

# Περιεγχειρητικό Monitoring στην Παιδιατρική Αναισθησία

Γ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ - Π. ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ

Η θνησιμότητα που σχετίζεται με την αναισθησία είναι ιδιαίτερα αυξημένη στα βρέφη και στα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες<sup>1,2,3</sup>. Κατά την τελευταία δεκαετία όμως, μπορεί να ισχυρισθεί κανείς, πως τόσο η εξέλιξη των μεθόδων παρακολούθησης της περιεγχειρητικής παθοφυσιολογίας, όσο και η καθιέρωση παιδιατρικών ΜΕΘ και η εξειδίκευση των παιδοαναισθησιολόγων επιτρέπουν: α) τη διενέργεια πολύωρων και δύσκολων επεμβάσεων σε παιδιά (αποκατάσταση συγγενών ανωμαλιών) και β) την επιτυχή αντιμετώπιση του βαρέως πάσχοντος παιδιατρικού ασθενούς<sup>4</sup>. Η επιλογή της παρακολούθησης όλων, των περισσοτέρων ή ενός μέρους μόνον των ζωτικών λειτουργιών υπαγορεύεται 1: από το είδος της χειρουργικής επέμβασης και 2: από τη γενική κατάσταση του μικρού ασθενούς<sup>5</sup>.

## Monitoring θερμοκρασίας

Η συνεχής παρακολούθηση της θερμοκρασίας (περιφερικής και κεντρικής) και η αποκατάσταση των απωλειών θερμότητας αποτελεί βασική προϋπόθεση της ασφαλούς χορήγησης αναισθησίας στα παιδιά.

Κατά τη διάρκεια πολύωρων επεμβάσεων και όχι μόνο, οι απώλειες θερμότητας υπερτερούν της παραγόμενης θερμότητας<sup>6</sup>.

Η καταστολή της θερμορρύθμισης από τους αναισθητικούς παράγοντες, η αδυναμία παραγωγής θερμότητας, είτε με το ρίγος είτε με την εκούσια δραστηριότητα των μυών του σώματος, μαζί με τις αυξημένες απώλειες θερμότητας, που παρατηρούνται στα νεογνά λόγω αυξημένης αναλογίας επιφάνειας σώματος προς το σωματικό βάρος, οδηγούν στην εμφάνιση της υποθερμίας.

Η αποβολή θερμότητας συντελείται με την ακτινοβολία, την απώλεια εξ επαφής, την αγωγιμότητα και τέλος με την εξάτμιση, κυρίως όταν το χειρουργικό πεδίο είναι εκτεταμένο. Στα νεογνά, ο κυριότερος τρόπος παραγωγής θερμότητας είναι η χωρίς ρίγος θερμογένεση, σε αντίθεση με τους ενήλικες. Αυτή γίνεται με το μεταβολισμό του φαιού λίπους που ενεργοποιείται από την έκκριση της νορεπινεφρίνης.

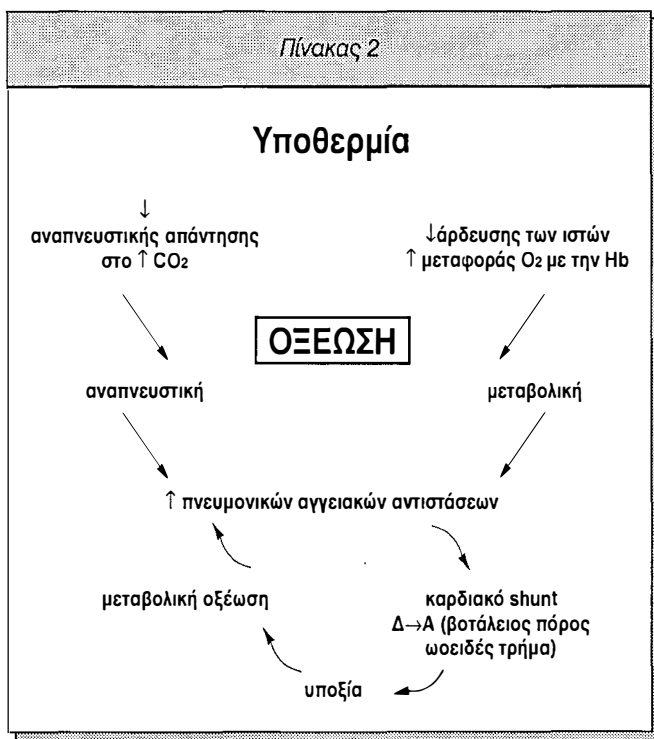
Η εμφάνιση υποθερμίας επηρεάζει όλα τα συστήματα του οργανισμού (πίνακας 1), αποτελεί προδιαθεσι-

Πίνακας 1  
Αντίδραση του Οργανισμού στην υποθερμία

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Καρδιαγγειακό</b>   | ↓CO (↑CO με το ρίγος), ↑SVR,<br>κεντρική ανακατανομή του αίματος→καρδιακή ανεπάρκεια<br>βραδυκαρδία→καρδιακές αρρυθμίες                                   |
| <b>Μεταβολισμός</b>    | ↓Βασικός μεταβολισμός (↑αν υπάρχει ρίγος)<br>↑άρδευση ιστού→μεταβολική οξέωση, λιπόλυση<br>↑ελεύθερων λιπαρών οξέων ↓χρησιμοποίηση γλυκόζης→υπεργλυκαιμία |
| <b>Αναπνευστικό</b>    | ↑PVR↓ υποξική πνευμονική αγγειοσύσπαση<br>↑ανατομικός νεκρός χώρος ↓αερισμός (άπνοια στα νεογνά)  |
| <b>Αιμοποιητικό</b>    | ↑γλοιότητας, μετατόπιση της καμπύλης της HbO <sub>2</sub> προς τα αριστερά  |
| <b>Νευρικό</b>         | ↑CVR (αγγειακώνεγκεφαλικών ανσπάσεων) ↓CBF<br>EEG βραδέα κύματα→κώμα ↓MAC   |
| <b>Φαρμακοκινητική</b> | ↓ηπατικής αιματικής ροής, ↓ηπατικού μεταβολισμού<br>↓νεφρικής αιματικής ροής, ↑διαλυτότητας των αναισθητικών, παρατεταμένη δράση μυοχαλαρωτικών           |
| <b>Ρίγος</b>           | ↑VO <sub>2</sub> κατά 500% ↑CO <sub>2</sub> παραγωγής.  |

