



Κλεφτούρη Σ.

Κτηνίατρος, Ελεύθερη επαγγελματίας

Μοναστηρίδης Α.

Κτηνίατρος, Μεταπτυχιακός φοιτητής
Παθολογίας, Κλινική Ζώων Συντροφιάς,
Τμήμα Κτηνιατρικής,
Σχολή Επιστημών Υγείας Α.Π.Θ.

Καζάκος Γ.

Κτηνίατρος, Αναπληρωτής καθηγητής
Χειρουργικής-Εντατικής Θεραπείας,
Κλινική Ζώων Συντροφιάς,
Τμήμα Κτηνιατρικής,
Σχολή Επιστημών Υγείας Α.Π.Θ.

Υπεύθυνη αλληλογραφίας:

Κλεφτούρη Στυλιανή,
Τριανταφυλλοπούλου 37,
55534, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
Τηλ.: 6982595436
e-mail: kleftouri@gmail.com

Υποθερμία στα ζώα συντροφιάς

> Περίληψη

Τα ζώα συντροφιάς διατηρούν, μέσω θερμορρυθμιστικών μηχανισμών, σταθερή τη θερμοκρασία του σώματός τους. Τα κέντρα των μηχανισμών αυτών εντοπίζονται στον υποθάλαμο και διεγείρονται σε περίπτωση πτώσης ή ανόδου της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, με σκοπό την παραγωγή ή την αποβολή θερμότητας, αντίστοιχα. Ως υποθερμία ορίζεται η πτώση της θερμοκρασίας του σώματος κάτω από τους 37,5°C. Περισσότερο επιρρεπή είναι τα νεαρά, τα υπερήλικα, τα καχεκτικά και τα μικρόσωμα ζώα. Η υποθερμία μπορεί να οφείλεται σε έκθεση του ζώου σε χαμηλές θερμοκρασίες ή σε διαταραχή της λειτουργίας των θερμορρυθμιστικών μηχανισμών από διάφορους παράγοντες, όπως χειρουργική επέμβαση, τραύμα, συστηματική νόσος, χορήγηση φαρμάκων κ.α. Η μείωση της θερμοκρασίας του σώματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του βασικού μεταβολισμού και τη διαταραχή της λειτουργίας του καρδιαγγειακού, του αναπνευστικού, του ουροποιητικού και του νευρικού συστήματος, καθώς και της οξεοβασικής ισορροπίας και της αιμόστασης. Παρατηρούνται βραδυκαρδία, υπόταση, βραδύπνοια και υποαερισμός των πνευμόνων, διαταραχή του επιπέδου συνείδησης, μυϊκός τρόμος, υπογκαιμία, ηλεκτρολυτικές διαταραχές, υπεργλυκαιμία, καθώς και αναπνευστική και μεταβολική οξέωση. Στόχος της θεραπείας είναι, εκτός από την αναθέρμανση του ζώου, και η σταθεροποίηση της γενικής κατάστασής του, με την παροχή οξυγόνου και τη χορήγηση υγρών. Οι τεχνικές αναθέρμανσης που χρησιμοποιούνται είναι εξωτερικές ή εσωτερικές. Οι εξωτερικές παθητικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη θέρμανση του περιβάλλοντος και το τύλιγμα του ζώου με κουβέρτες. Κατά την ενεργητική εξωτερική αναθέρμανση τοποθετείται μια θερμαντική πηγή γύρω από το σώμα του ζώου, όπως θερμοί οροί και θερμοφόρες, ενώ κατά την ενεργητική εσωτερική αναθέρμανση χορηγούνται θερμά υγρά iv και εφαρμόζονται πιο επεμβατικές τεχνικές, όπως είναι οι πλύσεις της περιτοναϊκής ή της θωρακικής κοιλότητας με θερμά διαλύματα.

> Θερμορρυθμιστικό σύστημα

Ο σκύλος και η γάτα είναι ζώα ομοιόθερμα, καθώς η φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος τους παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Αυτό, ωστόσο, συμβαίνει εντός κάποιων ορίων της τελευταίας, εκτός των οποίων ενεργοποιούνται μηχανισμοί παραγωγής ή αποβολής θερμότητας, αναλόγως, με στόχο τη διατήρηση σταθερής της θερμοκρασίας του σώματος.¹

Η θερμοκρασία του σώματος διακρίνεται στην κεντρική που αφορά αυτή των καλά αιματούμενων εσωτερικών οργάνων (εγκέφαλος και όργανα θωρακικής και κοιλιακής κοιλότητας) και στην περιφερική που αποτελεί τη θερμοκρασία που μετρείται κοντά στην επιφάνεια του σώματος.^{2,3} Η δεύτερη μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τη σωματική δραστηριότητα, τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και την παρουσία μιας θερμικής πηγής στο χώρο.² Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική διαφορά ανάμεσα στην περιφερική θερμοκρασία και αυτή των εσωτερικών οργάνων.^{2,3} Είναι, προφανώς,



Λέξεις κλειδιά

- Αναθέρμανση
- Γάτα
- Σκύλος
- Σταθεροποίηση γενικής κατάστασης
- Υποθερμία



σημαντική η ακριβής μέτρηση της κεντρικής θερμοκρασίας.²

Τον κυριότερο ρόλο στην θερμορύθμιση παίζει ο υποθάλαμος. Συγκεκριμένα, στην πρόσθια μοίρα του υποθαλάμου εντοπίζονται κεντρικοί θερμοϋποδοχείς. Η θερμοκρασία του αίματος που κυκλοφορεί στον υποθάλαμο αποτελεί ένα άμεσο ερέθισμα για τους υποδοχείς αυτούς. Ερεθίσματα από περιφερικούς θερμοϋποδοχείς στο δέρμα και τους εν τω βάθει ιστούς του σώματος, όπως είναι ο νωτιαίος μυελός, τα όργανα της κοιλιακής κοιλότητας και τα μεγάλα αγγεία του θώρακα και τις κοιλίας, καταλήγουν, μέσω του νωτιαίου μυελού, στον υποθάλαμο.¹⁻⁴ Από την οπίσθια μοίρα του υποθαλάμου διεγείρονται μηχανισμοί παραγωγής ή αποβολής θερμότητας.^{1,3}

Φυσιολογικά, η παραγωγή θερμότητας στον οργανισμό γίνεται με το βασικό μεταβολισμό, ιδίως των πιο ενεργών μεταβολικά οργάνων, όπως είναι η καρδιά, ο εγκέφαλος και το ήπαρ και με την εκούσια σωματική δραστηριότητα (άσκηση).^{1,3} Κατά την έκθεση του οργανισμού στο ψύχος παρατηρούνται: αύξηση του μεταβολικού ρυθμού, σύσπαση των αρτηριδίων του δέρματος και ανόρθωση του τριχώματος, με στόχο τη θερμομόνωση.¹⁻⁶ Συγχρόνως, εκκρίνονται αδρεναλίνη, νοραδρεναλίνη, ορμόνες του θυρεοειδούς αδένος και γλυκοκορτικοειδή, λόγω της θερμοδογόνου δράσης τους.^{1,5} Μάλιστα, η φυσιολογική ανταπόκριση του οργανισμού στο κρύο, ενεργοποιείται μετά από πτώση της κεντρικής θερμοκρασίας μόλις κατά 0,25 °C.^{3,7} Αξίζει να σημειωθεί πως στα πέλματα των σαρκοφάγων τα αρτηρίδια διατάσσονται σε στενή ανατομική σχέση με τα φλεβίδια, με αποτέλεσμα το αίμα, επιστρέφοντας από την περιφέρεια των άκρων, να θερμαίνεται πριν επιστρέψει στο εσωτερικό του σώματος.⁸ Παράλληλα, εκδηλώνονται και φυσιολογικές αντιδράσεις του ζώου σε συνθήκες κρύου, όπως είναι το «κουλούριασμα» για τη μείωση της επιφάνειας έκθεσης στο κρύο και η ανάπαυση σε στενή σωματική επαφή με άλλα ζώα, προκειμένου για αυτά που διαβίουν σε ομάδες.^{1,2,5,6} Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι αρκετά χαμηλή, η θερμότητα παράγεται, κυρίως, μέσω του μυϊκού τρόμου (ρίγος). Πρόκειται για ακούσιες, ρυθμικές και μεγάλη συχνότητας συσπάσεις των σκελετικών μυών.^{1-6,9}

