

# Περιεγχειρητική Παρακολούθηση της Θερμοκρασίας των Ασθενών

## Διαταραχές της Θερμορρύθμισης κατά τη Διάρκεια της Ραχιαίας και Επισκληρίδιας Αναισθησίας

B. ΜΠΑΜΠΟΥΚΑ - ΠΕΡΙΣΤΕΡΗ

### ΠΕΡΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ

Η συχνή εμφάνιση περιεγχειρητικής υποθερμίας σε ασθενείς στους οποίους έχει χορηγηθεί γενική ή ραχιαία - επισκληρίδια αναισθησία και ο φόβος κακοήθους υπερπυρεξίας καθιστούν απαραίτητο το περιεγχειρητικό monitoring της θερμοκρασίας όχι μόνο σε ασθενείς που χειρουργούνται σε συνθήκες τεχνητής υποθερμίας (μεγάλες επεμβάσεις αγγείων-καρδιάς) αλλά και σε εκείνους που θα υποστούν χειρουργική επέμβαση μέση ή μεγάλης διάρκειας.<sup>1</sup> Διάφοροι ερευνητές συνιστούν την παρακολούθηση της θερμοκρασίας των ασθενών και ιδίως των υπερηλικών σε όλες τις επεμβάσεις μεγαλύτερης διάρκειας από 30min (πίνακας 1).<sup>2,3</sup>

#### Μέθοδοι μέτρησης της θερμοκρασίας

Η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται όπως είναι γνωστό, με τα θερμόμετρα. Σήμερα χρησιμοποιούνται πέντε βασικοί τύποι θερμομέτρων (πίνακας 2).<sup>4</sup>

#### Υδραργυρικά θερμόμετρα

Είναι τα παραδοσιακά θερμόμετρα για τον έλεγχο της θερμοκρασίας. Είναι εύχρηστα και αρκετά ακριβή. Υπάρχουν δύο είδη υδραργυρικά θερμόμετρα: Τα κοι-

νά, για μετρήσεις 34° -43° C και τα υποθερμικά με εύρος μετρήσεων 22-34° C και τα υποθερμικά με εύρος μετρήσεων 22-34° C. Μπορούν να τοποθετηθούν σε κοιλότητες όπως το στόμα, το όρθο, ο κόλπος ή στην κοιλότητα της μασχάλης. Πρέπει να μηδενισθούν πριν από την χρήση και τη ανάγνωση του αποτελέσματος γίνεται σε 1 min μετά την τοποθέτηση. Χρησιμοποιούν κυρίως για μεμονωμένη θερμομέτρηση και όχι για συνεχές monitoring.

#### Ηλεκτρονικά θερμόμετρα

Πρόκειται για συσκευές (συνήθως τύπου καθετήρα) που αναλύουν τις μεταβολές στο ηλεκτρικό ρεύμα που προκαλούν οι μεταβολές της θερμοκρασίας σε ένα απλό κύκλωμα. Διακρίνονται σε θερμίστορες (Thermistors), θερμοαντιστάσεις (Thermistances) και θερμοηλεκτρικά ζεύγη (Thermocouples).

Οι θερμίστορες είναι πολύ ακριβείς (0,1° C ακρίβεια) και δίνουν απάντηση σε 5-15 sec.

Οι θερμοαντιστάσεις έχουν παρόμοια πλεονεκτήματα αλλά είναι πιο εύθραυστες και ακριβές.

Τέλος τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη είναι μικρότερου μεγέθους μεγαλύτερης ακριβείας και δίδουν απάντηση σε 6,5 sec αν είναι σε απευθείας σύνδεση (π.χ. ενδοδερμικοί ή ενδομυϊκοί καθετήρες) και πάνω από 5 sec (π.χ. οισοφαγικοί).

Λειτουργούν με τάση 12V και ένταση 50 mA. Το σημείο ανάγνωσης του αποτελέσματος μπορεί να είναι μακριά από το σημείο τοποθέτησης και να λειτουργεί με αυ-

τόνομες μπαταρίες.

Είναι προτιμώτερο να χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικοί καθητήρες μιας χρήσεως για την αποφυγή μολύνσεων.

Τα ηλεκτρονικά θερμομέτρα είναι τα πλέον εύχρηστα και κατάλληλα, για περιεγχειρητικό monitoring της θερμοκρασίας.

### Θερμόμετρα με υγρούς κρυστάλλους

Πρόκειται για συσκευές που έχουν σαν αρχή λειτουργίας την μεταβολή του χρώματος των υγρών κρυστάλλων

Πίνακας 1. Ενδείξεις θερμομέτρησης κατά της διάρκειας της Αναισθησίας	
• Μεγάλες επεμβάσεις αγγείων, καρδιάς - νευροχειρουργικές	
• Επεμβάσεις με Γενική Αναισθησία διάρκειας μεγαλύτερης της μίας ώρας	
• Μεγάλες επεμβάσεις με Ραχαϊά - Επισκληρίδια Αναισθησία.	
• Επεμβάσεις σε υπερήλικες ασθενείς.	
• Προσοχή σε ασθενείς με μικτή αναισθησία (επισκληρίδια και γενική).	

Πίνακας 2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διαφόρων τύπων θερμομέτρων		
Τύπος θερμομέτρων	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Υδραργυρικά	Εύχρηστο - φθινό	Ακατάλληλα για συνεχές monitoring-Μετρίως ακριβή
Ηλεκτρονικά (Thermistors - Thermocouples - Thermoresistances)	Εύχρηστα - μεγάλης ακριβείας - μέτρηση θερμοκρασίας πυρήνα σε διάφορες θέσεις	Η ακρίβεια τους επηρεάζεται από την θέση τοποθέτησης
Θερμόμετρα υπέρυθρου ακτινοβολίας	Εύχρηστα - φθινά - ακριβή - μετρούν θερμοκρασία πυρήνα - καλώς ανεκτά από τους ασθενείς	Μόνο για μετρήσεις θερμοκρασίας τυμπάνου
Θερμόμετρα με υγρούς κρυστάλλους	Εύχρηστα - ακριβή ιδίως όταν τοποθετούνται στο μέτωπο	Δεν ελέγχουν την κεντρική υποθερμία και υπερθερμία - επηρεάζονται από την αγγειοσύσπαση - αγγειοδιαστολή των αγγείων του δέρματος
Μετατροπείς θερμικής ροής (deep tissue thermometers)	Εύκολη τοποθέτηση σε πολλές περιοχές του δέρματος - ικανοποιητικής ακρίβεια	Δεν μετρούν θερμοκρασία πυρήνα, μετρούν ενδιάμεση θερμοκρασία

