.[8]

Συγκεκριμένα, έχει αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής που εκφράζεται με τον συντελεστή Cronbach's α από 0,63 έως 0,72 καθώς και αξιοπιστία μεταξύ των παρατηρητών (interrater reliability) με τον συντελεστή κ να κυμαίνεται από 0,67 – 0,83 και ICC (interclass coefficient) της τάξης του 0,95. Η ευαισθησία, η ειδικότητα και η διακριτική εγκυρότητα (σημαντικές αυξήσεις 2-3 βαθμών στο σκορ της κλίμακας BPS κατόπιν επώδυνων παρεμβάσεων) έχουν καταδειχθεί και επιβεβαιώνουν περαιτέρω τα πλεονεκτήματα της χρήσης της κλίμακας BPS.

Η κλίμακα BPS προτείνεται επομένως για χρήση σε συνθήκες μονάδας εντατικής θεραπείας για την παρακολούθηση του πόνου σε παθολογικές, μετεγχειρητικές ή τραυματιολογικές ΜΕΘ (με εξαίρεση το τραύμα εγκεφάλου) ενηλίκων που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά και των οποίων οι κινητικές λειτουργίες είναι άθικτες και οι συμπεριφορές παρατηρήσιμες. Οδήγησε συνεπώς σε βελτίωση της διαχείρισης του πόνου και της έκβασης των ασθενών. Κάποια μέρη μπορούν να ερμηνευτούν διαφορετικά από τους χρήστες πράγμα που αποτελεί περιορισμό στην εφαρμογή της. Παραδείγματος χάρη το μέρος “κίνηση των άνω άκρων” μπορεί να παρερμηνευθεί ως μυϊκή τάση και η “συμμόρφωση με τον αναπνευστήρα” θεωρείται από τους επαγγελματίες υγείας ως το λιγότερο ξεκάθαρο κομμάτι που περιγράφεται σε αυτή την κλίμακα [9,10].

2.3 Critical Care Pain Observation Tool (CPOT)

Indicator	Score	Description
Facial expression 	Relaxed, neutral	0 No muscle tension observed
	Tense	1 Presence of frowning, brow lowering, orbit tightening and levator contraction or any other change (e.g. opening eyes or tearing during nociceptive procedures)
	Grimacing	2 All previous facial movements plus eyelid tightly closed (the patient may present with mouth open or biting the endotracheal tube)
Body movements	Absence of movements or normal position	0 Does not move at all (doesn't necessarily mean absence of pain) or normal position (movements not aimed toward the pain site or not made for the purpose of protection)
	Protection	1 Slow, cautious movements, touching or rubbing the pain site, seeking attention through movements
	Restlessness/Agitation	2 Pulling tube, attempting to sit up, moving limbs/thrashing, not following commands, striking at staff, trying to climb out of bed
Compliance with the ventilator (intubated patients)	Tolerating ventilator or movement	0 Alarms not activated, easy ventilation
	Coughing but tolerating	1 Coughing, alarms may be activated but stop spontaneously
OR Vocalization (extubated patients)	Fighting ventilator	2 Asynchrony: blocking ventilation, alarms frequently activated
	Talking in normal tone or no sound	0 Talking in normal tone or no sound
	Sighing, moaning	1 Sighing, moaning
	Crying out, sobbing	2 Crying out, sobbing
	Muscle tension	Relaxed
Evaluation by passive flexion and extension of upper limbs when patient is at rest or evaluation when patient is being turned	Tense, rigid	1 Resistance to passive movements
	Very tense or rigid	2 Strong resistance to passive movements or incapacity to complete them
TOTAL		___ / 8

Πίνακας 2-2: Πίνακας αξιολόγησης CPOT

Η κλίμακα Critical Care Pain Observation Tool (CPOT) αρχικά δημιουργήθηκε για την αξιολόγηση του πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό. Αποτελείται από τέσσερις κατηγορίες:

1. Έκφραση προσώπου
2. Κινήσεις σώματος
3. Μυϊκή τάση
4. Συμμόρφωση με τον μηχανικό αερισμό (για μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς) ή Φώνηση (για μη διασωληνωμένους ασθενείς)

Κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες βαθμολογείται σε μία κλίμακα διαφόρων περιγραφών από το 0 έως το 2 με πιθανό συνολικό σκορ από 0 έως 8. [8]

Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η κλίμακα CPOT είναι αξιόπιστη και έγκυρη. Η αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής που εκφράζεται από τον συντελεστή Cronbach α κυμαίνεται από 0,31-0,81. Η αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών στην αγγλική έκδοση (που εκφράζεται με τον συντελεστή ICC, Interclass Correlation Coefficient) κυμαίνεται από 0,80-0,93 [11].

Έχει ευαισθησία 67-86% σε δύο διαφορετικά δείγματα MEΘ, ειδικότητα 78-83% σε δύο διαφορετικά δείγματα MEΘ. Επίσης έχει ευκολία στην εφαρμογή (νοσηλευτές MEΘ συμφωνούν ότι είναι εύκολο και γρήγορο στην εφαρμογή του, εύκολο στην κατανόηση και στην συμπλήρωση) [12].

Η διακριτική εγκυρότητα έχει υποστηριχθεί από διαφορετικές μελέτες που επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα αυτής της κλίμακας για την αξιολόγηση του πόνου.

Η χρήση της κλίμακας CPOT υποστηρίζεται από μεγάλο αριθμό ερευνών και συστήνεται για χρήση σε συνθήκες ΜΕΘ ενηλίκων σε μετεγχειρητικούς, παθολογικούς ασθενείς καθώς και τραυματίες (εκτός κρανιοεγκεφαλικών κακώσεων) που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά αλλά έχουν άθικτη κινητική λειτουργία και παρατηρήσιμες συμπεριφορές.

Μια μελέτη που εφαρμόστηκε η κλίμακα CPOT ως ρουτίνα αξιολόγησης του πόνου στη ΜΕΘ, απέδειξε θετική επίδραση στην αντιμετώπιση του πόνου (χρήση κατασταλτικών και αναλγητικών φαρμάκων). Παρατηρήθηκε δηλαδή αύξηση των αναφορών αξιολόγησης του πόνου και μείωση στην ποσότητα των bolus χορηγήσεων αναλγητικών και κατασταλτικών φαρμάκων μετά την εφαρμογή του CPOT [9, 13].

2.4 Face, Legs, Activity, Cry and Consolability (FLACC) pain tool

Η κλίμακα Face, Legs, Activity, Cry and Consolability (FLACC) ξεκίνησε στον παιδιατρικό πληθυσμό ως απλή μέτρηση της σοβαρότητας του πόνου. Μετράει κάθε μία από τις πέντε συμπεριφορές (εκφράσεις προσώπου, θέση ποδιών, δραστηριότητα, κλάμα, δυνατότητα παρηγοριάς) σε μια κλίμακα από το 0 (φυσιολογικά ή καθόλου ευρήματα) ως το 2 (συχνές και έντονες συμπεριφορές) μέχρι ένα συνολικό σκορ 0 έως 10.[8]

FLACC scale (Face, Legs, Cry, Activity Consolability scale)	Score
Face 0 - No particular expression or smile 1 - Occasional grimace or frown, withdrawn, disinterested 2- Frequent to constant frown, quivering chin, clenched jaw	
Legs 0 - Normal position or relaxed 1 - Uneasy, restless, tense 2 - Kicking or legs drawn up	
Activity 0 - Lying quietly, normal position, moves easily 1 - Squirming, shifting back and forth, tense 2 - Arched, rigid, or jerking	
Cry 0 - No cry (awake or asleep) 1 - Moans or whimpers; occasional complaint 2 - Crying steadily, screams or sobs, frequent complaints	
Consolability 0 - Content, relaxed 1 - Reassured by occasional touching, hugging, or being talked to; distractible 2- Difficult to console or comfort	
Total score (0-10)	

Πίνακας 2-3: Κλίμακα FLACC

Παρόλο που η κλίμακα FLACC δοκιμάστηκε αρκετά σε παιδιά υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία για την χρήση της σε ενήλικες. Οι Voepel – Lewis και συνεργάτες πραγματοποίησαν μια μελέτη σε μικρό δείγμα βαρέως πασχόντων ενηλίκων ασθενών (n=29) και παιδιών (n=8) που δεν μπορούσαν να επικοινωνήσουν λεκτικά.

Βρέθηκε καλή αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών (ICC από 0,72 έως 0,98) και αξιοπιστία εσωτερική συνοχής (Cronbach's a 0,882) [9, 14].

Στο δείγμα ενηλίκων της ΜΕΘ η κατηγορία “κλάμα” παρουσίασε φτωχή συσχέτιση με τις άλλες κατηγορίες και συνεπώς μείωσε την αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής της κλίμακας. Συνεπώς προτείνεται να τροποποιηθεί η κατηγορία αυτή δεδομένου ότι δεν συσχετίζεται με ενήλικες ασθενείς.

Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να καθιερωθεί η αξιοπιστία και εγκυρότητα της κλίμακας FLACC για ενήλικες ασθενείς στην ΜΕΘ.

2.5 Nonverbal Pain Scale (NVPS)

Η κλίμακα Non Verbal Pain Scale (NVPS) αρχικά αναπτύχθηκε για να εκτιμήσει τον πόνο σε μονάδες εγκαυμάτων. Βασίστηκε στο FLACC αλλά τροποποιήθηκε ώστε να είναι πιο κατάλληλη για ενήλικες. Η NVPS κλίμακα κατέργησε τα μέρη “θέση κάτω άκρων”, “κλάμα” και “δυνατότητα παρηγοριάς” του FLACC ενώ διατήρησε και αναθεώρησε τα μέρη “εκφράσεις προσώπου” και “δραστηριότητα”. Προστέθηκαν τρία τμήματα που θεωρήθηκε από προηγούμενες μελέτες ότι σχετίζονταν με τον πόνο και τον έλεγχο του:

1. Θέση περιφρούρησης του σώματος
2. Φυσιολογικοί δείκτες I (ζωτικά σημεία)
3. Φυσιολογικοί δείκτες II (δέρμα, κόρες, εφίδρωση, εξάψεις, ωχρότητα, άδηλη αναπνοή)

Το μέρος «Φυσιολογικοί δείκτες I» περιλαμβάνει συγκεκριμένες αριθμητικές τιμές για ζωτικά σημεία (π.χ. μεταβολή καρδιακής συχνότητας πάνω από 20 με 25 σφυγμών το λεπτό κατά τις προηγούμενες 4 ώρες) που θεωρούνται ενδεικτικά για πόνο. Το σύστημα βαθμολόγησης του FLACC (εύρος από 0-2 για κάθε μέρος) διατηρείται στο NVPS. Οι βαθμολογίες για κάθε ένα από τα πέντε τμήματα του NVPS αθροίζονται ως ένα συνολικό σκορ 0-10.[8]

Adult nonverbal pain scale University of Rochester Medical Center

Categories	0	1	2
Face	No particular expression or smile.	Occasional grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.	Frequent grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.
Activity (movement)	Lying quietly, normal position.	Seeking attention through movement or slow, cautious movement.	Restless, excessive activity and/or withdrawal reflexes.
Guarding	Lying quietly, no positioning of hands over areas of body.	Splinting areas of the body, tense.	Rigid, stiff.
Physiology (vital signs)	Stable vital signs	Change in the following: * SBP>20 mm Hg, * HR> 20/minute	Change in the following: * SBP>30 mm Hg, * HR> 25/minute
Respiratory	Baseline RR/SpO ₂ Compliant with ventilator.	RR> 10 above baseline, or 5% ↓SpO ₂ mild asynchrony with ventilator	RR> 20 above baseline, or 10% ↓SpO ₂ severe asynchrony with ventilator

Abbreviations: HR, heart rate; RR, respiratory rate; SBP, systolic blood pressure; SpO₂, pulse oximetry.

Instructions: Each of the 5 categories is scored from 0-2, which results in a total score between 0 and 10. Document total score by adding numbers from each of the 5 categories. Scores of 0-2 indicate no pain, 3-6 moderate pain, and 7-10 severe pain. Document assessment every 4 hours on nursing flow-sheet and complete assessment before and after intervention to maximize patient comfort. Sepsis, hypovolemia, hypoxia need to be excluded before interventions.

©Strong Memorial Hospital, University of Rochester Medical Center, 2004. Used with permission.

Πίνακας 2-4: Πίνακας NVPS

Η αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών και η αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής της κλίμακας NVPS αξιολογήθηκαν σε διάφορες μελέτες [15, 17]. Παρατηρήθηκε καλή δυνατότητα εφαρμογής και εγκυρότητα (Cronbach α συντελεστής από 0,36-0,75 και ICC από 0,60-0,76) σε διαφορετικά δείγματα και γλώσσες [15, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Παρατηρήθηκε ότι ο παράγοντας «Φυσιολογικοί

δείκτες I» επηρέαζε σημαντικά το συνολικό σκορ ενώ ο παράγοντας «Φυσιολογικοί δείκτες II» σχετιζόταν μετρίως ίσως επειδή τα συστατικά τους μέρη ήταν κάπως υποκειμενικά (π.χ. διεσταλμένες κόρες).

Το NVPS υπέστη αναθεώρηση νωρίς στην ανάπτυξη του όπου το μέρος «Φυσιολογικοί δείκτες II» έδωσε την θέση του στο μέρος «Αναπνευστική λειτουργία».

Οι Kabes και συνεργάτες πραγματοποίησαν μια συγκριτική μελέτη του NVPS και του NVPS-R (revised) σε ενήλικες ασθενείς σε ΜΕΘ που δεν μπορούσαν να επικοινωνήσουν λεκτικά, υπό καταστολή και μηχανικό αερισμό. Τα αποτελέσματά τους κατέδειξαν ότι το NVPS-R είναι αξιόπιστο, έγκυρο και γενικά λειτουργούσε καλύτερα λόγω του μέρους «Αναπνευστική λειτουργία» που προστέθηκε [15].