Όταν, αντίθετα, η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλή, αρχικά μειώνεται ο μεταβολικός ρυθμός και ο μυϊκός τόνος, προκαλείται περιφερική αγγειοδιαστολή και ελαττώνεται η έκκριση των προαναφερθέντων θερμοδογόνων ορμονών για την μείωση της παραγωγής θερμότητας.¹ Η αποβολή θερμότητας από τον οργανισμό γίνεται, κυρίως, μέσω της εξάτμισης του H₂O από το σώμα και ιδίως από το αναπνευστικό σύστημα, η οποία επιτείνεται με την εκδήλωση ταχύπνοιας με ανοιχτό το στόμα (λαχάνιασμα), στα ζώα που δεν ιδρώνουν.^{1,2,5} Με την ταχύπνοια αυξάνεται ο αερισμός του αναπνευστικού νεκρού χώρου, με σκοπό την εξάτμιση νερού από τον βλεννογόνο των αεραγωγών με την αποβολή θερμότητας και κατά συνέπεια την πτώση της θε-

μοκρασίας του σώματος. Η αύξηση αυτή της αναπνευστικής συχνότητας συνοδεύεται, συνήθως, από έντονη σιελοόρροια, η οποία οδηγεί στην επιπρόσθετη αποβολή θερμότητας. Επιπλέον, η έκταση και χάλαση της γλώσσας αυξάνει ακόμα περισσότερο την εξάτμιση λόγω της μεγαλύτερης επιφάνειας εξάτμισης.¹ Δευτερευόντως, θερμότητα αποβάλλεται με ακτινοβολία από το δέρμα προς ψυχρές επιφάνειες με τις οποίες δεν έρχεται σε επαφή, με επαφή του δέρματος με ψυχρότερα αντικείμενα (αγωγή), μέσω στρωμάτων αέρα που περιβάλλουν το σώμα (μεταγωγή), με τα κόπρανα, τα ούρα κ.α.¹⁻⁵

> Υποθερμία

Πρόκειται για την πτώση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος κάτω από τα φυσιολογικά όρια, για το κάθε είδος ζώου, (<37,5 °C: σκύλος, <37,8 °C: γάτα), ως αποτέλεσμα της αδυναμίας του οργανισμού να διατηρήσει την θερμική του ομοιοστασία.^{2,6,7,10,11}

- Επιδημιολογία/ Συχνότητα εμφάνισης

Η ηλικία και το μέγεθος του σώματος του ζώου παίζουν ρόλο για την πιθανή εμφάνιση υποθερμίας. Πιο ευαίσθητα είναι τα νεαρά, τα υπερήλικα, τα καχεκτικά, καθώς και τα μικρόσωμα ζώα, με τις γάτες να είναι οι πλέον επιρρεπείς. Τα πολύ νεαρά και καχεκτικά ζώα έχουν χαμηλό βασικό μεταβολισμό, μερικώς μόνο ανεπτυγμένο μηχανισμό ρίγους και όπως και τα πολύ μικρόσωμα, μεγάλη αναλογία επιφάνειας/βάρος σώματος.^{3,4,6,7,10,12-15} Τα υπερήλικα έχουν χαμηλό βασικό μεταβολισμό και μειωμένο μυϊκό τόνο.¹⁵ Επίσης, δεδομένου ότι το πρώτο ενεργειακό μόριο που δαπανάται είναι η γλυκόζη, τα πολύ νεαρά, όπως και τα πολύ εξασθενημένα ή υπερήλικα ζώα είναι περισσότερο επιρρεπή στην υποθερμία διότι διαθέτουν περιορισμένα αποθέματα γλυκογόνου και μικρή ικανότητα γλυκονεογένεσης.¹⁶

- Αιτιολογία

Ανάλογα με το αίτιο πρόκλησης, η υποθερμία διακρίνεται στην πρωτογενή ή υποθερμία από ατύχημα και στη δευτερογενή.^{2,5,17} Η πρωτογενής οφείλεται σε παρατεταμένη έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, όπως συμβαίνει κατά το ψύχος, τη βροχή ή την πτώση σε κρύο νερό, οπότε παρατηρείται μεγάλη απώλεια θερμότητας παρά το γεγονός ότι οι μηχανισμοί θερμορύθμισης λειτουργούν φυσιολογικά.^{2,5,6,10,17,18} Η δευτερογενής προκαλείται από οποιαδήποτε κατάσταση, η οποία μειώνει την παραγωγή θερμότητας ή αυξάνει την απώλεια της, διαταράσσοντας τη λειτουργία του θερμορυθμιστικού συστήματος, ακόμα και σε θερμές συνθήκες περιβάλλοντος.^{2,5,17} Οπότε, σε αυτή την περίπτωση μπορεί να είναι αποτέλεσμα τραύματος, εγκαύματος, χειρουργικής επέμβασης, φαρμάκων, κυρίως



**Πίνακας 1.** Ταξινόμηση υποθερμίας σε επίπεδα σοβαρότητας με βάση τη θερμοκρασία και τα συμπτώματα^{2,5,6,13}

| Εύρος Θερμοκρασίας | Επίπεδα σοβαρότητας Υποθερμίας | Κλινική εικόνα |
|--------------------|--------------------------------|---|
| 37°C - 32°C | Ήπια | Διατήρηση θερμορυθμιστικών μηχανισμών (μυϊκός τρόμος) |
| 32°C - 28°C | Μέτρια | Σταδιακή απώλεια του μυϊκού τρόμου |
| < 28°C | Σοβαρή | Πλήρης απώλεια μυϊκού τρόμου (μυϊκή ακαμψία) |

αναισθητικών και διάφορων παθολογικών καταστάσεων όπως είναι ο υποθυρεοειδισμός, ο υποφλοιοεπινεφριδισμός (νόσος του Addison), η υπολειτουργία του υποθάλαμου, η ουραιμία, η κυκλοφορική καταπληξία (shock), οι παθήσεις του ΚΝΣ, οι διάφορες καρδιοπάθειες και νεφροπάθειες, η κακή διατροφή, ο υποσιτισμός, η υπογλυκαιμία και οι διάφορες τοξικές.^{2,5,6,10,17,18}