Πίνακας 3. Θέσεις μέτρησης της θερμοκρασίας του σώματος		
Θέση	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
* Τυμπανική μεμβράνη	Πολύ κοντά στον πυρήνα (υποθάλαμο) μέσω της έσω κωρωτίδας	Σπάνια: κίνδυνος διάτρησης του τυμπάνου και αιμορραγία ιδίως σε ασθενείς υπό ηπαρινοθεραπεία
* Ρινοφάρυγγ	Κοντά στην έσω κωρωτίδα	Επηρεάζεται από τα αναπνεόμενα αέρια, αναρροφήσεις - κίνδυνος αιμορραγίας
* Οισοφάγος	Εύκολη τοποθέτηση κοντά στα μεγάλα αγγεία και στην καρδιά	Πρέπει να τοποθετείται 24cm κάτω από τον λάρυγγα μεταξύ αριστερού κόλπου και αορτής - επηρεάζεται από αναισθητικά αέρια και το άνοιγμα του θώρακα
Ορθό	Ικανοποιητικές πληροφορίες κατά την επαναθέρμανση μετά υποθερμία	Όχι μεγάλη αξιοπιστία επειδή επηρεάζεται από περιπτώματα - περιτοναϊκές πλύσεις κυστεοσκόπηση
Στοματική κοιλότητα	Εύκολη τοποθέτηση	Επηρεάζεται από τον αερισμό, δεν είναι πρακτικό κατά τη διάρκεια της αναισθησίας
Μασχάλη	Βολική θέση	Πρέπει να τοποθετείται ακριβώς επάνω από την μασχαλιαία αρτηρία - επηρεάζεται από τον αεροθάλαμο του πιεσόμετρου - χρειάζεται 10-15 min για να ισορροπήσει
Δέρμα	Χρήσιμο στα νεογνά - ο αισθητήρας μπορεί να τοποθετηθεί στο τοίχωμα του υπογαστρίου - δείχνει τις κλίσεις θερμοκρασίας μεταξύ πυρήνος και περιφέρειας και την αγγειοκινητική κατάσταση των αγγείων του δέρματος - μπορεί να τοποθετηθεί επίσης σε δάκτυλα λοβία άκρα για τον έλεγχο του ολικού περιεχομένου θερμότητος σώματος	Η θερμοκρασία του μετώπου πλησιάζει περισσότερο την κεντρική θερμοκρασία μόνον όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι σταθερή - επηρεάζεται από εφίδρωση, περιφερική αγγειοσύσπαση
*Καθετήρας πνευμονικής αρτηρίας	Θερμοκρασία του μικτού φλεβικού αίματος	Επηρεάζεται από θωρακοτομή και εξωσωματική κυκλοφορία

ανάλογα με τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Είναι εύχρηστα για την μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος, αρκετά ακριβή ιδίως όταν τοποθετούνται στο μέτωπο και η ανάγνωση του αποτελέσματος γίνεται απευθείας στο θερμοόμετρο. Είναι ακατάλληλα για μετρήσεις θερμοκρασίας πυρήνος.

### **Θερμόμετρα υπερύθρου ακτινοβολίας**

Όλα τα σώματα εκπέμπουν θερμότητα υπό μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Στην μέτρηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας βασίζονται τα θερμοόμετρα υπερύθρων ακτίνων. Πλέον εύχρηστα, ακριβή και φθηνά είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για την συνεχή μέτρηση της θερμοκρασίας του τυμπάνου (θερμοκρασία πυρήνος) και έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι καλώς ανεκτά από τους ασθενείς.

### **Μετατροπείς θερμικής ροής (deep tissue thermometers)**

Αποτελούνται από ένα θερμικό καθετήρα σε επαφή με το δέρμα και ένα θερμαινόμενο στοιχείο. Το θερμαινόμενο στοιχείο εμποδίζει την απώλεια θερμότητας στο επίπεδο της επιδερμίδας και διατηρεί ένα gradient μεταξύ των δύο θερμικών καθετήρων. Η θερμοκρασία που μετράται μ' αυτή τη μέθοδο είναι ενδιάμεση μεταξύ δέρματος και πυρήνος. Η τοποθέτηση του θερμομέτρου είναι εύκολη και εξασφαλίζει ικανοποιητική ακρίβεια.

### **Θέσεις θερμομέτρησης (πίνακας 3)**

Πολλοί μελετητές έχουν ασχοληθεί με τον προσδιορισμό της ιδανικής θέσης τοποθέτησης του θερμομέτρου για περιεγχειρητικό έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματος. Κάθε μία από αυτές φαίνεται να έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Πάντως οι θέσεις μέτρησης της κεντρικής θερμοκρασίας φαίνεται ότι υπερέχουν τόσο στην εκτίμηση πιθανής υποθερμίας όσο και στη γρήγορη διάγνωση της κακοήθους υπερπυρεξίας. Πλέον προσιτή είναι η τυμπανική μεμβράνη, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται θερμοόμετρα υπερύθρου ακτινοβολίας. Αντίθετα η θερμοκρασία του ορθού και της ουροδόχου κύστεως φαίνεται ότι υπολείπονται ως προς την ακρίβεια και έχουν αξία σαν ενδείξεις ενδιάμεσης και όχι κεντρικής θερμοκρασίας. Η μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος δεν θεωρείται αξιόπιστη μέθοδος γιατί η διαφορά μεταξύ πυρήνος και δέρματος μπορεί να ποικίλει απρόβλεπτα (1-4°C).<sup>5</sup> Ο συνδυασμός μετρήσεων και θερμοκρασίας πυρήνος και ενδιάμεσης θερμοκρασίας (όρθου ή κύστεως) ή και θερμοκρασίας δέρματος με μετατροπείς θερμικής

ροής είναι χρήσιμος για την εκτίμηση της επαναθέρμανσης των ασθενών σε επεμβάσεις κάτω από συνθήκες τεχνητής υποθερμίας και για το monitoring της θερμοκρασίας στα νεογνά.