κό παράγοντα λοιμώξεων, παρατείνει τη νοσηλεία<sup>7</sup> και αυξάνει τη θνησιμότητα<sup>8</sup>. Έτσι η εξασφάλιση νορμοθερμίας διεγχειρητικά αποτελεί “λυδία λίθο” για την ασφαλή χορήγηση αναισθησίας.

Στα νεογνά πρωταρχική εκδήλωση της υποθερμίας είναι η υποξυγοναιμία που μπορεί να οδηγήσει στη συνήθη “άπνοια” των νεογνών μετεγχειρητικά (πίνακας 2).



**Μέτρηση της θερμοκρασίας:** Η θερμοκρασία παρακολουθείται κεντρικά ή περιφερικά. Σε κάθε περίπτωση πέρα από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, μας ενδιαφέρει η ακριβής απόδοση της κεντρικής (πυρηνικής) θερμοκρασίας. Ως κεντρική θερμοκρασία ορίζεται η θερμοκρασία του αίματος από το οποίο αρδεύεται ο υποθάλαμος.

#### Κεντρική θερμοκρασία<sup>10</sup>

Η παρακολούθηση της κεντρικής θερμοκρασίας γίνεται από διάφορα σημεία του σώματος, όπως:

#### Τυμπανική μεμβράνη

Εφαρμόζεται εύκολα και θεωρείται ότι αντανακλά τη θερμοκρασία του υποθαλάμου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε ξύπνιο ασθενή και ίσως είναι ο καλύτερος δείκτης της θερμοκρασίας του πυρήνα (core temperature). Στα προβλήματα συμπεριλαμβάνονται

η πιθανότητα αιμορραγίας και διάτρησης, αν και αυτή εμφανίζεται ελαττωμένη με τη χρήση των σύγχρονων μαλακών και ελαστικών θερμομέτρων. Η καθαριότητα του έξω ακουστικού πόρου είναι απαραίτητη για την αποφυγή λαθών μέτρησης.

#### Ρινοφάρυγγας

Αντιστοιχεί περίπου με τη θερμοκρασία του εγκεφάλου. Ωστόσο το θερμόμετρο μετακινείται εύκολα και μπορεί να επηρεάζεται από τα εισπνεόμενα αέρια. Τέλος, υπάρχει πιθανότητα ρινορραγίας και τραυματισμού.

#### Οισοφάγος

Αντιστοιχεί περίπου στην θερμοκρασία της καρδιάς και γίνεται με την τοποθέτηση του δέκτη σε απόσταση είκοσι εκατοστών από το φραγμό των οδόντων (στον ενήλικα).

#### Ορθό

Ο τρόπος αυτός ενδέχεται να μην είναι καλά ανεκτός στον ξύπνιο ασθενή. Η μέτρηση επηρεάζεται από την παρουσία κοπράνων και έχει αργή ανταπόκριση. Πρέπει να γίνεται σε απόσταση μέχρι 10 εκατοστά απ' τον σφιγκτήρα και δείχνει 0.25-0.5 βαθμούς Κελσίου λιγότερο από τη θερμοκρασία του αρτηριακού αίματος.

#### Πνευμονική αρτηρία

Οι καθετήρες πνευμονικής αρτηρίας εκτός από τη μέτρηση καρδιακής παροχής με θερμοαραίωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αίματος της πνευμονικής αρτηρίας.

#### Περιφερική θερμοκρασία

Η μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης της ιστικής αιμάτωσης. Δεν αποτελεί μέτρηση της θερμοκρασίας του πυρήνα και η τιμή της επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες και ειδικότερα από την αγγειοσύσπαση και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Στον ξύπνιο ασθενή, η θερμοκρασία τυμπανικής μεμβράνης, πνευμονικής αρτηρίας, ρινοφάρυγγα και οισοφάγου είναι περίπου ίσες. Η στοματική θερμοκρασία είναι λιγότερο αξιόπιστη. Κατά την καρδιοπνευμονική παράκαμψη ή την ελεγχόμενη υποθερμία, η θερμοκρασία της τυμπανικής μεμβράνης, πνευμονικής αρτηρίας και οισοφάγου διαφοροποιούνται ταχύτερα από τη θερμοκρασία του ορθού.

**Πίνακας 3**  
**Μέτρα πρόληψης της υποθερμίας διεγχειρητικά**

- 1) Παρακολούθηση της θερμοκρασίας του ασθενούς (κεντρικής ή και περιφερικής)
- 2) Παρακολούθηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος
  - α) νεογνά > 25°C
  - β) βρέφη έως 6 μηνών > 24C
  - γ) παιδιά και ενήλικες: 21°C
- 3) Κάλυψη του ασθενούς. Τοποθέτηση θερμομονωτικών σκεπασμάτων και κουβέρτας κενού (Bair-Hugger System). Προστατεύεται ιδιαίτερα η κεφαλή γιατί:
  - α) έχει δυσανάλογα μεγάλη επιφάνεια σε σχέση με τη συνολική επιφάνεια σώματος και
  - β) τα αγγεία της κεφαλής δεν συσπώνται σε αντίδραση προς το ψύχος
- 4) Θερμαινόμενα στρώματα. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην ένταση της παρεχόμενης θέρμανσης.
- 5) Θερμαντική λυχνία σε απόσταση 70 cm από τον ασθενή.
- 6) Ύγρανση και θέρμανση χορηγούμενων αερίων
- 7) Θέρμανση χορηγούμενων υγρών

- Η *κουβέρτα κενού* στην οποία διοχετεύεται θερμός αέρας διατίθεται σε τύπο ειδικά σχεδιασμένο για παιδιατρική χρήση (κάλυμμα για την κεφαλή). Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της ταχύτητας με την οποία χορηγείται ο αέρας, καθώς επίσης και της θερμοκρασίας αυτού.