2.6 Nonverbal Pain Assessment Tool (NPAT)

Η κλίμακα NPAT δημιουργήθηκε από τους Klein και συνεργάτες το 2010 και είναι βασισμένο σε συμπεριφορές που παρατηρούνται συνήθως στην καθημερινή κλινική πράξη στη ΜΕΘ [9, 16].

Nonverbal Pain Assessment Tool (NPAT)				
Is patient able to make vocalizations or sound cues?				
Score under the yes or no column; add scores for total score (range 0-10)				
YES			NO	
SCORE	EMOTION	An affective response to a situation	EMOTION	SCORE
0	Smiling; calm; relaxed or none due to coma state or analgesia		0	
1	Anxious: irritable; withdrawn; closes eyes: docs not engage with physical environment		1	
2	Tearful/crying or uncooperative		2	
	MOVEMENT	Change in placement and positioning of the body and extremities when not engaged in any care activities	MOVEMENT	
0	None; sleeping comfortable; no unusual movements; or none due to coma state or analgesia		0	
1	Restless or slow, decreased movement; reluctant to move; muscle tenseness		2	
2	Rigidity; increasing motion; stiffening; tossing, turning; flapping of arms; stiffening		3	
	VERBAL CUES	Sound cues or vocalizations other than speech		
0	No vocalization			n/a
1	Whimpering; moaning; sighing			
2	Screaming; crying out			
	FACIAL CUES	Expressions on face	FACIAL CUES	
0	Relaxed, calm expression or none due to coma state or analgesia		0	
1	Drawn around the mouth and eyes; narrowed eyes		1	
2	Wincing; grimacing; clenched teeth: furrowed brows; tightened lips		2	
	POSITIONING/GUARDING	Body responses that imply a protection of the body from contact with external touch	POSITIONING/GUARDING	
0	Relaxed body or none due to coma state or analgesia		0	
1	Guarding/tense		2	
2	Jumpy when touched; clutching of siderails; withdraws when touched		3	
TOTAL				
Choose only one behavior per category				

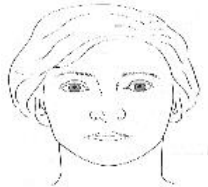

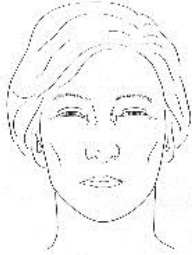

Πίνακας 2-5: Πίνακας NPAT

Αξιολογούνται πέντε κατηγορίες με αυτό το εργαλείο: συναίσθημα (συναισθηματική απάντηση σε μια κατάσταση), κίνηση (αλλαγή στην τοποθέτηση και θέση του σώματος και των άκρων όταν δεν υπάρχουν δραστηριότητες νοσηλευτικής φροντίδας), λεκτικές εκφράσεις (ήχοι ή φωνήσεις εκτός από τον λόγο), εκφράσεις προσώπου και θέση σώματος/προφύλαξη (σωματικές αντιδράσεις που υπονοούν προστασία του σώματος από την επαφή με εξωτερικό ερέθισμα). Η στάση προφύλαξης του σώματος καταγράφεται μετά από επαφή ή εξωτερικό ερέθισμα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες παραμέτρους που καταγράφονται από τους νοσηλευτές μόνο με την παρατήρηση του ασθενούς [16]. Η κλίμακα εμφάνισε ισχυρή εσωτερική αξιοπιστία (Cronbach's α 0,82) μετρίως ισχυρή αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών (Concordance coefficient 0,72 και σταθμισμένος k 0,35) και μετρίως ισχυρή εγκυρότητα (concordance coefficient 0,66) [16].

Κάποιοι περιορισμοί αναφέρονται για αυτή την μελέτη τριών φάσεων που διενεργήθηκε για να πιστοποιήσει αυτή την κλίμακα: δεν υπήρχαν πληροφορίες για τις περιπτώσεις που αξιολογήθηκε ο πόνος, η τρίτη φάση της μελέτης πραγματοποιήθηκε με διαφορετικό δείγμα και βρέθηκαν χαμηλοί δείκτες συσχέτισης μεταξύ των σκορ NPAT και των αυτοαξιολογήσεων των ασθενών για την ένταση του πόνου.

Αυτοί οι περιορισμοί υποδηλώνουν ότι είναι απαραίτητες περισσότερες μελέτες για να αποδείξουν την εγκυρότητα του NPAT και την δυνατότητα εφαρμογής του στη ΜΕΘ.

2.7 Behavioral Pain Assessment Tool (BPAT)

Present	Absent	Behavior	Definition	Photos of Behaviors
		Neutral Expression	Muscles relaxed	
		Grimace	A sharp contortion of the face AU4: Brow Lowering AU7: Lid Tightening AU6: Cheek Raising AU20: Mouth Stretching AU43: Eye Closing	
		Wince	To shrink away from, or start AU7: Lid Tightening AU6: Cheek Raising	
		Eyes closed	Lids are shut	
		Moaning	Low, soft indistinguishable sounds	
		Verbal complaints of pain	Words used to describe pain, e.g., <i>it hurts, ouch</i>	
		Rigid	Stiff, tensed muscles of extremities and torso	
		Clenched fists	Act of forming a fist	

Πίνακας 2-6: Πίνακας BPAT

Το BPAT είναι ένα καινούριο εργαλείο εκτίμησης του πόνου που δημιουργήθηκε το 2019 από τους Gelinas και συνεργάτες και επικυρώθηκε σε 28 χώρες [9, 23].

Αποτελείται από οκτώ μέρη με ονόματα και περιγραφές εκφράσεων προσώπου (που ακολουθούνται από μια εικόνα), λεκτικές απαντήσεις (κραυγές και λεκτικά παράπονα για πόνο) και σωματικές/μουϊκές απαντήσεις (ακαμψία και σφιχτές γροθιές). Κάθε μέρος έχει δύο πιθανές απαντήσεις «παρόν» ή «απόν» ώστε να είναι εύκολο στη χρήση του από κλινικούς γιατρούς.

Σε αυτή την μελέτη εκτιμήθηκαν η αξιοπιστία μεταξύ των παρατηρητών (σταθμισμένος k από 0,43-0,60), η ευαισθησία και η ειδικότητα (61,8-75,1%).

Σε αντίθεση με άλλες κλίμακες η κλίμακα BPAT δεν διαθέτει κατηγορία σχετιζόμενη με την συμμόρφωση με τον μηχανικό αερισμό πράγμα που μπορεί να θεωρηθεί πλεονέκτημα εφόσον υπάρχει σύγχυση ανάμεσα στους παρατηρητές όσον αφορά αυτό.

Χρειάζονται περαιτέρω μελέτες για διαφορετικές ομάδες ασθενών ΜΕΘ ώστε να επικυρωθεί η χρήση της κλίμακας στην καθημερινή κλινική πράξη.

2.8 Pain Assessment and Intervention Notation (PAIN) algorithm

Ο αλγόριθμος PAIN είναι ένα πολυδιάστατο εργαλείο που αναπτύχθηκε για δοκιμή από νοσηλεύτριες ΜΕΘ [9].

Αποτελείται από τρία τμήματα:

1. Αξιολόγηση του πόνου (παρουσία ή απουσία έξι συμπεριφορικών σημείων: έκφραση προσώπου, κίνηση, θέση, φώνηση, χρώμα δέρματος και εφίδρωση)
2. Αξιολόγηση της ικανότητας του ασθενούς να ανέχεται τα οπιοειδή

3. Οδηγίες για αποφάσεις αναλγητικής θεραπείας και καταγραφή.

Ως πολυδιάστατο εργαλείο ο αλγόριθμος PAIN φαίνεται να είναι κάτι παραπάνω από μια απλή κλίμακα μέτρησης του πόνου. Μπορεί να θεωρηθεί ως ένα εκπαιδευτικό εργαλείο για την αντιμετώπιση του πόνου [24].

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής, η αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών και η εγκυρότητα δομής (εννοιολογικής κατασκευής) δεν έχουν μετρηθεί για τη συγκεκριμένη κλίμακα [10, 24].

Εκτός αυτού το μέγεθος της κλίμακας PAIN και η μη σταθμισμένη μέθοδος αξιολόγησης που βασίζεται μόνο στην κρίση και την εμπειρία του νοσηλευτικού προσωπικού, περιορίζει την χρήση της στην κλινική πράξη.

2.9 Multidimensional Objective Pain Assessment Tool (MOPAT)

Η κλίμακα MOPAT (Multidimensional Observational Pain Assessment Tool) εμφανίστηκε πρώτη φορά στην αίθουσα ανάνηψης των χειρουργείων (αίθουσα μεταναισθητικής φροντίδας) [8].

Τροποποιήθηκε για να εξυπηρετήσει την μέτρηση δύο διαστάσεων του πόνου (συμπεριφορική και φυσιολογική) ώστε να χρησιμοποιηθεί σε ασθενείς που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά.

Η συμπεριφορική διάσταση αποτελείται από τέσσερα μέρη που βαθμολογούνται από το 0 (καμία εμφανής συμπεριφορά) ως το 3 (η πιο σοβαρή συμπεριφορά): 1) Ανησυχία, 2) Τεταμένοι μύες, 3) Εκφράσεις προσώπου, 4) Φώνηση.

MOPAT					
Behavioral Subscale					
Behavioral Pain Indicators	0 (None or Normal)	1 (Mild)	2 (Moderate)	3 (Severe)	
Restless	Quiet	Slightly restless (fidgety)	Moderately restless (tossing/turning)	Very restless (agitated, constant movement)	
Tense Muscles (Muscle Tension)	Relaxed	Slight tenseness (Guarding)	Moderate tenseness (sensitivity or mild resistance to movement)	Extreme tenseness (stiffness or total body rigidity)	
Frowning/Grimacing(Facial Expression)	No frowning or grimacing	Slight frowning or grimacing (furrowed brow)	Moderate frowning or grimacing	Constant frowning or grimacing	
Patient Sounds (Vocalization)(Record '4' if unable to vocalize)	Quiet	Sighs, groans, moans softly	Groans, moans loudly	Cries out or sobs	
Behavioral Score					
Physiological Subscale					
Physiological Pain Indicators	0 (Usual or No Change from Usual)		1 (Not Usual or Change from Usual)		
Heart Rate	Usual/No Change		Change from usual		
Respirations	Usual/No Change		Change from usual		
Diaphoresis	Usual/Absent		Present		
Physiological Score					
TOTAL SCORE					

Πίνακας 2-7: Πίνακας MOPAT

Η βαθμολογία κάθε μέρους στο τέλος αθροίζεται με τις υπόλοιπες ως ένα τελικό σκορ 0-12. Η κλίμακα MOPAT διαθέτει μια εναλλακτική φόρμουλα για ασθενείς που δεν έχουν φώνηση.

Η φυσιολογική διάσταση αποτελείται από τέσσερις φυσιολογικούς δείκτες: 1) Αρτηριακή πίεση, 2) Καρδιακή συχνότητα 3) Αναπνοή και 4) Εφίδρωση, κάθε ένας από τους οποίους βαθμολογείται από το 0 (φυσιολογική ή καμία αλλαγή

από την κανονική για τον ασθενή) ως το 1 (μη φυσιολογική ή διαφορετική από την κανονική για τον ασθενή).

Στο τέλος αθροίζονται ως ένα τελικό σκορ από 0-4.

Τα σκορ αυτών των δύο διαστάσεων αθροίζονται ως ένα τελικό MOPAT score από 0-16.

Στην αναθεωρημένη κλίμακα MOPAT έχει αφαιρεθεί το σκέλος «Αρτηριακή πίεση» διότι η συνεχής μέτρησή της προκαλεί πόνο. Αυτό το γεγονός άλλαξε το συνολικό σκορ της φυσιολογικής διάστασης σε ένα εύρος 0-3 και το συνολικό MOPAT score έγινε από 0-15. Βάσει αποτελεσμάτων μελετών η φυσιολογική διάσταση του MOPAT έχει υποστεί ορισμένες τροποποιήσεις. Το σκέλος «Εφίδρωση» δεν μετράται πλέον σε μονάδες εντατικής θεραπείας. Όσον αφορά αυτό είναι σε εξέλιξη διάφορες έρευνες [25, 26, 27, 28].

Πρόσφατα οι ψυχομετρικές ιδιότητες του MOPAT δοκιμάστηκαν σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς σε μία γενική ΜΕΘ [29]. Σύμφωνα με την μελέτη αυτή ο δείκτης αξιοπιστίας εσωτερικής συνοχής κυμαινόταν από 0,68-0,72. Η αξιοπιστία/συμφωνία μεταξύ παρατηρητών ήταν 68% για την συμπεριφορική διάσταση της κλίμακας και 80% για την φυσιολογική διάσταση. Τα αποτελέσματα όσον αφορά την εγκυρότητα δείχνουν ότι το MOPAT είναι ευαίσθητο εργαλείο για μέτρηση οξέως πόνου σε μη επικοινωνούντες ασθενείς και ότι είναι γρήγορο και εύκολο στη χρήση. Αυτά τα αποτελέσματα βασίζονται σε μια μοναδική μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε σε μικρό δείγμα ασθενών. Απαιτούνται περισσότερες μελέτες με μεγαλύτερο δείγμα ασθενών ΜΕΘ ώστε να καθιερωθεί το MOPAT στην κλινική πράξη.