### **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΡΑΧΙΑΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΛΗΡΙΔΙΑΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ**

Διαταραχές της θερμορρυθμισμού εμφανίζονται τόσο κατά τη διάρκεια της γενικής όσο και της περιοχικής αναισθησίας. Έτσι η εμφάνιση υποθερμίας σε ασθενείς στους οποίους έχει χορηγηθεί ραχιαία ή επισκληρίδια αναισθησία είναι συνήθης και μπορεί να είναι εξίσου σοβαρή με την αντίστοιχα εμφανιζόμενη κατά τη διάρκεια της γενικής.<sup>6,7</sup>

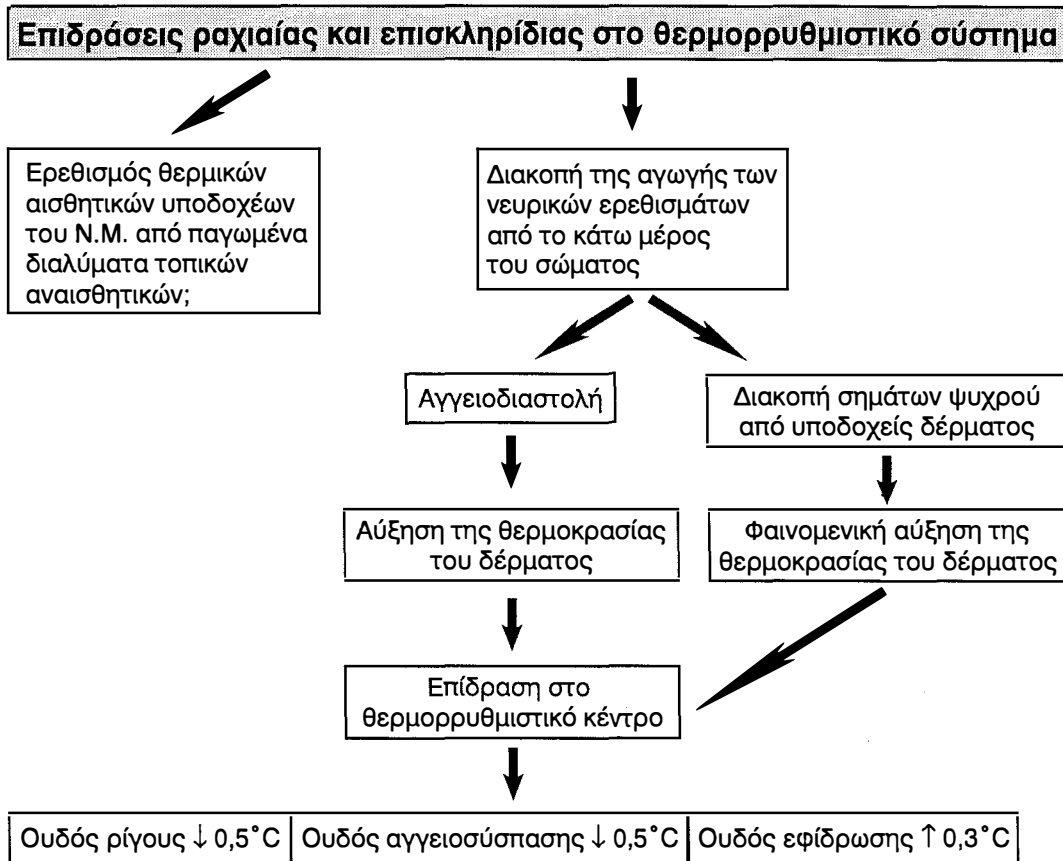
Στην κλινική πράξη η υποθερμία κατά την περιεγχειρητική περίοδος θεωρείται υπεύθυνη για αρκετά σοβαρές επιπλοκές. Μια σύντομη αναφορά στις θερμορρυθμιστικές διαταραχές κρίνεται απαραίτητη ώστε να γίνει κατανοητή και η σημασία της διατήρησης της νορμοθερμίας κατά τη διάρκεια της περιοχικής αναισθησίας με κατάλληλους χειρισμούς εκ μέρους του αναισθησιολόγου.

### **Δράσεις ραχιαίας και επισκληρίδιας αναισθησίας στο θερμορρυθμιστικό σύστημα**

Οι θερμορρυθμιστικές απαντήσεις διαβιβάζονται κυρίως με το νευρικό σύστημα, ενώ το κυκλοφορικό σύστημα παίζει μικρότερο ρόλο, ο οποίος μεγιστοποιείται κυρίως στον πυρετό. Συνεπώς οι αποκλεισμοί των νεύρων κατά τη διάρκεια της περιοχικής αναισθησίας, εμποδίζουν την ενεργοποίηση των φυσιολογικών θερμορρυθμιστικών μηχανισμών, όπως η εφίδρωση, η αγγειοσύσπαση και το ρίγος.<sup>5</sup> Τόσο η επισκληρίδια όσο και η ραχιαία αναισθησία διακόπτουν την αγωγή των ερεθισμάτων σε μεγαλύτερο από το ήμισυ τμήμα του σώματος. Αυτή η περιφερική αναχαίτιση των θερμορρυθμιστικών απαντήσεων είναι και η κυριότερη αιτία της υποθερμίας (Πίνακας 4).