Από συγκριτικές μελέτες προκύπτει, ότι η χρησιμοποίηση κουβερτών αέρα είναι ασφαλέστερη από την χρήση στρωμάτων στα οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό<sup>11</sup>.

Βέβαια με αυτές τις μεθόδους ενεργητικής θέρμανσης μπορεί να προκληθούν υπερθερμία, θερμικό έγκλημα<sup>12</sup> και αλλοίωση της ελαστικότητας του τραχειοσωλήνα<sup>13</sup>, όταν οι θερμοκρασίες ξεπερνούν τους 38°C.

- Η *διεγχειρητική ύγρανση και θέρμανση των χορηγούμενων αερίων*<sup>14</sup>, κυρίως σε επεμβάσεις που διαρκούν περισσότερο από μία ώρα, δρα προστατευτικά στο επιθήλιο της τραχείας<sup>15</sup>, κινητοποιεί τις εκκρίσεις κατά μήκος των αεροφόρων οδών<sup>16</sup> και ελαχιστοποιεί τις απώλειες θερμότητας<sup>17,18</sup> (περίπου 15% των συνολικών απωλειών).

Στα βρέφη και στα παιδιά οι απώλειες θερμότητας από το αναπνευστικό σύστημα, εξαιτίας του υψηλού αναπνεόμενου όγκου, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική υποθερμία.

Η ύγρανση των εισπνεομένων αερίων επιτυγχάνεται είτε παθητικά είτε ενεργητικά. Η παθητική μέθοδος (τεχνητή μύτη, ανταλλάκτες ύγρανσης - θέρμανσης) εν-

δείκνυται σε παιδιατρικούς ασθενείς εξαιτίας των μικρών αναπνεόμενων όγκων και η μέγιστη απόδοσή τους επιτυγχάνεται στη διάρκεια μίας ώρας. Δεν συνιστάται η χρήση τους σε νεογνά και βρέφη, γιατί αυξάνουν το νεκρό χώρο στο κύκλωμα αναισθησίας [60-100 mL]<sup>19</sup>. Η χρήση τους είναι ασφαλής σε παιδιά με ΒΣ > 15kg. Δεν έχει αποδειχτεί ότι η μέθοδος αυτή μπορεί ν' αυξήσει την κεντρική θερμοκρασία.

Αντίθετα, τα ενεργητικά συστήματα ύγρανσης είναι πιο αποτελεσματικά (όχι μόνο μειώνουν τις απώλειες, αλλά αυξάνουν την κεντρική θερμοκρασία), έχουν μεγαλύτερο κόστος, συνδέονται όμως με επιπλοκές<sup>20</sup>.

Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται επιβάλλεται η συνεχής μέτρηση της θερμοκρασίας τόσο του ασθενούς, όσο και των χορηγούμενων αερίων.

- Η *θέρμανση των χορηγούμενων υγρών θεωρείται απαραίτητη*, αφού η γρήγορη χορήγηση μεγάλου όγκου υγρών έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση υποθερμίας. Οι συσκευές που έχουν σχεδιαστεί για τη θέρμανση των χορηγούμενων υγρών στους παιδιατρικούς ασθενείς έχουν βελτιωθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια. Είναι χαμηλών αντιστάσεων και δεν απαιτούν μεγάλους αρχικούς όγκους. Ενέχουν όμως τον κίνδυνο δημιουργίας φυσαλίδων σε περίπτωση που μειωθεί η θερμοκρασία των υγρών ώσπου να φτάσουν στον ασθενή<sup>21</sup>. Η θερμομόνωση και η χρήση μικρού μήκους συστημάτων ορού αποτελούν φθηνότερη και ασφαλέστερη πρακτική.

### Monitoring καρδιαγγειακού συστήματος

Στηρίζεται στις ίδιες αρχές και πραγματοποιείται με τις ίδιες τεχνικές που απαιτούνται και για το monitoring του ενήλικα.

**Έλεγχος ηλεκτροκαρδιογραφήματος:** το monitoring της ηλεκτρικής συμπεριφοράς της καρδιάς επιτυγχάνεται με την απεικόνιση των ηλεκτρικών δυναμικών σε ηλεκτροκαρδιοσκόπιο. Τα ηλεκτρόδια του ΗΚΓ τοποθετούνται στα δύο άνω άκρα και το τρίτο στη λαγόνιο ακρολοφία. Παίρνουμε τις I, II, III απαγωγές. Συνήθως, παρακολουθούμε τη II απαγωγή. Εάν απαιτείται παρακολούθηση και προκαρδίου απαγωγής συνήθως παίρνουμε τη V5<sup>5</sup>.

**Παρακολούθηση καρδιακής συχνότητας:** πολύ σημαντικό ρόλο παίζει ο αριθμός των σφύξεων, καθότι στα παιδιά η καρδιακή παροχή είναι ευθέως ανάλογη προς την καρδιακή συχνότητα.

