



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ Μ. ΧΑΛΑΡΗ**

**ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ ΤΕΙ ΛΑΜΙΑΣ**

**MSc ΣΤΗΝ «ΕΠΕΙΓΟΥΣΑ ΚΑΙ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ»**

**ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΑΘΗΝΩΝ ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΕΙ ΑΣΘΗΝΩΝ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ  
ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ  
ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΣΠΑΡΤΗ, 2018**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ Μ. ΧΑΛΑΡΗ**

**ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ ΤΕΙ ΛΑΜΙΑΣ**

**MSc ΣΤΗΝ «ΕΠΕΙΓΟΥΣΑ ΚΑΙ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ»**

**ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΑΘΗΝΩΝ ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΕΙ ΑΣΘΗΝΩΝ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ  
ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ  
ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ**

**ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΣΠΑΡΤΗ, 2018**

Copyright © 2018 ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ Μ. ΧΑΛΑΡΗ

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής «Διερεύνηση των διεγχειρητικών παραγόντων που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών μετά τη χειρουργική επέμβαση» στο Τμήμα Νοσηλευτικής. Η έγκρισή της δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου εργασίας και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές που αναφέρω έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά και όπου απαιτείται έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας.

Υπογραφή

## **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Πανουτσόπουλος Γεώργιος: Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Φιλντίσης Γεώργιος: Καθηγητής (Μέλος)

Ζυγά Σοφία: Αναπληρώτρια Καθηγήτρια (Μέλος)

## **ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Πανουτσόπουλος Γεώργιος: Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου (*Επιβλέπων*)

Θεοδοσοπούλου Ελένη, Καθηγήτρια, Τμήμα Νοσηλευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τσιρώνη Μαρία, Καθηγήτρια, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Φιλντίσης Γεώργιος: Καθηγητής, Τμήμα Νοσηλευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ζυγά Σοφία: Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Κακλαμάνος Ιωάννης: Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Νοσηλευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κολοβός Πέτρος: Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Στους Γιώργο, Τόνια, Δημήτρη, Μάξιμο

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	9
Abstract .....	12
Εισαγωγή .....	14
Περιγραφή του προβλήματος.....	16
1. Υποθερμία.....	18
1.1. Φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος και ορισμός της υποθερμίας.....	18
1.2. Θερμορύθμιση .....	19
1.2.1. Αντιδράσεις του οργανισμού στη μείωση της θερμοκρασίας .....	24
1.2.2. Γενική αναισθησία και θερμορύθμιση.....	25
1.2.3. Νευραξονική αναισθησία και θερμορύθμιση .....	28
1.2.4. Υπερθερμία και πυρετός.....	31
1.2.5. Θερμική ισορροπία .....	33
1.3. Συνέπειες της ήπιας περιεγχειρητικής υποθερμίας.....	35
1.3.1. Επιδράσεις της υποθερμίας στη φαρμακοκινητική των παραγόντων που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια αναισθησίας.....	39
1.3.2. Επιδράσεις της υποθερμίας στο μυοκάρδιο.....	41
1.3.3. Επιδράσεις της υποθερμίας στον κίνδυνο λοιμώξεων στη χειρουργική τομή.....	42
1.3.4. Επιδράσεις της υποθερμίας στο σύστημα πήξης.....	43
1.4. Κατευθυντήριες οδηγίες Υποθερμίας .....	44
1.5. Διατήρηση νορμοθερμίας .....	48
1.6. Προθέρμανση.....	51
1.6.1. Προθέρμανση ως αποκλειστικό μέτρο για την πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας.....	52

1.6.2. Προθέρμανση σχετιζόμενη με τη διεγχειρητική θέρμανση του ασθενή για την πρόληψη της υποθερμίας.....	54
1.7. Συσκευές θέρμανσης.....	56
1.7.1. Συσκευές θέρμανσης ενδοφλέβιων υγρών.....	59
1.7.2. Θάλαμοι θέρμανσης.....	63
1.7.3. Συσκευές θέρμανσης σώματος .....	65
1.7.4. Συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα .....	66
1.7.5. Θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση.....	72
1.7.6. Συσκευές με κυκλοφορούν νερό.....	77
1.7.7. Συστήματα θέρμανσης με αρνητική πίεση .....	79
1.8. Παρακολούθηση της θερμοκρασίας .....	81
1.8.1. Μέθοδοι μέτρησης και σημείο μέτρησης της θερμοκρασίας του σώματος περιεγχειρητικά.....	84
1.9. Δυσκολίες στην κλινική πρακτική .....	85
1.10. Επιδημιολογικές και παθοφυσιολογικές πτυχές της περιεγχειρητικής υποθερμίας.....	86
1.11. Διάγνωση υποθερμίας: μέτρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος διεγχειρητικά.....	87
1.12. Παράγοντες κινδύνου ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας.....	87
1.13. Επιπλοκές της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας.....	88
1.14. Προληπτικά μέτρα .....	89
1.14.1. Αύξηση της θερμοκρασίας του ασθενή πριν από τη χειρουργική επέμβαση («προθέρμανση»).....	89
1.14.2. Ενεργός αύξηση της θερμοκρασίας του ασθενή κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης.....	90
1.14.3. Παθητική θέρμανση.....	91
1.14.4. Διαλύματα και προϊόντα αίματος που έχουν θερμανθεί .....	91



2. Σκοπός.....	92
3. Μεθοδολογία.....	93
3.1 Πληθυσμός της μελέτης.....	93
3.2 Κριτήρια επιλογής δείγματος.....	93
3.3 Κριτήρια αποκλεισμού.....	93
3.3 Είδος μελέτης.....	94
3.4 Συλλογή δεδομένων - Μεθοδολογία.....	94
3.5 Ερευνητικά εργαλεία .....	95
3.6. Στατιστική ανάλυση.....	100
3.6.1. Εισαγωγή δεδομένων σε στατιστικό πρόγραμμα (SPSS).....	100
3.6.2 Έλεγχος αρχείου δεδομένων, διόρθωση λαθών από την εισαγωγή των δεδομένων στο SPSS (Editing).....	100
3.7. Στοιχεία δεοντολογίας .....	101
4. Αποτελέσματα.....	103
5. Συζήτηση.....	148
5.1. Επίπτωση υποθερμίας διεγχειρητικά .....	148
5.2. Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά .....	151
5.3. Επιπλοκές της διεγχειρητικής υποθερμίας.....	161
5.4. Πρόληψη διεγχειρητικής υποθερμίας .....	165
5.5. Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας μετεγχειρητικά.....	177
6. Περιορισμοί της Μελέτης.....	179
7. Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	181
Βιβλιογραφία .....	183
Φόρμα Καταγραφής.....	229

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ**  
**ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ**  
**ΜΕΤΑ ΤΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Από την Ελευθερία Χάλαρη**

## **Περίληψη**

**Εισαγωγή:** Η υποθερμία είναι συνηθισμένη στους ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση με αναισθησία. Η υποθερμία δεν είναι μόνο μία δυσάρεστη εμπειρία, αλλά επίσης μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και να αυξήσει τον κίνδυνο μετεγχειρητικών επιπλοκών.

**Σκοπός:** Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των διεγχειρητικών παραγόντων που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών κατά τη διάρκεια και μετά τη χειρουργική επέμβαση.

**Μεθοδολογία:** Πρόκειται για μία προοπτική μελέτη συσχέτισεως. Τον πληθυσμό της μελέτης αποτέλεσαν ενήλικοι ασθενείς, που υπεβλήθησαν σε προγραμματισμένη χειρουργική επέμβαση. Η θερμοκρασία των ασθενών μετρήσταν στο μέσο της χειρουργικής επέμβασης, κατά την είσοδο και κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ με ηλεκτρονικό τυμπανικό θερμόμετρο. Η υποθερμία ορίστηκε ως η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος λιγότερο από 36 °C.

**Αποτελέσματα:** Στη μελέτη συμμετείχαν 944 ασθενείς ηλικίας  $55,5 \pm 20,5$  έτη, εκ των 54,2% ήταν άνδρες. Οι μισοί περίπου ασθενείς (52,7%) είχαν βαθμολογία ASA I και το 40,5% είχε II. Οι μισές χειρουργικές επεμβάσεις ήταν γενικής χειρουργικής. Η μέση διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων ήταν  $107,5 \pm 51,4$  min. Η πλειοψηφία των χειρουργικών επεμβάσεων έγινε με ολική αναισθησία (69,2%). Συνολικά, το 59,6% των ασθενών ανέπτυξε υποθερμία διεγχειρητικά, το 62,7% κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ και το 58,1% κατά την έξοδο. Οι ασθενείς που εμφάνισαν υποθερμία διεγχειρητικά ήταν σημαντικά μεγαλύτερης ηλικίας ( $60,1 \pm 18,4$  έναντι  $48,8 \pm 21,7$  έτη,  $p < 0,05$ ), ήταν σημαντικά περισσότεροι παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι (33,7% έναντι 24,1%,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερη βαθμολογία κατά ASA ( $1,6 \pm 0,7$  έναντι  $1,4 \pm 0,6$ ,  $p < 0,05$ ) και συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά ( $127,9 \pm 25,8$  έναντι  $121,7 \pm 27,4$  mmHg,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκε σημαντικά μεγαλύτερο αριθμός οπιοειδών ( $1,3 \pm 0,5$  έναντι  $1,2 \pm 0,5$ ,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκε σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό μυοχάλαση (72,3% έναντι 41,3%,  $p < 0,05$ ), υπεβλήθησαν σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό σε ολική αναισθησία (74,1% έναντι 61,8%,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης ( $101,3 \pm 47,2$  έναντι  $115,1 \pm 54,7$  min,  $p < 0,05$ ), υπεβλήθησαν σε σημαντικά λιγότερες μεγάλες χειρουργικές επεμβάσεις διάρκειας 180-240 min (3,6% έναντι 7,4%,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερη θερμοκρασία διεγχειρητικά ( $35,5 \pm 0,3$  έναντι  $36,2 \pm 0,2$  °C,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά λιγότερες σφίξεις διεγχειρητικά ( $78,2 \pm 17,9$  έναντι  $80,8 \pm 18,3$  bpm,  $p < 0,05$ ), χρησιμοποιήθηκε ως γενικό αναισθητικό σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό δεσοφλουράνιο (0,7% έναντι 3,6%,  $p < 0,05$ ) και συνδυασμός προποφόλης και δεσοφλουρανίου (18,4% έναντι 42,1%,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκαν οπιοειδή σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό (2,3% έναντι 5%,  $p < 0,05$ ) και είχαν τοποθετηθεί σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό σε γυναικολογική θέση (11,6% έναντι 20%,  $p < 0,05$ ).

**Συμπεράσματα:** Η συχνότητα εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά ήταν 59,6%, ενώ κατά την εισαγωγής και έξοδο από τη ΜΜΑΦ ήταν 62,7% και 58,1% αντίστοιχα. Συνιστάται η παρακολούθηση της θερμοκρασίας του σώματος, η λήψη των απαραίτητων μέτρων για την πρόληψη της υποθερμίας και η θέρμανση κάθε ασθενή που θα υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση, η οποία πιθανόν να διαρκέσει

περισσότερο από 30 λεπτά. Η αποφυγή της υποθερμίας κατά τη διεγχειρητική περίοδο είναι προτιμότερη από τη θεραπεία της στη μετεγχειρητική περίοδο.

**UNIVERSITY OF PELOPONESE**  
**FACULTY OF HUMAN MOVEMENT AND QUALITY OF LIFE SCIENCES**  
**DEPARTMENT OF NURSING**

**INVESTIGATION OF PERIOPERATIVE FACTORS THAT AFFECT THE  
TEMPERATURE OF THE CORE OF THE PATIENTS AFTER THE  
SURGICAL INTERVENTION**

**DOCTORAL THESIS**

**By Eleftheria Chalari**

**Abstract**

**Introduction:** Hypothermia is common in patients undergoing anesthesia surgery. Hypothermia is not just an unpleasant experience, but can also cause side effects during surgery and increase the risk of post-operative complications.

**Aim:** The aim of this study was to investigate the intraoperative factors that affect the core temperature of patients during and after surgery.

**Methodology:** This was a perspective correlation study. The study population consists of adult patients who underwent elective surgery. The patient's temperature was measured in the middle of the surgical procedure, at the admission and discharge of the PACU with an electronic tympanic thermometer. Hypothermia was defined as the temperature of the core less than 36 °C.

**Results:** In the study participated 944 patients, 55.5±20.5 yrs, of whom 54.2% were men. About half of the patients (52.7%) had ASA I score and 40.5% had ASA II. Half of the surgeries were general surgery. The average duration of surgical procedures was 107.5±51.4 min. The majority of surgical procedures were performed with total anesthesia (69.2%). Overall, 59.6% of patients developed hypothermia intraoperatively, 62.7% on admission and 58.1% on discharge of the PACU. Patients

who had hypothermia intraoperatively were significantly older ( $60.1\pm 18.4$  versus  $48.8\pm 21.7$  years,  $p<0.05$ ), were significantly more obese and heavy obese (33.7% vs. 24.1%,  $p<0.05$ ), had significantly higher ASA score ( $1.6\pm 0.7$  versus  $1.4\pm 0.6$ ,  $p<0.05$ ) and systolic blood pressure intraoperatively ( $127.9\pm 25.8$  versus  $121.7\pm 27.4$  mmHg,  $p<0.05$ ), received significantly higher number of opioids ( $1.3\pm 0.5$  versus  $1.2\pm 0.5$ ,  $p<0.05$ ), were administered significantly more muscles relaxants (72.3% versus 41.3%,  $p<0.05$ ), underwent significantly more general anesthesia (74.1% vs. 61.8%,  $p<0.05$ ), had significantly shorter surgical duration ( $101.3\pm 47.2$  vs.  $115.1\pm 54.7$  min,  $p<0.05$ ), underwent significantly fewer major surgical interventions of 180-240 min (3.6% vs. 7.4%,  $p<0.05$ ), had significantly lower intraoperative temperature ( $35.5\pm 0.3$  vs.  $36.2\pm 0.2$  °C,  $p<0.05$ ), had significantly lower heart rate intraoperatively ( $78.2\pm 17.9$  vs.  $80.8\pm 18.3$  bpm,  $p<0.05$ ), was used desoflurane as a general anesthetic in a significantly lower percentage (0.7% vs. 3.6%,  $p<0.05$ ) and a combination of propofol and desoflurane (18.4% vs. 42.1%,  $p<0.05$ ), opioids were administered at a significantly lower rate (2.3% vs. 5%,  $p<0.05$ ) and were significantly positioned in gynecological status (11.6% vs. 20%,  $p<0.05$ ).

**Conclusions:** The incidence of hypothermia intraoperatively was 59.6%, while on admission to and discharge of the PACU was 62.7% and 58.1%, respectively. It is suggested to monitor the body temperature, to take the necessary measures to prevent hypothermia and to warm up any patient who is undergo surgery, which will last more than 30 minutes. It is recommend to prevent hypothermia during the intraoperative period rather than treat it in the postoperative period.

## Εισαγωγή

Η υποθερμία είναι συνηθισμένη στους ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση με αναισθησία. Ένα άτομο με θερμοκρασία πυρήνα κάτω από 36°C θεωρείται ότι έχει υποθερμία. Η υποθερμία δεν είναι μόνο μία δυσάρεστη εμπειρία, αλλά επίσης μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και να αυξήσει τον κίνδυνο μετεγχειρητικών επιπλοκών.

Ένα από τα καθήκοντα των νοσηλευτών είναι να βοηθήσουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών εντός των φυσιολογικών ορίων. Επί του παρόντος, υπάρχουν πολλές μέθοδοι θέρμανσης που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια αλλά και μετά τις χειρουργικές επεμβάσεις. Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, υπάρχουν πολυάριθμες αναφορές της αποτελεσματικότητας των διαφόρων παρεμβάσεων στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών. Ωστόσο, παρά την τεράστια προσπάθεια βελτίωσης, η επίπτωση της μετεγχειρητικής υποθερμίας εξακολουθεί να είναι υψηλή σε πολλούς χώρους στο νοσοκομείο και κυρίως στα χειρουργεία.

Η ισορροπία της παραγωγής θερμότητας και η απώλεια της θερμορύθμισης είναι ο βασικός μηχανισμός της διατήρησης της φυσιολογικής θερμοκρασίας του σώματος. Η θερμοκρασία του πυρήνα ορίζεται ως η θερμοκρασία του κεντρικού κυκλοφορικού συστήματος και μπορεί να μετρηθεί στον τυμπανικό υμένα (τύμπανο του αυτιού) (Buggy & Crossley, 2000). Κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας, ο μηχανισμός θερμορύθμισης καταστέλλεται και μειώνει την παραγωγή θερμότητας (αναστέλλεται η αγγειοσυστολή), ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την απώλεια θερμότητας (προκαλείται αγγειοδιαστολή), με αποτέλεσμα να προκαλείται μείωση της θερμοκρασίας του σώματος. Ευρήματα έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία του πυρήνα των χειρουργικών ασθενών μειώνεται συνήθως από 0,5 °C έως 1,5 °C την πρώτη ώρα της αναισθησίας (Wagner, 2006). Επιπλέον, πολλαπλοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων του «δροσερού» χειρουργείου, της έκθεσης διαφόρων τμημάτων του σώματος και της απώλειας αίματος, εντείνει το πρόβλημα της απώλειας θερμότητας.

Η υποθερμία σε περιεγχειρητικό περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει πολλές ανεπιθύμητες ενέργειες. Μεταβάλλει το μεταβολισμό φαρμάκων, προκαλώντας μεταβολική οξέωση, υποκαλιαμία και ανισορροπία αζώτου. Μπορεί επίσης να προκαλέσει διαταραχές στην πήκτικότητα και αναστέλλει τη λειτουργία των αιμοπεταλίων η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της απώλειας του αίματος. Ενώ η ισχαιμική καρδιακή θνησιμότητα είναι η κύρια αιτία του περιεγχειρητικού θανάτου, ο κίνδυνος εμφράγματος του μυοκαρδίου είναι υψηλότερος στους χειρουργικούς ασθενείς με περιεγχειρητική υποθερμία (Boehnlein & Marek, 1999). Επίσης, η υποθερμία επάγει πολλές μετεγχειρητικές επιπλοκές. Για παράδειγμα, αυξάνει τον κίνδυνο λοίμωξης του τραύματος, μειώνει την επούλωση των πληγών και παρατείνει τη μετεγχειρητική ανάρρωση και νοσηλεία (AORN, 2006). Η σοβαρή υποθερμία μπορεί να προκαλέσει βραδυκαρδία, πρόωρη κοιλιακή συστολή, κοιλιακή μαρμαρυγή και κολπική μαρμαρυγή (Kumar et al., 2005, Scott & Buckland 2006). Επιπλέον, η θερμική δυσφορία μειώνει την ικανοποίηση των ασθενών που έχουν υποστεί χειρουργική αναισθησία (Kurz 2008). Για την πρόληψη της υποθερμίας και τη μείωση του κόστους των υπηρεσιών υγείας (Mahoney & Odom 1999, Welch 2002), πρέπει να διατηρείται η θερμοκρασία του σώματος των ασθενών περιεγχειρητικά σε φυσιολογικά επίπεδα (Association of PeriOperative Registered Nurses, 2009). Επειδή η υποθερμία είναι κοινή στο περιεγχειρητικό περιβάλλον, η διατήρηση της φυσιολογικής θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών στον περιεγχειρητικό χώρο από τους επαγγελματίες υγείας αποτελεί μεγάλη πρόκληση.



## Περιγραφή του προβλήματος

Η ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία εμφανίζεται συχνά σε ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική αναισθησία. Στη μελέτη των Moola και Lockwood (2011), ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία αναφέρθηκε στο 50% έως 90% όλων των χειρουργικών περιπτώσεων. Σύμφωνα με το Σύλλογο Περιεγχειρητικών Νοσηλευτών των ΗΠΑ (Wagner, 2010), υποθερμία προκύπτει όταν η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος είναι κάτω από 36 °C ή 96,8 °F.

Όλοι οι ασθενείς, ανεξαρτήτως ηλικίας ή φύλου, είναι σε κίνδυνο για ανάπτυξη ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας όταν τους χορηγηθεί γενική ή περιοχική αναισθησία. Ακόμη και αν ο ασθενής έχει φυσιολογική θερμοκρασία πριν από το χειρουργείο, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος μπορεί να μειωθεί κατά 1-2 °C εντός τριάντα λεπτών από τη χορήγηση αναισθησίας. Η αναισθησία προκαλεί αγγειοδιαστολή, επιτρέποντας το ζεστό αίμα από τον πυρήνα του σώματος να κατανεμηθεί στα περιφερειακά άκρα. Αυτό το φαινόμενο είναι επίσης γνωστό ως πτώση της θερμοκρασίας από κατανομή και είναι κοινός κίνδυνος αναισθησίας (Diaz & Becker, 2010).

Η ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία συνδέεται με αρκετά μετεγχειρητικά νοσήματα, όπως μειωμένη επούλωση τραυμάτων, χειρουργικές λοιμώξεις, αλλοιωμένος μεταβολισμός των φαρμάκων, καρδιαγγειακές διαταραχές και αυξημένη αναπνευστική δυσχέρεια. Επιπλέον, η ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία μπορεί να οδηγήσει σε άμεσες μετεγχειρητικές επιπλοκές όπως απώλεια αίματος, υποξία, καρδιακή αρρυθμία, ρίγη και καθυστερημένη αποσωλήνωση (Fettes et al., 2013).

Όταν συμβαίνουν μετεγχειρητικές επιπλοκές όπως η υποθερμία, ο ασθενής παραμένει τυπικά στη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας (ΜΜΑΦ) για στενή παρακολούθηση. Αυτό μπορεί ενδεχομένως να προκαλέσει αναστάτωση στη χειρουργική ροή επειδή ο ασθενής προφανώς χρειάζεται να παραμείνει περισσότερο χρόνο από τον αναμενόμενο. Ο ασθενής που βρίσκεται στη ΜΜΑΦ πρέπει να σταθεροποιηθεί πρώτα πριν εξέλθει από αυτή και οδηγηθεί στην κλινική. Αυτό

σημαίνει ότι σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να χρειαστούν πολλές ώρες παραμονής και αυξημένες ανάγκες σε προσωπικό.

Το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας και Άριστης Φροντίδας (NICE) και η Αμερικανική Εταιρεία Περιεγχειρητικής Νοσηλευτικής (ASPAN) παρέχουν συστάσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρωτόκολλο θέρμανσης του ασθενή τόσο σε χώρους εντός όσο και εκτός του χειρουργείου (NICE, 2008). Αυτές οι κατευθυντήριες οδηγίες περιγράφουν τις βέλτιστες πρακτικές, όπως χορήγηση θερμών υγρών και διατήρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος εάν το δέρμα του ασθενή εκτεθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα στο ψυχρό περιβάλλον του χειρουργείου.

Τα Κέντρα υπηρεσιών Medicare και Medicaid (CMS) δεν αποζημιώνουν τα κέντρα υγειονομικής περίθαλψης εάν οι ασθενείς αναπτύξουν νοσοκομειακές λοιμώξεις, συμπεριλαμβανομένων των λοιμώξεων στη χειρουργική τομή. Η ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία είναι γνωστό ότι αυξάνει τον κίνδυνο χειρουργικών λοιμώξεων στην τομή λόγω καθυστερημένης επούλωσης και αιμάτωσης στους περιβάλλοντες ιστούς. Ωστόσο, ένα πρωτόκολλο θέρμανσης, όπως συνιστάται από τη NICE και ASPAN, θα μειώσει σημαντικά τον κίνδυνο χειρουργικών λοιμώξεων. Εάν ο οργανισμός-νοσοκομείο δε συμμορφώνεται με τα πρότυπα του CMS και συνεχίζει να θέτει τους ασθενείς σε κίνδυνο για ανάπτυξη λοιμώξεων στη χειρουργική τομή, το κόστος των χειρουργικών υπηρεσιών θα αυξηθεί σημαντικά (CMS, 2014).

# 1. Υποθερμία

## 1.1. Φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος και ορισμός της υποθερμίας

Από το 1860, ο γιατρός Carl Wunderlich από τη Λειψία της Γερμανίας, χρησιμοποιώντας θερμομέτρα υδραργύρου, καθιέρωσε τη μέση φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος σε 37°C, βασισμένη σε μετρήσεις θερμοκρασίας στη μασχάλη χιλιάδων ασθενών (Wunderlich, 1968). Το διάγραμμα θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται σήμερα στην καθημερινή κλινική πρακτική για την παρακολούθηση της πορείας της νόσου σε νοσηλεύομενους ασθενείς, εισήχθη από την Wunderlich. Η τιμή των 37°C επιβεβαιώθηκε από τα σύγχρονα θερμομέτρα που μετρούν τη θερμοκρασία σε περιοχές κοντά στον πυρήνα του σώματος. Σήμερα είναι επίσης γνωστό ότι η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος υπόκειται στο βιορυθμό, με αποτέλεσμα την εμφάνιση διακυμάνσεων ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την εποχή του έτους. Ο μεταβολισμός του σώματος, ο οποίος επηρεάζεται από τις ορμόνες και τη σωματική δραστηριότητα, συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος με την παραγωγή θερμότητας.

Η θερμοκρασία είναι ένα από τα στοιχεία της ομοιόστασης, η οποία μειώνεται κατά την αναισθησία. Οι παρατηρήσεις αρκετών δεκαετιών αποκαλύπτουν ότι η ακούσια υποθερμία είναι η πιο κοινή διεγχειρητική επιπλοκή που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά πολλές φυσιολογικές διαδικασίες, καθώς και τη μετεγχειρητική πορεία των ασθενών. Ωστόσο, στους ασθενείς υπό αναισθησία δεν έχει οριστεί ούτε η υποθερμία ούτε ο στόχος του εύρους της θερμοκρασίας. Θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος ίση με 36 °C θεωρείται ότι είναι η οριακή τιμή της υποθερμίας (NICE, 2008). Φυσιολογικά, η θερμοκρασία του πυρήνα κυμαίνεται γύρω στους 37 °C και σπάνια είναι κάτω από 36.5 °C (Mackowiak et al., 1992).

Έτσι, η φυσιολογική θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος στον άνθρωπο μπορεί να οριστεί από 36°C έως 37.5°C. Για αυτό το λόγο οι διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες, ορίζουν την υποθερμία ως θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος κάτω από 36 °C (Sund-Levander et al., 2002). Στοιχεία δείχνουν ότι μείωση της θερμοκρασίας διεγχειρητικά κατά 1 έως 1,4 °C έχει δυσμενείς επιπτώσεις. Ως εκ τούτου,

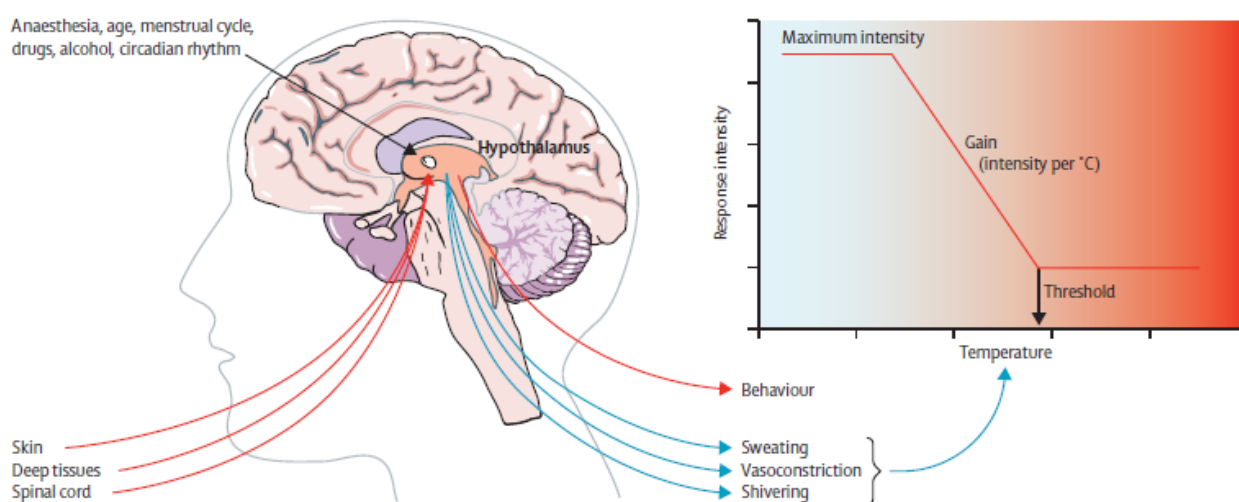
προηγούμενες θεωρίες ότι η διεγχειρητική θερμοκρασία πρέπει να είναι χαμηλότερη από 35 °C δε δικαιολογούνται πλήρως (Sessler, 1998).

## 1.2. Θερμορύθμιση

Η διαδικασία της θερμορύθμισης αποτελείται από την περιφερική αντίληψη, την κεντρική ρύθμιση και τις αποκρίσεις στα ερεθίσματα. Στη δεκαετία του 60 του προηγούμενου αιώνα, δείχτηκε ότι το δέρμα δεν ήταν ο μόνος ιστός που είναι ικανός να ενεργοποιήσει τη διαδικασία της θερμορύθμισης και ότι οι εσωτερικοί ιστοί και όργανα εμπλέκονται στην περιφερική αντίληψη (Jessen et al., 1984). Τα σήματα επαγωγής μεταδίδονται από τις ίνες τύπου A (αίσθηση του κρύου) και τις μη μυελωμένες ίνες C (αίσθηση θερμότητας). Η ανατομία της επαγωγικής οδού της θερμοκρασίας από το δέρμα δεν έχει πλήρως διαλευκανθεί, αλλά η μετάδοση του θερμικού σήματος από τους εσωτερικούς ιστούς χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Ωστόσο, είναι γνωστό ότι οι θερμοϋποδοχείς βρίσκονται στις ίνες του σπλαχνικού και του πνευμονογαστρικού νεύρου και είναι διάσπαρτοι στην κοιλιακή κοιλότητα. Το κέντρο της θερμορύθμισης βρίσκεται στον υποθάλαμο και λαμβάνει ερεθίσματα από το δέρμα και τα εσωτερικά όργανα. Το κέντρο διατηρεί τη θερμοκρασία του σώματος προσαρμόζοντάς την ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, ενεργοποιείται ακόμη και σε πολύ μικρές αποκλίσεις της θερμοκρασίας (<0,2 °C), ενώ το κατώφλι ενεργοποίησης αλλάζει με τον καιρό. Η λειτουργία του υποθαλάμου ως θερμορυθμιστικό κέντρο μπορεί να εξηγηθεί με δύο βασικούς όρους, ένα σημείο ρύθμισης και ένα εύρος ορίων. Αυτοί οι όροι είναι απαραίτητοι για την κατανόηση της παθογένεσης της διεγχειρητικής υποθερμίας. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος παρουσιάζει ρυθμικές αλλαγές στα δύο φύλα (κικκάδιος ρυθμός  $\pm 1$  °C) και μηνιαίες διακυμάνσεις στις γυναίκες ( $\pm 0,5$  °C), το οποίο αντιστοιχεί σε ημερήσιες και μηνιαίες αλλαγές στο σημείο ρύθμισης της θερμοκρασίας. Το εύρος των ορίων (περίπου 0,2 °C) είναι το αποδεκτό εύρος των θερμοκρασιών, εντός του οποίου δεν ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί πρόληψης της μείωσης της θερμοκρασίας (Kurz, 2008). Πολλές ενδογενείς ουσίες, π.χ. νοραδρεναλίνη, ντοπαμίνη, ακετυλοχολίνη, προσταγλανδίνη E1, νευροπεπτίδια και σεροτονίνη, είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της επιθυμητής τιμής και του

εύρους των ορίων σε σταθερό επίπεδο. Αν και ο ρόλος κάθε μίας ενδογενούς ουσίας δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί, υπάρχουν στοιχεία ότι το σύστημα GABA παίζει βασικό ρόλο στη ρύθμιση της απόκρισης στη μείωση της θερμοκρασίας (Morrison et al., 2008).

Η φυσιολογική θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος μεταβάλλεται κατά τουλάχιστον 1 °C στον κερκάρδιο κύκλο και στην εμμηνόρροια (Sessler et al., 1991). Αλλά σε κάθε δεδομένη στιγμή, η θερμοκρασία του πυρήνα ρυθμίζεται αυστηρά, εντός ενός εύρους λίγων δεκάτων του βαθμού κατά τη διάρκεια της ημέρας (Lopez et al., 1994) με ελαφρώς μεγαλύτερο εύρος τη νύχτα (Tayefeh et al., 1998). Υπάρχουν τρία βασικά συστατικά για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματος: ανίχνευση της αίσθησης (Sessler et al., 1991), κεντρική ρύθμιση (Lopez et al., 1994) και αυτόνομη και συμπεριφορική άμυνα (Tayefeh et al., 1998) (Εικόνα 1).



**Σχήμα 1: Ρύθμιση της θερμοκρασίας στον άνθρωπο**

Η θερμοκρασία ανιχνεύεται στην επιφάνεια του δέρματος, στους εν τω βάθει ιστούς, στο νωτιαίο μυελό, στον εγκέφαλο και στον υποθάλαμο. Η θερμορύθμιση λαμβάνει χώρα σε διάφορα επίπεδα, αλλά ο υποθάλαμος είναι το πιο σημαντικό σημείο. Οι πιο σημαντικές αυτόνομες αντιδράσεις είναι η εφίδρωση, η αρτηριοφλεβική αναστόμωση, η αγγειοσυστολή και το ρίγος. Οι συμπεριφορικές απαντήσεις είναι μακράν οι πιο ισχυρές άμυνες, οι οποίες δεν υπάρχουν στους χειρουργικούς ασθενείς.

Κάθε απόκριση χαρακτηρίζεται από όρια (ενεργοποίηση της θερμοκρασίας του πυρήνα), κέρδος (αύξηση της έντασης απόκρισης με περαιτέρω απόκλιση της θερμοκρασίας του πυρήνα) και απάντηση μέγιστης έντασης.

Οι θερμοκρασίες ανιχνεύονται περιφερικά και σε ολόκληρο το σώμα με διάφορους υποδοχείς και νεύρα. Οι παροδικοί δυναμικοί πρωτεϊνικοί υποδοχείς είναι οι πιο σημαντικοί. Μεταξύ αυτών, οι υποδοχείς TRPV 1-4 ενεργοποιούνται με τη θερμότητα λαμβάνοντας υπόψη ότι οι TRPM8 και TRPA1 ενεργοποιούνται από το κρύο (Feketa et al., 2014). Πολλοί δυνητικοί υποδοχείς ενεργοποιούνται από επιβλαβή για τον οργανισμό ερεθίσματα (Premkumar & Abooj, 2013). Τα θερμορυθμιστικά σήματα μεταφέρονται κυρίως κεντρικά μέσω του πρόσθιου νωτιαίου μυελού, αλλά υπάρχουν και πολλές ανεξάρτητες πορείες που συμβάλλουν στο συνολικό θερμορυθμιστικό έλεγχο (Fealey, 2013).

Ο κεντρικός θερμορυθμιστικός έλεγχος βασίζεται στην είσοδο θερμότητας από δομές σε όλο το σώμα και ρυθμίζεται από το νωτιαίο μυελό, τον εγκέφαλο, και ειδικά τον υποθάλαμο. Σε γενικές γραμμές, η επιφάνεια του δέρματος, οι λοιποί περιφερικοί ιστοί, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος, ο νωτιαίος μυελός και ο υποθάλαμος συμβάλλουν στον αυτόνομο έλεγχο της θερμορύθμισης. Ωστόσο, η μέση θερμοκρασία του δέρματος συνεισφέρει περίπου στο 50% της θερμικής άνεσης, με το θώρακα και το πρόσωπο να συμβάλλουν περισσότερο από τις άλλες περιοχές (Frank et al., 1999). Ο θερμορυθμιστικός έλεγχος εξαρτάται από τη στιγμιαία θερμοκρασία του πυρήνα και όχι από το ρυθμό μεταβολής της θερμοκρασίας του πυρήνα (Lopez et al., 1994). Αντίθετα, οι ταχείες αλλαγές στη θερμοκρασία του δέρματος προκαλούν δυσανάλογα μεγάλες αντιδράσεις, αλλά μόνο με ρυθμούς άνω των 6 °C/h (Taniguchi et al., 2011).

Οι θερμορυθμιστικές λειτουργίες μπορεί σε γενικές γραμμές να χωριστούν σε συμπεριφορικές και αυτόνομες απαντήσεις. Η συμπεριφορά, η οποία περιλαμβάνει όλες τις εκούσιες απαντήσεις στη θερμική δυσφορία, είναι μακράν η πιο δυναμική. Οι συμπεριφορικές απαντήσεις αφορούν την προστατευτική θέση του σώματος και το ρουχισμό, την προστασία του ατόμου μέσα σε κτήρια και τις κλιματολογικές

συνθήκες του αέρα. Η συμπεριφορική θερμορύθμιση επιτρέπει στον άνθρωπο να ανέχεται τους διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Schlader et al., 2011).

Οι πρωτογενείς αυτόνομες θερμορυθμιστικές άμυνες στον άνθρωπο είναι η ενεργή προτριχοειδική αγγειοδιαστολή και η εφίδρωση, η αγγειοσυστολή και το ρίγος (De Witte & Sessler, 2002). Η θερμογένεση χωρίς ρίγος (ενεργοποίηση του καφέ λίπους από μια πρωτεΐνη, τη θερμογενίνη) χρησιμοποιείται κατά προτίμηση στο ρίγος στα νεογνά (Affourtit et al., 2007). Στους ενήλικες, η θερμογένεση χωρίς ρίγος θα μπορούσε να συμβάλει στην μακροπρόθεσμη της ενεργειακής ομοιόστασης, αλλά δεν χαρακτηρίζεται σημαντική θερμορυθμιστική άμυνα (Kajimura & Saito, 2014).

Οι μη-αθλητές ενήλικες μπορούν να παράγουν ένα λίτρο ιδρώτα ανά ώρα και να μειώσουν μέχρι και δέκα φορές το ρυθμό του βασικού μεταβολικού τους σε ξηρό περιβάλλον. Η θερμορυθμιστική αγγειοσυστολή περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις αρτηριοφλεβώδεις αναστομώσεις στα άκρα (κυρίως τα δάχτυλα των άνω και κάτω άκρων). Αυτά τα μικρά αγγεία των 100 μm, όταν διασταλούν, μεταφέρουν 10.000 φορές περισσότερο αίμα από τα τριχοειδή των 10 μm και καθόλου αίμα όταν συσταλούν. Παρά το γεγονός ότι η δράση των αρτηριοφλεβωδών αναστομώσεων περιορίζεται ανατομικά στα δάχτυλα των άνω και κάτω άκρων, επηρεάζουν τη ροή του αίματος σε ολόκληρα τα άκρα και είναι αποτελεσματικές στη διάχυση της θερμότητας όταν είναι ανοικτές, περιορίζοντας τη μεταβολική θερμότητα στον πυρήνα όταν κλείσουν (Sawka & Montain, 2000).

Το ρίγος μπορεί γρήγορα να αυξήσει το μεταβολικό ρυθμό μέχρι και πέντε περίπου φορές, ενώ μπορεί να διατηρήσει το μεταβολικό ρυθμό αυξημένο κατά 3 φορές, περίπου 3-4 ώρες πριν την κόπωση των μυών. Ωστόσο, το ρίγος μπορεί να είναι λιγότερο αποτελεσματικό από ότι θα αναμενόταν, επειδή η μεγαλύτερη μυϊκή δραστηριότητα είναι στα άκρα. Έτσι, η αγγειοδιαστολή που συμβαίνει για να οξυγονωθούν οι περιφερικοί μύες, εξουδετερώνει τη θερμορυθμιστική αγγειοσυστολή και έτσι, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό, επιτρέπει τη μεταβολική θερμότητα να κινηθεί από τον πυρήνα στους περιφερικούς ιστούς και από εκεί προς το περιβάλλον (Tikuisis et al., 2002).

Κάθε θερμορυθμιστική απάντηση έχει ένα όριο (ενεργοποίηση της θερμοκρασίας του πυρήνα), ένα κέρδος (αύξηση της έντασης απόκρισης με περαιτέρω απόκλιση της θερμοκρασίας του πυρήνα) και μία απάντηση μέγιστης έντασης. Η προτριχοειδική αγγειοδιαστολή και η εφίδρωση είναι απαντήσεις που συμβαίνουν ταυτόχρονα, δηλαδή έχουν την ίδια θερμοκρασία ενεργοποίησης. Το όριο για την ενεργοποίηση της άμυνας στο κρύο, αγγειοσυστολή, είναι συνήθως μόνο μερικά δέκατα του βαθμού κάτω από το όριο εφίδρωσης. Αντίθετα, το όριο του ρίγους είναι συνήθως περίπου 1 °C κάτω από το όριο της αγγειοσυστολής. Οι θερμοκρασίες μεταξύ των ορίων εφίδρωσης και αγγειοσυστολής ορίζουν τη φυσιολογική θερμοκρασία του πυρήνα, συνήθως περίπου 37 °C. Η θερμοκρασία του πυρήνα είναι ελαφρώς μεγαλύτερη στις γυναίκες παρά στους άνδρες και ποικίλλει κατά περίπου 1 °C σε κερκαδική βάση (Tikuisis et al., 2002).

Επειδή τα κατώτατα όρια εφίδρωσης και αγγειοσυστολής διαφέρουν σε ελάχιστο βαθμό, το σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας έχει μερικές φορές μοντελοποιηθεί ως ένας θερμοστάτης που είναι είτε κλειστός ή ανοιχτός. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση δεν αντιπροσωπεύει τη διαδοχική ενεργοποίηση της άμυνας ή τις επιδράσεις των φαρμάκων στον έλεγχο της θερμορύθμισης. Εκτός από τα αναισθητικά, διάφορα φάρμακα συμπεριλαμβανομένων του αλκοόλ, των αμφεταμινών και της βουσπιρόνης βλάπτουν το μηχανισμό του θερμορυθμιστικού ελέγχου (Orhan-Sungur et al., 2006).

Η θερμορύθμιση είναι καλά ανεπτυγμένη κατά τη γέννηση, και ακόμη και τα πρόωρα βρέφη ρυθμίζουν τη θερμοκρασία τους καλύτερα από ότι αναμένεται. Ωστόσο, η μικρή θερμική μάζα και η υψηλή αναλογία του εμβαδού επιφανείας προς το βάρος κάνουν τα βρέφη πιο ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές διαταραχές από ότι οι ενήλικες. Η θερμορύθμιση διατηρείται σχετικά καλά σε ηλικιωμένα άτομα, επειδή η συμπεριφορική ρύθμιση αντισταθμίζει τη μειωμένη αποτελεσματικότητα της αυτόνομης απάντησης (Orhan-Sungur et al., 2006).



### 1.2.1. Αντιδράσεις του οργανισμού στη μείωση της θερμοκρασίας

Η ανταλλαγή ενέργειας (θερμότητας) μεταξύ του ανθρώπου και του περιβάλλοντος γίνεται μέσω τεσσάρων διαδικασιών: ακτινοβολία (εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών υπέρυθρων κυμάτων) αντιπροσωπεύοντας την υψηλότερη ημερήσια απώλεια θερμότητας περίπου 60%, αγωγιμότητα δηλαδή μεταφορά της θερμότητας από το σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας στο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας, επαγωγή δηλαδή κίνηση του αέρα πάνω από το δέρμα ή του αίματος κάτω από την επιφάνειά του, η οποία επιτρέπει τη συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας του καθαρού αέρα και τη μείωση της θερμοκρασίας του αίματος που ρέει στο δέρμα και η εξάτμιση (κυρίως μη ανιχνεύσιμες απώλειες νερού μέσω των πνευμόνων, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 10% της απώλειας θερμότητας κάτω από φυσιολογικές συνθήκες) (Sessler, 2000).

Κατά τη διάρκεια της εξέλιξης, το ανθρώπινο σώμα ανέπτυξε διάφορα βασικά συστήματα προστασίας που εμποδίζουν την υπερβολική αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας. Οι μηχανισμοί πρόληψης της υποθερμίας περιλαμβάνουν:

- Συμπεριφορικοί (κατάλληλα ρούχα παρέχουν καλή απομόνωση από εξωτερικούς παράγοντες και παραμένουν στην προτίμηση για πιο άνετη θερμοκρασία του περιβάλλοντος)
- Περιφερική αγγειοσυστολή
- Αυξημένη παραγωγή θερμότητας: θερμογένεση με ρίγος (ο πιο σημαντικός μηχανισμός για την αύξηση της παραγωγής θερμότητας σε αιφνίδιες αλλαγές της θερμοκρασίας) και θερμογένεση χωρίς ρίγος (πιο αργή παραγωγή θερμότητας που ενεργοποιείται σε παρατεταμένη έκθεση με έναν παράγοντα μείωσης της θερμοκρασίας).

Οι μηχανισμοί πρόληψης της υπερθερμίας περιλαμβάνουν:

- Περιφερική αγγειοδιαστολή
- Εφίδρωση

Η θερμοκρασία των εξωτερικών στιβάδων του σώματος είναι πολύ πιο ευαίσθητη σε περιβαλλοντικούς παράγοντες από τη θερμοκρασία του πυρήνα (Bratinesak & Palkovits, 2005). Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, η

αποτελεσματικότητα των προστατευτικών μηχανισμών συμπεριφοράς είναι συνήθως αρκετή για να διατηρήσει τη θερμική άνεση στο εσωτερικό του σώματος. Αν το παραπάνω αποτύχει, η έκθεση του σώματος σε ψυχρό περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας των εξωτερικών ιστών (δέρμα). Αυτό το σήμα μεταδίδεται στον υποθάλαμο και τον εγκεφαλικό φλοιό και ενεργοποιούνται οι προστατευτικοί μηχανισμοί. Αυτό αυξάνει την παραγωγή θερμότητας και μπορεί να συμβεί σε όλους τους ιστούς, αλλά η κεντρικά ελεγχόμενη θερμογένεση αφορά κυρίως τον καφέ λιπώδη ιστό, το μυοκάρδιο και τους σκελετικούς μυς (Nakamura et al., 2007).

Σχετικά πρόσφατα, έχει δοθεί μεγάλη προσοχή στον καφέ λιπώδη ιστό ως βασικό συστατικό της θερμογένεσης χωρίς ρίγος. Βρίσκεται κυρίως στην περιοχή του λαιμού, στις κλείδες, γύρω από την αορτή και τα νεφρά και θεωρείται ως ξεχωριστό σύστημα το οποίο υπάρχει μόνο για τις διαδικασίες θερμορύθμισης, ελέγχοντας τους ενεργειακούς πόρους, επηρεάζοντας επίσης την αγγειακή βιολογία. Ο περιαγγειακός λιπώδης ιστός που είναι υποστηρικτικός ιστός των αγγείων (λειτουργία παρόμοιας προς εκείνη του συνδετικού ιστού), έχει συγκρίσιμα χαρακτηριστικά με εκείνα του καφέ λιπώδους ιστού (Chang et al., 2012).

### **1.2.2. Γενική αναισθησία και θερμορύθμιση**

Τα πτητικά αναισθητικά όπως το ισοφλουράνιο (isoflurane) και το σεβοφλουράνιο (sevoflurane), το εισπνεόμενο αναισθητικό υποξείδιο του αζώτου, ενδοφλέβια αναισθητικά όπως η προποφόλη (propofol) και τα οπιοειδή βλάπτουν σημαντικά το θερμορυθμιστικό έλεγχο (Xiong et al., 1996). Κανένα από αυτά τα φάρμακα δεν επιδρά σημαντικά στα όρια της εφίδρωσης, αλλά μειώνουν τα κατώτατα όρια αγγειοσυστολής και ρίγους. Οι μειώσεις των ορίων είναι δοσο-εξαρτώμενες και οι αποκλίσεις κυμαίνονται ανάλογα με το φάρμακο. Η δοσο-εξαρτώμενη μείωση είναι γραμμική για τα ενδοφλέβια φάρμακα, ενώ η δυσλειτουργία είναι δυσανάλογη σε υψηλότερες συγκεντρώσεις πτητικών αναισθητικών. Τα όρια της θερμορυθμιστικής απάντησης διατηρούνται καλά σε βρέφη και παιδιά (Bissonnette & Sessler, 1992), αλλά τα όρια της άμυνας στο κρύο μειώνονται κατά περίπου 1 °C σε ηλικιωμένα

άτομα (Ozaki et al., 1997). Ακόμα και τα βρέφη δεν ενεργοποιούν τη χωρίς ρίγος θερμογένεση κατά τη διάρκεια της αναισθησίας (Plattner et al., 1997).

Κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας, η θερμοκρασία του πυρήνα σχεδόν όλων των ασθενών μειώνεται ακόμα και κατά 3 °C (Vaughan et al., 1981). Η σοβαρότητα της υποθερμίας εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα των γενικών αναισθητικών που χρησιμοποιούνται, τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Morris, 1971). Με τους συνηθισμένους συνδυασμούς και δοσολογίες φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη γενική αναισθησία, το όριο της αγγειοσυστολής μειώνεται στους 34,5 °C. Η συνέπεια είναι ότι το εύρος των ορίων, το οποίο εκτείνεται κατά κανόνα μόνο μερικά δέκατα του βαθμού, αυξάνει κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας κατά ένα συντελεστή 10-20. Ως εκ τούτου, η θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών ποικίλλει σε μία ευρεία περιοχή. Όταν, όμως, η θερμοκρασία του πυρήνα υπερβαίνει το όριο της εφίδρωσης ή μειώνεται κάτω από το όριο της αγγειοσυστολής, οι ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε γενική αναισθησία ενεργοποιούν τις θερμορυθμιστικές τους άμυνες.

Η μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αναισθησίας είναι δυναμική και ακολουθεί ένα καθορισμένο πρότυπο. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας της αναισθησίας η θερμοκρασία του ασθενή μειώνεται αρκετά γρήγορα κατά περίπου 1-1,5°C. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 2-3 ωρών, η μείωση είναι πιο αργή και φτάνει τελικά τη μέγιστη τιμή (Kurz et al., 1995). Οι αιτίες που εγείρουν τις προαναφερθείσες διαδικασίες είναι διαφορετικές σε κάθε φάση. Η αρχική φάση της υποθερμίας προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας διεγείροντας τον υποθάλαμο, ο οποίος ως κέντρο θερμορύθμισης αυξάνει την περιφερειακή ροή (υπό κανονικές συνθήκες, μηχανισμός προστασίας έναντι της αύξησης της θερμοκρασίας) και με άμεση επίδραση των γενικών αναισθητικών στα τριχοειδή αγγεία, το οποίο αυξάνει ουσιαστικά τη ροή του αίματος στους εξωτερικούς ιστούς προκαλώντας εκ νέου διανομή της θερμότητας από το κεντρικό περιφερικό διαμέρισμα χωρίς, ωστόσο, να μεταβληθεί σημαντικά η συνολική ποσότητα της θερμότητας του σώματος. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που προσδιορίζουν το εύρος της μεταβολής της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης της αναισθησίας, που εξαρτάται από τη θερμότητα αναδιανομής, είναι η ποσότητα του λιπώδους ιστού. Η

αναδιανομή είναι πιο έντονη σε λεπτά άτομα σε σύγκριση με τα παχύσαρκα, πιθανότατα λόγω μίας μικρής απόκλισης της θερμοκρασίας μεταξύ του πυρήνα και της περιφερειακής αιμάτωσης στα λεπτά άτομα (Kurz et al., 1995).

Τις επόμενες ώρες της αναισθησίας (χειρουργική επέμβαση), η θερμοκρασία του σώματος μειώνεται ακόμη περισσότερο, λόγω μειωμένης παραγωγής της θερμότητας και αυξημένων απωλειών. Αυτό είναι το αποτέλεσμα της σημαντικής μείωσης του μεταβολισμού κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας και της μειωμένης παραγωγής θερμότητας από τους σκελετικούς μύες λόγω του μειωμένου έργου των αναπνευστικών μυών κατά τη διάρκεια του μηχανικού αερισμού. Σε αυτό το στάδιο της αναισθησίας, η θερμότητα από την περιοχή του δέρματος και του τραύματος χάνεται κυρίως μέσω ακτινοβολίας και επαγωγής και είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την ανάπτυξη της υποθεμίας (Matsukawa et al., 1995). Ως εκ τούτου, η καλή μόνωση του ασθενή και η κατάλληλη θερμοκρασία στην αίθουσα του χειρουργείου είναι κομβικής σημασίας για την πρόληψη των απωλειών θερμότητας. Το συγκεκριμένο θέμα, αν και είναι γνωστό για αρκετές δεκαετίες από τους χειρουργούς, τους αναισθησιολόγους και τους νοσηλευτές, φαίνεται ότι εξακολουθεί να αγνοείται (Morris, 1971). Η μείωση στη θερμοκρασία του σώματος είναι παρόμοια με τη γραμμική συνάρτηση του χρόνου και τελειώνει με την έναρξη της φάσης πλατώ. Αυτή η φάση αναπτύσσεται αρκετές ώρες μετά την έναρξη της χειρουργικής επέμβασης και είναι το αποτέλεσμα της επίτευξης ισορροπίας μεταξύ της παραγωγής και της απώλειας θερμότητας. Στους ασθενείς, οι οποίοι δεν ψύχονται σημαντικά, η φάση πλατώ επιτυγχάνεται παθητικά χωρίς την ενεργοποίηση των περιφερικών μηχανισμών πρόληψης της υποθεμίας, ενώ στις περιπτώσεις ουσιαστικής ή αιφνίδιας μείωσης της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά τη γραμμική φάση, αυτή η φάση επιτυγχάνεται χάρη στην πρόληψη της διαφυγής θερμότητας από το κεντρικό διαμέρισμα μέσω περιφερικής αγγειοσυστολής (Morris, 1971).

Τα πτητικά αναισθητικά μειώνουν το κέρδος της αγγειοσυστολής, ενώ με την αναστόμωση η ροή μειώνεται σχεδόν στο μηδέν (Kurz et al., 1995). Έτσι, ακόμη και κατά τη διάρκεια της αναισθησίας, η θερμορυθμιστική αγγειοσυστολή περιορίζει αποτελεσματικά τη μεταβολική θερμότητα στο θερμικό θάλαμο του πυρήνα. Η γενική αναισθησία υποσκιάζει το κανονικό πρότυπο του ρίγους, μειώνοντας σε κάποιο

βαθμό τη μέγιστη έντασή του. Αντίθετα, το κέρδος και η μέγιστη ένταση του ρίγους διατηρούνται κατά τη διάρκεια χρήσης των οπιοειδών (Ikeda et al., 1998). Ηρεμιστικά, όπως η μιδαζολάμη (midazolam), ακόμη και σε συνδυασμό με τυπικές δόσεις οπιοειδών, δε βλάπτουν αισθητά τον έλεγχο της θερμορύθμισης. Η εφίδρωση παραμένει σε μεγάλο βαθμό ανεπηρέαστη κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας. Συνολικά, οι επαγόμενες από την αναισθησία δυσλειτουργίες του θερμορυθμιστικού ελέγχου είναι το αποτέλεσμα της μείωσης των ορίων στην απάντηση για το κρύο και όχι η αγγειοσυστολή ή το ρίγος που ενεργοποιήθηκαν (Kurz et al., 1995).

Ο μηχανισμός με τον οποίο τα αναισθητικά εμποδίζουν τον έλεγχο της ρύθμισης της θερμοκρασίας είναι άγνωστος. Ακόμη και ο μηχανισμός με τον οποίο τα αναισθητικά φάρμακα προκαλούν απώλεια των αισθήσεων παραμένει θεωρητικός. Ωστόσο, τα πτητικά αναισθητικά αναστέλλουν άμεσα τους υποδοχείς TRPV1 συμβάλλοντας πιθανόν με αυτό τον τρόπο τόσο στην αναλγησία όσο και στη μειωμένη θερμική ισχύ σε κεντρικά θερμορυθμιστικά συστήματα (Cornett et al., 2008).

### **1.2.3. Νευραξονική αναισθησία και θερμορύθμιση**

Η επισκληρίδιος αναισθησία είναι το αποτέλεσμα της έγχυσης μέτριων ποσοτήτων τοπικών αναισθητικών φαρμάκων στον επισκληρίδιο χώρο. Η ραχιαία αναισθησία προκύπτει από την έγχυση μικρών ποσοτήτων τοπικού αναισθητικού στο νωτιαίο μυελό. Και οι δύο τύποι αναισθησίας, που ονομάζονται νευραξονική, προλαμβάνουν τη μεταφορά των νευρικών ώσεων από και προς το ρυθμιστικό κέντρο, στο κατώτερο σώμα. Αν και τα τοπικά αναισθητικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στη νευραξονική αναισθησία δε φθάνουν στον εγκέφαλο, κάθε είδος αναισθησίας μειώνει το θερμορυθμιστικό έλεγχο μέσω τριών μηχανισμών (Glosten et al., 1992).

Καταρχήν, η υποθερμία δεν προκαλεί τόσο πολύ θερμική δυσφορία όπως θα αναμενόταν με την παρουσία νευραξονικού αποκλεισμού. Συνεπώς, οι ασθενείς που τους έχει χορηγηθεί επισκληρίδιος ή ραχιαία αναισθησία δεν παραπονιούνται για αίσθημα κρύου, ακόμη και όταν είναι υποθερμικοί. Οι λόγοι είναι ασαφείς, αλλά

ενδεχομένως ο κεντρικός ελεγκτής ερμηνεύει την έλλειψη των σημάτων αίσθησης κρούου από τα πόδια ως σχετική ζεστασιά (Glosten et al., 1992).

Δεύτερον, η νευραξονική αναισθησία μειώνει το θερμορυθμιστικό έλεγχο σε κεντρικό επίπεδο, μειώνοντας τα όρια αγγειοσυστολής και ρίγους. Η νευραξονική αναισθησία εξασθενεί το κεντρικό θερμορυθμιστικό έλεγχο λιγότερο από τη γενική αναισθησία και η εξασθένιση είναι γραμμική συνάρτηση της αναισθησίας, δηλαδή μεγαλύτερες δόσεις αναισθητικών φαρμάκων παράγουν περισσότερη θερμορυθμιστική δυσλειτουργία. Η κεντρική εξασθένιση είναι ακόμη εμφανής όταν η επισκληρίδιος αναισθησία προκαλείται με 2-χλωροπροκαΐνη, ένα τοπικό αναισθητικό που έχει χρόνο ημίσειας ζωής στο πλάσμα λίγα δευτερόλεπτα, δείχνοντας ότι η επίδραση είναι περιφερική. Αν και ο μηχανισμός με τον οποίο η χορήγηση τοπικών αναισθητικών μακριά από τον εγκέφαλο μειώνει τον κεντρικό θερμορυθμιστικό έλεγχο είναι άγνωστος, πιστεύεται ότι είναι το αποτέλεσμα του αποκλεισμού των σημάτων κρούου από το κατώτερο σώμα, λόγω της χορήγησης τοπικών αναισθητικών (Doufas et al., 2008).

Τρίτον, όλες οι αυτόνομες θερμορυθμιστικές άμυνες είναι κυρίως νευρωνικά επαγόμενες. Έτσι, η ενεργός αγγειοδιαστολή, η εφίδρωση, η αγγειοσύσπαση και το ρίγος απαιτούν άθικτα νεύρα. Η νευραξονική αναισθησία δεν αποκλείει μόνο τα σήματα πόνου προς το νευρικό κέντρο, αλλά και τα νευρικά από το κέντρο προς τη νευρομυϊκή σύναψη που ελέγχουν την αγγειοσυστολή και το ρίγος. Η συνέπεια είναι ότι οι ασθενείς που έλαβαν νευραξονική αναισθησία αποκτούν υποθερμία τέτοιου βαθμού σαν να τους είχε γίνει γενική αναισθησία για μία παρόμοια χειρουργική επέμβαση. Οι θερμορυθμιστικές επιδράσεις της γενικής και νευραξονικής αναισθησίας είναι αθροιστικές (Kim et al., 1998).

Σε αντίθεση με τη νευραξονική αναισθησία, ο αποκλεισμός των περιφερικών νεύρων δεν έχει ουσιαστικές επιδράσεις στο θερμορυθμιστικό έλεγχο πέρα από την πρόληψη των τοπικών θερμορυθμιστικών αντιδράσεων, οι οποίες επάγονται όλες από τα νεύρα (Sessler, 2008).

Η περιοχική αναισθησία μειώνει τον έλεγχο της θερμορύθμισης σε κεντρικό και κυρίως σε περιφερικό επίπεδο (Leslie & Sessler, 1996). Εξαλείφει τη νευρική

αγωγιμότητα στην περιοχή που χορηγείται, η οποία στη ραχιαία και επισκληρίδιο αναισθησία περιλαμβάνει τον κορμό του σώματος, αλλοιώνοντας τους μηχανισμούς που προλαμβάνουν τη μείωση της θερμοκρασίας της περιοχής που αναισθητοποιείται. Επομένως, κατά τη διάρκεια του κεντρικού αποκλεισμού η ακούσια μείωση της θερμοκρασίας του σώματος είναι μια κοινή επιπλοκή, αν και τα χαρακτηριστικά της είναι διαφορετικά από εκείνα που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας. Στην περιοχή που χορηγήθηκε αναισθησία, η επίδραση του συμπαθητικού συστήματος στη διατήρηση του κατάλληλου αγγειακού τόνου είναι λιγότερο ισχυρή, γεγονός που αυξάνει τον αγγειακό όγκο. Η ροή του αίματος στα αναισθητοποιημένα κάτω άκρα αυξάνεται κατά περίπου τέσσερις φορές, το οποίο είναι ως επί το πλείστον αποτέλεσμα της περιφερικής ανακατανομής του αίματος και ως εκ τούτου της θερμότητας (Matsukawa et al., 1996). Ο παραπάνω μηχανισμός αναδιανομής είναι υπεύθυνος για την αρχική μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα, αν και σε μικρότερο βαθμό από τη γενική αναισθησία (Frank et al., 1992) (η οποία είναι πιθανό να συνδέεται με το σχετικά σταθερό επίπεδο του μεταβολισμού σε όλη την περιοχική αναισθησία). Χάρη σε αυτό, η γραμμική φάση της μείωσης της θερμοκρασίας ξεκινάει αργότερα και με υψηλότερες ποσότητες θερμότητας. Ωστόσο, στη γενική αναισθησία η θερμοκρασία του πυρήνα σταθεροποιείται μετά από περιφερική αγγειοσυστολή, ενώ στην περιοχική η υποθερμία βαθαίνει και σε μακροπρόθεσμες διαδικασίες και ανεπαρκή μόνωση του σώματος του ασθενή μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή υποθερμία (Frank et al., 1992).