2.10 Nociception Coma Scale

Motor response

- 3 Localization to painful stimulation
- 2 Flexion/withdrawal
- 1 Abnormal posturing
- 0 None/flaccid

Verbal response

- 3 Verbalization (intelligible)
- 2 Vocalization
- 1 Groaning
- 0 None

Visual response

- 3 Fixation
- 2 Eye movements
- 1 Startle
- 0 None

Facial expression

- 3 Cry
- 2 Grimace
- 1 Oral reflexive movement/startle response
- 0 None

The original Nociception Coma Scale (NCS) as developed by Schnakers, Chatelle, Vanhaudenhuyse, et al. (2010). The NCS-R omits the visual response item (Chatelle et al., 2012).

Πίνακας 2-8: Κλίμακα NCS

Η Nociception Coma Scale κλίμακα (NCS) αρχικά εμφανίστηκε στο Βέλγιο ως ένας τρόπος αξιολόγησης της «αίσθησης του πόνου» σε ασθενείς που ήταν σε φυτική κατάσταση ή σε κατάσταση ελάχιστης συνειδητότητας όπου δεν μπορούσαν οι ίδιοι να αναφέρουν τον πόνο τους [8]. Αποτελείται από τέσσερα μέρη: 1) Κινητική αντίδραση 2) Λεκτική αντίδραση 3) Οπτική αντίδραση 4) Εκφράσεις προσώπου. Κάθε ένα από αυτά βαθμολογείται από 0 έως 3 με το 0 να εκπροσωπεί το «καθόλου» και το 3 «αυξημένη αντίδραση» π.χ. εντόπιση σε επώδυνο ερέθισμα όσον αφορά την κινητική αντίδραση ή προσήλωση βλέμματος όσον αφορά την οπτική αντίδραση.

Η κλίμακα NCS αποτελεί μια προσέγγιση στην αξιολόγηση του πόνου που απευθύνεται σε μια συγκεκριμένη ομάδα ασθενών (π.χ. κωματώδεις ασθενείς)

η οποία είναι σημαντικά διαφορετική από τον τυπικό πληθυσμό των ασθενών που δεν επικοινωνούν με το περιβάλλον.

Οι αρχικές μελέτες συνέκριναν την κλίμακα NCS με άλλες γνωστές κλίμακες αξιολόγησης (π.χ. FLACC, PAIN κ.ά.) καταδεικνύοντας εγκυρότητα, αξιοπιστία και ευαισθησία. Παρατηρήθηκαν υψηλότερα σκορ σε ασθενείς που έχουν ελάχιστη συνειδητότητα που υποδεικνύουν την δυνατότητα εφαρμογής της κλίμακας σε διαταραχές συνείδησης.

Nociception Coma Scale Revised (NCS-R)

MOTOR RESPONSE

- 3 – Localization to noxious stimulation
 - 2 – Flexion withdrawal
 - 1 – Abnormal posturing
 - 0 – None/Flaccid
-

VERBAL RESPONSE

- 1 – Intelligible verbalization
 - 2 – Vocalization
 - 1 – Groaning
 - 0 – None
-

FACIAL EXPRESSION

- 3 – Cry
 - 2 – Grimace
 - 1 – Oral reflexive movement/Startle response
 - 0 – None
-

Πίνακας 2-9: Κλίμακα NCS Revised

Παρατηρώντας ότι το μέρος «οπτική αντίδραση» δεν ήταν ευαίσθητο και ότι όταν παραλείφθηκε σχεδόν διπλασιάστηκε η ευαισθησία της NCS, οι ερευνητές δημιούργησαν το NCS-R (revised). Παρόλη την έλλειψη ψυχομετρικών στοιχείων για το NCS-R, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το NCS-R ήταν αξιόπιστο και ευαίσθητο εργαλείο σε

ασθενείς με διαταραχές συνείδησης. Παρατηρήθηκε επίσης σημαντική μείωση του σκορ της κλίμακας NCS-R μετά την χορήγηση αναλγησίας [30].

Η κλίμακα NCS έχει τη δυνατότητα χρήσης σε δομές φιλοξενίας ασθενών σε κωματώδη κατάσταση αλλά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα όσον αφορά τις ψυχομετρικές ιδιότητες και την κλινική της χρησιμότητα σε διάφορους πληθυσμούς ασθενών.

2.11 Checklist of Nonverbal Pain Indicators (CNPI)

Write a 0 if the behavior was not observed and a 1 if the behavior occurred even briefly during activity or rest.		
	With movement	Rest
1. Vocal complaints; Non-verbal (Expression of pain, not in word, moans, groans, grunts, cries, gasps, sighs)		
2. Facial Grimaces/Winces (Furrowed brow, narrowed eyes, tightened lips, jaw drop, clenched teeth, distorted expressions),		
3. Bracing (Clutching or holding onto side rails, bed, tray table, or affected area during movement)		
4. Restlessness (Constant or intermittent shifting of position, rocking, intermittent or constant hand motions, inability to keep still)		
5. Rubbing (Massaging affected area)		
(In addition, record Verbal complaints), 6. Vocal complaints: Verbal (Words expressing discomfort or pain, "ouch," "that hurts"; cursing during movement or exclamations of protest (e.g. , stop; that's enough)		
Subtotal Scores		
Total Scores		

Πίνακας 2-10: Πίνακας CNPI

Η κλίμακα Checklist of Nonverbal Pain Indicators (CNPI) είναι μια λίστα έξι συμπεριφορών σχετιζόμενων με τον πόνο (λεκτική φώνηση, μη λεκτική φώνηση, γκριμάτσες, στήριξη, τρίψιμο και ανησυχία) που βαθμολογούνται ως

παρούσες (1) ή απούσες (0) τόσο στην ηρεμία όσο και κατά τη διάρκεια κίνησης (π.χ. μεταφορά από το κρεβάτι στην καρέκλα). Τα αποτελέσματα αθροίζονται για κάθε κατάσταση (ηρεμία και κίνηση) μέχρι ένα σκορ 0-6 και τελικά αθροίζονται μεταξύ τους ως ένα συνολικό σκορ 0-12.[8]

Εφόσον η συχνότητα εκδήλωσης κάποιας συμπεριφοράς σε ηρεμία είναι χαμηλή, η αξιοπιστία και η εγκυρότητα της κλίμακας CNPI αναφέρεται μόνο στην κίνηση. Ψυχομετρικά στοιχεία όσον αφορά την κλίμακα CNPI παρέχονται σε μια μελέτη [31]. Σε αυτή φαίνεται ότι η αξιοπιστία μεταξύ των παρατηρητών αγγίζει το 93% και ότι οι συμπεριφορές των ασθενών εμφανίζονται πιο συχνά κατά τη διάρκεια κινητοποίησής τους. Οι παρατηρούμενες συμπεριφορές έχουν θετική συσχέτιση με την αναφορά του ίδιου του ασθενούς για πόνο.

Η κλίμακα CNPI δεν έχει δοκιμαστεί σε διασωληνωμένους ασθενείς υπό καταστολή σε ΜΕΘ και το μέρος «φώνηση» της κλίμακας δεν εφαρμόζεται σε αυτό τον πληθυσμό, περιορίζοντας την χρήση της σε ΜΕΘ όπου υπάρχουν ασθενείς στους οποίους εφαρμόζεται παρηγορική αγωγή (ασθενείς σε προθανάτια κατάσταση).

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΛΛΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ

3.1 Ζωτικά σημεία

Η μέτρηση των ζωτικών σημείων, αρτηριακή πίεση (ΑΠ), καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) και αναπνευστική συχνότητα (ΑΣ) από τους νοσηλευτές στη ΜΕΘ αποτελεί συνήθη πρακτική λόγω του συνεχούς monitoring των ασθενών.

Διαπιστώθηκε σε μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς αύξηση της ΑΠ και ΚΣ κατά τη διάρκεια μιας επώδυνης διαδικασίας (αναρρόφηση) σε σχέση με πριν και μετά από αυτή τη διαδικασία [32].

Παρόλα αυτά η ίδια μελέτη κατέληξε στο ότι δεν υπάρχει σαφής συσχέτιση μεταξύ της αναφερόμενης από τον ίδιο τον ασθενή έντασης του πόνου και των τιμών ΑΠ και ΚΣ [32].

Η εγκυρότητα των ζωτικών σημείων ως μεθόδου αξιολόγησης του πόνου δεν υποστηρίζεται από προηγούμενες μελέτες εφόσον θεωρείται μια ασταθής μέτρηση. Αυτό σημαίνει ότι τα ζωτικά σημεία μπορούν να αλλάξουν σε ασθενείς της ΜΕΘ αναλόγως της κλινικής τους κατάστασης. Επίσης, αλλαγές στις φυσιολογικές παραμέτρους μπορούν να προκληθούν από φόβο, άγχος και άλλα ψυχολογικά ερεθίσματα ή μπορούν να κατασταλούν από την αναλγησία.

Η αδυναμία επικύρωσης τεκμηριώθηκε σε πολλές ΜΕΘ όπως καρδιοχειρουργικές, νευροχειρουργικές και γενικές μονάδες [33, 34, 35]. Σε όλες τις μελέτες τα ζωτικά σημεία δεν θεωρούνται αξιόπιστη μέτρηση. Οπότε, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή και σε συνδυασμό με

αντικειμενικές μετρήσεις (συμπεριφορικές κλίμακες) για αξιόπιστη και πλήρη πληροφόρησή μας όσον αφορά την ένταση του πόνου του ασθενούς [36].

3.2 Bispectral Index (BIS)

Η εγκεφαλική δραστηριότητα σε διαφορετικές περιοχές του φλοιού κατά τη διάρκεια πόνου ή επώδυνου ερεθίσματος μπορεί να μετρηθεί με μια εξειδικευμένη τεχνική που ονομάζεται Bispectral Index (BIS). Αποτελείται από μη επεμβατική τεχνολογία που παρέχει με την χρήση ηλεκτροδίων που τοποθετούνται στην μετωπιαία και κροταφική περιοχή μια τιμή δραστηριότητας φλοιού που κυμαίνεται από 0 (καθόλου φλοιϊκή δραστηριότητα) έως 100 (εντελώς ξύπνιος). [9]

Αυτή η τιμή υπολογίζεται από έναν ενσωματωμένο αλγόριθμο που επεξεργάζεται την εγκεφαλική δραστηριότητα (ηλεκτροεγκεφαλογραφία, ΗΕΓ) και την δραστηριότητα του πυραμιδικού μυός του προσώπου (ηλεκτρομυογραφία, ΗΜΓ) [37].

Η χρήση του BIS για την αξιολόγηση του πόνου έχει μελετηθεί στην ΜΕΘ και τα χειρουργεία.

Σε μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς διαπιστώθηκε μια αύξηση στην τιμή του BIS κατά τη διάρκεια επώδυνων διαδικασιών ρουτίνας όπως η αναρρόφηση από τον ενδοτραχειακό σωλήνα και η κινητοποίηση, που μπορεί να αναστραφεί με χορήγηση οπιοειδών, NMBA και κατασταλτικών φαρμάκων [37, 38, 39].

Η μέθοδος φαίνεται πολλά υποσχόμενη λόγω της ακρίβειάς της και της τεχνολογικής της αξίας. Μολαταύτα, λόγω του ότι το BIS δεν δημιουργήθηκε

αρχικά για να μετράει τον πόνο σε ΜΕΘ, προτείνεται περαιτέρω έρευνα με μεγαλύτερα δείγματα ασθενών ώστε να αποδειχθεί η χρησιμότητά του σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς.



Εικόνα 3-1: Bispectral Index (BIS) monitor

Πηγή: <https://www.sedationkit.com/product/bis-complete-2-channel-monitor/>

3.3 Αντανακλαστικό κόρης/μέτρηση κορών οφθαλμών (Pupillary Dilatation Reflex, PDR)

Το αντανακλαστικό διαστολής των κορών είναι ένα συμπαθητικό αντανακλαστικό που διευρύνει την κόρη ως απάντηση σε επώδυνο ερέθισμα.

Λόγω των απαντήσεων του του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε επώδυνα ερεθίσματα, οι αντιδράσεις των κορών έχουν μελετηθεί ως μέθοδος αξιολόγησης του πόνου.[9]

Αν και πρόσφατη έρευνα αποκάλυψε ένα αντανακλαστικό διαστολής των κορών λόγω χρήσης αντιεμετικών καθώς και λόγω υπερκαπνίας ή/και υποξίας, λίγα είναι γνωστά για την επίδραση διαφορετικών οπιοειδών, ηλικίας ή φύλου. Για την μέτρηση των χαρακτηριστικών των κορών και του προκαλούμενου από το φως αντανακλαστικού, χρησιμοποιείται σήμερα μια φορητή συσκευή. Μία πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι οι μετρήσεις του PDR (Pupillary Dilatation Reflex) κατά την διάρκεια στανταρισμένης εφαρμογής αλγεινού ερεθίσματος στο δέρμα μπορούν να ανιχνεύσουν το αποτέλεσμα της δράσης των οπιοειδών σε ασθενείς που λαμβάνουν αναισθησία με προποφόλη [59]. Η προποφόλη, η λιδοκαΐνη και οι νευρομυικοί αποκλειστές δεν επηρεάζουν την αντιδραστικότητα των κορών, σε αντίθεση με τα πτητικά αναισθητικά όπως το σεβοφλουράνιο και το δεσφλουράνιο. Η χορήγηση των συνήθως χρησιμοποιούμενων κατασταλτικών δεν έδειξε καταστολή του PDR μετά την ενεργοποίηση των Aδ και C νευρικών ινών [61]. Συνεπώς, η μυδρίαση που προκαλείται από αλγεινό ερέθισμα σε ασθενή υπό γενική αναισθησία μπορεί να μετρηθεί. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια χρόνιας θεραπείας με οπιοειδή παρατηρείται ανοχή στο αναλγητικό αποτέλεσμα και στην επίδραση στην καταστολή του αναπνευστικού, κάτι που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν όταν ερμηνεύουμε αποτελέσματα PDR.