Αρχικά οι ερευνητές πίστευαν ότι η δράση των τοπικών αναισθητικών εκδηλώνεται απευθείας στον υποθάλαμο όπως και των γενικών αναισθητικών φαρμάκων. Ακολούθησαν πειραματικές έρευνες με ενδοφλέβια χορήγηση λιδοκαΐνης σε δόσεις που οδηγούσαν σε συγκεκριμένες στο πλάσμα ανάλογες με αυτές που προκύπτουν μετά από επισκληρίδια έγχυση του τοπικού αναισθητικού. Οι έρευνες αυτές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα τοπικά αναισθητικά που εγχέονται επισκληρίως ή

Πίνακας 4



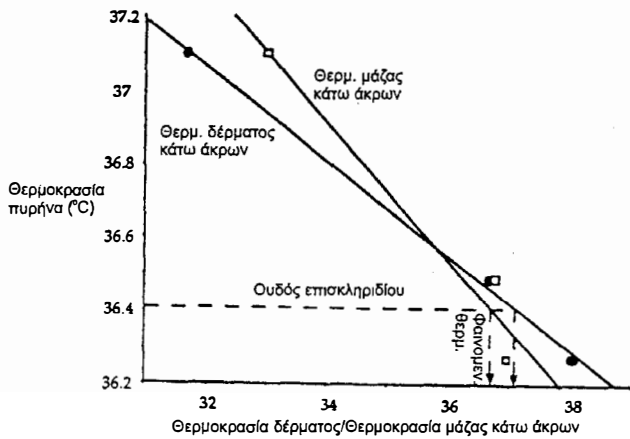
ενδοραχιαίως δεν δρουν απευθείας στον υποθάλαμο, επομένως αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η περιοχική αναισθησία διαταράσσει το κεντρικό ρυθμιστικό σύστημα.<sup>8,9</sup>

Ο ακριβής μηχανισμός της αρνητικής αυτής επίδρασης στον υποθάλαμο παραμένει αδιευκρίνιστος. Πρόσφατες μελέτες θεωρούν πιθανό ότι οι υπεύθυνοι για την επίδραση αυτή είναι οι αισθητικοί υποδοχείς του δέρματος.

Είναι αξιοσημείωτο ότι στο δέρμα υπάρχουν τριπλάσιοι έως δεκαπλάσιοι υποδοχείς για το ψυχρό από τους υποδοχείς για το θερμό. Τέτοιοι υποδοχείς έχουν ανιχνευθεί επίσης στο νωτιαίο μυελό, στα κοίλα όργανα και στις μεγάλες φλέβες, κατά συνέπεια η ανίχνευση της θερμοκρασίας στην περιφέρεια, αφορά κυρίως την ανίχνευση του δροσερού και του ψυχρού, παρά του θερμού, πιθανώς για την προφύλαξη του ατόμου από την υποθερμία. Σε συνήθεις θερμοκρασίες του δέρματος, οι υποδοχείς του ψυχρού επιδρούν τονικά στο θερμορρυθμιστικό κέντρο. Επειδή η περιοχική αναισθησία αποκλείει κάθε θερμοκή πληροφορία από το κάτω μέρος του σώματος, τα σήματα από τους υποδοχείς του ψυχρού δεν

φθάνουν στον υποθάλαμο. Είναι φανερό ότι η απουσία κάθε σήματος από τα άκρα, αναγκάζει το κέντρο να θεωρεί λανθασμένα την θερμοκρασία των αποκλεισμένων περιοχών υψηλή και μάλιστα κατά 2-3°C υψηλότερη από την πραγματική.<sup>10,12,13</sup> Αυτή η φαινομενική αύξηση της θερμοκρασίας των κάτω άκρων εξαπατά τον υποθάλαμο, ο οποίος τελικά ανέχεται χαμηλότερες θερμοκρασίες δέρματος από τις φυσιολογικές χωρίς να θέτει σε λειτουργία τους επανορθωτικούς ρυθμιστικούς μηχανισμούς. Κάτω από αυτές τις συνθήκες επηρεάζεται τόσο ο ουδός της εφίδρωσης, ο οποίος παρουσιάζει άνοδο κατά 0,3°C, όσο και οι ουδοί αγγειοσύσπασης και ρίγους οι οποίοι κατέρχονται κατά 0,5°C.<sup>14,15,16</sup>

Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι η υποθερμία που εμφανίζεται μετά χορήγηση περιοχικής αναισθησίας δεν γίνεται αντιληπτή από τους ασθενείς σαν αίσθημα κρύου, αλλά παρατηρείται το κλινικά παράδοξο φαινόμενο ασθενών που εμφανίζουν ρίγος αλλά αρνούνται ότι κρυώνουν. Όπως είναι γνωστό, η θερμοκρασία του δέρματος είναι εκείνη που μας οδηγεί στην αντίληψη του ψυχρού ή του θερμού και όχι η θερμοκρασία του πυρήνα.



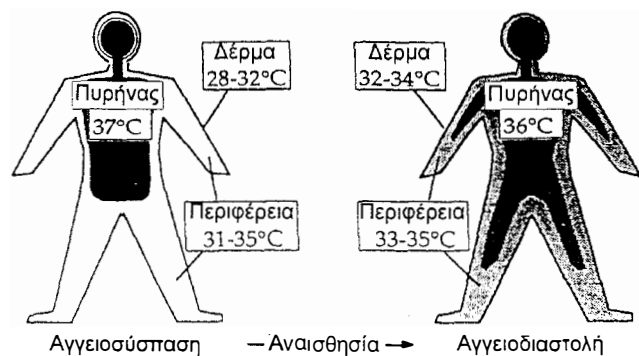
Σχήμα 1: Το διάγραμμα αυτό έγινε με βάση μετρήσεις σε έναν εθελοντή, αρχικά σε τρεις τυχαίες ημέρες οπότε και καταβάλλονταν προσπάθεια διατήρησης σταθερής της θερμοκρασίας του άνω ημίσεως του σώματος, ενώ η θερμοκρασία του δέρματος των κάτω άκρων διατηρούνταν στους 32°C, 36°C και 38°C αντίστοιχα. Σε κάθε μία από αυτές τις ημέρες επιτυγχάνονταν υποθερμία με ενδοφλέβια έγχυση κρύων υγρών. (Οι μετρήσεις της κεντρικής θερμοκρασίας γινόταν στην τυμπανική μεμβράνη με θερμοηλεκτρικό ζεύγος της Malinckrodt, ενώ της θερμοκρασίας του δέρματος με θερμοηλεκτρικές βελόνες). Βρέθηκε ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας πυρήνος και επιφανείας δέρματος κάτω άκρων στους ουδούς του ρίγους το ίδιο και μεταξύ θερμοκρασίας πυρήνος και εν τω βάθει θερμοκρασίας των κάτω άκρων. Π.χ. για θερμοκρασία δέρματος 38°C το ρίγος εμφανιζόταν σε θερμοκρασία πυρήνος 36,9°C, ενώ για θερμοκρασία δέρματος 34°C το ρίγος εμφανιζόταν σε θερμοκρασία 36,7°C. Μετά τη χορήγηση επισκληρίδιας αναισθησίας στον εθελοντή, βρέθηκε ότι ενώ η θερμοκρασία του δέρματος των κάτω άκρων ήταν 34,2°C και η εν τω βάθει 35,1°C το ρίγος δεν εμφανιζόταν σε θερμοκρασία πυρήνος 36,4°C. Ως φαινομενική θερμοκρασία, λοιπόν, ορίστηκε η πραγματική θερμοκρασία που θα έπρεπε να έχει το δέρμα για να προκαλέσει ανάλογη μεταβολή δηλαδή την πτώση στον ουδό εμφάνισης του ρίγους που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της επισκληρίδιας αναισθησίας. Στην προκειμένη περίπτωση με βάση το διάγραμμα, βρέθηκε ότι αντιστοιχούσε σε θερμοκρασία δέρματος κάτω άκρων 37,1°C και εν τω βάθει μάζας κάτω άκρων 36,7°C. Άρα ο υποθάλαμος αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία των κάτω άκρων περίπου 3°C υψηλότερη από την πραγματική. (Emerick, Sessler, Anesthesiology 1994).