**Μέτρηση της αρτηριακής πίεσης.**

### A. Έμμεση (αναίμακτη, μη επεμβατική)

Γίνεται κυρίως με τη μέθοδο της ταλαντωσιμετρίας. Η συσκευή Dinamar είναι εξαιρετικά εύχρηστη και οι μετρήσεις της ακριβείς. Για την ακρίβεια των μετρήσεων συνιστάται το πλάτος της περιχειρίδας να είναι ίσο με το 30% της περιφέρειας του βραχιόνα, το μήκος να καλύπτει 80-100% την περιφέρεια. Τοποθετείται στο μέσο της απόστασης ωλέκρουνου και ακρωμίου. Η χρησιμοποίηση μεγάλης περιχειρίδας υποεκτιμά και η μικρή υπερεκτιμά την πραγματική τιμή της αρτηριακής πίεσης.

### B. Άμεση (επεμβατική)<sup>10</sup>

Η άμεση ενδοαγγειακή παρακολούθηση είναι αποδεκτή σαν κορυφαία μέθοδος (gold standard) για τη μέτρηση της Α.Π. Συγχρόνως γίνεται η παρακολούθηση των αερίων του αίματος και της οξεοβασικής ισορροπίας του ασθενή. Οι αρτηρίες που καθετηριάζονται συνήθως κατά σειρά προτεραιότητας είναι:

- κερκιδική [πριν τον καθετηριασμό γίνεται το Allen test για τον έλεγχο ύπαρξης παραπλεύρου κυκλοφορίας, παρόλο που η αξιοπιστία του αμφισβητείται]
- ραχιαία του ποδός
- οπίσθια κνημιαία
- μασχαλιαία
- μηριαία

Η βραχιόνιος δεν θεωρείται ασφαλής λόγω απουσίας παραπλεύρου κυκλοφορίας, χωρίς όμως να έχει αποδειχθεί η υψηλότερη επικινδυνότητα.

Στα νεογνήνητα καθετηριάζεται η ομφαλική αρτηρία. Τα μεγέθη των καθετήρων που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται από 24G στα νεογνά έως 20 G στα μεγαλύτερα παιδιά. Ο καθετήρας μπορεί να παραμείνει ενδοαγγειακά 3 μέρες ή και περισσότερο, εφ' όσον λειτουργεί ικανοποιητικά και δεν παρατηρούνται σημεία ελλειπούς αιμάτωσης του μέλους ή φλεγμονής. Οι πιο συνηθισμένες επιπλοκές είναι ο σπασμός, η θρόμβωση, το ανεύρυσμα της αρτηρίας, αιμάτωμα, τραυματισμοί παρακείμενων νεύρων, εμβολές και φλεγμονές. Σπάνια αλλά μοιραία για τα παιδιά επιπλοκή αποτελεί η αιμορραγία εξ αιτίας αποσύνδεσης του καθετήρα και απώλειας μεγάλης ποσότητας αίματος.

### Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης

Επιτυγχάνεται όταν τοποθετηθεί ενδοαγγειακός καθετήρας στο δεξιό κόλπο ή στην άνω κοίλη φλέβα μέσω περιφερικής προσπέλασης. Καθετηριάζονται συ-

νήθως η έσω και έξω σφαγίτιδα, η υποκλειδίου, η βασιλική, η ομφαλική και η μηριαία φλέβα. Τα μεγέθη των καθετήρων κυμαίνονται από 3 έως 7 French ανάλογα με την ηλικία και το ΒΣ του παιδιού.

### Monitoring καρδιακής παροχής (CO)

Η παρακολούθηση της αποβολής ούρων, της αρτηριακής πίεσης, των διακυμάνσεων περιφερικής - κεντρικής θερμοκρασίας και του χρόνου επαναπλήρωσης των τριχοειδών αγγείων χρησιμοποιούνται σαν δείκτες για την αξιολόγηση της CO στα παιδιά.

Υπάρχουν όμως πολλές περιπτώσεις όπου τα αποτελέσματα των παραπάνω μετρήσεων οδηγούν σε εσφαλμένα συμπεράσματα<sup>22,23</sup>.

Ακόμη υπάρχουν επεμβάσεις, όπως καρδιο-θώρακο-αγγείο χειρουργικές, επεμβάσεις της σπονδυλικής στήλης και του εγκεφάλου και τέλος πολύπλοκες επεμβάσεις κοιλίας, όπου η άμεση μέτρηση της CO θεωρείται απαραίτητη.

### Διαλείπουσα μέτρηση της CO

#### α) Σύστημα COLD

Ο καθετηριασμός της πνευμονικής αρτηρίας στα παιδιά και η μέτρηση της CO με τη μέθοδο της θερμοαραιώσης μετά από έγχυση παγωμένου ορού δεν συνηθίζεται στα πολύ μικρά παιδιά, εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους των καθετήρων Swan-Ganz. Κατά τις καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις διενεργείται ανοιχτός, άμεσος καθετηριασμός της πνευμονικής αρτηρίας από το χειρουργό.

Στις υπόλοιπες όμως επεμβάσεις είναι χρήσιμη η εφαρμογή του συστήματος COLD<sup>24</sup>. Ο ανιχνευτής της θερμοκρασίας (probe thermistor) τοποθετείται σε μια οποιαδήποτε περιφερική αρτηρία [1,3 G διαμέσου 20 G του αρτηριακού καθετήρα]. Συνήθως, επιλέγονται η βραχιόνιος ή η μηριαία αρτηρία. Η CO υπολογίζεται (από την εύρεση του εμβαδού που περικλείεται) από την καμπύλη της θερμοαραιώσης μετά από έγχυση παγωμένου ορού διαμέσου ενός κεντρικού φλεβικού καθετήρα.

Το σύστημα COLD δεν επηρεάζεται από τις αναπνευστικές παραμέτρους<sup>25</sup>, όπως οι μετρήσεις με τον καθετήρα της πνευμονικής αρτηρίας. Βέβαια, οι μετρήσεις σε περίπτωση ανεπάρκειας της τριγλώχινας βαλβίδας ή σε shunt από δεξιά προς τα αριστερά, όπως και με τις υπόλοιπες μεθόδους, δεν αξιολογούνται.