Επιπλέον, φαίνεται ότι το κέντρο της θερμορύθμισης στον υποθάλαμο ερμηνεύει τη θερμοκρασία της αναισθητοποιημένης περιοχής ως αυξημένη, γεγονός που εξηγεί την καλύτερη θερμική άνεση που αναφέρθηκε από τους ασθενείς κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου στην περιοχική αναισθησία (ή «ευχάριστη ζεστασιά» στην αναισθητοποιημένη περιοχή). Αυτό μειώνει τη θερμοκρασία, ενεργοποιώντας τους μηχανισμούς πρόληψης (Emerick et al., 1994), συμπεριλαμβανομένων του τρόμου των μυών, το οποίο είναι σπάνια αποτελεσματικό λόγω της χορήγησης ηρεμιστικών κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης (Matsukawa et al., 1995). Η συνδυασμένη χρήση περιοχικής και γενικής αναισθησίας είναι μια συγκεκριμένη κατάσταση στην οποία ο κίνδυνος διεγχειρητικής υποθερμίας αυξάνεται περαιτέρω.

Η αρχική μείωση της θερμοκρασίας που συνδέεται με ταχείες απώλειες θερμότητας στην γραμμική φάση, μπορεί να διαρκεί περισσότερο και να είναι ταχύτερη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα εν μέρει τη μείωση του ορίου της αγγειοσυστολής, η οποία λαμβάνει χώρα αργότερα και σε χαμηλότερη θερμοκρασία (Joris et al., 1994), αλλά κυρίως την πρόληψη της μείωσης της περιφερικής ροής στο κάτω μέρος του σώματος (Valley et al., 1993).

#### **1.2.4. Υπερθερμία και πυρετός**

Υπερθερμία είναι οποιαδήποτε αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος. Μπορεί να προκύψει από υπερβολική θέρμανση, υπερβολική παραγωγή θερμότητας, ανεπαρκή απώλεια θερμότητας ή αύξηση του σημείου ρύθμισης. Τα διεγχειρητικά συστήματα θέρμανσης ρουτίνας μπορούν να παράγουν υπερθερμία, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια μεγάλων χειρουργικών επεμβάσεων. Η υπερθερμία είναι σπάνια στους ενήλικες όταν χρησιμοποιούνται σύγχρονα συστήματα θέρμανσης και περιστασιακά σε βρέφη και παιδιά. Η διεγχειρητική υπερθερμία μπορεί επίσης να προκληθεί, είτε εκούσια ή ακούσια, από την περιτοναϊκή πλύση με θερμαινόμενα χημειοθεραπευτικά διαλύματα (Rosenberg, 2011).

Παραδείγματα υπερβολικής παραγωγής θερμότητας περιλαμβάνουν την έντονη άσκηση και την κακοήθη υπερθερμία. Η ανεπαρκής θερμική απώλεια μπορεί να προκύψει από την υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ειδικά όταν συνδυάζεται με υψηλή υγρασία, αλλά μπορεί επίσης να εμφανιστεί όταν εμποδίζεται η εφίδρωση από αδιαπέραστα από την υγρασία είδη ένδυσης, όπως επικίνδυνα υλικά ένδυσης π.χ. νάιλον. Η υπερθερμία για τις περισσότερες από αυτές τις αιτίες θεραπεύεται εύκολα με την εξάλειψη της υπερβολικής θέρμανσης και την προαγωγή της απώλειας θερμότητας (Rosenberg, 2011).

Ο πυρετός είναι ένα είδος υπερθερμίας, αλλά διαφέρει από άλλες αυξήσεις της θερμοκρασίας του πυρήνα, επειδή η αύξησή του μπορεί να ρυθμιστεί. Μεσολαβείται από κυκλοφορούντες πυρετογόνες κυτοκίνες συμπεριλαμβανομένων των ιντερλευκινών και της ιντερφερόνης, οι οποίες απελευθερώνονται κυρίως από



μονοπύρηννα αντιφλεγμονώδη κύτταρα. Τα ενδογενή πυρετογόνα ενεργοποιούν το πνευμονογαστρικό νεύρο, προκαλώντας την απελευθέρωση της προσταγλανδίνης E2 στο πρόσθιο τμήμα του υποθαλάμου. Πολλά φάρμακα προκαλούν επίσης πυρετό και υπερθερμικά σύνδρομα (Rosenberg, 2011).

Ο πυρετός είναι σπάνιος κατά τη διάρκεια της αναισθησίας, διότι τόσο τα πτητικά αναισθητικά όσο και τα οπιοειδή αμβλύνουν την εμπύρετη αντίδραση. Ακόμη μπορεί να συμβεί ως απάντηση σε λοίμωξη, αλλεργία και ως ανεπιθύμητη ενέργεια μετά από μετάγγιση αίματος. Μετά το χειρουργείο, όταν εξουδετερωθούν οι θερμορρυθμιστικές επιδράσεις της αναισθησίας, ο πυρετός είναι περισσότερο πιθανόν να συμβεί. Επίσης, ο πυρετός είναι συχνός σε ασθενείς εντατικής θεραπείας (Negishi et al., 2000).

Σε αντίθεση με την παθητική υπερθερμία, ο πυρετός μπορεί να είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί. Επειδή η θερμοκρασία του πυρήνα ρυθμίζεται αυστηρά, η προαγωγή της απώλειας θερμότητας ακόμη και η έντονη ψύξη συχνά αποτυγχάνουν. Η ενεργή ψύξη σε ασθενείς με πυρετό προκαλεί θερμική δυσφορία, αυτόνομη ενεργοποίηση του νευρικού συστήματος και ρίγος. Ακόμη, αυτό δε μειώνει απαραίτητα τη θερμοκρασία του πυρήνα, η οποία συνεχίζει να ρυθμίζεται σε υψηλή θερμοκρασία. Η επιθετική θεραπεία του πυρετού μπορεί να επιδεινώσει την έκβαση (Schulman et al., 2005).

Μια καλύτερη στρατηγική είναι να αντιμετωπιστεί η υποκείμενη αιτία (π.χ. λοίμωξη) ή να χορηγηθούν φάρμακα όπως η παρακεταμόλη για να αντιμετωπισθεί ο πυρετός κεντρικά, μετατρέποντας έτσι τον πυρετό σε παθητική υπερθερμία, η οποία είναι πιο εύκολο να αντιμετωπιστεί. Ωστόσο, στην πράξη οι υποκείμενες αιτίες είναι συχνά άγνωστες ή μη θεραπεύσιμες. Ακόμη και εκείνα τα φάρμακα που θεωρούνται αποτελεσματικά δε μειώνουν τον πυρετό, όπως θα έπρεπε, ενδεχομένως επειδή δε διαμεσολαβούνται όλα τα είδη πυρετού από προσταγλανδίνες. Ανάλογα με την κλινική κατάσταση, η ενεργή ψύξη των εμπύρετων ασθενών μπορεί να είναι απαραίτητη, αλλά θα πρέπει να θεωρείται η έσχατη λύση (Kett et al., 2011).

### 1.2.5. Θερμική ισορροπία

Οι ανθρώπινοι ιστοί μπορούν να χωριστούν σε κεντρικά (πυρήνα) και περιφερικά θερμικά διαμερίσματα. Το διαμέρισμα του πυρήνα ορίζεται γενικά ως οι ιστοί που έχουν υψηλή και σχεδόν σταθερή θερμοκρασία σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών και θερμορυθμιστικών απαντήσεων. Ο πυρήνας, ως επί το πλείστο ο κορμός και το κεφάλι, αποτελεί περίπου το μισό της μάζας του σώματος. Το υπόλοιπο της μάζας, ως επί το πλείστο τα άνω και κάτω άκρα, αντιπροσωπεύει το περιφερικό θερμικό διαμέρισμα. Αν και τόσο οι θερμοκρασίες του πυρήνα όσο και οι περιφερειακές επηρεάζουν τις κεντρικές θερμορυθμιστικές απαντήσεις, ο πυρήνας κυριαρχεί. Κατά συνέπεια, η θερμοκρασία του πυρήνα ρυθμίζεται αυστηρά, ενώ η περιφερική θερμοκρασία του ιστού μπορεί να κυμαίνεται σε ένα αρκετά ευρύ εύρος. Οι περιφερειακοί ιστοί ενεργούν με αυτό τον τρόπο ως θερμική ζώνη, απορροφώντας ή διαχέοντας τη θερμότητα όπως είναι απαραίτητο για την προστασία του πυρήνα και για να αποτραπεί η ενεργοποίηση της θερμορυθμιστικής άμυνας ως απάντηση σε μικρές αποκλίσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (Sessler et al., 1995).

Μακροπρόθεσμα, οι περιφερικοί ιστοί πρέπει να έχουν χαμηλότερη θερμοκρασία από τον πυρήνα, επειδή ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής ορίζει ότι η θερμότητα μπορεί να ρέει μόνο κάτω από μια συγκεκριμένη απόκλιση της θερμοκρασίας. Χωρίς μια απόκλιση, η μεταβολική θερμότητα θα ρέει περιφερικά και από εκεί προς το περιβάλλον. Σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος του νοσοκομείου, οι περιφερικοί ιστοί έχουν συνήθως 2-4 °C χαμηλότερη θερμοκρασία από εκείνη του πυρήνα, ανάλογα με την αγγειοκινητική κατάσταση, με τη συστολή των αρτηριοφλεβωδών διακλαδώσεων να προάγουν υψηλότερες αποκλίσεις (Sessler et al., 1995).

Ο συνδυασμός της επαγόμενης από την αναισθησία μείωση της θερμορυθμιστικής λειτουργίας, οι χαμηλές θερμοκρασίες στις χειρουργικές αίθουσες και η έκθεση του σώματος κατά τη χειρουργική επέμβαση, καθιστά υποθερμικούς τους μη προ-θερμασμένους ασθενείς. Μεταξύ αυτών των παραγόντων, ο πιο σημαντικός είναι η μείωση της θερμορυθμιστικής λειτουργίας, δεδομένου ότι οι ενήλικες που δεν έχουν υποβληθεί σε αναισθησία θα μπορούσαν να αντισταθμίσουν

εύκολα τη χειρουργική απώλεια θερμότητας. Η υποθερμία στους ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση και δεν έχουν θερμανθεί πριν την έναρξη της επέμβασης, αναπτύσσεται σε τρία στάδια (Sessler et al., 1995).

Την πρώτη ώρα μετά την εισαγωγή στη γενική αναισθησία, η θερμοκρασία του πυρήνα μειώνεται τόσο πολύ γρήγορα που δεν μπορεί να εξηγηθεί μόνο από την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον. Αυτή η ταχεία μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα είναι το αποτέλεσμα της αναισθησίας, η οποία προκαλεί αγγειοδιαστολή επιτρέποντας τη θερμότητα να αναδιανεμειθεί από τον πυρήνα στους περιφερικούς ιστούς (η αγγειοδιαστολή προκύπτει σε μεγάλο βαθμό από τη μείωση του θερμορρυθμιστικού ελέγχου του πυρήνα και όχι από την άμεση περιφερική επίδραση των αναισθητικών). Η ανακατανομή της υποθερμίας δε μεταβάλλει τη θερμότητα του σώματος ή τη μέση θερμοκρασία του σώματος, δηλαδή δε μειώνει ουσιαστικά τη θερμοκρασία του πυρήνα, διότι οι περιφερικοί ιστοί θερμαίνονται σε βάρος του πυρήνα. Η ροή της θερμότητας είναι σημαντική και είναι η κύρια αρχική αιτία της υποθερμίας του πυρήνα τόσο στη γενική (Matsukawa et al., 1995) όσο και στη νευραξονική (Matsukawa et al., 1995) αναισθησία.

Η αναδιανομή της υποθερμίας ακολουθείται συνήθως από μία πιο αργή γραμμική μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα που προκύπτει από την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον που υπερβαίνει την παραγωγή της μεταβολικής θερμότητας. Οι πρωτογενείς μηχανισμοί απώλειας της θερμότητας διεγχειρητικά είναι η ακτινοβολία και η επαγωγή. Η αγωγιμότητα και η εξάτμιση συμβάλλουν συνήθως σε μικρό βαθμό. Η απώλεια θερμότητας γίνεται σε ένα βαθμό μέσα από τις χειρουργικές τομές, χωρίς όμως να έχει ποσοτικοποιηθεί. Ο ρυθμός με τον οποίο μειώνεται η θερμοκρασία, είναι μια λειτουργία της διαφοράς ανάμεσα στην απώλεια και στην παραγωγή θερμότητας. Έτσι, εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, το μέγεθος της χειρουργικής επέμβασης, καθώς και το βαθμό στον οποίο οι ασθενείς είναι μονωμένοι ή θερμαίνονται ενεργά (Kurz et al., 1995).

Στους ασθενείς που γίνονται αρκετά υποθερμικοί, η θερμοκρασία του πυρήνα φτάνει στο όριό της, ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλη διάρκεια έχει η χειρουργική επέμβαση ή πόσο μεγάλη είναι, η θερμοκρασία δε μειώνεται περισσότερο. Τα όρια

της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας, είτε παθητικά όταν η απώλεια θερμότητας και η παραγωγή είναι ισορροπημένη ή όταν οι ασθενείς γίνονται επαρκώς υποθερμικοί για να ενεργοποιήσουν τη θερμορυθμιστική αγγειοσυστολή, είναι συνήθως 34,5 °C. Μόλις ενεργοποιηθεί, οι αρτηριοφλεβώδεις αναστομώσεις συστέλλονται περιορίζοντας τη μεταβολική θερμότητα στον πυρήνα, αποτρέποντας έτσι περαιτέρω την υποθερμία στον πυρήνα. Ωστόσο, η απώλεια θερμότητας από τους περιφερειακούς ιστούς συνεχίζεται και ως εκ τούτου, το περιεχόμενο της θερμότητας του σώματος συνεχίζει να μειώνεται (Kurz et al., 1995).

Οι ασθενείς διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο διεγχειρητικής υποθερμίας όταν συνδυάζεται γενική και νευραξονική αναισθησία, επειδή η μείωση της ρύθμισης της θερμοκρασίας που προκαλείται από κάθε μία προστίθεται. Κατά τη διάρκεια της συνδυασμένης αναισθησίας, το κατώφλι της αγγειοσυστολής μειώνεται από το άθροισμα των ανεξάρτητων επιδράσεων κάθε αναισθητικής προσέγγισης. Επιπλέον, κάθε είδος αναισθησίας μειώνει το κέρδος και τη μέγιστη ένταση της αγγειοσύσπασης. Το αποτέλεσμα είναι ότι η θερμοκρασία των ασθενών που έχουν συνδυασμένη αναισθησία μειώνεται περισσότερο πριν ενεργοποιήσουν τη θερμορυθμιστική τους άμυνα από ότι οι ασθενείς με γενική αναισθησία και μόνο. Και, όταν ενεργοποιηθεί, οι άμυνες των ασθενών που υποβάλλονται σε συνδυασμένη αναισθησία είναι λιγότερο αποτελεσματικές από το συνηθισμένο για την πρόληψη της περαιτέρω υποθερμίας του πυρήνα (Doufas et al., 2008).

### **1.3. Συνέπειες της ήπιας περιεγχειρητικής υποθερμίας**

Οι περισσότερες κυτταρικές λειτουργίες εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. Επιπλέον, η υποθερμία προκαλεί συστηματικές αντιδράσεις, μερικές από τις οποίες είναι δυνητικά επιβλαβείς. Έτσι, ακόμη και η ήπια υποθερμία προκαλεί διάφορες επιπλοκές. Αν και ορισμένοι ασθενείς είναι ευαίσθητοι σε όλες τις πιθανές επιπλοκές, οι περισσότεροι είναι ευπαθείς σε τουλάχιστον μερικές από αυτές. Η καλύτερη τεκμηριωμένη επιπλοκή της υποθερμίας είναι η διαταραχή της πήξης. Προκύπτει κυρίως από μια αναστρέψιμη μείωση της συσσώρευσης των αιμοπεταλίων μέσω της μειωμένης απελευθέρωσης της θρομβοξάνης A<sub>2</sub> η οποία μειώνει τον σχηματισμό της

συσσώρευσης των αιμοπεταλίων. Ωστόσο, η υποθερμία μειώνει επίσης τη λειτουργία των ενζύμων στον καταρράκτη πήξης, η οποία μειώνει το σχηματισμό θρόμβων. Η επαγόμενη από την υποθερμία διαταραχή της πήκτικότητας δε φαίνεται στις εξετάσεις ρουτίνας επειδή τα εργαστήρια κάνουν τις εξετάσεις στους 37 °C και όχι στην πραγματική θερμοκρασία του ασθενή. Ο συνδυασμός της μείωσης των αιμοπεταλίων και των ενζύμων αυξάνει σημαντικά την περιεγχειρητική απώλεια αίματος (Reed et al., 1992).

Πολυάριθμες μελέτες, που συνοψίζονται σε μια μετα-ανάλυση έχουν δείξει ότι ακόμη και 1 °C υποθερμία αυξάνει σημαντικά την απώλεια αίματος κατά περίπου 20%. Η διαταραχή της πήξης που σχετίζεται με την υποθερμία αυξάνει επίσης την ανάγκη για μετάγγιση, αυξάνοντας παράλληλα την ανάγκη για ερυθροκύτταρα (Rajagopalan et al., 2008).

Όλες οι χειρουργικές τομές μολύνονται. Η άμυνα του ξενιστή είναι εκείνη που θα καθορίσει αν η μόλυνση εξελιχθεί σε λοίμωξη. Υπάρχουν τουλάχιστον τρεις μηχανισμοί με τους οποίους η περιεγχειρητική υποθερμία μειώνει την άμυνα του ξενιστή. Πρώτον, ακόμη και η ήπια υποθερμία ενεργοποιεί τη μεταεγχειρητική αγγειοσυστολή. Η αγγειοσυστολή περιορίζει τη μεταβολική θερμότητα του πυρήνα και τις ταχύτητες επαναθέρμανσης, μειώνοντας ταυτοχρόνως την αιμάτωση του τραυματισμένου ιστού που, με τη σειρά του, μειώνει τη μερική πίεση του οξυγόνου του ιστού (ακόμη και όταν το αίμα είναι πλήρως κορεσμένο σε οξυγόνο). Η οξυγόνωση του ιστού είναι σημαντική, διότι απαιτείται μοριακό οξυγόνο για την οξειδωτική θανάτωση από ουδετερόφιλα, η πρωταρχική άμυνα έναντι της βακτηριακής μόλυνσης. Δεύτερον, η υποθερμία μειώνει τη συστηματική ανοσοποιητική ενεργοποίηση και μειώνει την κινητικότητα των βασικών κυττάρων, συμπεριλαμβανομένων των μακροφάγων. Τρίτον, η υποθερμία μειώνει την επούλωση των ιστών, η οποία είναι απαραίτητη για την πρόληψη της διάνοιξης του τραύματος και την εκ νέου μόλυνση (Rajagopalan et al., 2008).

Σύμφωνα με τους μηχανισμούς αυτούς, σε μια μελέτη συσχέτισης των μολύνσεων τραυμάτων και της θερμοκρασίας, οι ασθενείς με νορμοθερμία που είχαν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση του παχέος εντέρου ανέπτυξαν λοίμωξη στη

χειρουργική τομή σημαντικά λιγότερο σε σχέση με εκείνους που ήταν υποθερμικοί κατά 2 °C (6% έναντι 19%). Μία μελέτη μόνο ανέφερε ότι η θέρμανση του ασθενή πριν τη χειρουργική επέμβαση μείωσε τον κίνδυνο λοίμωξης (Melling et al., 2001).

Λαμβάνοντας υπόψη τη θερμική ευαισθησία των ενζύμων, δεν εκπλήσσει το γεγονός ότι ακόμη και η ήπια υποθερμία παρατείνει τη δράση διαφόρων φαρμάκων. Η διάρκεια δράσης του βεκουρονίου (vecuronium) (μη-αποπολωτικό μυοχαλαρωτικό) διπλασιάζεται όταν η θερμοκρασία του πυρήνα μειώνεται κατά 2 °C (Heier et al., 2006). Η επίδραση σε άλλα φάρμακα είναι μικρότερη, αλλά εξακολουθεί να είναι σημαντική. Για παράδειγμα, μείωση της θερμοκρασίας κατά 3 °C παρατείνει τη διάρκεια δράσης του ατρακιουρίου (atracurium), ένα άλλο μυοχαλαρωτικό φάρμακο, κατά 60% και αυξάνει τη συγκέντρωση της προποφόλης στο πλάσμα κατά 28%, κυρίως ως αποτέλεσμα της μειωμένης ηπατικής ροής αίματος. Μια προβλέψιμη συνέπεια της καθυστερημένης διάθεσης του φαρμάκου είναι ότι η μεταναισθητική ανάρρωση παρατείνεται στους υποθερμικούς ασθενείς (Heier et al., 2006).

Η αγγειοσυστολή είναι αποτελεσματική ακόμα και κατά τη διάρκεια της αναισθησίας. Κατά συνέπεια, η θερμοκρασία του πυρήνα σπάνια μειώνεται περισσότερο από 1 °C που απαιτείται για να επιτευχθεί το όριο του ρίγους. Επιπλέον, σε πολλούς ασθενείς υπό αναισθησία χορηγούνται μυοχαλαρωτικά, με αποτέλεσμα το ρίγος να είναι σπάνιο κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης (De Witte & Sessler, 2002). Αντιθέτως, το μετεγχειρητικό ρίγος είναι συνηθισμένο σε ασθενείς με υποθερμία. Η ρυθμική ακούσια μυϊκή δραστηριότητα μετά τη χειρουργική επέμβαση είναι σε μεγάλο βαθμό θερμορυθμιστική και επιδεινώνεται από πτητικά αναισθητικά. Μερικοί ασθενείς εμφανίζουν, επίσης, χαμηλής έντασης μυϊκή δραστηριότητα (ρίγος), η οποία δεν είναι θερμορυθμιστική και φαίνεται ότι επιδεινώνεται από τον πόνο (Horn et al., 1999).

Μελέτες δείχνουν ότι υπάρχουν αρκετά φάρμακα τα οποία είναι αποτελεσματικά για τη θεραπεία του μετεγχειρητικού ρίγους (Park et al., 2012). Ο μηχανισμός δράσης τους είναι η μείωση του ορίου του ρίγους και τα συνηθέστερα χορηγούμενα φάρμακα, όπως πεθιδίνη (pethidine), κλονιδίνη (clonidine),

δεξμεδετομιδίνη (dexamedetomidine) και κεταμίνη (ketamine) μειώνουν τη θερμοκρασία του πυρήνα που προκαλεί ρίγος (Kim et al., 2013). Ωστόσο, επίσημες εκτιμήσεις της θερμορύθμισης δείχνουν ότι μερικά φάρμακα που θεωρούνται αποτελεσματικά, όπως το μαγνήσιο, η δοξαπράμη (doxapram) και η οντασετρόνη (ondansetrom) προκαλούν ελάχιστη ή και καθόλου μείωση του κατώτατου ορίου του ρίγους. Ο μηχανισμός δράσης αυτών των φαρμάκων που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του ρίγους παραμένει ασαφής (Komatsu et al., 2006).

Μια προβλέψιμη συνέπεια της διεγχειρητικής υποθερμίας είναι η μετεγχειρητική θερμική δυσφορία. Το αίσθημα του κρύου, όπως και ο πόνος, η ναυτία και ο έμετος, μετά από τη χειρουργική επέμβαση δεν είναι απειλητικά για τη ζωή, αλλά είναι σημαντικό να γίνονται προσπάθειες πρόληψης και θεραπείας. Η θερμική δυσφορία είναι συνήθως έντονη και οι ασθενείς που δεν τους χορηγείται θεραπεία και είναι υποθερμικοί στο τέλος της χειρουργικής επέμβασης κατά 2 °C, χρειάζονται 2 ώρες για να επιστρέψουν στη νορμοθερμία και στη θερμική άνεση. Η εμπειρία δείχνει ότι, σε αντίθεση με τον πόνο και τη ναυτία, οι μνήμες της μετεγχειρητικής θερμικής δυσφορίας παραμένουν έντονες για χρόνια μετά τη χειρουργική επέμβαση. Η ενεργή θέρμανση του δέρματος βελτιώνει σημαντικά τη θερμική άνεση σε υποθερμικούς ασθενείς και ταυτόχρονα επιταχύνει την επαναθέρμανση. Παρόλα αυτά η πρόληψη της υποθερμίας είναι προφανώς η προτιμότερη στρατηγική αντιμετώπισης (Komatsu et al., 2006, Kim et al., 2013).

Στους ασθενείς ηλικίας άνω των 45 ετών που υποβάλλονται σε μη-καρδιοχειρουργική επέμβαση ρουτίνας, η συχνότητα τραυματισμού του μυοκαρδίου (κυρίως έμφρακτο) είναι περίπου 9% και η θνησιμότητα είναι 10%, καθιστώντας τη βλάβη του μυοκαρδίου την κύρια αιτία θανάτου σε αυτούς τους ασθενείς. Υπάρχουν αρκετοί υποθετικοί μηχανισμοί, οι οποίοι εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο η ήπια περιεγχειρητική υποθερμία συμβάλλει στη μυοκαρδιακή βλάβη. Για παράδειγμα, η μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά 1-3 °C αυξάνει τη συγκέντρωση της νορεπινεφρίνης του πλάσματος κατά 700% και προάγει την αγγειοσυστολή με συνέπεια την πρόκληση υπέρτασης και ταχυκαρδίας (VISION, 2014).

Οι επιδράσεις της υποθερμίας στη περιεγχειρητική νοσηρότητα αναφέρθηκαν σε μια μελέτη με 300 αγγειοχειρουργικούς ασθενείς. Η μελέτη αυτή βασίστηκε στην παρακολούθηση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος για 48 ώρες, η οποία εκείνη την εποχή ήταν η καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία. Η αναφερόμενη επίπτωση του εμφράγματος του μυοκαρδίου ήταν 1%, περίπου δέκα φορές χαμηλότερη. Ο βαθμός στον οποίο η ήπια υποθερμία συμβάλλει στην περιεγχειρητική μυοκαρδιακή βλάβη παραμένει ασαφής, αν και ο κίνδυνος είναι ουσιαστικός. Οι συνέπειες της ήπιας περιεγχειρητικής υποθερμίας που έχουν αναφερθεί είναι η λοίμωξη του χειρουργικού τραύματος, η παρατεταμένη διάρκεια νοσηλείας στο νοσοκομείο, έκτοπη κοιλία, αύξηση απέκκρισης αζώτου μέσω των ούρων, αύξηση της διάρκειας δράσης του βεκουρονίου και του ατρακουρίου, αυξημένη συγκέντρωση της προποφόλης στο πλάσμα, αυξημένη διάρκεια για τη μετατραυματική ανάρρωση, αυξημένη συγκέντρωση της νορ-επινεφρίνης στο πλάσμα και αυξημένη θερμική δυσφορία (Kurz et al., 1990, Frank et al., 1997).

Η μειωμένη θερμοκρασία του σώματος, όμως, δεν είναι πάντα ένα ανεπιθύμητο φαινόμενο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί θεραπευτικά σε ορισμένες κλινικές καταστάσεις. Η ευεργετική επίδραση της μειωμένης θερμοκρασίας έχει περιγραφεί κατά τη διάρκεια νευροχειρουργικών και καρδιοχειρουργικών διαδικασιών, ενώ έχει αρκετές εφαρμογές στην εντατική θεραπεία. Οι τρόποι για να προκληθεί υποθερμία, οι τιμές της θερμοκρασίας και η βέλτιστη διάρκεια είναι αντικείμενο έρευνας (Joris et al., 1994, England et al., 1996).

### **1.3.1. Επιδράσεις της υποθερμίας στη φαρμακοκινητική των παραγόντων που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια αναισθησίας**

Ο αριθμός των ενζυμικών αντιδράσεων με τις οποίες ο οργανισμός μεταβολίζει τις χημικές ενώσεις που χορηγούνται κατά τη διάρκεια της αναισθησίας μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη διάρκεια της δράσης όλων των γενικών αναισθητικών. Η υποθερμία έχει αποδειχθεί ότι παρατείνει τη δράση της πλειονότητας των μη αποπολωτικών χαλαρωτικών (England et al., 1996, Caldwell et al., 2000) και



επιηρεάζει σε μικρότερο βαθμό τη φαρμακοδυναμική των αποπολωτικών παραγόντων (England et al., 1996). Το βεκουρόνιο απεικονίζει καλά τη σημασία αυτών των επιδράσεων. Η κλινική χαλαρωτική δράση διπλασιάζεται μετά από μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά 2 °C. Οι πιο σοβαρές ανωμαλίες παρατηρήθηκαν στη φαρμακοκινητική και όχι στη φαρμακοδυναμική του βεκουρονίου και οφείλονται σε σημαντικά παρατεταμένο χρόνο της κάθαρσης στο πλάσμα και στον ελαφρά παρατεταμένο χρόνο που απαιτείται, ώστε ο παράγοντας να μετακινηθεί μέσω της κυκλοφορίας στη νευρομυϊκή σύναψη (Caldwell et al., 2000). Σύμφωνα με τους ερευνητές, ο ενδεχόμενος καθυστερημένος μεταβολισμός του βεκουρονίου (σε σωστή ηπατική αιμάτωση) στο ήπαρ και της μειωμένης νεφρικής κάθαρσης (σε μειωμένη νεφρική αιμάτωση) είναι οι κύριες αιτίες. Οι διαταραχές που σχετίζονται με την υποθερμία είναι παρόμοιες για το ροκουρόνιο (rocuronium) αλλά λιγότερο σοβαρές για το ατρακούριο. Όσον αφορά το ατρακούριο, μείωση της θερμοκρασίας του σώματος 3 °C κάτω από τη φυσιολογική τιμή παρατείνει το χρόνο χαλάρωσης κατά περίπου 60% (Leslie et al., 1995).

Επιπλέον, η υποθερμία μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά της δράσης των εισπνεόμενων αναισθητικών. Σε μειωμένες θερμοκρασίες, η διαλυτότητα στους ιστούς αυξάνει, με αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του αναισθητικού στο σώμα σε συγκεκριμένα διαμερίσματα. Έτσι, η ελάχιστη κυψελιδική συγκέντρωση (MAC) μειώνεται ελαφρώς, όπως έχει δειχθεί για το ισοφλουράνιο, το αλοθάνιο και το δεσοφλουράνιο στα ζώα (Antognini, 1993), καθώς και για το ισοφλουράνιο στα παιδιά που υποβάλλονται σε αναισθησία με υποθερμία για τις καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις όπου η MAC μειώθηκε κατά 5,1% για κάθε 1 °C της θερμοκρασίας του σώματος (Liu et al., 2001).

Ομοίως, οι συγκεντρώσεις της προποφόλης στο πλάσμα αυξάνουν κατά περίπου 30% σε μείωση της θερμοκρασίας του σώματος κατά 3°C αλλοιώνοντας την ανταλλαγή του παράγοντα μεταξύ των αγγειακών και περιφερειακών διαμερισμάτων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, σε αντίθεση με τα εισπνεόμενα αναισθητικά, η αύξηση των επιπέδων της προποφόλης στο πλάσμα μειώνουν την αιμάτωση του ήπατος κατά τη διάρκεια της έγχυσης της, με την υψηλότερη διαφορά στη συγκέντρωση σε

υποθερμία να παρατηρείται κατά τη διάρκεια των πρώτων 5 λεπτών της έγχυσης (Leslie et al., 1995).

Τα οπιοειδή αναλγητικά έχουν παρατεταμένη δράση στην υποθερμία, η οποία σχετίζεται με αυξημένες συγκεντρώσεις της φαιντανύλης (Fentanyl) (Fritz et al., 2005) και της ρεμιφεντανίλης (remifentanyl) (Russell et al., 1997) στο πλάσμα, κατά 25%, σε σύγκριση με τη νορμοθερμία.

### **1.3.2. Επιδράσεις της υποθερμίας στο μυοκάρδιο**

Τα οξέα στεφανιαία περιστατικά είναι μία από τις πιο κοινές αιτίες των επιπλοκών και θανάτων κατά την περιεγχειρητική περίοδο. Αν και η διεγχειρητική υποθερμία φαίνεται να μην έχει καμία σημαντική επίδραση στην καρδιαγγειακή λειτουργία σε νεαρά, υγιή άτομα (Frank et al., 1995), η συχνότητα εμφάνισης στεφανιαίων περιεγχειρητικών συμβάντων στους ηλικιωμένους μπορεί να αυξηθεί ακόμη και τρεις φορές σε διεγχειρητική μείωση της θερμοκρασίας κατά 1,4 °C (Frank et al., 1997). Ο παθοφυσιολογικός μηχανισμός αυτής της σχέσης δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως. Ωστόσο, δύο είναι τα αίτια που πιστεύεται ότι ευθύνονται για αυτό. Μετά την ολοκλήρωση της αναισθησίας και την εμφάνιση υποθερμίας, η συγκέντρωση της νοραδρεναλίνης του πλάσματος αυξάνεται αρκετές φορές, το οποίο συνδέεται με την απεμπλοκή από το κέντρο της θερμορύθμισης και την ενεργοποίηση του συμπαθητικού μηχανισμού μειώνοντας τη θερμοκρασία του σώματος. Αυτό αυξάνει σημαντικά την πίεση του αρτηριακού αίματος και αυξάνει τον κίνδυνο κοιλιακών ταχυαρρυθμιών. Μια άλλη αιτία είναι το ρίγος, το οποίο αυξάνει την παραγωγή θερμότητας, αυξάνοντας ταυτόχρονα τις απαιτήσεις σε οξυγόνο (σε νεαρά άτομα, ακόμη και κατά 400%), συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων του μυοκαρδίου σε μικρότερο βαθμό (Frank et al., 1995).

Στους ηλικιωμένους ασθενείς που χορηγούνται οπιοειδή, το μετεγχειρητικό ρίγος είναι σχετικά σπάνιο. Παρόλα αυτά, όταν συνυπάρχει στεφανιαία νόσος μπορεί να αυξήσει τη συχνότητα των καρδιακών επιπλοκών. Το μετεγχειρητικό ρίγος επάγεται πιο συχνά από την κεντρική υποθερμία, αν και είναι επίσης πιθανό να

αναπτυχθεί σε ασθενείς με φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος. Αυτή η επιπλοκή προλαμβάνεται και αντιμετωπίζεται με αγωνιστές των μ υποδοχέων (αλφαιντανίλη) (alfentanil) και άλλες ενώσεις των οποίων ο μηχανισμός δράσης δεν έχει πλήρως εξηγηθεί (κλονιδίνη - clonidine, φυσοστιγμίνη - physostigmine και θειικό μαγνήσιο). Μεταξύ των αναλγητικών που είναι καλά ανεκτά και εύκολα προσβάσιμα, εκείνα που έχουν ευεργετικές επιδράσεις είναι η πεθιδίνη και η τραμαδόλη (tramadol) (Wrench et al., 1997). Επιπλέον, η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών πριν την επαγωγή της αναισθησίας (30 λεπτά έως 2 ώρες) μειώνει σημαντικά τη συχνότητα εμφάνισης της διεγχειρητικής υποθερμίας και του μετεγχειρητικού ρίγους (Just et al., 1993).

### **1.3.3. Επιδράσεις της υποθερμίας στον κίνδυνο λοιμώξεων στη χειρουργική τομή**

Οι λοιμώξεις του χειρουργικού τραύματος περιπλέκουν έως και το 10% του συνόλου των χειρουργικών επεμβάσεων της κοιλιάς. Οι πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις της υποθερμίας μπορεί να προκύψουν από δύο μηχανισμούς, τη μειωμένη ροή του περιφερικού αίματος (αγγειοσυστολή) και το εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα. Έχει αποδειχθεί μία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της εξαρτώμενης από T λεμφοκύτταρα παραγωγής ανοσοφαιρινών και της θερμοκρασίας, όπως στην περίπτωση της μη ειδικής βακτηριοκτόνου δράσης των ουδετερόφιλων (Clandy et al., 1985). Η σχέση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα του οξυγόνου, παρόμοια με τη σωστή επούλωση του τραύματος. Η μειωμένη διαθεσιμότητα αυτού του υποστρώματος μπορεί να εξηγήσει εν μέρει τα υψηλότερα ποσοστά εμφάνισης των λοιμώξεων στα τραύματα σε διεγχειρητικές περιπτώσεις υποθερμίας και σε παρατεταμένη νοσηλεία, ακόμη και εν απουσία λοιμώξεων. Οι πρόσθετοι αιτιολογικοί παράγοντες περιλαμβάνουν υψηλότερη μετεγχειρητική απώλεια πρωτεΐνης και διαταραχές πήξης, κυρίως με μειωμένη λειτουργία των αιμοπεταλίων που απαιτούνται για την έναρξη της σωστής επούλωσης με σχηματισμό αιμοπεταλίων. Οι προαναφερθείσες διαταραχές προκαλούν ακόμη και τρεις φορές υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων στα χειρουργικά τραύματα και ουσιαστικά μειωμένη δραστηριότητα του ανοσοποιητικού συστήματος σε απόκριση

στη λοίμωξη. Στους ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργικές επεμβάσεις για καρκίνο του παχέος εντέρου, οι εν λόγω μεταβολές παρατηρήθηκαν σε θερμοκρασία του πυρήνα 2 °C χαμηλότερη από τη φυσιολογική θερμοκρασία (Kurz et al., 1996).

#### **1.3.4. Επιδράσεις της υποθερμίας στο σύστημα πήξης**

Σε πολλές περιπτώσεις, οι σωστές διαδικασίες αιμόστασης παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της χειρουργικής επέμβασης. Η μειωμένη θερμοκρασία επηρεάζει τη διαδικασία της πήξης σε διάφορα στάδια, παρεμποδίζοντας τη λειτουργία των αιμοπεταλίων, παρατείνοντας το χρόνο προθρομβίνης και το χρόνο πήξης, ενώ μπορεί να επηρεάσει την ινωδόλυση.

Ο αριθμός των αιμοπεταλίων κατά τη διάρκεια της υποθερμίας στους 34 °C παραμένει γενικά αμετάβλητος, ενώ μειώνεται ελαφρώς σε χαμηλότερες τιμές υποθερμίας, ενώ η ενεργοποίηση των αιμοπεταλίων διαταράσσεται ακόμη και σε μικρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Η μειωμένη σύνθεση της θρομβοξάνης B<sub>2</sub> και της θρομβίνης, οι σχετικοί ενεργοποιητές των αιμοπεταλίων, είναι πιθανότατα η κύρια αιτία αυτών των διαταραχών αν και η ικανότητα των αιμοπεταλίων να ενωθούν μαζί δεν μειώνεται. Διαφορετικά, *in vitro* μελέτες έχουν δείξει αλλαγές στη μορφολογία των αιμοπεταλίων (που μπορεί να υποδεικνύει την ενεργοποίησή τους) και αυξημένη ικανότητα συσσωμάτωσης, που προκαλείται πιθανότατα από την ενεργοποίηση του υποδοχέα GP IIb-IIIa κατά τη διάρκεια της υποθερμίας, που οφείλεται ενδεχομένως στην επιβράδυνση της υδρόλυσης της διφωσφορικής αδενοσίνης (ADP). Αυτό το φαινόμενο μπορεί να αποτελέσει ένα σχετικό πρόβλημα κατά τη διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων με εξωσωματική κυκλοφορία και για αυτό το λόγο γίνονται προσπάθειες για να το εμποδίσουν φαρμακολογικά (Straub et al., 2011).

Η υποθερμία παρατείνει το χρόνο προθρομβίνης και της ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης αναλογικά με το βαθμό της μείωσης της θερμοκρασίας μειώνοντας τη δραστηριότητα των ενζυματικών διεργασιών (Straub et al., 2011). Η αντίχρεση των ανωτέρω αλλαγών υπό κλινικές συνθήκες είναι αρκετά δύσκολη,

καθώς όλες οι δοκιμές πήξης πραγματοποιούνται στο εργαστήριο στους 37 °C, το οποίο δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική εικόνα. Ο *in vitro* προσδιορισμός του χρόνου πήξης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες έχει ως αποτέλεσμα σημαντική παράταση του χρόνου σε σύγκριση με τις αναλύσεις των ίδιων δειγμάτων που διεξήχθησαν στους 37 °C. Η ισορροπία μεταξύ του σχηματισμού και της λύσης του θρόμβου διατηρείται χάρη στις αποτελεσματικές διαδικασίες αποδόμησης του ινώδους ιστού από πλασμίνη, το οποίο δεν επηρεάζεται σε μέτρια υποθερμία. Από την άλλη πλευρά, σε εμπύρετη κατάσταση κυριαρχεί η ινωδόλυση. Οι ασθενείς με εκτεταμένες κακώσεις αποτελούν μια ειδική ομάδα που αναπτύσσει υπερπήξη λόγω της απελευθέρωσης σημαντικών ποσοτήτων θρομβοπλαστίνης (Gando et al., 1992).

Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι οι μελέτες που στοχεύουν να εξηγήσουν τις επιπτώσεις τόσο της εκούσιας όσο και της ακούσιας υποθερμίας στο σύστημα πήξης έχουν ασυνεπή αποτελέσματα, ανάλογα με τη μεθοδολογία που εφαρμόζεται. Η φυσική απομόνωση των επιμέρους τμημάτων της πήξης *in vitro* δεν μπορεί να αντανακλά ρητά την *in vivo* λειτουργία τους όταν οι σχέσεις μεταξύ τους συγχωνεύονται σε διάφορα επίπεδα. Ομοίως, η σχέση μεταξύ της έκτασης της υποθερμίας και της διεγχειρητικής απώλεια αίματος είναι εξαιρετικά δύσκολο να εκτιμηθεί αντικειμενικά, γεγονός που οδηγεί σε αντικρουόμενα συμπεράσματα. Οι Schmied et al. (1996) έδειξαν μεγαλύτερη απώλεια αίματος κατά τη διάρκεια της αρθροπλαστικής του ισχίου στις περιπτώσεις περιεγχειρητικής υποθερμίας. Από εκείνη τη στιγμή έχουν δημοσιευθεί στοιχεία που είτε επιβεβαιώνουν ή είναι αντίθετα με αυτά τα αποτελέσματα (Johansson et al., 1999). Παρά το γεγονός ότι παράγοντες, όπως είναι η διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και η εμπειρία ενός χειρουργού έχουν σημαντική επίπτωση επί των ανωτέρω αποκλίσεων, η διεγχειρητική θερμοκρασία θα πρέπει να διατηρείται οπωσδήποτε σε φυσιολογικά επίπεδα.

#### **1.4. Κατευθυντήριες οδηγίες Υποθερμίας**

Η υποθερμία (θερμοκρασία σώματος μικρότερη των 36°C) είναι παρούσα στη μετεγχειρητική περίοδο στο 26% έως 90% του συνόλου των ασθενών που έχουν υποβληθεί σε εκλεκτική χειρουργική επέμβαση (Moola & Lockwood, 2011). Ο

κίνδυνος της υποθερμίας είναι ιδιαίτερα υψηλός σε ασθενείς άνω των 60 ετών με κακή διατροφική κατάσταση και προϋπάρχουσα νόσο που εξασθενεί τη θερμορύθμιση (π.χ., σακχαρώδης διαβήτης με πολυνευροπάθεια) και σε εκείνους που υποβλήθηκαν σε μεγάλης διάρκειας χειρουργική επέμβαση. Οι χαμηλές θερμοκρασίες στο χειρουργείο αυξάνουν επίσης τον κίνδυνο εμφάνισης υποθερμίας, όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος.

Η ακούσια υποθερμία μπορεί να είναι μια σοβαρή ανεπιθύμητη εκδήλωση των ασθενών περιεγχειρητικά. Εκτός από τη δυσφορία που προκαλεί στον ασθενή, η υποθερμία μπορεί να συμβάλει σε επιπλοκές, συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών γεγονότων, λοιμώξεων στη χειρουργική τομή και της καθυστερημένης επούλωσης και μπορεί να συμβάλλει στη μεγαλύτερη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο (Hooper et al., 2010, Journeaux, 2013). Η φυσική ικανότητα του σώματος να διατηρήσει τη θερμοκρασία του διαταράσσεται από τα αναισθητικά φάρμακα. Η γενική αναισθησία προκαλεί αγγειοσυστολή της περιφερικής αγγείωσης, η οποία προκαλεί αγγειοδιαστολή. Έτσι, η θερμοκρασία του πυρήνα του ασθενή μπορεί να μειωθεί κατά τη διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων (Kurz, 2008). Παράγοντες όπως η ηλικία, το βάρος και η γενικότερη κατάσταση της υγείας των ασθενών μπορεί να συμβάλλουν στην ακούσια υποθερμία (Hooper et al., 2010, Parodi et al., 2012, Journeaux, 2013, Kim & Yoon, 2014). Επιπλέον, περιβαλλοντικοί παράγοντες που αφορούν την αίθουσα του χειρουργείου, συμπεριλαμβανομένων τις χαμηλές θερμοκρασίες δωματίου, της έλλειψης ένδυσης του ασθενή, της χορήγησης υγρών ενδοφλεβίως που έχουν τη θερμοκρασία δωματίου, της εξάτμισης υγρών από το δέρμα και της κίνησης του αέρα, μπορεί να συμβάλλουν στην απώλεια θερμότητας και στη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος (Kurz, 2008). Η διατήρηση της νορμοθερμίας σε όλη τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης βελτιστοποιεί τις πιθανότητες του ασθενή για αποφυγή εμφάνισης μετεγχειρητικών επιπλοκών (Geiger et al., 2012).

Οι επικαιροποιημένες κατευθυντήριες οδηγίες του AORN (Association of periOperative Registered Nurses, 2016) για την «πρόληψη της ακούσιας ή μη προγραμματισμένης υποθερμίας των ασθενών» δημοσιεύθηκαν το Νοέμβριο του 2015. Οι συγκεκριμένες κατευθυντήριες οδηγίες παρέχουν καθοδήγηση με βάση την

αξιολόγηση της δύναμης και της ποιότητας των διαθέσιμων στοιχείων βασισμένων σε ενδείξεις για ένα συγκεκριμένο θέμα. Οι κατευθυντήριες οδηγίες ισχύουν και για τους χώρους νοσηλείας και για τους εξωτερικούς χώρους και μπορούν να προσαρμοστούν σε όλους τους χώρους που μπορούν να διεξαχθούν χειρουργικές και άλλες επεμβατικές διαδικασίες.

Τα θέματα που αντιμετωπίζονται στις κατευθυντήριες οδηγίες της υποθερμίας περιλαμβάνουν την ταυτοποίηση των παραγόντων που συνδέονται με την ακούσια διεγχειρητική υποθερμία, την πρόληψη της υποθερμίας, την προεγχειρητική εκπαίδευση του προσωπικού για αυτό το θέμα, καθώς και την ανάπτυξη σχετικών πολιτικών και διαδικασιών. Τα βασικά σημεία της κατευθυντήριας οδηγίας του AORN «για την πρόληψη της ακούσιας υποθερμίας στους ασθενείς» περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (AORN, 2016):

- Οι περιεγχειρητικοί νοσηλευτές θα πρέπει να εκτελέσουν μια προεγχειρητική νοσηλευτική αξιολόγηση για τον προσδιορισμό της παρουσίας παραγόντων που συμβάλλουν στην ακούσια υποθερμία.
- Η περιεγχειρητική ομάδα θα πρέπει να μετρά και να παρακολουθεί τη θερμοκρασία του ασθενούς σε όλες τις φάσεις της περιεγχειρητικής φροντίδας.
- Η περιεγχειρητική ομάδα θα πρέπει να εφαρμόζει παρεμβάσεις για την πρόληψη της ακούσιας υποθερμίας

Εάν συμβεί υποθερμία, ο σχετικός κίνδυνος εμφάνισης σοβαρών επιπλοκών σε σύγκριση με τη νορμοθερμία, όπως η εξασθενημένη επούλωση του τραύματος είναι 3,25 (95% διάστημα εμπιστοσύνης [CI] 1,35 - 7,84), οι καρδιακές διαταραχές είναι 4,49 (95% CI 1,00 - 20,16) και η αύξηση της αιμορραγίας με μεταγγίσεις αίματος είναι 1,33 (95% CI 1,06 - 1,66) (NICE, 2016). Στο πλαίσιο αυτό, τα υπάρχοντα στοιχεία σχετικά με την πρόληψη, την αναγνώριση και τη θεραπευτική αγωγή της περιεγχειρητικής υποθερμίας πρέπει να μετατραπούν σε συστάσεις για την κλινική πρακτική. Αυτός ήταν ο στόχος της πρώτης διεπιστημονικής κατευθυντήριας οδηγίας S3, που αναπτύχθηκε υπό την αιγίδα της Γερμανικής Εταιρείας Αναισθησιολογίας και Εντατικής Θεραπείας (DGAI, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin), μαζί με τη Γερμανική Χειρουργική Εταιρεία

(DGCH, Deutsche Gesellschaft für Chirurgie), τη Γερμανική Εταιρεία Παιδιατρικής Χειρουργικής (DGKIC, Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie), τη Γερμανική Εταιρεία για Ειδικευμένους Νοσηλευτές και βοηθητικό Ιατρικό Προσωπικό (DGF, Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste) και την Αυστριακή Εταιρεία Αναισθησιολογίας, Αναζωογόνησης, και Εντατικής Θεραπείας Ιατρική (ÖGARI, Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Αναζωογόνηση und Intensivmedizin) (S3 Leitlinie, 2014).

Η ομάδα σύνταξης της κατευθυντήριας οδηγίας αποτελείτο από 14 εμπειρογνώμονες, οι οποίοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε πέντε κλινικά ερωτήματα:

- Ποια είναι η φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος ενός χειρουργικού ασθενή; Πότε και από πού μπορεί να μετρηθεί αξιόπιστα κατά την περιεγχειρητική περίοδο;
- Ποιοι είναι οι παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση περιεγχειρητικής υποθερμίας;
- Ποιες είναι οι συνέπειες της περιεγχειρητικής υποθερμίας;
- Ποιες είναι οι διαθέσιμες τεχνικές θέρμανσης για τη μείωση της περιεγχειρητικής υποθερμίας;
- Πώς πρέπει να εφαρμοστεί η κατευθυντήρια οδηγία;

Το International Journal of Evidence Based Healthcare (2011) ανέφερε ότι στο 50% έως και 90% των χειρουργικών ασθενών υπήρχε περιεγχειρητική υποθερμία. Η συνιστώμενη πρακτική για την πρόληψη της μη προγραμματισμένης περιεγχειρητικής υποθερμίας από το Σύλλογο Περιεγχειρητικών Νοσηλευτών (AORN, 2007) είναι η «προ-θέρμανση του ασθενή για τουλάχιστον 15 λεπτά αμέσως πριν από την επαγωγή στην αναισθησία». Επιπλέον, η κατευθυντήρια οδηγία σχετικά με τη διαχείριση της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας σε ενήλικες από το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας και Κλινικής Αριστείας (NICE, 2008) αναφέρει ότι στους ασθενείς που επρόκειτο να υποβληθούν σε μείζονα ή ενδιάμεση χειρουργική επέμβαση πρέπει να αυξηθεί προεγχειρητικά η θερμοκρασία του αέρα. Με άλλα λόγια, η αύξηση της θερμοκρασίας θα πρέπει να αρχίσει πριν μεταφερθούν οι ασθενείς στο χειρουργικό τραπέζι. Η Αμερικανική Εταιρεία Περιαναισθησίας Νοσηλευτών δημοσίευσε μια



κατευθυντήρια οδηγία κλινικής πρακτικής βασισμένη σε ενδείξεις αναφορικά με την προαγωγή της περιεγχειρητικής νορμοθερμίας (Purssell et al., 2009), η οποία προτείνει τουλάχιστον 30 λεπτά θέρμανσης του ασθενή προεγχειρητικά, το οποίο θα μπορούσε να βοηθήσει στη μείωση του κινδύνου της μεταγενέστερης υποθερμίας.

### **1.5. Διατήρηση νορμοθερμίας**

Η μέση θερμοκρασία του σώματος παραμένει αμετάβλητη όσο η μεταβολική παραγωγή θερμότητας ισοδυναμεί με την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον. Οι άνθρωποι συνήθως δεν αντιμετωπίζουν δυσκολία στην εξισορρόπηση της απώλειας και της παραγωγής θερμότητας στο νοσοκομειακό περιβάλλον, αλλά η απώλεια της θερμότητας στο περιβάλλον μπορεί να είναι ουσιαστική κατά τη διάρκεια μίας χειρουργικής επέμβασης, ενώ η γενική αναισθησία μειώνει τη μεταβολική παραγωγή θερμότητας κατά περίπου 30%. Επιπλέον, η ανακατανομή της θερμότητας μεταξύ του πυρήνα και της περιφέρειας κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας της αναισθησίας μειώνει τη θερμοκρασία του πυρήνα, ακόμη και αν το περιεχόμενο της θερμότητας του σώματος παραμένει αμετάβλητο. Η περιεγχειρητική θερμική διαχείριση, επομένως, για τους χειρουργικούς ασθενείς είναι πρόκληση και σχεδόν όλοι οι ασθενείς που δεν προθερμαίνονται πριν τη χειρουργική επέμβαση, αποκτούν υποθερμία (Sun et al., 2015).

Ακόμη και οι ασθενείς οι οποίοι θερμαίνονται ενεργά πριν τη χειρουργική επέμβαση, αναπτύσσουν υποθερμία από την αναδιανομή της θερμότητας. Τυπικά, η θερμοκρασία του πυρήνα ελαττώνεται κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας της αναισθησίας. Στη συνέχεια, η θερμοκρασία του πυρήνα αυξάνει σταδιακά (ή συνεχίζει να μειώνεται) με μία κλίση που εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, το μέγεθος της χειρουργικής επέμβασης, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ασθενή και την αποτελεσματικότητα της μόνωσης ή της ενεργούς θέρμανσης. Διάφορες περιεγχειρητικές συσκευές θέρμανσης είναι διαθέσιμες, οι οποίες μπορεί σε γενικές γραμμές να χωριστούν σε παθητική μόνωση και σε ενεργό αύξηση της θερμοκρασίας μέσω συστημάτων που ζεσταίνουν την

επιφάνεια του δέρματος, αυξάνουν τη θερμοκρασία των χορηγούμενων υγρών, των περιτοναϊκών αερίων και οι ενδοαγγειακοί εναλλάκτες θερμότητας (Sun et al., 2015).

Ένα μονό στρώμα παθητικής μόνωσης μειώνει την απώλεια θερμότητας από το δέρμα κατά 30%, σε τυπικές θερμοκρασίες της χειρουργικής αίθουσας. Το είδος της μόνωσης έχει μικρή σημασία, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο εμπόδιο απώλειας της θερμότητας είναι στην πραγματικότητα ο αέρας που παγιδεύεται στο στρώμα, κάτω από το μονωτικό υλικό. Μείωση κατά 30% της απώλειας θερμότητας είναι κλινικά σημαντική και σχεδόν αντισταθμίζει την επαγόμενη από την αναισθησία μείωση της μεταβολικής παραγωγής της θερμότητας. Η επίδραση της μόνωσης περιορίζεται στις καλυπτόμενες επιφάνειες. Όμως, η προσθήκη επιπλέον στρωμάτων μόνωσης παρέχει μικρό πρόσθετο όφελος. Για παράδειγμα, τρία στρώματα παθητικής μόνωσης μειώνουν την απώλεια θερμότητας στο μισό. Οι περισσότεροι χειρουργικοί ασθενείς θα γίνουν υποθερμικοί με τη μόνωση και μόνο και απαιτούν ενεργό διεγχειρητική θέρμανση για να διατηρηθεί η νορμοθερμία τους (Sun et al., 2015).

Οι περισσότεροι ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση θερμαίνονται ενεργά από την επιφάνεια του δέρματος. Αυτή η προσέγγιση είναι ελκυστική επειδή το δέρμα είναι άμεσα διαθέσιμο, μπορεί να θερμανθεί με ασφάλεια και επειδή η μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας χάνεται από το δέρμα. Η χορήγηση ζεστού αέρα (Yoo et al., 2009), η θέρμανση με αντίσταση (Hasegawa et al., 2012) και η θέρμανση με κυκλοφορούν νερό (Hasegawa et al., 2012) είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συστήματα θέρμανσης, με τη χορήγηση ζεστού αέρα να είναι η πιο συχνή μέθοδος, επειδή η συγκεκριμένη μέθοδος είναι αποτελεσματική, έχει χαμηλό κόστος και είναι εύκολο στη χρήση. Η χορήγηση αέρα είναι επίσης ασφαλής, επειδή κατανέμεται μέτριας έντασης θερμότητα σε μια μεγάλη περιοχή επιφάνειας, ενώ ο αέρας δε ζεσταίνει εξαρτώμενες περιοχές, αποφεύγοντας έτσι τον επικίνδυνο συνδυασμό θερμότητας και πίεσης.

Η ανακατανομή της υποθερμίας μπορεί εν μέρει να βελτιωθεί με την προθέρμανση των ασθενών. Η θέρμανση των ασθενών πριν την επαγωγή της αναισθησίας δεν αυξάνει πολύ τη θερμοκρασία του πυρήνα, επειδή ρυθμίζεται αυστηρά. Η θερμότητα που απορροφάται αυξάνει τη θερμοκρασία στους

περιφερικούς ιστούς, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την απόκλιση της θερμοκρασίας μεταξύ του πυρήνα και της περιφέρειας (Sessler et al., 1995). Στο βαθμό που η θερμοκρασία του περιφερειακού θερμικού θαλάμου πλησιάζει τη θερμοκρασία του πυρήνα, θα υπάρχει μικρή ροή της θερμότητας από τον πυρήνα προς τη περιφέρεια και επακόλουθη αναδιανομή της υποθερμίας. Τυπικά, η θερμοκρασία του πυρήνα σε προθερμασμένους ασθενείς είναι περίπου 0,4 °C μεγαλύτερη από εκείνη των ασθενών που δεν έχουν προθερμανθεί (De Witte et al., 2010).

Η αύξηση της θερμοκρασίας των χορηγούμενων υγρών διαλυμάτων δεν μπορεί να θερμάνει ουσιαστικά τους ασθενείς, επειδή τα διαλύματα αυτά αυξάνουν ελαφρώς τη θερμοκρασία του πυρήνα. Ως εκ τούτου, η θέρμανση των υγρών δεν μπορεί να αντισταθμίσει την αναδιανομή της υποθερμίας, ούτε μπορεί να περιορίσει τη συνεχή απώλεια της θερμότητας από την επιφάνεια του δέρματος ή από τις χειρουργικές τομές. Αντιθέτως, η θερμοκρασία των ασθενών μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την έγχυση υγρών που δεν έχουν προηγουμένως θερμανθεί. Κάθε λίτρο υγρού που εγχέεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, η μέση θερμοκρασία του σώματος σε έναν ασθενή 70 κιλών μειώνεται κατά 0,25 °C. Μια μονάδα κατεψυγμένου αίματος μειώνει τη μέση θερμοκρασία του σώματος κατά 0,25 °C (το αίμα είναι ο μισός όγκος-περίπου 450ml, αλλά δύο φορές πιο κρύο). Ως εκ τούτου, μεγάλες ποσότητες υγρών που χορηγούνται με ταχύ ρυθμό (περισσότερο από 1 L/h) θα πρέπει να θερμαίνονται πριν χορηγηθούν στους ασθενείς (De Witte et al., 2010, Sun et al., 2015).

Η θερμοχωρητικότητα του αέρα είναι χαμηλή. Η θερμότητα εξάτμισης (απαιτείται για την ύγρανση ξηρών αερίων) είναι υψηλότερη, αλλά χαμηλή σε σύγκριση με το μεταβολικό ρυθμό των ασθενών. Ως εκ τούτου, λίγη μεταβολική θερμότητα χάνεται μέσω του αεραγωγού. Μια συνέπεια είναι ότι η θέρμανση των αεραγωγών ή η περιτοναϊκή θέρμανση και η εφύγρανση δεν μπορούν να μεταφέρουν σημαντικά ποσά θερμότητας στους ασθενείς. Οι καθετήρες ανταλλαγής θερμότητας μέσω των αγγείων είναι ακριβοί και επεμβατικοί, αλλά μεταφέρουν πολύ περισσότερη θερμότητα από ότι τα συστήματα της επιφάνειας. Η χρήση τους περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό στη θεραπευτική υποθερμία στην οποία η ταχεία

έναρξη της ελεγχόμενης υποθερμίας είναι ζωτικής σημασίας (De Witte et al., 2010, Sun et al., 2015).

Επειδή πολλές τυχαιοποιημένες μελέτες έχουν δείξει ότι η υποθερμία προκαλεί σοβαρές επιπλοκές, η διατήρηση της διεγχειρητικής νορμοθερμίας αποτελεί πρότυπο φροντίδας. Για παράδειγμα, οι κατευθυντήριες οδηγίες του Εθνικού Βρετανικού Ινστιτούτο Υγείας και Φροντίδας Αριστείας δείχνουν ότι η θερμοκρασία του ασθενούς θα πρέπει να μετριέται κατά τη διάρκεια της αναισθησίας ανά διαστήματα 30 λεπτών και ότι οι ασθενείς θα πρέπει να θερμαίνονται ενεργά με στόχο τους 36,5 °C. Οι κλινικοί ιατροί μπορεί να επιλέξουν διάφορες προσεγγίσεις ή συνδυασμούς προσεγγίσεων, ενώ οποιαδήποτε πρακτική που διατηρεί με ασφάλεια τους ασθενείς σε φυσιολογική θερμοκρασία είναι απολύτως αποδεκτή (NICE, 2016).