Επομένως η υποθερμία και το ρίγος μετά από περιοχική αναισθησία δεν συνοδεύονται από αίσθημα κρύου, διότι η αυξημένη θερμοκρασία του δέρματος του κάτω ημίσεως του σώματος, όπως προαναφέρθηκε είναι πιο σημαντική στην αντίληψη του ψυχρού από την κεντρική θερμοκρασία.<sup>17,18</sup>

Κλινικές έρευνες έχουν δείξει ότι οι παραπάνω μεταβολές είναι παρόμοιες μετά χορήγηση ραχιαίας ή επισκληρίδιας αναισθησίας και επιβεβαιώνουν την έμμεση δράση της περιοχικής στον υποθάλαμο.

Πίνακας 5.  
Κατανομή θερμότητας μετά από χορήγηση γενικής ή περιοχικής αναισθησίας

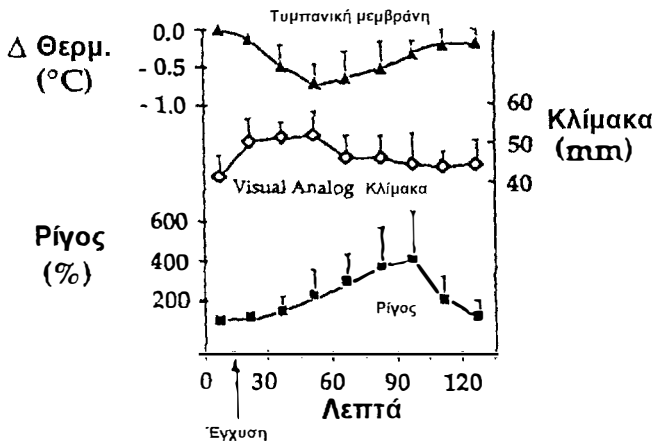
1η φάση:	Γρήγορη μείωση κεντρικής θερμοκρασίας (0,5-1,5°C) λόγω ανακατανομής θερμότητας από πυρήνα προς περιφέρεια
2η φάση:	Βραδύτερη μείωση κεντρικής θερμοκρασίας-μικρότερη ανακατανομή θερμότητας-αύξηση των απωλειών από το δέρμα.
3η φάση:	<p><b>Γενική αναισθησία:</b> Θερμορρυθμιστική αγγειοσύσπαση - Plateau θερμοκρασίας πυρήνα</p> <p><b>Περιοχική αναισθησία:</b> Θερμορρυθμιστική αγγειοσύσπαση στο άνω τμήμα του σώματος - εξακολούθηση της πτώσης της θερμοκρασίας του πυρήνα.</p>



Σχήμα 2: Εσωτερική ανακατανομή της θερμότητας του σώματος μετά την εισαγωγή στη γενική αναισθησία. Η υποθερμία που αναπτύσσεται μετά ραχιαία ή επισκληρίδια αναισθησία έχει παρόμοια αποτελέσματα αλλά η ανακατανομή θερμότητας παρεμποδίζεται στα κάτω άκρα (Sessler, Anesthesia Miller 1994).

Η ανίχνευση νωτιαίων αισθητικών θερμικών υποδοχέων οδήγησε αρχικά τους ερευνητές στην άποψη ότι η επισκληρίδια έγχυση μεγάλων ποσοτήτων κρύων διαλυμάτων τοπικών αναισθητικών θα αποτελούσε το έναυσμα για θερμορρυθμιστικές απαντήσεις συμπεριλαμβανομένου και του ρίγους. Οι μελέτες όμως που έγιναν δεν κατάφεραν τελικά να αποδείξουν κάποια σχέση μεταξύ εμφάνισης ρίγους και επισκληρίδιας έγχυσης παγωμένων διαλυμάτων.<sup>13,20</sup>

Νεώτερες έρευνες αφορούν το ρίγος που εμφανίζεται στις εγκύους μετά από επισκληρίδιο έγχυση διαλυμάτων τοπικών αναισθητικών. Φαίνεται ότι το ρίγος αυτό είναι συχνά άσχετο με την τυχόν εφαρμογή επισκληρίδιας αναλγησίας και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν τρόμος που παρουσιάζεται εξαιτίας του τοκετού. Κλινικές μελέτες σε εγκύους που είχαν ρίγος πριν την χορήγηση ραχιαίας αναισθησίας για καισαρική τομή κατέδειξαν ότι συχνά το ρίγος διεκόπτετο σχεδόν αμέσως μετά την