### β) Καθετήρας πνευμονικής αρτηρίας (Swan-Ganz)

Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της καρδιακής παροχής και τη μέτρηση των πιέσεων στις δεξιές καρδιακές κοιλότητες και την πνευμονική αρτηρία. Υπάρχουν καθετήρες μεγέθους 5 French για παιδιά με ΒΣ 8-20 kg και 7 French για μεγαλύτερα, οι οποίοι συνδεύονται από εισαγωγέα (θηκάρι) μεγέθους μισό ως ένα νούμερο μεγαλύτερο. Για μικρότερα βρέφη διατίθενται καθετήρες 4 French, αλλά είναι δύσκολοι στη χρήση τους.

Κατά την αποκατάσταση συγγενών καρδιακών ανωμαλιών σε νεογνά, οι καθετήρες Swan-Ganz μεγέθους 2-3 French, ενός αυλού τοποθετούνται κατευθείαν στην πνευμονική αρτηρία ή στην δεξιά κοιλία. Η CO μετρείται με την εισαγωγή ξεχωριστού καθετήρα στον δεξιό κόλπο για την έγχυση του παγωμένου ορού. Οι παραπάνω καθετήρες παρέχουν και τη δυνατότητα μέτρησης του κορεσμού του μικτού φλεβικού αίματος (SVO<sub>2</sub>).

Τα αγγεία που προτιμώνται για τη διαδερμική τοποθέτηση του Swan-Ganz είναι κατά σειρά: έσω σφαγίτιδα, υποκλειδίου και μηριαία φλέβα. Στα μικρά παιδιά υπάρχει το πρόβλημα της μικρής απόστασης, έτσι ώστε όταν η περιφερική πύλη βρίσκεται στην πνευμονική αρτηρία, η κεντρική είναι συνήθως έξω από το δεξιό κόλπο ή στον εισαγωγέα ή ακόμη και έξω από το σώμα. Η προσπέλαση των υποκλειδίων φλεβών δεν συνιστάται σε βρέφη, διότι ο εισαγωγέας εξαιτίας του μεγάλου μήκους του μπορεί να περάσει στην απέναντι φλέβα. Οι επιπλοκές της τοποθέτησης του Swan-Ganz είναι οι συνήθεις (λοιμώξη, αιμορραγία, εμβολή, τραυματισμός των βαλβίδων, αποκλεισμός δεξιού σκέλους, πλήρης κολποκοιλιακός αποκλεισμός, κοιλιακές αρρυθμίες και εμβολή από αέρα). Στα παιδιά το φουσκωμένο μπαλονάκι μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη απόφραξη της πνευμονικής κυκλοφορίας (υπόταση - κυάνωση).

Ακόμη έχει παρατηρηθεί βραδυκαρδία κατά τις επαναλαμβανόμενες εγχύσεις παγωμένου ορού, καθώς και υπερφόρτωση όγκου.

### Συνεχής μέτρηση της CO

α) Με την αρχή του Fick<sup>26,27,28</sup>. Απαιτούνται: 1) ινοπτικός καθετήρας πνευμονικής αρτηρίας για τη μέτρηση του κορεσμού του μικτού φλεβικού αίματος (SVO<sub>2</sub>). Τοποθετείται διεγχειρητικά σε καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις, 2) μεταβολικό computer για

τη μέτρηση της κατανάλωσης του οξυγόνου (VO<sub>2</sub>) και 3) παλμικό οξυγονόμετρο για τη μέτρηση του κορεσμού (SaO<sub>2</sub>).

Με βάση την αρχή του Fick, υπολογίζεται η CO από την παρακάτω εξίσωση:

$$CO = \frac{VO_2}{CaO_2 - CvO_2}$$

Οι μετρήσεις είναι πιο αξιόπιστες σε σχέση με τη μέθοδο της θερμοαραίωσης. Αποφεύγεται επίσης και η υπερφόρτωση με υγρά εξαιτίας των επανειλημμένων εγχύσεων.

### β) Καθετήρας συνεχούς μέτρησης της CO (CCO-Opti-Q)

Είναι δυνατή η συνεχής μέτρηση της Κ.Π. με την ενσωμάτωση της πηγής θερμότητας στον καθετήρα της πνευμονικής αρτηρίας, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται αυτόματα και συνεχώς η μέτρηση της CO (με ανταπόκριση στις μεταβολές 80-120 sec). Το νέο σύστημα χρησιμοποιεί την αρχή της θερμής θερμοαραίωσης με τη βοήθεια ενός χάλκινου σπειράματος το οποίο προωθείται στη δεξιά κοιλία. Αυτό θερμαίνεται περιοδικά με σκοπό τη λήψη δεδομένων της CO (με ανίχνευση της αύξησης της θερμοκρασίας σε περιφερικότερο σημείο) αυτόματα κάθε 10 sec.

Ο συνδυασμός συνεχούς monitoring του SVO<sub>2</sub> και συνεχούς αυτόματης μέτρησης της CO με τον καθετήρα (OPTI-Q) είναι σταθμός στην εξέλιξη των καθετήρων Swan-Ganz.

Βέβαια, όλα τα παραπάνω λόγω μεγάλου μεγέθους των καθετήρων δεν χρησιμοποιούνται σε παιδιά ηλικίας μικρότερης των έξι ετών.

### γ) Οισοφάγειο Doppler (σύστημα ODM)<sup>10</sup>

Το σύστημα ODM αποτελείται από δύο μέρη: τον καθετήρα ο οποίος περιέχει τον μετατροπέα Doppler και το monitor το οποίο δίνει στην οθόνη το προφίλ της ταχύτητας της αιματικής ροής. Ο καθετήρας τοποθετείται στο κατώτερο τμήμα του οισοφάγου (ύψος Θ5-Θ6 της ΘΜΣΣ).