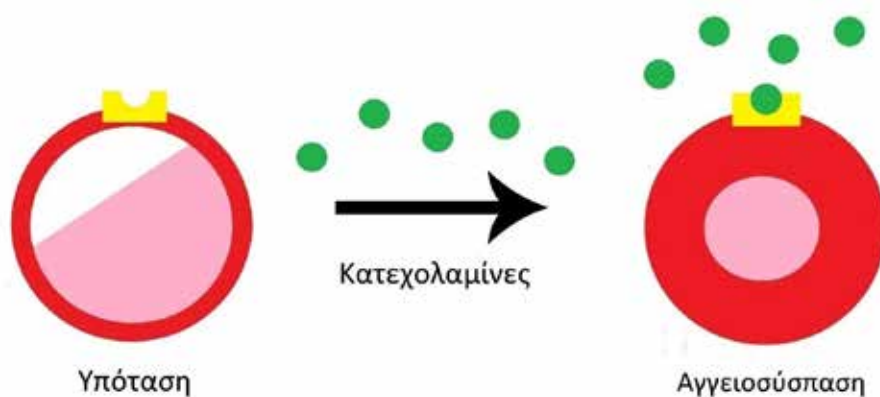
Από τις συχνότερες αιτίες εμφάνισης υποθερμίας στην καθημερινή κλινική πράξη είναι το τραύμα, η χορήγηση αναισθησίας και οι διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις, στις οποίες παρατηρείται υποθερμία περίπου στο 60-90% των ζώων.^{7,19,20} Μάλιστα, σε μία αναδρομική μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 275 γάτες, η επιπλοκή της περιαναισθητικής υποθερμίας αφορούσε το 96,7% αυτών.²¹ Αρκετοί παράγοντες συμβάλουν στην εμφάνισή της, όπως είναι η χαμηλή θερμοκρασία και σχετική υγρασία του χειρουργείου, η χορήγηση ψυχρών υγρών ενδοφλεβίως, η εισπνοή ψυχρών και ξηρών αερίων κατά τη χορήγηση εισπνευστικής αναισθησίας, καθώς και η αντισψία του χειρουργικού πεδίου με αλκοολούχα διαλύματα, η οποία αυξάνει την απώλεια θερμότητας μέσω της εξάτμισης.^{3,13,14,22-25} Επίσης, το είδος τόσο του αναισθητικού φαρμάκου, όσο και του αναισθητικού κυκλώματος παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Πολλά από τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται είτε στην προαναισθητική αγωγή είτε για την εγκατάσταση της γενικής αναισθησίας, όπως είναι οι φαινοθειαζίνες, η μορφίνη, η προποφόλη, η θειοπεντόνη και τα εισπνευστικά αναισθητικά, προκαλούν περιφερική αγγειοδιαστολή, οδηγώντας σε αυξημένη αποβολή θερμότητας, ενώ συγχρόνως καταστέλλουν τη λειτουργία του υποθαλάμου και τον μυϊκό τρόπο και μειώνουν τον μυϊκό τόνο.^{9,12,14,17,22,24,25} Επιπλέον, ο έλεγχος της απώλειας θερμότητας από τον οργανισμό, μέσω της αγγειοσυσπασσης και των λοιπών μηχανισμών, ενεργοποιείται στα αναισθητοποιημένα ζώα μετά την πτώση της θερμοκρασίας κατά 2,5-3°C, κάτι το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, παρατηρείται σε πτώση μόνο κατά 0,25 °C.^{7,20} Απαιτείται, δηλαδή, χαμηλότερη θερμοκρασία για τη δραστηριοποίηση του θερμορυθμιστικού κέντρου στον υποθάλαμο σε ένα αναισθητοποιημένο ζώο.^{13,25} Στα αναισθητικά κυκλώματα μη επανεισπνοής (π.χ. το παιδιατρικό Jackson-Rees modification of the Ayre's T-piece),

τα εισπνεόμενα αέρια θερμαίνονται κατά τη διόδό τους από τους αεραγωγούς του ζώου και στη συνέχεια κατά την εκπνοή αποβάλλονται από το αναισθητικό σύστημα στο περιβάλλον, με συνέπεια την σημαντική απώλεια θερμότητας, ενώ άλλα χαμηλότερης θερμοκρασίας αέρια εισπνέονται εκ νέου.¹⁵ Επιπρόσθετα, μία άλλη παράμετρος που συντελεί στην πρόκληση της υποθερμίας είναι το είδος της χειρουργικής επέμβασης. Σε περίπτωση έκθεσης των σπλαχνικών οργάνων στο εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάνοιξη της θωρακικής ή της κοιλιακής κοιλότητας, η κεντρική θερμοκρασία του οργανισμού μειώνεται σημαντικά, εξ' αιτίας της μεταγωγής που παρατηρείται από τη μεγάλη επιφάνεια επαφής με τον ατμοσφαιρικό αέρα και της εξάτμισης νερού από τους ορογόνους, κάτι το οποίο μπορεί να ευθύνεται για το 50% της συνολικής απώλειας θερμότητας κατά τη χειρουργική επέμβαση.^{3,7,10,13,14,21-26} Οι ορθοπαιδικές επεμβάσεις, επίσης, απαιτούν μεγάλη προετοιμασία του χειρουργικού πεδίου, αυξάνοντας έτσι την αποβολή θερμότητας.²¹ Τέλος, η διάρκεια της αναισθησίας είναι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας, διότι σε μεγάλης διάρκειας επεμβάσεις παρατείνεται η επίδραση των παραπάνω παραγόντων και η καταπόνηση του οργανισμού.^{4,10,13,15,21,26}

- Κλινικά και εργαστηριακά ευρήματα

Η υποθερμία διακρίνεται σε τρία βασικά επίπεδα σοβαρότητας. Από τους 37°C έως τους 32°C χαρακτηρίζεται ως ήπια, κατά την οποία οι θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί συνεχίζουν να δρουν φυσιολογικά και από τους 32°C έως τους 28°C θεωρείται μέτρια, με σταδιακή απώλεια της λειτουργίας των μηχανισμών αυτών και ιδίως του μυϊκού τρόμου. Τέλος, ως σοβαρή θεωρείται η υποθερμία όταν η θερμοκρασία του σώματος πέσει κάτω από τους 28°C. Σε τέτοιες περιπτώσεις παρατηρείται πλήρης καταστολή της θερμορύθμισης και μυϊκή ακαμψία (Πίνακας 1).^{2,5,6,13} Ο θάνατος επέρχεται σε θερμοκρασία περίπου 20°C.¹¹

Οι κλινικές εκδηλώσεις προέρχονται από τα περισσότερα συστήματα. Συγκεκριμένα, αναφορικά με το **κυκλοφορικό σύστημα**, αρχικά παρατηρείται ήπια ταχυκαρδία και περιφερική αγγειοσυσπασση με πιθανή διατήρηση ή και αύξηση της αρτηριακής



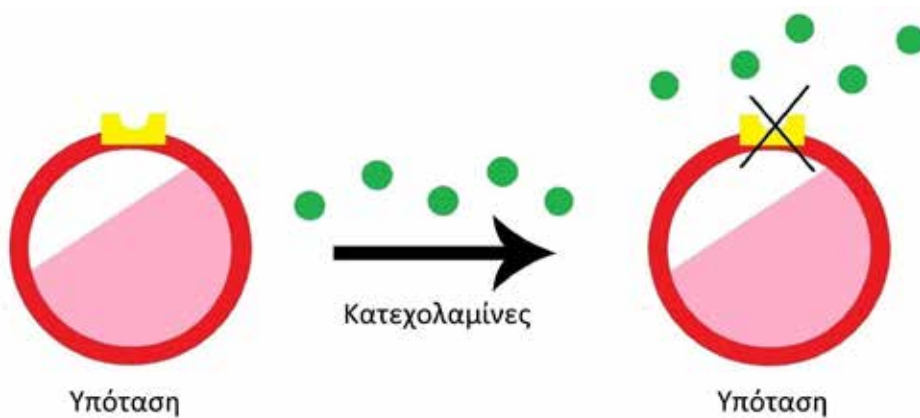
Εικόνα 1. Φυσιολογική θερμοκρασία σώματος: Αγγειοσύσπαση μετά τη σύνδεση κατεχολαμινών στους α-1 αδρενεργικούς υποδοχείς του τοιχώματος των αγγείων.²⁵

πίεσης, λόγω της έκκρισης κατεχολαμινών (αδρεναλίνη/νοραδρεναλίνη), όπως αναφέρθηκε, για την αποτροπή της αποβολής θερμότητας.^{2,5,13,14} Όταν η υποθερμία παρατείνεται, οι α₁ αδρενεργικοί υποδοχείς σταματούν να ανταποκρίνονται στις κατεχολαμίνες και ακολουθεί περιφερική αγγειοδιαστολή και υπόταση (Εικόνες 1 και 2).^{2,5,18,19,25} Την ταχυκαρδία διαδέχεται έντονη βραδυκαρδία, μη ανταποκρινόμενη στην ατροπίνη.^{2,5,6,9,11,18} Συχνά εμφανίζονται και αρρυθμίες, κοιλιακές και κοιλιακές.^{2,5,9,13,18,25} Παρατηρείται κοιλιακή μαρμαρυγή, η οποία μπορεί να εξελιχθεί σε κοιλιακή ταχυκαρδία και μαρμαρυγή.² Μάλιστα, σε μελέτη κατά την οποία προκλήθηκε πειραματικά υποθερμία σε σκύλους, σημειώθηκε κοιλιακή μαρμαρυγή στο 50% των ζώων με θερμοκρασία σώματος κάτω των 23,5°C.^{18,25} Σε τελικό στάδιο είναι δυνατόν να προκληθεί ασυστολία και ανακοπή της καρδιακής λειτουργίας.^{2,5,9,18}

Στο **αναπνευστικό σύστημα**, καθώς η υποθερμία εξελίσσεται, η μείωση του μεταβολισμού και ακολούθως του παραγόμενου CO₂ συμβάλει στην