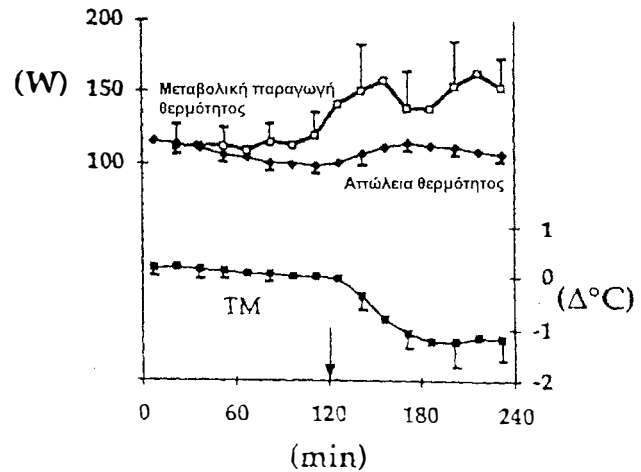
Σχήμα 3: Μεταβολές στη θερμοκρασία του τυμπάνου (θερμοκρασία πυρήνος) και επί τοις εκατό αύξηση στην ένταση του ρίγους και το αίσθημα ψυχρού ή θερμού (mm σε κλίμακα visual analog) μετά από επισκληρίδια αναισθησία σε έξι εθελοντές. Στην κλίμακα Οπτική Αναλογική το 0 mm αντιστοιχεί στο πιο έντονο αίσθημα ψυχρού και το 100mm στο πιο έντονο αίσθημα θερμού. 15min μετά την έναρξη των μετρήσεων έγιναν επισκληρίδιες εγχύσεις. Το ρίγος εμφανίστηκε όταν η θερμοκρασία του τυμπάνου ελαττώθηκε κατά 0,5°C. Το αίσθημα θερμού αυξήθηκε μετά την επισκληρίδια έγχυση και εμφάνισε το max αντίστοιχα με την χαμηλότερη θερμοκρασία πυρήνος. (Sessler, Ponte Anesthesiology 1990).

έγχυση του τοπικού αναισθητικού παρά την επακόλουθη πτώση της κεντρικής θερμοκρασίας.<sup>21,22</sup> Το φαινόμενο αποδόθηκε στην πτώση του ουδού του ρίγους λόγω της διακοπής της αγωγής των ερεθισμάτων από το κάτω μέρος του σώματος.

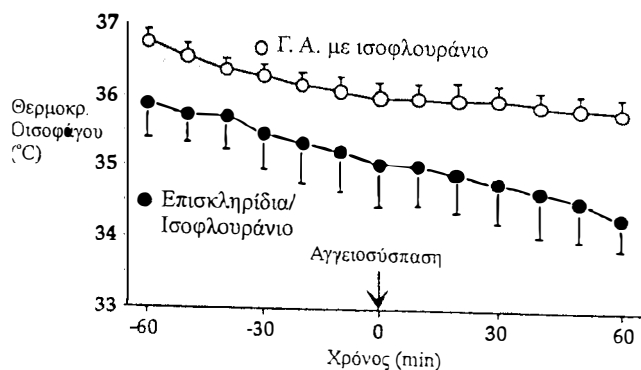
#### Διεχειρητική υποθερμία - Κατανομή θερμότητας μετά χορήγηση ραχιαίας ή επισκληρίδιας αναισθησίας

Συνέπεια των ανωτέρω διαταραχών της θερμορρυθμίσσης είναι η υποθερμία του πυρήνα (κεντρική υποθερμία) που μπορεί να είναι αρκετά σοβαρή (1,5-3°C) και συνδυάζεται με πραγματική (κατά 1°C) λόγω αγγειοδιαστολής και φαινομενική αύξηση της θερμοκρασίας των κάτω άκρων (κατά 3°C). Στην φαινομενική αυτή αύξηση και μάλιστα κατά 3°C περίπου όπως καταδεικνύεται από πειραματικές μελέτες αποδίδεται το αίσθημα συνεχούς ή αυξανόμενης ζέσης στα κάτω άκρα που αντιλαμβάνονται οι ασθενείς μετά την εισαγωγή στην αναισθησία. Με άλλα λόγια η λανθασμένη εκτίμηση της θερμοκρασίας του δέρματος των αποκλεισμένων περιοχών από τον υποθάλαμο είναι πιθανότατα η αιτία του παραπάνω φαινομένου (σχήμα 1).<sup>22,1,2</sup>

Όπως έχει αναφερθεί λεπτομερώς στο κεφάλαιο «Διαταραχές της θερμορρυθμίσσης κατά τη διάρκεια της γενι-



Σχήμα 4: Η μεταβολική παραγωγή θερμότητας και η απώλεια θερμότητας από το δέρμα αυξάνονται μετά επισκληρίδια έγχυση, πάντως η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από την απώλεια κατά την διάρκεια της αναισθησίας. Η θερμοκρασία της τυμπανικής μεμβράνης (TM) ελαττώνεται ταχέως μετά την εισαγωγή ενώ η θερμοκρασία του δέρματος αυξάνεται δείχνοντας ότι έγινε ανακατανομή θερμότητας από τον πυρήνα προς τους περιφερικούς ιστούς (Hynson Anesthesiology 1991).



Σχήμα 5: Εθελοντές έλαβαν αναισθησία δύο διαφορετικές ημέρες. Μια ημέρα γενική αναισθησία με ισοφλουράνιο και μια άλλη μέρα μικτή με ισοφλουράνιο και επισκληρίδια έγχυση. Ο ουδός της αγγειοσύσπασης ήταν  $36 \pm 0,2^\circ\text{C}$  στην αναισθησία με ισοφλουράνιο και  $36,1 \pm 0,7^\circ\text{C}$  στην μικτή αναισθησία. Ο ρυθμός καθόδου της κεντρικής θερμοκρασίας ήταν παρόμοιος 30min πριν την αγγειοσύσπαση και στους δύο τύπους αναισθησίας. Όμως ο ρυθμός καθόδου της θερμοκρασίας του πυρήνα μετά την αγγειοσύσπαση ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στην μικτή αναισθησία ( $0,8 \pm 0,2^\circ\text{C/h}$ ) από την απλή γενική αναισθησία. (Ozaki, Sessler Anesthesia Analgesia 1994).

κής αναισθησίας» οι φάσεις που ακολουθεί η υποθερμία που αναπτύσσεται διεχειρητικά είναι τρεις (πίνακας 5).