## **1.6. Προθέρμανση**

Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής αναισθησίας, περίπου το 90% της απώλειας της θερμοκρασίας του σώματος του ασθενή συμβαίνει από το δέρμα προς το περιβάλλον. Για να αποφευχθεί αυτή η απώλεια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι θέρμανσης του δέρματος, οι οποίες χωρίζονται σε παθητικές και ενεργές. Η χρήση βαμβακερών κουβερτών (θερμαινόμενες ή όχι) και οι χειρουργικές κουρτίνες (ιστοί ή κόλλα) είναι παθητικές μέθοδοι. Σήμερα, υπάρχουν ενδείξεις που δείχνουν ότι η χρήση των ενεργών μεθόδων θέρμανσης (ζεστός αέρας ή νερό) είναι πιο αποτελεσματική για να διατηρήσει τη θερμοκρασία του σώματος των ασθενών στην περιεγχειρητική περίοδο (Kumar et al., 2005, Kurz 2008, Galvao et al., 2010).

Τρέχουσες συστάσεις υποδεικνύουν ότι ο ασθενής θα πρέπει να προθερμανθεί, πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία, για τουλάχιστον 15 λεπτά χρησιμοποιώντας ένα ενεργό σύστημα θέρμανσης του δέρματος, όπως το σύστημα θέρμανσης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα (Association of PeriOperative Registered Nurses, 2009). Η διαδικασία προθέρμανσης μπορεί να εφαρμοστεί είτε στην προεγχειρητική περιοχή ή στο χειρουργείο πριν την εισαγωγή στην αναισθησία (Wagner 2006).

Προθέρμανση ορίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας των περιφερικών ιστών ή της επιφάνειας του δέρματος πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία (Hooper et al., 2009) και μπορεί να αποτελείται από ένα ενεργό σύστημα θέρμανσης του δέρματος ή την προεγχειρητική χορήγηση αγγειοδιασταλτικών φαρμάκων (Leslie & Sessler 2003). Μετά την επαγωγή στην αναισθησία, η σημαντικότερη αιτία της περιεγχειρητικής υποθερμίας είναι η ανακατανομή της θερμότητας στον ασθενή, η οποία ονομάζεται «ανακατανομή υποθερμίας», μια επίδραση που αντιπροσωπεύει το 81% της μείωσης της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας της αναισθησίας (Matsukawa et al., 1995, Leslie & Sessler 2003).

Η προθέρμανση μπορεί να μειώσει την ανακατανομή της θερμότητας στον ασθενή με δύο διαδικασίες. Πρώτον, αυξάνει τη θερμοκρασία στα περιφερειακά διαμερίσματα των ασθενών και δεύτερον, προκαλεί αγγειοδιαστολή. Μαζί, αυτές οι διαδικασίες μειώνουν την πτώση της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας της αναισθησίας (Sessler 2000, Hooper et al., 2009).

Η κατανόηση της υποθερμίας, των επιπλοκών της και τα αποτελεσματικά μέτρα πρόληψης κατά την περιεγχειρητική περίοδο είναι θεμελιώδους σημασίας για τους νοσηλευτές οι οποίοι επιθυμούν να εφαρμόσουν κλινική πρακτική βασισμένη σε ενδείξεις. Είναι επίσης σημαντικό να προγραμματίσουν αποτελεσματικές παρεμβάσεις που ελαχιστοποιούν ή καθιστούν δυνατή την πρόληψη των επιπλοκών που προκύπτουν από τη χειρουργική αναισθησία, με σκοπό την ασφάλεια των ασθενών, η οποία είναι ο κύριος στόχος της περιεγχειρητικής νοσηλευτικής (Beyea 2008, Lynch et al., 2010).

#### **1.6.1. Προθέρμανση ως αποκλειστικό μέτρο για την πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας**

Η προθέρμανση μόνη της για την πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας διερευνήθηκε σε τέσσερις μελέτες (Camus et al., 1995, Melling et al., 2001, Fossum et al., 2001, Kim et al., 2006). Σε όλες τις τέσσερις μελέτες, οι συγγραφείς δοκίμασαν το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα στην πειραματική ομάδα και τις βαμβακερές

κουβέρτες στην ομάδα ελέγχου, η οποία είναι μία παθητική μέθοδος θέρμανσης του δέρματος. Μία από αυτές τις μελέτες περιελάμβανε επίσης μία ομάδα σύγκρισης με θέρμανση μέσω ακτινοβολίας (Melling et al., 2001).

Σε μια μελέτη, οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή και οι συγγραφείς δοκίμασαν τη μέθοδο της προθέρμανσης με το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα για 60 λεπτά. Μετρήθηκε η τυμπανική θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του πυρήνα στην ομάδα της προθέρμανσης διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μία ώρα προθέρμανση πριν την αναισθησία μειώνει σημαντικά την αναδιανομή της υποθερμίας (Camus et al., 1995).

Σε μια άλλη μελέτη, το δείγμα (n = 416) χωρίστηκε σε τρεις ομάδες, οι οποίες είχαν κατανεμηθεί ως καθόλου-θέρμανση (πρότυπη ομάδα) και δύο ομάδες θέρμανσης (τοπική και συστηματική). Οι ερευνητές συνέκριναν όλους τους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αύξηση της θερμοκρασίας (ομάδα που θερμάνθηκε με εξαγωγή αέρα και ομάδα που θερμάνθηκε με ακτινοβολία τοπικά) με την ομάδα ελέγχου και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, στις ομάδες που προθερμάνθηκαν, η θερμοκρασία των ασθενών ήταν υψηλότερη και τα επίπεδα μόλυνσης της χειρουργικής τομής ήταν μικρότερα (Melling et al., 2001).

Οι υπόλοιπες δύο μελέτες προθέρμανσης είχαν παρόμοιο χρόνο προθέρμανσης (45 λεπτά) σε χειρουργικές επεμβάσεις υπό γενική αναισθησία (Fossum et al., 2001, Kim et al., 2006). Παρά την ομοιότητα, το μέγεθος των δειγμάτων και το είδος της χειρουργικής επέμβασης διέφεραν. Σε μία μελέτη, κάθε ομάδα αποτελείτο από 50 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε ορθοπεδικές, γυναικολογικές ή ουρολογικές επεμβάσεις (Fossum et al., 2001). Στην άλλη μελέτη, το δείγμα περιείχε 20 ασθενείς οι οποίοι υπεβλήθησαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη (Kim et al., 2006). Και οι δύο μελέτες χρησιμοποίησαν στους ασθενείς θερμαινόμενο με νερό στρώμα (ομάδα ελέγχου: βαμβακερή κουβέρτα έναντι πειραματική ομάδα: σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα) (Kim et al 2006).

Αν και οι τέσσερις κλινικές δοκιμές διέφεραν από άποψη αριθμού συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα (εύρος 8-139), το είδος της χειρουργικής επέμβασης

και το χρόνο προθέρμανσης (30-60 λεπτά), σε τρεις μελέτες χρησιμοποιήθηκε γενική αναισθησία (Camus et al., 1995, Fossum et al., 2001, Kim et al., 2006), ενώ η άλλη μελέτη δεν περιείχε πληροφορίες σχετικά με το είδος της αναισθησίας (Melling et al., 2001). Όσον αφορά την προθέρμανση, όλες οι μελέτες έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά, υποδεικνύοντας ότι η χρήση ενός ενεργού συστήματος θέρμανσης πριν τη χειρουργική επέμβαση μειώνει την ένταση της διεγχειρητικής υποθερμίας.

### **1.6.2. Προθέρμανση σχετιζόμενη με τη διεγχειρητική θέρμανση του ασθενή για την πρόληψη της υποθερμίας**

Η προθέρμανση, σε συνδυασμό με τις διεγχειρητικές μεθόδους θέρμανσης του ασθενή έχει δοκιμαστεί σε διάφορες μελέτες. Η προθέρμανση με το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα έχει συγκριθεί με τη χρήση μίας βαμβακερής κουβέρτας σε έξι μελέτες. Σε τέσσερις από αυτές, οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε γενική αναισθησία (Just et al., 1993, Vanni et al., 2003, Andrzejowski et al., 2008, De Witte et al., 2010), ενώ στις άλλες δύο χρησιμοποιήθηκε περιφερειακή αναισθησία (Horn et al., 2002, Vanni et al., 2007). Οι χρόνοι προθέρμανσης κυμαίνονταν από 15-90 λεπτά.

Τα αποτελέσματα των μελετών έδειξαν ότι η διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος ήταν πιο αποτελεσματική όταν χρησιμοποιήθηκε για την προθέρμανση των ασθενών σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα και διεγχειρητική θέρμανση σε σύγκριση με τη χρήση της βαμβακερής κουβέρτας (Horn et al., 2002, Vanni et al., 2003, 2007), ακόμη και όταν στην ομάδα ελέγχου, η οποία περιλαμβάνει τους ασθενείς που δεν λαμβάνουν προθέρμανση, χρησιμοποιήθηκε στη διεγχειρητική περίοδο ενεργό σύστημα θέρμανσης (Just et al., 1993, Andrzejowski et al., 2008).

Σε μια μελέτη, κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης, η πειραματική ομάδα συμπεριέλαβε ασθενείς που προθερμάνθηκαν με δύο συστήματα ενεργητικής θέρμανσης (εξαγωγή αέρα και κυκλοφορούν στρώμα νερού) και η ομάδα ελέγχου χρησιμοποίησε μία ενεργή και μία παθητική μέθοδο θέρμανσης (κυκλοφορούν στρώμα νερού και βαμβακερή κουβέρτα). Τα ίδια συστήματα διατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της διεγχειρητικής περιόδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν την υπεροχή του

συστήματος θέρμανσης με εξαγωγή αέρα στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος (Bock et al., 1998).

Κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης, σε μια άλλη μελέτη, η πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε ενεργή θέρμανση (σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα), ενώ η ομάδα ελέγχου χρησιμοποίησε μια παθητική μέθοδο (βαμβακερή κουβέρτα). Στην διεγχειρητική περίοδο, ωστόσο, η πειραματική ομάδα διατήρησε το ίδιο σύστημα θέρμανσης, ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε θέρμανση με σύστημα μεταφοράς ή/και θερμαινόμενα υγρά. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερες θερμοκρασίες σώματος στην πειραματική ομάδα (Smith et al., 2007).

Από την άλλη μεριά, μία μελέτη ανέφερε ότι δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ της χρήσης ενός ενεργού (σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα) και ενός παθητικού συστήματος θέρμανσης (Mediwrap). Σύμφωνα με τους ερευνητές, τα αποτελέσματα μπορεί να εξηγηθούν από δύο γεγονότα: (i) η αύξηση της θερμοκρασίας στην ομάδα των ασθενών που χρησιμοποιούν το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα ξεκίνησε μετά την Mediwrap και (ii) το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα χρησιμοποιήθηκε σε μέτρια θερμοκρασία, διότι, στην κατά ανώτατο όριο θερμοκρασία, οι ασθενείς έχουν αυξημένο κίνδυνο εγκαυμάτων (Rathinam et al., 2009).

Σε μία μελέτη συγκρίθηκαν τα συστήματα τεχνολογίας με ανθρακονήματα για την προθέρμανση των ασθενών (Wong et al., 2007) και ένα κάλυμμα σε μία άλλη (De Witte et al., 2010). Το διάστημα προθέρμανσης κυμαίνονταν από 30 λεπτά (De Witte et al., 2010) μέχρι 120 λεπτά (Wong et al., 2007). Οι ασθενείς και στις δύο μελέτες υποβλήθηκαν σε γενική αναισθησία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το στρώμα από ίνες άνθρακα ήταν πιο αποτελεσματικό στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος (Wong et al., 2007). Επίσης, η άλλη μελέτη έδειξε ότι το κάλυμμα από ίνες άνθρακα υπερείχε στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (De Witte et al., 2010).



## 1.7. Συσκευές θέρμανσης

Σε ένα νοσοκομείο στις ΗΠΑ, μία μελέτη έδειξε ότι η κουβέρτα θέρμανσης ήταν πιο αποτελεσματική από την παραδοσιακή κουβέρτα, διότι διασκόρπιζε τη θερμότητα σε μεγαλύτερη επιφάνεια του δέρματος. Αποτέλεσμα αυτού ήταν στο συγκεκριμένο νοσοκομείο να χρησιμοποιούνται λιγότερες κουβέρτες και κλινოსκεπάσματα για την επαναθέρμανση του ασθενή μετά τη χειρουργική επέμβαση. Άλλο όφελος ήταν το μειωμένο κόστος που σχετίζεται με τις υπηρεσίες πλυντηρίου. Υπάρχουν δύο διαφορετικά καθεστώτα όσον αφορά τα πλυντήρια. Άλλα νοσοκομεία έχουν δικά τους πλυντήρια, οπότε το κόστος βαρύνει τα απορρυπαντικά, το προσωπικό και τα λειτουργικά έξοδα των συσκευών, ενώ άλλα νοσοκομεία δεν έχουν δικά τους πλυντήρια αλλά είναι συμβεβλημένα με κάποια ιδιωτική εταιρεία και το κόστος υπολογίζεται ανά κιλό ακαθάρτων, δηλαδή όσο βαρύτερο είναι το φορτίο τόσο πιο ακριβό είναι το κόστος. Χωρίς πρωτόκολλο θέρμανσης, το νοσηλευτικό προσωπικό χρησιμοποιούσε υπερβολική ποσότητα από βαμβακερές κουβέρτες και σεντόνια για να διατηρήσει τους ασθενείς ζεστούς πριν και μετά την επέμβαση. Όταν οι ασθενείς παραπονέθηκαν για αίσθημα ψύχους, τα σεντόνια και οι κουβέρτες αντικαταστάθηκαν με μία θερμαινόμενη κουβέρτα. Η υπερβολική χρήση των βαμβακερών κουβερτών αύξησε το κόστος των υπηρεσιών κλινოსκεπασμάτων σε 5 δολάρια ανά ασθενή. Η εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου θέρμανσης μείωσε την υπερβολική χρήση βαμβακερών κουβερτών και σεντονιών ανά ασθενή και μείωσε το κόστος σε 1 δολάριο ανά ασθενή (Diaz & Becker, 2010).

Η συστηματική ανασκόπηση των Roberson et al. (2013) διερεύνησε τη σχέση της εφαρμογής του συστήματος θέρμανσης με αέρα προεγχειρητικά και διεγχειρητικά και της εμφάνισης ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας στη ΜΜΑΦ. Αν και η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε 35 μελέτες, οι συγγραφείς επέλεξαν 8 πηγές με επίπεδα στοιχείων II έως IV. Οι 7 ήταν τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες και 1 ήταν μελέτη περίπτωσης, με διακυμάνσεις στα δημογραφικά στοιχεία, το είδος της χειρουργικής επέμβασης, τη βαθμολογία ASA και τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Οι 7 μελέτες ανέφεραν μειωμένη συχνότητα εμφάνισης ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας στους ασθενείς που θερμάνθηκαν προεγχειρητικά και διεγχειρητικά, ενώ μια μελέτη ανέφερε ότι δεν υπήρχε καμία διαφορά. Επιπλέον, τα

αποτελέσματα παρουσίασαν σημαντικά οφέλη για την κλινική πρακτική, όπως μειωμένο κόστος λειτουργίας, μειωμένη απώλεια αίματος, αυξημένη άνεση του ασθενή, μικρότερα ποσοστά ρίγους και γρηγορότερη αποσωλήνωση. Αντίθετα, δύο μελέτες ανέφεραν αυξημένα επεισόδια μετεγχειρητικής ναυτίας και εμετό στους ασθενείς που εφαρμόστηκε προεγχειρητική και διεγχειρητική θέρμανση.

Οι Moola και Lockwood (2011) επικεντρώθηκαν στις αποτελεσματικές μεθόδους θέρμανσης για την πρόληψη και αντιμετώπιση της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας. Αρχικά, οι συγγραφείς βρήκαν 130 μελέτες και τελικά χρησιμοποίησαν 19, οι οποίες πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης. Συνολικά, συμπεριλήφθηκαν 1.451 ασθενείς με διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις και σε διάφορα νοσοκομεία. Χειρουργικές επεμβάσεις, στις οποίες προκλήθηκε σκόπιμα υποθερμία, όπως καρδιοχειρουργικά και νευρολογικά περιστατικά αποκλείστηκαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασθενείς που έλαβαν προεγχειρητική και διεγχειρητική ενεργή αύξηση της θερμοκρασίας, σε σύγκριση με μόνο διεγχειρητικά, ήταν λιγότερο πιθανό να εμφανίσουν ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία μετά την είσοδο στη γενική αναισθησία. Οι παθητικές παρεμβάσεις θέρμανσης δεν ήταν πάντα αποτελεσματικές στην πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας, είτε εφαρμόστηκαν προεγχειρητικά και διεγχειρητικά ή μόνο διεγχειρητικά. Οι ενεργητικές μέθοδοι θέρμανσης περιελάμβαναν τις κουβέρτες με ζεστό αέρα και τη χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής, ενώ οι παθητικές μέθοδοι περιελάμβαναν τις κουβέρτες που αντανακλούν θερμότητα, τις κάλτσες και τις ζεστές κουβέρτες. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη πρακτική για την πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας ήταν η εφαρμογή ενεργών παρεμβάσεων θέρμανσης προεγχειρητικά και διεγχειρητικά μαζί (Moola & Lockwood, 2011).

Μια τυχαιοποιημένη μελέτη ελέγχου διεξήχθη στο Πανεπιστήμιο του Σάο Πάολο της Βραζιλίας για να μελετήσει την αποτελεσματικότητα της προεγχειρητικής θέρμανσης των ασθενών στην πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας, του μετεγχειρητικού ρίγους και της καθυστερημένης αποσωλήνωσης. Το μέγεθος του δείγματος περιορίστηκε σε 30 ενήλικες γυναίκες ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση κοιλίας με γενική αναισθησία. Όλες οι γυναίκες που συμμετείχαν έλαβαν βαθμολογία ASA I και II. Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε 3

ομάδες των 10. Στην ομάδα ελέγχου (G1) δεν έγινε καμία παρέμβαση θέρμανσης και δεν λήφθηκαν προφυλάξεις για την πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας. Στην ομάδα G2, στους ασθενείς έγιναν ενεργείς παρεμβάσεις θέρμανσης και προεγχειρητικά και διεγχειρητικά, ενώ στην ομάδα G3 οι ασθενείς έλαβαν ενεργές παρεμβάσεις θέρμανσης μόνο διεγχειρητικά. Η θερμοκρασία μετρήθηκε με τυμπανικό θερμομέτρο και η ενεργή παρέμβαση θέρμανσης ήταν η εφαρμογή κουβέρτας θέρμανσης με αέρα σε 42 °C έως 46 °C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα ελέγχου εμφάνισε μεγαλύτερα ποσοστά ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας, μετεγχειρητικού ρίγους και καθυστερημένη αποσωλήνωση σε σύγκριση με τις ομάδες που έλαβαν ενεργή αύξηση της θερμοκρασίας (G2 και G3). Όλοι οι ασθενείς στην ομάδα ελέγχου ήταν υποθερμικοί στο τέλος της αναισθησίας, ενώ στις ομάδες G2 και G3 ήπια υποθερμία παρουσίασαν 2 και 3 ασθενείς αντίστοιχα. Επιπλέον, οι συγγραφείς έδειξαν ότι ο συνδυασμός προεγχειρητικής και διεγχειρητικής θέρμανσης ήταν πιο αποτελεσματική στις χειρουργικές επεμβάσεις με διάρκεια μεγαλύτερη των 120 λεπτών (Vanni et al., 2003).

Οι Poveda et al., (2012) διεξήγαγαν και εκείνοι μία συστηματική ανασκόπηση με σκοπό να διερευνήσουν ποια μέθοδος θέρμανσης ήταν περισσότερο αποτελεσματική στην πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας. Από τις 730 μελέτες που βρήκαν, χρησιμοποίησαν 14 τυχαιοποιημένες μελέτες ελέγχου. Τα κριτήρια ένταξης περιελάμβαναν ενήλικο πληθυσμό και μελέτες που δημοσιεύτηκαν από το 1990 έως το 2011. Οι χειρουργικές επεμβάσεις ήταν κοιλιάς, ορθοπεδικές, γυναικολογικές και ουρολογικές. Τέσσερις μελέτες διαπίστωσαν ότι η προεγχειρητική θέρμανση μείωσε την ένταση της υποθερμίας πριν τη χειρουργική επέμβαση. Αν και το μέγεθος του δείγματος ήταν διαφορετικό, όλες οι μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία συνέβη λιγότερο συχνά στους ασθενείς που είχαν προθερμανθεί με ενεργητικές μεθόδους σε σύγκριση με τις παθητικές μεθόδους 60 λεπτά πριν την εισαγωγή στη γενική αναισθησία. Οι υπόλοιπες 10 τυχαιοποιημένες μελέτες ελέγχου έδειξαν ότι ο συνδυασμός προεγχειρητικής και διεγχειρητικής θέρμανσης μείωσε το ποσοστό ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας στη ΜΜΑΦ. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου έλαβαν διεγχειρητική θέρμανση μόνο με ενεργές παρεμβάσεις. Οι ασθενείς στην

πειραματική ομάδα προθερμάνθηκαν με ενεργητική τεχνική θέρμανσης σε συνδυασμό με την ίδια ενεργητική τεχνική αύξησης της θερμοκρασίας διεγχειρητικά. Η διάρκεια της προθέρμανσης διήρκεσε 15 έως 90 λεπτά. Όλες οι μελέτες χρησιμοποίησαν διαφορετικές ενεργητικές και παθητικές τεχνικές θέρμανσης (Poveda et al., 2012).

### **1.7.1. Συσκευές θέρμανσης ενδοφλέβιων υγρών**

Έχει υπολογιστεί ότι η χορήγηση ενός λίτρου ενδοφλέβιων υγρών σε θερμοκρασία δωματίου (21 °C) μειώνει τη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος κατά 0,25 °C (Sessler, 1997). Για να διατηρηθεί η νορμοθερμία, οι αντλίες θέρμανσης υγρών έχουν σχεδιαστεί για να χορηγούν υγρά στη θερμοκρασία του σώματος (37 °C) και η χρήση τους έχει προταθεί για όλες τις διεγχειρητικές εγχύσεις υγρών για ποσότητες μεγαλύτερες των 500 ml σε ενήλικες ασθενείς (NICE, 2008). Η χορήγηση ζεστών ενδοφλέβιων υγρών σε συνδυασμό με τα συνηθισμένα μέτρα διατήρησης της θερμότητας έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν σημαντικά την επίπτωση της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας σε γυναικολογικές (Smith et al., 1998) και σε ορθοπεδικές (Hasankhani et al., 2007) χειρουργικές επεμβάσεις, καθώς και σε χειρουργικές επεμβάσεις στην κοιλιακή χώρα (Camus et al., 1996). Στη μαιευτική, η χορήγηση ζεστών υγρών διεγχειρητικά συνδέεται, επίσης, με σημαντικά υψηλότερες βαθμολογίες Apgar στο νεογέννητο βρέφος μετά από καισαρική τομή (Yokoyama et al., 2009).

Υπάρχουν διάφορες συσκευές θέρμανσης υγρών διαθέσιμες που χρησιμοποιούν διάφορους μεθόδους θέρμανσης. Υπάρχουν αντλίες στις οποίες οι συσκευές χορήγησης των διαλυμάτων περνούν μέσα από μία ειδική υποδοχή θέρμανσης (ξηρό σύστημα θέρμανσης). Ακόμη υπάρχουν άλλες συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούν τη μέθοδο ανταλλαγής θερμότητας με το ρεύμα, άλλες που εμβαπτίζουν τα προς χορήγηση διαλύματα σε ζεστό νερό, άλλες με συστήματα επαγωγής αέρα και μονωτές. Η ικανότητα αυτών των συσκευών για τη θέρμανση των υγρών εξαρτάται από τη μέθοδο θέρμανσης, το ρυθμό ροής και το μήκος του σωλήνα μεταξύ της συσκευής και του ασθενή (Department of health Center, 2010).

## **Περιορισμοί του ρυθμού χορήγησης και της ικανότητας θέρμανσης**

Οι αναισθησιολόγοι χορηγούν υγρά με διαφόρους ρυθμούς ροής, που κυμαίνονται από χιλιοστόλιτρα ανά ώρα σε ορισμένες παιδιατρικές περιπτώσεις έως και λίτρα ανά λεπτό στην ανάνηψη ενηλίκων. Ένα σημαντικό πρόβλημα στη χορήγηση ζεστών διαλυμάτων με αργή ροή είναι η σημαντική απώλεια θερμότητας που λαμβάνει χώρα μεταξύ της συσκευής θέρμανσης και του ασθενή (Faries et al., 1991). Οι δυσκολίες στη χορήγηση ζεστών υγρών με ταχύτερους ρυθμούς ροής περιλαμβάνουν τον περιορισμένο χρόνο για ανταλλαγή θερμότητας και την υψηλή αντίσταση στη ροή μέσω της συσκευής θέρμανσης (Uhl et al., 1992).

### **Μικρός ρυθμός ροής**

Από τις κλινικές μελέτες προσομοίωσης που αξιολογούν την απόδοση-λειτουργία των συσκευών θέρμανσης (σε ρυθμό χορήγησης μικρότερο από 0,5 l/h), η συσκευή Hotline counter-current water heat exchanger (Level 1 Technologies Inc, Rockland, MA, USA) είναι η πιο αποτελεσματική στη θέρμανση υγρών διαλυμάτων μεταξύ των ξηρών συσκευών θέρμανσης (Presson et al., 1993, Henker et al., 1995, Patel et al., 1996). Ο εναλλάκτης θερμότητας Hotline ενσωματώνει τη συσκευή χορήγησης και την εμποτίζει σε ζεστό νερό, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τη θερμοκρασία στο διάλυμα χορήγησης. Αυτό το σύστημα αποτρέπει την απώλεια θερμότητας από το υγρό χορήγησης στο περιβάλλον, όπως γίνεται σε χαμηλούς ρυθμούς ροής (Schultz et al., 1998).

Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα που αφορά τις συσκευές ξηρής θέρμανσης, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες μόνωσης του άνω μέρους του σωλήνα χορήγησης, με περιορισμένη όμως επιτυχία (Presson et al., 1993). Οι συσκευές θέρμανσης με ξηρά τοιχώματα Flotem (DataChem, Indianapolis, IN, ΗΠΑ) και DW1000A (Baxter Healthcare, Valencia, CA, USA) παρέχουν μέτρια θέρμανση των υγρών (θερμοκρασία μεγαλύτερη των 32 °C) με ελάχιστο ρυθμό ροής 300 και 730 ml/h, αντίστοιχα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η συσκευή θέρμανσης Warm flo (ξηρός εναλλάκτης θερμότητας με κασέτα) (Nellcor Tyco Healthcare, Gosport, Ηνωμένο Βασίλειο), αν και δεν αξιολογήθηκε άμεσα έναντι των άλλων συσκευών

θέρμανσης ,έχει αποδειχθεί ότι θερμαίνει τα υγρά σε χαμηλές ταχύτητες ροής σε θερμοκρασίες που είναι συγκρίσιμες με τις υπόλοιπες συσκευές (Poppa et al., 2009).

Ένας άλλος τρόπος για να ελαχιστοποιηθεί η απώλεια της θερμότητας σε όλο το μήκος του σωλήνα μεταξύ της συσκευής θέρμανσης και του ασθενή σε χαμηλή ροή είναι να ενσωματωθούν μικρές μονάδες θέρμανσης κοντά στον ασθενή. Η αποτελεσματικότητα δύο τέτοιων συσκευών θέρμανσης, το Buddy Lite™ (Instruments Belmont Όργανα, Boston, MA, USA) και το enFlow™ (GE Healthcare, Munich, Germany), έχει αξιολογηθεί σχετικά πρόσφατα. Και οι δύο συσκευές θερμαίνουν επαρκώς το υγρό σε ταχύτητες ροής 25 - 100 ml/min, αν και το BuddyLite ήταν περισσότερο αποτελεσματικό από το enFlow στις ταχύτητες ροής μεταξύ 25 και 75 ml/min, ενώ το enFlow ήταν πιο αποτελεσματικό σε ταχύτητες ροής μεγαλύτερης των 75 ml/min (Bruells et al., 2013).

Σπάνια επιτυγχάνεται η συνιστώμενη θερμοκρασία στα υγρά (37 °C) όταν χορηγούνται με μικρές ταχύτητες ροής (<0.5 l/h) και αυτή η θερμοκρασία έχει αναφερθεί μόνο στις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν οι συσκευές ανταλλαγής ζεστού νερού (Henker et al., 1995) και η συσκευή Warmflo (Poppa et al., 2009).

### **Υψηλές ταχύτητες ροής**

Σε υψηλότερες ταχύτητες ροής, μεγαλύτερες από 9 l/h, ο Εγχυτής επιπέδου 1 (Level 1 Technologies Inc, Rockland, MA, USA) βρέθηκε σε εργαστηριακές μελέτες να πετυχαίνει ψηλότερες θερμοκρασίες όταν συγκρίθηκε με άλλες συσκευές, όπως μπλοκ θέρμανσης, θερμαντές υγρών με επαγωγή αέρα, θερμαντικά στοιχεία, εναλλάκτες θερμότητας με φύλλο χάλυβα και θερμαντήρες λουτρού ύδατος (Browne et al., 1990, Uhl et al., 1992, Patel et al., 1996, Turner et al., 2006). Το Επιπέδου 1 σύστημα ενσωματώνει έναν εναλλάκτη θέρμανσης νερού μέσω ενός θερμικά αγωγίμου σωλήνα αλουμινίου διεπαφής μεγάλου διαμετρήματος, ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να μεγιστοποιήσει τη μεταφορά θερμότητας χωρίς να επηρεαστεί η ταχύτητα ροής (Browne et al., 1990). Ωστόσο, η συνιστώμενη θερμοκρασία χορήγησης των υγρών (37 °C) σπάνια επιτυγχάνεται σε αυτές τις ταχύτητες ροής (Patel et al., 1996). Άλλοι τύποι συσκευών θέρμανσης νερού, όπως η Hotline, δεν είναι τόσο αποτελεσματικοί στις υψηλές ταχύτητες ροής και έχει δειχθεί ότι υστερούν

σε σύγκριση με τη συσκευή ξηρής θερμότητας Ranger (Arizant, Wakefield, UK) (Horowitz et al., 2004).

Σε μελέτες που αξιολογούν την ικανότητα θέρμανσης συσκευών σε ρυθμούς ροής μεγαλύτερης των 9 l/h, εκτός από τους εγγυητές επιπέδου 1, η συσκευή ξηρής θέρμανσης Fenwal (Travenol Ltd, Compton, Berkshire, UK) και το υπέρυθρο σύστημα θέρμανσης Fluido (Datex-Ohmeda, Hatfield, UK) βρέθηκαν να υπερτερούν (Turner et al., 2006). Η συσκευή θέρμανσης Fenwal χρησιμοποιεί ένα λεπτό σάκο από πολυαιθυλένιο ανάμεσα σε δύο πλάκες θέρμανσης για να θερμάνει τα υγρά και σε ταχύτητες ροής μεγαλύτερες από 9 l/h επιτυγχάνει θερμοκρασίες χορήγησης μεγαλύτερες από 32°C (Horowitz et al., 2004). Η συσκευή Fluido αξιολογήθηκε μόνο σε μια εργαστηριακή μελέτη, αλλά είναι η μόνη συσκευή που διατηρεί μια θερμοκρασία χορήγησης (35 °C) κοντά σε εκείνη του πυρήνα του σώματος σε ένα ευρύ φάσμα ταχυτήτων ροής (8,4 έως 26,7 l/h). Η αποτελεσματικότητα της συσκευής αποδόθηκε στη θέρμανση μέσω υπέρυθρων λαμπτήρων που μεταβάλλεται σύμφωνα με τις αλλαγές στην ταχύτητα ροής (Turner et al., 2006).

Ο έλεγχος των δυνατοτήτων θέρμανσης των συσκευών σε υψηλές ταχύτητες ροής σε εικονικά σενάρια ανάνηψης, αποδεικνύει ότι ορισμένες συσκευές δεν πληρούν τις προδιαγραφές για τις ταχύτητες ροής που θέτουν οι κατασκευαστές. Η συσκευή θέρμανσης υγρών Bair Hugger (Augustine Medical, Eden Prairie, MN, USA) και η συσκευή Hotline συνιστώνται για χρήση σε χαμηλές και μέτριες ταχύτητες ροής (1 και 5 l/h) και όχι για υψηλότερες ταχύτητες (Horowitz et al., 2004, Turner et al., 2006).

Μέχρι σήμερα, δεν έχουν δημοσιευθεί ολοκληρωμένες μελέτες που να συγκρίνουν την απόδοση διαφορετικών συσκευών θέρμανσης ενδοφλέβιων υγρών, ενώ μία μετα-ανάλυση είναι απίθανο να εξάγει ουσιαστικά αποτελέσματα λόγω της ετερογένειας των μελετών σε αυτόν τον τομέα. Η ετερογένεια περιλαμβάνει διαφορετικές θερμοκρασίες έναρξης χορήγησης υγρών, διαφορετικές ταχύτητες ροής και διαφορετική θερμοκρασία περιβάλλοντος (Uhl et al., 1992, Presson et al., 1993, Patel et al., 1996, Horowitz et al., 2004).

### **1.7.2. Θάλαμοι θέρμανσης**

Μια εναλλακτική μέθοδος για τη χορήγηση ζεστών ενδοφλέβιων υγρών είναι η χρήση θαλάμων θέρμανσης. Η συμβατική μέθοδος προ-θέρμανσης και χορήγησης υγρών είναι η φθηνότερη και απλούστερη λύση σε σχέση με τη χρήση συσκευών θέρμανσης υγρών. Η χορήγηση προθερμασμένων υγρών έχει δειχθεί σε μια εργαστηριακή μελέτη ότι πετυχαίνει θερμοκρασίες συγκρίσιμες με τη συσκευή Astotherm (Futuremed, GranadaHills, CA, USA) και εάν ο προθερμασμένος σάκος είναι μονωμένος, οι θερμοκρασίες συγκρίνονται με τη συσκευή Ranger (Eapen et al., 2009).

Στις λίγες κλινικές μελέτες που συγκρίνουν τις δύο αυτές μεθόδους, η χρήση των προ-θερμασμένων υγρών βρέθηκε να είναι εξίσου αποτελεσματική για την πρόληψη περιεγχειρητικής υποθερμίας σε σύντομες χειρουργικές επεμβάσεις και στην εκλεκτική καισαρική τομή με τη συσκευή Astotherm (Woolnough et al., 2009) και τη συσκευή Hotline (Andrzejowski et al., 2010), αντίστοιχα. Όταν συγκρίθηκε με τη χορήγηση υγρών σε θερμοκρασία δωματίου, η χρήση των προ-θερμασμένων υγρών σχετίστηκε με σημαντικά βελτιωμένες περι-εγχειρητικές θερμοκρασίες του πυρήνα των ασθενών (Yamakage et al., 2004, Woolnough et al., 2009, Andrzejowski et al., 2010).

Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης των προθερμασμένων υγρών είναι η πιθανή επίδραση της μείωσης της θερμοκρασίας του υγρού χορήγησης που μειώνει την ταχύτητα ροής μέσω μακριών λεπτών συσκευών χορήγησης (Faries et al., 1991). Για αυτό το λόγο, η καταλληλότητά τους σε παιδιατρικούς ασθενείς είναι υπό αμφισβήτηση (Yamakage et al., 2004).

#### **Θέματα ασφάλειας**

Η χρήση των συσκευών θέρμανσης υγρών έχουν εγείρει μία σειρά από θέματα που αφορούν την ασφάλεια των ασθενών και κυρίως όσον αφορά τον κίνδυνο εμβολής αέρα, τη λοίμωξη των υγρών χορήγησης και τη δυναμική θερμική βλάβη στα μεταγγιζόμενα κύτταρα του αίματος.



Η εμβολή αέρα συμβαίνει συνήθως όταν χρησιμοποιούνται συσκευές για τη χορήγηση ζεστών υγρών με υψηλή ταχύτητα, ενώ υπάρχουν αναφορές θανάτων από τη χρήση εγχυτή επιπέδου 1 (Adhikary et al., 1998). Εργαστηριακές μελέτες που συνέκριναν την ικανότητα των συσκευών να εξαλείφουν τον αέρα κατά τη διάρκεια της έγχυσης, η συσκευή Ranger βρέθηκε καλύτερη από τον εγχυτή επιπέδου 1 όταν εισήχθησαν τεχνικά 50-400 ml αέρα (Schnoor et al., 2004). Η ικανότητα αυτή της συσκευής Ranger σε σύγκριση με τον εγχυτή επιπέδου 1 αποδόθηκε στη μεγαλύτερη (τριπλάσια) διαπερατή επιφάνεια μέσα στο στοιχείο καθαρισμού αέρα. Και οι δύο αυτές συσκευές ήταν, ωστόσο, πολύ πιο αποτελεσματικές στην εξάλειψη του αέρα όταν συγκρίθηκαν με τις συσκευές Warmflo και Gymer (B + P Beatmungsprodukte GmbH, Neunkirchen-Seelscheid, Germany), οι οποίες αφαίρεσαν μόνο το 3% και 1%, αντίστοιχα, όταν εισήχθησαν τεχνικά 200 ml αέρα (Schnoor et al., 2004).

Οι συσκευές θέρμανσης που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση μη αποστειρωμένων υγρών με τη μέθοδο της αυλάκωσης (η συσκευή χορήγησης μπαίνει μέσα σε μία αύλακα, ζεσταίνοντας με αυτό τον τρόπο το υγρό που περνάει μέσα από το σωλήνα) μπορεί δυνητικά να εισαγάγει στους ασθενείς λοιμώξεις και να προκαλέσει ηλεκτρολυτικές διαταραχές εάν συμβεί κάποια διαρροή μέσα στο σωλήνα. Τέτοια σφάλματα, αν και σπάνια, έχουν αναφερθεί στη συσκευή Hotline (Clarke et al., 2009) και στον εγχυτή επιπέδου 1 (Wilson & Szerb, 2007), αν και κανένας από τους ασθενείς δεν εμφάνισε σημαντικές αρνητικές συνέπειες.

Ένα πιθανό πρόβλημα με τη θέρμανση του αίματος πριν από τη χορήγηση στον ασθενή είναι ο κίνδυνος θερμικής βλάβης των ερυθροκυττάρων και η αιμόλυση, με αποτέλεσμα μειωμένη ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου και εμφάνιση ηλεκτρολυτικών διαταραχών. Μια μελέτη που χρησιμοποίησε τεχνικές θέρμανσης υγρών με εμβάπτιση βρήκε βιοχημικούς δείκτες αιμόλυσης όταν το αίμα θερμάνθηκε στους 45 °C (Marks et al., 1985). Μια μεταγενέστερη μελέτη που χρησιμοποίησε μικροκύματα για τη θέρμανση αίματος κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το ανώτατο όριο ασφάλειας θέρμανσης του αίματος ήταν 49 °C (Herron et al., 1997). Η Βρετανική Επιτροπή Προτύπων Αιματολογίας συνιστά μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των συσκευών θέρμανσης του αίματος τους 43 °C και όχι τη χρήση εμβάπτισης σε νερό ή την τεχνολογία μικροκυμάτων (Harris et al., 2009).

### 1.7.3. Συσκευές θέρμανσης σώματος

Ως μέσο για την πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας, έχουν αναπτυχθεί ένας αριθμός συσκευών θέρμανσης (πίνακας 1) χρησιμοποιώντας είτε θέρμανση μέσω επαγωγής ή θερμική αγωγιμότητα με άμεση επαφή. Τα συστήματα θέρμανσης επαγωγή με εξαγωγή αέρα χρησιμοποιούνται ευρέως στο Ηνωμένο Βασίλειο και έχουν προταθεί από το NICE σε στοχευμένες ομάδες ασθενών περιεγχειρητικά (NICE, 2008).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση συσκευών θέρμανσης.

Συσκευές θέρμανσης ενδοφλέβιων υγρών	Μονωμένη ενδοφλέβια συσκευή χορήγησης Σύστημα θέρμανσης με επαγωγή Σύστημα θέρμανσης με θερμαινόμενο κύλινδρο Σύστημα θέρμανσης με θερμαινόμενο μπλοκ Σύστημα θέρμανσης με θερμαινόμενο στοιχείο Εναλλάκτης με φύλλο χάλυβα Σύστημα θέρμανσης με υδατόλουτρο Σύστημα θέρμανσης νερού με ρεύμα
Συσκευές θέρμανσης σώματος	Συσκευή θέρμανσης με αέρα Στρώμα νερού Ενδύματα με κυκλοφορούν νερό Ηλεκτρικές κουβέρτες θέρμανσης Θέρμανση με ακτινοβολία

	Ανθρακόνημα
	Κουβέρτα από πολυμερές
	Ηλεκτρική θερμοφόρα
	Πλαστικό ένδυμα
	Θάλαμο εναλλαγής θερμότητας
	Κυκλοφορούν μανίκι

#### 1.7.4. Συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα

Οι συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα κατανέμουν θερμό αέρα που παράγεται από μια μονάδα ισχύος μέσω μίας ειδικά σχεδιασμένης κουβέρτας με αποτέλεσμα τη μεταφορά θερμότητας προς την επιφάνεια του σώματος που έχει καλυφθεί (Brauer & Quintel, 2009). Αυτός είναι ο πιο συχνά δοκιμασμένος τρόπος θέρμανσης του σώματος και σχετίζεται με σημαντικά υψηλότερες μετεγχειρητικές θερμοκρασίες του πυρήνα, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου που δεν χρησιμοποιούσε κανένα τρόπο θέρμανσης (Camus et al., 1993, Bennett et al., 1994, Vanni et al., 2003). Το διπλό όφελος που προσφέρει αυτή η μέθοδος είναι η μεταφορά θερμότητας στο σώμα και η μείωση των απωλειών θερμότητας από το δέρμα (English et al., 1990).

Οι συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα έχουν επίσης συγκριθεί με ορισμένους τύπους παθητικής μόνωσης, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης βαμβακερών κουβερτών, αντανακλαστικών κουβερτών και υπνόσακων (Lennon et al., 1990, Borms et al., 1994, Patel et al., 1997, Wongprasartsuk et al., 1998, Zha et al., 2005). Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει την ανωτερότητα των συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα, τόσο για την πρόληψη της μετεγχειρητικής υποθερμίας όσο και για την επαναθέρμανση των ασθενών με υποθερμία (Πίνακας 2).

Το ποσοστό επαναθέρμανσης ατόμων με υποθερμία δε διέφερε σημαντικά μεταξύ της συσκευής θέρμανσης με εξαγωγή αέρα και του παθητικού συστήματος (κουβέρτα γεμάτη με πολυεστέρα) (Williams et al., 2005). Ωστόσο, το μέγεθος του

δείγματος ήταν μικρό και αποτελείτο από υγιείς εθελοντές που δεν τους είχε χορηγηθεί αναισθησία. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ενδογενής παραγωγή θερμότητας ήταν ο κύριος συντελεστής της επαναθέρμανσης. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο βασικός μεταβολικός ρυθμός και η θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών μειώνονται κατά την αναισθησία, τα αποτελέσματα σε ξύπνιους εθελοντές δεν θα πρέπει να επεκτείνονται σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αναισθησία (Sessler, 2000).

Η αναγκαιότητα της χρήσης ενεργών μεθόδων θέρμανσης σε αντίθεση με την παθητική μόνωση (προεγχειρητική και διεγχειρητική) σε μέτριας διάρκειας χειρουργικής επέμβασης έχει αμφισβητηθεί από ορισμένους παρατηρητές (Wongprasartsuk et al., 1998) όσον αφορά το γεγονός ότι οι παθητικά μονωμένοι ασθενείς δεν είχαν σημαντικές διαφορές στη μετεγχειρητική κατανάλωση οξυγόνου, στην εμφάνιση ρίγους μετεγχειρητικά, στη θερμική άνεση και στον πόνο, όταν συγκρίθηκαν με ασθενείς που θερμάνθηκαν με συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα.

Παρόλα αυτά, οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες συνηγορούν υπέρ της χρήσης ενεργούς θέρμανσης με εξαγωγή αέρα, σε αντίθεση με τις παθητικές μεθόδους μόνωσης για τις χειρουργικές επεμβάσεις με προβλεπόμενη διάρκεια μεγαλύτερη από 30 λεπτά (NICE, 2008).

Πίνακας 2. Τυχαιοποιημένες μελέτες που συγκρίνουν τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα με παθητική και χωρίς θέρμανση.

Αναφορές	n	Ομάδες	Μέτρηση θερμοκρασίας	Κύρια ευρήματα
Borms et al., 1994	20	FAW=10 INS=10	Διεγχειρητική	Η FAW υπερέχει της INS (p<0,01)
Zhao et al., 2005	40	FAW=20	Μετεγχειρητική	Η FAW υπερέχει της CB (p<0,01)

		CB=20		
Wongprasartsuk et al., 1998	26	FAW=14 CB=12	Μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας	Σημαντική διαφορά υπέρ της FAW (p=0,017)
Lennon et al., 1990	30	FAW=15 CB=15	Μετεγχειρητική (επαναθέρμανση)	Η FAW υπερέχει της CB (p<0,01)
Patel et al., 1997	37	FAW=19 TB=18	Διεγχειρητική και Μετεγχειρητική	Σημαντικά υψηλότερες διεγχειρητικές και μετεγχειρητικές θερμοκρασίες στην ομάδα FAW (p<0,05)
Bennett et al., 1994	45	Καμία=15 INS=15 FAW=15	Διεγχειρητική	Η διεγχειρητική θερμοκρασία μειώθηκε σημαντικά λιγότερο στην ομάδα FAW (p=0,0001)
Camus et al., 1993	33	Καμία=11 FAW=11 FAWi=11	Τέλος χειρουργικής επέμβασης	Σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες στο τέλος της χειρουργικής επέμβασης στις ομάδες FAW και FAWi (p<0,01)

FAW: θέρμανση με εξαγωγή αέρα, INS: , θερμο-αντανακλαστική μόνωση, CB: βαμβακερή κουβέρτα, TB: θερμο-αντανακλαστική κουβέρτα, FAWi: θέρμανση με εξαγωγή αέρα με μόνωση.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι πολλές μελέτες που δείχνουν όφελος όσον αφορά τη χρήση συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα για να μειώσουν τον κίνδυνο περιεγχειρητικής υποθερμίας χρησιμοποιούν παράλληλα ζεστά ενδοφλέβια υγρά (Borms et al., 1994, Wongprasartsuk et al., 1998, Negishi et al., 2003, Zhao et al., 2005, Leung et al., 2007, Roder et al., 2011, Ruetzler et al., 2011). Τα ζεστά υγρά δεν θερμαίνουν ενεργά τους ασθενείς, αλλά εγχύσεις κάτω από τη θερμοκρασία του σώματος μπορούν να θεωρηθούν ως μια μορφή ενεργής ψύξης. Σε αυτό οφείλεται και

το γεγονός ότι οι μελέτες στις οποίες έγινε συνδυασμός θέρμανσης με επαγωγή και χορήγησης ζεστών υγρών δείχνουν μικρότερα ποσοστά ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας σε σχέση με τη θέρμανση με επαγωγή μόνο (Smith et al., 1998).

### **Είδη συστημάτων θέρμανσης με εξαγωγή αέρα**

Υπάρχουν πολλά συστήματα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα για την πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας, αν και λίγες είναι οι μελέτες που συγκρίνουν τα διαφορετικά είδη συστημάτων μεταξύ τους. Μια πρόιμη μελέτη έδειξε ότι η συνολική μεταφορά θερμότητας από το σύστημα Bair Hugger (μονάδα ισχύος και κουβέρτα) ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από ότι τα συστήματα Warmtouch (Mallinckrodt Medical Inc, St. Louis, MO, USA), Thermacare (Gaymar Industries, Orchard Park, NY, USA) και WarmAir (Cincinnati Sub-Zero Products, Cincinnati, OH, USA) όταν χρησιμοποιήθηκαν για τη θέρμανση υγιών εθελοντών στους οποίους δεν είχε χορηγηθεί αναισθησία και είχαν καλυφθεί σε ολόκληρο το σώμα με κουβέρτα (Giesbrecht et al., 1994). Ωστόσο, αυτά τα αποτελέσματα δεν αναπαράχθηκαν σε μια πιο πρόσφατη τυχαίοποιημένη διασταυρούμενη μελέτη που αφορούσε άτομα χωρίς αναισθησία με θέρμανση της άνω επιφάνειας του σώματος και η οποία έδειξε ότι η συσκευή WarmTouch υπερτερούσε της Bair Hugger όσον αφορά την ικανότητα ροής θερμότητας (Perl et al., 1993). Οι εξηγήσεις που δόθηκαν για αυτή τη διαφορά ήταν ότι η αρχική μελέτη συμπεριέλαβε μία συσκευή παλαιότερης σειράς και ότι η θέρμανση του άνω και ολόκληρου του σώματος με κουβέρτες θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με διαφορετικό τρόπο.

Όταν αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας εξελιγμένα ανδρείκελα με αισθητήρες θερμοκρασίας, η συσκευή θέρμανσης WarmTouch με εξαγωγή αέρα σχετίστηκε με υψηλότερη μεταφορά θερμότητας όταν χρησιμοποιήθηκαν κουβέρτες στο άνω μέρος του σώματος (Brauer et al., 2002) και η Bair Hugger κατά την πλήρη θέρμανση του σώματος (Brauer et al., 2007). Δε βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα όταν χρησιμοποιήθηκαν κουβέρτες κάτω από το σώμα (Brauer et al., 2003).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ωστόσο, ότι οι συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα προλαμβάνουν την υποθερμία, όχι μόνο μέσω μεταφοράς θερμότητας αλλά και με τη διακοπή της επαγωγής και της απώλεια θερμότητας με ακτινοβολία από το εκτεθειμένο δέρμα. Όταν αυτό λαμβάνεται υπόψη, η κλινική σημασία των σημαντικών διαφορών στη μεταφορά θερμότητας μεταξύ συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα είναι μικρή (Perl et al., 2003). Στη μοναδική κλινική μελέτη που συγκρίθηκαν διαφορετικά συστήματα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα, τα συστήματα Bair Hugger και WarmAir ήταν εξίσου αποτελεσματικά για τη διασφάλιση νορμοθερμίας μετεγχειρητικά (Wagner et al., 2008), παρά τις προηγούμενες μελέτες που δείχνουν σημαντικές διαφορές στην ικανότητα μεταφοράς θερμότητας (Giesbrecht et al., 1994).

Έχει αναφερθεί ότι η αποτελεσματικότητα των συστημάτων θέρμανσης με εξαγωγή αέρα σχετίζεται κυρίως με τις ιδιότητες της κουβέρτας, σε αντίθεση με τη δύναμη της μονάδας. Σε αντίθεση με τη θερμοκρασία του ακροφυσίου και τη ροή του αέρα που παράγεται από τη μονάδα ισχύος, η ικανότητα της κουβέρτα να βελτιστοποιήσει το λόγο θερμοκρασίας ασθενή-κουβέρτα και η ικανότητά της να διανέμει τη θερμότητα ομοιόμορφα σχετίζεται καλά με την ικανότητα μεταφοράς θερμότητας του συστήματος εξαγωγής αέρα σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε ανδρείκελα (Brauer et al., 2009).

Η επιφάνεια που καλύπτεται από την κουβέρτα θέρμανσης έχει επίσης σημαντική επίδραση στην απόδοση της θέρμανσης με αέρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια που καλύπτεται τόσο μειώνεται η έκθεση και προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια για μεταφορά θερμότητας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την αύξηση της θερμοκρασίας όταν χορηγείται αέρας, επειδή ο αέρας έχει πολύ χαμηλή ειδική θερμοχωρητικότητα. Η αυξημένη επιφάνεια κάλυψης είναι και η αιτία που ο συγκεκριμένος τρόπος θέρμανσης υπερέχει στην ικανότητα μεταφοράς θερμότητας από τις κουβέρτες που καλύπτουν μικρότερες επιφάνειες του σώματος (Brauer et al., 2003) και γιατί οι κουβέρτες που προσφέρουν χειρουργική πρόσβαση έχουν σημαντικά βελτιωμένη διεγχειρητική θερμοκρασία όταν συγκρίνονται με κουβέρτες που καλύπτουν το πάνω μέρος του σώματος (Ihn et al., 2008).

Η επίδραση του σχεδιασμού της κουβέρτας στην απόδοση της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα έχει επίσης μελετηθεί. Κατά τη διάρκεια συνθηκών προσομοίωσης χειρουργείου, η χρήση νοσοκομειακών σεντονιών σε συνδυασμό με μονάδες θέρμανσης με κουβέρτα με κυκλοφορία αέρα ήταν δύο φορές πιο αποτελεσματική από τις απλές βαμβακερές κουβέρτες (Kempren, 1996). Κλινικές μελέτες στις οποίες συμμετείχαν νεογνά που υπεβλήθησαν σε μεγάλης διάρκειας χειρουργικές επεμβάσεις, μη καρδιοχειρουργικές, έδειξαν επίσης ότι οι επαναχρησιμοποιήσιμες ανθεκτικές στο νερό κουβέρτες ήταν εξίσου αποτελεσματικές στην πρόληψη της διεγχειρητικής υποθερμίας σε σύγκριση με το πρότυπο μοντέλο κουβέρτας Bair Hugger (Kongsayreerong et al., 2002). Επιπλέον, τα σεντόνια και οι απλές κουβέρτες βρέθηκαν εξίσου αποτελεσματικές στην πρόληψη της μετεγχειρητικής υποθερμίας και στη θερμική άνεση σε ενήλικες ασθενείς που υποβάλλονται σε μείζονα χειρουργική επέμβαση (Kabbara et al., 2002), αν και οι ερευνητές προειδοποίησαν ότι αυτή η πειραματική τεχνική θα πρέπει να αποφεύγεται μέχρι να γίνει περαιτέρω αξιολόγηση της ασφάλειας των ασθενών.

#### **Ασφάλεια συσκευής θέρμανσης με εξαγωγή αέρα**

Έχει αποδειχθεί ότι τα συστήματα θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα μπορεί να δημιουργούν σημαντικές αποκλίσεις θερμοκρασίας εντός της χειρουργικής αίθουσας, διαταράσσοντας τη ροή του αέρα (Dasari et al., 2012) και μολύνοντας τη χειρουργική τομή με τον αέρα του πατώματος ο οποίος μετακινείται προς τα πάνω από τα ρεύματα μεταφοράς θερμότητας (McGovern et al., 2011). Ωστόσο, μία πιο πρόσφατη μελέτη που αμφισβητούσε την ιδέα ότι αυτές οι συσκευές διαταράσσουν τη ροή του καθαρού αέρα στην αίθουσα χειρουργείου, χρησιμοποίησε καπνό ως οπτικό ιχνηθέτη για να αποδείξει την αποτελεσματική και ομαλή ροή αέρα ενώ ήταν σε λειτουργία ένα σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Sessler et al., 2011). Επιπλέον, δύο μελέτες που συμπεριέλαβαν ασθενείς με χειρουργική επέμβαση στο παχύ έντερο έδειξαν ότι η χρήση συσκευών θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα μείωσε σημαντικά τον κίνδυνο λοίμωξης στη χειρουργική τομή (Kurz et al., 1996). Μια μελέτη δειγματοληψίας αέρα από χειρουργικές αίθουσες έδειξε μικρές αυξήσεις των μονάδων που σχηματίζουν αποικίες όταν ήταν σε λειτουργία μονάδες θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα, αν και οι



συγγραφείς θεωρούν ότι αυτά είναι απίθανο να έχουν κλινική σημασία (Tumia & Ashcroft, 2002). Στην πραγματικότητα, η αποτελεσματικότητα της στρωτής ροής αέρα στη μείωση των λοιμώξεων έχει τεθεί υπό αμφισβήτηση (Brandt et al., 2008).

Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα μπορεί να φιλοξενούν μικροβιακά παθογόνα τα οποία μπορεί να εκπέμπονται στο περιβάλλον της χειρουργικής αίθουσας μέσω του σωλήνα εξαγωγής αέρα της συσκευής. Ωστόσο, η ορθή χρήση των μικροβιακών φίλτρων και οι συνιστώμενες διάτρητες κουβέρτες έχει αποδειχθεί ότι εμποδίζει τη μετάδοση (Avidan et al., 1997). Επιπλέον, η ανάλυση των δειγμάτων του αέρα σε χειρουργικές αίθουσες με θετική πίεση έχει δείξει σημαντική μείωση στον αριθμό βακτηρίων, όταν χρησιμοποιήθηκαν σωστά οι συσκευές θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Huang et al., 2003).

Αν και σπάνια, η χρήση συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα έχει σχετιστεί με θερμικούς τραυματισμούς τόσο σε ενήλικες (Siddik-Sayyid et al., 2010, Chung et al., 2012) όσο και σε παιδιά (Stewart & Harban, 2012), μερικοί από τους οποίους έχουν χρειαστεί χειρουργική επέμβαση και παρατεταμένη φροντίδα του τραύματος (Chung et al., 2012). Οι υποκείμενες αιτίες στην πλειονότητα των περιπτώσεων συνεπάγονται εσφαλμένη συναρμολόγηση του σωλήνα με την κουβέρτα ή τυχαίες αποσυνδέσεις που επιτρέπουν το θερμό αέρα να διοχετεύεται απευθείας στο δέρμα του ασθενή για παρατεταμένη χρονική περίοδο. Στις περιπτώσεις που η συσκευή θέρμανσης έχει συναρμολογηθεί σωστά, η άνιση κατανομή της θερμοκρασίας κάτω από την κουβέρτα (Siddik-Sayyid et al., 2010) και η εσφαλμένη τοποθέτηση των αεραγωγών εξόδου (Stewart & Harban, 2012) έχουν αναφερθεί ως πιθανές αιτίες. Μία νέου τύπου κουβέρτα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα έχει ενοχοποιηθεί για την ανάπτυξη κατακλίσεων πλήρους πάχους μετά από παρατεταμένη χρήση της σε έναν ασθενή με αγγειακή νόσο (Brauer et al., 2010).

#### **1.7.5. Θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση**

Η θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση είναι ένα είδος θέρμανσης που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσης, το οποίο περνά μέσα από ένα ημιαγώγιμο σύστημα

πολυμερούς ή ίνες άνθρακα για την παραγωγή θερμότητας. Η μεταφορά θερμότητας λαμβάνει χώρα κυρίως με αγωγή και η επαφή με το δέρμα επιτυγχάνεται είτε μέσω ενός στρώματος ή μίας κουβέρτας. Επειδή είναι επαναχρησιμοποιήσιμη, ενεργειακά αποδοτική (Bayazit et al., 2010), καθαρίζεται εύκολα και είναι σχετικά αθόρυβη, έχει προωθηθεί ως μια πιο αποδοτική και πρακτική εναλλακτική λύση από τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα (Kimberger et al., 2008).

Όπως ήταν αναμενόμενο, όταν συγκρίνεται έναντι της παθητικής μόνωσης (Kober et al., 2001) ή της «καθόλου» θέρμανσης (Camus et al., 1993), η θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση επιτυγχάνει σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες στον πυρήνα του ασθενή. Επιπλέον, όταν αξιολογήθηκε εναντίον της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα, μία πρώιμη μη κλινική έρευνα με υγιείς εθελοντές έδειξε ότι η μεταφορά θερμότητας που επιτυγχάνεται από τη θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση ήταν σημαντικά μεγαλύτερη (Perl et al., 2008). Ωστόσο, η υπεροχή της θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση σε σχέση με τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα που βρέθηκε σε αυτή τη μη-κλινική μελέτη δεν έχει αναπαραχθεί σε κλινικές μελέτες, με την πλειοψηφία να δείχνει ότι οι συσκευές είναι ισοδύναμες στην απόδοση (Matsuzaki et al., 2003, Negishi et al., 2003, Fanelli et al., 2009, Egan et al., 2011), ενώ υπάρχουν τρεις μελέτες που δείχνουν την υπεροχή της θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα (Leung et al., 2007, Engelen et al., 2011, Roder et al., 2011).

Σε ασθενείς που υποβάλλονται σε λαπαροτομές (Leung et al., 2007), η θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση κάτω από το σώμα συνδέεται με σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες στο τέλος της χειρουργικής επέμβασης σε σύγκριση με τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα. Θεωρητικά, όμως, αυτό έρχεται σε αντίθεση με την κοινή λογική, διότι στις χειρουργικές επεμβάσεις κοιλίας η οπίσθια επιφάνεια του σώματος που είναι διαθέσιμη για θέρμανση με αντίσταση είναι μεγαλύτερη από την άνω περιοχή του σώματος. Οι συγγραφείς εξήγησαν τα συγκεκριμένα ευρήματα αναφέροντας ότι η μεταφορά της θερμότητας από την οπίσθια μεριά του σώματος προς τον πυρήνα περιορίζεται λόγω της μειωμένης αιμάτωσης της συγκεκριμένης περιοχής. Ωστόσο, μια πιο πρόσφατη μελέτη η οποία συνέκρινε την επαναθέρμανση των ασθενών, που υποβάλλονται σε καρδιοχειρουργική επέμβαση με αντλία, στην πίσω μεριά του σώματός τους με εξαγωγή αέρα έναντι της επαναθέρμανσης με

ηλεκτρική αντίσταση βρήκε σημαντική στατιστική διαφορά υπέρ της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Engelen et al., 2011).