ελάττωση του αριθμού των αναπνοών ανά λεπτό και του όγκου αναπνοής. Ταυτόχρονα προκαλείται και άμβλυση των προστατευτικών ανατακλαστικών του αναπνευστικού συστήματος (παρμός, βήχας), με αποτέλεσμα τον αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης εισρόφησης.^{2,11} Κατά τη σοβαρή υποθερμία είναι δυνατόν να προκληθεί μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα, ενώ συνήθως παρατηρείται έντονη βραδύπνοια και υποαερισμός των πνευμόνων, με τελική κατάληξη την άπνοια.^{2,5,11}

Αναφορικά με το **νευρικό σύστημα**, η πτώση της θερμοκρασίας προκαλεί διαταραχή του επιπέδου συνείδησης, η οποία μπορεί να κυμαίνεται από κατάπτωση έως λήθαργο, λόγω της μειωμένης αιμάτωσης του εγκεφάλου, ενώ συγχρόνως αμβλύνονται και τα ανατακλαστικά του σώματος. Σε ήπια υποθερμία εμφανίζεται μυϊκός τρόμος, ο οποίος δε διατηρείται η αν η πτώση της θερμοκρασίας συνεχιστεί. Σε σοβαρή υποθερμία παρατηρείται απουσία των ανατακλαστικών, μυδρίαση και τελικώς κώμα, λόγω της ισχαιμίας και της υποξίας του εγκεφάλου.



Εικόνα 2. Υποθερμία: Αδυναμία πρόκλησης αγγειοσύσπασης λόγω μη σύνδεσης των κατεχολαμινών στους α-1 αδρενεργικούς υποδοχείς του τοιχώματος των αγγείων.²⁵



λου.^{2,5,6,10,13}

Από το **ουροποιητικό σύστημα** χαρακτηριστικό εύρημα είναι η διούρηση ανεξαρτήτως του βαθμού αφυδάτωσης του ζώου (ψυχρή διούρηση), η οποία οδηγεί σε σημαντική υποογκαιμία και υπόταση.^{2,5,6,14} Η αρχική περιφερική αγγειοσυσπασση, κατά την έναρξη της υποθερμίας, έχει σαν αποτέλεσμα την σχετική αύξηση του κυκλοφορούντος όγκου αίματος και ακολούθως τη διούρηση για τη μείωση του.^{2,13} Καθώς εξακολουθεί να μειώνεται η θερμοκρασία του σώματος, η ανταπόκριση των άπω νεφρικών σωληναρίων στη δράση της αντιδιουρητικής ορμόνης μειώνεται και η επαναρρόφηση του νερού από τους νεφρούς περιορίζεται, διατηρώντας έτσι την απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών, όπως φωσφόρος, κάλιο και μαγνήσιο.^{2,14,17} Επιπρόσθετα, ελαττώνεται και η επαναρρόφηση της γλυκόζης, οδηγώντας σε γλυκοζουρία.^{6,14} Επιπλέον, παρατηρείται και **υπεργλυκαιμία**, η οποία οφείλεται στην αντίσταση των ιστών στη δράση της ινσουλίνης ή τη μειωμένη παραγωγή της από το πάγκρεας, εξ' αιτίας της ύπαρξης παγκρεατίτιδας από την μειωμένη αιμάτωση του οργάνου. Η υπεργλυκαιμία οφείλεται επίσης και στην έκκριση κατεχολαμινών και γλυκοκορτικοειδών από τον οργανισμό.^{2,5,6,17,18}

Η υποθερμία επιφέρει, επιπλέον, σημαντικές αναστρέψιμες διαταραχές στην ηλεκτρικότητα του αίματος, με επίδραση τόσο στην πρωτογενή όσο και στη δευτερογενή **αιμόσταση**.^{2,23} Εκτός από θρομβοκυτταροπενία, λόγω της κατακράτησης αιμοπεταλίων από το ήπαρ και το σπλήνα ή της καταστολής λόγω ψύχους της παραγωγής και απελευθέρωσης τους από το μυελό των οστών, προκαλείται, επιπρόσθετα, και διαταραχή της λειτουργίας τους με αποτέλεσμα την καθυστέρηση του σχηματισμού αρχικού θρόμβου.^{2,6,13,14} Ωστόσο, αντί της αιμορραγικής διάθεσης είναι δυνατόν να εμφανιστεί αυξημένη ηλεκτρικότητα του αίματος και διάσπαρτη ενδοαγγειακή πήξη.^{2,5,6} Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως είναι η καταστολή του καρδιαγγειακού συστήματος και η διαταραχή της μικροκυκλοφορίας του αίματος, η απελευθέρωση θρομβοπλαστίνης από τους κρούους ιστούς ή η αιμοσυμπύκνωση, λόγω της υποογκαιμίας από την «κρύα διούρηση».^{2,5,13,17} Επιπρόσθετα, επειδή τα ένζυμα του μηχανισμού πήξης είναι θερμοεξαρτώμενα, οι χρόνοι της προθρομβίνης (PT) και της μερικής θρομβοπλαστίνης (PTT) είναι αυξημένοι.^{2,5,11} Πρέπει να τονιστεί, όμως, ότι οι διάφορες συμβατικές δοκιμές για τον έλεγχο της ηλεκτρικότητας του αίματος πραγματοποιούνται συνήθως στους 37°C, με αποτέλεσμα τα εργαστηριακά ευρήματα να μην συνάδουν με την κλινική εικόνα στους υποθερμικούς ασθενείς.^{2,5,6,23,25}

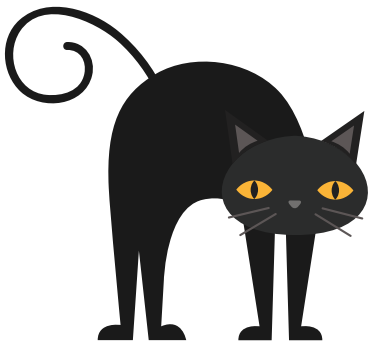
Αναφορικά με την επίδραση της υποθερμίας στην **οξεοβασική ισορροπία**, η υποθερμία προκαλεί οξέωση, τόσο μεταβολική όσο και αναπνευστική.^{2,5,10} Η μεταβολική οξέωση παρατηρείται εξ' αιτίας της ελαττωμένης αποβολής των ιόντων υδρογόνου

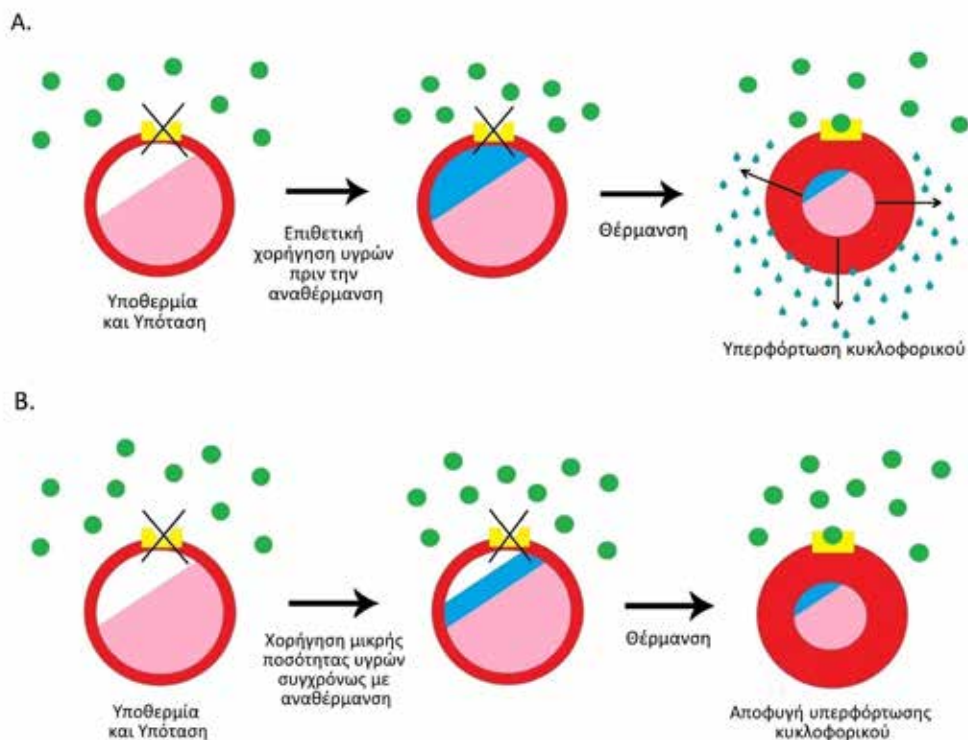
(H⁺) από τους νεφρούς και της αυξημένης παραγωγής γαλακτικού οξέος, λόγω του μυϊκού τρόμου κατά τα αρχικά στάδια της υποθερμίας. Από την άλλη, η αναπνευστική οξέωση οφείλεται στην ελλιπή αποβολή του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα από τους πνεύμονες, λόγω της βραδύπνοιας και του ανεπαρκούς κυψελδικού αερισμού, παρόλο που, όπως αναφέρθηκε, η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα μειώνεται λόγω επιβράδυνσης του μεταβολισμού σε συνθήκες υποθερμίας.^{2,11} Επιπρόσθετα, η διαλυτότητα του CO₂ είναι μεγαλύτερη στο κρύο αίμα, με αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του.²

Κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης, η πτώση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος είναι δυνατόν να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στα αναισθητοποιημένα ζώα, λόγω της μείωσης του βασικού μεταβολισμού, ο οποίος μάλιστα μειώνεται κατά 10% για κάθε 1°C πτώσης της θερμοκρασίας.¹¹ Πέρα από τις προαναφερθείσες επιδράσεις στα διάφορα οργανικά συστήματα, παρατηρείται και επιβράδυνση του μεταβολισμού και της αδρανοποίησης των αναισθητικών φαρμάκων από το ήπαρ, εξ' αιτίας της μειωμένης διαιμάτωσής του, με συνέπεια την αυξημένη δραστηριότητά τους, το μεγαλύτερο βάθος αναισθησίας, την παρατεταμένη διάρκεια δράσης τους κλπ.^{2,3,7,11,13,21,22,25} Τα πιο συνήθη φάρμακα στα οποία εμφανίζεται επιβράδυνση του βιομετασχηματισμού και αδρανοποίησής τους και επομένως αυξημένος κίνδυνος υπερδοσίας τους είναι η προποφόλη, η μιδαζολάμη, η μορφίνη, η ακετυλοπρομαζίνη, η φαντανύλη, η φαινοβαρβιτάλη και τα εισπνευστικά αναισθητικά.^{2,22,25} Επιπρόσθετα, η διαλυτότητα των εισπνευστικών αναισθητικών στο αίμα αυξάνεται με την πτώση της θερμοκρασίας, καθυστερώντας έτσι την απομάκρυνση τους από τον οργανισμό.²² Η ελάχιστη κυψελδική συγκέντρωση (MAC) των εισπνευστικών αναισθητικών (π.χ. ισοφλουράνιο για αρουραίους) μειώνεται κατά 5% για κάθε 1°C μείωσης της θερμοκρασίας του σώματος.^{27,28} Τελικό αποτέλεσμα είναι η παρατεταμένη ανάνηψη, ενώ παράλληλα μπορεί να εμφανιστεί και καθυστερημένη επούλωση ή μόλυνση του χειρουργικού τραύματος, καθώς η υποθερμία καταστέλλει, συν τοις άλλοις, τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.^{2,3,11,13,19,21,22,24,25,29,30} Επίσης, κατά την περίοδο της ανάνηψης, η επαναλειτουργία των θερμορρυθμιστικών μηχανισμών και κυρίως του μυϊκού τρόμου, αυξάνει την ενδογενή παραγωγή θερμότητας μέσω του βασικού μεταβολισμού και τις απαιτήσεις του οργανισμού σε οξυγόνο έως και 500%, κάτι το οποίο δεν γίνεται καλά ανεκτό από ένα καταπονημένο ζώο και είναι δυνατόν να προκληθεί υποξία, κυρίως σε ασθενείς με αναπνευστικά προβλήματα.^{7,11,13,15,24,30} Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με μία αναδρομική μελέτη σε 275 γάτες, η περιαναισθητική υποθερμία πολύ σπάνια οδηγεί στον θάνατο.²¹

- Αντιμετώπιση

Η θεραπεία της υποθερμίας στηρίζεται τόσο στην





Εικόνα 3. Αντιμετώπιση shock σε υποθερμική γάτα: **A.** Η επιθετική χορήγηση υγρών πριν την αναθέρμανση μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτωση όγκου (πνευμονικό οίδημα, διάμεσο οίδημα κ.λπ.), όταν μετά την αναθέρμανση τα αγγεία αποκτήσουν τόνο. **B.** Συντηρητική χορήγηση υγρών συγχρόνως με την αναθέρμανση για να αποφευχθεί η υπερφόρτωση όγκου.²⁵

σταθεροποίηση της γενικής κατάστασης του ζώου όσο και στην αναθέρμανση του, πριν την αντιμετώπιση του πρωτογενούς αιτίου στην περίπτωση κάποιας υποκείμενης συστηματικής νόσου.^{2,10}

• Σταθεροποίηση και φαρμακευτική αγωγή

Αρχικά, λαμβάνονται μέτρα που αποσκοπούν στη σταθεροποίηση του αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος, δηλαδή ελέγχεται και αποκαθίσταται, όπου χρειάζεται, η διαβατότητα των αεραγωγών και στη συνέχεια γίνεται χορήγηση O_2 , υγρών και ηλεκτρολυτών.^{26,17} Η οροθεραπεία για τον έλεγχο της υπότασης από την «ψυχρή διούρηση» και για την αύξηση του όγκου αίματος, πρέπει να γίνεται άμεσα. Χορηγούνται κρυσταλλοειδή διαλύματα iv, αφού πρώτα θερμανθούν, στα οποία προστίθενται, εφόσον απαιτείται, κάλιο.^{26,17} Σε έντονη υπόταση, μπορεί αρχικά να γίνει άπαξ χορήγηση συγκεκριμένου όγκου υγρών (as a bolus). Η θερμοκρασία των διαλυμάτων που εισέρχονται στον οργανισμό δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τους $42^\circ C$.¹⁷ Επιπρόσθετα, η χορήγηση Lactated Ringer's σε σοβαρά υποθερμικά ζώα καλό είναι να αποφεύγεται, διότι το ήπαρ δεν έχει την ικανότητα να μεταβολίσει τα γαλακτικά που περιέχονται. Η χρήση φυσιολογικού ορού ή ακόμα

και η ανάμιξη 1/3 δεξτρόζης με 2/3 φυσιολογικού ορού, θεωρούνται ασφαλέστερες πρακτικές.^{6,17,18} Ο έλεγχος του ρυθμού και της ποσότητας των χορηγούμενων υγρών γίνεται ακριβέστερα με τη μέτρηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης και την ποσότητα του παραγόμενου ούρου.^{6,14,17} Ωστόσο, η τοποθέτηση των καθετήρων για τις παραπάνω μετρήσεις πρέπει να γίνεται με προσεκτικούς χειρισμούς, λόγω των διαταραχών πήξης αίματος που ενδέχεται να παρουσιάζει ένα υποθερμικό ζώο.⁶

Η σειρά και η ένταση με τις οποίες πραγματοποιούνται οι θεραπευτικοί χειρισμοί διαφοροποιούνται ανάλογα με το ζωικό είδος. Στον σκύλο η χορήγηση υγρών γίνεται επιθετικά και προηγείται της αναθέρμανσης, αλλιώς η περιφερική αγγειοδιαστολή που θα προκληθεί από την τελευταία θα επιδεινώσει την υπόταση και την κακή αιμάτωση του οργανισμού και θα μειώσει την ταχύτητα ανόδου της θερμοκρασίας.²⁵ Στη γάτα, είναι υπαρκτός ο κίνδυνος υπερφόρτωσης όγκου και πρόκλησης πνευμονικού οιδήματος, όταν τα αγγεία αποκτήσουν τόνο μετά την αναθέρμανση και την ενεργοποίηση των υποδοχέων αδρεναλίνης.^{17,25} Για το λόγο αυτό, χορηγείται μικρή ποσότητα υγρών σε συνδυασμό με επιθετική αναθέρμανση του ζώου (Εικόνα 3).²⁵