Οι Barvais και συνεργάτες έδειξαν ότι οι μετρήσεις του PDR ως συνέπεια επώδυνου τετανικού ερεθίσματος (100 Hz) ήταν καλύτερος δείκτης για την τιτλοποίηση της ρεμιφεντανύλης από ότι οι αιμοδυναμικές μετρήσεις ή οι

μετρήσεις του BIS κατά τη διάρκεια χορήγησης προποφόλης με αντλία σε υγιείς ενήλικες [60].

Η υψηλή ευαισθησία, ειδικότητα και θετική συσχέτιση μεταξύ της μέτρησης του μεγέθους των κορών και των αποτελεσμάτων μέτρησης του πόνου, έχουν δειχθεί σε πολλούς μετεγχειρητικούς ασθενείς [40].

Μελέτες δείχνουν ότι το αντανακλαστικό διαστολής των κορών (pupillary dilatation reflex, PDR) μπορεί να προβλέψει την ποιότητα της αναλγησίας πριν προκληθεί πόνος με κάποια παρεμβατική πράξη στη ΜΕΘ [41].

Μολαταύτα, το PDR δεν είναι εξειδικευμένο για τον πόνο. Μερικές καταστάσεις όπως άγχος και φόβος έχουν παρόμοια αποτελέσματα και πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης [36].

Χρειάζονται περαιτέρω μελέτες για την χρήση του PDR σε ασθενείς που δεν επικοινωνούν λεκτικά.



Εικόνα 3-2: Pupillometer

Πηγή: <http://ramedix.com/catalog/neuro-critical-care/npi100pupillometer/>

3.4 Αγωγιμότητα του δέρματος

Η ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων της παλάμης είναι μια φυσιολογική αντίδραση σε μια αύξηση της συμπαθητικής δραστηριότητας λόγω συναισθηματικού stress. Αυτή η αντίδραση εμφανίζεται επιπλέον όταν εφαρμόζεται επώδυνο ερέθισμα στον οργανισμό οδηγώντας σε αυξημένο αριθμό διακυμάνσεων της αγωγιμότητας του δέρματος (Number of Skin Conductance Fluctuations, NSCF) [42, 43].

Για να μετρηθεί αυτή η ενεργοποίηση των παλαμιαίων ιδρωτοποιών αδένων η απάντηση στον πόνο (ή στο συναισθηματικό stress), χρησιμοποιούνται ένα monitor και ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στην παλαμιαία επιφάνεια του χεριού του ασθενούς. [44]

Στη ΜΕΘ αυτή η διαδικασία μελετήθηκε ως μέθοδος αξιολόγησης του πόνου. Παρατηρήθηκε ότι σε βαριά πάσχοντες διασωληνωμένους ασθενείς οι τιμές του NSCF αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια επώδυνου ερεθίσματος. Παρ'όλα αυτά τα δεδομένα του NSCF δεν συσχετίστηκαν με συμπεριφορές πόνου και εκφράσεις προσώπου σε αυτούς τους ασθενείς πράγμα που αποτελεί αδυναμία στην εγκυρότητα αυτής της μεθόδου. [44]

Μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε μετεγχειρητική ΜΕΘ απέδειξε ότι ο δείκτης αγωγιμότητας δέρματος στο αλγόμετρο (Skin Conductance Algesimeter Index, SCAI) και οι αιμοδυναμικές μεταβλητές (ΑΠ και ΚΣ) αυξήθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια επώδυνων διαδικασιών. Διαπιστώθηκε επίσης σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ του SCAI και του επιπέδου καταστολής (Ramsay Scale Scores), πράγμα που σημαίνει ότι όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο καταστολής, τόσο ελαττώνεται η ικανότητα

έκφρασης συμπεριφορών ως αποτέλεσμα πόνου. Βασισμένοι σε αυτά τα αποτελέσματα οι συγγραφείς διευκρίνησαν ότι το αλγόμετρο αγωγιμότητας δέρματος έχει καλές ιδιότητες για την διάγνωση πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς. [45]

Το γεγονός ότι το συμπαθητικό νευρικό σύστημα μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες περιορίζει την αξιοπιστία της αγωγιμότητας του δέρματος ως μεμονωμένης μεθόδου αξιολόγησης του πόνου. Χρειάζονται περαιτέρω μελέτες γι' αυτό το νέο εργαλείο ώστε να καθιερωθεί η χρήση του στην κλινική πράξη.



Εικόνα 3-3: Skin conductance algesimeter

Πηγή: <https://www.semanticscholar.org/paper/Guided-closed-loop-control-of-analgesia%3A-Are-we-yet-Ionescu-Copot/105891db91499e033f316088fe0b26c0f3491d5b/figure/1>

3.5 Perfusion Index (PI)

Η εκτίμηση του πόνου σε ασθενείς υπό καταστολή βασίζεται στην μέτρηση του δείκτη αιμάτωσης (perfusion index, PI) με ένα παλμικό οξύμετρο (Masimo Radical 7; Masimo Corp., Irvine, CA, USA). Στην μελέτη περιελήφθησαν 87 κατεσταλμένοι αλλά όχι διασωληνωμένοι ασθενείς σε μια χειρουργική ΜΕΘ. Το επίπεδο καταστολής αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας την Richmond Agitation Sedation Scale (RASS). Η ένταση του πόνου καθορίστηκε εφαρμόζοντας την συμπεριφορική κλίμακα πόνου για μη διασωληνωμένους ασθενείς (BPS-NI).

Σημειώθηκε το PI, η αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα και οι τιμές του RASS και του BPS-NI πριν και μετά την εφαρμογή σταθερού επώδυνου ερεθίσματος (αλλαγή της θέσης του ασθενούς). Ο πόνος συνήθως σχετίζεται με αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα οδηγώντας σε αγγειοσύσπαση. Το PI αυξάνεται με την αγγειοδιαστολή και ελαττώνεται με την αγγειοσύσπαση. Προηγούμενες μελέτες ανέφεραν συσχέτιση μεταξύ συμπαθητικής διέγερσης και μείωσης του PI. Το PI μειώθηκε με την τοποθέτηση συσκευών ελέγχου του αεραγωγού καθώς και με την εφαρμογή επώδυνου ερεθίσματος σε εθελοντές. Το PI αυξήθηκε σε καταστάσεις που οδηγούν σε αγγειοδιαστολή π.χ. εισαγωγή στην γενική αναισθησία, επιτυχημένα περιφερικά νευρικά blocks, επισκληρίδια blocks.

Στην μελέτη δεν παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των απόλυτων τιμών του PI και του BPS-NI. Μολαταύτα, οι αλλαγές σε αμφότερες τις μεταβλητές (ΔPI και ΔBPS-NI) μετά την εφαρμογή επώδυνου ερεθίσματος έδειξαν σημαντική συσχέτιση. [46]



Εικόνα 3-4: Masimo Radical 7 pulse oximeter

Πηγή: <https://www.masimo.com/products/continuous/radical-7/>

4. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΓΗΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟΥ

4.1 Γενικά

Η επίπτωση του μέτριου έως σοβαρού οξέως μετεγχειρητικού πόνου δεν έχει αλλάξει για πολλές δεκαετίες και ακόμα αναφέρεται μεταξύ 20% και 80%. Δυστυχώς ο πόνος από την φύση του είναι υποκειμενικό συναίσθημα και δύσκολο να μετρηθεί σε ασθενείς υπό γενική αναισθησία. Αυτό που μπορεί να μετρηθεί είναι η αλγαισθησία ή η παθοφυσιολογική απάντηση σε αυτή. Η αλγαισθησία σε αντίθεση με τον πόνο δεν είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα, αλλά η φυσιολογική επεξεργασία και αποκωδικοποίηση του επώδυνου ερεθίσματος.

Η επαρκής μέτρηση της αλγαισθησίας μπορεί να επιτρέψει στον αναισθησιολόγο την εξατομικευμένη τιτλοποίηση των αναλγητικών αποφεύγοντας την υπο ή υπερδοσολογία. Η σωστή αξιολόγηση του πόνου καθώς και η ενδεδειγμένη και εξατομικευμένη θεραπεία του πόνου μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια του ασθενούς και την τελική του έκβαση. Οι περισσότεροι αναισθησιολόγοι χρησιμοποιούν ακόμη τα ζωτικά σημεία (καρδιακή συχνότητα, συστολική αρτηριακή πίεση) ή την κινητική απάντηση ως αξιόπιστους δείκτες αλγαισθησίας στον μη επικοινωνούντα ασθενή υπό γενική αναισθησία.

Μέχρι σήμερα, πολλές συσκευές που κυκλοφορούν στο εμπόριο υπόσχονται μια πιο ακριβή απόδοση της αλγαισθησίας σε σχέση με τα παραδοσιακώς χρησιμοποιούμενα ζωτικά σημεία. Αν και τα συμπεράσματα για πολλές

μεθόδους μπορεί να είναι πρώιμα, καμία δεν φαίνεται έως τώρα να προσφέρει δυνατότητα ευρείας εφαρμογής [62].

4.2 Monitors που μετρούν μια παράμετρο

4.2.1 Δείκτης αναλγησίας–αλγαισθησίας (Analgesia nociception index, ANI, Mdoloris Medical Systems, Loos, France)



Εικόνα 4-1: Analgesia nociception index

Πηγή: <https://www.mdoloris.com/en/technologies/ani-analgesia-nociception-index/>

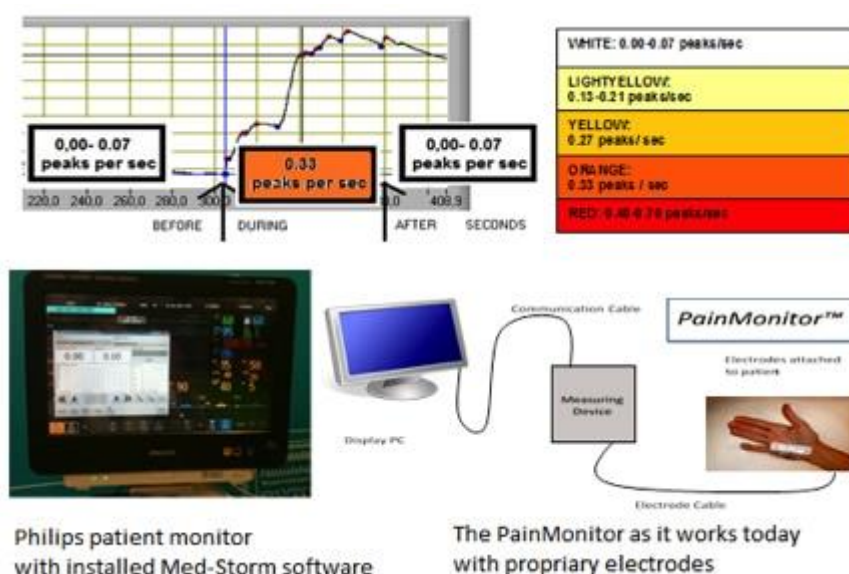
Ο δείκτης αναλγησίας-αλγαισθησίας (Analgesia Nociception Index, ANI) είναι ένα σκορ (0-100) βασισμένο στην ανάλυση της περιοχής κάτω από την καμπύλη του φάσματος υψηλής συχνότητας της διακύμανσης της καρδιακής συχνότητας (Heart Rate Variation, HRV).

Ο κατασκευαστής υποστηρίζει ότι υψηλότερα σκορ ANI αντικατοπτρίζουν υψηλότερη παρασυμπαθητική δραστηριότητα και συνεπώς μια κατάσταση μικρότερης απάντησης στο stress και λιγότερης αλγαισθησίας. Επίσης, το ANI

στοχεύει να αντισταθμίσει την επίδραση της αναπνευστικής συχνότητας που επηρεάζει το HRV. Έχει μελετηθεί τόσο σε ασθενείς σε εγρήγορση όσο και σε ασθενείς υπό γενική αναισθησία. Σε ασθενείς σε εγρήγορση ή σε μερική αναισθησία φαίνεται να επηρεάζεται από συναισθήματα ή άλλους περιορισμούς. Παρ'όλα αυτά ένα ANI από 50 και πάνω έχει φανεί ότι έχει υψηλή αρνητική προγνωστική αξία για την απουσία οξέως μετεγχειρητικού πόνου και πόνου σε ασθενείς ΜΕΘ.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν ενδείξεις για την κλινική χρησιμότητα της παρακολούθησης του ANI [62].

4.2.2 Δείκτης αγωγιμότητας δέρματος (Skin Conductance Algesimeter Index, MedStorm innovations, AS, Oslo, Norway)



Εικόνα 4-2: Skin Conductance Algesimeter Index

Πηγή: <https://med-storm.com/products/>

Η αξιολόγηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του δέρματος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι από καιρό γνωστό εργαλείο για την ποσοτικοποίηση του stress και θα μπορούσε να αποτελεί ένα επιπλέον 'ζωτικό σημείο' παρά ένα

εργαλείο μέτρησης πόνου. Υπό τον έλεγχο του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, πραγματοποιείται πλήρωση των παλαμιαίων και των πελματιαίων ιδρωτοποιών αδένων με ύδωρ. Μικροδιακυμάνσεις στην αγωγιμότητα δέρματος που προκαλούνται από γρήγορες αλλαγές στην αγωγιμότητα ύδατος των εξωκρινών αδένων, προσφέρουν μια εύκολα προσβάσιμη όψη στις ταχείες αλλαγές του συμπαθητικού τόνου. Ο αριθμός των μικροδιακυμάνσεων στην αγωγιμότητα του δέρματος ανά δευτερόλεπτο μπορεί να είναι ένας πιο ευαίσθητος δείκτης stress. Μολαταύτα υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα του δέρματος σε ξύπνιους ασθενείς. Κατά την διάρκεια αναισθησίας, η αγωγιμότητα φαίνεται να είναι μια σχετικά αδρή μέτρηση αλγαισθησίας και μπορεί να είναι περισσότερο χρήσιμη ως ειδοποίηση σε περίπτωση σημαντικού stress κατά τη διάρκεια του χειρουργείου.