Το όφελος της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα έναντι της θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση (κουβέρτες) αναφορικά με την επαναθέρμανση υποθερμικών ασθενών έχει αποδειχθεί σε γναθοπροσωπικά χειρουργικά περιστατικά. Σύμφωνα με τη μελέτη, το ποσοστό επαναθέρμανσης στην ομάδα θέρμανσης με αντίσταση ήταν το μισό σε σχέση με την ομάδα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Roder et al., 2011).

Η αξιολόγηση του ποσοστού επαναθέρμανσης, σε αντίθεση με την ικανότητα διατήρησης της νορμοθερμίας, θεωρείται μια πιο αυστηρή δοκιμασία για την ικανότητα θέρμανσης, διότι χρειάζεται μεγαλύτερη μεταφορά θερμότητας. Μία προγενέστερη μελέτη αξιολόγησε τα ποσοστά επαναθέρμανσης του πυρήνα σε εθελοντές και έδειξε ισοδύναμα ποσοστά μεταξύ της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα και της θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση (Kimberger et al., 2008). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθούν τα χαρακτηριστικά του δείγματος της μελέτης, το οποίο αποτελούνταν από νέα άτομα, υγιή, τα οποία δεν είχαν λάβει αναισθησία και έγινε θέρμανση σε ολόκληρο το σώμα τους.

Έξι μελέτες που αξιολόγησαν την ικανότητα της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα και της θέρμανσης με αντίσταση για τη διατήρηση της διεγχειρητικής νορμοθερμίας έδειξαν ότι οι συσκευές είχαν την ίδια απόδοση. Από τις έξι μελέτες, οι πέντε περιελάμβαναν ασθενείς που υποβλήθηκαν σε γενική αναισθησία (Matsuzaki et al., 2003, Negishi et al., 2003, Fanelli et al., 2009, Egan et al., 2011) και μία συμπεριέλαβε ασθενείς με νευροαξονικό αποκλεισμό (Egan et al., 2011).

Επειδή η μεταφορά θερμότητας από τις συσκευές θέρμανσης με αντίσταση λαμβάνει χώρα κυρίως μέσω αγωγιμότητας, το διαθέσιμο εμβαδόν επιφανείας για την αύξηση της θερμοκρασίας παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση των συσκευών. Σύμφωνα με αυτό, οι κουβέρτες θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση και τα συστήματα που έχουν την ικανότητα να θερμαίνουν τα άκρα και τοποθετούνται κάτω από το σώματα των ασθενών, έχει δειχθεί ότι παρουσιάζουν την ίδια αποτελεσματικότητα για τη θέρμανση των ασθενών (Matsuzaki et al., 2003, Negishi et al., 2003, Fanelli et al., 2009, Egan et al., 2011).

Σε αντίθεση με τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα, η θέρμανση με αντίσταση κάτω από το σώμα των ασθενών δεν παρεμποδίζει και δεν αντενδείκνυται με τη χειρουργικό καθαρισμό ή την προετοιμασία του δέρματος και μπορεί, συνεπώς, να αρχίσει αμέσως μετά τη μεταφορά του ασθενή στο χειρουργικό τραπέζι. Αυτή η πρακτική ευκολία επιτρέπει επίσης στη θέρμανση με αντίσταση να ξεκινήσει η θέρμανση του ασθενή ενώ είναι σε αναμονή και να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία πριν ο ασθενής μεταφερθεί στη χειρουργική τράπεζα (προθέρμανση). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε σε δύο (Egan et al., 2011) από τις τρεις μελέτες που δείχνουν ίδια αποτελεσματικότητα μεταξύ της θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση στο κάτω μέρος του σώματος και της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα. Το στρώμα θέρμανσης με ενσωματωμένη ηλεκτρική αντίσταση είναι επίσης εύκολο στη χρήση και σε συνδυασμό με τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα επιτυγχάνει σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες του πυρήνα του σώματος περι-εγχειρητικά, όπως έχει δειχθεί σε ασθενείς που υπεβλήθησαν σε χειρουργική επέμβαση αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (Engelen et al., 2007).

Κατά την έναρξη της γενικής αναισθησίας, η θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών μειώνεται ως συνέπεια της ανακατανομής του αίματος και ως εκ τούτου και της θερμότητας του σώματος από τον πυρήνα προς την περιφέρεια (Matsukawa et al., 1995). Η προθέρμανση πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία είναι η μόνη τεχνική που έχει αποδειχθεί ότι ελαττώνει την απώλεια θερμότητας λόγω αναδιανομής. Για να επιτευχθεί το μέγιστο αποτέλεσμα χρειάζονται 2 ώρες προθέρμανσης (Sessler et al., 1995), αν και περίοδοι των 10 λεπτών έχουν σημαντική επίδραση (Horn et al., 2012). Ο βέλτιστος συνδυασμός πρακτικής και αποτελεσματικότητας δεν έχει ακόμη προσδιοριστεί. Αναφορικά με την πρακτικότητα και την ευκολία χρήσης, η θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση μπορεί να θεωρηθεί ως μια καλύτερη και φθηνότερη εναλλακτική λύση της θέρμανσης με εξαγωγή αέρα. Πιο πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ευνοϊκές σημαντικές διαφορές στις περιεγχειρητικές θερμοκρασίες του πυρήνα στους ασθενείς που προθερμάνθηκαν με θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση (De Witte et al., 2010) αλλά όχι με θέρμανση με εξαγωγή με αέρα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (Fettes et al., 2013). Επιπλέον, μια μελέτη αξιολόγησε τις κλινικές επιπτώσεις της παρατεταμένης θέρμανσης περιεγχειρητικά με επαγωγή σε

χειρουργικές επεμβάσεις στην κοιλιακή χώρα δείχνοντας ότι τα στρώματα είναι καλά ανεκτά από τους ασθενείς και ότι η προ και μετεγχειρητική θέρμανση με επαγωγή μειώνει σημαντικά την απώλεια αίματος και τα ποσοστά επιπλοκών (Wong et al., 2007).

Υπό το φως της πλειονότητας των κλινικών αποδείξεων που δείχνουν ότι η θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση είναι τόσο αποτελεσματική όσο και η θέρμανση με εξαγωγή αέρα για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα των ασθενών άνω των 36 °C περιεγχειρητικά, η NICE έχει υποστηρίξει τη χρήση του στρώματος Inditherm (Inditherm plc, Rotherham, UK) για τους ασθενείς που διατρέχουν κίνδυνο ανάπτυξης υποθερμίας (NICE, 2011).

## **Ασφάλεια συσκευών θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση**

Η θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση θερμαίνει τους ασθενείς με άμεση επαφή με το δέρμα, με αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πρόκλησης εγκαυμάτων εάν η θερμοκρασία στο στρώμα ή στην κουβέρτα αυξηθεί πέρα των προκαθορισμένων ορίων. Σε δύο παιδιατρικούς ασθενείς έχουν αναφερθεί πλήρους πάχους εγκαύματα που χρειάστηκαν μεταμόσχευση δέρματος για τη θεραπεία των ουλών, ως αποτέλεσμα της βλάβης που προκάλεσε τοπικά το στρώμα θέρμανσης με ηλεκτρική αντίσταση Klimamed Thermal Mat System (Klimamed Technology, Herrenberg, Germany) (Dewar et al., 2004).

### **1.7.6. Συσκευές με κυκλοφορούν νερό**

Οι συσκευές με κυκλοφορούν νερό λειτουργούν κυκλοφορώντας ζεστό νερό μέσα από στρώματα, κουβέρτες ή ρούχα που έρχονται σε επαφή με τους ασθενείς. Λόγω της μεγαλύτερης ειδικής θερμικής ικανότητας (Wadhwa et al., 2007) και της θερμικής αγωγιμότητας (Rein et al., 2007) του νερού, είναι, θεωρητικά, ένα πιο αποτελεσματικό μέσο για τη μεταφορά θερμότητας σε σύγκριση με τον αέρα. Αυτό το θεωρητικό πλεονέκτημα δεν ισχύει στην κλινική πρακτική, μιας και όλες οι μελέτες που συγκρίνουν τα δύο είδη συσκευών θέρμανσης, δείχνουν σαφώς το πλεονέκτημα των συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Matsuzaki et al., 2003, Negishi et al., 2003, Ihn et al., 2008).

Η επιφάνεια μεταξύ του ασθενή και του νερού που κυκλοφορεί στο στρώμα έχει σημαντικό αντίκτυπο στην απόδοση της συσκευής και για να επιτευχθεί η βέλτιστη μεταφορά θερμότητας, το στρώμα πρέπει ιδανικά να έχει υψηλή θερμική επαφή με το καλά αιματωμένο δέρμα. Στην οπίσθια επιφάνεια του σώματος των ασθενών όπου η αιμάτωση είναι πτωχή επειδή το βάρος του σώματος συμπιέζει τα δερματικά τριχοειδή, τα στρώματα νερού λειτουργούν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες για την αποφυγή νέκρωσης από τη σχέση πίεση-θερμότητα (Gendron, 1980). Μελέτες για τη ροή της θερμότητας στα στρώματα θέρμανσης με νερό που τοποθετούνται στο πίσω μέρος των ασθενών έχουν επιβεβαιώσει ότι αυτά τα

στρώματα έχουν μέτρια επίδραση στη διατήρηση της ισορροπίας της θερμότητας του σώματος (Brauer et al., 2004). Ένας ακόμη περιορισμός του στρώματος νερού θέρμανσης είναι ότι η συσκευή δεν εμποδίζει τις υψηλές απώλειες θερμότητας του μπροστινού σώματος μέσω ακτινοβολίας και επαγωγής.

Οι κουβέρτες νερού που παρέχουν πρόσθια μεταφορά θερμότητας έχουν δοκιμαστεί, αλλά αυτές οι συσκευές δεν είναι ακόμη τόσο αποτελεσματικές στη διατήρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα όταν συγκρίνονται με τις συσκευές θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα (Ciufo et al., 1995).

Τα ενδύματα μέσα στα οποία κυκλοφορεί νερό, όμως, επιτυγχάνουν σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες του πυρήνα, σε σύγκριση με τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα (Janicki et al., 2001, Wadhwa et al., 2007), όπως έχειδειχθεί σε χειρουργικές επεμβάσεις μεταμόσχευσης ήπατος, ανοικτής κοιλιάς και σε μελέτες με εθελοντές. Τα θερμαινόμενα με νερό ενδύματα υπερτερούν από όλα τα άλλα συστήματα θέρμανσης γιατί έχουν τη δυνατότητα να θερμαίνουν ταυτόχρονα το σύνολο της επιφάνειας του σώματος των ασθενών, τόσο την πρόσθια όσο και την οπίσθια. Μία μελέτη που διεξήχθη σε ασθενείς που υπεβλήθησαν σε ανοιχτή χειρουργική επέμβαση υπολόγισε ότι τα ενδύματα του νερού ήταν σε θέση να θερμαίνουν μέχρι και το 80% της συνολικής επιφάνειας του σώματος των ασθενών σε σύγκριση με μόνο το 20-40% με το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Janicki et al., 2001). Αν και έχειδειχθεί ότι δεν υπάρχει διαφορά στη θέρμανση των ασθενών μεταξύ των θερμαινόμενων με νερό ενδυμάτων και του συνδυασμού θερμαινόμενου στρώματος νερού στην οπίσθια περιοχή του σώματος και συσκευής θέρμανσης με εξαγωγή αέρα στην πρόσθια περιοχή του σώματος (Perez-Protto et al., 2010), η πρώτη είναι αναμφισβήτητα μια πιο πρακτική στρατηγική θέρμανσης.

Νεότερα συστήματα διαχείρισης της θερμοκρασίας των ασθενών ενσωματώνουν μαξιλάρια μεταφοράς ενέργειας στα οποία κυκλοφορεί νερό, προσφέρουν επίσης ευελιξία στις περιοχές θέρμανσης του ασθενή και έχει αποδειχθεί ότι είναι πιο αποτελεσματικά στην αύξηση της θερμοκρασίας από τις συσκευές θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα (Calcaterra et al., 2009). Αυτά είναι, ωστόσο, πιο ακριβά από τις άλλες μεθόδους θέρμανσης (Fettes et al., 2013).

Λίγες είναι οι μελέτες που έχουν δοκιμάσει τη χρήση των στρωμάτων νερού ή ενδυμάτων σε παιδιατρικούς ασθενείς (Boo & Selvarani, 2005). Μία μελέτη χαρακτήρισε τα στρώματα νερού ως αρκετά αποτελεσματικά για την επαναθέρμανση υποθερμικών βρεφών, αν και αυτή η μελέτη ήταν μόνο παρατήρησης και δεν είχε καμία άλλη ενεργή ομάδα θεραπείας για να γίνει σύγκριση (Buisson et al., 2004, Motta et al., 2004, Boo & Selvarani, 2005). Οι περισσότερες συγκριτικές μελέτες σε παιδιά αναφέρουν ότι τα στρώματα νερού θέρμανσης υπολείπονται των συσκευών θέρμανσης με εξαγωγή αέρα (Buisson et al., 2004) και των θερμαινόμενων με νερό ενδυμάτων (Motta et al., 2004).

### **1.7.7. Συστήματα θέρμανσης με αρνητική πίεση**

Η αποτελεσματική μεταφορά θερμότητας δεν εξαρτάται μόνο από τα χαρακτηριστικά της συσκευής θέρμανσης, αλλά και από την ικανότητα των ιστών να λαμβάνουν και να διανέμουν θερμότητα. Αυτές οι ιδιότητες σχετίζονται στενά με την αιμάτωση των ιστών και όλες οι προσπάθειες των επαγγελματιών υγείας πρέπει να αφορούν την εφαρμογή υποατμοσφαιρικών πιέσεων στα άκρα (Grahn et al., 1998). Ο στόχος των συστημάτων θέρμανσης αρνητικής πίεσης είναι η εφαρμογή υποατμοσφαιρικής πίεσης με ένα θερμικό φορτίο που θα βελτιώσει την υποδόρια αιμάτωση και θα ανοίξει τις αρτηριοφλεβικές διακλαδώσεις, προάγοντας με αυτό τον τρόπο τη μεταφορά θερμότητας από την περιφέρεια στον πυρήνα. Οι συσκευές θέρμανσης αρνητικής πίεσης διατίθενται με τη μορφή ενός γαντιού που καλύπτει το χέρι και το αντιβράχιο. Όταν εφαρμόζονται μετεγχειρητικά σε υποθερμικούς ασθενείς με στένωση αγγείων, αυξάνουν τη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών έως και 13,6 °C/h, δηλαδή περίπου 10 φορές από την αρχική (Grahn et al., 1998). Ωστόσο, μεταγενέστερες μελέτες δεν έδειξαν τα ίδια υψηλά ποσοστά, δείχνοντας ότι τα συστήματα θέρμανσης με αρνητική πίεση δεν ήταν καλύτερα από τις θερμαινόμενες κουβέρτες (Smith et al., 1999) και ήταν χειρότερα από τα συστήματα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα σε ολόκληρο το σώμα σε μετεγχειρητικούς ασθενείς (Taguchi et al., 2001). Το σύστημα θέρμανσης αρνητικής πίεσης που χρησιμοποιήθηκε σε μεταγενέστερες μελέτες, το vital HEAT; (Aquarius Medical Corp, Phoenix, AZ,



USA) (Smith et al., 1999, Taguchi et al., 2001), περιείχε μία πηγή χημικής θερμότητας με οξικό νάτριο αντί για νερό, γεγονός που πιστεύεται ότι μπορεί να ευθύνεται εν μέρει για τη χειρότερη απόδοσή της.

Οι αναισθητικοί παράγοντες είναι πολύ γνωστά αγγειοδιασταλτικά. Για το λόγο αυτό, το όφελος των συστημάτων θέρμανσης αρνητικής πίεσης στη διαστολή των περιφερικών αγγείων διεγχειρητικά είναι αμφισβητήσιμο. Σε μια μελέτη, το σύστημα θέρμανσης Vital-HEAT βρέθηκε να είναι στατιστικά κατώτερο από το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα κατά τη διάρκεια ορθοπεδικής χειρουργικής επέμβασης για την πρόληψη της μετεγχειρητικής υποθερμίας (Trentman et al., 2009).

Το Vital-HEAT έχει, ωστόσο, βρεθεί σε χειρουργικές επεμβάσεις ανοικτής κοιλίας να μην είναι στατιστικά κατώτερο από τη θέρμανση με εξαγωγή αέρα (Ruetzler et al., 2011). Αν και οι μέσες θερμοκρασίες του πυρήνα ήταν χαμηλότερες στην ομάδα με τη θέρμανση με αρνητική πίεση, η διαφορά δεν ήταν μεγαλύτερη από 0,5 °C. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η αφαίρεση των θυλάκων αέρα μόνωσης μεταξύ του δέρματος και της συσκευής θέρμανσης αρνητικής πίεσης βελτίωσε τη θέρμανση. Έχει αναπτυχθεί μία νέα πρωτότυπη συσκευή θέρμανσης με νερό που έχει ως στόχο να συνδυάσει την ενισχυμένη θερμική επαφή (μέσω αρνητικής πίεσης) και τη βελτιωμένη αιμάτωση του δέρματος (με την εφαρμογή της αρνητικής πίεσης σε παλμική μορφή) (Rein et al., 2007). Τα αρχικά αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, με τη συσκευή θέρμανσης με παλμική αρνητική πίεση να έχει εξαιρετικές επιδόσεις θέρμανσης κατά τη διάρκεια λαπαροτομίας.

### **Ασφάλεια συσκευών θέρμανσης με νερό**

Κάθε συσκευή θέρμανσης έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει εγκαύματα και υπήρξαν πολυάριθμες τεκμηριωμένες περιπτώσεις που αφορούσαν συσκευές θέρμανσης με νερό (Cheney et al., 1994, Gali et al., 2003, Ruetzler et al., 2011). Δύο εγκαύματα αναπτύχθηκαν στην ίδια μελέτη, ως συνέπεια της λανθασμένης συναρμολόγησης της συσκευής θέρμανσης αρνητικής πίεσης του νερού (Smith et al., 1998). Οι βλάβες στην οπίσθια επιφάνεια του δέρματος είναι δύσκολο να αντιμετωπισθούν επειδή η συγκεκριμένη επιφάνεια είναι ευάλωτη στη νέκρωση από μειωμένη αιμάτωση λόγω των πιέσεων και της θερμότητας που ασκούνται στην περιοχή όταν ο ασθενής είναι

σε ύπτια θέση και δεν μπορούν εύκολα να παρατηρηθούν κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Επιπλέον, ορισμένα εγκαύματα μπορεί να παρουσιάσουν καθυστερημένα και ακόμη και μια βλάβη του δέρματος κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης δεν αποκλείει ένα έγκαυμα. Μερικά εγκαύματα μπορεί να είναι αρκετά σοβαρά ώστε να απαιτούν διορθωτική χειρουργική επέμβαση. Για τους λόγους που προαναφέρθηκαν συνιστάται οι επαγγελματίες υγείας να είναι συνεχώς σε επαγρύπνηση.

### **1.8. Παρακολούθηση της θερμοκρασίας**

Η διαδικασία της θερμορύθμισης αποτελείται από την περιφερική αντίληψη, την κεντρική ρύθμιση και τις αποκρίσεις στα ερεθίσματα. Στη δεκαετία του 60 του προηγούμενου αιώνα, δείχτηκε ότι το δέρμα δεν ήταν ο μόνος ιστός που είναι ικανός να ενεργοποιήσει τη διαδικασία της θερμορύθμισης και ότι οι εσωτερικοί ιστοί και όργανα εμπλέκονται στην περιφερική αντίληψη (Jessen et al., 1984). Τα σήματα επαγωγής μεταδίδονται από τις ίνες τύπου A (αίσθηση του κρύου) και τις μη μυελωμένες ίνες C (αίσθηση θερμότητας). Η ανατομία της επαγωγικής οδού της θερμοκρασίας από το δέρμα δεν έχει πλήρως διαλευκανθεί, αλλά η μετάδοση του θερμικού σήματος από τους εσωτερικούς ιστούς χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Ωστόσο, είναι γνωστό ότι οι θερμοϋποδοχείς βρίσκονται στις ίνες του σπλαχνικού και του πνευμονογαστρικού νεύρου και είναι διάσπαρτοι στην κοιλιακή κοιλότητα. Το κέντρο της θερμορύθμισης βρίσκεται στον υποθάλαμο και λαμβάνει ερεθίσματα από το δέρμα και τα εσωτερικά όργανα. Το κέντρο διατηρεί τη θερμοκρασία του σώματος προσαρμόζοντάς την ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, ενεργοποιείται ακόμη και σε πολύ μικρές αποκλίσεις της θερμοκρασίας ( $<0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ενώ το κατώφλι ενεργοποίησης αλλάζει με τον καιρό. Η λειτουργία του υποθαλάμου ως θερμορυθμιστικό κέντρο μπορεί να εξηγηθεί με δύο βασικούς όρους, ένα σημείο ρύθμισης και ένα εύρος ορίων. Αυτοί οι όροι είναι απαραίτητοι για την κατανόηση της παθογένεσης της διεγχειρητικής υποθερμίας. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος παρουσιάζει ρυθμικές αλλαγές στα δύο φύλα (κirkάδιος ρυθμός  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) και μηνιαίες διακυμάνσεις στις γυναίκες ( $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), το

οποίο αντιστοιχεί σε ημερήσιες και μηνιαίες αλλαγές στο σημείο ρύθμισης της θερμοκρασίας. Το εύρος των ορίων (περίπου 0,2 °C) είναι το αποδεκτό εύρος των θερμοκρασιών, εντός του οποίου δεν ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί πρόληψης της μείωσης της θερμοκρασίας (Kurz, 2008). Πολλές ενδογενείς ουσίες, π.χ. νοραδρεναλίνη, ντοπαμίνη, ακετυλοχολίνη, προσταγλανδίνη E1, νευροπεπτίδια και σεροτονίνη, είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της επιθυμητής τιμής και του εύρους των ορίων σε σταθερό επίπεδο. Αν και ο ρόλος κάθε μίας ενδογενούς ουσίας δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί, υπάρχουν στοιχεία ότι το σύστημα GABA παίζει βασικό ρόλο στη ρύθμιση της απόκρισης στη μείωση της θερμοκρασίας (Morrison et al., 2008).

Η ακρίβεια της παρακολούθησης της θερμοκρασίας εξαρτάται τόσο από το σύστημα μέτρησης όσο και από την ανατομική θέση μέτρησης. Δεν υπάρχει ενιαία θερμοκρασία του σώματος. Οι θερμοκρασίες του ιστού διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή. Το θερμικό διαμέρισμα του πυρήνα (δηλαδή, ο κορμός και το κεφάλι) έχει αυξημένη αιμάτωση και σχετικά ομοιογενή. Αντίθετα, οι θερμοκρασίες του περιφερικού ιστού (δηλαδή, το άνω και κάτω άκρο) είναι συνήθως αρκετά κάτω από τη θερμοκρασία του πυρήνα και οι θερμοκρασίες στο δέρμα είναι συνήθως ακόμα χαμηλότερες. Οι θερμοκρασίες του δέρματος, επίσης, διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με το περιβάλλον και τη θερμορυθμιστική αγγειοκίνηση.

Οι θερμοκρασίες σε διάφορες περιοχές στον πυρήνα, στην περιφέρεια και στο δέρμα είναι δυναμικά σημαντικοί δείκτες της περιεκτικότητας του σώματος σε θερμότητα και οι περισσότεροι ιστοί μεταφέρουν ώσεις προς το κεντρικό σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας. Έτσι, η μέση θερμοκρασία του σώματος χαρακτηρίζει τη συνολική θερμική κατάσταση, αλλά επειδή εκτιμάται από το σταθμισμένο μέσο όρο των μετρήσεων σε πολλές περιοχές, η χρήση της δεν είναι πρακτική για την καθημερινή κλινική φροντίδα. Επιπλέον, η θερμοκρασία του πυρήνα συνεισφέρει δυσανάλογα στον έλεγχο της θερμορύθμισης. Η θερμοκρασία που χαρακτηρίζει καλύτερα τη θερμική κατάσταση του ασθενή είναι η θερμοκρασία του πυρήνα (Lenhardt et al., 2006).

Τα τέσσερα κύρια σημεία παρακολούθησης της θερμοκρασίας του πυρήνα θεωρούνται η πνευμονική αρτηρία, ο άπω οισοφάγος, ο ρινοφάρυγγας με τον καθετήρα να εισάγεται σε βάθος 10-20 cm και ο τυμπανικός υμένας όπου η θερμοκρασία μετριέται μέσω επαφής με ένα θερμίστορ ή ένα θερμοστοιχείο. Σε αυτές τις περιοχές η θερμοκρασία σπάνια διαφέρει περισσότερο από μερικά δέκατα του βαθμού Κελσίου. Σε διασωληνωμένους ασθενείς, οι θερμοκρασίες από τον άπω οισοφάγο είναι εύκολο να αποκτηθούν. Σε πολλούς ασθενείς, ωστόσο, καμία από αυτές τις θερμοκρασίες δεν είναι άμεσα διαθέσιμες (Lenhardt et al., 2006).

Υπάρχουν και άλλες περιοχές παρακολούθησης της θερμοκρασίας που είναι κατάλληλες για κλινική χρήση σε επιλεγμένους ασθενείς. Η καλύτερα προσβάσιμη θεωρείται η κλασική υπογλώσσια θερμοκρασία, η οποία παραμένει μια καλή εκτίμηση της θερμοκρασίας του πυρήνα. Άλλες περιοχές που μπορεί να είναι κατάλληλες περιλαμβάνουν τη μασχάλη και την ουροδόχο κύστη, με την προϋπόθεση ότι η ροή των ούρων είναι επαρκής. Το κλειδί είναι η επιλογή της κατάλληλης θέσης παρακολούθησης (και της μεθόδου) σε διάφορες καταστάσεις. Για παράδειγμα, οι από του στόματος θερμοκρασίες θα υποτιμήσουν τη θερμοκρασία του πυρήνα σε κάποιον που είχε προηγουμένως πει κάτι κρύο. Ομοίως, οι μασχαλιαίες θερμοκρασίες θα υποτιμήσουν τη θερμοκρασία του πυρήνα εάν ο ανιχνευτής δεν τοποθετηθεί πάνω από τη μασχαλιαία αρτηρία και την αρτηρία του βραχίονα (Langham et al., 2009).

Η θερμοκρασία του δέρματος είναι γενικά πολύ χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του πυρήνα. Η θερμοκρασία στο μέτωπο είναι λιγότερο μεταβλητή από τις άλλες περιοχές του δέρματος, αλλά μπορεί να διαφέρει από τη θερμοκρασία του πυρήνα ακόμη και κατά 2 °C. Η θερμοκρασία του εξωτερικού ακουστικού πόρου είναι ουσιαστικά μια θερμοκρασία του δέρματος και όχι η θερμοκρασία του τυμπανικού υμένα. Η πρωκτική θερμοκρασία σε καμία περίπτωση δεν αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία του πυρήνα και είναι αναξιόπιστη για την ανίχνευση του πυρετού και άλλων ταχείων θερμικών διαταραχών. Οι θερμοκρασίες του ορθού αυξάνονται κατά τη διάρκεια της άσκησης (Ikeda et al., 1997).

Ακριβή θερμομέτρα είναι άμεσα διαθέσιμα. Για παράδειγμα, θερμίστορ και θερμοστοιχεία είναι χαμηλού κόστους και ακριβή, ενώ τα συστήματα υπέρυθρης ακτινοβολίας μετρούν με ακρίβεια τις θερμοκρασίες στην επιφάνεια. Η δυσκολία στις περισσότερες περιπτώσεις είναι η παρακολούθηση σε περιοχές του σώματος που εκπροσωπούν ή εκτιμούν τη θερμοκρασία του πυρήνα. Σχεδόν πάντα, η περιοχή μέτρησης και όχι η συσκευή καθορίζει την ακρίβεια της μέτρησης (Larach et al., 2014).

Η καρδιοπνευμονική παράκαμψη συχνά προκαλεί ταχείες διαταραχές της θερμοκρασίας. Κατά τη διάρκεια της παράκαμψης, ειδικά στις ταχείες φάσεις ψύξης και επαναθέρμανσης, μπορεί να υπάρξει ουσιαστικές διαφορές στη θερμοκρασία ακόμα και μέσα στο θερμικό διαμέρισμα του πυρήνα, μαζί με πολύ μεγάλες αποκλίσεις στη θερμοκρασία του πυρήνα με την περιφερική (Larach et al., 2014).

Το πρότυπο φροντίδας είναι να παρακολουθείται η θερμοκρασία του σώματος σε ασθενείς υπό γενική αναισθησία που διαρκεί περισσότερο από 30 λεπτά και σε ασθενείς που υποβάλλονται σε μεγάλες χειρουργικές επεμβάσεις με νευραξονική αναισθησία. Μόνο η παρακολούθηση της θερμοκρασίας θα προσδιορίσει τους ασθενείς με θερμικές διαταραχές. Παρά το γεγονός ότι η υποθερμία είναι μακράν η πιο κοινή διεγχειρητική διαταραχή, μπορεί επίσης να συμβούν υπερθερμία και πυρετός. Η μη παρακολούθηση της θερμοκρασίας, για παράδειγμα, συνδέεται στενά με τη θνησιμότητα σε ασθενείς που έχουν κακοήθεις κρίσεις υπερθερμίας. Η παρακολούθηση της θερμοκρασίας δεν είναι συνήθως απαραίτητη για τον περιφερειακό αποκλεισμό νευρών επειδή ο θερμορυθμιστικός έλεγχος διατηρείται σε καλή κατάσταση κατά τη διάρκεια αυτών των διαδικασιών (Larach et al., 2014).

### **1.8.1. Μέθοδοι μέτρησης και σημείο μέτρησης της θερμοκρασίας του σώματος περιεγχειρητικά**

Στην πράξη, η μέτρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος ανάλογα με το ποια μέθοδος χρησιμοποιείται και που γίνεται η μέτρηση, υπόκειται σε σημαντικά σφάλματα. Διεγχειρητικά, η θερμοκρασία του πυρήνα θα πρέπει, εάν είναι δυνατόν, να μετράται στην ίδια θέση και με την ίδια μέθοδο. Η επεμβατική μέτρηση της

θερμοκρασίας του πυρήνα στην πνευμονική αρτηρία μέσω ενός καθετήρα Swan-Ganz θεωρείται ως σημείο αναφοράς. Από τις λιγότερο επεμβατικές περιοχές μέτρησης, η από του στόματος (υπογλώσσια) θεωρείται σήμερα ως η πιο αξιόπιστη (Barnason et al., 2012). Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας σε αυτήν την περιοχή είναι εύκολα προσβάσιμη, επαναλήψιμη και συσχετίζεται καλά με τη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος, ενώ μπορεί να μετρηθεί πριν, μετά και διεγχειρητικά (Hocker et al., 2012). Άλλες λιγότερο επεμβατικές μέθοδοι που είναι κατάλληλες για διεγχειρητική χρήση ανάλογα με τη χειρουργική περιοχή είναι η ρινο/στοματοφαρυγγική, ο οισοφάγος, η ουροδόχος κύστη και η τυμπανική μεμβράνη (Barnason et al., 2012).

Η γρήγορη μέτρηση της υπέρυθρης θερμοκρασίας στο αυτί είναι ακριβής, δεδομένου ότι καταγράφει συνήθως μόνο τη θερμοκρασία του εξωτερικού ακουστικού πόρου και όχι της τυμπανικής μεμβράνης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες αποκλίσεις από 1 έως 2°C από τη θερμοκρασία του πυρήνα, που διαφέρουν μεταξύ των χρηστών. Για αυτό το λόγο, δε συνίσταται η συγκεκριμένη μέθοδος (Barnason et al., 2012).

### **1.9. Δυσκολίες στην κλινική πρακτική**

Όσον αφορά τη χρήση των προθέρμανσης στις υπηρεσίες υγείας, η κύρια δυσκολία που προσδιορίζεται στη βιβλιογραφία αναφέρεται στην έλλειψη χρόνου, ώστε οι επαγγελματίες υγείας που απασχολούνται στα χειρουργεία να εφαρμόσουν αυτή την παρέμβαση πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία (Kim et al., 2006). Παρόλα αυτά, υπάρχουν μελέτες που αναδεικνύουν τη σκοπιμότητα ενός προγράμματος προθέρμανσης στη περιεγχειρητική περίοδο (Wagner 2006, Brauer et al., 2010).

Η πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας είναι ευθέως ανάλογη με τη μείωση των σχετιζόμενων με τη χειρουργική επέμβαση επιπλοκών και το κόστος υγειονομικής περίθαλψης. Σε γενικές γραμμές, οι ασθενείς χρειάζονται περίπου από δύο έως πέντε ώρες για να επιστρέψουν στη νορμοθερμία, ανάλογα με τη σοβαρότητα της υποθερμίας και την ηλικία. Το εκτιμώμενο κόστος μίας ώρας φροντίδας στη μονάδα μεταναισθητικής ανάνηψης μετά την αναισθησία είναι 100

δολάρια, ενώ το κόστος αυξάνεται από 200 έως 500 δολάρια όταν οι ασθενείς έχουν υποθερμία (Mahoney & Odom, 1999, Welch, 2002).

Η προθέρμανση είναι ένα απλό μέτρο που δεν προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη χειρουργική επέμβαση, επειδή γίνεται πριν την έναρξη. Το σύστημα θέρμανσης με εξαγωγή αέρα γίνεται με συσκευές που μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικά σημεία του σώματος, είτε κατά την άφιξή τους στο νοσοκομείο ή στο χειρουργείο. Η προθέρμανση προκαλεί αγγειοδιαστολή, η οποία διευκολύνει την εισαγωγή περιφερικών φλεβικών καθετήρων και ενισχύει την άνεση και την ευημερία των ασθενών στην περιεγχειρητική περίοδο (Panagiotis et al., 2005).

#### **1.10. Επιδημιολογικές και παθοφυσιολογικές πτυχές της περιεγχειρητικής υποθερμίας**

Μια πανευρωπαϊκή έρευνα για την πρακτική της θέρμανσης των ασθενών διεγχειρητικά έδειξε ότι μόνο το 40% όλων των ασθενών υπό γενική αναισθησία θερμάνθηκαν διεγχειρητικά και ότι η θερμοκρασία μετριόταν μόνο στο 20% του συνόλου των ασθενών. Τα ποσοστά για τους ασθενείς υπό περιοχική αναισθησία ήταν 20% και 6% αντίστοιχα (Torossian, 2007). Τα ποσοστά αυτά δείχνουν την ανάγκη και τη σημασία εφαρμογής πρακτικών βασισμένων σε ενδείξεις για την πρόληψη της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας.

Μετά την εισαγωγή στη γενική αναισθησία, ο «θερμοστάτης» του σώματος στον υποθάλαμο «ρυθμίζεται» σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Η ψύξη του ασθενή οφείλεται κυρίως στην ανακατανομή της θερμότητας μετά την εισαγωγή στην αναισθησία σε συνδυασμό με την απελευθέρωση της θερμότητας του σώματος (καθαρή απώλεια θερμότητας). Η φυσική ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος λαμβάνει χώρα με τη βοήθεια τεσσάρων μηχανισμών (Leitlinie, 2014):

- Ακτινοβολία, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 50% έως 70%
- Μεταγωγή: απώλεια θερμότητας μέσω του ρεύματος αέρα του περιβάλλοντος, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 15% έως 25%

- Εξάτμιση μέσω του δέρματος και των βλεννογόνων, αντιπροσωπεύοντας το 5% έως 20%
- Αγωγιμότητα: απώλεια θερμότητας μέσω άμεσης επαφής μεταξύ των επιφανειών, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 3% έως 5%.

### **1.11. Διάγνωση υποθερμίας: μέτρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος διεγχειρητικά**

Η θερμοκρασία του σώματος του πυρήνα είναι ένα ζωτικό σημείο. Για να αποτραπεί η υποθερμία και προκειμένου να αναγνωρισθεί νωρίς, η θερμοκρασία του πυρήνα του ασθενή θα πρέπει να μετριέται πριν την είσοδό του στη χειρουργική αίθουσα (1 έως 2 ώρες πριν από την έναρξη της αναισθησίας) και, επίσης, κατά την άφιξή του στη χειρουργική αίθουσα. Διεγχειρητικά, συνιστάται η θερμοκρασία να παρακολουθείται συνεχώς. Αν η θερμοκρασία δεν μετριέται συνεχώς, αλλά κατά διαστήματα, αυτό πρέπει να γίνεται τουλάχιστον κάθε 15 λεπτά. Αυτό προϋποθέτει ότι όλες οι αίθουσες χειρουργείου είναι εξοπλισμένες με ειδικές συσκευές για συνεχή μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος, αν και οι ισχύοντες κανονισμοί το απαιτούν μόνο για τις αίθουσες χειρουργείο στις οποίες αντιμετωπίζονται παιδιά (Beck et al., 2013).

### **1.12. Παράγοντες κινδύνου ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας**

Τη δεκαετία του 1950, ο Άγγλος ιατρός Sir George Pickering υποστήριξε ότι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος να ψύξει κανείς έναν άνθρωπο είναι να τον αναισθητοποιήσει. Αυτή η παρενέργεια της αναισθησίας σημαίνει ότι όλοι οι ασθενείς υπό γενική ή περιοχική αναισθησία θα αναπτύξουν υποθερμία, αν και το είδος της υποθερμίας επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες που σχετίζονται με το συγκεκριμένο ασθενή, το είδος της αναισθησίας, τη χειρουργική επέμβαση, τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται και το περιβάλλον. Τα ακόλουθα δείχνουν αυξημένο κίνδυνο για την ανάπτυξη περιεγχειρητικής υποθερμίας (Hocker et al., 2012):

- Αυξημένη ηλικία (60 ετών και άνω)
- Χαμηλό σωματικό βάρος/κακή διατροφική κατάσταση



- Προ-υπάρχουσες συνθήκες που εξασθενούν τη θερμορύθμιση (π.χ., σακχαρώδης διαβήτης με πολυνευροπάθεια, υποθυρεοειδισμός, κατάποση ηρεμιστικών ή ψυχοτρόπων φαρμάκων)
- Κατηγορία ASA υψηλότερη από ένα (η κατηγορία ASA ταξινομεί τον κίνδυνο μετεγχειρητικής θνησιμότητας. Ο κίνδυνος αυξάνεται εκθετικά με τον αριθμό της κατηγορίας).
- Προϋπάρχουσα υποθερμία (πριν από τη χειρουργική επέμβαση) είναι επίσης ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για περαιτέρω μείωση της θερμοκρασίας του ασθενή (S3 Leitlinie, 2014).
- Γενική αναισθησία σε συνδυασμό με περιοχική αναισθησία κοντά στη σπονδυλική στήλη (ειδικά εάν αυτή έχει τη μορφή υψηλού νωτιαίου αποκλεισμού με αντίστοιχη συμπαθόλυση).
- Διάρκεια αναισθησίας μεγαλύτερη από 2 ώρες και διεγχειρητική έγχυση μεγάλων όγκων μη θερμασμένων διαλυμάτων ή μετάγγιση κρύου αίματος και παραγώγων (4 °C).
- Η φύση, η έκταση και η διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης είναι σχετιζόμενοι με τη χειρουργική επέμβαση παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη υποθερμίας (S3 Leitlinie, 2014).
- Η θερμοκρασία της χειρουργικής αίθουσας. Η θερμοκρασία του ασθενή μετεγχειρητικά είναι σημαντικά υψηλότερη όταν η θερμοκρασία της χειρουργικής αίθουσας είναι υψηλή (21 έως 24 °C) σε σχέση με χαμηλή (18 έως 21 °C) (18). Για το λόγο αυτό, στις χειρουργικές αίθουσες συνιστάται η θερμοκρασία να είναι τουλάχιστον 21 °C στους ενήλικες και τουλάχιστον 24 °C στα παιδιά (El-Gamal et al., 2000).

### **1.13. Επιπλοκές της ακούσιας περιεγχειρητικής υποθερμίας**

Οι πιο σοβαρές επιπλοκές που σχετίζονται με την ακούσια περιεγχειρητική υποθερμία είναι τα καρδιακά επεισόδια (S3 Leitlinie, 2014, NICE, 2016), όπως καρδιακές αρρυθμίες και έμφραγμα του μυοκαρδίου (Frank et al., 1997), διαταραχές της πήξης με αυξημένη αιμορραγία και αυξημένη ανάγκη μεταγγίσεων (Rajagopalan

et al., 2008), παρατεταμένη επούλωση του τραύματος (Heier et al., 1991), λοιμώξεις τραυμάτων (Melling et al., 2001) και έλκη πίεσης.

Εκτός από αυτές τις παρενέργειες, η επίδραση των αναισθητικών παραγόντων είναι παρατεταμένη (Heier et al., 1991) και μειώνεται η συγκέντρωση του καλίου του ορού. Η υποδόρια μερική πίεση του οξυγόνου μειώνεται στην περιοχή του τραύματος με περιφερική αγγειοσυστολή λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας (Sessler, 1997). Αυτό μειώνει επίσης τη φαγοκυτταρική δραστηριότητα του οξυγόνου που εξαρτάται από τα πολυμορφοπύρρηνα κοκκιοκύτταρα, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τον κίνδυνο μετεγχειρητικής λοίμωξης στο τραύμα.

Σε μετεγχειρητική υποθερμία και ειδικά τη στιγμή που εξασθενεί η επίδραση του αναισθητικού μπορεί να εμφανισθεί ρίγη. Αυτό θεωρείται ως φυσιολογικός μηχανισμός παραγωγής θερμότητας, αλλά είναι μία πολύ δυσάρεστη κατάσταση για τον ασθενή και αυξάνει την κατανάλωση οξυγόνου κατά περίπου 40% (Alfonsi et al., 2003).

Συμπερασματικά, η περιεγχειρητική υποθερμία έχει αρνητική επίδραση στην έκβαση της χειρουργικής επέμβασης και τη μετεγχειρητική πορεία, αυξάνοντας ακόμη και τη διάρκεια παραμονής των ασθενών στο νοσοκομείο, καθώς και το κόστος της θεραπείας (S3 Leitlinie, 2014, NICE, 2016).

## **1.14. Προληπτικά μέτρα**

### **1.14.1. Αύξηση της θερμοκρασίας του ασθενή πριν από τη χειρουργική επέμβαση («προθέρμανση»)**

Η έννοια της προθέρμανσης του ασθενή βασίζεται στο απλοποιημένο μοντέλο στο οποίο τα περιφερειακά μέρη του σώματος του ασθενή, θεωρούνται ως «ρυθμιστής θερμότητας». Όταν ο ασθενής είναι ξύπνιος, υπάρχει μια φυσική απόκλιση της θερμοκρασίας μεταξύ του πυρήνα και της περιφέρειας (δέρμα) περίπου κατά 5 έως 8°C. Η θέρμανση της επιφάνειας του σώματος μειώνει αυτή την απόκλιση και αυξάνει τη συνολική θερμοκρασία του σώματος, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αρχική πτώση της θερμοκρασίας λόγω ανακατανομής μετά την εισαγωγή στην αναισθησία.

Η ενεργή προθέρμανση (π.χ. εκ μεταφοράς) πριν την εισαγωγή στη γενική αναισθησία είναι πολύ αποτελεσματική στην πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας (Roberson et al., 2013). Η προθέρμανση πρέπει να διαρκέσει 10 έως 30 λεπτά. Οι ασθενείς θα πρέπει επίσης να θερμαίνονται ενεργά πριν την επισκληρίδιο ή ραχιαία αναισθησία (Horn et al., 2002).

#### **1.14.2. Ενεργός αύξηση της θερμοκρασίας του ασθενή κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης**

Η εκ μεταφοράς θέρμανση χρησιμοποιώντας μια κουβέρτα θέρμανσης με αέρα είναι πολύ αποτελεσματική, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας χάνεται από τον ασθενή μέσω ακτινοβολίας και επαγωγής. Διά μέσου της κουβέρτας, ο θερμαινόμενος αέρας ρέει πάνω στο δέρμα του ασθενή. Οι συσκευές θέρμανσης πρέπει να καθαρίζονται και να χρησιμοποιούνται με φίλτρα σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών τους, γιατί μπορεί να φιλοξενούν βακτήρια (Kellam et al., 2013). Μια περαιτέρω αύξηση της αποτελεσματικότητας της θέρμανσης μπορεί να επιτευχθεί αυξάνοντας τη θερμοκρασία του ασθενή διεγχειρητικά και με προθέρμανση (Vanni et al., 2003).

Κατά τη διάρκεια της διεγχειρητικής περιόδου, δηλαδή από την είσοδο έως το τέλος της αναισθησίας, όλοι οι ασθενείς οι οποίοι είναι προγραμματισμένο να λάβουν αναισθησία για περισσότερο από 30 λεπτά θα πρέπει να θερμαίνονται ενεργά. Στους ασθενείς που έχουν προθερμανθεί, δεν χρειάζεται ενεργός διεγχειρητική θέρμανση εάν η διάρκεια της αναισθησίας είναι μικρότερη από 60 λεπτά (S3 Leitlinie, 2014, NICE, 2016).

Οι αγωγίμοι μέθοδοι θέρμανσης (μεταφορά θερμότητας από άμεση επαφή) μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη συγκράτηση θερμότητας ως εναλλακτική μέθοδο επαγωγής. Για αυτό το λόγο οι ασθενείς πρέπει να σκεπάζονται με κουβέρτες, ενώ θερμαινόμενες κουβέρτες πρέπει να τοποθετούνται κάτω από την πλάτη του ασθενή (De Witte et al., 2010).

### **1.14.3. Παθητική θέρμανση**

Η θερμομόνωση είναι ένας εξωτερικός (παθητική), αποτελεσματικός τρόπος μείωσης της απώλειας θερμότητας με ακτινοβολία και επαγωγή μέσω του δέρματος. Διάφορα υλικά μειώνουν την απώλεια θερμότητας έως και κατά 30% (Sessler et al., 1991). Εκτός από την ενεργό θέρμανση, η μέγιστη δυνατή περιοχή του σώματος που δε θερμαίνεται ενεργά θα πρέπει να καλύπτεται (μόνωση). Η μόνωση από μόνη της συνήθως δεν επαρκεί για τη διατήρηση της νορμοθερμίας διεγχειρητικά. Μια συστηματική ανασκόπηση της βάσης Cochrane επιβεβαιώνει ότι μόνο η ενεργή θέρμανση αυξάνει τη θερμοκρασία του σώματος κατά 0,5 έως 1 °C σε σύγκριση με την αύξηση της θερμοκρασίας με μόνωση (Alderson et al., 2014).

### **1.14.4. Διαλύματα και προϊόντα αίματος που έχουν θερμοανθεί**

Η χορήγηση μεγάλων όγκων κρύων διαλυμάτων ή προϊόντων αίματος μειώνει τη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος (Andrzejowski et al., 2010). Έτσι, θα πρέπει να θερμαίνονται όλα τα διαλύματα και τα προϊόντα αίματος που χορηγούνται διεγχειρητικά με ρυθμό έγχυσης μεγαλύτερο από 500 mL / h. Η αντλία θέρμανσης αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του εξοπλισμού των χειρουργείων, λόγω της αποτελεσματικότητάς της στη θέρμανση των διαλυμάτων (S3 Leitlinie, 2014, NICE, 2016). Στις περιπτώσεις όπου υπάρχει μικρή ανταλλαγή υγρών, η χρήση αποκλειστικά των αντλιών θέρμανσης δεν είναι αρκετή για να διατηρήσει τη νορμοθερμία (Sessler, 2001). Σε γενικές γραμμές, τα διαλύματα που πρόκειται να χορηγηθούν διεγχειρητικά πρέπει να προθερμανθούν σε 38 έως 40 °C (S3 Leitlinie, 2014).

## **2. Σκοπός**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των διεγχειρητικών παραγόντων που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών μετά τη χειρουργική επέμβαση.

### **Επιμέρους στόχοι της μελέτης**

Μέσω της παρούσας μελέτης διερευνήθηκαν:

- τα ποσοστά πρόκλησης υποθερμίας στους ασθενείς,
- οι παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά,
- οι παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας μετεγχειρητικά και κατά την είσοδό τους στη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας
- οι παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας μετεγχειρητικά και κατά την έξοδό από τη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας

### **3. Μεθοδολογία**

#### **3.1 Πληθυσμός της μελέτης**

Τον πληθυσμό της μελέτης αποτέλεσαν 944 ασθενείς, που υπεβλήθησαν σε χειρουργική επέμβαση στο Γ.Ν.Ν. «Άγιος Παντελεήμων» - Γ.Ν.Δ.Α. «Αγία Βαρβάρα».

#### **3.2 Κριτήρια επιλογής δείγματος**

Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν ασθενείς οι οποίοι:

- ήταν ενήλικοι
- υποβλήθηκαν σε προγραμματισμένη χειρουργική επέμβαση, οποιουδήποτε είδους
- νοσηλεύτηκαν μετά τη χειρουργική επέμβαση στη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας

#### **3.3 Κριτήρια αποκλεισμού**

Από τη μελέτη αποκλείστηκαν συνολικά 243 ασθενείς. Συγκεκριμένα αποκλείστηκαν:

- ανήλικοι ασθενείς εξαιτίας της ανεπαρκούς απόκρισης της θερμορύθμισης στην υποθερμία (Tander et al., 2005) (N=56)
- ασθενείς οι υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση και δεν παρέμειναν στη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας, αλλά διακομίστηκαν απευθείας στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (N=28)
- ασθενείς στους οποίους για οποιοδήποτε δεν λήφθηκε θερμοκρασία διεγχειρητικά (N=19)
- ασθενείς στους οποίους για οποιοδήποτε δεν λήφθηκε θερμοκρασία μετεγχειρητικά και κατά την είσοδό τους στη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας (N=5)
- ασθενείς στους οποίους για οποιοδήποτε δεν λήφθηκε θερμοκρασία μετεγχειρητικά και κατά την έξοδό τους από τη μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας (N=2)
- ασθενείς που είχαν διαταραχές θυρεοειδούς αδένος (N=36)
- ασθενείς με νευρολογικές διαταραχές (N=8)
- ασθενείς με ταξινόμηση κατά ASA 5 και 6 (N=3)

- ασθενείς που υπεβλήθησαν σε επείγουσα χειρουργική επέμβαση (N=86).

### 3.3 Είδος μελέτης

Πρόκειται για μία προοπτική μελέτη συσχέτισεως.

### 3.4 Συλλογή δεδομένων - Μεθοδολογία

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από την ίδια την ερευνήτρια με μία ειδικά αυτοσχέδια φόρμα καταγραφής, η οποία δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης από την ερευνήτρια σε συνεργασία με τον επιβλέπων καθηγητή κ. Πανουτσόπουλο. Η ερευνήτρια λόγω της ιδιότητάς της, νοσηλεύτρια στη μονάδα μετανασθητικής φροντίδας, είχε άμεση πρόσβαση στις χειρουργικές αίθουσες του Γ.Ν.Ν. «Άγιος Παντελεήμων» - Γ.Ν.Δ.Α. «Αγία Βαρβάρα». Μετά από συνεννόηση με τον υπεύθυνο χειρουργό, η ερευνήτρια ενημερώνοταν για το μέσο της χειρουργικής επέμβασης και εισερχόταν στη χειρουργική αίθουσα και ελάμβανε τη θερμοκρασία του πυρήνα του ασθενή διεγχειρητικά. Έτσι, κατά τη διεγχειρητική περίοδο λαμβανόταν μία μόνο θερμοκρασία, στη μέση της χειρουργικής επέμβασης.

Οι ασθενείς μετά το πέρας της χειρουργικής επέμβασης εισερχόντουσαν στη μονάδα μετανασθητικής φροντίδας συνοδευόμενοι πάντα από αναισθησιολόγο, ο οποίος παρέδιδε στην υπεύθυνη νοσηλεύτρια ένα ειδικά σχεδιασμένο έντυπο – διάγραμμα αναισθησίας, το οποίο περιελάμβανε τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενή, δεδομένα που αφορούν το ιστορικό του, εργαστηριακά ευρήματα προεγχειρητικά, ζωτικά σημεία διεγχειρητικά και πληροφορίες για την επέμβαση καθώς και τα υγρά ή φάρμακα που χορηγήθηκαν στον ασθενή διεγχειρητικά. Όλες οι πληροφορίες αντλούνταν από αυτό το ειδικό έντυπο. Κατά την είσοδο του ασθενή στη ΜΜΑΦ, η ερευνήτρια έλεγχε εάν το συγκεκριμένο έντυπο ήταν πλήρως συμπληρωμένο και σε αντίθετη περίπτωση ερωτώταν η υπεύθυνη αναισθησιολόγος για τα δεδομένα που έλειπαν, ώστε να μην λείπουν στοιχεία και να αυξηθεί η εγκυρότητα της μελέτης.

Αμέσως μετά την εισαγωγή του ασθενή στη ΜΜΑΦ και τη σύνδεσή του με το monitor, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του νοσοκομείου, λαμβανόταν από την ερευνήτρια η θερμοκρασία του ασθενή, η οποία ονομάστηκε «θερμοκρασία εισόδου στη ΜΜΑΦ» και τα ζωτικά του σημεία, τα οποία καταγράφονταν αμέσως στη φόρμα καταγραφής της διατριβής.

Επίσης, μόλις αποφασιζόταν η έξοδος του ασθενή από τη ΜΜΑΦ και η εισαγωγή του είτε στη μονάδα εντατικής θεραπείας ή στη μονάδα αυξημένης φροντίδας ή σε κάποια κλινική, τότε η ερευνήτρια ελάμβανε πάλι τη θερμοκρασία του πυρήνα του ασθενή, η οποία ονομάστηκε «θερμοκρασία εξόδου από τη ΜΜΑΦ» και καταγραφόταν αμέσως στη φόρμα καταγραφής της διατριβής.

Οι χειρουργικές επεμβάσεις ταξινομήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τη διάρκειά τους. Κατηγορία I: 0-60 λεπτά, κατηγορία II: 61-120 λεπτά, κατηγορία III: 121-180 λεπτά και κατηγορία IV:  $\geq 181$  λεπτά.

### **3.5 Ερευνητικά εργαλεία**

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με μία αυτοσχέδια φόρμα καταγραφής, η οποία περιελάμβανε τα εξής στοιχεία:

- Φύλο (άνδρας / γυναίκα)
- Ηλικία σε έτη
- Βάρος σε κιλά
- Ύψος σε mm
- ASA score
- Είδος χειρουργικής επέμβασης
- Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης σε min
- Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά σε mmHg
- Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά σε mmHg
- Σφίξεις διεγχειρητικά ανά λεπτό
- Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά (%)
- Θερμοκρασία διεγχειρητικά σε °C
- Θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ σε °C



- Θερμοκρασία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ σε °C
- Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)
- Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)
- Χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμιφαιντανύλη, συνδυασμός)
- Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών
- Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)
- Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)
- Εάν έφερε ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)
- Εάν έφερε ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)
- Κατάσταση αεροφόρων οδών κατά την είσοδο του ασθενή στη ΜΜΑΦ (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Monitoring κατά τη χειρουργική επέμβαση (βασικό, BIS)
- Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendelenburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)
- Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)
- Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά σε g/dl
- Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά (%)
- Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά, /mm<sup>3</sup>
- Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά σε mEq/L

- Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά σε mEq/L
- Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά σε mg/dl
- Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά σε mg/dl
- Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά σε mg/dl
- Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά σε sec
- Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά σε sec
- Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά
- Ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)
- Συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ σε mmHg
- Διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ σε mmHg
- Σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ ανά λεπτό
- Κορεσμός οξυγόνου κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ (%)

Η μέτρηση της θερμοκρασίας και στις τρεις φάσεις (διεγχειρητικά, είσοδο και έξοδο από τη ΜΜΑΦ) στο σύνολο των ασθενών έγινε με ηλεκτρονικό τυμπανικό θερμόμετρο τύπου Omron Gentle Temp 510, το οποίο αγόρασε η ερευνήτρια με προσωπικά της έξοδα για τους σκοπούς της μελέτης. Κάθε πρωί και πριν την έναρξη των χειρουργικών επεμβάσεων, η ερευνήτρια βαθμονομούσε το θερμόμετρο σύμφωνα με τις οδηγίες της κατασκευάστριας εταιρείας, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια των μετρήσεων.

#### **Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ)**

Ο ΔΜΣ υπολογίζεται διαιρώντας το βάρος (σε κιλά) με το τετράγωνο το ύψους (σε μέτρα). Υπολογίστηκε για όλους τους ασθενείς που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη.

Ανάλογα με τη βαθμολογία, οι ασθενείς ταξινομήθηκαν στις εξής πέντε κατηγορίες (WHO, 2010):

- ΔΜΣ < 18,5 = λιποβαρής ασθενής
- ΔΜΣ 18,5-24,9 κανονικός ασθενής
- ΔΜΣ 25-29.9 υπέρβαρος ασθενής
- ΔΜΣ 30-34.9 παχύσαρκος ασθενής
- ΔΜΣ > 35 παθολογικά παχύσαρκος ασθενής.

### ASA physical status classification system

Το σύστημα ταξινόμησης φυσικής κατάστασης ASA είναι ένα σύστημα για την αξιολόγηση της καταλληλότητας των ασθενών πριν από τη χειρουργική επέμβαση. Επινοήθηκε το 1963 από την Αμερικανική Εταιρεία Αναισθησιολόγων (ASA). Αρχικά αποτελείτο από πέντε κατηγορίες, ενώ αργότερα προστέθηκε και η έκτη κατηγορία. Η κατηγοριοποίηση των ασθενών σύμφωνα με την κλίμακα ASA παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα (Owens, 2001).

Κατηγορία	Περιγραφή	Παραδείγματα
1	Στους ασθενείς που δεν υπάρχει οργανική παθολογία ή υπάρχει παθολογία αλλά δεν προκαλεί συστηματική διαταραχή ή ανωμαλία.	Ασθενείς με κατάγματα, εκτός εάν υπάρχει σοκ, απώλεια αίματος, εμβολή ή συστηματικά σημάδια τραυματισμού. Ασθενείς με συγγενείς παραμορφώσεις, εκτός αν προκαλούν συστηματική διαταραχή. Λοιμώξεις που δεν προκαλούν πυρετό. Οποιοσδήποτε τύπος επέμβασης μπορεί να εμπίπτει σε αυτή την κατηγορία, αφού εξετάζεται μόνο η σωματική κατάσταση του ασθενούς.
2	Μέτρια αλλά σαφής συστηματική διαταραχή, που προκαλείται είτε από την κατάσταση που πρόκειται να αντιμετωπιστεί είτε από τη χειρουργική επέμβαση ή προκαλείται από άλλες υπάρχουσες	Ήπιος διαβήτης. Λειτουργική ικανότητα I ή IIa. Ψυχωσικοί ασθενείς δεν μπορούν να φροντίσουν τον εαυτό τους. Ήπια οξέωση. Μέτρια αναιμία. Σηπτική ή οξεία φαρυγγίτιδα. Οξεία παραρρινοκολπίτιδα. Μικρές ή επιφανειακές λοιμώξεις που προκαλούν συστηματική αντίδραση. Μη τοξικό αδένωμα του θυρεοειδούς που προκαλεί μερική αναπνευστική απόφραξη. Ήπια θυρεοτοξίκωση. Οξεία

	παθολογικές διεργασίες.	οστεομυελίτιδα (πρώιμη). Χρόνια οστεομυελίτιδα. Πνευμονική φυματίωση με εμπλοκή του πνευμονικού ιστού χωρίς άλλα συμπτώματα.
<b>Κατηγορία</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Παραδείγματα</b>
3	Σοβαρή συστηματική διαταραχή από οποιαδήποτε αιτία ή αιτίες.	Πολύπλοκος ή σοβαρός διαβήτης. Λειτουργική ικανότητα Ib. Συνδυασμοί καρδιακών και αναπνευστικών παθήσεων ή άλλων που μειώνουν σοβαρά τις φυσιολογικές λειτουργίες. Πλήρης απόφραξη του εντέρου ικανή να προκαλέσει σοβαρή φυσιολογική διαταραχή. Πνευμονική φυματίωση που, λόγω της έκτασης της βλάβης ή της θεραπείας, προκαλεί ταχυκαρδία ή δύσπνοια. Σοβαρό τραύμα από ατύχημα με αποτέλεσμα σοκ, το οποίο μπορεί να βελτιωθεί από τη θεραπεία. Πνευμονικό απόστημα.
4	Εξαιρετικές συστηματικές διαταραχές που έχουν ήδη γίνει σημαντική απειλή για τη ζωή ανεξάρτητα από τον τύπο της θεραπείας. Λόγω της διάρκειας ή της φύσης τους έχει ήδη υπάρξει βλάβη στον οργανισμό που είναι μη αναστρέψιμη. Αυτή η κατηγορία προορίζεται να περιλαμβάνει μόνο ασθενείς που βρίσκονται σε εξαιρετικά κακή φυσική κατάσταση.	Λειτουργική ικανότητα III - (καρδιακή ανεπάρκεια). Σοβαρό τραύμα με μη αναστρέψιμη βλάβη. Πλήρης απόφραξη του εντέρου με μεγάλη διάρκεια σε έναν ασθενή που έχει ήδη εξασθενήσει. Συνδυασμός καρδιαγγειακής-νεφρικής νόσου με αξιοσημείωτη νεφρική δυσλειτουργία. Μαζική απώλεια αίματος. Επείγουσα χειρουργική επέμβαση.
5	Περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης που διαφορετικά θα ταξινομούνταν στην κατηγορία 1 ή 2.	
6	Περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης που διαφορετικά θα ταξινομούνταν στην κατηγορία 3 ή 4.	

## **Ορισμός Υποθερμίας**

Σύμφωνα με το National Institute for Health and Clinical Excellence (2008), η φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος στους ενήλικες είναι μεταξύ 36.5 °C and 37.5 °C. Η υποθερμία ορίζεται ως η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος λιγότερο από 36 °C και κατηγοριοποιείται ως ήπια (35.0 °C έως 35.9 °C), μέτρια (34.0 °C έως 34.9 °C) και σοβαρή ( $\leq 33.9$  °C). Έτσι, θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος μικρότερη ή ίση με 36 °C θεωρείται το όριο της υποθερμίας (NICE, 2008). Στην παρούσα μελέτη, για να είναι σύμφωνη με τις διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες η υποθερμία των ασθενών ορίστηκε σε θερμοκρασία του πυρήνα του σώματός τους μικρότερη ή ίση με 36 °C.