Αποτελεί αναίμακτη μέθοδο συνεχούς εκτίμησης αιμοδυναμικών μεταβολών μετρώντας την ταχύτητα του αίματος στην κατιούσα αορτή. Εφαρμόζεται σε καταστάσεις όπου οι επεμβατικές μέθοδοι είναι αδύνατες ή ακατάλληλες. Επιπλέον η μέθοδος συμπληρώνει τις επεμβατικές.

Οι περιορισμοί της μεθόδου οφείλονται στο ότι στη-

ρίζεται σε πολλές υποθέσεις και στις μέσες τιμές που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις της CO. Για αυτό οι τιμές που λαμβάνονται με τη μέθοδο αυτή, πρέπει να θεωρούνται σαν μια καλή εκτίμηση μόνο και όχι σαν μοναδική βάση για την κλινική εκτίμηση του ασθενούς. Ειδικότερα στα βρέφη η CO συνήθως υποεκτιμάται, γιατί είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς μετρήσεις. Αξιολογούνται κυρίως οι αλλαγές που συμβαίνουν στις τιμές της CO. Ο μικρότερος καθετήρας που διατίθεται έχει εύρος 6mm, γεγονός το οποίο περιορίζει τη χρήση του, αν και υπάρχουν κλινικές μελέτες και σε βρέφη.

#### **Διοισοφάγειος υπερηχοκαρδιογραφία<sup>10</sup>**

Η χρήση της συνεχώς αυξάνει τόσο για διαγνωστικούς λόγους όσο και διεγχειρητικά (π.χ. αποκατάσταση συγγενών καρδιακών ανωμαλιών) σε περιπτώσεις κατά τις οποίες οι προαναφερθείσες μέθοδοι είτε ανεπαρκούν είτε είναι αδύνατες. Η διοισοφάγειος υπερηχοκαρδιογραφία χρησιμοποιεί έναν μετατροπέα προσαρμωμένο στην άκρη ενός κοινού εύκαμπτου γαστροσκοπίου μήκους 110 cm. Το περιφερικό άκρο μπορεί να περιστραφεί κατά 180° σε δύο επίπεδα. Οι νεότερες συσκευές περιέχουν έναν ανιχνευτή θερμοκρασίας και προλαμβάνουν έτσι τον κίνδυνο θερμικής βλάβης. Το όργανο κατευθύνεται στη σωστή θέση με τη χρήση της εικόνας υπερήχων. Με τη βοήθεια της διοισοφάγειας υπερηχοκαρδιογραφίας γίνεται ποιοτική εκτίμηση του τελοδιαστολικού και τελοσυστολικού όγκου καθώς και του κλάσματος εξώθησης, υπολογίζονται το πάχος του κοιλιακού τοιχώματος, η ταχύτητα ροής του αίματος διαμέσου των καρδιακών βαλβίδων και των μεγάλων αγγείων.

Διατίθενται καθετήρες διοισοφάγειας υπερηχοκαρδιογραφίας αρκετά μικροί για τελειώμνα νεογνά. Σε ασθενείς με ΒΣ < 20kg απαιτείται συνήθως διασωλήνωση για την προστασία των αεροφόρων οδών. Η πιο συνηθισμένη επιπλοκή της μεθόδου είναι η υποθερμία και έπονται η απόφραξη κύριου βρόγχου<sup>29</sup> και η αιμοδυναμική αστάθεια<sup>30,31</sup> από παρεμπόδιση της ροής των πνευμονικών φλεβών.

#### **Monitoring του αναπνευστικού συστήματος**

Βασική υποχρέωση του αναισθησιολόγου αποτελεί η εξασφάλιση της επαρκούς ιστικής οξυγόνωσης. Οι συνήθειες ακόμα και μιας προσωρινής διακοπής της παροχής οξυγόνου μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρή νοσηρότητα και θνητότητα. Την πρώτη θέση στη φαρμάκω-

του monitoring του αναπνευστικού, αλλά και του κυκλοφορικού στον παιδιατρικό ασθενή κατέχει η χρήση του προκαρδίου και του οισοφάγειου στηθοσκοπίου.

Μεταβολές της καρδιακής συχνότητας και του ρυθμού αλλά και του αναπνευστικού ψιθυρίσματος (διακοπή του αερισμού εξαιτίας αποσύνδεσης, κάμψης ή απόφραξης του τραχειοσωλήνα, βρογχόσπασμος, υγροί ρόγχοι κ.λ.π.) γίνονται άμεσα αντιληπτά.

Κατά την εφαρμογή του οισοφάγειου στηθοσκοπίου στα νεογνά και στα βρέφη απαιτείται προσεκτική επιλογή του κατάλληλου μεγέθους, έτσι ώστε να μη προκαλούνται τραυματισμοί του οισοφάγου ή/και απόφραξη των αεροφόρων οδών εξαιτίας μετατόπισης του μεμβρανώδους οπισθίου τοιχώματος της τραχείας από το γειτονικό, υπερμέγεθες οισοφάγειο στηθοσκόπιο<sup>5</sup>. Η μέθοδος αυτή συνεχούς παρακολούθησης του αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις μικρές και μέσης βαρύτητας επεμβάσεις, όπου δεν απαιτείται η εφαρμογή του επεμβατικού monitoring.