Κατά την πρώτη φάση δηλαδή αμέσως μετά την εφαρμογή περιοχικής αναισθησίας ακολουθεί αγγειοδιαστολή που αφορά μόνο τα αγγεία των κάτω άκρων και συμβάλλει ελάχιστα σε απώλεια θερμότητας από το δέρμα

(πίνακας 6). Τελικό αποτέλεσμα των παραπάνω διεργασιών είναι μια γρήγορη μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας της αναισθησίας κατά  $0,5-1^{\circ}\text{C}$ , η οποία κατά κύριο λόγο αποδίδεται σε εσωτερική ανακατανομή θερμότητας από τον πυρήνα προς το άνω μόνο ήμισυ του σώματος (σχήμα 2).<sup>23</sup>

Ρίγος εμφανίζεται όταν η ανακατανομή θερμότητας ελαττώνει την θερμοκρασία του πυρήνα κατά  $0,5^{\circ}\text{C}$ , επειδή δε, περιορίζεται στη μικρή μάζα του σώματος κεντρικά από το νευρικό αποκλεισμό, το ποσό θερμότητας που παράγει είναι μικρό σε σχέση με το αντίστοιχα παραγόμενο από το ρίγος που εμφανίζεται μετά χορήγηση γενικής αναισθησίας (σχήμα 3).<sup>24</sup>

Κατά τη δεύτερη φάση δηλαδή κατά τις δύο επόμενες ώρες η θερμοκρασία του πυρήνα συνεχίζει να μειώνεται με βραδύτερο ρυθμό επειδή το ποσό θερμότητας που χάνεται από το δέρμα υπερβαίνει το ποσό θερμότητας που χάνεται από το μεταβολισμό (Μείωση  $2,8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ).

Κατά την τρίτη φάση, μετά από τρεις ώρες περιοχικής αναισθησίας έχουμε απευθείας παρεμπόδιση της θερμορρυθμιστικής αγγειοσύσπασης λόγω του νευρικού αποκλεισμού και κάθοδο του ουδού αγγειοσύσπασης λόγω έμμεσης κεντρικής δράσης. Έτσι η αγγειοσύσπαση αφορά μόνο το επάνω ήμισυ του σώματος και δεδομένου ότι τα κάτω άκρα αποτελούν σημαντικό μέρος του θερμικού διαμερίσματος δεν εμφανίζεται plateau όπως στην γενική αναισθησία, αλλά η θερμοκρασία του πυρήνα συνεχίζει να πέφτει η παραγωγή θερμότητας περιορίζεται μέσα στον πυρήνα (σχήμα 4).<sup>6,7</sup>

Η σημασία της αδυναμίας θερμορρυθμιστικής αγγειοσύσπασης στα κάτω άκρα φαίνεται καλύτερα κατά τη διάρκεια μικτής αναισθησίας (γενικής και επισκληρίδιας) (σχήμα 5).<sup>6,7</sup>

Ο ουδός αγγειοσύσπασης φαίνεται ότι κατά  $1^{\circ}\text{C}$  χαμηλότερος από τον ουδό αγγειοσύσπασης μετά από απλή γενική αναισθησία. Με άλλα λόγια η θερμορρυθμιστική αγγειοσύσπαση καθυστερεί να εμφανιστεί και η κεντρική θερμοκρασία πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα. Δεν εμφανίζεται plateau μετά την τρίτη ώρα αναισθησίας και η θερμοκρασία του πυρήνα συνεχίζει να ελαττώνεται. Έτσι γίνεται αντιληπτό ότι η υποθερμία κατά τη διάρκεια της μικτής αναισθησίας είναι σημαντικά σοβαρότερη από την αντίστοιχα εμφανιζόμενη μετά χορήγηση μόνο γενικής αναισθησίας. (Πτώση κεντρικής θερμοκρασίας μεγαλύτερη κατά  $1^{\circ}\text{C}$  στην μικτή αναισθησία). Το γεγονός αυτό έχει κλινική σημασία και καθιστά απαραί-

τητη την παρακολούθηση και τον κατάλληλο χειρισμό της θερμοκρασίας των αρρώστων με μικτή αναισθησία.

Είναι αξιοσημείωτο ότι από μελέτες που αφορούν τη σχέση υποθερμίας και ύψους ραχιαίας ή επισκληριδίου αναισθησίας προκύπτουν σαφείς ενδείξεις ότι όσο πιο εκτεταμένος είναι ο νευρικός αποκλεισμός τόσο αυξάνει η πιθανότητα σοβαρής πτώσης της κεντρικής θερμοκρασίας.

Εξάλλου ο προβληματισμός για την εμφάνιση περιεργητικής υποθερμίας οδήγησε σε κλινικές έρευνες σχετικές με τον συνδυασμό μεγάλης ηλικίας-ραχιαίας αναισθησίας και υποθερμίας. Παρατηρήθηκε ότι οι ηλικιωμένοι ασθενείς παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανάπτυξης υποθερμίας γιατί οι χαμηλές θερμοκρασίες του πυρήνα είναι δυνατόν να μην ενεργοποιήσουν τους αυτόματους προστατευτικούς θερμορρυθμιστικούς μηχανισμούς. Επίσης η ελάττωση της θερμοκρασίας του σώματος δεν γίνεται αντιληπτή από τους ασθενείς, οι οποίοι μάλιστα αισθάνονται ζεστοί μετά τον αποκλεισμό, ούτε και από τον αναισθησιολόγο.<sup>25,26,27</sup>

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι η χρήση οπιοειδών και κατασταλτικών στην προανάγκωση και διεγχειρητικά, η συχνά μεγάλη ηλικία των ασθενών και ο νευρικός αποκλεισμός ο οποίος οδηγεί στη μεγαλύτερη απώλεια θερμότητας προς το τέλος της αναισθησίας, σε συνδυασμό με την ανεπαρκή κάλυψη των ασθενών μπορούν να οδηγήσουν την κεντρική θερμοκρασία σε δραματικά χαμηλά επίπεδα και να αυξήσουν τις πιθανότητες σοβαρών επιπλοκών.