Έως τώρα δεν υπάρχει καμία ένδειξη για πιθανό κλινικό πλεονέκτημα από την περιεγχειρητική χρήση του monitor αγωγιμότητας δέρματος [62].

4.2.3 Αξιολόγηση της αλγαισθησίας με μέτρηση της διαμέτρου των κορών των οφθαλμών (Pupillometric assessment of nociception, Algiscan, IDMed, Marseille, France)



Εικόνα 4-3: Algiscan

Πηγή: <https://www.idmed.fr/en/>

Όπως έχει αναφερθεί αναλυτικά παραπάνω, η διάμετρος των κορών των οφθαλμών και οι διακυμάνσεις της επηρεάζονται σημαντικά από την ισορροπία του ΑΝΣ.

Η αξιολόγηση της διαμέτρου των κορών και οι διακυμάνσεις της έχουν εξεταστεί για την πρόβλεψη πόνου, την διεγχειρητική παρακολούθηση της

αλγαισθησίας και του μετεγχειρητικού πόνου στην αίθουσα μεταναισθητικής φροντίδας καθώς και στην ΜΕΘ.

Όλες οι μελέτες έως τώρα είναι σχετικά μικρές και δεν έχουν εξαχθεί σαφή συμπεράσματα για την κλινική χρησιμότητα του monitoring της διαμέτρου των κορών των οφθαλμών [62].

4.2.4 Ουδός αλγαισθητικού ανατανακλαστικού κάμψης του ποδιού – Nociceptive flexion reflex threshold (NFTS Paintracker, Dolosys, Berlin, Germany)



Εικόνα 4-4: NFTS Paintracker

Πηγή: <https://www.dolosys.de/Products-EN.htm>

Η ουδός του αλγαισθητικού ανατανακλαστικού κάμψης (nociceptive flexion reflex, NFR) μπορεί να μετρηθεί π.χ. στο πόδι. Το NFR είναι ένα πολυσυναπτικό ανατανακλαστικό απόσυρσης που εκλύεται μετά την ενεργοποίηση των προσαγωγών Αδ ινών.

Για την ποσοτικοποίηση της ουδού του ανατανακλαστικού μετράται η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του δικέφαλου μηριαίου μύος κατά τη

διάρκεια εφαρμογής ποικίλης έντασης ηλεκτρικού ερεθίσματος στο σύστοιχο γαστροκνήμιο νεύρο. Βάσει της παρατηρούμενης δραστηριότητας, η ένταση του ερεθίσματος που απαιτείται για την έκλυση του NFR χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί η αλγαισθητική ουδός. Αυτή η ουδός μπορεί να αυξηθεί με αυξανόμενα επίπεδα αναλγησίας και μπορεί να προβλέψει ξαφνική κίνηση ως απάντηση σε επώδυνο ερέθισμα.

Η ουδός του NFR διαφέρει μεθοδολογικά από άλλες μεθόδους παρακολούθησης της αλγαισθησίας. Η σχετική ανεξαρτησία της από πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν την ισορροπία του αυτόνομου νευρικού συστήματος μπορεί να είναι σημαντικό πλεονέκτημα αλλά μπορεί να υποσκελιστεί από το περίπλοκο στήσιμο της μεθόδου και του περιορισμού στην πρόσβαση στο πόδι του ασθενούς κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης. Επιπρόσθετα, οι μελέτες που εξετάζουν την μέθοδο στο διεγχειρητικό περιβάλλον είναι εξαιρετικά περιορισμένες και μικρές. Συνεπώς, είναι πολύ νωρίς για να κρίνουμε την χρησιμότητα ή όχι του NFTS στην καθημερινή κλινική πράξη [62].

4.3 Monitors που μετρούν δύο παραμέτρους

4.3.1 Surgical pleth index (GE Healthcare, Helsinki, Finland)



Εικόνα 4-5: Surgical pleth index

Πηγή: <https://www.gehealthcare.co.uk/products/perioperative-care/adequacy-of-anaesthesia>

Σε αυτό το monitor το σκορ υπολογίζεται από την ενίσχυση του σφυγμικού κύματος και του διαλείμματος μεταξύ καρδιακών παλμών. Η εξίσωση για το σκόρ είναι: $SPI=100-(0,7 \times PPGA - norm + 0,3 \times HBI_{norm})$ στο οποίο το $PPGA_{norm}$ είναι η κανονικοποιημένη ενίσχυση του πληθυσμογραφικού σφυγμικού κύματος και το HBI_{norm} είναι το κανονικοποιημένο διάλειμμα μεταξύ καρδιακών παλμών. Το SPI φαίνεται να αντιπροσωπεύει μια συνδυασμένη αξιολόγηση της περιφερικής αγγειοσύσπασης και του καρδιακού τόνου. Σε σχέση με άλλες συσκευές που κυκλοφορούν στο εμπόριο το SPI δεν χρησιμοποιεί αναλώσιμα εφόσον όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες παρέχονται από το παλμικό οξύμετρο.

Το εύρος τιμών που συστήνεται από την εταιρεία για το διεγχειρητικό SPI είναι < 50 (κλίμακα 0 – 100) με τις χαμηλότερες τιμές να δείχνουν μικρότερη απάντηση σε stress/αλγαισθησία. Για τους ασθενείς διεγχειρητικά οι περισσότερες μελέτες έχουν δείξει ένα εύρος SPI 20 – 50 για να περιγράψουν ένα αποδεκτό επίπεδο αναλγησίας. Η μετεγχειρητική εγρήγορση έχει

επίδραση στο SPI τέτοια, ώστε να το καθιστά άχρηστο αυτή την χρονική στιγμή.

Η καθοδηγούμενη από το SPI αναισθησία φαίνεται να καταλήγει σε χαμηλότερη κατανάλωση οπιοειδών και μικρότερες χρονικές περιόδους εγρήγορσης σε πρόσφατες (μικρές) μετα-αναλύσεις. Παρ'όλα αυτά, άλλες μελέτες αναφέρουν αντικρουόμενα αποτελέσματα και η κλινική χρησιμότητα των περιγραφόμενων πλεονεκτημάτων μένει να ερευνηθεί περαιτέρω [62].

4.3.2 qNox (qCON 2000 Monitor, Quantium Medical Fresenius Kabi, Mataro, Spain)



Εικόνα 4-6: qNox

Πηγή: <https://quantiummedical.com/products/qcon2000/>

Το qCON monitor παρουσιάζει δύο ξεχωριστές κλίμακες: την qCON που αντικατοπτρίζει το βάθος αναισθησίας και το qNOX που αντικατοπτρίζει το βάθος της αναλγησίας. Το qCON φαίνεται να συσχετίζεται σχετικά καλά με άλλα monitors βάθους αναισθησίας όπως το BIS (Bispectral Index).

Η qNOX κλίμακα (0 – 99) είναι βασισμένη στο ηλεκτρομυογράφημα (ΗΜΓ) και ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) και φαίνεται να αντικατοπτρίζει την πιθανότητα μιας απάντησης (κίνηση) σε ένα επώδυνο ερέθισμα. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή ένα qNOX < 40 σημαίνει πολύ μικρή πιθανότητα, 40 – 60 μια μικρή πιθανότητα και > 60 μια μεγαλύτερη πιθανότητα απάντησης σε επώδυνο ερέθισμα.

Γενικά το qNOX προσφέρει μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική για την αξιολόγηση της αλγαισθησίας εφόσον δεν βασίζεται σε μέτρηση της περιφερικής αυτόνομης δραστηριότητας. Το γεγονός αυτό καθιστά αυτό το monitor πιο αξιόπιστο όσον αφορά την επίδραση τυχόν καρδιολογικής φαρμακευτικής αγωγής και συννοσηρότητας. Εντούτοις, χρειάζεται προσοχή με την χρήση νευρομυϊκών αποκλειστών γιατί μπορεί να επηρεάσει το τελικό σκορ αφού η συσκευή χρησιμοποιεί σήματα του ΗΜΓ.

Έως τώρα δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη λήψη σαφών συμπερασμάτων όσον αφορά την χρησιμότητα του qNOX [62].

4.4 Monitors που μετρούν πάνω από δύο παραμέτρους

4.4.1 NOL (nociception level) index (Medasense, Ramat Gan, Israel)



Εικόνα 4-7: NOL (Nociception Level) index

Πηγή: <https://medasense.com/nol-index>

Μέχρι τώρα το NOL (nociception level) μπορεί να είναι το μόνο διαθέσιμο στο εμπόριο αληθώς πολυπαραμετρικό monitor για την αναλγησία. Όλοι οι αισθητήρες είναι ενσωματωμένοι σε ένα clip δαχτύλου παρόμοιου με το παλμικό οξύμετρο και συνεπώς είναι εύκολο στην χρήση.

Δεν είναι ξεκάθαρο εάν και πώς η θερμοκρασία και τα δεδομένα του επιταχυνσιόμετρου χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του τελικού σκορ εφόσον οι πιο πρόσφατες μελέτες δεν το αναφέρουν.

Το NOL χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει διεγχειρητικά επώδυνα ερεθίσματα σε ασθενή υπό γενική αναισθησία και παρουσιάζει πιο γρήγορη αντίδραση σε σχέση με την καρδιακή συχνότητα ή την μέση αρτηριακή πίεση.

Κατά την διάρκεια γενικής αναισθησίας το NOL καλό είναι να διατηρείται μεταξύ 10 – 25. Έως τώρα δεν υπάρχουν μελέτες για την χρήση του NOL σε ασθενείς σε εγρήγορση ή σε ασθενείς ΜΕΘ.

Αν και το NOL φαίνεται να έχει καλύτερη αντίδραση σε επώδυνα ερεθίσματα σε σχέση με τα κλασσικά ζωτικά σημεία, δεν είναι ξεκάθαρο εάν αυτό από μόνο του αποτελεί ένα κλινικά σημαντικό όφελος.

Η έως τώρα έλλειψη πλήρως ανεξάρτητων μελετών, δεν επιτρέπει ξεκάθαρη εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά την κλινική του χρησιμότητα [62].

Πίνακας 4-1: Συγκεντρωτικός Πίνακας Για Monitors Αλγαισθησίας στο Χειρουργείο [62]

ΜΟΝΟΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ	
Monitor	ANI
Κλίμακα	0-100
Αρχή μέτρησης	Καρδιακός τόνος παρασυμπαθητικού.
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	Πιθανή αρνητική προγνωστική αξία (ANI<43 στο τέλος του χειρουργείου) για την απουσία σημαντικού μετεγχειρητικού πόνου, μπορεί να 'αντιδράσει' εντονότερα σε επώδυνα ερεθίσματα σε σχέση με τον κλασικό αιμοδυναμικό έλεγχο αλλά υπάρχει διχογνωμία μεταξύ των ερευνητών.
Σχόλια	Υπάρχουν αρκετές δημοσιεύσεις. Μπορεί να είναι καλύτερο για τον αποκλεισμό σημαντικού πόνου.
Monitor	Skin conductance algesimeter index
Κλίμακα	Αριθμός διακυμάνσεων στην αγωγιμότητα δέρματος/sec.
Αρχή μέτρησης	Περιφερικός (δέρμα) τόνος συμπαθητικού.
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	NFSC>0,2 μπορεί να σχετίζεται με σοβαρή αλγαισθησία και κατά το τέλος του χειρουργείου με σημαντικό μετεγχειρητικό πόνο. Επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες (π.χ. αφύπνιση) και περιορίζεται η χρήση του σε ξύπνιους ασθενείς.
Σχόλια	Εύκολο στην χρήση αλλά το NFSC φαίνεται να αντιδρά κυρίως σε υψηλότερα επίπεδα stress/ αλγαισθησίας.
Monitor	Pupillometry
Κλίμακα	Απόλυτη μέτρηση ή μεταβολή του εύρους των κορών των οφθαλμών (mm%).
Αρχή μέτρησης	Συμπαθητικός τόνος (νεύρωση κορών οφθαλμών).
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	Η καθοδηγούμενη από την μέτρηση της διαμέτρου των κορών αναλγησία μπορεί να μειώσει την κατανάλωση των οπιοειδών και τον επίμονο πόνο. Μπορεί να προβλέψει την αντίδραση στα οπιοειδή μετεγχειρητικά. Επηρεάζεται από το βάθος της αναισθησίας. Μπορεί να προβλέψει την απάντηση σε επώδυνα ερεθίσματα στην ΜΕΘ.
Σχόλια	Υποσχόμενα αποτελέσματα αλλά απαιτεί επαναλαμβανόμενη πρόσβαση

σε ανοιχτό οφθαλμό.

Monitor	NFRT
Κλίμακα	mA
Αρχή μέτρησης	Αντανακλαστικό κάμψης άκρου ποδός τροποποιούμενο από το επίπεδο αναλγησίας.
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	Μπορεί να συμβάλει στην πρόβλεψη απάντησης σε επώδυνο ερέθισμα. Περιορισμένη προγνωστική αξία για μετεγχειρητικό πόνο όταν μετράται στο τέλος του χειρουργείου.
Σχόλια	Το NFRTS είναι ένα γνωστό εργαλείο για την έρευνα του πόνου, αλλά η περιεγχειρητική του χρήση στην καθημερινή κλινική πράξη δεν είναι καλά μελετημένη.

ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΔΥΟ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Monitor	Surgical pleth index (SPI)
Κλίμακα	0-100
Αρχή μέτρησης	Περιφερικός αγγειακός και καρδιακός συμπαθητικός τόνος.
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	Μετα-αναλύσεις δείχνουν ότι η βασισμένη στο SPI αναλγησία οδήγησε σε χαμηλότερη κατανάλωση οπιοειδών και συντομότερο χρόνο αποσωλήνωσης. Υπάρχει διχογνωμία όσον αφορά την πρόβλεψη οξέως μετεγχειρητικού πόνου. Το 'ιδανικό' σκορ κατά την διάρκεια του χειρουργείου μπορεί να επηρεαστεί από την ηλικία και πιθανόν να είναι κοντά στο 30. Ο κατασκευαστής δεν συστήνει χρήση του σε ασθενείς σε εγρήγορση.
Σχόλια	Καλά μελετημένο αλλά οι οδηγίες για το ιδανικό εύρος του SPI δεν είναι επικυρωμένες. Το μοναδικό monitor που δεν χρειάζεται αναλώσιμα.

Monitor	qNOX
Κλίμακα	0-99
Αρχή μέτρησης	Ηλεκτρομυογραφικά/ηλεκτροεγκεφαλογραφικά μοτίβα σχετιζόμενα με την αλγαισθησία.
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	Μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη πιθανής κίνησης ως αντίδραση σε ερέθισμα.
Σχόλια	Έως τώρα ανεπαρκή στοιχεία ώστε να βγουν σαφή συμπεράσματα για την περιεγχειρητική του χρήση και τα οφέλη της.

ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ	
Monitor	Nociception level (NOL) index
Κλίμακα	0-100
Αρχή μέτρησης	Τέσσερις παράμετροι: γαλβανική απόκριση δέρματος (συμπαθητικός τόνος), πληθυσμογραφικό κύμα παλμού (συμπαθητικός αγγειακός τόνος), θερμοκρασία και επιταχυνσιόμετρο (ασαφής συσχέτιση με την αλγαισθησία).
Παρακολούθηση αλγαισθησίας/πόνου	Μπορεί να διακρίνει το επώδυνο ερέθισμα ελαφρώς καλύτερα από ότι οι κλασσικές αιμοδυναμικές παράμετροι. Το ιδανικό διεγχειρητικό NOL μπορεί να είναι 10-25.
Σχόλια	Οι πολλαπλές παράμετροι μπορεί να αυξήσουν την ακρίβεια, αλλά έως τώρα λίγα στοιχεία υπάρχουν για κλινική συσχέτιση.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε τονίζει την χρήση έγκυρων και δοκιμασμένων εργαλείων για την αξιολόγηση του πόνου σε μηχανικά αερίζομενους ασθενείς υπό καταστολή.

Φαίνεται ότι οι συμπεριφορικές κλίμακες είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι και ακολουθεί η εκτίμηση των ζωτικών σημείων. Αυτοί η τελευταία μέθοδος αξιολόγησης του πόνου θεωρείται αναξιόπιστη εφόσον ο πόνος δεν είναι το μόνο φαινόμενο που μπορεί να μεταβάλλει τις φυσιολογικές παραμέτρους.

Όσον αφορά τις συμπεριφορικές κλίμακες, οι κλίμακες BPS (Behavioral Pain Scale) και CPOT (Critical Care Pain Observation Tool) θεωρούνται οι πιο έγκυρες και αξιόπιστες συμπεριφορικές κλίμακες για την παρακολούθηση του πόνου σε παθολογικούς, μετεγχειρητικούς και τραυματίες ασθενείς (εξαιρούνται κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις) σε ΜΕΘ ενηλίκων που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν λεκτικά.

Σε σχέση με την κλίμακα NVPS (Non Verbal Pain Scale) οι κλίμακες BPS και CPOT έχουν υψηλότερη αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών και εσωτερική συνοχή, παρόλο που και οι τρεις έχουν καλές ψυχομετρικές ιδιότητες. Η κλίμακα BPS έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών σε μη διασωληνωμένους ασθενείς. Είναι δύσκολη η εκτίμηση ασυγχρονίας με τον αναπνευστήρα και συγχρόνως η παρατήρηση του προσώπου και του σώματος, σε αντίθεση με την κλίμακα CPOT που η ακρόαση των alarms μπορεί να είναι μία χρήσιμη εναλλακτική.

Όσον αφορά τον δείκτη Cronbach- α που αντικατοπτρίζει την εσωτερική συνοχή δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των κλιμάκων BPS και CPOT ενώ είναι σημαντικά χαμηλότερος για την κλίμακα NVPS.

Όσον αφορά την ευκολία στην εφαρμογή των συμπεριφορικών κλιμάκων, φαίνεται ότι η BPS είναι πιο εύκολο να απομνημονευτεί σε σχέση με τις άλλες κλίμακες. Οι κλίμακες BPS και CPOT μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε διασωληνωμένους όσο και σε αποσωληνωμένους ασθενείς σε αντίθεση με την κλίμακα NVPR που δεν έχει κατασκευαστεί ούτε σταθμιστεί για μη διασωληνωμένους ασθενείς.

Η κλίμακα NPAT έχει αξιολογηθεί με την χρήση μεγάλου αριθμού ασθενών, αυτό όμως έχει πραγματοποιηθεί σε μια μελέτη [16]. Υπέστη τρεις αναθεωρήσεις από τους ίδιους τους κατασκευαστές προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών. Η τελική της μορφή παρουσιάζει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, απαιτούνται ωστόσο περαιτέρω μελέτες.

Η κλίμακα FLACC αποτελεί «εργαλείο αναφοράς» για βρέφη και μικρά παιδιά, καθώς θεωρείται αξιόπιστη, έγκυρη και μπορεί να αναγνωρίσει την παρουσία του πόνου σε αυτό τον πληθυσμό. Παρότι αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη συμπεριφορικών κλιμάκων για μη επικοινωνούντες ασθενείς (πρβλ NVPS), η εγκυρότητά της δεν έχει σταθμιστεί σε ενήλικο πληθυσμό. [14]

Η διακριτική εγκυρότητα των εργαλείων όπως αυτή επισημάνθηκε σχετικά με την ικανότητά τους να διακρίνουν την παρουσία του πόνου, ήταν στατιστικά σημαντική σε όλες τις κλίμακες με εξαίρεση την κλίμακα NPAT για την οποία δεν υπήρξαν τέτοια δεδομένα. Σε όλες τις περιπτώσεις ποσοτικοποιήθηκε ο πόνος κατά τη διάρκεια επώδυνων διαδικασιών, όπως η ενδοτραχειακή

αναρρόφηση, η αλλαγή θέσης στην κλίνη και η φλεβοκέντηση και συγκρίθηκε με τα αποτελέσματα για μη επώδυνες διαδικασίες, όπως η τοποθέτηση αντιθρομβωτικών καλτσών, η αλλαγή επιθεμάτων κεντρικού φλεβικού καθετήρα, η περιποίηση των οφθαλμών και η αναίμακτη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης [47, 48, 49].

Οι μετρήσεις στις περισσότερες μελέτες καταγράφηκαν συγκριτικά τόσο μεταξύ των παρεμβάσεων, επώδυνες με ανώδυνες, όσο και μεταξύ των βημάτων της διαδικασίας. Ο προβληματισμός που εγείρεται σε αυτού του είδους τις συγκρίσεις, ωστόσο, είναι το πώς επιλέγονται οι παρεμβάσεις που θεωρούνται ανώδυνες και πώς μπορεί να θεωρηθεί ότι ο ασθενής που βρίσκεται σε ηρεμία δεν πονά. Οι ασθενείς που νοσηλεύονται σε ΜΕΘ υφίστανται μια σειρά συνεχών παρεμβάσεων και είναι υπό ιδιαίτερες συνθήκες, όπως η παρατεταμένη ακινησία, η επεμβατική παρακολούθηση και η παρουσία καθετήρων που επιτείνουν το αίσθημα του πόνου και της δυσανεξίας. Περαιτέρω μελέτες απαιτούνται προκειμένου να αποκτήσουν οι κλίμακες πόνου διακριτική ικανότητα και σε μικρής έντασης πόνο ή σε μικρές μεταβολές μέσα στο περιβάλλον εντατικής νοσηλείας.

Οι επαγγελματίες υγείας σήμερα αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα της ικανοποιητικής διαχείρισης του πόνου και την έχουν ήδη υιοθετήσει ως το πέμπτο ζωτικό σημείο. Οι προσπάθειες για την ανάπτυξη εργαλείων αξιολόγησης του πόνου συναντούν εμπόδια ως προς την ρεαλιστική εφαρμογή τους στην καθημερινή κλινική πράξη. Μια πρόσφατα δημοσιευμένη μελέτη [50] αναλύει τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν νοσηλευτές όταν χρησιμοποιούν κλίμακες αξιολόγησης του πόνου για ασθενείς που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν.

Οι δυσκολίες που αναφέρονται σε αυτή την μελέτη ήταν: «ξεχασμένη προτεραιότητα», «εμπόδια οργάνωσης», «εμπόδια γνώσης», «εμπόδια συμπεριφοράς» που αντιπροσωπεύουν εσωτερικούς (προσωπικούς) και εξωτερικούς (καθημερινή ρουτίνα) λόγους για χαμηλής ποιότητας αξιολόγηση του πόνου.

Παρά την ευρύτατη χρήση τους υπάρχουν ακόμα κάποια εμπόδια για την χρήση συμπεριφορικών κλιμάκων στη ΜΕΘ όπως η έλλειψη γνώσης και ο σκεπτικισμός όσον αφορά τις ενδείξεις ή το όφελος.

Από την άλλη πλευρά, οι συμπεριφορικές κλίμακες αξιολόγησης του πόνου έχουν μερικούς περιορισμούς που παρεμποδίζουν την χρήση της σε συγκεκριμένες κλινικές συνθήκες όπως μειωμένη μυϊκή δραστηριότητα λόγω φαρμάκων ή κάποιων ασθενειών που περιορίζουν τις κινήσεις του σώματος. Επιπλέον, υπάρχει πιθανότητα προκατάληψης σχετιζόμενης με την κρίση του εκάστοτε παρατηρητή.

Όπως έχει προαναφερθεί τα ζωτικά σημεία του ασθενούς δεν είναι ειδικά για πόνο γιατί μπορεί να επηρεαστούν από παράγοντες σχετιζόμενους με stress ή από τη χορήγηση φαρμάκων (π.χ. κατασταλτικών, οπιοειδών, αγγειοδραστικών παραγόντων) [47, 51, 52].

Δεδομένου ότι υπάρχει συγκεκριμένη σχέση μεταξύ του πόνου και του αισθητικού συστήματος, η απάντηση της φλοιϊκής διέγερσης είναι γνωστή ένδειξη πόνου. Η παρακολούθηση του BIS (bispectral index) χρησιμοποιείται ως πιθανό εργαλείο για την αξιολόγηση του πόνου [53]. Οι περισσότερες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ένα αλγινό ερέθισμα προκαλεί σημαντική αύξηση στο BIS. Αν και το BIS φαίνεται να είναι ευαίσθητο στην

ανίχνευση αλγαισθησίας, μένει να καταδειχθεί αν αυτή η αύξηση είναι ικανοποιητικά ειδική ώστε να είναι κλινικά χρήσιμη για την αξιολόγηση του πόνου στο περιβάλλον της ΜΕΘ. Επιπλέον υπάρχει έλλειψη μελετών που να περιλαμβάνουν αναλυτικά την φαρμακευτική αγωγή που λαμβάνουν οι ασθενείς (καταστολή, αναλγησία, νευρομυϊκοί αποκλειστές). Είναι πού σημαντικό να καταγραφούν αυτοί οι παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση. Ένα άλλο μειονέκτημα των μελετών που πραγματοποιούνται στις ΜΕΘ είναι η έλλειψη ανάλυσης μεταξύ των αποτελεσμάτων του BIS και του ηλεκτρομυογραφήματος (ΗΜΓ) [37]. Συνεπώς δεν είναι εύκολο να διευκρινιστεί εάν η άνοδος της τιμής του BIS κατά τη διάρκεια επώδυνων παρεμβάσεων οφείλεται στο επώδυνο ερέθισμα και/ή προκαλείται από το παρεμβαλλόμενο αποτέλεσμα της αύξησης της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας [51]. Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα τέθηκε από τον Arbour και συνεργάτες [55] που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν σε μελλοντικές μελέτες. Στην μελέτη τους που περιλάμβανε 40 άτομα (21 άνδρες και 19 γυναίκες) παρατήρησαν ότι οι γυναίκες έδειξαν υψηλότερες παρεμβολές στο ΗΜΓ σε σχέση με τους άνδρες. Αυτή η παρατήρηση μπορεί να σημαίνει πιθανές διαφορές φύλου στην δραστηριότητα του BIS που πιθανόν να εξηγεί την παρατηρούμενη διακύμανση των αποτελεσμάτων. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία δικαιολογεί την ανάγκη διενέργειας περαιτέρω μελετών για την υποστήριξη της χρήσης του BIS στην ΜΕΘ.