Στα υποθερμικά ζώα οι διάφοροι χειρισμοί επιβάλ-





λεται να είναι ήπιοι, διότι ακόμα και η παραμικρή διέγερση μπορεί να οδηγήσει σε αρρυθμίες, ενώ επιπροσθέτως, η υποθερμική καρδιά δεν ανταποκρίνεται στη φαρμακευτική αγωγή. Όπως προαναφέρθηκε, σε χαμηλές θερμοκρασίες η βραδυκαρδία δεν αντιμετωπίζεται με τη χορήγηση ατροπίνης και η αντιμετώπιση της μόνο με αναθέρμανση είναι επαρκής. Γενικά, δε θα πρέπει να χορηγούνται αντιαρρυθμικά και αγγειοενεργά φάρμακα έως ότου η θερμοκρασία του σώματος να φτάσει τους 30-32°C, καθώς είναι αναποτελεσματικά.^{2,6,10,17,18} Επίσης, δεν συστήνεται η επαναλαμβανόμενη χορήγησή τους, διότι μετά την αναθέρμανση του ζώου οι συνολικές δόσεις πιθανώς να αποβούν τοξικές, λόγω αθροιστικής δράσης.^{17,18}

Επειδή η υποθερμία, μπορεί να περιορίσει την ανοσολογική απάντηση, κρίνεται απαραίτητη η χορήγηση αντιβιοτικών ευρέως φάσματος για την πρόληψη δευτερογενών ευκαιριακών λοιμώξεων, όπως η πνευμονία, η μόλυνση του χειρουργικού τραύματος κ.α.^{2,14} Επίσης, κατά την αναθέρμανση του ζώου παρατηρείται έντονος πόνος, οπότε θεωρείται σημαντική η προσπάθεια αντιμετώπισής του με αναλγητικά από τη στιγμή που η θερμοκρασία του ζώου έχει φτάσει στους 37°C.^{6,17,18} Τα άκρα, τα αυτιά και η ουρά μπορεί να είναι ιδιαίτερα επώδυνα, κάτι που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τους χειρισμούς των υποθερμικών ζώων. Ιδανική φαρμακευτική επιλογή αποτελούν τα οπιοειδή. Αν έχει αποκατασταθεί η λειτουργία των νεφρών και η διαιμάτωση των ιστών μπορούν να χορηγηθούν και μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα.¹⁷ Σε κάθε περίπτωση, λόγω του μειωμένου ηπατικού μεταβολισμού, η χρήση φαρμάκων πρέπει να γίνεται με προσοχή.^{2,15}

• Αναθέρμανση

Ορισμένες φορές τα υποθερμικά ζώα εκλαμβάνονται ως νεκρά, επειδή οι αναπνοές και οι καρδιακοί παλμοί τους δεν γίνονται εύκολα αντιληπτοί και ο σφυγμός τους δεν είναι ψηλαφητός, ιδίως σε θερμοκρασίες κάτω των 28°C.^{5,6,14,17,18} Ακόμα και το ηλεκτροκαρδιογράφημα είναι δύσκολο να εκτιμηθεί πολλές φορές, εξ' αιτίας της κακής αγωγιμότητας του κρύου δέρματος.¹⁸ Για αυτόν το λόγο, τα ζώα αυτά δεν θα πρέπει να θεωρούνται νεκρά πριν την αναθέρμανσή τους.^{5,6,14,17} Η ακριβής μέτρηση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος, γίνεται μέσω της θωρακικής μοίρας του οισοφάγου, η οποία όμως μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε αναισθητοποιημένα ζώα ή σε ζώα ευρισκόμενα σε κωματώδη κατάσταση.^{2,4,20} Η μέτρηση της θερμοκρασίας του απευθυσμένου είναι πιο πρακτική και εύκολη και χρησιμοποιείται πιο συχνά, ωστόσο, συνήθως διαφέρει κατά 0,4°C από την πραγματική τιμή της κεντρικής θερμοκρασίας.^{2,3,20} Η μέθοδος της αναθέρμανσης που θα εφαρμοστεί εξαρτάται από τη βαρύτητα και τη διάρκεια της υποθερμίας, την κατάσταση του ζώου, καθώς και από το αίτιο πρόκλησής της.^{6,10,17} Υπάρχουν 3 τρόποι: η παθητική, η ενεργητική εξωτερική και η ενεργητική εσωτερική αναθέρμανση. Ανεξάρ-

τητα με τη μέθοδο, η θερμοκρασία πρέπει να αυξάνεται κατά 1-2°C την ώρα, ενώ οι προσπάθειες θα πρέπει να σταματούν στους 37-37,5°C προκειμένου να αποφευχθεί η πρόκληση ιατρογενούς υπερθερμίας, καθώς έπειτα ενεργοποιούνται οι φυσιολογικοί θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί.^{5,25,29}

Η παθητική αναθέρμανση βασίζεται στη δυνατότητα του ίδιου του οργανισμού να παράγει θερμότητα και στοχεύει στη διατήρησή της, περιορίζοντας την απώλεια θερμότητας στο περιβάλλον. Ενδείκνυται, κυρίως, σε ήπια υποθερμία μη προκαλούμενη από υποκείμενη ασθένεια, κατά την οποία λειτουργούν ακόμα οι φυσιολογικοί θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί.^{2,5,6,10,13,14,17,19} Περιλαμβάνει τη θέρμανση του περιβάλλοντος, το στέγνωμα του ζώου με πετσέτα αν είναι υγρό και το τυλίγμα του με στεγνές, μονωτικές κουβέρτες, όπως είναι οι υφασμάτινες ή οι ανακλαστικές αλουμινίου (Πίνακας 2).^{2,5,10,13,14,17,19,24} Θεωρείται καλό, εκτός του σώματος, να καλύπτεται επιπρόσθετα το κεφάλι, αλλά και τα άκρα.^{11,17}

Με την ενεργητική εξωτερική αναθέρμανση παρέχεται θερμότητα στην επιφάνεια του ζώου, με στόχο την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα που το περιβάλλει και έτσι τη μείωση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και του περιβάλλοντος, ώστε να περιοριστεί η απώλεια θερμότητας μέσω της μεταγωγής.^{13,19} Ενδείκνυται σε μέτρια προς σοβαρή υποθερμία, λόγω της ανεπαρκούς παραγωγής θερμότητας από τον ίδιο τον οργανισμό, σε ζώα με υποθυρεοειδισμό, υποφλοιοεπινεφριδισμό, υπογλυκαιμία, καρδιοπάθειες και άλλες διαταραχές που μειώνουν την ενδογενή παραγωγή θερμότητας, καθώς και σε αποτυχία της παθητικής αναθέρμανσης.^{2,5,6,17,18} Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο αναθέρμανσης, μια θερμαντική πηγή, όπως ζεσταμένοι οροί, στρώματα θερμού νερού, θερμοφόρες, ηλεκτρικές κουβέρτες και λάμπες θερμότητας με ακτινοβολία, τοποθετείται γύρω από το σώμα του ζώου (Πίνακας 2).^{2,5,6,13,14,17,18} Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να μην προκληθούν εγκαύματα στο δέρμα. Για αυτόν τον λόγο, τα παραπάνω μέσα παροχής θερμότητας δεν θα πρέπει να έρχονται σε άμεση επαφή με το ζώο, ούτε η θερμοκρασία τους να ξεπερνάει τους 45°C. Μπορούν να τοποθετηθούν ανάμεσα στο σώμα του ζώου και τη θερμαντική πηγή μονωτικά υλικά όπως κουβέρτες, πετσέτες και οθόνες χειρουργείου, ενώ συστήνεται και η αλλαγή της πλευράς κατάκλισης ανά σύντομες χρονικές περιόδους, προκειμένου να μην εκτίθεται η ίδια πλευρά του ζώου στη θερμότητα για παρατεταμένο χρονικό διάστημα.^{5,10,13,14,17} Μια ασφαλέστερη και πολύ αποτελεσματική τεχνική θεωρείται η διοχέτευση θερμού αέρα μέσα σε ειδικές κουβέρτες που τυλίγουν το ζώο.^{2,5,6,10,13,17,24} Ωστόσο, η χρήση των εξωτερικών θερμαντικών πηγών στο σώμα και ιδίως στα άκρα, έχει κάποιες πιθανές επιπλοκές. Η έντονη περιφερική αγγειοδιαστολή που προκαλείται από την αναθέρμανση, μπορεί να οδηγήσει σε υποτροπή της υπότασης και να αυξήσει τις μεταβολικές απαιτήσεις στην περιφέρεια του σώματος,