## **3.6. Στατιστική ανάλυση**

### **3.6.1. Εισαγωγή δεδομένων σε στατιστικό πρόγραμμα (SPSS)**

Πριν την εισαγωγή των δεδομένων στο στατιστικό πρόγραμμα, οι φόρμες καταγραφής καταμετρήθηκαν και αριθμήθηκαν, ώστε να καθίσταται δυνατόν να ελεγχθεί σε κάθε σημείο της διαδικασίας αυτής οποιαδήποτε παράλειψη ή λάθος εισαγωγή. Κατόπιν πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των δεδομένων στο στατιστικό πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της ανάλυσης. Τα δεδομένα εισήχθησαν στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS μέσω του προγράμματος SPSS Data Entry στο οποίο ορίστηκαν περιορισμοί και κανόνες για την ορθή εισαγωγή των δεδομένων και την αποφυγή λαθών.

### **3.6.2 Έλεγχος αρχείου δεδομένων, διόρθωση λαθών από την εισαγωγή των δεδομένων στο SPSS (Editing)**

Στο βήμα αυτό, πραγματοποιήθηκε έλεγχος των δεδομένων που εισήχθησαν και διορθώθηκαν λάθη που δημιουργήθηκαν κατά τη εισαγωγή των δεδομένων, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της μελέτης.

### **3.6.3 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης**

Το πρώτο μέρος της ανάλυσης περιελάμβανε τα περιγραφικά αποτελέσματα όπου υπολογίστηκαν τα ποσοστά σε κάθε κατηγορία που αντιστοιχούσαν σε ποιοτική

μεταβλητή, όπως για παράδειγμα το ποσοστό αντρών και γυναικών, το ποσοστό των ασθενών που εμφάνισαν υποθερμία διεγχειρητικά κτλ. Επίσης υπολογίστηκαν οι μέσοι και οι τυπικές αποκλίσεις για τα χαρακτηριστικά εκείνα που αντιστοιχούσαν σε ποσοτικές μεταβλητές (mean±standard deviation), όπως είναι για παράδειγμα η ηλικία, ο ΔΜΣ, η θερμοκρασία των ασθενών διεγχειρητικά κτλ.

Το δεύτερο μέρος της ανάλυσης περιελάμβανε τα αποτελέσματα των απλών συσχετίσεων (διμεταβλητή ανάλυση). Ως παράδειγμα αναφέρεται η συσχέτιση του δείκτη μάζας σώματος των ασθενών με την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά. Μεταξύ δύο μεταβλητών που ακολουθούσαν κανονική κατανομή έγινε t-test, ενώ αν δύο συνεχείς μεταβλητές δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή πραγματοποιείτο Man Whitney test. Όταν επρόκειτο να συγκριθούν περισσότερες από δύο μεταβλητές, εάν ακολουθούσαν κανονική κατανομή γινόταν ANOVA ανάλυση και εάν οι συνεχείς μεταβλητές δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή ακολουθείτο έλεγχος Kruskal Wallis. Σε όλους τους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν, το επίπεδο σημαντικότητας (P) ορίστηκε στο 0.05. Έτσι όλες οι τιμές που ήταν μικρότερες ή ίσες με 0.05 ( $P \leq 0.05$ ) θεωρήθηκαν στατιστικά σημαντικές. Ο έλεγχος κανονικότητας έγινε με τη στατιστική δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov.

Το τρίτο μέρος της ανάλυσης περιελάμβανε τη συσχέτιση διαφόρων παραγόντων με την εμφάνιση υποθερμίας (ναι ή όχι) είτε διεγχειρητικά ή κατά την είσοδο ή κατά την έξοδο των ασθενών από τη ΜΜΑΦ. Επειδή η εξαρτημένη μεταβλητή και στις τρεις περιπτώσεις είναι κατηγορική (παίρνει μόνο δύο τιμές) έγινε πρώτα μονομεταβλητή λογαριθμιστική παλινδρόμηση. Αποκλείστηκαν όσοι παράγοντες είχαν  $P > 0.1$ . Με τους υπόλοιπους παράγοντες ( $P < 0.1$ ) έγινε πολυμεταβλητή λογαριθμιστική παλινδρόμηση. Από τα αποτελέσματα αυτής αξιολογήθηκαν όσοι παράγοντες είχαν  $P < 0.05$ .

### **3.7. Στοιχεία δεοντολογίας**

Η παρούσα ερευνητική μελέτη ανταποκρίθηκε στις θεμελιώδεις δεοντολογικές αρχές, οι οποίες διέπουν τη διεξαγωγή έρευνας. Ειδικότερα:

- Τηρήθηκε πλήρης εχεμύθεια ως προς τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν και διαφυλάχθηκε η ασφάλεια του σχετικού υλικού.

- Κατοχυρώθηκε η ανωνυμία του δείγματος.
- Τα αποτελέσματα που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας και είναι ελεύθερα προς χρήση από επιστημονικούς φορείς και μεμονωμένους επιστήμονες καθώς αποτελεί πεποίθηση της ερευνήτριας ότι πρέπει να υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση στη γνώση.

Για τη διεξαγωγή της παρούσης μελέτης και τη συλλογή των δεδομένων συντάχθηκε πρωτόκολλο, το οποίο κατατέθηκε στην επιτροπή βιοηθικής του Τμήματος Νοσηλευτικής του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και στο επιστημονικό συμβούλιο του Γ.Ν.Ν. «Άγιος Παντελεήμων» - Γ.Ν.Δ.Α. «Αγία Βαρβάρα», από όπου και δόθηκε η υπ' αριθμ. πρωτ. 37133/2-10-2015 έγκριση.

## 4. Αποτελέσματα

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 944 ασθενείς ηλικίας  $55,5 \pm 20,5$  έτη, εκ των οποίων 512 (54,2%) ήταν άνδρες ηλικίας  $56,5 \pm 19,7$  έτη και 432 (45,8%) γυναίκες ηλικίας  $54,4 \pm 21,4$  έτη. Ο δείκτης μάζας σώματος των ασθενών ήταν  $27,8 \pm 5,6$ . Σύμφωνα με το ΔΜΣ, οι περισσότεροι ασθενείς ήταν φυσιολογικοί (34,8%) και υπέρβαροι (34%). Τα δημογραφικά δεδομένα των ασθενών παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Δημογραφικά δεδομένα ασθενών.

Μεταβλητή		N	%
Φύλο	Άνδρες	512	54,2
	Γυναίκες	432	45,8
Δείκτης Μάζας Σώματος	Λιποβαρείς	8	1,4
	Φυσιολογικοί	196	34,8
	Υπέρβαροι	192	34
	Παχύσαρκοι	152	27
	Παθολογικά Παχύσαρκοι	16	2,8

Οι μισοί περίπου ασθενείς (52,7%) είχαν βαθμολογία ASA I και το 40,5% είχε II. Οι μισές χειρουργικές επεμβάσεις ήταν γενικής χειρουργικής, 16,9% ήταν από ορθοπεδικούς και 12,7% από ουρολόγους. Η μέση διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων ήταν  $107,5 \pm 51,4$  min. Οι περισσότερες επεμβάσεις (53,8%) ήταν μέσης διάρκειας (61-120 min) και το 26,3% του συνόλου ήταν μέχρι 60 min. Οι ασθενείς κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης είχαν τοποθετηθεί κυρίως σε ύπτια (75,7%) και



σε γυναικολογική θέση (14,9%). Τα κλινικά δεδομένα ασθενών και τα χαρακτηριστικά χειρουργικών επεμβάσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Κλινικά δεδομένα ασθενών και χαρακτηριστικά χειρουργικών επεμβάσεων.

Μεταβλητή		N	%
ASA	I	312	52,7
	II	240	40,5
	III	36	6,1
	IV	4	0,7
Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, min	0-60	248	26,3
	61-120	508	53,8
	121-180	136	14,4
	181-240	52	5,5
Θέση Ασθενή	Ύπτια	715	75,7
	Γυναικολογική	141	14,9
	Πρηνής	44	4,7
	Πλάγια	40	4,2
	Trendeleburg	4	0,4

Χειρουργικές επεμβάσεις ειδικότητα	ανά	Γενικοί Χειρουργοί	420	44,5
		Ορθοπεδικοί	160	16,9
		Ουρολόγοι	120	12,7
		ΩΡΛ	96	10,2
		Γυναικολόγοι	72	7,6
		Νευροχειρουργοί	52	5,5
		Οδοντίατροι	24	2,5

Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν 944 χειρουργικές επεμβάσεις, οι οποίες αφορούσαν κυρίως χολοκυστεκτομές (20,3%), αποκατάσταση κηλών (17,4%), προστατεκτομές (8,9%), κατάγματα ισχίου (6,8%), δισκεκτομές (4,7%) και αποξέσεις (4,7%). Οι χειρουργικές επεμβάσεις που καταγράφηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Χειρουργικές επεμβάσεις που υπεβλήθησαν οι ασθενείς.

Χειρουργική επέμβαση	N	%
Αιμορροειδεκτομή	4	0,4
Ακράτεια ούρων	4	0,4
Ακρωτηριασμός δακτύλων κάτω άκρου	4	0,4
Αμυγδαλεκτομή	12	1,3

<b>Χειρουργική επέμβαση</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Απόξεση	44	4,7
Αποσυμπίεση ωλενίου	8	0,8
Αρθροσκόπηση	4	0,4
Αφαίρεση οδόντων	24	2,5
Αφαίρεση υλικών ποδοκνημικής	4	0,4
Βιοψία εγκεφάλου	4	0,4
Γυναικομαστία	4	0,4
Διακοπή κύησης	4	0,4
Δισκεκτομή	44	4,7
Είσφρηση ονύχων	4	0,4
Εκτομή νεφρού	8	0,8
Εμφύτευμα ενδοραχιαίων εγχύσεων	4	0,4
Εξάρθρωμα ισχίου	4	0,4
Θυρεοειδεκτομή	28	3
Καισαρική τομή	16	1,7
Καρκίνος γλώσσας	8	0,8

<b>Χειρουργική επέμβαση</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Κάταγμα διατροχαντηρίου	4	0,4
Κάταγμα επιγονατίδας	4	0,4
Κάταγμα ισχίου	64	6,8
Κάταγμα Ωλένης	8	0,8
Κήλη	164	17,4
Κιρσοί κάτω άκρων	4	0,4
Κρανιοανάρτηση	4	0,4
Κύστη επιδιδυμος	4	0,4
Κύστη κόκκυγος	4	0,4
Λήψη βιοψίας	4	0,4
Μικρολαρυγγοσκόπηση	8	0,8
Ολική αρθροπλαστική γόνατος	4	0,4
Ολική αρθροπλαστική ισχίου	4	0,4
Ολική υστερεκτομή	8	0,8
Ορχεκτομή	4	0,4
Οστεοαρθρίτιδα γόνατος	28	3

Χειρουργική επέμβαση	N	%
Ουρητηροσκόπηση	4	0,4
Περιεδρικό απόστημα	8	0,8
Πολύποδες ρινός	16	1,7
Πολυτεριδονισμός	8	0,8
Προστατεκτομή	84	8,9
Ρήξη μηνίσκου	24	2,5
Σκολίωση ρινικού διαφράγματος	24	2,5
Σύγκλειση ειλεοστομίας	4	0,4
Φίμωση	20	2,1
Χολοκυστεκτομή	192	20,3
Χολολιθίαση	4	0,4

Η πλειοψηφία των χειρουργικών επεμβάσεων έγινε με ολική αναισθησία (69,2%). Πλέον των μισών ασθενών (56,3%) εισήχθησαν στην αναισθησία με συνδυασμό εισπνεόμενων και ενδοφλέβιων φαρμάκων, τα οποία περιελάμβαναν προποφόλη και σεβοφλουράνιο (30,8%) και προποφόλη και δεσοφλουράνιο (28,3%). Ακόμη, οπιοειδή χορηγήθηκαν στο 96,6% των ασθενών. Ο μέσος αριθμός οπιοειδών που χορηγήθηκαν στους ασθενείς ήταν  $1,3 \pm 0,5$  διαφορετικά σκευάσματα. Στους περισσότερους ασθενείς χορηγήθηκε φαιτανύλη (65,4%) και στο ένα τρίτο περίπου (33,8%) συνδυασμό φαιτανύλης και ρεμφαιτανύλης. Επίσης, προνάρκωση χορηγήθηκε στο 35,1% των

ασθενών, ενώ στο 11% του συνόλου του δείγματος χορηγήθηκε δεσμευτικό μυοχαλαρωτικών. Επιπλέον, στο 32,2% των ασθενών χορηγήθηκε τοπικό αναισθητικό. Από αυτούς, το 76,3% έλαβε ροπινακαΐνη και το 19,7% λεβοβουπιβακαΐνη. Επιπρόσθετα, στους μισούς ασθενείς έγινε μυοχάλαση (51,3%). Η τεχνική αναισθησίας, καθώς και τα φάρμακα που χορηγήθηκαν για την εισαγωγή και διατήρηση της αναισθησίας παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Τεχνική αναισθησίας και φαρμάκων

<b>Μεταβλητή</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
Τεχνική αναισθησίας	Ολική	648	69,2
	Υπαραχνοειδής	233	24,9
	Επισκληρίδιος	55	5,9
Είδος αναισθητικού	Εισπνεόμενο	20	3
	Ενδοφλέβιο	272	40,7
	Συνδυασμός	376	56,3
Γενικό αναισθητικό	Προποφόλη	240	37,7
	Δεσοφλουράνιο	12	1,9
	Σεβοφλουράνιο	8	1,3
	Προποφόλη και Σεβοφλουράνιο	196	30,8
	Προποφόλη και Δεσοφλουράνιο	180	28,3
Οπιοειδή	Φαιντανύλη	596	65,4

	Ρεμφαιντανύλη	8	0,9
	Συνδυασμός	308	33,8
<b>Μεταβλητή</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
Προνάρκωση		331	35,1
Δεσμευτικό μυοχαλαρωτικών		104	11
Τοπικό Αναισθητικό	Ροπινακαΐνη	232	76,3
	Λεβοβουπιβακαΐνη	60	19,7
	Λιδοκαΐνη	8	2,6
	Βουπιβακαΐνη	4	1,3
Μυοχάλαση		484	51,3

Κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ παρατηρείται μείωση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης των ασθενών ( $78,9 \pm 22,1$  έναντι  $71,9 \pm 11,5$  mmHg), των σφίξεων ( $79,2 \pm 18,1$  έναντι  $75,3 \pm 14,9$  bpm) και του κορεσμού του οξυγόνου ( $99 \pm 5,2$  έναντι  $97,3 \pm 7,3\%$ ) και αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης ( $125,4 \pm 26,5$  έναντι  $128,2 \pm 19,9$  mmHg) σε σχέση με τις τιμές διεγχειρητικά. Τα ζωτικά σημεία ασθενών διεγχειρητικά και κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

Όλοι οι ασθενείς που εισήλθαν στη ΜΜΑΦ έφεραν φλεβοκαθετήρα, ενώ μερικοί εξ'αυτών είχαν ουροκαθετήρα (8,5%) και ρινογαστρικό καθετήρα (14,4%). Οι μισοί περίπου ασθενείς εισήχθησαν στη ΜΜΑΦ διασωληνωμένοι (56,9%) και λιγότεροι με προσωπίδα οξυγόνου (39,2%). Αναφορικά με το είδος της παρακολούθησης, η πλειοψηφία των ασθενών είχε βασικό monitoring (93,2%) (πίνακας 6).

Επίσης, 245 (25,9%) ασθενείς εμφάνισαν ρίγος κατά την εισαγωγή τους στη ΜΜΑΦ.

Πίνακας 5. Ζωτικά σημεία ασθενών διεγχειρητικά και κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ

Χρόνος λήψης	Ζωτικά σημεία	Μέσος±Τυπική Απόκλιση
Διεγχειρητικά	Διαστολική αρτηριακή πίεση, mmHg	78,9±22,1
	Συστολική αρτηριακή πίεση, mmHg	125,4±26,5
	Σφίξεις, bpm	79,2±18,1
	SPO <sub>2</sub> , %	99±5,2
Κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	Διαστολική αρτηριακή πίεση, mmHg	71,9±11,5
	Συστολική αρτηριακή πίεση, mmHg	128,2±19,9
	Σφίξεις, bpm	75,3±14,9
	SPO <sub>2</sub> , %	97,3±7,3

Πίνακας 6. Καθετήρες, εξασφάλιση αεραγωγού και monitoring ασθενών στη ΜΜΑΦ

Μεταβλητή		N	%
Καθετήρες	Φλεβοκαθετήρας	944	100
	Ουροκαθετήρας	80	8,5
	Ρινογαστρικός καθετήρας	136	14,4



Αεροφόροι οδοί	Διασωληνωμένοι	528	56,9
	Λαρυγγική μάσκα	36	3,9
	Προσωπίδα οξυγόνου	364	39,2
Monitoring	Βασικό	880	93,2
	BIS	64	6,8

Τα εργαστηριακά ευρήματα των ασθενών κατά την εισαγωγή τους στη ΜΜΑΦ παρουσιάζονται στον πίνακα 7. Όλα τα εργαστηριακά ήταν εντός φυσιολογικών ορίων.

Πίνακας 7. Εργαστηριακά ευρήματα των ασθενών στη ΜΜΑΦ

Μεταβλητή	Μέσος±Τυπική Απόκλιση
Αιμοσφαιρίνη, g/dl	13,4±1,8
Αιματοκρίτης, %	39,6±4,8
Αιμοπετάλια, /mm <sup>3</sup>	235.672,6±67.241,2
Κάλιο, mEq/L	4,5±1,6
Νάτριο, mEq/L	139,7±7,1
Σάκχαρο, mg/dl	106,9±38,7
Ουρία, mg/dl	36,9±21,9
Κρεατινίνη, mg/dl	1,2±3,1
Χρόνος προθρομβίνης (PT), sec	14,1±8,9

Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT), sec	33,1±4,9
Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR)	1,1±0,8

Η θερμοκρασία των ασθενών και στα τρία στάδια μέτρησης (διεγχειρητικά, εισόδου και εξόδου από τη ΜΜΑΦ) παρέμεινε σταθερή. Το 62,7% των ασθενών είχε υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ και το 58,1% κατά την έξοδο (πίνακας 8).

Πίνακας 8. Θερμοκρασία και υποθερμία ασθενών.

<b>Μεταβλητή</b>	<b>Μέσος±Τυπική Απόκλιση</b>
Θερμοκρασία διεγχειρητικά, °C	35,8±0,4
Θερμοκρασία είσοδος στη ΜΜΑΦ, °C	35,8±0,3
Θερμοκρασία εξόδου από ΜΜΑΦ, °C	35,8±0,4
<b>Μεταβλητή</b>	<b>N (%)</b>
Υποθερμία διεγχειρητικά, %	560 (59,6)
Υποθερμία εισαγωγής στη ΜΜΑΦ, %	592 (62,7)
Υποθερμία εξόδου από ΜΜΑΦ, %	548 (58,1)

## Συσχετίσεις

### Υποθερμία διεγχειρητικά

Οι ασθενείς που εμφάνισαν υποθερμία διεγχειρητικά ήταν σημαντικά μεγαλύτερης ηλικίας ( $60,1 \pm 18,4$  έναντι  $48,8 \pm 21,7$  έτη,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερο βάρος ( $60,1 \pm 18,4$  έναντι  $48,8 \pm 21,7$  κιλά,  $p < 0,05$ ), ήταν σημαντικά περισσότεροι παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι ( $33,7\%$  έναντι  $24,1\%$ ,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερη βαθμολογία κατά ASA ( $1,6 \pm 0,7$  έναντι  $1,4 \pm 0,6$ ,  $p < 0,05$ ), ήταν σημαντικά περισσότερες ορθοπεδικές ( $24,3\%$  έναντι  $6,3\%$ ,  $p < 0,05$ ) και ουρολογικές ( $15\%$  έναντι  $9,5\%$ ,  $p < 0,05$ ) χειρουργικές επεμβάσεις, είχαν σημαντικά μεγαλύτερη συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά ( $127,9 \pm 25,8$  έναντι  $121,7 \pm 27,4$  mmHg,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκε σημαντικά μεγαλύτερο αριθμός οπιοειδών ( $1,3 \pm 0,5$  έναντι  $1,2 \pm 0,5$ ,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκε σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό μυοχάλαση ( $72,3\%$  έναντι  $41,3\%$ ,  $p < 0,05$ ), έφεραν σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό ρινογαστρικό σωλήνα ( $16,4\%$  έναντι  $10,5\%$ ,  $p < 0,05$ ), ήταν διασωληνωμένοι σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό ( $63,5\%$  έναντι  $46,6\%$ ,  $p < 0,05$ ), είχαν σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό monitoring BIS διεγχειρητικά ( $9,5\%$  έναντι  $2,9\%$ ,  $p < 0,05$ ) και υπεβλήθησαν σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό σε ολική αναισθησία ( $74,1\%$  έναντι  $61,8\%$ ,  $p < 0,05$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 9.

Επίσης, οι ασθενείς που βρέθηκαν με διεγχειρητική υποθερμία είχαν σημαντικά μικρότερη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης ( $101,3 \pm 47,2$  έναντι  $115,1 \pm 54,7$  min,  $p < 0,05$ ), υπεβλήθησαν σε σημαντικά λιγότερες μεγάλες χειρουργικές επεμβάσεις διάρκειας 180-240 min ( $3,6\%$  έναντι  $7,4\%$ ,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερη θερμοκρασία διεγχειρητικά ( $35,5 \pm 0,3$  έναντι  $36,2 \pm 0,2$  °C,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά λιγότερες σφίξεις διεγχειρητικά ( $78,2 \pm 17,9$  έναντι  $80,8 \pm 18,3$  bpm), χρησιμοποιήθηκε ως γενικό αναισθητικό σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό με δεσοφλουράνιο ( $0,7\%$  έναντι  $3,6\%$ ,  $p < 0,05$ ), χρησιμοποιήθηκε ως γενικό αναισθητικό σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό συνδυασμός προποφόλης και δεσοφλουρανίου ( $18,4\%$  έναντι  $42,1\%$ ,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκαν οπιοειδή σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό ( $2,3\%$  έναντι  $5\%$ ) και είχαν τοποθετηθεί σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό σε γυναικολογική θέση ( $11,6\%$  έναντι  $20\%$ ,  $p < 0,05$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 9.

Πίνακας 9. Μονοπαραγοντική ανάλυση μεταβλητών με εξαρτημένη μεταβλητή την υποθερμία διεγχειρητικά.

Μεταβλητή	Υποθερμία (N=560)	Νορμοθερμία (N=380)	P
Ηλικία, έτη	60,1±18,4	48,8±21,7	0,001
Βάρος, κιλά	80,8±15,9	77,2±20,2	0,003
ΔΜΣ, παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι	112 (33,7%)	56 (24,1%)	0,048
ASA score	1,6±0,7	1,4±0,6	0,010
Ειδικότητα, Γενική Χειρουργική	204 (36,4%)	216 (56,8%)	0,016
Ειδικότητα, Ορθοπεδικοί	136 (24,3%)	24 (6,3%)	0,002
Ειδικότητα, Ουρολόγοι	84 (15%)	36 (9,5%)	0,001
Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, min	101,3±47,2	115,1±54,7	0,001
Μέγεθος χειρουργικής επέμβασης, 180-240 min	20 (3,6%)	28 (7,4%)	0,001
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά, mmHg	127,9±25,8	121,7±27,4	0,001
Θερμοκρασία διεγχειρητικά, °C	35,5±0,3	36,2±0,2	0,001
Σφίξεις διεγχειρητικά, bpm	78,2±17,9	80,8±18,3	0,036
Γενικό αναισθητικό, Δεσοφλουράνιο	4 (0,7%)	8 (3,6%)	0,037

<b>Μεταβλητή</b>	<b>Υποθερμία (N=560)</b>	<b>Νορμοθερμία (N=380)</b>	<b>P</b>
Γενικό αναισθητικό, Προποφόλη και Δεσοφλουράνιο	103 (18,4%)	93 (42,1%)	0,023
Οπιοειδή	13 (2,3%)	19 (5%)	0,001
Αριθμός οπιοειδών	1,3±0,5	1,2±0,5	0,001
Μυοχάλαση	405 (72,3%)	231 (41,3%)	0,002
Ρινογαστικός σωλήνας	92 (16,4%)	40 (10,5%)	0,011
Αεροφόροι οδοί, διασωλήνωση	351 (63,5%)	173 (46,6%)	0,001
Monitoring, BIS	53 (9,5%)	11 (2,9%)	0,001
Θέση Ασθενή, Γυναικολογική	65 (11,6%)	76 (20%)	0,017
Τεχνική αναισθησίας, ολική	411 (74,1%)	233 (61,8%)	0,001

Οι παράγοντες που εξετάστηκαν για το αν επηρεάζουν την εμφάνιση της υποθερμίας των ασθενών διεγχειρητικά (υποθερμία έναντι νορμοθερμίας) με την εφαρμογή λογαριθμιστικής παλινδρόμησης είναι οι εξής:

- Φύλο
- Ηλικία
- Βάρος
- Ύψος

- Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)
- ASA score
- Είδος χειρουργικής επέμβασης
- Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)
- Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Σφίξεις διεγχειρητικά
- Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά
- Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)
- Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)
- Χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμιφαιντανύλη, συνδυασμός)
- Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών
- Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)
- Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)
- Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)
- Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)
- Κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Monitoring (βασικό, BIS)
- Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendelenburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)

- Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)
- Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά
- Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά
- Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά
- Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά
- Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά
- Ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)

Τα αποτελέσματα της μονομεταβλητής λογιστικής παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον πίνακα 10.

Πίνακας 10. Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση υποθερμίας στους ασθενείς διεγχειρητικά (μονομεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση)

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Φύλο	-0,233	0,082	0,792	0,609-1,030
Ηλικία	-0,028	0,001	0,973	0,966-0,979
Βάρος	-0,011	0,003	0,989	0,981-0,996
Ύψος	0,149	0,875	1,160	0,183-7,356
Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)	-0,193	0,048	0,825	0,681-0,999
ASA score	-0,344	0,011	0,709	0,545-0,923
Είδος χειρουργικής επέμβασης	-0,182	0,001	0,833	0,785-0,885
Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, min	0,005	0,001	1,005	1,003-1,008
Μέγεθος χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)	0,306	0,001	1,358	1,149-1,607
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	-0,009	0,001	0,991	0,986-0,996
Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	-0,004	0,247	0,996	0,990-1,002
Σφίξεις διεγχειρητικά	0,008	0,037	1,008	1,000-1,015
Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά	-0,028	0,077	0,972	0,942-1,003
Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)	-0,004	0,980	0,996	0,749-1,325
Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)	0,187	0,038	1,206	1,011-1,439
Χορήγηση οπιοειδών (φαιτανύλη, ρεμφαιτανύλη, συνδυασμός)	-0,468	0,001	0,626	0,473-0,828
Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών	-0,509	0,001	0,601	0,465-0,776



<b>Μεταβλητή</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95% ΔΕ του OR</b>
Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)	-0,147	0,290	0,864	0,658-1,133
Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)	0,020	0,927	1,020	0,668-1,557
Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)	0,214	0,118	1,239	0,947-1,621
Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)	0,409	0,002	1,505	1,158-1,955
Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)	0,193	0,427	1,213	0,754-1,951
Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)	0,513	0,011	1,671	1,124-2,484
Κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)	0,369	0,001	1,446	1,261-1,659
Monitoring (Βασικό, BIS)	-1,255	0,001	0,285	0,147-0,553
Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηγής)	0,134	0,018	1,144	1,024-1,277
Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)	0,417	0,001	1,517	1,218-1,891
Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά	0,028	0,469	1,029	0,953-1,110
Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά	0,020	0,167	1,020	0,992-1,050
Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά	0,071	0,138	1,154	1,087-1,221
Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά	0,091	0,232	1,096	0,943-1,273

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά	0,010	0,368	1,010	0,988-1,033
Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά	0,024	0,616	0,999	0,996-1,003
Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,007	0,039	0,993	0,986-1,000
Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,078	0,170	0,925	0,828-1,034
Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά	0,003	0,695	1,003	0,988-1,019
Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά	0,021	0,148	1,021	0,993-1,050
Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά	-0,124	0,313	0,883	0,694-1,124
Ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)	0,008	0,988	1,000	0,953-1,050

Η λογιστική παλινδρόμηση εφαρμόστηκε για να ελεγχθεί αν η υποθερμία που εμφανίζουν οι ασθενείς διεγχειρητικά σχετίζεται με τους προαναφερθέντες παράγοντες. Από τον πίνακα 10 φαίνεται πως η έκβαση στη μονομεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση σχετίζεται ( $P < 0,1$ ) με:

- Το φύλο
- Την ηλικία
- Το Βάρος
- Το δείκτη μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)
- Το ASA score

- Το είδος της χειρουργικής επέμβασης
- Τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, min
- Το μέγεθος της χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)
- Τη συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Τις σφίξεις διεγχειρητικά
- Τον κορεσμό του οξυγόνου διεγχειρητικά
- Το γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)
- Τη χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμφαιντανύλη, συνδυασμός)
- Τον αριθμό χορηγούμενων οπιοειδών
- Τη χορήγηση μυοχάλασης
- Το ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)
- Την κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Το Monitoring (Βασικό, BIS)
- Τη θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)
- Την τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος),
- Τη συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά

Ακολούθως έγινε έλεγχος με την πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση. Οι παράγοντες που βρέθηκαν να έχουν στατιστική σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$ ) παρουσιάζονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση υποθερμίας στους ασθενείς διεγχειρητικά (πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση)

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Ηλικία	-0,022	0,004	1,021	1,007-1,037
Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)	-0,478	0,008	1,613	1,136-2,288
Είδος χειρουργικής επέμβασης, ορθοπεδικοί	-0,159	0,015	1,172	1,031-1,331
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	-0,012	0,019	1,012	1,002-1,022
Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)	-0,603	0,008	1,828	1,166-1,361

Στην πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) με τους κάτωθι παράγοντες:

- Ηλικία. Αύξηση της ηλικίας κατά 1 έτος από το μέσο όρο του δείγματος (55,5 έτη) αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά κατά 1,02 φορές.
- Δείκτης μάζας σώματος. Οι παχύσαρκοι και οι παθολογικά παχύσαρκοι ασθενείς είχαν 1,61 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία διεγχειρητικά.
- Ορθοπεδικές χειρουργικές επεμβάσεις. Οι ασθενείς που υπεβλήθησαν σε ορθοπεδικές χειρουργικές επεμβάσεις είχαν 1,17 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία διεγχειρητικά.
- Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά. Αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά κατά 1 mmHg από το μέσο όρο του δείγματος (125,4 mmHg) αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας κατά 1.01 φορές.
- Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση. Οι ασθενείς που είχαν τοποθετηθεί σε γυναικολογική θέση είχαν 1.83 φορές μικρότερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία διεγχειρητικά.

Το ASA score ( $r=-0.106$ ), το είδος της χειρουργικής επέμβασης ( $r=-0,197$ ), η συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά ( $r=-0,114$ ) και ο αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών ( $r=-0,128$ ) είχαν αρνητική ασθενή γραμμική συσχέτιση με την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά. Η διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης ( $r=0,133$ ), η εξασφάλιση των αεροφόρων οδών με διασωλήνωση ( $r=0,174$ ) και η ραχιαία αναισθησία ( $r=0,123$ ) είχαν θετική ασθενή γραμμική συσχέτιση με την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά. Επίσης, η ηλικία είχε αρνητική ασθενή προς μέτρια συσχέτιση με την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά ( $r=-0,269$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12. Συσχετίσεις μεταβλητών κατά Pearson, με εξαρτημένη μεταβλητή την υποθερμία διεγχειρητικά.

<b>Μεταβλητή</b>	<b>Pearson</b>	<b>p</b>	<b>N</b>
Ηλικία	-0,269	0,001	936
ASA score	-0,106	0,010	592
Είδος χειρουργικής επέμβασης	-0,197	0,001	940
Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης	0,133	0,001	940
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	-0,114	0,001	928
Αριθμός οπιοειδών	-0,128	0,001	940
Αεροφόροι οδοί, διασωλήνωση	0,174	0,001	924
Τεχνική αναισθησίας, ραχιαία	0,123	0,001	932

### **Υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ**

Οι ασθενείς που εμφάνισαν υποθερμία κατά την εισαγωγή τους στη ΜΜΑΦ είχαν υποβληθεί σε σημαντικά περισσότερες γυναικολογικές χειρουργικές επεμβάσεις (9% έναντι 5,4%,  $p<0,05$ ), έλαβαν προνάρκωση σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (38,3% έναντι 29,5%,  $p<0,05$ ), τους χορηγήθηκε ροπιβακαΐνη ως τοπικό αναισθητικό σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (78,8% έναντι 62,7%,  $p<0,05$ ), έφεραν σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό ουροκαθετήρα (12,2% έναντι 2,3%,  $p<0,05$ ), είχαν monitoring BIS σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (8,1% έναντι 4,5%,  $p<0,05$ ), είχαν τοποθετηθεί σε γυναικολογική θέση σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (18,4% έναντι 9,1%,  $p<0,05$ ), χρησιμοποιήθηκε η υπαραχαιοειδής τεχνική αναισθησίας σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (36,1% έναντι 21,8%,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα σακχάρου (111,4±42,7 έναντι 98,7±28,6 mg/dl,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα ουρίας (39,5±23,1 έναντι 32,4±19,2 mg/dl,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα κρεατινίνης (1,4±3,9 έναντι 0,8±0,4 mg/dl,  $p<0,05$ ) και είχαν αλλεργία σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (15,2% έναντι 7,1%,  $p<0,05$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 13.

Οι ασθενείς που βρέθηκαν με υποθερμία κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ υπεβλήθησαν σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό σε νευροχειρουργικές και ΩΡΛ χειρουργικές επεμβάσεις (4,6% έναντι 7,1%,  $p<0,05$  και 7,8% έναντι 14,2%,  $p<0,05$  αντίστοιχα), ήταν διασωληνωμένοι σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό (53,1% έναντι 63,2%,  $p<0,05$ ), είχαν τοποθετηθεί σε ύπτια θέση σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό (70,1% έναντι 85,2%,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερα επίπεδα αιμοσφαιρίνης (13,2±1,7 έναντι 13,8±1,8 g/dl,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερα επίπεδα αιματοκρίτη (39,2±4,9% έναντι 40,2±4,6%,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερα επίπεδα INR (1,05±0,2 έναντι 1,2±1,3,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ (70,3±11,1 έναντι 74,9±11,8 mmHg,  $p<0,05$ ) και σημαντικά λιγότερες σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ (72,9±13,6 έναντι 79,3±16,2 bpm,  $p<0,05$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 13.

Πίνακας 13. Μονοπαραγοντική ανάλυση μεταβλητών με εξαρτημένη μεταβλητή την υποθερμία κατά την εισαγωγή των ασθενών στη ΜΜΑΦ.

<b>Μεταβλητή</b>	<b>Υποθερμία (N=592)</b>	<b>Νορμοθερμία (N=352)</b>	<b>P</b>
Ειδικότητα, Γυναικολόγοι	53 (9%)	19 (5,4%)	0,036
Ειδικότητα, Νευροχειρουργοί	27 (4,6%)	25 (7,1%)	0,028
Ειδικότητα, ΩΡΛ	46 (7,8%)	50 (14,2%)	0,007
Προνάρκωση	227 (38,3%)	104 (29,5%)	0,006
Τοπικό αναισθητικό, Ροπιβακαΐνη	130 (78,8%)	52 (62,7%)	0,002
Ουροκαθετήρας	72 (12,2%)	8 (2,3%)	0,001
Αεροφόροι οδοί, διασωλήνωση	308 (53,1%)	220 (63,2%)	0,001
Monitoring, BIS	48 (8,1%)	16 (4,5%)	0,035
Θέση Ασθενή, Ύπτια	415 (70,1%)	300 (85,2%)	0,001
Θέση Ασθενή, Γυναικολογική	109 (18,4%)	32 (9,1%)	0,005
Τεχνική Αναισθησίας, Υπαραχνοειδής	212 (36,1%)	76 (21,8%)	0,002
Αιμοσφαιρίνη, g/dl	13,2±1,7	13,8±1,8	0,001
Αιματοκρίτης, %	39,2±4,9	40,2±4,6	0,003
Σάκχαρο, mg/dl	111,4±42,7	98,7±28,6	0,001

Μεταβλητή	Υποθερμία (N=592)	Νορμοθερμία (N=352)	P
Ουρία, mg/dl	39,5±23,1	32,4±19,2	0,001
Κρεατινίνη, mg/dl	1,4±3,9	0,8±0,4	0,014
INR	1,05±0,2	1,2±1,3	0,010
Αλλεργία	79 (15,2%)	24 (7,1%)	0,011
Διαστολική αρτηριακή πίεση εισαγωγής ΜΜΑΦ, mmHg	70,3±11,1	74,9±11,8	0,001
Σφίξεις εισαγωγής ΜΜΑΦ, bpm	72,9±13,6	79,3±16,2	0,001

Οι παράγοντες που εξετάστηκαν για το αν επηρεάζουν την εμφάνιση της υποθερμίας των ασθενών (υποθερμία έναντι νορμοθερμίας) κατά την εισαγωγή τους στη ΜΜΑΦ με την εφαρμογή λογαριθμιστικής παλινδρόμησης είναι οι εξής:

- Φύλο
- Ηλικία
- Βάρος
- Ύψος
- Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)
- ASA score
- Είδος χειρουργικής επέμβασης
- Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)
- Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά



- Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Σφίξεις διεγχειρητικά
- Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά
- Υποθερμία διεγχειρητικά
- Θερμοκρασία διεγχειρητικά
- Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)
- Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)
- Χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμιφαιντανύλη, συνδυασμός)
- Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών
- Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)
- Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)
- Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)
- Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)
- Κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Monitoring (βασικό, BIS)
- Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)
- Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)
- Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά
- Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά

- Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά
- Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά
- Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκιο (INR) προεγχειρητικά
- Ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)
- Συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Κορεσμός οξυγόνου κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ

Τα αποτελέσματα της μονομεταβλητής λογιστικής παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον πίνακα 14.

Πίνακας 14. Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση υποθερμίας στους ασθενείς κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ (μονομεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση)

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Φύλο	0,017	0,902	1,017	0,780-1,325
Ηλικία	-0,004	0,266	0,996	0,990-1,003
Βάρος	0,003	0,422	1,003	0,996-1,011
Ύψος	0,571	0,555	1,769	0,266-11,785
Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)	-0,010	0,919	0,990	0,815-1,203
ASA score	-0,028	0,833	0,972	0,750-1,261
Είδος χειρουργικής επέμβασης	0,067	0,022	1,069	1,010-1,132
Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, min	0,002	0,122	1,002	0,999-1,005
Μέγεθος χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)	0,086	0,309	1,090	0,923-1,287
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	-0,004	0,166	0,996	0,992-1,001
Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	0,002	0,577	1,002	0,996-1,008
Σφίξεις διεγχειρητικά	-0,001	0,708	0,999	0,991-1,006
Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά	0,011	0,403	1,011	0,986-1,036
Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)	-0,183	0,194	0,833	0,632-1,097
Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)	0,058	0,502	1,059	0,895-1,254
Χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμφαιντανύλη, συνδυασμός)	0,030	0,831	1,030	0,784-1,354
Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών	0,150	0,244	1,162	0,903-1,494

<b>Μεταβλητή</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95% ΔΕ του OR</b>
Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)	0,394	0,006	1,483	1,118-1,967
Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)	0,325	0,146	1,385	0,893-2,148
Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)	-0,439	0,002	0,644	0,488-0,852
Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)	-0,137	0,311	0,872	0,670-1,136
Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)	1,784	0,001	5,954	2,832-12,517
Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)	0,253	0,199	1,288	0,875-1,895
Κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)	-0,234	0,001	0,792	0,688-0,911
Monitoring (Βασικό, BIS)	-0,617	0,038	0,540	0,302-0,966
Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)	-0,323	0,001	0,724	0,635-0,826
Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχοειδής και επισκληρίδιος)	-0,380	0,002	0,684	0,539-0,868
Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά	0,172	0,001	1,188	1,093-1,291
Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά	0,046	0,003	1,047	1,016-1,079
Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά	0,004	0,185	1,002	1,000-1,004
Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,043	0,489	0,958	0,848-1,082
Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά	0,024	0,164	1,024	0,990-1,060
Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,011	0,001	0,989	0,984-0,994
Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,021	0,001	0,979	0,970-0,989
Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,936	0,001	0,392	0,227-0,676
Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά	-0,017	0,302	0,983	0,953-1,015

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά	0,005	0,740	1,005	0,976-1,035
Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά	0,303	0,076	1,354	0,969-1,892
Ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)	0,845	0,001	2,329	1,442-3,761
Συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,007	0,060	1,007	1,000-1,014
Διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,035	0,001	1,035	1,023-1,048
Σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,029	0,001	1,029	1,020-1,038
Κορεσμός οξυγόνου κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	-0,004	0,656	0,996	0,978-1,014

Η λογιστική παλινδρόμηση εφαρμόστηκε για να ελεγχθεί αν η υποθερμία που εμφανίζουν οι ασθενείς διεγχειρητικά σχετίζεται με τους προαναφερθέντες παράγοντες. Από τον πίνακα 14 φαίνεται πως η έκβαση στη μονομεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση σχετίζεται ( $P < 0,1$ ) με:

- Το είδος της χειρουργικής επέμβασης
- Τη χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)
- Τη χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)
- Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα
- Την κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Το Monitoring (Βασικό, BIS)

- Τη θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)
- Την τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)
- Τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά
- Τα επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά
- Τη συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Τη συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Τη συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Το Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά
- Την ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)
- Τη συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Τις σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ

Ακολούθως έγινε έλεγχος με την πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση. Οι παράγοντες που βρέθηκαν να έχουν στατιστική σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$ ) παρουσιάζονται στον πίνακα 15.

Πίνακας 15. Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση υποθερμίας στους ασθενείς κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ (πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση)

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Είδος χειρουργικής επέμβασης, γυναικολόγοι	1,156	0,014	2,141	1,976-2,771
Χορήγηση προνάρκωσης	4,479	0,005	3,012	2,447-3,317
Χορήγηση τοπικού αναισθητικού, ροπιβακαΐνη	-1,071	0,001	2,915	1,721-4,950
Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση, γυναικολογική	12,514	0,026	5,214	4,607-5,871
Τεχνική αναισθησίας, υπαραχνοειδής	2,002	0,003	1,497	1,332-1,646

Στην πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) με τους κάτωθι παράγοντες:

- Γυναικολογικές χειρουργικές επεμβάσεις. Οι ασθενείς που υπεβλήθησαν σε γυναικολογικές χειρουργικές επεμβάσεις είχαν 2,14 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ.
- Χορήγηση προνάρκωσης. Οι ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε προνάρκωση είχαν 3,01 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ.
- Χορήγηση τοπικού αναισθητικού. Οι ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε ροπιβακαΐνη ως τοπικό αναισθητικό είχαν 2,92 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ.
- Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση. Οι ασθενείς που είχαν τοποθετηθεί σε γυναικολογική θέση είχαν 5,2 φορές μικρότερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ.
- Τεχνική αναισθησίας. Οι ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε υπαραχνοειδή αναισθησία είχαν 1,49 φορές μικρότερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ.

Η εμφάνιση υποθερμίας κατά την είσοδο των ασθενών στη ΜΜΑΦ εμφάνισε αρνητική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τη γυναικολογική χειρουργική επέμβαση ( $r = -0,411$ ), θετική ασθενή προς μέτρια γραμμική συσχέτιση με την υπαραχνοειδή τεχνική αναισθησίας ( $r = 0,332$ ), θετική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τη χορήγηση ροπιβακαΐνης ως τοπικό αναισθητικό ( $r = 0,524$ ) και θετική ισχυρή γραμμική συσχέτιση με τη χορήγηση προνάρκωσης ( $r = 0,632$ ) και την τοποθέτηση του ασθενή σε γυναικολογική θέση κατά τη χειρουργική επέμβαση ( $r = 0,744$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων κατά Pearson παρουσιάζονται στον πίνακα 16.

Πίνακας 16. Συσχετίσεις μεταβλητών κατά Pearson, με εξαρτημένη μεταβλητή την υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ.

Μεταβλητή	Pearson	P	N
Είδος χειρουργικής επέμβασης, γυναικολόγοι	-0,411	0,022	944
Χορήγηση προνάρκωσης	0,632	0,006	944
Χορήγηση τοπικού αναισθητικού, ροπιβακαΐνη	0,524	0,002	304
Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση, γυναικολογική	0,744	0,001	944
Τεχνική αναισθησίας, υπαραχνοειδής	0,332	0,002	936

#### Υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ

Οι ασθενείς που είχαν υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ είχαν σημαντικά υψηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά ( $127,9 \pm 25,8$  έναντι  $122,1 \pm 27,2$  mmHg,  $p < 0,05$ ), χρησιμοποιήθηκε ως γενικό αναισθητικό η προποφόλη σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (40,5% έναντι 34,7%,  $p < 0,05$ ), χορηγήθηκε ροπιβακαΐνη ως τοπικό αναισθητικό σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (82,9% έναντι 64,9%,  $p < 0,05$ ), έφεραν ουροκαθετήρα και ρινογαστρικό σωλήνα σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (11,7% έναντι 4%,  $p < 0,05$  και 16,8% έναντι 11,1%,  $p < 0,05$ , αντίστοιχα), υπεβλήθησαν σε ραχιαία και επισκληρίδιο αναισθησία σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (47,4% έναντι 37,3%,  $p < 0,05$ ), είχαν τοποθετηθεί σε γυναικολογική θέση κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης σε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (17,7% έναντι 11,1%,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα σακχάρου ( $112,6 \pm 42,2$  έναντι  $98,9 \pm 31,5$  mg/dl,  $p < 0,05$ ), είχαν σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα ουρίας ( $39,1 \pm 21,5$  έναντι  $34,1 \pm 22,3$  mg/dl,  $p < 0,05$ ) και είχαν σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα κρεατινίνης ( $1,4 \pm 4,1$  έναντι  $0,9 \pm 0,6$  mg/dl,  $p < 0,05$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 17.

Οι ασθενείς που βρέθηκαν με υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ χορηγήθηκε σημαντικά λιγότερο μυοχάλαση (46,7% έναντι 57,6%,  $p < 0,05$ ), είχαν



σημαντικά μικρότερα επίπεδα αιμοσφαιρίνης ( $13,2\pm 1,8$  έναντι  $13,7\pm 1,7$  g/dl,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερα επίπεδα αιματοκρίτη ( $39,2\pm 4,9\%$  έναντι  $40\pm 4,6\%$ ,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερα επίπεδα INR ( $1,05\pm 0,2$  έναντι  $1,2\pm 1,2$ ,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ ( $70,8\pm 11,1$  έναντι  $73,7\pm 12,1$  mmHg,  $p<0,05$ ), είχαν σημαντικά μικρότερη συστολική αρτηριακή πίεση κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ ( $126,9\pm 20,2$  έναντι  $130,2\pm 19,4$  mmHg,  $p<0,05$ ) και είχαν σημαντικά λιγότερες σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ ( $72,8\pm 13,6$  έναντι  $78,8\pm 15,9$  bpm,  $p<0,05$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 17.

Πίνακας 17. Μονοπαραγοντική ανάλυση μεταβλητών με εξαρτημένη μεταβλητή την υποθερμία κατά την έξοδο των ασθενών από τη ΜΜΑΦ.

Μεταβλητή	Υποθερμία (N=548)	Νορμοθερμία (N=396)	P
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά, mmHg	127,9±25,8	122,1±27,2	0,001
Γενικό αναισθητικό, Προποφόλη	136 (40,5%)	104 (34,7%)	0,013
Τοπικό αναισθητικό, Ροπιβακαΐνη	160 (82,9%)	72 (64,9%)	0,001
Μυοχάλαση	256 (46,7%)	228 (57,6%)	0,001
Ουροκαθετήρας	64 (11,7%)	16 (4%)	0,001
Ρινογαστρικός σωλήνας	92 (16,8%)	44 (11,1%)	0,014
Αεροφόροι οδοί, ραχιαία και επισκληρίδιος	252 (47,4%)	148 (37,3%)	0,002
Θέση Ασθενή, Γυναικολογική	97 (17,7%)	44 (11,1%)	0,001

Τεχνική Αναισθησίας, ολική	340 (63%)	308 (77,8%)	0,001
<b>Μεταβλητή</b>	<b>Υποθερμία (N=548)</b>	<b>Νορμοθερμία (N=396)</b>	<b>P</b>
Αιμοσφαιρίνη, g/dl	13,2±1,8	13,7±1,7	0,001
Αιματοκρίτης, %	39,2±4,9	40±4,6	0,024
Σάκχαρο, mg/dl	112,6±42,2	98,9±31,5	0,001
Ουρία, mg/dl	39,1±21,5	34,1±22,3	0,001
Κρεατινίνη, mg/dl	1,4±4,1	0,9±0,6	0,014
INR	1,05±0,2	1,2±1,2	0,023
Διαστολική αρτηριακή πίεση εισαγωγής ΜΜΑΦ, mmHg	70,8±11,1	73,7±12,1	0,001
Συστολική αρτηριακή πίεση εισαγωγής ΜΜΑΦ, mmHg	126,9±20,2	130,2±19,4	0,02
Σφίξεις εισαγωγής ΜΜΑΦ, bpm	72,8±13,6	78,8±15,9	0,001

Οι παράγοντες που εξετάστηκαν για το αν επηρεάζουν την εμφάνιση της υποθερμίας των ασθενών (υποθερμία έναντι νορμοθερμίας) κατά την έξοδό τους από τη ΜΜΑΦ με την εφαρμογή λογαριθμιστικής παλινδρόμησης είναι οι εξής:

- Φύλο
- Ηλικία
- Βάρος
- Ύψος

- Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)
- ASA score
- Είδος χειρουργικής επέμβασης
- Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)
- Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Σφίξεις διεγχειρητικά
- Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά
- Υποθερμία διεγχειρητικά
- Θερμοκρασία διεγχειρητικά
- Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)
- Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)
- Χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμιφαιντανύλη, συνδυασμός)
- Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών
- Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)
- Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)
- Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)
- Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)
- Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)
- Κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Monitoring (βασικό, BIS)

- Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)
- Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)
- Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά
- Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά
- Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά
- Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά
- Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά
- Ύπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)
- Συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Κορεσμός οξυγόνου κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ
- Θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ

Τα αποτελέσματα της μονομεταβλητής λογιστικής παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον πίνακα 18.

Πίνακας 18. Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση υποθερμίας στους ασθενείς κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ (μονομεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση)

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Φύλο	-0,179	0,176	0,836	0,644-1,084
Ηλικία	0,000	0,908	1,000	0,993-1,006
Βάρος	0,001	0,813	1,001	0,994-1,008
Ύψος	1,262	0,187	3,531	0,542-23,022
Δείκτης μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)	-0,028	0,083	0,973	0,943-1,004
ASA score	-0,089	0,493	0,915	0,709-1,180
Είδος χειρουργικής επέμβασης	0,031	0,274	1,072	0,976-1,091
Διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, min	0,002	0,094	1,002	1,000-1,005
Μέγεθος χειρουργικής επέμβασης (0-60, 61-120, 121-180 και 181-240 min)	0,099	0,232	1,104	0,938-1,300
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	-0,008	0,001	0,992	0,987-0,997
Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	0,004	0,224	1,004	0,998-1,010
Σφίξεις διεγχειρητικά	0,007	0,057	1,007	1,000-1,014
Κορεσμός οξυγόνου διεγχειρητικά	0,009	0,459	1,009	0,985-1,034
Θερμοκρασία διεγχειρητικά	-0,058	0,705	0,943	0,697-1,276

<b>Μεταβλητή</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95% ΔΕ του OR</b>
Υποθερμία διεγχειρητικά	0,017	0,902	1,017	0,781-1,324
Είδος αναισθητικού (εισπνεόμενο, ενδοφλέβιο, συνδυασμός)	0,184	0,188	1,203	0,914-1,582
Γενικό αναισθητικό (δεσοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, προποφόλη, συνδυασμός)	0,211	0,014	1,236	1,044-1,462
Χορήγηση οπιοειδών (φαιντανύλη, ρεμιφαιντανύλη, συνδυασμός)	-0,118	0,391	0,889	0,679-1,163
Αριθμός χορηγούμενων οπιοειδών	0,130	0,301	1,139	0,890-1,458
Χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)	0,267	0,056	1,306	0,993-1,717
Χορήγηση δεσμευτικού μυοχαλαρωτικών (Ναι, Όχι)	-0,192	0,357	0,825	0,548-1,242
Χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)	-0,454	0,001	0,635	0,484-0,833
Χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)	-0,437	0,001	0,646	0,498-0,838
Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα (Ναι, Όχι)	1,144	0,001	3,140	1,787-5,520
Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό καθετήρα (Ναι, Όχι)	0,479	0,015	1,614	1,098-2,373
Κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)	-0,220	0,002	0,802	0,700-0,920
Monitoring (Βασικό, BIS)	-0,495	0,075	0,609	0,353-1,051

<b>Μεταβλητή</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95% ΔΕ του OR</b>
Θέση ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendeleburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)	-0,204	0,001	0,815	0,724-0,918
Τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)	-0,491	0,001	0,612	0,484-0,774
Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά	0,146	0,001	1,157	1,070-1,252
Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά	0,033	0,024	1,033	1,004-1,064
Αριθμός αιμοπεταλίων προεγχειρητικά	0,112	0,789	1,001	1,000-1,002
Συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,057	0,389	0,945	0,830-1,075
Συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα προεγχειρητικά	0,029	0,104	1,030	0,994-1,067
Συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,011	0,001	0,989	0,984-0,993
Συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,012	0,001	0,988	0,980-0,995
Συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά	-0,382	0,010	0,682	0,510-0,913
Χρόνος προθρομβίνης (PT) προεγχειρητικά	-0,022	0,239	0,978	0,942-1,015
Χρόνος ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) προεγχειρητικά	0,002	0,901	1,002	0,974-1,030
Διεθνές Κανονικοποιημένο Πηλίκο (INR) προεγχειρητικά	0,295	0,106	1,343	0,939-1,919

Υπαρξη αλλεργίας (Ναι, Όχι)	0,405	0,065	1,500	0,976-2,305
<b>Μεταβλητή</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95% ΔΕ του OR</b>
Συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,008	0,020	1,008	1,001-1,015
Διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,022	0,001	1,022	1,010-1,034
Σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,028	0,001	1,028	1,019-1,037
Κορεσμός οξυγόνου κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	-0,004	0,692	0,996	0,979-1,014
Υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ	3,539	0,001	34,420	23,610-50,180
Θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ	8,346	0,001	4212,886	1442,720-12302,045

Η λογιστική παλινδρόμηση εφαρμόστηκε για να ελεγχθεί αν η υποθερμία που εμφανίζουν οι ασθενείς κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ σχετίζεται με τους προαναφερθέντες παράγοντες. Από τον πίνακα 18 φαίνεται πως η υποθερμία στη μονομεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση σχετίζεται ( $P < 0,1$ ) με:

- Το δείκτη μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)
- Τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, min
- Τη συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά
- Τις σφίξεις διεγχειρητικά
- Το γενικό αναισθητικό
- Τη χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)
- Τη χορήγηση τοπικού αναισθητικού (βουπιβακαΐνη, λεβοβουπιβακαΐνη, λιδοκαΐνη και ροπιβακαΐνη)
- Τη χορήγηση μυοχάλασης (Ναι, Όχι)



- Να φέρει ο ασθενής ουροκαθετήρα
- Να φέρει ο ασθενής ρινογαστρικό σωλήνα
- Την κατάσταση αεροφόρων οδών (διασωλήνωση, λαρυγγική μάσκα, προσωπίδα οξυγόνου)
- Το Monitoring (Βασικό, BIS)
- Τη θέση του ασθενή κατά τη χειρουργική επέμβαση (ύπτια, trendelenburg, γυναικολογική, πλάγια και πρηνής)
- Την τεχνική αναισθησίας (ολική, υπαραχνοειδής και επισκληρίδιος)
- Τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά
- Τα επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά
- Τη συγκέντρωση σακχάρου στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Τη συγκέντρωση ουρίας στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Τη συγκέντρωση κρεατινίνης στο πλάσμα προεγχειρητικά
- Τη συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Τις σφίξεις κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ
- Την υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ
- Τη θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ

Ακολούθως έγινε έλεγχος με την πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση. Οι παράγοντες που βρέθηκαν να έχουν στατιστική σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$ ) παρουσιάζονται στον πίνακα 19.

Πίνακας 19. Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση υποθερμίας στους ασθενείς κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ (πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση)

Μεταβλητή	B	P	OR	95% ΔΕ του OR
Το δείκτη μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)	-0,015	0,031	1,071	1,014-1,095
Τη χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)	0,189	0,015	2,102	1,987-2,212
Την κατάσταση αεροφόρων οδών, διασωλήνωση	-0,242	0,001	1,368	1,259-1,433
Τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά	0,146	0,018	1,124	1,048-1,201
Τα επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά	0,033	0,004	1,019	1,010-1,031
Τη συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,012	0,020	1,009	1,002-1,016
Τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,031	0,001	1,020	1,011-1,031
Την υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ	3,314	0,001	31,128	22,442-38,114
Τη θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ	-2,146	0,001	389,74	341,41-441,12

Στην πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) με τους κάτωθι παράγοντες:

- Δείκτη μάζας σώματος. Οι παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι ασθενείς είχαν 1,07 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ.
- Χορήγηση προνάρκωσης. Οι ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε προνάρκωση είχαν 2,1 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ.
- Κατάσταση αεροφόρων οδών, διασωλήνωση. Οι ασθενείς που παρέμειναν διασωληνωμένοι στη ΜΜΑΦ είχαν 1,37 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ.

- Επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά. Αύξηση κατά 1 μονάδα της αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά από το μέσο όρο του δείγματος (13,4 mg/dl), αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ κατά 1,12 φορές.
- Επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά. Αύξηση κατά 1 μονάδα του αιματοκρίτη προεγχειρητικά από το μέσο όρο του δείγματος (39,6 mg/dl), αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ κατά 1,02 φορές.
- Συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ. Αύξηση κατά 1 μονάδα της συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ από το μέσο όρο του δείγματος (128 mmHg), αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ κατά 1,01 φορές.
- Διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ. Αύξηση κατά 1 μονάδα της διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ από το μέσο όρο του δείγματος (72 mmHg), αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ κατά 1,02 φορές.
- Υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ. Οι ασθενείς που είχαν υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ είχαν 31,13 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ.
- Θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ. Μείωση κατά 1 μονάδα της θερμοκρασίας του ασθενή κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ, αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης υποθερμίας κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ κατά 389,7 φορές.

Η εμφάνιση υποθερμίας κατά την έξοδο των ασθενών από τη ΜΜΑΦ εμφάνισε αρνητική ασθενή γραμμική συσχέτιση με τους διασωληνωμένους ασθενείς ( $r=-0,341$ ), αρνητική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τους παχύσαρκους και παθολογικά παχύσαρκους ασθενείς ( $r=-0,411$ ), θετική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τη χορήγηση προνάρκωσης ( $r=0,456$ ), θετική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά ( $r=0,437$ ), θετική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τα επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά ( $r=0,432$ ), θετική μέτρια γραμμική συσχέτιση με τη συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ ( $r=0,445$ ), θετική μέτρια

γραμμική συσχέτιση με τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ ( $r=0,422$ ), θετική ισχυρή γραμμική συσχέτιση με την εμφάνιση υποθερμίας κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ ( $r=0,694$ ) και θετική ισχυρή γραμμική συσχέτιση με τη θερμοκρασία των ασθενών κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ ( $r=0,629$ ). Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων κατά Pearson παρουσιάζονται στον πίνακα 20.

Πίνακας 20. Συσχετίσεις μεταβλητών κατά Pearson, με εξαρτημένη μεταβλητή την υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ.

Μεταβλητή	Pearson	P	N
Το δείκτη μάζας σώματος (παχύσαρκοι και παθολογικά παχύσαρκοι)	-0,411	0,012	564
Τη χορήγηση προνάρκωσης (Ναι, Όχι)	0,456	0,016	944
Την κατάσταση αεροφόρων οδών, διασωλήνωση	-0,341	0,002	928
Τα επίπεδα αιμοσφαιρίνης προεγχειρητικά	0,437	0,001	864
Τα επίπεδα αιματοκρίτη προεγχειρητικά	0,432	0,024	860
Τη συστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,445	0,020	880
Τη διαστολική αρτηριακή πίεση κατά την εισαγωγή στη ΜΜΑΦ	0,422	0,033	880
Την υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ	0,694	0,001	944
Τη θερμοκρασία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ	0,629	0,001	944

## 5. Συζήτηση

### 5.1. Επίπτωση υποθερμίας διεγχειρητικά

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 944 ασθενείς οι οποίοι υπεβλήθησαν σε χειρουργική επέμβαση. Το δείγμα παρουσίαζε ομοιομορφία ως προς το φύλο και την ηλικία. Οι μισές χειρουργικές επεμβάσεις ήταν γενικής χειρουργικής, ακολουθούμενες από ορθοπεδικές. Η μέση διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων ήταν  $107,5 \pm 51,4$  min, με τις περισσότερες να είναι μέσης διάρκειας (61-120 min). Η κύρια χειρουργική θέση στην οποία τοποθετήθηκαν οι ασθενείς ήταν η ύπτια. Η πλειοψηφία των χειρουργικών επεμβάσεων έγινε με ολική αναισθησία. Πλέον των μισών ασθενών εισήχθησαν στην αναισθησία με συνδυασμό εισπνεόμενων και ενδοφλέβιων φαρμάκων, ενώ σχεδόν στο σύνολο των ασθενών χορηγήθηκαν οπιοειδή.