Μια άλλη μέθοδος που αναπτύχθηκε για την ανίχνευση του πόνου σε μη επικοινωνούντες ασθενείς είναι η μέτρηση της αντιδραστικότητας της κόρης του οφθαλμού, η οποία βασίζεται στο αντανακλαστικό διαστολής της κόρης ως απάντηση σε επώδυνο ερέθισμα. Μια μελέτη των Constant και

συνεργατών [56] επιβεβαιώνει ότι το PDR (pupillary dilatation reflex) είναι ένας πρώιμος και περισσότερο ευαίσθητος δείκτης αναλγησίας σε σχέση με αιμοδυναμικές αλλαγές ή με το BIS σε παιδιά υπό γενική αναισθησία. Επίσης υπάρχουν μελέτες [40] τα αποτελέσματα των οποίων δείχνουν ότι η μέτρηση της διακύμανσης της διαμέτρου της κόρης του οφθαλμού που προκαλείται από ένα τυποποιημένο επώδυνο ερέθισμα μπορεί να παράσχει έναν χρήσιμο αντικειμενικό δείκτη αναλγησίας. Επιβεβαιώνεται από μελέτες ότι το μέγεθος της κόρης του οφθαλμού έχει υψηλή ανταπόκριση στον πόνο και είναι πιο ευαίσθητο εργαλείο συγκρινόμενο με άλλες φυσιολογικές παραμέτρους [52]. Θα πρέπει όμως να αξιολογείται η διακύμανση της διαμέτρου της κόρης και όχι η απόλυτη τιμή διότι μπορεί να επηρεάζεται από διάφορες καταστάσεις (φάρμακα, φως κτλ.). Η δροπεριδόλη και η μετοκλοπραμίδη συστέλλουν την κόρη και ελαττώνουν το PDR που προκαλείται από ένα επώδυνο ερέθισμα. Η κλονιδίνη επίσης επηρεάζει τις κεντρικές νοραδρενεργικές λειτουργίες. Επίσης οι ασθενείς με τραυματική εγκεφαλική βλάβη μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Τέλος, υπάρχει μια φυσιολογική ταλάντωση του PDR (10%) σε απουσία επώδυνου ερεθίσματος. Οι διακυμάνσεις της κόρης που προκαλούνται από αυτό το φαινόμενο μπορεί να μην είναι πολύ σημαντικές, αλλά δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί ότι δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων [41]. Περαιτέρω έρευνα ενθαρρύνεται για να περιγραφεί η χρήση του PDR σε συγκεκριμένες συνθήκες μη επικοινωνούντων ασθενών σε ΜΕΘ.

Είναι γνωστό ότι το συναισθηματικό stress σχετίζεται με αυξημένη δραστηριότητα στο συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Αυτή η αυξημένη δραστηριότητα περιλαμβάνει την ενεργοποίηση ιδρωτοποιών αδένων της

παλάμης των χεριών. Τα εξωγενώς χορηγούμενα αγγειοδραστικά και ινότροπα φάρμακα όπως η επινεφρίνη, η νορεπινεφρίνη και η δοβουταμίνη δεν περνάνε τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και έχουν μικρή επίδραση στους μουσκαρινικούς υποδοχείς. Συνεπώς δεν έχουν σημαντική επίδραση στην ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων της παλάμης.

Για να μετρηθεί η αντίδραση των ιδρωτοποιών αδένων της παλάμης στο συναισθηματικό stress, αναπτύχθηκε και αξιολογήθηκε μια μέτρηση της διακύμανσης της αγωγιμότητας του δέρματος (Number of Skin Conductance Fluctuations, NCSF) [42, 43].

Παρατηρήθηκε ότι ασθενείς της ΜΕΘ που ήταν ξύπνιοι και είχαν επίγνωση της σοβαρότητας της ασθένειάς τους και της παρουσίας τους στην ΜΕΘ είχαν μεγαλύτερο συναισθηματικό stress που πιθανά επηρέαζε την απάντηση NCSF σε επώδυνο ερέθισμα. Αντιθέτως, οι διασωληνωμένοι ασθενείς που λάμβαναν καταστολή και αναλγησία δεν είχαν επίγνωση της βαριάς κατάστασης, συνεπώς είχαν μικρότερο συναισθηματικό stress.

Το NCSF φαίνεται να αντικατοπτρίζει την δυσφορία και όχι μόνο τον πόνο πράγμα που αποτελεί περιορισμό στην μέτρηση του πόνου και μόνο.

Υπάρχει μια μελέτη σε μετεγχειρητικούς ασθενείς ΜΕΘ, η οποία κατέδειξε ότι ο αλγομετρικός δείκτης αγωγιμότητας δέρματος (SCAI, Skin Conductance Algesimeter Index) και αιμοδυναμικές παράμετροι αυξήθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια επώδυνων παρεμβάσεων [45]. Η συσχέτιση μεταξύ του SCAI και της Ramsay Scale ήταν αρνητική και σημαντική. Η λογική εξήγηση είναι ότι όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο καταστολής, τόσο χαμηλότερη η ικανότητα έκφρασης συμπεριφορών πόνου. Η παραπάνω μελέτη απέδειξε ότι ο SCAI

μπορεί να είναι ένα πιο ειδικό και ευαίσθητο εργαλείο μέτρησης πόνου σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς σε σχέση με άλλες υπάρχουσες μεθόδους.

Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να διαπιστωθεί αν η παρακολούθηση της διακύμανσης της αγωγιμότητας του δέρματος μπορεί να βοηθήσει τους εντατικολόγους στην γενικότερη διαχείριση του συναισθηματικού stress λόγω πόνου ή άλλων αρνητικών συναισθημάτων.

Η σχέση μεταξύ του PI (perfusion index) και του πόνου έχει αναφερθεί ήδη σε δύο προηγούμενες μελέτες. Οι Nishimura και συνεργάτες [57] βρήκαν μια σημαντική μείωση του PI ως απάντηση σε επώδυνο ερέθισμα σε υγιείς ανθρώπους. Οι Hoiseth και συνεργάτες [58] αναφέρουν ένα παρόμοιο εύρημα σε εθελοντές μετά από ερέθισμα έκθεσης σε παγωμένο ύδωρ. Δεν υπάρχουν προηγούμενες μελέτες όσον αφορά την επίδραση του πόνου στο PI σε ασθενείς ΜΕΘ.

Το γεγονός ότι ενώ υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών του ΔPI και ΔBPS-NI, δεν έχει βρεθεί αντίστοιχη συσχέτιση μεταξύ των απόλυτων τιμών τους, πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή ασυμμετρία των τιμών PI οι οποίες συνήθως δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Η εκτίμηση του πόνου βασίζεται συνήθως σε υποκειμενικά συστήματα αξιολόγησης και ερωτηματολόγια που χρειάζονται την εγρήγορση και εκπαίδευση του ασθενούς. Συνήθως οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς δεν είναι συνεργάσιμοι. Συνεπώς η αξιολόγηση του πόνου σε αυτό τον πληθυσμό είναι συνήθως δύσκολη. Η μέτρηση του δείκτη αιμάτωσης με παλμικό οξύμετρο μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο. Χρειάζονται όμως περαιτέρω τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες σε διάφορες υποομάδες βαρέως πασχόντων ασθενών υπό μηχανικό αερισμό των πνευμόνων, ώστε να επικυρωθούν τα ευρήματα.

Τα διαθέσιμα μέσα για την αξιολόγηση της αλγαισθησίας διεγχειρητικά βασίζονται στην ανίχνευση μίας (Analgesia Nociception Index [ANI], Skin Conductance, pupillometry και nociceptive flexion reflex [NFR] threshold) ή δύο (surgical pleth index [SPI] και qNOX) φυσιολογικών παραμέτρων. Η μοναδική πολυπαραγοντική προσέγγιση θα μπορούσε να είναι το nociception level (NOL) index.

Δυστυχώς, όλες οι προαναφερθείσες προσεγγίσεις έχουν σημαντικούς περιορισμούς. Η αφύπνιση και τα συναισθήματα είναι παράγοντες που προκαλούν σύγχυση όσον αφορά την ισορροπία του αυτόνομου νευρικού συστήματος (αν και σε μικρότερο βαθμό σε ασθενείς υπό γενική αναισθησία) [64]. Αυτό εξηγεί γιατί η 'απάντηση' του συμπαθητικού συστήματος στον οξύ μετεγχειρητικό πόνο είναι λιγότερο γραμμική και περισσότερο απρόβλεπτη [69]. Η λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος επηρεάζεται επίσης από μια πληθώρα φαρμάκων και διεγχειρητικά χρησιμοποιούμενων ουσιών όπως οι β-αποκλειστές, αγγειοδραστικά φάρμακα ή η ατροπίνη [65]. Η πιθανή παρουσία βηματοδότη ή καρδιακών αρρυθμιών επίσης προκαλούν σύγχυση [65]. Επίσης, οι αλλαγές στον ενδαγγειακό όγκο όπως π.χ. με την χορήγηση υγρών, μπορεί να επηρεάσουν κάποια σκορ [66].

Η ακρίβεια του monitoring της αλγαισθησίας μπορεί να επηρεαστεί από τον τύπο της γενικής αναισθησίας, εφόσον έχουν περιγραφεί σημαντικές διαφορές στην απάντηση stress κατά την διάρκεια ολικής ενδοφλέβιας αναισθησίας σε σχέση με αναισθησία με πτητικά [67]. Επειδή ο τόνος του αυτόνομου νευρικού συστήματος αλλάζει με την γήρανση, η ηλικία είναι ένας άλλος περιοριστικός παράγοντας [68]. Η αξιολόγηση της διαμέτρου των κορών μπορεί να παρεμποδιστεί από την μύση που προκαλούν τα οπιοειδή και οι νευρομυικοί

αποκλειστές μπορεί να δυσχεράνουν την παρακολούθηση ηλεκτρομυογραφικών αλλαγών σε monitors όπως το qNOX [63]. Μέθοδοι όπως η nociceptive flexion reflex (NFR) threshold, είναι λιγότερο επιρρεπείς στην δράση της διεγχειρητικής φαρμακευτικής αγωγής (με εξαίρεση τους νευρομυϊκούς αποκλειστές) αλλά η περιορισμένη πρόσβαση στο πόδι του ασθενούς μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για την συχνή χρήση του.

Η αντιμετώπιση του πόνου σχετίζεται απόλυτα με την αξιολόγηση του πόνου. Η μέτρηση σημείων πόνου (συμπεριφορές, αιμοδυναμικές παράμετροι κλπ) συνιστώνται για να εφαρμοστεί η ενδεδειγμένη αναλγητική παρέμβαση. Αυτό θα πρέπει να είναι πρακτική ρουτίνας για όλους τους επαγγελματίες υγείας, κυρίως αυτούς που βρίσκονται σε άμεση επαφή με τους ασθενείς (γιατρούς, νοσηλευτές, φυσιοθεραπευτές).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτή η ανασκόπηση έδειξε ότι αντικειμενικές μετρήσεις, όπως συμπεριφορικές κλίμακες πόνου, είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες σε ενήλικες που δεν είναι σε θέση να επικοινωνήσουν λεκτικά ώστε να αξιολογήσουν οι ίδιοι τον πόνο τους. Οι ψυχομετρικές ιδιότητες των κλιμάκων αξιολόγησης πόνου ποικίλλουν. Οι περισσότερες όμως εμφανίζουν υψηλή αξιοπιστία και εγκυρότητα. Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να οριστεί κάποια από αυτές ως η «κλίμακα αναφοράς» όπως αντίστοιχα έχει επιτευχθεί με την αριθμητική αναλογική κλίμακα για ασθενείς με ικανοποιητικό επίπεδο επικοινωνίας και λεκτικής έκφρασης.

Η αξιολόγηση των ζωτικών σημείων δεν συστήνεται πλέον ως αξιόπιστη τεχνική εφόσον δεν τα επηρεάζει μόνο ο πόνος.

Η μέτρηση της διαμέτρου των κορών των οφθαλμών, η αγωγιμότητα του δέρματος και ο δείκτης BIS αποτελούν νέες μεθόδους που έχουν μελετηθεί για χρήση σε ΜΕΘ, οι οποίες όμως δεν έχουν καθιερωθεί ως έγκυρες και αξιόπιστες μέθοδοι.

Η ποσοτικοποίηση της αλγαισθησίας/αναλγησίας αποτελεί την 'Λυδία λίθο' όσον αφορά το αναισθησιολογικό monitoring, εφόσον υπόσχεται να περιορίσει τον σοβαρό μετεγχειρητικό πόνο αλλά και τις παρενέργειες από την χρήση των οπιοειδών. Τα περισσότερα διαθέσιμα monitors αντιπροσωπεύουν κλίμακες μιας ή δύο παραμέτρων με μόνο ένα (το NOL) να επιχειρεί μια πολυπαραγοντική προσέγγιση. Όλες εκτός από μία (q NOX) χρησιμοποιούν τον τόνο του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Αν και όλες οι συσκευές φαίνεται να αποτυπώνουν διεγχειρητικά ερεθίσματα καλύτερα από ο,τι

‘παραδοσιακές’ παράμετροι (όπως καρδιακή συχνότητα ή αρτηριακή πίεση), μέχρι τώρα καμία δεν έχει αποδείξει το κλινικό της όφελος.

Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες αξιολόγησης της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας όλων των εργαλείων, καθώς και η συγκριτική τους αξιολόγηση σε πληθώρα ασθενών υπό καταστολή ή γενική αναισθησία προκειμένου να οριστεί το βέλτιστο εργαλείο.