Πίνακας 2. Συγκεντρωτικός πίνακας μεθόδων αναθέρμανσης^{2,5,6,13,14,17,18,24}

| Παθητική Αναθέρμανση (Διατήρηση της θερμότητας του ζώου) | Ενεργητική Εξωτερική Αναθέρμανση (Παροχή θερμότητας στην επιφάνεια του ζώου) | Ενεργητική Εσωτερική Αναθέρμανση (Παροχή θερμότητας στο εσωτερικό του ζώου) |
|--|--|--|
| Ήπια υποθερμία | Μέτρια/Σοβαρή υποθερμία | Μέτρια/Σοβαρή υποθερμία |
| <ul style="list-style-type: none"> • Στέγνωμα βρεγμένου ζώου • Τύλιγμα με στεγνές, μονωτικές κουβέρτες • Θέρμανση του περιβάλλοντος | Τοποθέτηση θερμαντικής πηγής στο σώμα του ζώου (όχι άμεση επαφή): <ul style="list-style-type: none"> • Θερμοί οροί • Διοχέτευση θερμού αέρα μέσα σε κουβέρτες που τυλίγουν το ζώο • Στρώματα θερμού νερού και θερμόφορες • Λάμπες θερμότητας • Ηλεκτρικές κουβέρτες | <ul style="list-style-type: none"> • Θερμά υγρά iv • Θερμός αέρας με ↑ υγρασία μέσω μάσκας ή τραχειοσωλήνα • Περιτοναϊκή ή υπεζωκοτική πλύση με θερμά διαλύματα • Κλύσμα ή γαστρική έκπλυση με θερμό ορό • Πλύση ουροδόχου κύστης με θερμά υγρά |

στις οποίες το κυκλοφορικό σύστημα δεν μπορεί να ανταποκριθεί.^{2,5,13} Η κατάσταση αυτή καλείται shock της αναθέρμανσης και μπορεί να οδηγήσει σε αιφνίδιο θάνατο.⁵ Επίσης, η περιφερική αγγειοδιαστολή έχει σαν αποτέλεσμα το σχετικά θερμό αίμα από το εσωτερικό του σώματος να μετακινείται προς τους ψυχρούς περιφερικούς ιστούς και έτσι να ψύχεται, ενώ συγχρόνως το κρύο αίμα της περιφέρειας να επιστέφει στο κέντρο, οδηγώντας τελικά σε υποτροπή της υποθερμίας (afterdrop), μέχρι την εξισορρόπηση της περιφερικής και κεντρικής θερμοκρασίας του οργανισμού.^{2,5,6,13,14} Επομένως, είναι καλύτερο η μέθοδος αυτή να περιορίζεται στον κορμό του ζώου, ή έστω η αναθέρμανση του θώρακα να προηγείται αυτής των άκρων, ώστε να έχει επανέλθει πρώτα η θερμοκρασία και η ικανότητα της καρδιάς να διαιματώσει τα άκρα.^{2,5,6}

Η ενεργητική εσωτερική αναθέρμανση στοχεύει στην ταχεία αύξηση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος μέσω της παροχής θερμότητας σε εσωτερικούς ιστούς.¹³ Ενδείκνυται σε μέτρια προς σοβαρή υποθερμία, σε ζώα με ασταθή λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος, ιδίως μετά από ανακοπή και σε αναποτελεσματικότητα των προηγούμενων τεχνικών.^{2,6,17,18} Παραδείγματα αυτής της μεθόδου είναι η χορήγηση θερμών υγρών iv, οι πλύσεις της περιτοναϊκής ή της θωρακικής κοιλότητας με θερμά διαλύματα, η γαστρική έκπλυση ή οι υποκλύσμοι με θερμό ορό, η πλύση της ουροδόχου κύστης με θερμά υγρά και η διοχέτευση θερμού αέρα αυξημένης υγρασίας μέσω μάσκας ή τραχειοσωλήνα (Πίνακας 2).^{2,5,13,14,17,24,29} Τα θερμά κρυσταλλοειδή διαλύματα που χορηγούνται iv κατά τη σταθεροποίηση του ζώου, είναι ένα σχετικά αναποτελεσματικό μέτρο αναθέρμανσης, εξ' αιτίας της μεγάλης διαφοράς ανάμεσα στην ποσότητα των χορηγούμενων υγρών και τη μάζα του σώματος του ζώου, αλλά και επειδή αυτά κρυσταλλώνονται γρήγορα μέχρι να εισέλθουν στον οργανισμό. Θα είχαν αποτελεσματικότητα αν χορηγούνταν με ταχύ ρυθμό, μεγάλη ποσότητα

υγρών, πράγμα επικίνδυνο.^{5,17} Οι πλύσεις της περιτοναϊκής ή της θωρακικής κοιλότητας είναι αρκετά αποτελεσματικές, καθώς επιτρέπουν την άμεση αναθέρμανση βασικών μεταβολικών οργάνων, όπως το ήπαρ και η καρδιά και πραγματοποιούνται με θερμά ισότονα κρυσταλλοειδή διαλύματα θερμοκρασίας περίπου 42°C (40-45 °C).^{2,5,6,13,14} Ωστόσο, πρόκειται για πολύ επεμβατικές διαδικασίες, ενώ θα πρέπει να αποφεύγονται σε περίπτωση υποψίας τραύματος ή πρόσφατης χειρουργικής επέμβασης σε αυτές τις κοιλότητες, καθώς και σε ζώα με διαταραχές πήξης του αίματος λόγω της υποθερμίας.^{2,17} Επιπλέον, η θέρμανση του εισπνεόμενου αέρα ή οξυγόνου έως τη θερμοκρασία των 40-45 °C, με τη χρήση θερμαντικής και υγραντικής συσκευής μεταξύ των σωλήνων χορήγησης οξυγόνου και του τραχειοσωλήνα/μάσκας ή με την τοποθέτηση ενός μπουκαλιού με θερμό νερό στις σωληνώσεις, είναι μία μη επεμβατική μέθοδος, η οποία επιτρέπει τον έλεγχο της απώλειας θερμότητας από το αναπνευστικό σύστημα.^{2,5,6,10,13,17,18} Τέλος, οι υποκλύσμοι με θερμά υγρά, η γαστρική έκπλυση και η πλύση της ουροδόχου κύστης με θερμό ορό είναι λιγότερο αποτελεσματικές μέθοδοι, ενώ έχουν αρκετές επιπλοκές, όπως είναι οι ηλεκτρολυτικές διαταραχές, ο κίνδυνος πρόκλησης εμετού και εισρόφησης, καθώς και η αδυναμία ακριβούς μέτρησης της θερμοκρασίας μέσω του απευθυσμένου και του οισοφάγου, διότι θα είναι ανεβασμένη.^{2,5,6,14,17}

- Πρόληψη

Η πρόληψη της υποθερμίας περιαναισθητικά είναι εφικτή και μπορεί να γίνει με τον συστηματικό έλεγχο της θερμοκρασίας του ζώου στον οισοφάγο, τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του χειρουργείου, τη θέρμανση των χορηγούμενων υγρών και αερίων, την τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων ή μονωτικών κουβερτών κάτω ή γύρω από το ζώο, τη μείωση του χειρουργικού χρόνου και τη χρήση αναισθητικών κυκλωμάτων επα-



veisπνοής, στα οποία το θερμό και υγρό εκπνεόμενο αέριο αφού περάσει από τη νατράσβεστο (η οποία να σημειωθεί κατά την αντίδραση δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα παράγει θερμότητα) επανεισέρχεται στο αναπνευστικό διατηρώντας καλύτερα τη θερμοκρασία του οργανισμού.^{4,11,13,15,19,20,22,24,30}