Πίνακας 6. Διαφορές ως προς την επίδραση στη θερμορρύθμιση γενικής και περιοχικής αναισθησίας	
• Άμεση επίδραση των αναισθητικών φαρμάκων στον υποθάλαμο	• Έμμεση επίδραση στον υποθάλαμο (μέσω αισθ. θερμικών υποδοχέων).
• Περιφερική αγγειοδιαστολή	• Αγγειοδιαστολή μόνο στο κάτω μέρος του σώματος
• Μεγαλύτερη απώλεια θερμότητας από το δέρμα κατά την 1η φάση	• Μικρότερη απώλεια θερμότητας από το δέρμα κατά την 1η φάση
• Κεντρική αναχαίτιση αγγειοσύσπασης	• Περιφερική αναχαίτιση αγγειοσύσπασης
• Εμφάνιση αγγειοσύσπασης μετά 3-5 ώρες αναισθησίας - Plateau θερμοκρασίας πυρήνα	• Εμφάνιση αγγειοσύσπασης μόνο στο πάνω μέρος του σώματος
• Θερμορρυθμιστικό ρίγος	• Ρίγος μόνο στο πάνω μέρος του σώματος

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Sessler D.I., M.D.: Temperature monitoring in Anesthesia in: *Anesthesia Vol III Miller RD Churchill Livingstone* New York 1994; 1365-81.
2. Sessler D.I., M.D.: Mild Perioperative Hypothermia. Review Article, *New England J. Of Med.* June 1997; 12 1730-37.
3. Sladen R.N., M.D.: Thermal Regulation in Anesthesia and Surgery, *Journal of American Medical Association.* December 29<sup>th</sup>, 1990: 165-87.
4. Guton A.G.: Body Temperature, Temperature Regulation and Fever in *Textbook of Medical Physiology*, 8th Edition, Saunders Co, Philadelphia 1991; 797-808.
5. Lopez M, B, A, Sessler D.I., M.D.: Rate and Gender Dependence of the Sweating, Vasoconstriction and Shivering Thresholds in Humans. *Anesthesiology* 1994; 80, 780-88.
6. Osaki M, M.D., Sessler D.I., M.D.: The Direction Dependence of Thermoregulatory Vasoconstriction during Isoflurane/Epidural Anesthesia in Humans. *Anesth. Analg.* 1993; 77, 811-16.
7. Bredhal C., Hindsholm K.B. Frandsen P.C.: Changes in body heat during hip fracture surgery: a comparison of spinal analgesia and general anaesthesia. *Acta Anesth. Scand* 1991; 77, 811-16.
8. Matsukawa J, M.D., Sessler D.I., M.D. et al.: Heat flow and Distribution during Epidural Anesthesia. *Anesthesiology*, 1995; 83, 961-67.
9. Glostern B., M.D., Sessler D.I., M.D. et al.: Central Temperature Changes are Poorly Perceived during Epidural Anesthesia. *Anesthesiology*, 1992; 77, 10-16.
10. Leslie K., M.B.B.S., Sessler D.I., M.D.: Reduction in the Shivering Threshold is Proportional to Spinal Block Height. *Anesthesiology*, 1996; 84, 1327-31.
11. Emerick T.H., M.D., Ozaki M., M.D. Sessler D.I., M.D. et al.: Epidural Anesthesia increases apparent leg temperature and decreases the shivering threshold. *Anesthesiology*, 1994; 81, 289-98.
12. Vassilief N., M.D., Rosencher N., M.D., Sessler D.I., M.D. et al.: Shivering threshold during Spinal Anaesthesia is reduced in elderly patients. *Anesthesiology*, 1995; 83, 1162-66.
13. Frank S.M., M.D., Beattle Ch., M.D. et al.: Epidural versus General Anesthesia, ambient operating room temperature and patient age as predictors of inadvertent Hypothermia. *Anesthesiology*, 1992; 77, 252-57.
14. Cheng Ch., M.D. Matsukawa T., M.D., Sessler D.I., M.D. et al.: Increasing mean skin temperature linearly reduces the Core-temperature thresholds for vasoconstriction and shivering in Humans. *Anesthesiology*, 1995; 82, 1160-68.
15. Lopez M., Osaki M, M.D., Sessler D.I., M.D., Valdez M.: Physiologic responses to Hypothermia during Epidural Anesthesia and combined Epidural/Enflurane Anesthesia in women. *Anesthesiology*, 1993; 78, 1046-54.
16. Frank S., M.D., Higgins M.S., M.D. et al.: The catecholamine, cortisol and hemodynamic responses to mild perioperative Hypothermia. *Anesthesiology*, 1995; 82, 83-93.
17. Huffnagle H.J., DO, Norris M.C., M.D., Griego W.M., M.D. et al.: Hypothermia and shivering during Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery. *Anesthesiology*, 1993; 79, A. 1021.
18. Lehardt R.: Assessment of perioperative Hypothermia. *Current Opinion*, 1997; 10, 454-58.
19. Lienhart A., Deriaz H.: Monitorage de la temperature et lutte contre l' hypothermie in *Anesthesie Reanimation Chirurgicale Kamran Sarnii, Medicine-Sciences Flammarion*, 19995; 414-19.
20. Lienhart A., Deriaz H.: Le monitorage perioperatoire de la temperature in: *la Securite de la periode operatoire. JEPUP, Paris, Arnette*, 1987: 101-19.
21. Lienhart A., Duranteau R.: Le monitorage de la temperature en anesthesie in. *Le monitorage de l' opere. Paris. Masson*, 1984; 71-85.
22. Sessler D.I.: Monitoring body temperature in: L.J. Saidman N. Ty Smith, *Monitoring in anesthesia*, Boston, Butterorth-Heinemann 1993; 315-37.
23. Kurz A., Sessler D.I., Schroeder M., Kurz M.: Thermoregulatory response thresholds, during Spinal Anesthesia. *Anesth. Analg.* 1993; 77, 721-6.
24. Lienhart A., Just B., Deriaz H.: Modification thermiques perioperatoires. *Monitorage et treatment in: Conferences d' actualisation. Paris, SFAR*, 1990: 265-82.
25. Hynson J., Sessler D.I., et al.: Thermal balance and tremor patterns during Epidural Anesthesia. *Anesthesiology* 1991; 74, 683-5.
26. Glosten B., Sessler D.I., et al.: Intravenous lidocaine does not cause tremor or alters thermoregulation. *Reg. Anesth.* 1991; 16, 218-22.
27. Sessler D.I., Ponte G.: Shivering during Epidural Anesthesia. *Anesthesiology* 1990; 72, 816-21.