Χρησιμοποιήθηκε το σύστημα ταξινόμησης ασθενών σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρεία Αναισθησιολόγων (ASA). Οι μισοί περίπου ασθενείς είχαν βαθμολογία ASA I και οι υπόλοιποι είχαν ASA II. Η ταξινόμηση ASA αξιολογεί τη σοβαρότητα των συστηματικών ασθενειών, τις φυσιολογικές δυσλειτουργίες και ανατομικές ανωμαλίες. Δε σχετίζεται άμεσα με τη θερμοκρασία του σώματος, αλλά σχετίζεται με τις διαταραχές που έχει ο ασθενής, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να αυξήσουν ή να μειώσουν τη θερμοκρασία του σώματός του (Biazotto et al., 2006, Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007).

Η υποθερμία είναι ένα φαινόμενο το οποίο μπορεί να προκληθεί από απώλεια θερμότητας λόγω παρατεταμένης έκθεσης σε ψυχρό περιβάλλον, διαταραχών μηχανισμού θερμορύθμισης, αγγειοδιαστολής και απώλειας μυϊκού τόνου ως αποτέλεσμα χορήγησης αναισθητικών ή τοπικής αναισθησίας (Kiakkas et al., 2005, Crowley & Buggy, 2008). Η φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος κυμαίνεται από  $36,5$  °C έως  $37,5$  °C (Buggy & Grossley, 2000). Η μείωση της θερμοκρασίας του σώματος και συνεπώς το ρίγος οδηγούν σε αύξηση του καρδιακού ρυθμού και απελευθέρωση κατεχολαμίνης, αγγειοσυστολή, χαμηλότερη κυκλοφορία και μεταβολική οξέωση (Rostami et al., 2004, Sessler & Kurz, 2007, Miller et al., 2010).

Η διεγχειρητική υποθερμία, που ορίζεται ως θερμοκρασία πυρήνα μικρότερη από 36 °C κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, είναι συνηθισμένη επιπλοκή μεταξύ των χειρουργικών ασθενών (Sessler, 1997). Η επίπτωση της υποθερμίας διεγχειρητικά έχει αναφερθεί από 4% και 72% (Burns et al., 2010) και μέχρι 90% σε μερικές μελέτες (Tarpen & Andre, 1996, Burger & Fitzpatrick, 2009). Στην παρούσα μελέτη, υποθερμία κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης βρέθηκε ότι ανέπτυξε το 59,6% των ασθενών.

Σε μία διεθνή μελέτη που διεξήχθη στην Κίνα από τους Yi et al. (2017) συμμετείχαν 3132 ασθενείς από 28 νοσοκομεία. Οι ασθενείς έλαβαν είτε μόνο γενική αναισθησία ή γενική αναισθησία σε συνδυασμό με τοπική αναισθησία, ανάλογα με την προτίμηση κάθε νοσοκομείου. Τα σχήματα γενικής αναισθησίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κυρίως προποφόλη (2 - 2,5 mg / kg), φεντανύλη (2 - 4 μg / kg) και ροκουρόνιο (0,8 - 1 mg / kg) για εισαγωγή και σεβοφλουράνιο (1,5 - 2%) αναμεμειγμένο με O<sub>2</sub> / N<sub>2</sub>O (50% / 50%) για συντήρηση. Η ροπιβακαΐνη ή η λιδοκαΐνη χρησιμοποιήθηκαν για την περιφερειακή αναισθησία. Ο μέσος όρος ηλικίας των ασθενών ήταν 53,51 - 13,80 έτη με ΔΜΣ 23,60 - 3,60 kg/m<sup>2</sup>. Η πλειοψηφία των ατόμων ήταν είτε κατηγορία ASA I (10,70%) ή ASA II (77,62%). Οι περισσότερες χειρουργικές επεμβάσεις ήταν γενικές (28,34%) και γυναικολογικές (17,12%). Η συνολική επίπτωση της διεγχειρητικής υποθερμίας ήταν 44,3%.

Η επίπτωση της διεγχειρητικής υποθερμίας σε ασθενείς που υπεβλήθησαν σε ολική αρθροπλαστική ήταν 37%. Συγκεκριμένα, η διεγχειρητική υποθερμία στην ολική αρθροπλαστική ισχίου ήταν 43,9% και στην ολική αρθροπλαστική γόνατος 32,6% (Frisch et al., 2016). Στη μελέτη των Leijtens et al. (2013) βρέθηκε ότι η επίπτωση της διεγχειρητικής υποθερμίας σε ασθενείς που υπεβλήθησαν σε ολική αρθροπλαστική ισχίου και γόνατος ήταν 26,3% και 28% αντίστοιχα. Τα ποσοστά εμφάνισης υποθερμίας που αναφέρθηκαν στη βιβλιογραφία είναι σημαντικά μικρότερα σε σχέση με το 85% που βρέθηκε σε αυτή τη μελέτη. Η μεγάλη αυτή διαφορά πιθανό να οφείλεται στην πολιτική που ακολουθεί το υπό μελέτη νοσοκομείο. Όλες οι χειρουργικές ορθοπεδικές επεμβάσεις στο υπό μελέτη χειρουργείο, γίνονται με θερμοκρασίες χειρουργικής αίθουσας περίπου 18°C,

θερμοκρασία η οποία είναι πολύ χαμηλή και εκθέτει τους ασθενείς σε πολύ ψυχρό περιβάλλον.

Η συχνότητα εμφάνισης της υποθερμίας ποικίλλει ευρέως, πιθανώς εν μέρει λόγω των διαφορών στους ορισμούς και τους χρόνους καταγραφής της υποθερμίας, που μπορεί να ξεκινήσει από τη χειρουργική αίθουσα (Long et al., 2013) μέχρι και μετεγχειρητικά στην είσοδο της ΜΜΑΦ ή στη ΜΕΘ (Forbes et al., 2008, Karalapillai et al., 2009). Προκειμένου να αποφευχθεί η υποεκτίμηση της επίπτωσης της υποθερμίας, στην παρούσα μελέτη η μέτρηση της θερμοκρασίας έγινε στο μέσο της χειρουργικής επέμβασης, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του υπεύθυνου χειρουργού (Forbes et al., 2008, Forbes et al., 2009). Η επίπτωση της υποθερμίας σε μεγάλες κοιλιακές επεμβάσεις σε δύο μελέτες βρέθηκε 65% έως 74% (Jeyadoss et al., 2013, Mehta & Barclay, 2013). Στη μελέτη των Horn et al. (2016) το 72% των ασθενών που υπεβλήθησαν σε χειρουργική επέμβαση ανοικτής κοιλίας εμφάνισαν υποθερμία διεγχειρητικά. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στην πολυπλοκότητα των χειρουργικών επεμβάσεων και στη διάρκεια της αναισθησίας.

Οι Aksu et al. (2014) στη μελέτη τους βρήκαν ότι η επίπτωση της υποθερμίας σε 564 ασθενείς που υπεβλήθησαν σε χειρουργική επέμβαση ήταν 45,7%. Μία μελέτη που διεξήχθη σε ένα νοσοκομείο στην πόλη του Santos, με στόχο την επισήμανση των νοσηλευτικών διαγνώσεων κατά την ανάρρωση των ασθενών από την αναισθησία, έδειξαν ότι το 80% των ασθενών εμφάνισαν υποθερμία, με τις θερμοκρασίες να κυμαίνονται μεταξύ 35 °C και 35,5 °C (De Mattia et al., 2010).

Σε προγραμματισμένες χειρουργικές επεμβάσεις σε 493 ασθενείς, βρέθηκε ότι το 21,3% εμφάνισε διεγχειρητική υποθερμία (Wetz et al., 2016), ενώ σε άλλη μελέτη το ποσοστό υποθερμίας ήταν 39,1% (Menzel et al., 2016). Οι Yang et al. (2015) έδειξαν σε 1840 ασθενείς ότι ο επιπολασμός της υποθερμίας υπό γενική αναισθησία ήταν 25,7%.

Οι Petsas et al. (2009) σε 226 καισαρικές τομές βρήκαν ότι η μέση θερμοκρασία διεγχειρητικά ήταν 36 °C και ότι οι μισοί από όλους τους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε καισαρική τομή είχαν χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή που συνιστάται από τις κατευθυντήριες οδηγίες του Εθνικού Ινστιτούτου Κλινικής

Αριστείας. Η συχνότητα εμφάνισης περιεγχειρητικής υποθερμίας μεταξύ των γυναικών οι οποίες υποβάλλονται σε καισαρική τομή υπό νωτιαία αναισθησία εκτιμάται ότι είναι μεταξύ 32% (Hess et al., 2005) και 80% (Chakladar et al., 2011). Επιπλέον, η περιεγχειρητική υποθερμία φαίνεται να επιδεινώνεται με την έγχυση μορφίνης ενδορραχιαία (Hess et al., 2005, Hui et al., 2006, Halloran, 2009, Cobb et al., 2016). Στην παρούσα μελέτη η διεγχειρητική υποθερμία των γυναικών που υπεβλήθησαν σε καισαρική τομή ήταν 49,1%.

## **5.2. Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά**

Οι παράγοντες που προκαλούν υποθερμία τόσο διεγχειρητικά όσο και κατά την άμεση μετεγχειρητική περίοδο πρέπει να διερευνηθούν, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί αυτή η επιπλοκή και κατά συνέπεια να βελτιωθεί η ποιότητας της νοσηλευτικής περίθαλψης. Ακόμη και οι υγιείς ασθενείς παρουσιάζουν μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα κατά 0,5-1,5 °C την πρώτη ώρα της χειρουργικής επέμβασης (Matsukawa et al., 1995). Επομένως, ο στόχος αυτής της μελέτης είναι να διερευνήσει τους παράγοντες που προκαλούν υποθερμία στους ασθενείς ενώ βρίσκονται στη χειρουργική αίθουσα και στη ΜΜΑΦ κατά την περίοδο ανάρρωσης από την αναισθησία.

Στην παρούσα μελέτη, οι παράγοντες που βρέθηκαν υπεύθυνοι για την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά ήταν η μεγάλη ηλικία, το αυξημένο βάρος, ο μεγάλος ΔΜΣ, η μεγάλη βαθμολογία κατά ASA, οι ορθοπεδικές και ουρολογικές χειρουργικές επεμβάσεις, η αυξημένη συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά, η χορήγηση μεγάλου αριθμού οπιοειδών και μυοχάλασης, η διασωλήνωση και η ολική αναισθησία. Επίσης, παράγοντες εμφάνισης διεγχειρητικής υποθερμίας ήταν η μεγάλη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, οι λιγότερες σφίξεις διεγχειρητικά και η χρήση του δεσοφλουρανίου ως γενικό αναισθητικό.

Η μη αποτρέψιμη απώλεια θερμότητας παρά τις απαραίτητες προφυλάξεις είναι μια συχνή κατάσταση που συναντάται σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αναισθησία, ανεξάρτητα από τον τύπο της αναισθησίας (Doufas, 2003). Στη



βιβλιογραφία, και σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, έχουν αναφερθεί πολλοί παράγοντες κινδύνου ανάπτυξης διεγχειρητικής υποθερμίας, συμπεριλαμβανομένης της γήρανσης, του γυναικείου φύλου, του βάθους της αναισθησίας, του είδους της χειρουργικής επέμβασης, της διάρκειας της αναισθησίας, της θερμοκρασίας του χειρουργείου, του χαμηλού βάρους του ασθενούς και του ιστορικού των χρόνιων παθήσεων και της χορήγηση κρύων υγρών (Kiakkas et al., 2005, Crowley & Buggy, 2008).

Αν και το φύλο δεν φαίνεται να αποτελεί παράγοντα κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά, βρέθηκαν δύο μελέτες στη βιβλιογραφία, μία που αφορούσε ορθοπεδικούς ασθενείς (Frisch et al., 2016) και μία σε διάφορα είδη χειρουργικών επεμβάσεων (Sessler, 2008), σύμφωνα με τις οποίες οι γυναίκες ήταν περισσότερο πιθανό να εμφανίσουν υποθερμία. Στις υπόλοιπες μελέτες δεν γίνεται αναφορά στο φύλο των ασθενών, παρά μόνο στα δημογραφικά στοιχεία, πιθανόν επειδή όπως και στην παρούσα μελέτη, δεν βρέθηκε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στην εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά.

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, οι μεγαλύτερης ηλικίας ασθενείς έχουν φυσιολογική προδιάθεση για υποθερμία (Frank et al., 1992, Bush et al., 1995, Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007, AORN, 2007, Mendoza & Peniche, 2008, Poveda et al., 2009, Hooper et al., 2010, Mehta & Barclay, 2013, Yang et al., 2015).

Στους ηλικιωμένους, η μειωμένη απελευθέρωση νορεπινεφρίνης και η μειωμένη απόκριση των α-αδρενεργικών υποδοχέων μειώνει την αγγειοκινητική απόκριση στο κρύο. Επιπλέον, η απώλεια της άλιπης σωματικής μάζας λόγω της γήρανσης μειώνει το ρίγος και, συνεπώς, τη μεταβολική παραγωγή θερμότητας (Frank et al., 2000). Στην πραγματικότητα, η προχωρημένη ηλικία είναι ο σημαντικότερος προγνωστικός παράγοντας της υποθερμίας του πυρήνα κατά τη διάρκεια της περιοχικής αναισθησίας (Frank et al., 2000). Άλλωστε το όριο ρίγους στα άτομα ηλικίας 60-80 ετών είναι 0,8 °C μικρότερο σε σχέση με τα άτομα ηλικίας 30-50 ετών (35.0 °C έναντι 35.8 °C) (Ozaki et al., 1997).

Η περιοχική αναισθησία παρεμποδίζει σημαντικά τη ρύθμιση της θερμοκρασίας αναστέλλοντας τις αγγειοκινητικές αποκρίσεις, το ρίγος (Ozaki et al., 1994) και την ανακατανομή της θερμότητας του σώματος (Matsukawa et al., 1995) και προδιαθέτει τους ασθενείς σε διεγχειρητική υποθερμία. Επειδή οι ηλικιωμένοι ασθενείς έχουν μειωμένο όριο ρίγους (Vassilieff et al., 1995) βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο υποθερμίας (Frank et al., 2000) που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές κλινικές επιπλοκές όπως, ισχαιμία μυοκαρδίου (Frank et al., 1993), απώλεια αίματος (Schmied et al., 1996) και λοίμωξη στη χειρουργική τομή (Kurz et al., 1996). Έτσι, είναι σημαντικό να παρακολουθείται και να ελέγχεται η θερμοκρασία του σώματος και να προλαμβάνεται η υποθερμία σε ηλικιωμένους ασθενείς με περιοχική αναισθησία.

Οι Yi et al. (2017) σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης βρήκαν ότι ο αυξημένος δείκτης μάζας σώματος είναι προδιαθεσικός παράγοντας εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά.

Τα παχύσαρκα άτομα έχουν σωματικό λίπος με χαμηλή θερμική αγωγιμότητα που μειώνει τις απώλειες θερμότητας από το δέρμα μειώνοντας την πιθανότητα υποθερμίας (Kasai et al., 2003). Έχουν υψηλότερα επίπεδα λεπτίνης, αλλά έχουν μεγαλύτερες περιφερειακές αντιστάσεις στη δράση αυτής της πρωτεΐνης (Steiner & Romanovsky, 2007). Η λεπτίνη εκκρίνεται από λιποκύτταρα και έχει διάφορους φυσιολογικούς ρόλους που περιλαμβάνουν την αύξηση της δραστηριότητας του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, το οποίο υποκινεί την κατανάλωση ενέργειας στον καφέ λιποειδή ιστό και αυξάνει το ρυθμό του μεταβολισμού και, ως εκ τούτου, τη θερμότητα του σώματος (Enfiorì et al., 2011). Έτσι, οι παχύσαρκοι ασθενείς παρουσιάζουν λιγότερη ανακατανομή θερμότητας από τον πυρήνα στον περιφερειακό ιστό μετά από την εισαγωγή στην αναισθησία (Kurz et al., 1995). Η μείωση της διεγχειρητικής θερμοκρασίας του πυρήνα στους βαθμούς 2 και 3 παχύσαρκων ασθενών είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τον ΔΜΣ (Kurz et al., 1995) και στην παρούσα μελέτη υπήρξε θετική συσχέτιση μεταξύ ΔΜΣ και θερμοκρασίας του πυρήνα. Μια προηγούμενη μελέτη συνέκρινε τις αλλαγές στη θερμοκρασία του πυρήνα κατά τη διάρκεια της λαπαροσκοπικής και ανοικτής χειρουργικής επέμβασης όταν χρησιμοποιήθηκε θερμαινόμενη κουβέρτα σε παχύσαρκους ασθενείς βαθμού 3

(Nguyen et al., 2001). Οι συγγραφείς παρατήρησαν ότι οι τιμές της θερμοκρασίας διεγχειρητικά αυξήθηκαν σημαντικά και στις δύο ομάδες σε σχέση με τις αρχικές τιμές (μετά από την εισαγωγή στην αναισθησία). Ωστόσο, σε αυτή τη μελέτη, οι συγγραφείς βρήκαν ότι η διεγχειρητική υποθερμία ήταν συνηθισμένη και στις δύο ομάδες με ποσοστό περίπου 40%.

Ασθενείς με ASA III και IV έχει αναφερθεί ότι έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης υποθερμίας (Kongsayreerong et al., 2003). Αν και οι περισσότερες μελέτες κατέτασσαν τους ασθενείς με το σύστημα ASA ή επέλεγαν τους ασθενείς σύμφωνα με αυτό, δεν γινόταν περαιτέρω αναφορά για τη σχέση τους με την υποθερμία, με εξαίρεση την προαναφερθείσα μελέτη. Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι οι ασθενείς που εμφάνισαν υποθερμία διεγχειρητικά είχαν αυξημένη βαθμολογία κατά ASA. Δεν υπάρχουν, όμως δυνατά στοιχεία για τις κατηγορίες 3 ή 4, επειδή οι ασθενείς που συμμετείχαν στη μελέτη και είχαν βαθμολογία κατά ASA 3 ή 4 αποτελούσε μόνο το 4,3% του δείγματος.

Είναι γνωστό ότι η απώλεια θερμότητας είναι υψηλότερη και η υποθερμία είναι συχνότερη σε μακροχρόνιες χειρουργικές επεμβάσεις (Bush et al., 1995, Schmied et al., 1996). Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος της χειρουργικής επέμβασης, τόσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία του σώματος του ασθενή (Poveda et al., 2009). Μια μελέτη που διεξήχθη σε ένα νοσοκομείο στο Σάο Πάολο, με στόχο τον εντοπισμό των παραγόντων που σχετίζονται με την ανάπτυξη της διεγχειρητικής υποθερμίας έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του σώματος και της διάρκειας της χειρουργικής επέμβασης (Poveda et al., 2009, Hooper et al., 2010).

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία (Bush et al., 1995, Schmied et al., 1996, Poveda et al., 2009, Hooper et al., 2010, Aksu et al., 2014, Yang et al., 2015, Yi et al., 2017), έτσι και στην παρούσα μελέτη η αυξημένη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης σχετίστηκε με αυξημένα ποσοστά υποθερμίας διεγχειρητικά.

Ένας παράγοντας που βρέθηκε να παίζει σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση διεγχειρητικής υποθερμίας ήταν το είδος της αναισθησίας που γινόταν στους

ασθενείς. Συγκεκριμένα, οι ασθενείς που υποβάλλονταν σε γενική αναισθησία, έναντι της περιοχικής, είχαν αυξημένα ποσοστά υποθερμίας διεγχειρητικά. Ο θερμορυθμιστικός έλεγχος είναι ένα πολύπλοκο σύστημα που ρυθμίζεται τόσο από το κεντρικό όσο και από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Η χρήση της γενικής αναισθησίας έχει ενοχοποιηθεί για διεγχειρητική υποθερμία (2008). Ο Sessler (2008) περιγράφει τα αποτελέσματα της γενικής αναισθησίας ως εξασθένηση του κεντρικού συστήματος θερμορυθμιστικού ελέγχου, αγγειοσυστολή και ρίγος. Επιπλέον, οι θερμορυθμιστικές άμυνες είναι σχετικά μειωμένες στους ηλικιωμένους ασθενείς, οι οποίοι είναι πιο πιθανό να υποβληθούν σε πλήρη αρθροπλαστική αρθρώσεων. Έτσι, η χρήση γενικής αναισθησίας σε ηλικιωμένους ασθενείς ενέχει αυξημένο κίνδυνο διεγχειρητικής υποθερμίας.

Έτσι, η απώλεια θερμότητας είναι συνηθισμένη σε όλους τους ασθενείς κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας, δεδομένου ότι τα αναισθητικά αλλάζουν το κέντρο της θερμορύθμισης του υποθαλάμου, αναστέλλουν το ρίγος και προκαλούν περιφερική αγγειοδιαστολή. Κατά τη διάρκεια της αναισθησίας αναστέλλεται το αντανακλαστικό της θερμικής ρύθμισης. Κατά τη φάση ανάρρωσης από την αναισθησία, η αναστολή εξαφανίζεται και αρχίζει το ρίγος όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από το όριο της θερμικής ρύθμισης (Mauro & Cardoso, 2006).

Η περιοχική αναισθησία προκαλεί μικρότερη βλάβη του κεντρικού θερμορυθμιστή, αλλά επηρεάζει την αυτόνομη θερμορύθμιση (Sessler, 2008). Έτσι, παρόλο που οι ασθενείς που υφίστανται περιοχική αναισθησία φαίνεται να παρουσιάζουν υποθερμία λιγότερο συχνά, δεν είναι «άνοσοι» στη διεγχειρητική υποθερμία και χρήζουν εντατικής παρακολούθησης της θερμοκρασίας τους. Η επιλογή της μεθόδου αναισθησίας φαίνεται να είναι ένας τροποποιήσιμος παράγοντας κινδύνου της διεγχειρητικής υποθερμίας σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αρθροπλαστική και ενδεχομένως μπορεί να αποφευχθεί, μιας και η περιοχική αναισθησία είναι εξίσου αποτελεσματική και επαρκής με την ολική για τις περισσότερες ορθοπεδικές χειρουργικές επεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένων των αρθροπλαστικών (Hu et al., 2009).

Η διεγχειρητική υποθερμία κατά τη διάρκεια της περιοχικής αναισθησίας συμβαίνει λόγω μιας σειράς διαδικασιών που επηρεάζουν τη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Η ανακατανομή της θερμότητας με αγγειοδιαστολή από τον πυρήνα στην περιφέρεια είναι η κύρια αιτία της υποθερμίας την πρώτη ώρα της περιοχικής αναισθησίας (Leslie & Sessler, 2003, Poveda et al., 2009, AORN, 2015). Η περιοχική νευραξιακή αναισθησία μειώνει, επίσης, τη θερμορυθμιστική αγγειοσυστολή και τα κατώτατα όρια ρίγους κατά περίπου 0,5 °C (Butwick et al., 2007).

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, η γενική αναισθησία έχει αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου εμφάνισης της υποθερμίας σε μελέτες που περιελάμβαναν ασθενείς που υπεβλήθησαν σε διάφορες χειρουργικές (Albergaria et al., 2007, Poveda et al., 2009, Aksu et al., 2014) και ορθοπεδικές επεμβάσεις (Frisch et al., 2016).

Η επισκληρίδιος αναισθησία είναι μια τυπική διαδικασία στις χειρουργικές επεμβάσεις για τη βελτίωση της διεγχειρητικής και μετεγχειρητικής διαχείρισης του πόνου. Ωστόσο, σε ασθενείς που λαμβάνουν συνδυασμό γενικής και επισκληρίδιο αναισθησία, η διεγχειρητική θερμοκρασία του πυρήνα μειώνεται ταχύτερα σε σχέση με τους ασθενείς που λαμβάνουν μόνο γενική αναισθησία (NICE, 2008). Σε μία μελέτη στην Κίνα, ο συνδυασμός επισκληρίδιας ή περιφερειακής αναισθησίας με γενική αναισθησία αύξησε τον κίνδυνο υποθερμίας, αλλά τα αποτελέσματα δεν ήταν σημαντικά στατιστικά. Σύμφωνα με τους ερευνητές, αυτό μπορεί να οφείλεται στο μικρό μέγεθος του δείγματος που έλαβε συνδυασμένη αναισθησία (Yi et al., 2015).

Επειδή η υποθερμία προκύπτει σε μεγάλο βαθμό από την εσωτερική ανακατανομή της θερμότητας του σώματος, είναι σημαντικό να γνωρίζουν οι επαγγελματίες υγείας την επίδραση της διεγχειρητικής φαρμακευτικής αγωγής και τις διαδικασίες που σχετίζονται με την ανακατανομή της θερμότητας του σώματος. Η μιδαζολάμη είναι ένας συνήθως χρησιμοποιούμενος κατασταλτικός παράγοντας που χρησιμοποιείται συχνά για προ-φαρμακευτική αγωγή ή προνάρκωση. Μια μελέτη έδειξε ότι η μιδαζολάμη εξασθένησε τη θερμορυθμιστική αγγειοσύσπαση και δημιούργησε ανακατανομή θερμότητας από τον πυρήνα στην περιφέρεια με

δοσοεξαρτώμενο τρόπο. Ως εκ τούτου, η χρήση της μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της γενικής αναισθησίας (Matsukawa et al., 1997).

Οι Matsukawa et al. (1997) έδειξε ότι η ενδομυϊκή χορήγηση μιδαζολάμης παρήγε μια δοσο-εξαρτώμενη μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα και προκαλούσε αγγειοδιαστολή και ανακατανομή θερμότητας από τον πυρήνα προς την περιφέρεια. Μιδαζολάμη σε δόση 0,025 mg/kg δε σχετίζεται με υποθερμία, ενώ η θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών που έλαβαν μιδαζολάμη 0,075 mg/kg μειώθηκε κατά 0,5 °C 30 λεπτά μετά τη χορήγηση. Στην παρούσα μελέτη, οι θερμοκρασίες του πυρήνα σε ασθενείς που έλαβαν μιδαζολάμη ήταν στατιστικά παρόμοιες με εκείνες που δε δόθηκε καταστολή πριν από την αναισθησία, δηλαδή η χορήγηση προνάρκωσης δε μείωσε σημαντικά τη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών. Η διαφωνία αυτή πιθανόν να οφείλεται στο δείγμα της παρούσας μελέτης, το οποίο αποτελείται από πολλές διαφορετικές χειρουργικές επεμβάσεις. Επίσης, στη βιβλιογραφία, σε όλες τις μελέτες συμπεριλήφθηκαν ασθενείς οι οποίοι υποβλήθηκαν σε γενική αναισθησία, ενώ στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν και ασθενείς που υπεβλήθηκαν σε περιοχική αναισθησία που ουσιαστικά δε χορηγείται προνάρκωση, προκαλώντας σύγχυση στα αποτελέσματα.

Η μιδαζολάμη χρησιμοποιείται συχνά για προνάρκωση. Μία μελέτη διερεύνησε τη σχέση της χορήγησης μιδαζολάμης και της υποθερμίας σε ασθενείς. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, ομάδα ελέγχου – δεν έλαβε μιδαζολάμη, ομάδα Β - έλαβε μιδαζολάμη σε δόση 0,04 mg/kg και ομάδα Γ – έλαβε μιδαζολάμη σε δόση 0,08 mg/kg 30 λεπτά πριν από την εισαγωγή των ασθενών στην αναισθησία. Για την αναισθησία χορηγήθηκε προποφόλη και φεντανύλη. Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, η θερμοκρασία του πυρήνα, η οποία ήταν παρόμοια για τις τρεις ομάδες πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία, μειώθηκε σημαντικά λιγότερο στις ομάδες Β και Γ σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Ασθενείς οι οποίοι έλαβαν μεγαλύτερη δόση προνάρκωσης πριν από την πρόκληση αναισθησίας, είχαν σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες του πυρήνα διεγχειρητικά και οι θερμοκρασίες του πυρήνα των ασθενών που δεν έλαβαν προνάρκωση μειώθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης σε σχέση με εκείνους που έλαβαν. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η προεγχειρητική

χορήγηση μιδαζολάμης προάγει την ανάπτυξη περιχειρητικής υποθερμίας (Toyota et al., 2004).

Οι μειωμένες θερμοκρασίες του πυρήνα κατά τη διάρκεια της αναισθησίας στους ασθενείς που έλαβαν προνάρκωση έχουν αποδειχθεί σε προηγούμενες μελέτες (Bernard et al., 1998, Toyota et al., 2001). Ο μηχανισμός που είναι υπεύθυνος για αυτό το φαινόμενο είναι η ανακατανομή της θερμότητας από τον πυρήνα προς την περιφέρεια πριν την εισαγωγή στην αναισθησία.

Οι Matsukawa et al. (1997) παρατήρησαν ότι η απόκλιση της θερμοκρασίας μεταξύ του άκρου του δακτύλου και του αντιβραχίου ήταν μικρότερη και η μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα ήταν μεγαλύτερη όταν οι ασθενείς έλαβαν μεγαλύτερη δόση καταστολής.

Οι χειρουργικές επεμβάσεις γενικής χειρουργικής θεωρούνται αυξημένου κινδύνου για την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά (Yang et al., 2015). Παρόμοια, οι Yi et al. (2017) αναφέρουν ότι προδιαθεσικός παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση υποθερμίας είναι η μη λαπαροσκοπική χειρουργική, επειδή η έκθεση των κοιλιακών οργάνων στη θερμοκρασία του δωματίου και η προκαλούμενη από τα αναισθητικά βλάβη του θερμορυθμιστικού ελέγχου είναι οι πιο αποδεκτές αιτιολογίες της διεγχειρητικής υποθερμίας (Xiong et al., 1996). Η επίπτωση της περιεγχειρητικής υποθερμίας στη λαπαροσκοπική χειρουργική έχει διαπιστωθεί ότι είναι συγκρίσιμη με τους ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση ανοικτής κοιλίας (Stewart et al., 1999).

Είναι γνωστό ότι η απώλεια θερμότητας είναι υψηλότερη και η υποθερμία είναι συχνότερη σε χειρουργικές επεμβάσεις που περιλαμβάνουν μεγάλες κοιλότητες σώματος (Bush et al., 1995, Schmied et al., 1996). Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι η υποθερμία ήταν πιο διαδεδομένη στους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε ορθοπεδικές και ουρολογικές χειρουργικές επεμβάσεις και όχι σε θωρακικές ή ανοικτές κοιλιακές επεμβάσεις, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Poveda et al., 2009, Aksu et al., 2014). Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, αυτό πιθανό να οφείλεται στην πολιτική του υπό μελέτη νοσοκομείου, σύμφωνα με την οποία τα ορθοπεδικά περιστατικά διεξάγονταν σε αίθουσες με πολύ χαμηλή

θερμοκρασία, ενώ στους ουρολογικούς ασθενείς γινόταν έγχυση κρύων και όχι ζεστών διαλυμάτων στην ουροδόχο κύστη τους διεγχειρητικά. Η υποθερμία εμφανίζεται συχνά κατά τη διάρκεια της διουρηθρικής εκτομής του προστάτη, επειδή η έγχυση κρύων υγρών στην ουροδόχο κύστη είναι μια σημαντική πηγή απώλειας θερμότητας, η οποία μειώνει τη θερμοκρασία του σώματος του πυρήνα κατά 1-2 °C (Moorthy & Philip, 2001).

Οι ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργικές επεμβάσεις με καρκίνο του πεπτικού συστήματος έχουν διάφορους παράγοντες που τους προδιαθέτουν στην ανάπτυξη περιεγχειρητικής υποθερμίας, όπως εκτεταμένη περιοχή της επιφάνειας του σώματος του ασθενή που εκτίθεται στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (κοιλιακή χώρα και άνω άκρα) (AORN, 2015, Leslie & Sessler, 2003, Poveda et al., 2009).

Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος στις χειρουργικές αίθουσες. Η θερμοκρασία στις χειρουργικές αίθουσες συνιστάται να είναι μεταξύ 19°C και 24°C, ανεξάρτητα από το είδος της χειρουργικής επέμβασης (AORN, 2007). Το σύστημα αερισμού στις χειρουργικές αίθουσες πρέπει να διατηρεί θερμοκρασία περιβάλλοντος μεταξύ 22°C και 23°C. Οι χειρουργικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται σε θερμοκρασίες κάτω των 21 °C μπορεί να προκαλέσουν υποθερμία στους ασθενείς, όπως και στους ορθοπεδικούς ασθενείς που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη. Προκειμένου να αποφευχθεί αυτή η διεγχειρητική επιπλοκή, συνιστάται η χρήση θερμικών κουβερτών ή στρωμάτων (Possari, 2004, AORN, 2007).

Μια μελέτη που διεξήχθη σε ένα νοσοκομείο στο Σάο Πάολο, με στόχο τον εντοπισμό των παραγόντων που σχετίζονται με την ανάπτυξη της διεγχειρητικής υποθερμίας έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του σώματος και της θερμοκρασίας στη χειρουργική αίθουσα (Poveda et al., 2009). Άλλες μελέτες που έχουν αναφέρει τη συσχέτιση της υποθερμίας και της χαμηλής θερμοκρασίας στη χειρουργική αίθουσα είναι των Mauro & Cardoso (2006), Albergaria et al. (2007) και Yi et al. (2017). Οι Frank et al. (1992) ανέφεραν τη θερμοκρασία χειρουργικής αίθουσας κάτω των 23 °C ως παράγοντα κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά (Frank et al., 1992), ενώ θερμοκρασίες



χειρουργικής αίθουσας μεταξύ 18 °C και 23 °C θεωρήθηκαν συνυπεύθυνες για την εμφάνιση διεγχειρητικής υποθερμίας σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χειρουργικές επεμβάσεις με καρκίνο του πεπτικού συστήματος (AORN, 2015, Leslie & Sessler, 2003, Poveda et al., 2009).

Άλλοι παράγοντες που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία ότι είναι υπεύθυνοι για την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά και δεν μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη είναι η υψηλότερη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών πριν την έναρξη της χειρουργικής επέμβασης - προεγχειρητική υποθερμία (Kim & Yoon, 2014, Yi et al., 2017).

Άλλος προδιαθεσικός παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση υποθερμίας έχει αναφερθεί η χορήγηση ενδοφλέβιων υγρών πάνω από 1000 ml (Yi et al., 2017). Μία μελέτη σε 564 ασθενείς βρήκε ότι ο αυξημένος όγκος χορηγούμενων υγρών ήταν υπεύθυνος για την εμφάνιση διεγχειρητικής υποθερμίας (Aksu et al., 2014). Η έγχυση μεγάλων όγκων κρύων κρυσταλλοειδών διαλυμάτων έχει αναφερθεί και σε άλλες μελέτες (Abelha et al., 2005, Albergaria et al., 2007).

Μία μελέτη σε ορθοπεδικούς ασθενείς έδειξε ότι οι ασθενείς με αυξημένη απώλεια αίματος διεγχειρητικά ήταν περισσότερο πιθανό να εμφανίσουν υποθερμία (Frisch et al., 2016). Παρόμοια αποτελέσματα ανέφεραν οι Abelha et al. (2005), οι Albergaria et al. (2007) και οι Aksu et al. (2014) στις μελέτες τους.

Στη διεγχειρητική περίοδο, η υποθερμία μπορεί να προκληθεί και από συστηματικές διαταραχές. Μπορεί επίσης να σχετίζεται με μεταβολικές νόσους και νευρολογικές διαταραχές (Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007). Ορισμένες συστηματικές διαταραχές, όπως ο υποθυρεοειδισμός, μπορεί να προκαλέσουν πτώση της θερμοκρασίας του σώματος (Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007). Εάν η υποθερμία του ασθενούς δεν αποτραπεί στη χειρουργική αίθουσα, μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές τόσο κατά τη διάρκεια της περιόδου αναισθησίας όσο και στη μετεγχειρητική περίοδο. Αυτές οι επιπλοκές μπορεί να είναι αναπνευστικές, καρδιαγγειακές και από το δέρμα (Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007).

Παρόλο που η θερμοκρασία του σώματος έχει προταθεί ως ζωτικό σημείο για μεγάλο χρονικό διάστημα (Smith et al., 2005), μια πανευρωπαϊκή μελέτη για τη διαχείριση της θερμοκρασίας σε περιστασιακή βάση έδειξε ότι η θερμοκρασία του σώματος είχε παρακολουθηθεί μόνο στο 19,4% των ασθενών (Torossian, 2007). Η παρακολούθηση της θερμοκρασίας του σώματος είναι υποχρεωτική για τον προσδιορισμό των υποθερμικών ασθενών. Η παρακολούθηση της θερμοκρασίας μπορεί να γίνει από διαφορετικές περιοχές χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους που περιλαμβάνουν και επεμβατικές μεθόδους. Μεταξύ των μη επεμβατικών μεθόδων, συνιστάται η μέτρηση της ρινοφαρυγγικής θερμοκρασίας ως αξιόπιστη μέθοδος (Cork et al., 1983). Στην παρούσα μελέτη, η μέτρηση της θερμοκρασίας έγινε από την τυμπανική μεμβράνη.

### **5.3. Επιπλοκές της διεγχειρητικής υποθερμίας**

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι ακόμη και η ήπια μορφή υποθερμία μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενή έκβαση σε πολλούς ασθενείς, συμπεριλαμβανομένης της λοίμωξης στη χειρουργική τομή, της παρατεταμένης νοσηλείας, της αυξημένης αιμορραγίας κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, της αυξημένης ζήτησης για μετάγγιση αίματος, της μετεγχειρητικής κοιλιακής ταχυκαρδίας, του μετεγχειρητικού ρίγους και της παρατεταμένης περιόδου αποκατάστασης (Sessler, 2001).

Το ρίγος είναι μια κοινή κατάσταση που συναντάται στην μετεγχειρητική περίοδο και μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές επιπλοκές σε ασθενείς υψηλού κινδύνου. Είναι ποικίλης αιτιολογίας, αλλά μπορεί να οφείλεται και στην υποθερμία, και είναι γνωστό ότι αυξάνει την κατανάλωση οξυγόνου κατά 300-400% (Karaaslan & Ozturk, 2009). Το μετεγχειρητικό ρίγος μπορεί να είναι δυσάρεστο και αγχώδες, προκαλεί επιπλοκές στους ασθενείς και οδηγεί σε επιδείνωση του μετεγχειρητικού πόνου τους σε τέτοιο βαθμό, ώστε οι ασθενείς να εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα ικανοποίησης από τη νοσηλεία τους (Miller et al., 2010). Το ρίγος μπορεί, εκτός του οξυγόνου, να προκαλέσει μεγάλη αύξηση στην παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα και των

καρδιακών και αναπνευστικών απαιτήσεων (Biazzotto et al., 2006, Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007).

Η επικράτηση του μετεγχειρητικού ρίγους είναι περίπου 40% και η πρόληψη της υποθερμίας είναι ο μοναδικός τρόπος για τη μη εμφάνισή του (Alfonsi, 2001, Miller et al., 2010). Στην παρούσα μελέτη, παρατηρήθηκε ρίγος στο 26% των ασθενών και αυτό ήταν σημαντικά υψηλότερο από τη συχνότητα εμφάνισης ρίγους σε μη υποθερμικούς ασθενείς.

Σε μία μελέτη κανείς ασθενείς δεν εμφάνισε ρίγος στη ΜΜΑΦ. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην προποφύλη (Matsukawa et al., 1995), στη φαιτανύλη (Kurz et al., 1995) και στη Tramadol (Mohta et al., 2009) που έχουν υπολειμματικές επιπτώσεις στο θερμορυθμιστικό κέντρο ελέγχου, συμπεριλαμβανομένου του μειωμένου ρίγους. Εκτός αυτού, η μετεγχειρητική θέρμανση με αέρα πάνω από το δέρμα θα μπορούσε επίσης να εμποδίσει το ρίγος. Σε αυτό μπορεί να οφείλεται και το γεγονός ότι στην παρούσα μελέτη το ποσοστό μετεγχειρητικού ρίγους που εμφανίστηκε στη ΜΜΑΦ ήταν μικρότερο από το μέσο όρο που αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Στη ΜΜΑΦ του υπό μελέτη νοσοκομείου, σε όλους τους ασθενείς αμέσως μετά την άφιξή τους, τους τοποθετείται συσκευή θέρμανσης με αέρα μέσω κουβέρτας. Επιπλέον, το όριο ρίγους είναι ένας βαθμός μικρότερος από το όριο της αγγειοσυστολής (Sessler, 2008). Κατά συνέπεια, οι υποθερμικοί ασθενείς δεν είχαν ρίγος επειδή είχαν θερμοκρασία του πυρήνα υψηλότερη από το όριο του ρίγους.

Οι Scott & Buckland (2006) ανέφεραν ότι η περιεγχειρητική υποθερμία σχετίζεται με κλινικές επιπλοκές όπως διαταραχή του μεταβολισμού των φαρμάκων, εμφάνιση μετεγχειρητικού ρίγους που οδηγεί σε αύξηση του μεταβολισμού και διαταραχές στην πήξη και τη λειτουργία των αιμοπεταλίων που αυξάνουν την αιμορραγία.

Οι ασθενείς που εμφάνισαν υποθερμία είχαν σημαντικά μικρότερη θερμοκρασία μετεγχειρητικά, μεγαλύτερο χρόνο παραμονής στη ΜΜΑΦ και μεγαλύτερο ποσοστό ρίγους (Aksu et al., 2014). Τα κύρια πλεονεκτήματα της διατήρησης της θερμοκρασίας του σώματος σε φυσιολογικό εύρος περιλαμβάνουν το

χαμηλό κίνδυνο λοίμωξης της τομής, διαταραχών της πήξης και ισχαιμίας του μυοκαρδίου (Carpenter & Baysinger, 2012).

Η υποθερμία σχετίζεται με πολλές ανεπιθύμητες συνέπειες (Tappen & Andre, 1996, Long et al., 2013), συμπεριλαμβανομένων των μετεγχειρητικών καρδιαγγειακών επεισοδίων (Frank et al., 1997), της περιεγχειρητικής αιμορραγίας (Rajagopalan et al., 2008), του διαταραγμένου μεταβολισμού του φαρμάκου (Leslie et al., 1995) και της μετεγχειρητικής λοίμωξης (Aasen et al., 2002). Η υποθερμία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε παρατεταμένο χρόνο νοσηλείας στη ΜΜΑΦ ή στη ΜΕΘ (Lenhardt et al., 1997) και σε μειωμένη ικανοποίηση των ασθενών, καθώς και σε αύξηση του κόστους αντιμετώπισης των ασθενών (Wong et al., 2007).

Σε μία μελέτη που διεξήχθη στην Κίνα, οι υποθερμικοί ασθενείς είχαν μεγαλύτερη διάρκεια παραμονής στη ΜΜΑΦ, μεγαλύτερο χρόνο νοσηλείας και ήταν περισσότερο πιθανό να εισαχθούν στη ΜΕΘ. Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των υποθερμικών και των νορμοθερμικών ασθενών στην εμφάνιση λοίμωξης στη χειρουργική τομή ή στη θνησιμότητα 30 ημερών (Yi et al., 2017). Ο μεγαλύτερος χρόνος νοσηλείας έχει αναφερθεί και από τους Kurz et al. (1996) και Sun et al. (2015).

Ενώ ο μέσος χρόνος για την έξοδο των ασθενών από τη ΜΜΑΦ ήταν 31 λεπτά για τους νορμοθερμικούς ασθενείς, ο αντίστοιχος αριθμός ήταν 41,6 λεπτά για τους υποθερμικούς ασθενείς. Στη μελέτη των Aksu et al., (2014) ο μέσος χρόνος παραμονής των ασθενών στη ΜΜΑΦ ήταν 15 λεπτά για τους νορμοθερμικούς και 24,5 για τους υποθερμικούς. Έχει αναφερθεί ότι μείωση κατά 2 βαθμούς στη θερμοκρασία του σώματος προκαλεί περίπου 40 λεπτά καθυστέρηση στην επίτευξη των απαραίτητων κριτηρίων για την έξοδο των χειρουργημένων ασθενών από τη ΜΜΑΦ (Tuzuner et al., 2010).

Η ολική αρθροπλαστική ισχίου και η ολική αρθροπλαστική γόνατος είναι οι πιο κοινές και επιτυχημένες ορθοπεδικές χειρουργικές επεμβάσεις. Η συχνότητά τους αναμένεται να αυξηθεί τις επόμενες δεκαετίες, με προβλέψεις ανάπτυξης να φθάνουν το 137% και 601% για την αρθροπλαστική ισχίου και γόνατος, αντίστοιχα, μεταξύ 2005 και 2030 (Kurtz et al., 2007, Long et al., 2014, Sando et al., 2015). Αυξημένο

και έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον υπάρχει γενικά για τις περιεγχειρητικές επιπλοκές συμπεριλαμβανομένων της λοίμωξης της χειρουργικής τομής, της οξείας αναιμίας λόγω απώλειας αίματος, της φλεβικής θρομβοεμβολής, των καρδιαγγειακών επιπλοκών και της ουσιαστικής οικονομικής επιβάρυνσης για το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης συνολικά (Baser et al., 2011, Barner, 2011). Υπάρχουν περιορισμένα στοιχεία σχετικά με το ρόλο της διεγχειρητικής υποθερμίας στην έκβαση των ορθοπεδικών χειρουργικών επεμβάσεων (Young et al., 2011, Gorges et al., 2013).

Η σοβαρή υποθερμία επηρεάζει επίσης το ρυθμό και την αγωγή της καρδιάς με την εμφάνιση δυσρυθμίας. Υπάρχει επίσης απόκλιση της καμπύλης της αιμοσφαιρίνης προς τα αριστερά, συμβάλλοντας σε φτωχότερη οξυγόνωση των ιστών, μείωση της περιφερικής διάχυσης και μείωση της βιομετατροπής των φαρμάκων, τα οποία μπορεί να αυξήσουν τη διάρκεια της δράσης των νευρομυϊκών αναστολέων, των ηρεμιστικών, των υπνωτικών και αλογονωμένων αναισθητικών, αυξάνοντας έτσι το χρόνο ανάρρωσης από την αναισθησία και παρατείνοντας την απώλεια των αισθήσεων. Ακόμη αυξάνει το ιξώδες του αίματος και την εμφάνιση διαταραχών πήξης, λόγω της σπλαχνικής απομόνωσης των αιμοπεταλίων, της μείωσης της λειτουργίας των αιμοπεταλίων, της μείωσης της δραστηριότητας των παραγόντων πήξης και της μείωσης των παραγόντων που σχετίζονται με την ανοσία, γεγονός που αυξάνει τις λοιμώξεις και τη διάρκεια παραμονής των ασθενών στο νοσοκομείο (Biazzotto et al., 2006, Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007).

Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι η περιεγχειρητική υποθερμία μπορεί να αυξήσει την απώλεια αίματος και την ανάγκη μετάγγισης (Walz et al., 2006, Seamon et al., 2012, Sun et al., 2015). Μεταξύ των επιπλοκών της, η περιεγχειρητική υποθερμία μπορεί να προκαλέσει διεγχειρητική αιμορραγία σε καρκινοπαθείς ασθενείς. Μπορεί να προκαλέσει διαταραχές πήξης μειώνοντας την ταχύτητα των ενζυματικών αντιδράσεων που σχετίζονται με την πήξη και τη λειτουργία των αιμοπεταλίων, δημιουργώντας μεγαλύτερη ανάγκη για μετάγγιση αίματος με αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα (Esnaola & Cole, 2011, Leslie & Sessler, 2003).

Μια μετα-ανάλυση αξιολόγησε 14 μελέτες με διαφορετικούς τύπους χειρουργικών διαδικασιών ως προς τη σχέση μεταξύ υποθερμίας και απώλεια αίματος και 10 μελέτες αναλύοντας τη σχέση μεταξύ υποθερμίας και μετάγγισης αίματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ακόμη και μία ήπια υποθερμία με μείωση 1 °C αυξάνει τη χειρουργική απώλεια αίματος κατά περίπου 16% και αυξάνει τον σχετικό κίνδυνο για μετάγγιση αίματος κατά 22% (Rajagopalan et al., 2008).

Άλλη επιπλοκή που έχει αναφερθεί είναι η καθυστερημένη επούλωση των πληγών και ο αυξημένος κίνδυνος λοίμωξης στη χειρουργική τομή (Walz et al., 2006, Rajagopalan et al., 2008, Seamon et al., 2012). Επίσης, άλλες ανεπιθύμητες εκβάσεις που προκαλούνται συχνά από τη διεγχειρητική υποθερμία συμπεριλαμβάνουν τα καρδιακά συμβάντα δευτερογενώς στην ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος (Frank et al., 1997, Walz et al., 2006, Seamon et al., 2012), τις διαταραχές πήξης (Rajagopalan et al., 2008), το μειωμένο μεταβολισμό των φαρμάκων και την καθυστερημένη ανάρρωση κατά τη μετεγχειρητική περίοδο (Leslie et al., 1995, Lenhardt et al., 1997). Επομένως, η διατήρηση της νορμοθερμίας κατά τη διεγχειρητική περίοδο μειώνει τη νοσηρότητα και η χρήση συσκευών θέρμανσης έχει γίνει ρουτίνα (Kurz et al., 1996, Frank et al., 1997, Rajagopalan et al., 2008).

Επίσης, αυξάνονται οι κατεχολαμίνες στην κυκλοφορία με αποτέλεσμα ταχυκαρδία, υπέρταση, συστηματική αγγειοσύσπαση και αλλαγές στην παροχή του οξυγόνου στο μυοκάρδιο οδηγώντας σε αύξηση της καρδιακής ζήτησης και ισχαιμία, επιδεινώνοντας με αυτό τον τρόπο τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα (Esnaola & Cole, 2011, Leslie & Sessler, 2003).

#### **5.4. Πρόληψη διεγχειρητικής υποθερμίας**

Η διατήρηση της περιεγχειρητικής νορμοθερμίας είναι ένας ποιοτικός στόχος των Κέντρων Υπηρεσιών Medicare και Medicaid (CMS) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (CMS, 2017). Τον Ιανουάριο του 2016, το μέτρο ποιότητας PQRS # 193 (Διαχείριση διεγχειρητικής θερμοκρασίας) αντικαταστάθηκε με ένα νέο μέτρο, το

PQRS # 424. Το προηγούμενο μέτρο ποιότητας (PQRS # 193) ήταν κατά κύριο λόγο ένα μέτρο διαδικασίας, το οποίο κατέγραφε τη χρήση μιας ενεργής συσκευής θέρμανσης (Proposed changes affecting topped out measures, 2017). Το νέο μέτρο ποιότητας PQRS # 424 είναι ένα μέτρο έκβασης για όλους τους ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική ή περιοχική αναισθησία διάρκειας μεγαλύτερης των 60 λεπτών, η οποία απαιτεί τουλάχιστον 1 μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος να είναι μεγαλύτερη από 35,5 °C σε διάστημα 30 λεπτών πριν τη διακοπή της αναισθησίας (CMS, 2017). Το PQRS # 424 είναι το μόνο σχετικό με την αναισθησία μέτρο ποιότητας το οποίο και σήμερα υποστηρίζεται από το Εθνικό Φόρουμ Ποιότητας (NQF 2681) και την Αμερικανική Εταιρεία αναισθησιολόγων (NQF, 2015).

Υπάρχει διεθνώς αυξημένη εστίαση στη μείωση των χειρουργικών επιπλοκών, όπως φαίνεται από τις κατευθυντήριες οδηγίες που δημοσιεύθηκαν από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2009), τον Οργανισμό Έρευνας και Ποιότητας για την Υγεία (AHRQ, 2009) και το πρότυπο Βελτίωσης της Χειρουργικής Φροντίδας (SCIP, 2005). Είναι κοινή πεποίθηση ότι η κακή κλινική έκβαση και σημαντική οικονομική επιβάρυνση που σχετίζεται με τις επιπλοκές μπορούν να αποφευχθούν (Barnes, 2011, Baser, 2011). Όλες αυτές οι κατευθυντήριες οδηγίες συνιστούν τη διατήρηση της νορμοθερμίας στην αμέσως διεγχειρητική περίοδο (SCIP, 2005, AHRQ, 2009, WHO, 2009).

Η διεγχειρητική υποθερμία μπορεί να μειωθεί με μεθόδους που μειώνουν την εκπομπή θερμότητας του δέρματος στο περιβάλλον λόγω της ψυχρής εξάτμισης της χειρουργικής τομής και της πρόληψης χορήγησης ενδοφλέβιων κρύων υγρών. Άλλες μη ιατρικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε διάφορες μελέτες περιλαμβάνουν τη θέρμανση και την εφύγραση του αέρα, (Hoseinkhan et al., 2007, Miller et al., 2010) τη θέρμανση του δέρματος καλύπτοντάς το με θερμά επιθέματα (Movassaghi & Palideh, 2002), τη θέρμανση του ασθενή με συστήματα θέρμανσης που βασίζονται στην κυκλοφορία ζεστού νερού ή αέρα (Taguchi et al., 2004, Miller et al., 2010) και τη χορήγηση ζεστών υγρών (Behattacharya et al., 2003, Hasankhani et al., 2004, Miller et al., 2010).

Μεταξύ των προαναφερθεισών στρατηγικών για την πρόληψη της υποθερμίας, η θέρμανση των ενδοφλέβιων υγρών διεγχειρητικά για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος του ασθενή είναι ο πιο εύκολος και αποτελεσματικός τρόπος και μπορεί να εφαρμοστεί στο σύνολο των χειρουργικών αιθουσών στο υπό μελέτη νοσοκομείο.

Αν και πολλές επαγγελματικές ενώσεις, όπως η Ένωση Περιεγχειρητικών Νοσηλευτών (Association of periOperative Registered Nurses - AORN) και το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας και Αριστείας (NICE) έχουν διατυπώσει συστάσεις (NICE, 2003) για την πρόληψη της περιεγχειρητικής υποθερμίας και για τη βέλτιστη διαχείριση της θερμοκρασίας του ασθενή κατά τη διάρκεια της περιεγχειρητικής περιόδου, στο υπό μελέτη νοσοκομείο, η επίπτωση της υποθερμίας διεγχειρητικά είναι σε υψηλά επίπεδα και δεν ακολουθούνται οι οδηγίες από τις προαναφερθείσες ενώσεις. Μία μελέτη που διεξήχθη στο Πεκίνο έδειξε ότι η συχνότητα εμφάνισης υποθερμίας ήταν 39,9% και μόλις το 10% των ασθενών έλαβαν ενεργή θέρμανση (θερμαντήρας χώρου, ηλεκτρική κουβέρτα θέρμανσης κλπ.) κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης (Yi et al., 2015).

Η διεγχειρητική υποθερμία παρόλο που είναι κοινή, μπορεί να αποφευχθεί εφαρμόζοντας διάφορες κλινικές κατευθυντήριες οδηγίες (Jeran, 2001). Για παράδειγμα, το Πρότυπο Βελτίωσης της Χειρουργικής Φροντίδας πρότεινε μια τελική διεγχειρητική θερμοκρασία των ασθενών άνω των 36 °C ή/και χρήση ενεργού θέρμανσης πάνω από το σώμα, ανεξαρτήτως με το αν η θερμοκρασία του πυρήνα του ασθενή περνάει ή όχι τους 36 °C (Scott et al., 2015). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι κατευθυντήριες οδηγίες συνιστούν ότι όλοι οι χειρουργικοί ασθενείς πρέπει να ζεσταίνονται ενεργά (Burger & Fitzpatrick, 2009, Forbes et al., 2009). Η ενεργή θέρμανση, είναι ασυνήθιστη σε πολλές δυτικές ανεπτυγμένες χώρες (NICE, 2003, Burger & Fitzpatrick, 2009). Ωστόσο, σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα, λίγοι ασθενείς θερμαίνονται ενεργά. Μία μελέτη που διεξήχθη μεταξύ 2013 και 2014 σε 24 Πανεπιστημιακά νοσοκομεία στο Πεκίνο έδειξε ότι το 14,2% του συνόλου των ασθενών είχαν ενεργό αύξηση της θερμοκρασίας τους και το ποσοστό εμφάνισης της υποθερμίας ήταν 44,3%. Οι υποθερμικοί ασθενείς συσχετίστηκαν με υψηλότερα



ποσοστά εισαγωγής στη ΜΕΘ, μεγαλύτερη παραμονή στη ΜΜΑΦ, παρατεταμένο χρόνο αποκατάστασης και μεγαλύτερη διάρκεια νοσηλείας συνολικά.

Αν και οι περισσότερες συστάσεις στις κατευθυντήριες οδηγίες υποστηρίζονται από πολλά αποδεικτικά στοιχεία, το σκεπτικό της σύστασης της νορμοθεμίας βασίζεται σε στοιχεία που αφορούν το σύνολο των χειρουργικών ασθενών (Baucon et al., 2014). Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει ότι η περιεγχειρητική υποθερμία είναι συνηθισμένο φαινόμενο και η επίπτωσή της μπορεί να μειωθεί με τη χρήση ενεργών τεχνικών επαναθέρμανσης (Andrzejowski et al., 2008, Kim et al., 2009, Melton et al., 2013).

Οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες (AHRQ, WHO και SCIP) συνιστούν την περιεγχειρητική νορμοθερμία ως στόχο της φροντίδας του περιεγχειρητικού ασθενούς, σχεδιασμένη για να μειωθεί η επίπτωση των επιπλοκών που σχετίζονται με τη χειρουργική επέμβαση (SCIP, 2005, AHRQ, 2009, WHO, 2009).

Σήμερα, πολλές μέθοδοι, είτε ενεργές είτε παθητικές, χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των ασθενών προκειμένου να αποφευχθεί η διεγχειρητική απώλεια θερμότητας και η υποθερμία. Το ποσοστό θέρμανσης των ασθενών στην Ευρώπη κατά την διεγχειρητική περίοδο είναι 38,5% (Torossian, 2007). Ο υψηλός βαθμός υποθερμίας που βρέθηκε στην παρούσα μελέτη δείχνει ότι οι ασθενείς δεν θερμαίνονται αρκετά ή και καθόλου κατά τη διάρκεια της διεγχειρητικής περιόδου.

Η πρόληψη της απώλειας θερμότητας αρχίζει στο χειρουργείο, δεδομένου ότι ο ασθενής υπό γενική αναισθησία δεν παράγει θέρμανση και εξαρτάται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007). Τα μέτρα πρόληψης πρέπει να περιλαμβάνουν αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος της χειρουργικής αίθουσας. Η ενεργή επαναθέρμανση περιλαμβάνει μεθόδους που είναι άμεσα διαθέσιμες στο χειρουργείο, συμπεριλαμβανομένης της χορήγησης ζεστών ενδοφλέβιων υγρών και χρήσης ακτινοβολίας με λαμπτήρες θερμότητας και θερμικές κουβέρτες, ειδικά εκείνες που παράγουν ζεστό αέρα πάνω από την επιφάνεια του σώματος. Η αναθέρμανση των αεραγωγών είναι λιγότερο αποτελεσματική επειδή η περιεκτικότητα της θερμότητας στα αέρια είναι ελάχιστη (Possari, 2004, Mauro & Cardoso, 2006, Albergaria et al., 2007).

Οι περισσότεροι ασθενείς που έλαβαν μία προληπτική μέθοδο υποθερμίας στο χειρουργείο έφυγαν από τη χειρουργική αίθουσα με μασχαλιαία θερμοκρασία μεταξύ 35,1°C και 35,9°C. Έτσι, η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική στην πρόληψη σοβαρής υποθερμίας, κάτω από 35°C. Οι περισσότεροι ασθενείς που δεν έλαβαν καμία προληπτική μέθοδο υποθερμίας παρουσίασαν μασχαλιαία θερμοκρασία κάτω από 35°C (Mattia et al., 2012).

Στη μελέτη των Oshvandi et al. (2014) η θερμοκρασία του πυρήνα των μητέρων που είχαν λάβει προθερμασμένα υγρά ήταν 0,5 °C υψηλότερη σε σύγκριση με εκείνες που έλαβαν υγρά σε θερμοκρασία δωματίου. Παρόμοια αύξηση βρήκαν οι Yokoyama et al. (2009) που μελέτησαν την επίδραση της χορήγησης προθερμασμένων ενδοφλέβιων υγρών σε θερμοκρασία 38 °C μεταξύ των μητέρων που υπεβλήθησαν σε καισαρική τομή με επισκληρίδιο αναισθησία για την πρόληψη της υποθερμίας τους. Ο Woolhough (2009) συνέκρινε δύο μεθόδους θέρμανσης, τη χορήγηση ζεστών ενδοφλέβιων υγρών διεγχειρητικά και τη χορήγηση ζεστών ενδοφλέβιων υγρών προεγχειρητικά στις γυναίκες που υποβλήθηκαν σε καισαρική τομή και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ζεστά υγρά επιβραδύνουν τη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος και την άνεση των μητέρων. Τέλος, η μελέτη αυτή αποκάλυψε την αποτελεσματικότητα της θέρμανσης με ζεστά υγρά προεγχειρητικά και την αποτελεσματικότητα του κόστους της.

Οι Chung et al. (2012) μελέτησαν το αποτέλεσμα της διατήρησης των ασθενών ζεστών πριν από την καισαρική τομή όσον αφορά την εμφάνιση υποθερμίας και μετεγχειρητικού ρίγους. Συμμετείχαν 45 ασθενείς και χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες, εκείνοι που έλαβαν ζεστά ενδοφλέβια υγρά (40 °C), εκείνοι που ζεστάθηκαν με θερμό αέρα και η ομάδα ελέγχου. Η θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών που έλαβαν ζεστά υγρά ή θερμό αέρα παρουσίασε μικρότερη μείωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Επίσης, η συχνότητα εμφάνισης ρίγους σε αυτές τις ομάδες ήταν μικρότερη από αυτή της ομάδας ελέγχου. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η διατήρηση του ασθενή ζεστού (είτε με αέρα είτε με χορήγηση θερμών υγρών) θα μπορούσε να αποτρέψει την υποθερμία και το μετεγχειρητικό ρίγος στους ασθενείς που υποβάλλονται σε καισαρική τομή με επισκληρίδιο αναισθησία.