Επίσης, χρήσιμη είναι η μόνωση ή η θέρμανση όλων των τμημάτων του σώματος του ζώου, στα οποία δεν πραγματοποιείται χειρουργική επέμβαση, όπως τα άκρα και η ουρά, καθώς τα τμήματα αυτά έχουν υψηλή αναλογία επιφάνειας/μάζας σώματος και έτσι η απώλεια θερμότητας από αυτά είναι ταχεία και ραγδαία.^{11,25} Πράγματι, σε μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 32 σκύλους, η θέρμανση των άκρων απέβη πιο αποτελεσματική από αυτή του κορμού στην πρόληψη της υποθερμίας διεγχειρητικά, καθώς τα άκρα διαθέτουν εκτεταμένο

δίκτυο αρτηριοφλεβικών αναστομώνσεων σε σχέση με τον κορμό, οπότε μετά την αγγειοδιαστολή που προκαλεί η χορήγηση αναισθησίας, η απώλεια θερμότητας από αυτά είναι μεγαλύτερη. Για τον ίδιο λόγο, η διοχέτευση θερμότητας μέσω αυτών προς το κέντρο του σώματος είναι πιο εύκολη.⁷ Τέλος, μια άλλη έρευνα σε 8 γάτες κατέληξε στο συμπέρασμα πως πολύ χρήσιμη στην πρόληψη, σε συνδυασμό με τις παραπάνω μεθόδους, είναι και η διοχέτευση θερμού αέρα μέσα σε κουβέρτα που περιβάλλει το ζώο κατά τη διάρκεια της αναισθησίας, η οποία μειώνει την απώλεια θερμότητας μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας του μικροπεριβάλλοντος γύρω από την επιφάνεια του δέρματος. Ωστόσο, βρίσκει δύσκολα εφαρμογή σε ζώα που υποβάλλονται σε χειρουργικές επεμβάσεις, με εξαίρεση εκείνες στην περιοχή του τραχήλου και της κεφαλής.²⁰

> Βιβλιογραφία

1. Σμοκοβίτης Αθ. Θερμορύθμιση. Στο: Φυσιολογία. 5η Έκδοση, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη: Θεσσαλονίκη, 2007,σελ. 870-892.
2. Todd JM. Hypothermia. In: Small animal critical care medicine. Silverstein DC, Hopper K (ed). 2nd edn. Elsevier: Canada, 2014, pp. 789-795.
3. Clark-Price S. Hypothermia in small animal patients. Vet Clin Small Anim 2015, 45(5): 983-994.
4. Evans AT. Anesthetic emergencies and accidents. In: Lumb and Jones' veterinary anesthesia. Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ (ed). 3rd edn. Williams and Wilkins: 1996, pp. 849-860.
5. Waddell LS, Boller EM. Environmental emergencies. In: Feline emergency and critical care medicine. Drobatz KJ, Costello MF (ed). 1st edn. Wiley-Blackwell: Iowa, USA, 2010, pp. 601-618.
6. Macintire DK, Drobatz KJ, Haskins SC, Saxon WD. Miscellaneous emergencies. In: Manual of small animal emergency and critical care medicine. Troy DB (ed). 1st edn. Lippincott Williams and Wilkins: 2005, pp. 402-414.
7. Cabell LW, Perkowski SZ, Gregor T, Smith GK. The effects of active peripheral skin warming on perioperative hypothermia in dogs. Vet Surg 1997, 26: 79-85.
8. Ninomyia H, Akiyama E, Simazaki K, Oguri A, Jitsumoto M, Fukuyama T. Functional anatomy of the footpad vasculature of dogs: scanning electron microscopy of vascular corrosion casts. Vet Dermatol 2011, 22(6): 475-481.
9. Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. Injectable anesthetics. In: Lumb and Jones' veterinary anesthesia. Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ (ed). 3rd edn. Williams and Wilkins: 1996, pp. 210-240.
10. Jasani S. Hypothermia. In: Saunders solution in veterinary practice small animal emergency medicine. Nind F (ed). 1st edn. Saunders-Elsevier: 2011, pp. 74-75.
11. Dugdale A. Hypothermia: Consequences and prevention. In: Veterinary anaesthesia -principles to practice. Dugdale A (ed). ...1st edn. Wiley-Blackwell: Oxford, United Kingdom, 2010, pp. 179-181.
12. Dugdale A. Monitoring animals under general anaesthesia. In: Veterinary anaesthesia principles to practice. Dugdale A (ed). 1st edn. Wiley-Blackwell: Oxford UK, 2010, pp. 156-174.
13. Armstrong SR, Roberts BK, Aronson M. Perioperative hypothermia. J Vet Emerg Crit Care 2005, 15: 32-37.
14. Ahn AH. Approach to the hypothermic patient. In: Kirk's current veterinary therapy XII Small animal practice. Bonagura JD, Kirk RW (ed). 12th edn. W.B Saunders Company: Philadelphia, 1995, pp. 157-161.
15. Καζάκος Γ, Σάββας Ι, Αναγνώστου Τ. Αναισθησιολογία και εντατική थे-

ραπεία. Πανεπιστημιακές παραδόσεις 8ου εξαμήνου. Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ: Θεσσαλονίκη, 2014.

16. Dugdale A. Neonates /paediatrics. In: Veterinary anaesthesia principles to practice. Dugdale A (ed). 1st edn. Wiley-Blackwell: Oxford UK, 2010, pp. 312-314.
17. Mathews KA. Accidental hypothermia. In: Emergency critical care. Mathews KA (ed). 1st edn. Lifelearn: Canada, 2006, pp. 291-296.
18. Παϊτάκη ΧΓ, Καζάκος Γ. Η οφειλόμενη σε εξωγενείς παράγοντες υποθερμία και η αντιμετώπισή της. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Κτηνιατρικής Μικρών Ζώων, 16-18 Μαρτίου 2001, Αθήνα, Πρακτικά σελ. 520-527.
19. Potter J, Murrell J, MacFarlane P. Comparison of two passive warming devices for prevention of perioperative hypothermia in dogs. J Small Anim Pract 2015, 56: 560-565.
20. Machon RG, Raffé MR, Robinson EP. Warming with a forced air warming blanket minimizes anesthetic-induced hypothermia in cats. Vet Surg 1999, 28: 301-310.
21. Redondo JI, Suesta P, Gil L, Soler G, Serra I, Soler C. Retrospective study of the prevalence of postanesthetic hypothermia in cats. Vet Rec 2012, 170: 206-209.
22. Pottier RG, Dart CM, Perkins NR, Hodgson DR. Effect of hypothermia on recovery from general anaesthesia in the dog. Aust Vet J 2007, 85: 158-162.
23. Hackner SG, Rousseau A. Bleeding disorders. In: Small animal critical care medicine. Silverstein DC, Hopper K (ed). 2nd edn. Elsevier: Canada, 2014, pp. 554-567.
24. Hammond R. Anaesthesia and sedation of the critical patient. In: BSAVA manual of canine and feline emergency and critical care. King LG, Boag A (ed). 2nd edn. BSAVA: Gloucester, 2007, pp. 309-319.
25. Oncken AK, Kirby R, Rudloff E. Hypothermia in critically ill dogs and cats. Compend Contin Educ Small Anim Pract 2001, 23: 506-520.
26. Guillaumin J, Adin CA. Postthoracotomy management. In: Small animal critical care medicine. Silverstein DC, Hopper K (ed). 2nd edn. Elsevier: Canada, 2014, pp. 703-707.
27. Aranake A, Mashour GA, Avidan MS. Minimum alveolar concentration: ongoing relevance and clinical utility. Anaesthesia 2013, 68: 512-522.
28. Vitez TS, White PF, Eger El 2nd. Effects of hypothermia on halothane MAC and isoflurane MAC in the rat. Anesthesiology 1974, 41: 80-81.
29. Mazzaferro EM. Perioperative evaluation of the critically ill patient. In: Small animal critical care medicine. Silverstein DC, Hopper K (ed). 2nd edn. Elsevier: Canada, 2014, pp. 691-694.
30. Egger C. Anaesthetic complications, accidents and emergencies. In: BSAVA Manual of canine and feline anaesthesia and analgesia. Seymour C, Duke-Novakovski T (ed). 2nd edn. BSAVA: Gloucester, 2007, pp. 310-332.