#### **Μέτρηση του κορεσμού του οξυγόνου (SaO<sub>2</sub>)**

##### *Παλμική οξυγονομετρία<sup>10</sup>*

Μη επεμβατική τεχνική που χρησιμοποιείται στη συνεχή εκτίμηση του εκατοστιαίου ποσοστού κορεσμού της αιμοσφαιρίνης σε O<sub>2</sub> στο αρτηριακό αίμα. Καθιερώθηκε στην κλινική πράξη από το 1983<sup>32</sup> και από τότε απέκτησε ευρεία αποδοχή και χρήση. Σήμερα θεωρείται βασικό ελάχιστο standard ελέγχου του ασθενούς. Το μειονέκτημα των παλμικών οξυγονομέτρων είναι ότι είναι ανακριβή σε περίπτωση μεγάλων αλλαγών της μερικής πίεσης του οξυγόνου (PO<sub>2</sub>) στο άνω άκρο της καμπύλης διαχωρισμού της Hb, όπου μια μικρή αλλαγή του κορεσμού μπορεί να υποδηλώνει μεγάλη διαφοροποίηση στη μερική πίεση του O<sub>2</sub> στο αρτηριακό αίμα.

Δεν παρέχονται λεπτομερείς πληροφορίες αναφορικά με τις μεταβολές της PaO<sub>2</sub> μέχρι αυτή να ελαττωθεί κάτω από το επίπεδο των 83 mmHg.

Ωστόσο στα σαφή πλεονεκτήματα συμπεριλαμβάνονται η συνεχής παροχή πληροφοριών, το σχετικά αξιόπιστο των μετρήσεων (ιδιαίτερα στο εύρος 80-100%), ο μη επεμβατικός χαρακτήρας και η ευκολία στη χρήση. Δεν απαιτεί ιδιαίτερη εκπαίδευση και η εφαρμογή του συνοδεύεται από αμελητέο κίνδυνο. Η εφαρμογή της παλμικής οξυγονομετρίας αποδείχθηκε ότι μειώνει τη συχνότητα των περιεγχειρητικών υποξικών επεισο-

δίων<sup>33</sup>.

Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι Ιδιαίτερα στα παιδιά οι μετρήσεις δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα σε καταστάσεις υποθερμίας, υπότασης και φτωχής άρδευσης των ιστών (αγγειοσύσπαση).

Η υψηλότερη αναλογία της εμβρυϊκής αιμοσφαιρίνης (HbF) στις μικρές ηλικίες δεν προκαλεί κλινικά λάθη, γιατί η HbF έχει φάσμα απορρόφησης ανάλογο με την Hb του ενήλικα. Δεν πρέπει όμως να παραγνωρίζεται κανείς ότι περισσότερο στα βρέφη απ'ότι στα παιδιά, χαμηλές τιμές SaO<sub>2</sub> <80% μπορεί να σχετίζονται με συνθήκες βαριάς υποξίας (PO<sub>2</sub> 30 mmHg), κάτω από συνθήκες μετατόπισης της καμπύλης της Hb.

Οι παιδικοί αισθητήρες είναι ειδικά σχεδιασμένοι για μικρές επιφάνειες, καθότι προκύπτουν προβλήματα χρήσης λόγω κακής εφαρμογής. Έχουν αναφερθεί "εγκαύματα" σε μικρά παιδιά τα οποία μάλλον οφείλονται σε τοπική ισχαιμία λόγω πιεστικής εφαρμογής του αισθητήρα κι όχι σε βλάβη από τη θερμική ενέργεια του φωτός που εκπέμπεται. Για το λόγο αυτό απαιτείται συχνή αλλαγή της θέσης εφαρμογής του αισθητήρα.

#### **Διαδερμική μέτρηση μερικής πίεσης οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα (PtcO<sub>2</sub> και PtcCO<sub>2</sub>)**

Η επάρκεια της οξυγόνωσης και του αερισμού στα παιδιά και ιδίως στα νεογνά και βρέφη μπορεί να εκτιμηθεί με το διαδερμικό ηλεκτρόδιο μέτρησης PtcO<sub>2</sub> και PtcCO<sub>2</sub>.

Η βασική αρχή της μεθόδου είναι ότι σε κάποια δερματική περιοχή, όπου η ροή είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που απαιτείται για την τοπική κατανάλωση O<sub>2</sub>, η τριχοειδική μερική πίεση του O<sub>2</sub> προσεγγίζει την αρτηριακή. Εάν το δέρμα θερμανθεί και αυξηθεί η αιματική ροή ο παραπάνω συσχετισμός ισχυροποιείται.

Το O<sub>2</sub> και το CO<sub>2</sub> διαχέονται από το υπεραιμικό δέρμα και η μερική τους τάση μετριέται με επιφανειακά ηλεκτρόδια (Clark & Seveninghaus).

Διατίθεται ηλεκτρόδιο είτε για τη σύγχρονη μέτρηση και των δύο παραμέτρων είτε για την κάθε μία χωριστά.

Στα νεογνά υπάρχει μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ PtcO<sub>2</sub> και PaO<sub>2</sub> απ'ότι στις υπόλοιπες ηλικίες. Επίσης, η σχέση PtcCO<sub>2</sub> και PaCO<sub>2</sub> είναι πιο σταθερή από τη σχέση της PaCO<sub>2</sub> με το τελοεκπνευστικό διοξείδιο (PETCO<sub>2</sub>).

Η χρήση της παραπάνω μεθόδου σε σχέση με την παλμική οξυγονομετρία έχει περισσότερα μειονεκτήματα παρά πλεονεκτήματα. Απαιτούνται υψηλή τοπική θερ-

μοκρασία 44° C [κίνδυνος εγκαύματος], χρειάζεται χρόνος προθέρμανσης, βαθμονόμηση, ο χρόνος απάντησης στις μεταβολές είναι υψηλός και συχνές αλλαγές θέσης του ηλεκτροδίου του οποίου η τοποθέτηση απαιτεί εξοικείωση. Επηρεάζεται από την παρουσία αναισθητικών (N<sub>2</sub>O, αλοθάνιο κλπ., οπότε προφανώς λόγω αγγειοδιαστολής δίνει υψηλότερες τιμές).