Οι Goyal et al. (2011) μελέτησαν την επίδραση της θέρμανσης των ενδοφλέβιων υγρών στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος του πυρήνα κατά τη διάρκεια της καισαρικής τομής υπό επισκληρίδιο αναισθησία. Συνολικά 64 ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, μία ομάδα έλαβε υγρά σε θερμοκρασία δωματίου (22 °C) και η άλλη ζεστά ενδοφλέβια υγρά (39 °C). Η μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα ήταν μικρότερη στις μητέρες που έλαβαν ζεστά υγρά σε σύγκριση με την άλλη ομάδα, αλλά δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην συχνότητα εμφάνισης ρίγους στις δύο ομάδες.

Αντιθέτως, οι Woolnough et al. (2009) έδειξαν ότι δεν υπήρχε διαφορά στη συχνότητα εμφάνισης ρίγους στους ασθενείς με εκλεκτική καισαρική τομή που έλαβαν ζεστά ενδοφλέβια υγρά και σε εκείνα που έλαβαν υγρά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Οι Hassankhani et al. (2004) χώρισαν τυχαία 60 ορθοπεδικούς ασθενείς σε δύο ομάδες, την πειραματική (χορήγηση υγρών σε θερμοκρασία 37 °C) και την ομάδα ελέγχου (χορήγηση υγρών σε θερμοκρασία δωματίου). Οι μέσες διαφορές των οισοφαγικών θερμοκρασιών των ασθενών κατά το 15°, 30°, 45° και 60° λεπτό κατά τη διάρκεια της αναισθησίας ήταν σημαντικές και στις δύο ομάδες. Η θερμοκρασία του πυρήνα είχε φθίνουσα τάση από την αρχή της χειρουργικής επέμβασης, αλλά αυτή η μείωση και πτωτική τάση παρατηρήθηκε περισσότερο στην ομάδα ελέγχου. Υπήρξε επίσης σημαντική διαφορά στη μέση θερμοκρασία του δέρματος.

Κάθε λίτρο υγρού χαμηλής θερμοκρασίας μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία του σώματος ενός ατόμου κατά 0,25 °C σε έναν μέσο άνθρωπο (70 kg) (Gentilello et al., 1990, Sessler, 1994). Τα χορηγούμενα ζεστά ενδοφλέβια υγρά μπορούν να ενισχύσουν τη θερμοκρασία του πυρήνα κατά 0,5 °C έως 0,7 °C και να μειώσουν τον κίνδυνο υποθερμίας (Smith et al., 2000). Οι Barthel και Pierce (2012) έδειξαν ότι η χορήγηση 2 λίτρων κρυσταλλοειδούς διαλύματος σε θερμοκρασία δωματίου σε ενήλικες είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος κατά περίπου ένα τρίτο βαθμό Κελσίου. Τα στοιχεία δείχνουν ότι η χρήση των μη θερμασμένων υγρών θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, ενώ τα ζεστά υγρά μπορούν να

βοηθήσουν στην πρόληψη της υποθερμίας (Andrzejowski et al., 2010, Oshvandi et al., 2014).

Οι Yokoyama et al (2009) έδειξαν ότι η χορήγηση ζεστού κολλοειδές διαλύματος ακολουθούμενου από ζεστό κρυσταλλοειδές διάλυμα σε εκλεκτική καισαρική τομή, εμπόδισε την ανάπτυξη της υποθερμίας στις μητέρες. Επιπλέον, διαπίστωσαν ότι το χορηγούμενο ζεστό διάλυμα αυξάνει τη βαθμολογία Apgar κατά την πρώτη στιγμή και τα νεογνά είχαν υψηλότερη συχνότητα φυσιολογικού ομφαλικού αρτηριακού pH σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Το 2009, οι Forbes et al. υποστήριξαν μια πολυεπιστημονική ομαδική προσέγγιση χειρουργών, αναισθησιολόγων και νοσηλευτών et al.έστησαν τη χρήση συσκευών θέρμανσης με αέρα, τα ενδοφλέβια συστήματα θέρμανσης υγρών και την αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου έως 22 °C, για χειρουργικές επεμβάσεις με προβλεπόμενη διάρκεια μεγαλύτερη των 30 λεπτών. Ωστόσο, η κλινική αποδοχή αυτών των μέτρων περιορίστηκε από τις πρώτες μελέτες οι οποίες έδειξαν ευεργετικά αποτελέσματα στα 60 έως 120 λεπτά προθέρμανσης, χρονικό διάστημα το οποίο δεν ήταν πρακτικό για χρήση ρουτίνας (Hynson et al., 1993, Just et al., 1993, Camus et al., 1995).

Ένας άλλος τρόπος μείωσης της διεγχειρητικής υποθερμίας είναι η χρήση απλών μεθόδων μείωσης των απωλειών θερμότητας, όπως η ενεργή θέρμανση του ασθενή ή η κάλυψη του ασθενούς με μια κουβέρτα κατά την προεγχειρητική περίοδο αναμονής. Σε μια μελέτη, αποδείχθηκε ότι η προεγχειρητική θέρμανση των ασθενών για 30-60 λεπτά μειώνει τη συχνότητα της διεγχειρητικής υποθερμίας (De Brito Poveda et al. 2013).

Σε ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική αναισθησία, η προθέρμανση με αέρα βρέθηκε ότι είναι αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται για περισσότερο από 30 λεπτά αυξάνοντας τη θερμότητα του περιφερικού ιστού (Sessler et al., 1995). Σε ασθενείς που υποβάλλονται σε σοβαρή χειρουργική επέμβαση, περίοδοι προθέρμανσης των 60 λεπτών είναι επαρκείς για να αποφευχθεί μετεγχειρητική υποθερμία (Andrzejowski et al., 2008). Ωστόσο, και οι δύο περίοδοι προθέρμανσης μπορεί να είναι μη πρακτικές στην καθημερινή κλινική ρουτίνα.

Πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι πρέπει να ληφθούν μέτρα παθητικής θέρμανσης σε συνδυασμό με συστήματα ενεργού θέρμανσης όπως το σύστημα θέρμανσης με αέρα για περιόδους 15-30 λεπτών στην προεγχειρητική περίοδο, μειώνοντας έτσι την υποθερμία ανακατανομής και τη διεγχειρητική υποθερμία (Hooper et al., 2010, Poveda et al., 2012).

Οι Butwick et al. (2007) διεξήγαγαν μελέτη σε 30 ασθενείς που έκαναν καισαρική τομή και τους χώρισαν σε δύο ομάδες, σε εκείνους που θερμάνθηκαν διεγχειρητικά με αέρα και στην ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μεταβολές στη θερμοκρασία του πυρήνα ήταν παρόμοιες στις δύο ομάδες και υποθερμία εμφανίστηκε σε 8 από τις 15 μητέρες στην ομάδα του αέρα και σε 10 από τις 15 μητέρες στην ομάδα ελέγχου. Έτσι, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή θερμού αέρα διεγχειρητικά δεν μπορούσε να αποτρέψει την εμφάνιση υποθερμίας σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε καισαρική τομή.

Σε μία συστηματική ανασκόπηση με θέμα τη διεγχειρητική υποθερμία, αναφέρθηκε ότι η εφαρμογή των συστημάτων θέρμανσης δέρματος για την πρόληψη της υποθερμία είναι κρίσιμης σημασίας για τους χειρουργικούς ασθενείς. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν μέτριες ενδείξεις ότι οι κουβέρτες από ανθρακονήματα είναι εξίσου αποτελεσματικές με το σύστημα ενεργής θέρμανσης του αέρα για την πρόληψη της υποθερμίας και ότι τα ενδύματα με κυκλοφορούν νερό είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος διατήρησης της νορμοθερμίας (Galvao et al., 2009).

Η επικράτηση της παχυσαρκίας βαθμού 1 είναι υψηλότερη τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες σε σχέση με τους άλλους βαθμούς (WHO, 1995). Οι παχύσαρκοι ασθενείς είναι πιο πιθανό να κάνουν αγγειοδιαστολή στα πιο ψυχρά περιβάλλοντα (Kasai et al., 2003), έχουν μειωμένη ανακατανομή θερμότητας από τον πυρήνα στον περιφερειακό ιστό μετά την εισαγωγή στην αναισθησία. Η ανακατανομή της υποθερμίας είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το ποσοστό σωματικού λίπους λόγω καλύτερης θερμομόνωσης σε σχέση με το γενικό πληθυσμό (Kurz et al., 1995). Έχει αναφερθεί ότι η διεγχειρητική θερμοκρασία του πυρήνα διατηρείται με αποδεκτή χαμηλή επίπτωση υποθερμίας (9%) κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ σε παχύσαρκους

ασθενείς βαθμού 3 όταν έχει χρησιμοποιηθεί ενεργός θέρμανση με αέρα κατά τη διάρκεια της βαριατρικής χειρουργικής επέμβασης (Mason et al., 1998). Στους μη παχύσακους ασθενείς οι διεγχειρητικές στρατηγικές θέρμανσης έχουν ελαχιστοποιηθεί και δεν προσφέρουν πρόληψη από την υποθερμία (Kurz et al., 1993, Camus et al., 1996, Johansson et al., 2003).

Η θερμική ανακατανομή λαμβάνει χώρα μετά την εισαγωγή στην αναισθησία και μειώνει τη θερμοκρασία του πυρήνα μέχρι και 1.6 °C (Sessler, 2000). Αν και οι συσκευές θέρμανσης με αέρα μπορούν να αποκαταστήσουν αποτελεσματικά τη θερμοκρασία του πυρήνα μέσα σε 2 ώρες (Giesbrecht et al., 1994), η φυσιολογία της θερμικής ανακατανομής συχνά είναι ανεπαρκής σε διαδικασίες βραχείας διάρκειας (Hoyle & Andrzejowski, 2008). Οι κατευθυντήριες οδηγίες του Εθνικού Ινστιτούτου Υγείας και Ιατρικής Αριστεία (NICE) σχετικά με την πρόληψη της περιχειρητικής υποθερμίας συμβουλεύει όλα τα υγρά (και προϊόντα αίματος) που χορηγούνται σε ασθενείς που βρίσκονται σε αναισθησία να θερμαίνονται στους 37.0 °C (Harper et al., 2008, NICE, 2008).

Η χρήση αναπνευστικών συσκευών θέρμανσης δε βελτιώνει τη θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών (Fallis et al., 2006, Butwick et al., 2007) και υπάρχουν πρακτικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση τους στο μαιευτικό ασθενή. Οι συσκευές θέρμανσης με αέρα που εφαρμόζονται στο κάτω μέρος του σώματος είναι αναποτελεσματικές (Butwick et al., 2007), ενώ οι συσκευές που εφαρμόζονται στο άνω μέρος του σώματος είναι άβολες και μπορεί να εμποδίζουν τη διαδικασία του τοκετού. Αποτελεσματική είναι η χρήση ζεστών υγρών είτε μεμονωμένα (Woolnough et al., 2008) ή σε συνδυασμό με συσκευές αέρα (Horn et al., 2002).

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει ότι η προεγχειρητική θέρμανση με τη χρήση ζεστού αέρα, μειώνει τον κίνδυνο υποθερμίας και προλαμβάνει το ρίγος μετά την αναισθησία, προτείνοντας ότι η αποτελεσματική θέρμανση της επιφάνειας του δέρματος αυξάνει με ικανοποιητικό τρόπο τη θερμική περιεκτικότητα του σώματος και μειώνει τον κίνδυνο υποθερμίας (Glosten et al., 1993, Andrzejowski et al., 2008).

Στη ΜΜΑΦ, οι πλέον χρησιμοποιούμενες προληπτικές μέθοδοι είναι η μάλλινη και η θερμαινόμενη κουβέρτα. Μια μελέτη που διεξήχθη σε ένα νοσοκομείο

στο Σάο Πάολο, σχετικά με τις παρεμβάσεις των νοσηλευτών και τις επιπλοκές στη ΜΜΑΦ, έδειξε ότι η υποθερμία ήταν η δεύτερη πιο συχνή επιπλοκή στην ΜΜΑΦ, μετά τον πόνο και είχε σημαντική συσχέτιση με τη χρήση θερμικής κουβέρτας (Poron & Peniche, 2009).

Άλλος τρόπος πρόληψης της υποθερμίας διεγχειρητικά είναι η προθέρμανση των ασθενών. Σε μία μελέτη βρέθηκε ότι 10 λεπτά προθέρμανσης ήταν επαρκής για την πρόληψη της υποθερμίας, ενώ μεγαλύτεροι περίοδοι προθέρμανσης των 20 ή 30 λεπτών δεν άλλαξαν το προφίλ της θερμοκρασίας του πυρήνα, ούτε μείωσαν σημαντικά την επίπτωση της μετεγχειρητικής υποθερμίας των ασθενών. Η προθέρμανση, όμως, θα πρέπει να ξεκινάει όταν η θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών είναι μεγαλύτερη από 36 °C, γιατί σε αντίθετη περίπτωση δεν προλαμβάνεται η υποθερμία (Horn et al., 2012).

Παρόμοια οι Brauer et al (2010) υποστήριξαν ότι μία περίοδος προθέρμανσης των ασθενών μικρότερη των 30 λεπτών είναι επαρκής για την πρόληψη της υποθερμίας. Μπορεί να ακούγεται ότι τα 10 λεπτά προθέρμανσης είναι πολύ μικρό χρονικό διάστημα, αλλά τα σύγχρονα συστήματα θέρμανσης καλύπτουν μια ευρεία περιοχή δέρματος και εξασφαλίζουν αποτελεσματική μεταφορά θερμότητας στους ιστούς.

Οι κατευθυντήριες οδηγίες για το γενικό πληθυσμό στους ενήλικες προτείνουν 30 λεπτά προεγχειρητικής θέρμανσης (NICE, 2008). Μία πιο σύντομη περίοδος μπορεί να είναι περισσότερο κλινικά και πρακτικά αποδεκτή, μειώνοντας παράλληλα τη διεγχειρητική θερμοκρασία του πυρήνα. Δεκαπέντε λεπτά προεγχειρητικής θέρμανσης πριν την εφαρμογή επισκληρίδιας αναισθησίας, συν ενεργή θέρμανση με αέρα κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, έχει επίσης δείξει αποτελεσματικότητα στη μείωση της υποθερμίας σε πληθυσμό γυναικών που λαμβάνουν επισκληρίδια αναισθησία αλλά δεν τους χορηγήθηκαν οπιοειδή (Horn et al., 2002).

Επομένως, τα μέτρα προθέρμανσης που συνίστανται στη θέρμανση του δέρματος και των περιφερικών ιστών πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία και στη μείωση της εσωτερικής ανακατανομής της θερμότητας στο σώμα την πρώτη ώρα

μετά την αναισθησία μειώνουν το βαθμό ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ του πυρήνα (εσωτερικά όργανα) και της περιφέρειας (Sessler, 2000, Weirich, 2008, Hooper et al., 2010).

Αν και κατά το νευροαξονικό αποκλεισμό (νωτιαία / επισκληρίδιος αναισθησία), η απώλεια θερμότητας από την επιφάνεια των ιστών στο περιβάλλον είναι μικρότερη από τη γενική αναισθησία, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του πυρήνα και των επιφανειακών ιστών είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια του νευροαξονικού αποκλεισμού και συνεπώς οι θερμοκρασίες του πυρήνα θα μπορούσαν να μειωθούν λόγω της ανακατανομής της θερμότητας. Κατά συνέπεια, η θέρμανση της επιφάνειας του δέρματος θα πρέπει θεωρητικά να μειώσει τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του πυρήνα και των ιστών αποτρέποντας με αυτό τον τρόπο την υποθερμία ανακατανομής (Glosten et al., 1993). Ο Kim et al. (2006) έδειξαν ότι η θέρμανση της επιφάνειας του δέρματος κατά τη διάρκεια της αναισθητικής προετοιμασίας (προθέρμανση) θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά τη διαφορά της θερμοκρασίας του πυρήνα και του δέρματος.

Οι Yo et al. (2015) στη μελέτη τους σε ηλικιωμένους ασθενείς οι οποίοι υπεβλήθησαν σε διουρηθρική εκτομή του προστάτη βρήκαν ότι το 62,5% των ασθενών που δεν έλαβε προθέρμανση εμφάνισε διεγχειρητική υποθερμία, ενώ οι ασθενείς που προθερμάνθηκαν εμφάνισαν υποθερμία σε ποσοστό 40%.

Η προεγχειρητική θέρμανση των ασθενών αυξάνει την περιεκτικότητα του περιφερικού ιστού σε θερμότητα (Hynson et al., 1993). Έχει αποδειχθεί ότι η προθέρμανση είναι αποτελεσματικά στη μείωση της υποθερμίας σε χειρουργικούς ασθενείς (de Brito Poveda et al., 2013). Τρέχουσες κλινικές οδηγίες για την πρόληψη της ακούσιας υποθερμίας συνιστούν την προθέρμανση των ασθενών τόσο για τη νευραξιακή αναισθησία όσο και για τη γενική αναισθησία (Forbes et al., 2009, Torossian et al., 2014).

Οι πιο αποτελεσματικές προφυλακτικές μέθοδοι πρόληψης της υποθερμίας διεγχειρητικά είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος μεταξύ 22 °C και 24 °C, η χρήση θερμαντικών σωμάτων του περιβάλλοντος, η κάλυψη της



επιφάνειας του σώματος με μάλλινες κουβέρτες, θερμαινόμενες κουβέρτες και χορήγηση ζεστών διαλυμάτων (Biazzotto et al., 2006).

Οι κατευθυντήριες οδηγίες συνιστούν συγκεκριμένα μέτρα για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα των ασθενών μετεγχειρητικά μεγαλύτερη από 36 °C (NICE, 2008). Τα μέτρα για την πρόληψη της υποθερμίας είναι η συνεχής αξιολόγηση της θερμοκρασίας του πυρήνα, η προσαρμογή της θερμοκρασίας των χειρουργικών αιθουσών σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 21 °C, η θέρμανση των χορηγούμενων ενδοφλέβιων υγρών στους 38-40 °C και η χρήση συσκευών θέρμανσης με αέρα εάν η θερμοκρασία του πυρήνα είναι μικρότερη από 36 °C (NICE, 2008). Μια κατευθυντήρια οδηγία συνιστά την ενεργή προεγχειρητική θέρμανση (προθέρμανση) των ασθενών πλέον της διεγχειρητικής θέρμανσης (Forbes et al., 2009). Ωστόσο, η προαναισθητική θέρμανση του δέρματος δεν αλλάζει την θερμοκρασία του πυρήνα, αλλά μειώνει την ανακατανομή της θερμότητας από τον πυρήνα προς το περιφερικό ιστό μετά την επαγωγή στην αναισθησία (Sessler et al., 1995).

Η πρόληψη της υποθερμίας συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της μετεγχειρητικής ανάρρωσης, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την αίσθηση του ψυχρού (Fettes et al., 2013). Πρέπει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι οι πρακτικές που σχετίζονται με τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος εξακολουθούν να είναι ασυνεπείς, προκαλώντας διαφορετικά αποτελέσματα στην ανάλυση της θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών στη μετεγχειρητική περίοδο κατά τη σύγκριση διαφόρων νοσοκομείων (Weirich, 2008).

Προβλήματα σχετικά με την καταγραφή και τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών είναι συχνά αποτέλεσμα των ασυνεπών πρακτικών για τη μέτρηση της θερμοκρασίας ή ακόμα και της έλλειψης θεσμικής πολιτικής που προάγει την εφαρμογή μέτρων που βασίζονται στην εμπειρία ή στην ευκολία των επαγγελματιών υγείας (Weirich, 2008). Έτσι, η κατάλληλη προετοιμασία των περιεγχειρητικών διεπιστημονικών ομάδων και η συνεπής εφαρμογή δραστηριοτήτων που ευνοούν τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος των ασθενών καθιστούν

δυνατή όχι μόνο την αξιολόγηση της ποιότητας της παρεχόμενης περίθαλψης, αλλά και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων της υποθερμίας.

Είναι γνωστό ότι η παραμονή των ασθενών για περισσότερο από 2 ώρες στη ΜΜΑΦ αυξάνει το φόρτο εργασίας τους νοσηλευτικού προσωπικού, επειδή ο χρόνος της μετεγχειρητικής ανάρρωσης χαρακτηρίζεται από έντονη αξιολόγηση, όπως αιμοδυναμικό έλεγχο και μετεγχειρητικές δραστηριότητες φροντίδας που σχετίζονται με την παρουσία ναυτίας, εμέτου, αιμορραγίας και άλγους, που απαιτούν σταθερή κατάσταση (Lalani et al., 2013). Δεδομένου ότι η υποστήριξη των ασθενών είναι ένα από τα κύρια καθήκοντα των νοσηλευτών, οι νοσηλευτές αναισθησίας είναι υπεύθυνοι για αυτό το σημαντικό θέμα (Andrzejowski et al., 2008).

#### **5.5. Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας μετεγχειρητικά**

Το 62,7% των ασθενών είχε υποθερμία κατά την είσοδο στη ΜΜΑΦ. Οι παράγοντες που βρέθηκαν να ευθύνονται για την εμφάνιση υποθερμίας κατά την εισαγωγή των ασθενών στη ΜΜΑΦ ήταν οι γυναικολογικές χειρουργικές επεμβάσεις, η χορήγηση προνάρκωσης και ροπιβακαΐνης ως τοπικό αναισθητικό, το monitoring BIS, η τοποθέτηση των ασθενών σε γυναικολογική θέση, η υπαρχναοειδής τεχνική αναισθησίας και τα αυξημένα επίπεδα σακχάρου, ουρίας και κρεατινίνης προεγχειρητικά.

Το 58,1% των ασθενών είχε υποθερμία κατά την έξοδο από τη ΜΜΑΦ. Οι παράγοντες που βρέθηκαν να ευθύνονται για την εμφάνιση υποθερμίας κατά την έξοδο των ασθενών από τη ΜΜΑΦ ήταν η υψηλή αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά, η χρήση της προποφόλης ως γενικό αναισθητικό, η χορήγηση ροπιβακαΐνη ως τοπικό αναισθητικό, η ραχιαία και επισκληρίδιος αναισθησία, η γυναικολογική θέση και τα αυξημένα επίπεδα σακχάρου, ουρίας και κρεατινίνης προεγχειρητικά.

Η υποθερμία διαγνώστηκε στο 67,8% των ασθενών σε μια μελέτη που διεξήχθη στη ΜΜΑΦ του Πανεπιστημιακού νοσοκομείου Ribeirão Preto στο Σάο Πάολο, η οποία είχε ως στόχο να εντοπίσει τις πιο συχνές νοσηλευτικές διαγνώσεις στην αμέσως μετεγχειρητική περίοδο (Rossi et al., 2000). Η υποθερμία ήταν η

δεύτερη πιο επικρατούσα επιπλοκή στη ΜΜΑΦ με ποσοστό 43% σε μια μελέτη που αναπτύχθηκε σε ένα μεγάλο ιδιωτικό νοσοκομείο στην πόλη του Σάο Πάολο (Poron & Peniche, 2009). Αν και η υποθερμία είναι μια συνηθισμένη επιπλοκή στη ΜΜΑΦ, υπάρχει έλλειψη μελετών για το θέμα αυτό στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Στο σύνολο της βιβλιογραφίας βρέθηκε μία μόνο μελέτη η οποία αναγνωρίζει την υποθερμία ως νοσηλευτική διάγνωση και προτείνει την πρόληψή της (Gotardo et al., 2008).

Στη βιβλιογραφία δεν βρέθηκαν άλλες μελέτες που να διερευνούν την υποθερμία μετεγχειρητικά και πριν την εισαγωγή των ασθενών στη ΜΕΘ, ΜΑΦ ή στην κλινική. Ούτε βρέθηκαν μελέτες που να διερευνούν τους παράγοντες κινδύνου εμφάνισης υποθερμίας σε αυτό το χρονικό σημείο. Αυτό είναι και η πρωτοτυπία της παρούσας μελέτης, διότι είναι η πρώτη μελέτη που διερεύνησε την υποθερμία μετεγχειρητικά και τη συνέδεσε με διεγχειρητικούς παράγοντες.

## 6. Περιορισμοί της Μελέτης

Όπως και στις περισσότερες μελέτες παρατήρησης, έτσι και στην παρούσα μελέτη υπάρχουν μερικοί περιορισμοί.

Η θερμοκρασία στις χειρουργικές αίθουσες δεν τυποποιημένη, το οποίο θα μπορούσε να προκαλέσει σύγχυση στα αποτελέσματα. Επίσης, η θερμοκρασία εντός των αιθουσών δεν μετρήθηκε και δεν καταγράφηκε κατά την περίοδο διεξαγωγής της μελέτης, παράγοντας ο οποίος μπορεί να επηρεάσει τη διεγχειρητική θερμοκρασία των ασθενών.

Ο τρόπος που λήφθηκε η θερμοκρασία αποτελεί αδύναμο σημείο της μελέτης. Η λήψη της θερμοκρασίας των ασθενών έγινε με υπέρυθρο τυμπανικό θερμόμετρο. Μία μελέτη συνέκρινε το «χρυσό πρότυπο» ενός θερμίστορ ενός καθετήρα πνευμονικής αρτηρίας με τα υπέρυθρα τυμπανικά θερμόμετρα, δείχνοντας ότι τα τυμπανικά θερμόμετρα έδειχναν θερμοκρασία μικρότερη κατά 0,1-0,4% σε σχέση με το θερμίστορ (Nierman, 2007). Επομένως, η συχνότητα της υποθερμίας μπορεί να έχει υπερεκτιμηθεί, επειδή τα υπέρυθρα τυμπανικά θερμόμετρα είναι λιγότερο ακριβή από τους θερμίστορες (Moran et al., 2007).

Ένας άλλος περιορισμός της μελέτης είναι ότι η τυμπανική θερμοκρασία από μόνη της, η οποία αντιπροσωπεύει την ακριβή θερμοκρασία του πυρήνα των ασθενών. Οι Gilbert και συν. (2002) έδειξαν ότι η πρόσθετη χρήση του ψηφιακού από το στόμα θερμομέτρου παράλληλα με το τυμπανικό θερμόμετρο, θα μπορούσε να παρέχει ακριβή θερμοκρασία στους ασθενείς. Ωστόσο, μία άλλη μελέτη έχει αναφέρει ότι η από του στόματος ή η τυμπανική θερμοκρασία συχνά υπερεκτιμά ή υποεκτιμά τη θερμοκρασία του ορθού (Barnett et al., 2011). Επιπλέον, εάν μετρηθεί η θερμοκρασία του δέρματος στα άκρα και στον κορμό εκτός από τη θερμοκρασία του πυρήνα, θα μπορούσε να υπολογιστεί η μέση θερμοκρασία του σώματος σύμφωνα με συγκεκριμένο μαθηματικό τύπο (Lenhardt & Sessler, 2006).

Θα μπορούσε στην παρούσα μελέτη να θεωρηθεί αδυναμία το γεγονός ότι στις χειρουργικές επεμβάσεις ανοικτής κοιλιάς συμπεριλαμβάνονται και εκείνες που έγιναν λαπαροσκοπικά. Ωστόσο, η συχνότητα της διεγχειρητικής υποθερμίας στη

λαπαροσκοπική χειρουργική έχει διαπιστωθεί ότι είναι συγκρίσιμη με αυτή στην οποία οι ασθενείς υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβασης ανοικτής κοιλιάς (Stewart et al., 1999).

Η περιοχική αναισθησία απαιτεί την έκθεση των ασθενών στο περιβάλλον για μια χρονική περίοδο, μέχρι οι αναισθησιολόγοι να χορηγήσουν το αναισθητικό φάρμακο. Επειδή στο υπό μελέτη νοσοκομείο δε γίνεται προθέρμανση των ασθενών, αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υπερεκτιμηθεί το ποσοστό υποθερμίας των ασθενών που υπεβλήθησαν σε περιοχική αναισθησία.

## 7. Συμπεράσματα - Προτάσεις

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν ασθενείς οι οποίοι υπεβλήθησαν σε προγραμματισμένες χειρουργικές επεμβάσεις όλων των κατηγοριών. Θέρμανση των ασθενών πριν τη χειρουργική επέμβαση δεν γίνεται. Η συχνότητα εμφάνισης υποθερμίας διεγχειρητικά ήταν 59,6%, ενώ κατά την εισαγωγή και έξοδο από τη ΜΜΑΦ ήταν 62,7% και 58,1% αντίστοιχα.

Οι υπεύθυνοι παράγοντες για την εμφάνιση υποθερμίας διεγχειρητικά ήταν η μεγάλη ηλικία, το αυξημένο βάρος, ο μεγάλος ΔΜΣ, η μεγάλη βαθμολογία κατά ASA, οι ορθοπεδικές και ουρολογικές χειρουργικές επεμβάσεις, η αυξημένη συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά, η χορήγηση μεγάλου αριθμού οπιοειδών και μυοχάλασης, η διασωλήνωση και η ολική αναισθησία. Επίσης, παράγοντες εμφάνισης διεγχειρητικής υποθερμίας ήταν η μεγάλη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, οι λιγότερες σφίξεις διεγχειρητικά και η χρήση του δεσοφλουρανίου ως γενικό αναισθητικό.

Η εφαρμογή της κατάλληλης, εύκολης και χαμηλού κόστους μεθόδου θέρμανσης είτε με χορήγηση ζεστών ενδοφλέβιων υγρών ή με συσκευή θέρμανσης με αέρα μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της υποθερμίας των χειρουργικών ασθενών και των πιθανών επικίνδυνων επιπλοκών (παρατεταμένη νοσηλεία, αυξημένη αιμορραγία κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, αυξημένη ζήτηση μετάγγισης αίματος, μετεγχειρητική κοιλιακή ταχυκαρδία, μετεγχειρητικό ρίγος, παρατεταμένη περίοδος αποκατάστασης, λοίμωξη και ισχαιμία του μυοκαρδίου κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης). Ως εκ τούτου, οι Νοσηλευτές ως υποστηρικτές των ασθενών θα πρέπει να αποτρέπουν την εμφάνιση επιπλοκών των ασθενών στη χειρουργική αίθουσα παρακολουθώντας τα ζωτικά σημεία, ιδιαίτερα τη θερμοκρασία και να μεριμνούν να υπάρχουν σε κάθε χειρουργική επέμβαση ζεστά ενδοφλέβια υγρά.

Η επίπτωση της διεγχειρητικής υποθερμίας στο υπό μελέτη νοσοκομείο είναι υψηλή και η συχνότητα ενεργού θέρμανσης των ασθενών κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης είναι χαμηλή. Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας

μελέτης συνιστάται η παρακολούθηση της θερμοκρασίας του σώματος, η λήψη των απαραίτητων μέτρων για την πρόληψη της υποθερμίας και η θέρμανση κάθε ασθενή που θα υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση, η οποία πιθανόν να διαρκέσει περισσότερο από 30 λεπτά. Η αποφυγή της υποθερμίας κατά τη διεγχειρητική περίοδο είναι προτιμότερη από τη θεραπεία της στη μετεγχειρητική περίοδο.

Οι ασθενείς αναπτύσσουν υποθερμία κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και διατηρείται στη ΜΜΑΦ, προκαλώντας ανεπιθύμητες κλινικές εκδηλώσεις. Ο νοσηλευτής διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή προληπτικών μέτρων υποθερμίας στη χειρουργική αίθουσα, αποφεύγοντας έτσι τις επιπλοκές που προκαλούνται από την υποθερμία, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της νοσηλευτικής φροντίδας που παρέχεται κατά την περιεγχειρητική περίοδο, την αύξηση της ασφάλειας του ασθενή και τη μείωση του νοσοκομειακού κόστους.

Οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες δεν παρέχουν κάποιο σαφές όριο της θερμοκρασίας του πυρήνα στο οποίο οι ασθενείς μπορούν να ξυπνήσουν και να αποσωληνωθούν με ασφάλεια. Η κοινή σύσταση είναι ότι οι ασθενείς θα πρέπει να αποσωληνώνονται όταν είναι νορμοθερμικοί (NICE, 2008, Forbess et al., 2009).

## Βιβλιογραφία

- Aasen, A., Barie, P., Faist, E., Ford, H., Fry, D. and Hau, T. (2002). Panel Discussion: Current Issues in the Prevention and Management of Surgical Site Infection—Part 1. *Surgical Infections*, 3(s1), pp.s1-s7.
- Aasen, A., Barie, P., Faist, E., Ford, H., Fry, D. and Hau, T. (2002). Panel Discussion: Current Issues in the Prevention and Management of Surgical Site Infection—Part 2. *Surgical Infections*, 3(s1), pp.s99-s102.
- Abelha, F., Castro, M., Neves, A., Landeiro, N. and Santos, C. (2005). Hypothermia in a surgical intensive care unit. *BMC Anesthesiology*, 5(1), pp.7.
- Adhikary, G. and Massey, S. (1998). Massive air embolism: A case report. *Journal of Clinical Anesthesia*, 10(1), pp.70-72.
- Affourtit, C., Crichton, P.G., Parker, N. and Brand, M.D. (2007). Novel uncoupling proteins. *Novartis Found Symp*, 287, pp.70-80.
- Aksu, C., Kus, A., Gurkan, Y., Solak, M. and Toker, K. (2014). Survey on Postoperative Hypothermia Incidence In Operating Theatres of Kocaeli University. *Turkish Journal of Anesthesia and Reanimation*, 42(2), pp.66-70.
- Albergaria, V.F., Lorentz, M.N. and Lima, F.A.S. (2007). Tremores intra e pósoperatório: prevenção e tratamento farmacológico. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 57 (4), pp.431-444.
- Alderson, P., Campbell, G., Smith, A.F., Warttig, S., Nicholson, A. and Lewis, S.R. (2014). Thermal insulation for prevention of inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst Rev*, 6, CD009908.
- Alfonsi, P. (2001). Postanaesthetic Shivering. *Drugs*, 61(15), pp.2193-2205.
- Alfonsi, P., Nourredine, K., Adam, F., Chauvin, M. and Sessler, D. (2003). Effect of postoperative skin-surface warming on oxygen consumption and the shivering threshold. *Anaesthesia*, 58(12), pp.1228-1234.



- Andrzejowski, J., Hoyle, J., Eapen, G. and Turnbull, D. (2008). Effect of prewarming on post-induction core temperature and the incidence of inadvertent perioperative hypothermia in patients undergoing general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, 101(5), pp.627-631.
- Andrzejowski, J., Turnbull, D., Nandakumar, A., Gowthaman, S. and Eapen, G. (2010). ORIGINAL ARTICLE: A randomised single blinded study of the administration of pre-warmed fluid vs active fluid warming on the incidence of peri-operative hypothermia in short surgical procedures\*. *Anaesthesia*, 65(9), pp.942-945.
- Annadata, R., Sessler, D., Tayefeh, F., Kurz, A. and Dechert, M. (1995). Desflurane Slightly Increases the Sweating Threshold but Produces Marked, Nonlinear Decreases in the Vasoconstriction and Shivering Thresholds. *Anesthesiology*, 83(6), pp.1205-1211.
- Antognini, J. (1993). Hypothermia Eliminates Isoflurane Requirements at 20° C. *Anesthesiology*, 78(6), pp.1152-1156.
- Association of periOperative Registered Nurses (AORN). (2007). AORN Recommended Practices Committee. Recommended practices for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *AORN J*, 85 (5), pp. 972-988.
- Association of Perioperative Registered Nurses (AORN). (2015). Guideline for prevention of unplanned perioperative hypothermia. In Association of Perioperative Registered Nurses (Ed.), *Guidelines for perioperative practice*. Denver, CO, pp. 479–512.
- Association of periOperative Registered Nurses. (2009). Recommended practices for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. In *Perioperative Standards and Recommended Practices (Association of perioperative Registered Nurses ed.)*. AORN, Denver, CO, pp. 491–504.
- Avidan, M., Jones, N., Ing, R., Khoosal, M., Lundgren, C. and Morrell, D. (1997). Convection warmers - not just hot air. *Anaesthesia*, 52(11), pp.1073-1076.

- Barnason, S., Williams, J., Proehl, J., Brim, C., Crowley, M., Leviner, S., Lindauer, C., Naccarato, M., Storer, A. and Papa, A. (2012). Emergency Nursing Resource: Non-Invasive Temperature Measurement in the Emergency Department. *Journal of Emergency Nursing*, 38(6), pp.523-530.
- Barnes, C.L. (2011). Overview: the health care burden and financial costs of surgical site infections. *American Journal of Orthopedic (Belle Mead NJ)*, 40 (12), (suppl). 2-5.
- Barnett, B., Nunberg, S., Tai, J., Lesser, M., Fridman, V., Nichols, P., Powell, R. and Silverman, R. (2011). Oral and Tympanic Membrane Temperatures are Inaccurate to Identify Fever in Emergency Department Adults. *Western Journal of Emergency Medicine*, 12(4), pp.505-511.
- Barthel, E. and Pierce, J. (2012). Steady-state and time-dependent thermodynamic modeling of the effect of intravenous infusion of warm and cold fluids. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 72(6), pp.1590-1600.
- Baser, O. (2011). Prevalence and economic burden of venous thromboembolism after total hip arthroplasty or total knee arthroplasty. *American Journal Management Care*, 17(1), (suppl). S6-S8.
- Baser, O., Supina, D., Sengupta, N., Wang, L. and Kwong, L. (2010). Clinical and cost outcomes of venous thromboembolism in Medicare patients undergoing total hip replacement or total knee replacement surgery. *Current Medical Research and Opinion*, 27(2), pp.423-429.
- Baucom, R., Phillips, S., Ehrenfeld, J., Holzman, M., Nealon, W., Sharp, K., Kaiser, J. and Poulouse, B. (2014). Defining intraoperative hypothermia in ventral hernia repair. *Journal of Surgical Research*, 190(1), pp.385-390.
- Bayazit, Y. and Sparrow, E. (2010). Energy efficiency comparison of forced-air versus resistance heating devices for perioperative hypothermia management. *Energy*, 35(3), pp.1211-1215.

- Beck, G., Becke, K. and Biermann, E. (2013). Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anästh Intensivmed*, 54(1), pp.39–42.
- Behattacharya, P.K., Jain, R.K. and Agarwal, R.C. (2003). Post anesthesia shivering (PAS): A review. *Indian Journal of Anesthesiology*, 47(1), pp.88–93.
- Bennett, J., Ramachandra, V., Webster J, and Carli, F. (1994). Prevention of hypothermia during hip surgery: effect of passive compared with active skin surface warming. *British Journal of Anaesthesia*, 73(2), pp.180–183.
- Bernard, J.M., Fulgencio, J.P., Delaunay, L. and Bonnet, F. (1998). Clonidine does not impair redistribution hypothermia after the induction of anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*, 87(1), pp.168–172.
- Beyea, S.C. (2008). 2009 patient safety goals: a perioperative nursing priority. *American Operating Room Nursing Journal*, 88(3), pp.459–462.
- Biazzotto, C.B., Brudniewski, M., Schmidt, A.P. and Auler Junior, J.O.C. (2006). Hipotermia no período perioperatório. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 56(1), pp.89-106.
- Bissonnette, B. and Sessler, D.I. (1992). Thermoregulatory thresholds for vasoconstriction in pediatric patients anesthetized with halothane or halothane and caudal bupivacaine. *Anesthesiology*, 76(3), pp.387–392.
- Bock, M., Muller, J., Bach, A., Bohrer, H., Martin, E. and Motsch, J. (1998). Effects of preinduction and intraoperative warming during major laparotomy. *British Journal of Anaesthesia*, 80(2), pp.159–163.
- Boehnlein, M.J. and Marek, J.F. (1999). Intraoperative nursing. In W.J. Phipps, J.K. Sands and J.F. Marek (6th Ed.). *Medical-surgical nursing: concepts and clinical practice* (pp.492-524). St. Louis: Mosby.
- Boo, N.Y. and Selvarani, S. (2005). Effectiveness of a simple heated water-filled mattress for the prevention and treatment of neonatal hypothermia in the labour room. *Singapore Medical Journal*, 46(8), pp.387–391.

- Borms, S.E., Engelen, S.L., Himpe, D.G.A., Suy, M.R.R. and Theunissen, W.J.H. (1994). Bair hugger forced-air warming maintains normothermia more effectively than thermo-lite insulation. *Journal of Clinical Anesthesia*, 6(4), pp.303–7.
- Brandt, C., Hott, U., Sohr, D., Daschner, F., Gastmeier, P. and Reuden, H. (2008). Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the surgical site infection rate in orthopedic and abdominal surgery. *Annals of Surgery*, 248(5), pp.695–700.
- Bratincsák, A. and Palkovits, M. (2005). Evidence that peripheral rather than intracranial thermal signals induce thermoregulation. *Neuroscience*, 135(2), pp.525–532.
- Bräuer, A., Waeschle, R.M., Heise, D., Perl, T., Hinz, J., Quintel, M. and Bauer, M. (2010). Preoperative prewarming as a routine measure. First experiences. *Der Anaesthetist*, 59(9), pp.842–850.
- Breuer, A. and Quintel, M. (2009). Forced air warming: technology, physical background and practical aspects. *Current Opinion in Anesthesiology*, 22(6), pp.769–74.
- Breuer, A., Bovenschulte, H., Perl, T., Zink, W., English, M.J. and Quintel, M. (2009). What determines the efficacy of forced air-warming systems? A manikin evaluation with upper body blankets. *Anesthesia and Analgesia*, 108(1), pp.192–8.
- Breuer, A., English, M.J.M., Lorenz, N., Steinmetz, N., Perl, T., Braun, U. and Weyland, W. (2003). Comparison of forced-air warming systems with lower body blankets using a copper manikin of the human body. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47(1), pp.58–64.
- Breuer, A., English, M.J.M., Steinmetz, N., Lorenz, N., Perl, T., Braun, U. and Weyland, W. (2002). Comparison of forced-air warming systems with upper

body blankets using a copper manikin of the human body. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 46(8), pp.965–972.

Breauer, A., English, M.J.M., Steinmetz, N., Lorenz, N., Perl, T., Weyland, W. and Quintel, M. (2007). Efficacy of forced-air warming systems with full body blankets. *Canadian Journal of Anesthesia*, 54(1), pp.34–41.

Breauer, A., Pacholik, L., Perl, T., English, M.J., Weyland, W. and Braun, U. (2004). Conductive heat exchange with a gel-coated circulating water mattress. *Anesthesia and Analgesia*, 99(6), pp.1742–6.

Breauer, A., Perl, T., Heise, D., Quintel, M. and Seipelt, R. (2010). Intraoperative full-thickness pressure ulcer in a patient after transapical aortic valve replacement using a novel underbody forced-air warming blanket. *Journal of Clinical Anesthesia*, 22(7), pp.573–584.

Browne, D.A., de Boeck, R. and Morgan, M. (1990). An evaluation of the Level 1 blood warmer series. *Anaesthesia*, 45(11), pp.960–963.

Bruells, C.S., Bruells, A.C., Rossaint, R., Stoppe, C., Schaelte, G. and Zoremba, N. (2013). A laboratory comparison of the performance of the Buddy lite™ and enFlow™ fluid warmers. *Anaesthesia*, 68(11), pp.1161–1164.

Buggy, D.J. and Crossley, A.W. (2000). Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and postanaesthetic shivering. *British Journal of Anesthesia*, 84(5), pp.384-388.

Buggy, D.J. and Grossley, A.W. (2000). Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and post anesthesia shivering. *British Journal of Anesthesia*, 84(5), pp.615–628.

Buisson, P., Bach, V., Elabbassi, E.B., Chardon, K., Delanaud, S., Canarelli, J.P. and Libert, J.P. (2004). Assessment of the efficiency of warming devices during neonatal surgery. *European Journal of Applied Physiology*, 92(6), pp.694–697.

Burger, L. and Fitzpatrick, J. (2009). Prevention of inadvertent perioperative hypothermia. *British Journal of Nursing*, 18(18), 1114, 1116-1119.

- Burns, S.M., Piotrowski, K., Caraffa, G. and Wojnakowski, M. (2010). Incidence of postoperative hypothermia and the relationship to clinical variables. *Journal of Perianesthesia Nursing* 25(5), pp.286-289.
- Bush, H.L., Hydo, L.J., Fischer, E., Fantini, G.A., Silane, M.F. and Barie, P.S. (1995) Hypothermia during elective abdominal aortic aneurysm repair: the high price of avoidable morbidity. *Journal of Vascular Surgery*, 21(3), pp.392–400.
- Calcaterra, D., Ricci, M., Lombardi, P., Katariya, K., Panos, A. and Salerno, T.A. (2009). Reduction of postoperative hypothermia with a new warming device: a prospective randomized study in off-pump coronary artery surgery. *Journal of Cardiovascular Surgery*, 50(6), pp.813–817.
- Caldwell, J.E., Heier, T., Wright, P.M., Lin, S., McCarthy, G., Szenohradszky, J., Sharma, M.L., Hing, J.P., Schroeder, M. and Sessler, D.I. (2000). Temperature-dependent pharmacokinetics and pharmacodynamics of vecuronium. *Anesthesiology*, 92(1), pp.84–93.
- Camus, Y., Celva, E., Sessler, D.I. and Lienhart, A. (1995). Pre-induction skinsurface warming minimizes intraoperative core hypothermia. *Journal of Clinical Anesthesia*, 7(5), 384–388.
- Camus, Y., Delva, E., Cohen, S. and Lienhart, A. (1996). The effects of warming intravenous fluids on intraoperative hypothermia and postoperative shivering during prolonged abdominal surgery. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 40(7), pp.779–782.
- Camus, Y., Delva, E., Just, B. and Lienhart, A. (1993). Leg warming minimizes core hypothermia during abdominal surgery. *Anesthesia and Analgesia*, 77(5), pp.995–999.
- Camus, Y., Delva, E., Sessler, D.I. and Lienhart, A. (1995). Pre-induction skin-surface warming minimizes intraoperative core hypothermia. *Journal of Clinical Anesthesia*, 7(5), pp.384–388.

- Carpenter, L. and Baysinger, C.L. (2012). Maintaining perioperative normothermia in the patient undergoing cesarean delivery. *Obstetrical & Gynecological Survey*, 67(7), pp.436–446.
- Centers for Medicare and Medicaid Services [CMS]. (2014). Hospital-acquired conditions. [online]. Ανάκτηση την 12/07/2017. Διαθέσιμο από: [http://www.cms.gov/Medicare/Medicare-Fee-for-Service-Payment/HospitalAcqCond/Hospital-Acquired\\_Conditions.html](http://www.cms.gov/Medicare/Medicare-Fee-for-Service-Payment/HospitalAcqCond/Hospital-Acquired_Conditions.html)
- Centers for Medicare and Medicaid Services. Medicare and Medicaid Programs; Electronic Health Record Incentive Program-Stage 3 and Modifications to Meaningful Use in 2015 through 2017. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <https://www.federalregister.gov/documents/2015/10/16/2015-25595/medicare-and-medicaid-programs-electronic-health-record-incentive-programstage-3-and-modifications..>
- Centers for Medicare and Medicaid Services. PQRS Temperature Measure 424. [online]. Ανάκτηση την 12/07/2017. Διαθέσιμο από: <https://pqrs.cms.gov/dataset/2016-PQRS-Measure-424-11-17-2015/5mqt-5mnm/data>.
- Chakladar, A., Dixon, M. and Harper, C. (2011). Warming mattress to prevent inadvertent perioperative hypothermia and shivering during elective caesarean section. *British Journal of Anaesthesiology*, 107, 290P–291P.
- Chang, L., Villacorta, L., Li, R., Hamblin, M., Xu, W., Dou, C., Zhang, J., Wu, J., Zeng, R. and Chen, Y.E. (2012). Loss of perivascular adipose tissue on peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$  deletion in smooth muscle cells impairs intravascular thermoregulation and enhances atherosclerosis. *Circulation*, 126(9), pp.1067–1078.
- Cheney, F.W., Posner, K.L., Caplan, R.A. and Gild, W.M. (1994). Burns from warming devices in anesthesia. A closed claim analysis. *Anesthesiology*, 80(4), pp.806–810.

- Chung, K., Lee, S., Oh, S-C., Choi, J. and Cho, H-S. (2012). Thermal burn injury associated with a forced-air warming device. *Korean Journal of Anesthesiology*, 62(4), pp.391–402.
- Ciufo, D., Dice, S. and Coles, C. (1995). Rewarming hypothermic postanesthesia patients: a comparison between a water coil warming blanket and a forced-air warming blanket. *Journal of Post Anesthesia Nursing*, 10(3), pp.155–8.
- Clardy, C.W., Edwards, K.M. and Gay, J.C. (1985). Increased susceptibility to infection in hypothermic children: possible role of acquired neutrophil dysfunction. *Pediatric Infectious Disease*, 4(4), pp.379–382.
- Clarke, P.A. and Thornton, M.J. (2009). Failure of a water-bath design intravenous fluid warmer. *Canadian Journal of Anesthesia*, 56(11), pp.876–887.
- Clinical Practice Guideline. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care commissioned by National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE): April 2008. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://guidance.nice.org.uk/CG65> (accessed 14/06/2008).
- Cobb, B., Cho, Y., Hilton, G., Ting V. and Carvalho, B. (2016). Active warming utilizing combined iv fluid and forced-air warming decreases hypothermia and improves maternal comfort during cesarean delivery: a randomized control trial. *Anesthesia and analgesia*, 122(5), pp.1490–1497.
- Cooper, S. (2006). The effect of preoperative warming on patients' postoperative temperature. *AORN*, 83(5), pp.1074-1084.
- Cork, R.C., Vaughan, R.W. and Humphrey, L.S. (1983). Precision and accuracy of intraoperative temperature monitoring. *Anesthesia and analgesia*, 62(2), pp.211-214.
- Cornett, P.M., Matta, J.A. and Ahern, G.P. (2008). General anesthetics sensitize the capsaicin receptor transient receptor potential V1. *Molecular Pharmacology*, 74(5), pp.1261–1268.



- Crowley, L.J. and Buggy, D.J. (2008). Shivering and neuraxial anesthesia. *Regional anesthesia and pain medicine*, 33(3), pp.241–252.
- Dasari, K.B., Albrecht, M. and Harper, M. (2012). Effect of forced-air warming on the performance of operating theatre laminar flow ventilation. *Anaesthesia*, 67(3), pp.244–9.
- De Brito Poveda, V., Clark, A.M. and Galvao, C.M. (2013). A systematic review on the effectiveness of prewarming to prevent perioperative hypothermia. *Journal of Clinical Nursing*, 22(7-8), pp.906-18.
- De Mattia, A.L., Barbosa, M.H., De Mattia Rocha, A., Farias, H.L., Santos, C.A. (2012). Santos, D.M. Hypothermia in patients during the perioperative period. *Revista de Escola de Enfermagem da USP*, 46(1), pp.60-6.
- De Mattia, A.L., Maia, L.F., Silva, S.S. and Oliveira, T.C. (2010). Diagnósticos de enfermería de complicaciones en la sala de recuperación anestésica. *Enfermagem Global*, 18(1), pp.1-11.
- De Witte, J. and Sessler, D.I. (2002). Perioperative shivering: physiology and pharmacology. *Anesthesiology*, 96(2), pp.467–84.
- De Witte, J.L., Demeyer, C. and Vandemaele, E. (2010). Resistive-heating or forced-air warming for the prevention of redistribution hypothermia. *Anesthesia and Analgesia*, 110(3), pp.829–833.
- Department of Health Centre for Evidence-based Purchasing. Market review. Intravenous fluid warming devices. CEP10014. 2010. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://nhscep.useconnect.co.uk/CEPProducts/Catalogue.aspx>.
- Dewar, D.J., Fraser, J.F., Choo, K.L. and Kimble, R.M. (2004). Thermal injuries in three children caused by an electrical warming mattress. *British Journal of Anaesthesia*, 93(4), pp.586–589.

- Diaz, M., and Becker, D. (2010). Thermoregulation: Physiological and clinical considerations during sedation and general anesthesia. *Anesthesia Progress*, 57(1), 25-33.
- Doufas, A.G. (2003). Consequences of inadvertent perioperative hypothermia. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, 17(4), pp.535-549.
- Doufas, A.G., Morioka, N., Maghoub, A.N., Mascha, E. and Sessler, D.I. (2008). Lower-body warming mimics the normal epidural-induced reduction in the shivering threshold. *Anesthesia and analgesia*, 106(1), pp.252–56.
- Eapen, G., Andrzejowski, J. and Turnbull, D. (2009). A laboratory evaluation of the heat generating capacity of prewarmed fluid compared with two commercial in-line fluid warming devices. *Anaesthesia*, 64, (7), pp.806.
- Egan, C., Bernstein, E., Reddy, D., Ali, M., Paul, J., Yang, D. and Sessler, D.I. (2011). A randomized comparison of intraoperative PerfecTemp and forced-air warming during open abdominal surgery. *Anesthesia and Analgesia*, 113(5), pp.1076–1081.
- El Gamal, N., El Kassabany, N., Frank, S.M., Amar, R., Khabar, H.A., El-Rahmany, H.K. and Okasha, A.S. (2000). Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 degrees C). *Anesthesia and Analgesia*, 90(3), pp.694-698.
- Emerick, T.H., Ozaki, M., Sessler, D.I., Walters, K. and Schroeder, M. (1994). Epidural anesthesia increases apparent leg temperature and decreases the shivering threshold. *Anesthesiology*, 81(2), pp.289–298.
- Engelen, S., Berghmans, J., Borms, S., Suy-Verburg, M. and Himpe, D. (2007). Resistive heating during off-pump coronary bypass surgery. *Acta Anaesthesiologica Belgica*, 58(1), pp.27–31.
- Engelen, S., Himpe, D., Borms, S., Berghmans, J., Van Cauwelaert, P., Dalton, J.E. and Sessler, D.I. (2011). An evaluation of underbody forced-air and resistive

heating during hypothermic, on-pump cardiac surgery. *Anaesthesia*, 66(2), pp.104–110.

England, A.J., Wu, X., Richards, K.M., Redai, I. and Feldman, S.A. (1996). The influence of cold on the recovery of three neuromuscular blocking agents in man. *Anaesthesia*, 51(3), pp.236–240.

English, M.J., Farmer, C. and Scott, W.A. (1990). Heat loss in exposed volunteers. *Journal of Trauma, Injury, Infection and Critical Care*, 30(4), pp.422–425.

Enriori, P.J., Sinnayah, P., Simonds, S.E., Rudaz, C.G. and Cowley, M.A. (2011). Leptin action in the dorsomedial hypothalamus increases sympathetic tone to brown adipose tissue in spite of systemic leptin resistance. *Journal of Neuroscience*, 31(34), pp.12181–12197.

Esnaola, N.F. and Cole, D.J. (2011). Perioperative normothermia during major surgery: Is it important? *Advances in Surgery*, 45, pp.249–263.

Fallis, W.M., Hamelin, K., Symonds, J. and Wang, X. (2006). Maternal and newborn outcomes related to maternal warming during caesarean delivery. *Journal of Obstetric Gynecology and Neonatal Nursing*, 35(3), pp.324–31.

Fanelli, A., Danelli, G., Ghisi, D., Ortu, A., Moschini, E. and Fanelli, G. (2009). The efficacy of a resistive heating under-patient blanket versus a forced-air warming system: a randomized controlled trial. *Anesthesia and Analgesia*, 108(1), pp.199–201.

Faries, G., Johnston, C., Pruitt, K.M. and Plouff, R.T. (1991). Temperature relationship to distance and flow rate of warmed IV fluid. *Annals of Emergency Medicine*, 20(11), pp.1198–200.

Fealey, R.D. (2013). Interoception and autonomic nervous system reflexes thermoregulation. *Handbook of clinical neurology*, 117, pp.79–88.

Feketa, V.V., Zhang, Y., Cao, Z., Balasubramanian, A., Flores, C.M., Player, M.R. and Marrelli, S.P. (2014). Transient receptor potential melastatin 8 channel inhibition potentiates the hypothermic response to transient receptor potential

vanilloid 1 activation in the conscious mouse. *Critical Care Medicine*, 42(5), pp.e355–363.

Fettes, S., Mulvaine, M. and Van Doren, E. (2013). Effect of preoperative forced-air warming on postoperative temperature and postanesthesia care unit length of stay. *Association of PeriOperative Registered Nurses Journal*, 97(3), pp.323-328.

Forbes, S.S., Eskicioglu, C., Nathens, A.B., Fenech, D.S., Laflamme, C., McLean, R.F. and McLeod, R.S. (2009). Evidence-based guidelines for prevention of perioperative hypothermia. *Journal of the American College of Surgeons*, 209(4), pp.492–503.

Forbes, S.S., Stephen, W.J., Harper, W.L., Loeb, M., Smith, R., Christoffersen, E.P. and McLean, R.F. (2008). Implementation of evidence-based practices for surgical site infection prophylaxis: results of a pre- and postintervention study. *Journal of the American College of Surgeons*, 207(3), pp.336–341.

Fossum, S., Hays, J. and Henson, M.M. (2001). A comparison study on the effects of prewarming patients in the outpatient surgery setting. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 16(3), pp.187–193.

Frank, S., Raja, S.N., Bulcao, C. and Goldstein, D. (1999). Relative contribution of core and cutaneous temperatures to thermal comfort, autonomic, and metabolic responses in humans. *Journal of applied physiology*, 86(5), pp.1588–1593.

Frank, S.M., Beattie, C., Christopherson, R., Norris, E.J., Perler, B.A., Williams, G.M. and Gottlieb, S.O. (1993). Unintentional hypothermia is associated with postoperative myocardial ischemia. The Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial Study Group. *Anesthesiology*, 78(3), pp.468-476.

Frank, S.M., Beattie, C., Christopherson, R., Norris, E.J., Rock, P., Parker, S. and Kimball, A.W. (1992). Epidural versus general anesthesia, ambient operating room temperature, and patient age as predictors of inadvertent hypothermia. *Anesthesiology*, 77(2), pp.252-257.

- Frank, S.M., El-Rahmany, H.K., Cattaneo, C.G. and Conseiller, C. (2000). Predictors of hypothermia during spinal anesthesia. *Anesthesiology*, 92(5), pp.1330-1334.
- Frank, S.M., Fleisher, L.A., Breslow, M.J., Higgins, M.S., Olson, K.F., Kelly, S. and Beattie, C. (1997). Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac event. A randomized clinical trial. *JAMA*, 277(14), pp.1127-1134.
- Frank, S.M., Fleisher, L.A., Olson, K.F., Gorman, R.B., Higgins, M.S., Breslow, M.J., Sitzmann, J.V. and Beattie, C. (1995). Multivariate determinates of early postoperative oxygen consumption: the effects of shivering, core temperature, and gender. *Anesthesiology*, 83(2), pp.241–249.
- Frank, S.M., Higgins, M.S., Breslow, M.J., Fleisher, L.A., Gorman, R.B., Sitzmann, J.V., Raff, H. and Beattie, C. (1995). The catecholamine, cortisol, and hemodynamic responses to mild perioperative hypothermia. A randomized clinical trial. *Anesthesiology*, 82(1), pp.83–93.
- Frank, S.M., Higgins, M.S., Fleisher, L.A., Sitzmann, J.V., Raff, H. and Breslow, M.J. (1997). Adrenergic, respiratory, and cardiovascular effects of core cooling in humans. *American Journal of Physiology*, 272(2 Pt 2), R557–R562.
- Frank, S.M., Raja, S.N., Bulcao, C. and Goldstein, D.S. (2000). Age-related thermoregulatory differences during core cooling in humans. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 279(1), R349-R354.
- Frisch, N.B., Pepper, A.M., Rooney, E. and Silverton, C. (2017). Intraoperative Hypothermia in Total Hip and Knee Arthroplasty. *Orthopedics*, 40(1), pp.56-63.
- Fritz, H.G., Holzmayr, M., Walter, B., Moeritz, K.U., Lupp, A. and Bauer, R. (2005). The effect of mild hypothermia on plasma fentanyl concentration and biotransformation in juvenile pigs. *Anesthesia and analgesia*, 100(4), pp.996–1002.
- Gali, B., Findlay, J.Y. and Plevak, D.J. (2003). Skin injury with the use of a water warming device. *Anesthesiology*, 98(6), pp.1509–1510.

- Galvao, C.M., Liang, Y. and Clark, A.M. (2010). Effectiveness of cutaneous warming systems on temperature control: metaanalysis. *Journal of Advanced Nursing*, 66(6), pp.1196–1206.
- Galvão, C.M., Marck, P.B., Sawada, N.O. and Clark, A.M. (2009). A systematic review of the effectiveness of cutaneous warming systems to prevent hypothermia. *Journal of clinical nursing*, 18(5), pp.627-36.
- Gando, S., Telo, I. and Kubota, M. (1992). Post-trauma coagulation and fibrinolysis. *Critical care medicine*, 20(5), pp.594–600.
- Geiger, T.M., Horst, S., Muldoon, R., Wise, P.E., Enrenfeld, J., Poulouse, B. and Herline, A.J. (2012). Perioperative core body temperatures effect on outcome after colorectal resections. *American Surgery*, 78(5), pp.607-612.
- Gendron, F. (1980). “Burns” occurring during lengthy surgical procedures. *Journal of Clinical Engineering*, 5(1), pp.19–26.
- Gentilello, L.M., Cortes, V., Moujaes, S., Viamonte, M., Malinin, T.L., Ho, C.H. and Gomez, G.A. (1990). Continuous arteriovenous rewarming: experimental results and thermodynamic model simulation of treatment for hypothermia. *Journal of Trauma*, 30(12), pp.1436–1449.
- Giesbrecht, G.G., Ducharme, M.B. and McGuire, J.P. (1994). Comparison of forced-air patient warming systems for perioperative use. *Anesthesiology*, 80(3), pp.671–679.
- Gilbert, M., Barton, A.J. and Counsell, C.M. (2002). Comparison of oral and tympanic temperatures in adult surgical patients. *Applied nursing research*, 2002, 15(1), pp.42-47.
- Glosten, B., Hynson, J., Sessler, D.I. and McGuire, J. (1993). Preanesthetic skin-surface warming reduces redistribution hypothermia caused by epidural block. *Anesthesia and Analgesia*, 77(3), pp.488-93.