Εν τω μεταξύ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην σημασία της αξιολόγησης του πόνου σε μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς και στην επίδραση που έχει στην έκβασή τους η επιτυχής αντιμετώπισή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. Γεωργιάδης Α. (2016) Χρόνιος Πόνος Ερμηνεία και Διαχείριση, Αθήνα
- [2]. Prof CL Odendaal (2010) Physiology of Pain (online). Available from:
<https://www.health24.com/Medical/Pain-Management/About-pain/Physiology-of-pain-20120721>
- [3]. Barr J., Fraser GL., Puntillo K. *et al* Clinical Practice Guidelines for the management of pain, agitation and delirium in adult patients in the intensive care unit. *Critical Care Med.* 2013; 41(1):263-306
- [4]. Ayasrah S. Care-related pain in critically ill mechanically ventilated patients. *Anaesth Intensive Care* 2016; 44(4):458-465
- [5]. Ayasrah S. Pain among non-verbal critically ill mechanically ventilated patients: Prevalence, correlates and predictors. *Journal of Critical Care* 2018; 49:14-20.
- [6]. Al Sutari M., Abdalrahim M., Hamdan-Mansour A. *et al* Pain among mechanically ventilated patients in critical care units *Journal of Research in Medical Sciences* 2014; 19(8): 726-732
- [7]. Κλέτσιου Ε., Γιαννακοπούλου Μ. (2012) Συγκριτική Αξιολόγηση Εγκυρότητας και Αξιοπιστίας των Κλιμάκων Εκτίμησης Πόνου για Κατεσταλμένους, Βαρέως Πάσχοντες Ενήλικες Ασθενείς. *Νοσηλευτική* 2012; 51(2):150-159
- [8]. McGuire D., Snow Kaiser K., Haisfield-Wolfe M. *et al* Pain assessment in Non-Communicative Adult Palliative Care Patients. *Nurs Clin North Am* 2016; 51(3): 397-431
- [9]. Freire Azevedo-Santos I., Melo DeSantana J. Pain measurement techniques: spotlight on mechanically ventilated patients *Journal of Pain Research* 2018; 11: 2969-2980
- [10]. Li D, Puntillo K, Miaskowski C. A review of objective pain measures for use with critical care adult patients unable to self-report. *J Pain* 2008; 9(1):2-10

- [11]. Gelinas C, Johnston C. Pain assessment in the critically ill ventilated adult: validation of the critical-care pain observation tool and physiologic indicators. *Clin J Pain*. 2007; 23(6):497-505
- [12]. Gelinas C. Nurses' evaluation of the feasibility and clinical utility of the critical-care pain observation tool. *Pain Manag Nurs*. 2010; 11(2):115-125
- [13]. Gelinas C., Arbour C, *et al* Implementation of the critical –care pain observation tool on pain assessment/management nursing practices in an intensive care unit with non-verbal critical care adults: a before and after study. *Int J Nurs Stud* 2011; 48(12):1495-1504
- [14]. Vopel-Lewis T., Zanotti J., Dammeyer JA, *et al* Reliability and validity of the face, legs, activity, cry, consolability behavioral tool in assessing acute pain in critically ill patients *Am J Crit Care*. 2010; 19(1):55-61
- [15]. Kabes AM, Graves JK, Norris J Further validation of the nonverbal pain scale in intensive care patients. *Crit Care Nurs*. 2009; 29(1):59-66
- [16]. Klein DG, Dumpe M., Katz E, *et al* Pain assessment in the intensive care unit: development and psychometric testing of the nonverbal pain assessment tool. *Heart Lung*. 2010; 39(6):521-528
- [17]. Juarez P., Bach A., Baker M, *et al* Comparison of two pain scales for the assessment of pain in the ventilated adult patient. *Dimens Crit Care Nurs*. 2010; 29(6):307-315
- [18]. Marmo L., Fowler S. Pain assessment tool in the critically ill post-open heart surgery patient population . *Pain Manag Nurs*. 2010; 11(3):134-140
- [19]. Cheng LH, Tsai YF., Wang CH, *et al* Validation of two Chinese- version pain observation tools in conscious and unconscious critically ill patients *Intensive Crit Care Nurs*. 2018; 44:115-122
- [20]. Pudas-Tahka S-M., Axelin A., Aantaa R, *et al* Translation and cultural adaptation of an objective pain assessment tool for Finish ICU patients. *Scand J Caring Sci*. 2014; 28(4):885-894
- [21]. Odhner M., Wegman D., Freeland N, *et al* Assessing pain control in nonverbal critically ill adults. *Dimens Crit Care Nurs*. 2003; 22(6):260-267

- [22]. Topolovec – Vranic J., Canzian S., Innis J, *et al* Patient satisfaction and documentation of pain assessments and management after implementing the adult nonverbal pain scale. *Am J Crit Care*. 2010; 19(4):345-354
- [23]. Gelinas C., Puntillo KA, Levin P, *et al* The behavior pain assessment tool for critically ill adults: a validation study in 28 countries. *Pain*. 2017; 158(5):811-821
- [24]. Gelinas C., Puntillo KA, Joffe AM, *et al* A validated approach to evaluating psychometric properties of pain assessment tools for use in nonverbal critically ill adults. *Semin Respir Crit Care Med* 2013; 34(2):153-168
- [25]. Bortle D., Harrold JK. MOPAT A new tool for assessing pain in hospice patients who can't self-report; NHPCO 13th Clinical Team Conference and Pediatric Intensive Proceedings; 2012;
www.nhpc.org/sites/default/files/public/CTC12_4B.ppt
- [26]. McGuire DB, Kaiser KS *et al* Measuring pain in non-communicative palliative care patients in an acute care setting: Psychometric evaluation of the Multidimensional Objective Pain Assessment Tool (MOPAT). *J Pain Sympt Manag*. 2011; 41:299-300
- [27]. McGuire DB, Kaiser KS, Soeken K, *et al* Measuring pain in non-communicative palliative care patients in an acute care setting: Psychometric evaluation of the Multidimensional Objective Pain Assessment Tool (MOPAT). *J Pain Sympt Manag*. 2013; 45(2):403-404
- [28]. Kaiser KS, Haisfield-Wolfe ME, McGuire DB, *et al* Assessment of acute pain using physiologic variables in non-communicative patients: nurses' perspectives. *J Pain Sympt Manag*. 2015; 49(2):432
- [29]. Wiegand DL, Wilson T, Pannullo D, *et al* Measuring acute pain over time in the critically ill using the multidimensional objective pain assessment tool (MOPAT). *Pain Manag Nurs* 2018; 19(3):277-287
- [30]. Chatelle C, De Val MD, Cantano A, *et al* Is the Nociceptive Coma Scale-Revised a useful clinical tool for managing pain in patients with disorders of consciousness? *Clin J Pain* 2016; 32(4):321-326

- [31]. Feldt KS The Checklist of Nonverbal Pain Indicators (CNPI). *Pain Manag Nurs* 2000; 1(1):13-21
- [32]. Chen HJ, Chen YM. Pain assessment: validation of the physiologic indicators in the ventilated adult patient. *Pain Manag Nurs*. 2015; 16(2):105-111
- [33]. Arbour C, Gelinac C. Are vital signs valid indicators for the assessment of pain in postoperative cardiac surgery ICU adults? *Intensive Crit Care Nurs*. 2010; 26(2):83-90
- [34]. Kapoustina O, Echegaray-Benites C, Gelinac C. Fluctuations in vital signs and behavioral responses of brain surgery patients in the intensive care unit: are they valid indicators of pain? *J Adv Nurs*. 2014; 70(11):2562-2576
- [35]. Asgar Pour H. Association between acute pain and hemodynamic parameters in a postoperative surgical intensive care unit. *Aorn J*. 2017; 105(6):571-578
- [36]. Gelinac C, Chanques G, Puntillo K. In pursuit of pain: recent advances and future directions in pain assessment in the ICU. *Intensive Care Med*. 2014; 40(7):1009-1014
- [37]. Coleman RM, Tousignant-Laflamme Y, Ouellet P, *et al* The use of the bispectral index in the detection of pain in mechanically ventilated adults in the intensive care unit: a review of the literature. *Pain Res Manag*. 2015; 20(1):e33-e39
- [38]. Brocas E, Dupont H, Paugam-Burtz C, *et al* Bispectral index variations during tracheal suction in mechanically ventilated critically ill patients: effect of an alfentanil bolus. *Intensive Care Med*. 2002; 28(2):211-213
- [39]. Gelinac C, Tousignant-Laflamme Y, Tanguay A, *et al* Exploring the validity of the bispectral index, the critical-care pain observation tool and vital signs for the detection of pain in sedated and mechanically ventilated critically ill adults: a pilot study. *Intensive Crit Care Nurs*. 2011; 27(1):46-52
- [40]. Aissou M, Snauwaert A, Dupuis C, *et al* Objective assessment of the immediate postoperative analgesia using pupillary reflex measurement: a prospective and observational study. *Anesthesiology* 2012; 116(5):1006-1012

- [41]. Paulus J, Roquilly A, Beloeil H, *et al* Pupillary reflex measurement predicts insufficient analgesia before endotracheal suctioning in critically ill patients. *Crit Care* 2013; 17(4):R161
- [42]. Storm H. Changes in skin conductance as a tool to monitor nociceptive stimulation and pain. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008; 21(6):796-804
- [43]. Storm H., Fremming A., Odegard S., *et al* The development of a software program for analyzing spontaneous and externally elicited skin conductance changes in infants and adults. *Clin Neurophysiol.* 2000; 111(10):1889-1898
- [44]. Gunther AC, Bottai M, Skchandl AR, *et al* Palmar Skin conductance variability and the relation to stimulation, pain and the motor activity assessment scale in intensive care unit patients. *Crit Care.* 2013; 17(2):R51
- [45]. Khanna P, Chandralekha C, Pandey RK *et al* Pain assessment in the critically ill mechanically ventilated adult patients: comparison between skin conductance algometer index and physiologic indicators. *Saudi J Anaesth.* 2018; 12(2):204
- [46]. Hasasin A., Mohamed SAR, El-Adawy A. Evaluation of perfusion index as a tool for pain assessment in critically ill patients. *J Clin Monit Comput* 2017; 31(5):961-965
- [47]. Payen JF, Bru O, Bosson JL *et al* Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale. *Crit Care Med* 2001; 29:2258-2263
- [48]. Odhner M, Wegman D, Freland N *et al* Assessing pain control in nonverbal critically ill adults. *Dimens Crit Care Nurs* 2003; 22:260-267
- [49]. Gelinas C, Fillion L, Puntillo KA *et al* Validation of the critical-care pain observation tool in adult patients. *Am J Crit Care* 2006; 15:420-427
- [50]. Deldar K, Froutan R, Ebadi A. Challenges faced by nurses in using pain assessment scale in patients unable to communicate: a qualitative study. *BMC Nurs.* 2018; 17(1):11
- [51]. Gelinas C, Arbour C. Behavioral and physiologic indicators during a nociceptive procedure in conscious and unconscious mechanically ventilated adults: Similar or different? *J Crit Care* 2009; 24:628e7-17

- [52]. Li D, Miaskowski C, Burkhardt D *et al* Evaluations of physiologic reactivity and reflexive behaviours during noxious procedures in sedated critically ill patients. *J Crit Care* 2009; 24:472e9-13
- [53]. Zahra F, Arvin B, Rasoul A., *et al* Comparison of Bispectral Index Monitoring With the Critical-Care Pain Observation Tool in the Pain Assessment of Intubated Adult Patients After Cardiac Surgery *Anesth Pain Med* 2016; 6(4):e38334
- [54]. Shan K., Cao W., Yuan Y. *et al* Use of the Critical care Pain Observation Tool and the Bispectral Index for the detection of pain in brain-injured patients undergoing mechanical ventilation *Medicine* 2018; 97:22(e10985)
- [55]. Arbour R, Waterhouse J, Seckel MA *et al* Correlation between the sedation-agitation scale and the bispectral index in ventilated patients in the intensive care unit. *Heart Lung* 2009; 4:336-345
- [56]. Constant I, Nghe MC, Boudet L *et al* Reflex pupillary dilatation in response to skin incision and alfentanil in children anaesthetized with sevoflurane: a more sensitive measure of noxious stimulation than the commonly used variables. *Br J Anaesth* 2006; 96:614-619
- [57]. Nishimura T, Nakae A, Shibata M *et al* Age-related and sex-related changes in perfusion index in response to noxious electrical stimulation in healthy subjects. *J Pain Res* 2014; 7:91-97
- [58]. Hoiseth LO, Hisdal J, Hoff IE *et al* Tissue oxygen saturation and finger perfusion index in central hypovolemia: influence of pain. *Crit Care Med.* 2015; 43:747-756
- [59]. Wildemeersch D, Baeten M, Peeters N *et al* Pupillary dilatation reflex and pupillary pain index evaluation during general anaesthesia: a pilot study. *Romanian Journal of Anaesthesia and Intensive Care* 2018; 25(1):19-23
- [60]. Barvais L, Engelman E, Eba JM *et al* Effect site concentrations of remifentanyl and pupil response to noxious stimulation. *Br J Anaesth* 2003; 91:347-352
- [61]. Rosow C, Portable infrared pupillometry: ready for prime time? *Anesth Analg* 2015; 120:1184-1185

- [62]. Ledowski T Objective monitoring of nociception: a review of current commercial solutions *Br J Anaesth* 2019; 123(2):e312-e321
- [63]. Jensen EW, Valencia JF, Lopez A *et al.* Monitoring hypnotic effect and nociception with two EEG-derived indices, qCON and qNOX, during general anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014;58: 933-941
- [64]. Ledowski T, Bromilow J, Paech MJ *et al.* Skin conductance monitoring compared with bispectral index to assess emergence from total i.v. anaesthesia using propofol and remifentanyl. *Br J Anaesth* 2006; 97: 817-821
- [65]. Hocker J, Broch O, Grasner JT *et al.* Surgical stress index in response to pacemaker stimulation or atropine. *Br J Anaesth* 2010; 105:150-154
- [66]. Hans P, Verscheure S, Uutela K *et al.* Effect of fluid challenge on the surgical pleth index during stable propofol-remifentanyl anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012; 56:787-796
- [67]. Ledowski T, Bein B, Hanss R *et al.* Neuroendocrine stress response and heart rate variability: a comparison of total intravenous versus balanced anaesthesia. *Anesth Analg* 2005; 101:1700-1705
- [68]. Ledowski T, Stein J, Albus S *et al.* The influence of age and sex on the relationship between heart rate variability, haemodynamic variables and subjective measures of acute post-operative pain. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28:433-437
- [69]. Ledowski T, Reimer M, Chavez V *et al.* Effects of acute postoperative pain on catecholamine plasma levels, hemodynamic parameters and cardiac autonomic control. *Pain* 2012; 153:759-764