- Glosten, B., Sessler, D.I., Faure, E.A.M., Sten, R., Thisted, R.A. and Karl, L. (1992). Central temperature changes are poorly perceived during epidural anesthesia. *Anesthesiology*, 77(1), pp.10–16.
- Görge, M., Ansermino, J.M. and Whyte, S.D. (2013). A retrospective audit to examine the effectiveness of preoperative warming on hypothermia in spine deformity surgery patients. *Paediatric Anaesthesia*, 23(11), pp.1054-1061.
- Gotardo, J.M., Silveira, R.C.C.P. and Galvão, C.M. (2008). Hipotermia no perioperatório: análise da produção científica nacional de enfermagem. *Rev SOBECC*, 13(2), pp.40-48.
- Goyal, P., Kundra, S., Sharma, S., Grewal, A., Kaul, T.K. and Singh, M.R. (2011). Efficacy of intravenous fluid warming for maintenance of core temperature during lower segment cesarean section under spinal anesthesia. *Journal of obstetric anaesthesia critical care*, 1(2), pp.73–77.
- Grahn, D., Brock-Utne, J.G., Wattenpaugh, D.E. and Heller, H.C. (1998). Recovery from mild hypothermia can be accelerated by mechanically distending blood vessels in the hand. *Journal of Applied Physiology*, 85(5), pp.1643–1648.
- Guideline for prevention of unplanned patient hypothermia. (2016). In: *Guidelines for Perioperative Practice*. Denver, CO: AORN, Inc, pp.531-554.
- Halloran, O.J. (2009). Warming our cesarean section patients: why and how? *Journal of Clinical Anesthesia*, 21(4), pp.239–241.
- Harper, C.M., Andrzejowski, J.C. and Alexander, R. (2008). NICE and warm. *British Journal of Anaesthesia*, 101(3), pp.293–295.
- Harris AM, Atterbury CLJ, Chaffe B, et al. Guideline on the administration of blood components. 2009. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: [http://www.bcsghguidelines.com/documents/Admin\\_blood\\_components\\_bcsgh\\_05012010.pdf](http://www.bcsghguidelines.com/documents/Admin_blood_components_bcsgh_05012010.pdf)
- Hasankhani, H., Mohammadi, E., Moazzami, F., Mokhtari, M. and Naghizadh, M.M. (2007). The effects of intravenous fluids temperature on perioperative

hemodynamic situation, post-operative shivering, and recovery in orthopaedic surgery. *Canadian Operating Room Nursing Journal*, 25(1), pp.20–27.

Hasankhani, H., Mohammadi, E., Naghizade, M.M., Moazzami, F. and Mokhtari, M. (2004). The effect of warming intravenous fluid on perioperative hemodynamic status, postoperative shivering and recovery in orthopedic surgery. *Shiraz E-Medicine Journal*, 5.

Hasegawa, K., Negishi, C., Nakagawa, F. and Ozaki, M. (2012). Core temperatures during major abdominal surgery in patients warmed with new circulating-water garment, forced-air warming, or carbon-fiber resistive-heating system. *Journal of Anesthesia*, 26(2), pp.168–173.

Heier, T. and Caldwell, J.E. (2006). Impact of hypothermia on the response to neuromuscular blocking drugs. *Anesthesiology*, 104(5), pp.1070–1080.

Heier, T., Caldwell, J.E., Sessler, D.I. and Miller, R.D. (1991). Mild intraoperative hypothermia increases duration of action and spontaneous recovery of vecuronium blockade during nitrous oxide-isoflurane anesthesia in humans. *Anesthesiology*, 74(5), pp.815–819.

Henker, R., Bernardo, L.M., O'Connor, K. and Sereika, S. (1995). Evaluation of four methods of warming intravenous fluids. *Journal of Emergency Nursing*, 21(5), pp.385–390.

Herron, D.M., Grabowy, R., Connolly, R. and Schwaitzberg, S.D. (1997). The limits of bloodwarming: maximally heating blood with an inline microwave bloodwarmer. *Journal of Trauma, Injury, Infection and Critical Care*, 43(2), pp.219–228.

Hess, P.E., Snowman, C.E. and Wang, J. (2005). Hypothermia after cesarean delivery and its reversal with lorazepam. *International journal of obstetric anesthesia*, 14(4), pp.279–283.

Höcker, J., Bein, B., Bohm, R., Steinfath, M., Scholz, J. and Horn, E.P. (2012). Correlation, accuracy, precision and practicability of perioperative measurement



of sublingual temperature in comparison with tympanic membrane temperature in awake and anaesthetised patients. *European journal of Anaesthesiology*, 29(2), pp.70–74.

Hooper, V.D., Chard, R., Clifford, T., Fetzer, S., Fossum, S., Godden, B., Martinez, E.A., Noble, K.A., O'Brien, D., Odom-Forren, J., Peterson, C., Ross, J. and Wilson, L. (2010). ASPAN's evidence-based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia: second edition. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 25(6), pp.346-365.

Hooper, V.D., Chard, R., Clifford, T., Fetzer, S., Fossum, S., Godden, B., Martinez, E.A., Noble, K.A., O'Brien, D., Odom-Forren, J., Peterson, C. and Ross, J. (2009). ASPAN's evidence- based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 24(5), pp.271–287.

Horn, E.P., Bein, B., Broch, O., Iden, T., Böhm, R., Latz, S.K. and Höcker, J. (2016). Warming before and after epidural block before general anaesthesia for major abdominal surgery prevents perioperative hypothermia: A randomised controlled trial. *European Journal of Anaesthesiology*, 33(5), pp.334-340.

Horn, E.P., Schroeder, F., Gottschalk, A., Sessler, D.I., Hiltmeyer, N., Standl, T. and Esch, J.S. (2002). Active warming during cesarean delivery. *Anesthesia and Analgesia*, 94(2), pp.409–414.

Horn, E-P., Bein, B., Beohm, R., Steinfath, M., Sahili, N. and Heocker, J. (2012). The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of perioperative hypothermia. *Anaesthesia*, 67(6), pp.612–617.

Horn, E-P., Schroeder, F., Wilhelm, S., Sessler, D.I., Standl, T., von dem Busche, K. and Schulte am Esch, J. (1999). Postoperative pain facilitates non-thermoregulatory tremor. *Anesthesiology*, 91(4), pp.979–984.

- Horowitz, P.E., Delagarza, M.A., Pulaski, J.J. and Smith, R.A. (2004). Flow rates and warming efficacy with Hotline and Ranger blood/fluid warmers. *Anesthesia and Analgesia*, 99(3), pp.788–792.
- Hoseinkhan, Z. and Behzadi, M. (2007). Morphine, Pethidine and Fentanyl in postoperative shivering control: A randomized clinical trial. *Tehran University Medicine Journal*, 64(1), pp.57–63.
- Hoyle, J. and Andrzejowski, J. (2008). An audit of perioperative temperature management in a day case surgery unit. *Journal of One Day Surgery*, 18(2), pp.76–78.
- Hu, S., Zhang, Z.Y., Hua, Y.Q., Li, J. and Cai, Z.D. (2009). A comparison of regional and general anaesthesia for total replacement of the hip or knee: a metaanalysis. *Journal Bone Joint Surgery British*, 91(7), pp.935-942.
- Huang, J.K.C., Shah, E.F., Vinodkumar, N., Hegarty, M.A. and Greatorex, R.A. (2003). The Bair Hugger patient warming system in prolonged vascular surgery: an infection risk? *Critical Care*, 7(3), pp.R13–16.
- Hui, C.K., Huang, C.H., Lin, C.J., Lau, H.P., Chan, W.H. and Yeh, H.M. (2006). A randomised double-blind controlled study evaluating the hypothermic effect of 150 microg morphine during spinal anaesthesia for Caesarean section. *Anaesthesia*, 61(1), pp.29–31.
- Hynson, J.M., Sessler, D.I., Moayeri, A., McGuire, J. and Schroeder, M. (1993). The effects of pre-induction warming on temperature and blood pressure during propofol/nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*, 79(2), pp.219–228.
- Ihn, C.H., Joo, J.D., Chung, H.S., Choi, J.W., Kim, D.W., Jeon, Y.S., Kim, Y.S. and Choi, W.Y. (2008). Comparison of three warming devices for the prevention of core hypothermia and post-anaesthesia shivering. *Journal of International Medical Research*, 36(5), pp.923–931.
- Ikeda, T., Sessler, D.I., Marder, D. and Xiong, J. (1997). The influence of thermoregulatory vasomotion and ambient temperature variation on the accuracy

- of core-temperature estimates by cutaneous liquid-crystal thermometers. *Anesthesiology*, 86(3), pp.603–612.
- Ikeda, T., Sessler, D.I., Tayefeh, F., Negishi, C., Turakhia, M., Marder, D., Bjorksten, A.R. and Larson, M.D. (1998). Meperidine and alfentanil do not reduce the gain or maximum intensity of shivering. *Anesthesiology*, 88(4), pp.858–865.
- Janicki, P.K., Higgins, M.S., Janssen, J., Johnson, R.F. and Beattie, C. (2001). Comparison of two different temperature maintenance strategies during open abdominal surgery: upper body forced-air warming versus whole body water garment. *Anesthesiology*, 95(4), pp.868–874.
- Jeran, L. (2001). Patient temperature: an introduction to the clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 16(5), pp.303-304.
- Jessen, C. and Feistkorn, G. (1984). Some characteristics of core temperature signals in the conscious goat. *American Journal of Physiology*, 247(3 Pt 2), R456–R464.
- Jeyadoss, J., Thiruvengatarajan, V., Watts, R.W., Sullivan, T. and van Wijk, R.M. (2013). Intraoperative hypothermia is associated with an increased intensive care unit length-of-stay in patients undergoing elective open abdominal aortic aneurysm surgery: a retrospective cohort study. *Anaesthesia Intensive Care*, 41(6), pp.759–764.
- Jo, Y.Y., Chang, Y.J., Kim, Y.B., Lee, S. and Kwak, H.J. (2015). Effect of Preoperative Forced-Air Warming on Hypothermia in Elderly Patients Undergoing Transurethral Resection of the Prostate. *Urology Journal*, 12(5), pp.2366-2370.
- Johansson, A., Lundberg, D. and Luttrupp, H.H. (2003). The effect of heat and moisture exchanger on humidity and body temperature in a low-flow anaesthesia system. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47(5), pp.564–568.

- Johansson, T., Lisander, B. and Ivarsson, I. (1999). Mild hypothermia does not increase blood loss during total hip arthroplasty. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 43(10), pp.1005–1010.
- Joris, H., Ozaki, M., Sessler, D.I., Hardy, A.F., Lamy, M., McGuire, J., Blanchard, D., Schroeder, M. and Moayeri, A. (1994). Epidural anesthesia impairs both central and peripheral thermoregulatory control during general anesthesia. *Anesthesiology*, 80(2), pp.268–277.
- Journeaux, M. (2013). Perioperative hypothermia: implications for practice. *Nursing Standard*, 27(45), pp.33-38.
- Just, B., Trevien, V., Delva, E. and Lienhart, A. (1993). Prevention of intraoperative hypothermia by preoperative skin-surface warming. *Anesthesiology*, 79(2), pp.214–218.
- Kabbara, A., Goldlust, S.A., Smith, C.E., Hagen, J.F. and Pinchak, A.C. (2002). Randomized prospective comparison of forced air warming using hospital blankets versus commercial blankets in surgical patients. *Anesthesiology*, 97(2), pp.338–344.
- Kajimura, S. and Saito, M. (2014). A new era in brown adipose tissue biology: molecular control of brown fat development and energy homeostasis. *Annual Review of Physiology*, 76, pp.225–249.
- Karaaslan, D. and Öztürk, S. (2009). Anestezi sonrası titreme ve termoregülasyon. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim*, 7(1), pp.98-104.
- Karalapillai, D., Story, D.A., Calzavacca, P., Licari, E., Liu, Y.L. and Hart, G.K. (2009). Inadvertent hypothermia and mortality in postoperative intensive care patients: retrospective audit of 5050 patients. *Anaesthesia*, 64(9), pp.968–972.
- Kasai, T., Hirose, M., Matsukawa, T., Takamata, A. and Tanaka, Y. (2003). The vasoconstriction threshold is increased in obese patients during general anaesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47(5), pp.588–592.

- Kellam, M.D., Dieckmann, L.S. and Austin, P.N. (2013). Forced-air warming devices and the risk of surgical site infections. *AORN Journal.*, 98(4), pp.356–366.
- Kempen, P.M. (1996). Full body forced air warming: commercial blanket vs air delivery beneath bed sheets. *Canadian Journal of Anesthesia*, 43(11), pp.1168–1174.
- Kett, D.H., Breitmeyer, J.B., Ang, R. and Royal, M.A. (2011). A randomized study of the efficacy and safety of intravenous acetaminophen vs. intravenous placebo for the treatment of fever. *Clinical Pharmacology Therapy*, 90(1), pp.32–39.
- Kiakkas, P., Pouloupoulou, M., Papahatzi, A. and Souleles, P. (2005). Effect of hypothermia and shivering on standard PACU monitoring of patients. *AANA Journal*, 73(1), pp.47–53.
- Kim, E.J. and Yoon, H. (2014). Preoperative factors affecting the intraoperative core body temperature in abdominal surgery under general anesthesia: an observational cohort. *Clinical Nurse Specialty*, 28(5), pp.268-276.
- Kim, E.J. and Yoon, H. (2014). Preoperative factors affecting the intraoperative core body temperature in abdominal surgery under general anesthesia: An observational cohort. *Clinical Nurse Specialist CNS*, 28(5), pp.268–276.
- Kim, J.Y., Shinn, H., Oh, Y.J., Hong, Y.W., Kwak, H.J. and Kwak, Y.L. (2006). The effect of skin surface warming during anesthesia preparation on preventing redistribution hypothermia in the early operative period of off-pump coronary artery bypass surgery. *European Journal Cardiothoracic Surgery*, 29(3), pp.343-347.
- Kim, J-S., Ikeda, T., Sessler, D., Turakhia, M. and Jeffrey, R. (1998). Epidural anesthesia reduces the gain and maximum intensity of shivering. *Anesthesiology*, 88(4), pp.851–857.
- Kim, Y.S., Jeon, Y.S., Lee, J.A., Park, W.K., Koh, H.S., Joo, J.D., In, J.H. and Seo, K.W. (2009). Intra-operative warming with a forced-air warmer in preventing

hypothermia after tourniquet deflation in elderly patients. *The journal of International Medical Research*, 37(5), 1457-1464.

Kim, Y.S., Kim, Y.I., Seo, K.H. and Kang, H.R. (2013). Optimal dose of prophylactic dexmedetomidine for preventing postoperative shivering. *International Journal of Medical Science*, 10(10), pp.1327–1332.

Kimberger, O., Held, C., Stadelmann, K., Mayer, N., Hunkeler, C., Sessler, D.I. and Kurz, A. (2008). Resistive polymer versus forced-air warming: comparable heat transfer and core rewarming rates in volunteers. *Anesthesia and Analgesia*, 107(5), pp.1621–1626.

Kober, A., Scheck, T., Feulesdi, B., Lieba, F., Vlach, W., Friedman, A. and Sessler, D.I. (2001). Effectiveness of resistive heating compared with passive warming in treating hypothermia associated with minor trauma: a randomized trial. *Mayo Clinic Proceedings*, 76(4), pp.369–375.

Komatsu, R., Orhan-Sungur, M., In, J., Podranski, T., Bouillon, T., Lauber, R., Rohrbach, S. and Sessler, D. (2006). Ondansetron does not reduce the shivering threshold in healthy volunteers. *British Journal of Anaesthesiology*, 96(6), pp.732–37.

Kongsayreepong, S., Chaibundit, C., Chadpaibool, J., Komoltri, C., Suraseranivongse, S., Suwannanonda, P., Raksamane, E.O., Noocharoen, P., Silapadech, A., Parakkamodom, S., Pum-In, C. and Sojeoyya, L. (2003). Predictor of core hypothermia and the surgical intensive care unit. *Anesthesia and Analgesia*, 96(3), pp.826-833.

Kongsayreepong, S., Gunnaleka, P., Suraseranivongse, S., Pirayavaraporn, S., Chowvanayotin, S., Montapaneewat, T. and Manon C. (2002). A reusable, custom-made warming blanket prevents core hypothermia during major neonatal surgery. *Canadian Journal of Anesthesia*, 49(6), pp.605–609.

- Kumar, S., Wong, P.F., Melling, A.C. and Leaper, D.J. (2005). Effects of perioperative hypothermia and warming in surgical practice. *International Wound Journal*, 2(3), pp.193–204.
- Kurtz, S., Ong, K., Lau, E., Mowat, F. and Halpern, M. (2007). Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *Journal Bone Joint Surgery American*, 89(4), pp.780-785.
- Kurz, A. (2008). Physiology of thermoregulation. *Best Practice Research Clinical Anaesthesiology*, 22(4), pp.627-644.
- Kurz, A. (2008). Thermal care in the perioperative period. *Best Practice and Research Clinical Anaesthesiology*, 22(1), pp.39–62.
- Kurz, A., Go, J.C., Sessler, D.I., Kaer, K., Larson, M.D. and Bjorksten, A.R. (1995). Alfentanil slightly increases the sweating threshold and markedly reduces the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology*, 83(2), pp.293–299.
- Kurz, A., Kurz, M., Poeschl, G., Faryniak, B., Redl, G. and Hackl, W. (1993). Forced-air warming maintains intra-operative normothermia better than circulating-water mattresses. *Anesthesia and Analgesia*, 77(2), pp.89–95.
- Kurz, A., Sessler, D.I. and Lenhardt, R. (1996). Peri-operative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *New England Journal of Medicine*, 334(19), pp.1209–1215.
- Kurz, A., Sessler, D.I., Annadata, R., Dechert, M. and Christensen, R. (1995). Midazolam minimally impairs thermoregulatory control. *Anesthesia and Analgesia*, 81(2), pp.393–398.
- Kurz, A., Sessler, D.I., Christensen, R. and Dechert, M. (1995). Heat balance and distribution during the core-temperature plateau in anesthetized humans. *Anesthesiology*, 83(3), pp.491–499.
- Kurz, A., Sessler, D.I., Narzt, E., Bakar, A., Lenhardt, R. and Huemer, G. (1995). Postoperative hemodynamic and thermoregulatory consequences of

- intraoperative core hypothermia. *Journal of Clinical Anesthesia*, 7(5), pp.359–366.
- Kurz, A., Sessler, D.I., Narzt, E., Lenhardt, R. and Lackner, F. (1995). Morphometric influences on intra-operative core temperature changes. *Anesthesia and Analgesia*, 80(3), pp.562–567.
- Lalani, S.B., Ali, F. and Kanji, Z. (2013). Prolonged-stay patients in the PACU: A review of the literature. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 28(3), pp.151–155.
- Langham, G.E., Maheshwari, A., Contrera, K., You, J., Mascha, E. and Sessler, D.I. (2009). Noninvasive temperature monitoring in postanesthesia care units. *Anesthesiology*, 111(1), pp.90–96.
- Larach, M.G., Brandom, B.W., Allen, G.C., Gronert, G.A. and Lehman, E.B. (2014). Malignant hyperthermia deaths related to inadequate temperature monitoring, 2007–2012: a report from the North American malignant hyperthermia registry of the malignant hyperthermia association of the United States. *Anesthesia and Analgesia*, 119(6), pp.1359–1366.
- Leijtens, B., Koëter, M., Kremers, K. and Koëter, S. (2013). High incidence of postoperative hypothermia in total knee and total hip arthroplasty: a prospective observational study. *Journal of Arthroplasty*, 28(6), pp.895-898.
- Lenhardt, R. and Sessler, D.I. (2006). Estimation of mean body temperature from mean skin and core temperature. *Anesthesiology*, 105(6), pp.1117–1121.
- Lenhardt, R., Marker, E., Goll, V., Tschernich, H., Kurz, A., Sessler, D.I., Narzt, E. and Lackner, F. (1997). Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. *Anesthesiology*, 87(6), pp.1318-1323.
- Lennon, R.L., Hosking, M.P., Conover, M.A. and Perkins, W.J. (1990). Evaluation of a forced-air system for warming hypothermic postoperative patients. *Anesthesia and Analgesia*, 70(4), pp.424–427.
- Leslie, K. and Sessler, D.I. (1996). Reduction in the shivering threshold is proportional to spinal block height. *Anesthesiology*, 84(6), pp.1327–1233.



- Leslie, K. and Sessler, D.I. (2003). Perioperative hypothermia in the high-risk surgical patient. *Best Practice and Research Clinical Anaesthesiology*, 17(4), pp.485–498.
- Leslie, K., Sessler, D.I., Bjorksten, A.R. and Moayeri, A. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesthesia and Analgesia*, 80(5), pp.1007–1014.
- Leung, K.K., Lai, A. and Wu, A. (2007). A randomised controlled trial of the electric heating pad vs forced-air warming for preventing hypothermia during laparotomy. *Anaesthesia*, 62(6), pp.605–608.
- Liu, M., Hu, X. and Liu, J. (2001). The effect of hypothermia on isoflurane MAC in children. *Anesthesiology*, 94(3), pp.429–432.
- Long, K.C., Tanner, E.J., Frey, M., Leitao, M.M., Levine, D.A., Gardner, G.J., Sonoda, Y., Abu-Rustum, N.R., Barakat, R.R. and Chi, D.S. (2013). Intraoperative hypothermia during primary surgical cytoreduction for advanced ovarian cancer: risk factors and associations with postoperative morbidity. *Gynecology Oncology*, 131(3), pp.525-530.
- Long, W.J., Bryce, C.D., Hollenbeak, C.S., Benner, R.W. and Scott, W.N. (2014). Total knee replacement in young, active patients: long-term follow-up and functional outcome. A concise follow-up of a previous report. *Journal Bone Joint Surgery American*, 96(18), pp.e159.
- Lopez, M., Sessler, D.I., Walter, K., Emerick, T. and Ozaki, M. (1994). Rate and gender dependence of the sweating, vasoconstriction, and shivering thresholds in humans. *Anesthesiology*, 80(4), pp.780–788.
- Lynch, S., Dixon, J. and Leary, D. (2010). Reducing the risk of unplanned perioperative hypothermia. *American Operating Room Nursing Journal*, 92(5), pp.553–565.
- Mackowiak, P.A., Wasserman, S.S. and Levine, M.M. (1992). A critical appraisal of 98.6°F, the upper limit of the normal body temperature, and other legacies of Carl Reinhold August Wunderlich. *JAMA*, 268(12), pp.1578–1580.

- Mahoney, C.B. and Odom, J. (1999). Maintaining intraoperative normothermia: a meta-analysis of outcomes with costs. *American Association of Nurse Anesthetists Journal* 67(2), pp.155–163.
- Marks, R.J., Minty, B.D. and White, D.C. (1985). Warming blood before transfusion. Does immersion warming change blood composition? *Anaesthesia*, 40(6), pp.541–544.
- Mason, D.S., Sapala, J.A., Wood, M.H. and Sapala, M.A. (1998). Influence of a forced air warming system on morbidly obese patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass. *Obesity Surgery*, 8(4), pp.453–460.
- Matsukawa, T., Hanagata, K., Ozaki, M., Iwashita, H., Koshimizu, M. and Kumazawa, T. (1997). I.m. midazolam as premedication produces a concentration-dependent decrease in core temperature in male volunteers. *British Journal of Anaesthesia*, 78(4), pp.396–399.
- Matsukawa, T., Kurz, A., Sessler, D.I., Bjorksten, A.R., Merrifield, B. and Cheng, C. (1995). Propofol linearly reduces the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology*, 82(5), pp.1169–1180.
- Matsukawa, T., Sessler, D.I., Christensen, R., Ozaki, M. and Schroeder, M. (1995). Heat flow and distribution during epidural anesthesia. *Anesthesiology*, 83(5), pp.961–967.
- Matsukawa, T., Sessler, D.I., Sessler, A.M., Schroeder, M., Ozaki, M., Kurz, A. and Cheng, C. (1995). Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. *Anesthesiology*, 82(3), pp.662–673.
- Matsuzaki, Y., Matsukawa, T., Ohki, K., Yamamoto, Y., Nakamura, M. and Oshibuchi, T. (2003). Warming by resistive heating maintains perioperative normothermia as well as forced air heating. *British Journal of Anaesthesia*, 90(5), pp.689–691.

- Mauro, G. and Cardoso, A.R. (2006). Cuidados na recuperação pós-anestésica. In: Cangiani, L.M., Posso, P.I., Poterio, G.M.B. and Nogueira, C.S. Tratado de anestesiologia: SAESP. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atheneu. pp.1351-9.
- McCarroll, S.M., Cartwright, P., Weeks, S.K. and Donati, F. (1986). Warming intravenous fluids and the incidence of shivering during caesarian sections under epidural anesthesia. *Canadian Anesthesia Society Journal*, 33(1), pp.S72–73.
- McGovern, P.D., Albrecht, M., Belani, K.G., Nachtsheim, C., Partington, P.F., Carluke, I. and Reed, M.R. (2011). Forced-air warming and ultra-clean ventilation do not mix. An investigation of theatre ventilation, patient warming and joint replacement infection in orthopaedics. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 93(11), pp.1537–1544.
- Mehta, O.H. and Barclay, K.L. (2014). Perioperative hypothermia in patients undergoing major colorectal surgery. *ANZ Journal Surgery*, 84(7-8), pp.550-555.
- Melling, A.C., Ali, B., Scott, E.M. and Leaper, D.J. (2001). Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomized controlled trial. *The Lancet*, 358(9285), pp.876–880.
- Melton, G.B., Vogel, J.D., Swenson, B.R., Remzi, F.H., Rothenberger, D.A. and Wick, E.C. (2013). Continuous intraoperative temperature measurement and surgical site infection risk: analysis of anesthesia information system data in 1008 colorectal procedures. *Annals of Surgery*, 258(4), pp.606-612.
- Mendoza, I.Y.Q. and Peniche, A.C.G. (2008). Complicações do paciente cirúrgico idoso no período de recuperação anestésica: revisão da literatura. *Rev SOBECC*, 13(1), pp.25-31.
- Menzel, M., Grote, R., Leuchtman, D., Lautenschläger, C., Röseler, C. and Bräuer, A. (2016). Implementation of a thermal management concept to prevent perioperative hypothermia: Results of a 6-month period in clinical practice. *Anaesthesist*, 65(6), pp.423-429.

- Miller, R.D., Eriksson, L.I., Fleisher, L.A., Wiener-Kronish, J.P. and Young, W.L. (2010). 7th ed. New York: Churchill Livingstone. Miller's Anesthesia.
- Mohta, M., Kumari, N., Tyagi, A., Sethi, A.K., Agarwal, D. and Singh, M. (2009). Tramadol for prevention of postanesthetic shivering: a randomized double-blind comparison with pethidine. *Anaesthesia*, 64(2), pp.141–146.
- Moola, S. and Lockwood, C. (2011). The effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. *International Journal of Evidence Based Healthcare*, 9(4), pp.337-345.
- Moorthy, H.K. and Philip, S. (2001). TURP syndrome - current concepts in the pathophysiology and management. *Indian Journal Urology*, 17(2), pp.97-102.
- Moran, J.L., Peter, J.V., Solomon, P.J., Grealy, B., Smith, T., Ashforth, W., Wake, M., Peake, S.L. and Peisach, A.R. (2007). Tympanic temperature measurements: are they reliable in critically ill? A clinical study of measures of agreement. *Critical Care Medicine*, 35(1), pp.155–164.
- Morris, R.H. (1971). Influence of ambient temperature on patient temperature during intraabdominal surgery. *Annals of Surgery*, 173(2), pp.230–233.
- Morrison, S.F., Nakamura, K. and Madden, C.J. (2008). Central control of thermogenesis in mammals. *Experimental Physiology*, 93(7), pp.773–797.
- Motta, P., Mossad, E., Toscana, D., Lozano, S. and Insler, S. (2004). Effectiveness of a circulating-water warming garment in rewarming after pediatric cardiac surgery using hypothermic cardiopulmonary bypass. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 18(2), pp.148–151.
- Movassaghi, Gh.R. and Palideh, H. (2002). Comparison between antishivering effects of Meperidine and Methadon. *Razi Journal Medicine Science*, 9(2), pp.107–10.
- Nakamura, K. and Morrison, S.F. (2007). Central efferent pathways mediating skin cooling-evoked sympathetic thermogenesis in brown adipose tissue. *American*

Journal Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 292(1), R127–R136.

National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care commissioned by National Institute for Health and Clinical Excellence (2008). Clinical practice guideline: the management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. London: Royal College of Nursing (UK). [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Clinical+practice+guideline%3A+the+management+of+inadvertent+perioperative+hypothermia+in+adults>

National Institute for Health and Care Excellence. (2008). Inadvertent perioperative hypothermia: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults [PDF]. London: Author.

National Quality Forum. NQF-Endorsed Measures for Surgical Procedures, 2015. Final Report. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: [http://www.qualityforum.org/Projects/s-z/Surgery\\_Measures\\_2014/Final\\_Report.aspx](http://www.qualityforum.org/Projects/s-z/Surgery_Measures_2014/Final_Report.aspx). Accessed February 13, 2017.

Negishi, C., Hasegawa, K., Mukai, S., Nakagawa, F., Ozaki, M. and Sessler, D.I. (2003). Resistive-heating and forced-air warming are comparably effective. *Anesthesia and Analgesia*, 96(6), pp.1683–1687.

Negishi, C., Kim, J-S., Lenhardt, R., Sessler, D.I., Ozaki, M., Vuong, K., Bastanmehr, H. and Bjorksten, A.R. (2000). Alfentanil reduces the febrile response to interleukin-2 in humans. *Critical Care Medicine*, 28(5), pp.1295–1300.

Ng, S.F., Oo, C.S., Loh, K.H., Lim, P.Y., Chan, Y.H. and Ong, B.C. (2003). A comparative study of three warming interventions to determine the most effective in maintaining perioperative normothermia. *Anesthesia and Analgesia*, 96(1), pp.171–176.

Nguyen, N.T., Fleming, N.W., Singh, A., Lee, S.J., Goldman, C.D. and Wolfe, B.M. (2001). Evaluation of core temperature during laparoscopic and open gastric bypass. *Obesity Surgery*, 11(5), pp.570–575.

NICE (2003) Preoperative Tests: The use of preoperative tests for elective surgery - Evidence, Methods and Guidance. National Institute for Health and Clinical Excellence London. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: [www.nice.nhs.uk](http://www.nice.nhs.uk).

NICE National Institute for Health and Care Excellence. CG65 Clinical practice guideline. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. 2008. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/live/11962/40429/40429.pdf>.

NICE National Institute for Health and Care Excellence. Inditherm patient warming mattress for the prevention of inadvertent hypothermia. NICE medical technology guidance 7. 2011. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://publications.nice.org.uk/inditherm-patientwarming-mattress-for-the-prevention-of-inadvertent-hypothermia-mtg7/recommendations>.

NICE. Inadvertent perioperative hypothermia. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg65/resources/guidance-inadvertentperioperative-hypothermia-pdf>.

NICE. Inadvertent perioperative hypothermia: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. London: National Institute for Health and Clinical Excellence Guideline 65, 2008.

NICE: Clinical-Practice-Guideline, the management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care commissioned by National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://guidance.nice.org.uk/CG65>.

- Nierman, D.M. (2007). Tools that we use: If you cant measure it, you cant manage it. *Critical Care Medicine*, 35(1), pp.312–313.
- Orhan-Sungur, M., Komatsu, R. and Lenhardt, R. (2006). Buspirone and dexmedetomidine synergistically reduce the shivering threshold in humans. *Anesthesiology*, 105, A1224.
- Oshvandi, K., Shiri, F.H., Fazel, M.R., Safari, M. and Ravari, A. (2014). The effect of pre-warmed intravenous fluids on prevention of intraoperative hypothermia in cesarean section. *Iran Journal Nursing Midwifery Research*, 19(1), pp.64–69.
- Owens, W.D. (2001). American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System Is Not a Risk Classification System. *Anesthesiology*, 94(2), pp.378.
- Ozaki, M., Kurz, A., Sessler, D.I., Lenhardt, R., Schroeder, M., Moayeri, A., Noyes, K.M. and Rotheneder, E. (1994). Thermoregulatory thresholds during epidural and spinal anesthesia. *Anesthesiology*, 81(2), pp.282-288.
- Ozaki, M., Sessler, D.I., Suzuki, H., Ozaki, K., Atarashi, K. and Negishi, C. (1997). The threshold for thermoregulatory vasoconstriction during nitrous oxide/sevoflurane anesthesia is reduced in elderly patients. *Anesthesia and Analgesia*, 84(5), pp.1029–1033.
- Panagiotis, K., Maria, P., Argiri, P. and Panagiotis, S. (2005). Is postanesthesia care unit length of stay increased in hypothermic patient. *American Operating Room Nursing Journal*, 81(2), pp.379–392.
- Park, S.M., Mangat, H.S., Berger, K. and Rosengart, A.J. (2012). Efficacy spectrum of antishivering medications: meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care Medicine*, 40(11), pp.3070–3082.
- Parodi, D., Tobar, C., Valderrama, J., Sauthier, E., Besomi, J., López, J., Lara, J., Mella, C. and Ilic, J.P. (2012). Hip arthroscopy and hypothermia. *Arthroscopy*, 28(7), pp.924-928.

- Patel, N., Knapke, D., Smith, C., Napora, T., Pinchak, A. and Hagen, J.F. (1996). Simulated clinical evaluation of conventional and newer fluid-warming devices. *Anesthesia and Analgesia*, 82(3), pp.517–524.
- Patel, N., Smith, C.E., Knapke, D., Pinchak, A.C. and Hagen, J.F. (1997). Heat conservation vs convective warming in adults undergoing elective surgery. *Canadian Journal of Anesthesia*, 44(6), pp.669–673.
- Perez-Protto, S., Sessler, D.I., Reynolds, L.F., Bakri, M.H., Mascha, E., Cywinski, J., Parker, B. and Argalious, M. (2010). Circulating water garment or the combination of a circulating-water mattress and forced-air cover to maintain core temperature during major upper-abdominal surgery. *British Journal of Anaesthesia*, 105(4), pp.466–470.
- Perl, T., Breauer, A., Timmermann, A., Mielck, F., Weyland, W. and Braun, U. (2003). Differences among forced-air warming systems with upper body blankets are small. A randomized trial for heat transfer in volunteers. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47(9), pp.1159–1164.
- Perl, T., Fleother, L., Weyland, W., Quintel, M. and Breauer, A. (2008). Comparison of forced-air warming and resistive heating. *Minerva Anestesiologica*, 74(12), pp.687–690.
- Petsas, A., Vollmer, H. and Barnes, R. (2009). Peri-operative warming in Caesarean sections. *Anaesthesia*, 64(8), pp.915–924.
- Plattner, O., Semsroth, M., Sessler, D.I., Papousek, A., Klasen, C. and Wagner, O. (1997). Lack of nonshivering thermogenesis in infants anesthetized with fentanyl and propofol. *Anesthesiology*, 86(4), pp.772–777.
- Popov, D.C.S. and Peniche, C.A.G. (2009). Nurse interventions and the complications in the post-anesthesia recovery room. *Revista de Escola de Enfermagem da U.S.P.*, 43(4), pp.953-961.



- Poppa, E., Yona, D., Katz, Y. and Barak, M. (2009). Warmflo warming system overheats fluid in simulated clinical conditions. *Journal of Clinical Anesthesia*, 21(5), pp.336–340.
- Possari, J.F. (2004). *Centro cirúrgico: planejamento, organização e gestão*. São Paulo: Iátria.
- Poveda, V.B., Clark, A.M. and Galvão, C.M. (2013). A systematic review on the effectiveness of prewarming to prevent hypothermia. *Journal of Clinical Nursing*, 22(7-8), pp.906–918.
- Poveda, V.B., Galvão, C.M. and Santos, C.B. (2009). Fatores relacionados ao desenvolvimento de hipotermia no período intra-operatório. *Revista Latino American Enfermagem*, 17(2), pp.228-233.
- Premkumar, L.S. and Abooj, M. (2013). TRP channels and analgesia. *Life Science*, 92(8-9), pp.415–424.
- Presson, R.G., Bezruczko, A.P., Hillier, S.C. and McNiece, W.L. (1993). Evaluation of a new fluid warmer effective at low to moderate flow rates. *Anesthesiology*, 78(5), pp.974–980.
- Proposed Changes Affecting Topped Out Measures. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <https://www.federalregister.gov/documents/2014/05/15/2014-10067/medicare-program-hospital-inpatient-prospective-payment-systems-for-acute-care-hospitals-and-the#h-257>.
- Purssell, E., While, A. and Coomber, B. (2009). Tympanic thermometry: normal temperature and reliability. *Paediatric Nursing*, 21(6):, pp.40-43.
- Qualitymeasures.ahrq.gov. (2017). *Perioperative care: percentage of patients, regardless of age, who undergo surgical or therapeutic procedures under general or neuraxial anesthesia of 60 minutes duration or longer for whom at least one body temperature greater than or equal to 35.5 degrees Celsius (or 95.9 degrees Fahrenheit) was recorded within the 30 minutes immediately before*

or the 15 minutes immediately after anesthesia end time. | *National Quality Measures Clearinghouse*. [online] Ανάκτηση την 12/07/2017. Διαθέσιμο από: <https://www.qualitymeasures.ahrq.gov/summaries/summary/49895/perioperative-care-percentage-of-patients-regardless-of-age-who-undergo-surgical-or-therapeutic-procedures-under-general-or-neuraxial-anesthesia-of-60-minutes-duration-or-longer-for-whom-at-least-one-body-temperature-greater-than-or-equal-to-35.5-degrees-celsius> [Accessed 4 Aug. 2017].

Rajagopalan, S., Mascha, E., Na, J. and Sessler, D.I. (2008). The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology*, 108(1), pp.71–77.

Rathinam, S., Annam, V., Steyn, R. and Raghuraman, G. (2009). A randomised controlled trial comparing Mediwrap heat retention and forced air warming for maintaining normothermia in thoracic surgery. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 9(1), pp.15–19.

Recommended Practices for the Prevention of Unplanned Perioperative Hypothermia. (2007). *AORN Journal*, 85(5), pp.972-988.

Reed, L., Johnston, T.D., Hudson, J.D. and Fischer, R.P. (1992). The disparity between hypothermic coagulopathy and clotting studies. *Journal of Trauma*, 33(3), pp.465–470.

Rein, E.B., Filtvedt, M., Walløe, L. and Raeder, C. (2007). Hypothermia during laparotomy can be prevented by locally applied warm water and pulsating negative pressure. *British Journal of Anaesthesia*, 98(3), pp.331–336.

Reeder, G., Sessler, D.I., Roth, G., Schopper, C., Mascha, E.J. and Plattner, O. (2011). Intra-operative rewarming with HotDog resistive heating and forced-air heating: a trial of lower-body warming. *Anaesthesia*, 66(8), pp.667–674.

Roberson, M., Dieckmann, L., Rodriguez, R. and Austin, P. (2013). A review of the evidence for active preoperative warming of adults undergoing general anesthesia. *American Association of Nurse Anesthetists*, 81(5), pp.351-356.

- Rosenberg, H. (2011). Overview of drug induced hyperthermic syndromes other than MH. *The Communicator*. Sherburne, NY: Malignant Hyperthermia Association.
- Rossi, L.A., Torradi, F.G., Carvalho, E.C., Manfrim, A. and Silva, D.F. (2000). Diagnósticos de enfermagem do paciente no período pós-operatório imediato *Revista de Escola de Enfermagem da U.S.P.*, 34(2), pp.154-164.
- Rostami Nezhad, A., Karimi, Z., Khosravi, A., Chohdari, A.H. and Ghaffarian Shirazi, H.R. (2004). The effect of suppository Diclofenac Na on postoperative shivering in elective cesarean section surgery. *Journal Yasuj University Medicine Science*, 9(1), pp.31–37.
- Ruetzler, K., Kovaci, B., Geuloglu, E., Kabon, B., Fleischmann, E., Kurz, A., Mascha, E., Dietz, D., Remzi, F. and Sessler, D.I. (2011). Forced-air and a novel patient-warming system (vitalHEAT vH2) comparably maintain normothermia during open abdominal surgery. *Anesthesia and Analgesia*, 112(3), pp.608–614.
- Russell, D., Royston, D., Rees, P.H., Gupta, S.K. and Kenny, G.N. (1997). Effect of temperature and cardiopulmonary bypass on the pharmacokinetics of remifentanyl. *British journal of Anaesthesia*, 79(4), pp.456–459.
- S3 Leitlinie, Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ 2014. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: [www. awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-018.html](http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-018.html)
- Sando, T., McCalden, R.W., Bourne, R.B., Mac-Donald, S.J. and Somerville, L.E. (2015). Ten-year results comparing posterior cruciate-retaining versus posterior cruciate-substituting total knee arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*, 30(2), pp.210-215.
- Sawka, M.N. and Montain, S.J. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (2 suppl), pp.564S–572S.
- Schlader, Z.J., Simmons, S.E., Stannard, S.R. and Mundel, T. (2011). The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. *Physiology Behavior*, 103(2), pp.217–224.

- Schmied, H., Kurz, A., Sessler, D.I., Kozek, S. and Reiter, A. (1996). Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet*, 347(8997), pp.289-292.
- Schnoor, J., Macko, S., Weber, I. and Rossaint, R. (2004). The air elimination capabilities of pressure infusion devices and fluid-warmers. *Anaesthesia*, 59(8), pp.817–821.
- Schulman, C.I., Namias, N., Doherty, J., Manning, R.J., Li, P., Elhaddad, A., Lasko, D., Amortegui, J., Dy, C.J., Dlugasch, L., Baracco, G. and Cohn, S.M. (2005). The effect of antipyretic therapy upon outcomes in critically ill patients: a randomized, prospective study. *Surgical Infections (Larchmt)*, 6(4), 369–375.
- Schultz, J-AI., Sims, C. and Bissonnette, B. (1998). Methods for warming intravenous fluid in small volumes. *Canadian Journal of Anesthesia*, 45(11), pp.1110–1115.
- Scott, A.V., Stonemetz, J.L., Wasey, J.O., Johnson, D.J., Rivers, R.J., Koch, C.G. and Frank, S.M. (2015). Compliance with Surgical Care Improvement Project for Body Temperature Management (SCIP Inf-10) Is Associated with Improved Clinical Outcomes. *Anesthesiology*, 123(1), pp.116-125.
- Scott, E.M. and Buckland, R. (2006). A systematic review of intraoperative warming to prevent postoperative complications. *Association of Operating Room Nurses Journal*, 83(5), pp.1090–1113.
- Seamon, M.J., Wobb, J., Gaughan, J.P., Kulp, H., Kamel, I. and Dempsey, D.T. (2012). The effects of intraoperative hypothermia on surgical site infection: an analysis of 524 trauma laparotomies. *Annals of Surgery*, 255(4), pp.789-795.
- Sessler, D.I. (2001). Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology*, 95(2), pp.531–543.
- Sessler, D. I. (2000). Perioperative heat balance. *Anesthesiology*, 92(2), pp.578–596.
- Sessler, D.I. (1994). Consequences and treatment of perioperative hypothermia. *Anesthesia Clinical North Americanm* 12(3), pp.425–456.

- Sessler, D.I. (1997). Mild perioperative hypothermia. *New England Journal of Medicine*, 336(24), pp.1730-1737.
- Sessler, D.I. (1997). Mild perioperative hypothermia. *The New England Journal of Medicine*, 336(24), pp.1730–1737.
- Sessler, D.I. (1998). A proposal for new temperature monitoring and thermal management guidelines (letter). *Anesthesiology*, 89(5), pp.1298–1300.
- Sessler, D.I. (2000). Perioperative heat balance. *Anesthesiology*, 92(2), pp.578–596.
- Sessler, D.I. (2000). Perioperative heat balance. *Anesthesiology*, 92(2), pp.578–596.
- Sessler, D.I. (2001). Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology*, 95(2), pp.531–543.
- Sessler, D.I. (2008). Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology*, 109(2), pp.318-338.
- Sessler, D.I. and Kurz, A. (2007). Mild perioperative hypothermia. *Anesthesiology News Special Edition*, pp.61–72.
- Sessler, D.I., Lee, K.A. and McGuire, J. (1991). Isoflurane anesthesia and circadian temperature cycles. *Anesthesiology*, 75(6), pp.985–989.
- Sessler, D.I., McGuire, J. and Sessler, A.M. (1991). Perioperative thermal insulation. *Anesthesiology*, 74(5), pp.875–879.
- Sessler, D.I., Olmsted, R.N. and Kuelpmann, R. (2011). Forced-air warming does not worsen air quality in laminar flow operating rooms. *Anesthesia and Analgesia*, 113(5), pp.1416–1421.
- Sessler, D.I., Schroeder, M., Merrifield, B., Matsukawa, T. and Cheng, C. (1995). Optimal duration and temperature of pre-warming. *Anesthesiology*, 82(3), pp.674–681.

- Siddik-Sayyid, S.M., Saasouh, W.A., Mallat, C.E. and Aouad, M.T. (2010). Thermal burn following combined use of forced air and fluid warming devices. *Anaesthesia*, 65(6), pp.654–655.
- Smith, C.E., Desai, R., Glorioso, V., Cooper, A., Pinchak, A.C. and Hagen, K.F. (1998). Preventing hypothermia: convective and intravenous fluid warming versus convective warming alone. *Journal of Clinical Anesthesia*, 10(5), pp.380–385.
- Smith, C.E., Fisigus, J.R., Kan, M., Lengen, S.K., Myles, C. and Jacobs, D. (2000). Efficacy of IV fluid warming in patients undergoing cesarean section with regional anesthesia. *American Journal of Anesthesiology*, 27(1), pp.84–88.
- Smith, C.E., Gerdes, E., Sweda, S., Myles, C., Punjabi, A., Pinchak, A.C. and Hagen, J.F. (1998). Warming intravenous fluids reduces perioperative hypothermia in women undergoing ambulatory gynaecological surgery. *Anesthesia and Analgesia*, 87(1), pp.37–41.
- Smith, C.E., Parand, A., Pinchak, A.C., Hagen, J.F. and Hancock, D.E. (1999). The failure of negative pressure rewarming (Thermostat) to accelerate recovery from mild hypothermia in postoperative surgical patients. *Anesthesia and Analgesia*, 89(6), pp.1541–1545.
- Smith, C.E., Sidhu, R., Lucas, L., Mehta, D. and Pinchak, A. (2007). Should Patients Undergoing Ambulatory Surgery with General Anesthesia be Actively Warmed? *Internet Journal of Anesthesiology*, 12(1), pp.18.
- Smith, J.J., Bland, S.A. and Mullett, S. (2005). Temperature-the forgotten vital sign. *Accident Emergency Nursing*, 13(4), 247-250.
- Steiner, A.A. and Romanovsky, A.A. (2007). Leptin: at the crossroads of energy balance and systemic inflammation. *Progress in Lipid Research*, 46(1), pp.89–107.

- Stewart, B.T., Stitz, R.W., Tuch, M.M. and Lumley, J.W. (1999). Hypothermia in open and laparoscopic colorectal surgery. *Diseases of the Colon and Rectum*, 42(10), pp.1292–1295.
- Stewart, C. and Harban, F. (2012). Thermal injuries from the use of a forced-air warming device. *Pediatric Anesthesia*, 22(4), pp.414–415.
- Straub, A., Krajewski, S., Hohmann, J.D., Westein, E., Jia, F., Bassler, N., Selan, C., Kurz, J., Wendel, H.P., Dezfouli, S., Yuan, Y., Nandurkar, H., Jackson, S., Hickey, M.J. and Peter, K. (2011). Evidence of platelet activation at medically used hypothermia and mechanistic data indicating ADP as a key mediator and therapeutic target. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology*, 31(7), pp.1607–1616.
- Sun, Z., Honar, H., Sessler, D.I., Dalton, J.E., Yang, D., Panjasawatwong, K., Deroee, A.F., Salmasi, V., Saager, L. and Kurz, A. (2015). Intraoperative core temperature patterns, transfusion requirement, and hospital duration in patients warmed with forced air. *Anesthesiology*, 122(2), pp.276–285.
- Sund-Levander, M., Forsberg, C. and Wahren, LK. (2002). Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. *Scandinavia Journal Caring Science*, 16(1), pp.122–128.
- Taguchi, A., Arkilic, C.F., Ahluwalia, A., Sessler, D.I. and Kurz, A. (2001). Negative pressure rewarming vs. forced air warming in hypothermic postanesthetic volunteers. *Anesthesia and Analgesia*, 92(1), pp.261–266.
- Taguchi, A., Ratnaraj, J., Kabon, B., Sharma, N., Lenhardt, R., Sessler, D.I. and Kurz, A. (2004). Effects of a circulating-water garment and forced-air warming on body heat content and core temperature. *Anesthesiology*, 100(5), pp.1058–1064.
- Talke, P., Tayefeh, F., Sessler, D.I., Jeffrey, R., Noursalehi, M. and Richardson, C. (1997). Dexmedetomidine does not alter the sweating threshold, but comparably and linearly reduces the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology*, 87(4), pp.835–841.

- Tander, B., Baris, S., Karakaya, D., Ariturk, E. and Rizalar, R. (2005). Risk factors influencing inadvertent hypothermia in infants and neonates during anesthesia. *Paediatric Anaesthesia*, 15(7), pp.574–579.
- Taniguchi, Y., Lenhardt, R., Sessler, D.I. and Kurz, A. (2011). The effect of altering skin-surface cooling speeds on vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesia and Analgesia*, 113(3), pp.540–544.
- Tappen, R.M. and Andre, S.P. (1996). Inadvertent hypothermia in elderly surgical patients. *AORN Journal*, 63(3), pp.639-644.
- Tayefeh, F., Plattner, O., Sessler, D.I., Ikeda, T. and Marder, D. (1998). Circadian changes in the sweating-to-vasoconstriction interthreshold range. *Pflügers Archives*, 435(3), pp.402–406.
- The Joint Commission. (2005). Surgical care improvement project partnership launched. *Joint Commission Perspectives*, 25(11), pp.1-3.
- The Vascular events In noncardiac Surgery patients cOhort evaluation (VISION) Investigators. (2014). Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology*, 120(3), pp.564–578.
- Tikusis, P., Eyolfson, D.A., Xu, X. and Giesbrecht, G.G. (2002). Shivering endurance and fatigue during cold water immersion in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 87(1), pp.50–58.
- Torossian, A. (2007). TEMMP (Thermoregulation in Europe Monitoring and Managing Patient Temperature) Study Group. Survey on intraoperative temperature management in Europe. *European Journal of Anaesthesiology*, 24(8), pp.668–675.
- Torossian, A., Bein, B. and Brauer, A. (2014). AWMF S3 guideline on avoidance of perioperative hypothermia. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-018.html>.



- Toyota, K., Sakura, S., Saito, Y., Ozasa, H. and Uchida, H. (2004). The effect of pre-operative administration of midazolam on the development of intra-operative hypothermia. *Anaesthesia*, 59(2), pp.116-121.
- Toyota, K., Sakura, S., Saito, Y., Shido, A. and Matsukawa, T. (2001). IM droperidol as premedication attenuates intraoperative hypothermia. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 48(9), pp.854–858.
- Trentman, T.L., Weinmeister, K.P., Hentz, J.G., Laney, M.B. and Simula, D.V. (2009). Randomized non-inferiority trial of the vitalHEAT™ temperature management system vs the Bair Hugger warmer during total knee arthroplasty. *Canadian Journal of Anesthesia*, 56(12), pp.914–920.
- Tumia, N. and Ashcroft, G.P. (2002). Convection warmers-a possible source of contamination in laminar airflow operating theatres? *Journal of Hospital Infection*, 52(3), pp.171–174.
- Turner, M., Hodzovic, I. and Mapleson, W.W. (2006). Simulated clinical evaluation of four fluid warming devices. *Anaesthesia*, 61(6), pp.571–575.
- Tüzüner, F. and Turhan, K.S.Ç. (2010). Postoperatif erken dönem. In: Tüzüner F (eds). *Anestezi yoğun bakım ağrı*. Ankara: MN Medikal and Nobel Tıp Kitap Sarayı, pp.1149.
- Uhl, L., Pacini, D. and Kruskall, M.S. (1992). A comparative study of blood warmer performance. *Anesthesiology*, 77(5), pp.1022–1028.
- Vanni, S.M., Braz, J.R., Modolo, N.S., Amorim, R.B. and Rodrigues, G.R. (2003). Pre - operative combined with intraoperative skin-surface warming avoids hypothermia caused by general anesthesia and surgery. *Journal of Clinical Anesthesia*, 15(1), pp.119–125.
- Vanni, S.M.D., Castigli,a Y.M.M., Ganem, E.M., Rodrigues-Junior, G.R., Amorim, R.B., Ferrari, F., Braz, L.G. and Braz, J.R.C. (2007). Preoperative warming combined with intraoperative skin surface warming does not avoid hypothermia

- caused by spinal anesthesia in patients with midazolam premedication. *Sao Paulo Medical Journal*, 125(1), pp.144–149.
- Vassilieff, N., Rosencher, N., Sessler, D.I. and Conseiller, C. (1995). Shivering threshold during spinal anesthesia is reduced in elderly patients. *Anesthesiology*, 83(6), pp.1162-1166.
- Vaughan, M.S., Vaughan, R.W. and Cork, R.C. (1981). Postoperative hypothermia in adults: relationship of age, anesthesia, and shivering to rewarming. *Anesthesia and Analgesia*, 60(10), pp.746–751.
- Wadhwa, A., Komatsu, R., Orhan-Sungur, M., Barnes, P., In, J., Sessler, D.I. and Lenhardt, R. (2007). New circulating- water devices warm more quickly than forced-air in volunteers. *Anesthesia and Analgesia*, 105(6), pp.1681–1687.
- Wagner, D. (2010). Patient safety chiller: Unplanned perioperative hypothermia. *Association of Perioperative Registered Nurses*, 92(5), pp.567-571.
- Wagner, K., Swanson, E., Raymond, C.J. and Smith, C.E. (2008). Comparison of two convective warming systems during major abdominal and orthopedic surgery. *Canadian Journal of Anesthesia*, 55(6), pp.358–363.
- Wagner, V. D. (2006). Unplanned perioperative hypothermia. *AORN Journal*, 83(2), pp.470-476.
- Wagner, V.D. (2006). Unplanned perioperative hypothermia and surgical complications: evidence for prevention. *Perioperative Nursing Clinics*, 1(2), pp.267–281.
- Walz, J.M., Paterson, C.A., Seligowski, J.M. and Heard, S.O. (2006). Surgical site infection following bowel surgery: a retrospective analysis of 1446 patients. *Archives Surgery*, 141(10), pp.1014-1018.
- Weirich, T.L. (2008). Hypothermia/warming protocols: Why are they not widely used in the OR? *Association of Operating Room Nurses Journal*, 87(2), pp.333–344.

- Welch, T.C. (2002). A common sense approach to hypothermia. *American Association of Nurse Anesthetists Journal*, 70(3), pp.227–231.
- Wetz, A.J., Perl, T., Brandes, I.F., Harden, M., Bauer, M. and Bräuer, A. (2016). Unexpectedly high incidence of hypothermia before induction of anesthesia in elective surgical patients. *Journal of Clinical Anesthesia*, 34, pp.282-289.
- Williams, A.B., Salmon, A., Graham, P., Galler, D., Payton, M.J. and Bradley, M. (2005). Rewarming of healthy volunteers after induced mild hypothermia: a healthy volunteer study. *Emergency Medicine Journal*, 22(3), pp.182–184.
- Wilson, S. and Szerb, J. (2007). Failure of an iv fluid warming device. *Canadian Journal of Anesthesia*, 54(4), pp.324–325.
- Wong, P.F., Kumar, S., Bohra, A., Whetter, D. and Leaper, D.J. (2007). Randomized clinical trial of perioperative systemic warming in major elective abdominal surgery. *British Journal of Surgery*, 94(4), pp.421–426.
- Wongprasartsuk, P., Konstantatos, A. and McRae, R. (1998). The effect of forced air warming on postoperative oxygen consumption and temperature in elective orthopaedic surgery. *Anaesthesia and Intensive Care*, 26(3), pp.267–271.
- Woolnough, M., Allam, J., Hemingway, C., Cox, M. and Yentis, S.M. (2009). Intra-operative fluid warming in elective caesarean section: a blinded randomised controlled trial. *International Journal of Obstetric Anesthesia*, 18(4), pp.346–351.
- World Health Organization (WHO) Expert Committee. *Physical Status: the use and interpretation of anthropometry*. WHO Technical Report Series no. 854. Geneva: WHO, 1995.
- World Health Organization. [online]. Ανάκτηση την 13/07/2017. Διαθέσιμο από: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/media/en/gsfsobesity.pdf>, 2010.
- World Health Organization. *WHO Guidelines for Safe Surgery 2009: Safe Surgery Saves Lives*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009.

- Wrench, I.J., Cavill, G., Ward, J.E.H. and Crossley, A.W.A. (1997). Comparison between alfentanil, pethidine and placebo in the treatment of post-anaesthetic shivering. *British Journal of Anaesthesia*, 79(4), pp.541–542.
- Wunderlich, C. (1868). *Das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten*. Leipzig.
- Xiong, J., Kurz, A., Sessler, D.I., Plattner, O., Christensen, R., Dechert, M. and Ikeda, T. (1996). Isoflurane produces marked and nonlinear decreases in the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology*, 85(2), pp.240–245.
- Yamakage, M., Sasaki, H., Jeong, S.W., Iwasaki, S. and Namiki, A. (2004). Safety and beneficial effect on body core temperature of a prewarmed plasma substitute – hydroxyethyl starch – during anesthesia. *Journal of Anesthesia*, 18(3), pp.166–171.
- Yang, L., Huang, C.Y., Zhou, Z.B., Wen, Z.S., Zhang, G.R., Liu, K.X. and Huang, W.Q. (2015). Risk factors for hypothermia in patients under general anesthesia: Is there a drawback of laminar airflow operating rooms? A prospective cohort study. *International Journal of Surgery*, 21, pp.14-17.
- Yi, J., Lei, Y., Xu, S., Si, Y., Li, S., Xia, Z., Shi, Y., Gu, X., Yu, J., Xu, G., Gu, E., Yu, Y., Chen, Y., Jia, H., Wang, Y., Wang, X., Chai, X., Jin, X., Chen, J., Xu, M., Xiong, J., Wang, G., Lu, K., Yu, W., Lei, W., Qin, Z., Xiang, J., Li, L., Xiang, Z., Pan, S., Zhan, L., Qiu, K., Yao, M. and Huang, Y. (2017). Intraoperative hypothermia and its clinical outcomes in patients undergoing general anesthesia: National study in China. *PLoS One*, 12(6), pp.e0177221.
- Yi, J., Xiang, Z., Deng, X., Fan, T., Fu, R., Geng, W., Guo, R., He, N., Li, C., Li, L., Li, M., Li, T., Tian, M., Wang, G., Wang, L., Wang, T., Wu, A., Wu, D., Xue, X., Xu, M., Yang, X., Yang, Z., Yuan, J., Zhao, Q., Zhou, G., Zuo, M., Pan, S., Zhan, L., Yao, M. and Huang, Y. (2015). Incidence of Inadvertent Intraoperative Hypothermia and Its Risk Factors in Patients Undergoing General Anesthesia in Beijing: A Prospective Regional Survey. *PLoS One*, 10(9), pp.e0136136.

- Yokoyama, K., Suzuki, M., Shimada, Y., Matsushima, T., Bito, H. and Sakamoto, A. (2009). Effect of administration of pre-warmed intravenous fluids on the frequency of hypothermia following spinal anesthesia for Cesarean delivery. *Journal of Clinical Anesthesia*, 21(4), 242–248.
- Yoo, H.S., Park, S.W., Yi, J.W., Kwon, M.I. and Rhee, Y.G. (2009). The effect of forced-air warming during arthroscopic shoulder surgery with general anesthesia. *Arthroscopy*, 25(5), pp.510–514.
- Young, B., Ng, T.M., Teng, C., Ang, B., Tai, H.Y. and Lye, D.C. (2011). Nonconcordance with surgical site infection prevention guidelines and rates of surgical site infections for general surgical, neurological, and orthopedic procedures. *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, 55(10), pp.4659-4663.
- Zhao, J., Luo, A.L., Xu, L. and Huang, Y.G. (2005). Forced air warming and fluid warming minimize core hypothermia during abdominal surgery. *Chinese Medical Sciences Journal*, 20(4), pp.261–264.

## Φόρμα Καταγραφής

ΦΥΛΟ	ΗΛΙΚΙΑ	ΥΨΟΣ	ΒΑΡΟΣ/ΒΜΙ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ASA score
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ	ΔΑΠ 1	ΣΑΠ 1	SPO2-1	ΘΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΑ	ΣΦΙΞΕΙΣ-1
ΦΑΡΜΑΚΟ 1	ΦΑΡΜΑΚΟ 1	ΦΑΡΜΑΚΟ 1	ΦΑΡΜΑΚΟ 1	ΦΑΡΜΑΚΟ 1	ΦΑΡΜΑΚΟ 1
ΦΑΡΜΑΚΟ 2	ΦΑΡΜΑΚΟ 2	ΚΑΘΕΤΗΡΕΣ	ΑΕΡΟΦΟΡΟΙ ΟΔΟΙ	MONITORING	ΘΕΣΗ ΑΣΘΕΝΗ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	ΗΒ	ΗΤ	ΑΙΜΟΠΕΤΑΛΙΑ	K+	Na+
ΣΑΚΧΑΡΟ	ΟΥΡΙΑ	ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ	ΡΤ	aPTT	INR
ΗΚΓ	ΙΣΤΟΡΙΚΟ	ΑΛΛΕΡΓΙΑ	ΔΑΠ 2	ΣΑΠ 2	SPO2-2
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ-2	ΘΕΙΣΟΔΟΥ	ΘΕΞΟΔΟΥ			