Βέβαια, η μέθοδος είναι χρήσιμη στην ανίχνευση της δηλητηρίασης από μονοξείδιο του άνθρακα και πιθανής ισχαιμίας των άκρων.

Θεωρείται ότι ο συνδυασμός παλμικής οξυγονομετρίας και διαδερμικής μέτρησης του PtcCO<sub>2</sub> συνιστά επαρκές monitoring της ιστικής οξυγόνωσης, ιδιαίτερα στα βρέφη.

#### **Μέτρηση πίεσης του O<sub>2</sub> του επιπεφυκότα<sup>10</sup>**

Στην προσπάθεια βελτίωσης του χρόνου απάντησης αναπτύχθηκε ένα ηλεκτρόδιο για την PO<sub>2</sub> του επιπεφυκότα (conjunctival electrode PcjO<sub>2</sub>). Αποτελείται από ένα ηλεκτρόδιο Clark σ'ένα δακτύλιο από ακρυλικό υλικό το οποίο τοποθετείται με προσοχή στον επιπεφυκότα. Δεν χρειάζεται θέρμανση, ισορροπεί γρήγορα (σε 60s) και έχει ταχύτερο χρόνο απάντησης. Οι τιμές που λαμβάνονται είναι 50-80% χαμηλότερες από την PaO<sub>2</sub><sup>34</sup>. πως και με τη μέτρηση της PtcO<sub>2</sub> οι τιμές επηρεάζονται από την CO, την ηλικία, το αλοθάνιο και την υπο-ογκαιμία. Δεν υπάρχουν αναφορές για κάκωση του οφθαλμού.

#### **Συνεχής μέτρηση αερίων αίματος**

Η συνεχής μέτρηση των αερίων αίματος έρχεται να καλύψει το κενό της διαλείπουσας λήψης αερίων αίματος και να ξεπεράσει ορισμένα γνωστά προβλήματα ακρίβειας των μετρήσεων (είσοδος αέρα, υπερβολική αραιώση, από ηπαρίνη, μεταβολισμός των έμμορφων στοιχείων του αίματος) τα οποία έχουν σαν συνέπεια τη διαφοροποίηση του οξεοβασικού profil του ασθενή.

Η πιο γνωστή συσκευή συνεχούς μέτρησης αερίων αίματος είναι η συσκευή Paratrend 7.

Αποτελείται από μία οθόνη επίδειξης των μετρήσεων, μια τροχήλατη βάση όπου βρίσκονται τα αέρια αναφοράς, μια μονάδα (modula) ειδική για κάθε ασθενή η οποία αφαιρείται, συνοδεύει τον άρρωστο και επανασυνδέεται στη συσκευή. Ο αισθητήρας διαμέτρου 0,5 mm συνδέεται με αρτηριακό καθετήρα εύρους 20 G και προωθείται μέσω αυτού στην αρτηρία. Είναι ένας τριπλός αισθητήρας φθορισμού με τη βοήθεια του οποίου

μετριοούνται *in vivo* PO<sub>2</sub>-PCO<sub>2</sub>-PH και HCO<sub>3</sub> με ακρίβεια η οποία πλησιάζει αυτή της ανάλυσης αερίων αίματος.

Υπάρχει εμπειρία από τη χρήση της συσκευής σε παιδιατρικούς ασθενείς ΜΕΘ με αναπνευστικά προβλήματα και σε βαριές καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις. Αναφέρεται η χρησιμότητά της κατά την ανίχνευση εμβολής από αέρα, υποξαιμίας κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα και στην παρακολούθηση του κυκλώματος εξωσωματικής κατά τη διάρκεια καρδιοπνευμονικής παράκαμψης.

Τέλος, έχουμε σύγχρονη καταγραφή της αρτηριακής πίεσης, λιγότερες αιμοληψίες και παραμένει στον ασθενή έως και επτά ημέρες.

### Καпноγραφία - Καпноμετρία

Η συνεχής μέτρηση του εκπνεομένου διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλει στην πρώιμη ανίχνευση πολλών ανεπιθύμητων συμβαμάτων<sup>35</sup> διεγχειρητικά και μειώνει έτσι την περιεγχειρητική θνητότητα και θνησιμότητα<sup>36,37</sup>.

Σήμερα η καпноγραφία συμπεριλαμβάνεται στο απαραίτητο monitoring σε πολλές χώρες.

Το καпноμετρο μετρά αναίμακτα τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στα αέρια της εισπνοής και εκπνοής παρέχοντας μια ανάλυση αναπνοής προς αναπνοή, την οποία και παρουσιάζει στη μορφή του καпноγραφήματος.

Η καпноγραφία διεγχειρητικά παρέχει στον αναισθησιολόγο πληροφορίες σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα, τη λειτουργία του καρδιαγγειακού, κάποιες ενδείξεις σχετικές με το μεταβολισμό και με τη λειτουργία του αναισθησιολογικού κυκλώματος. Στην παιδιατρική αναισθησία και πρακτική παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα που σχετίζονται κυρίως με την δειγματοληψία των εκπνεομένων αερίων και με τη θέση από την οποία παίρνεται το δείγμα.

Ανάμεσα στους μελετητές υπάρχει διχογνωμία σχετικά με:

- α) την ανάλυση πλάγιας ή κύριας ροής (mainstream - sidestream)
- β) την ταχύτητα αναρρόφησης του δείγματος των αερίων, και
- γ) τη θέση από την οποία συλλέγεται το δείγμα (περιφερικό ή κεντρικό άκρο του τραχειοσωλήνα).

Στα παιδιά με ΒΣ < 12 kg προτιμάται η ανάλυση κυριας ροής και η περιφερική λήψη του δείγματος<sup>38</sup>.

Εξαιτίας των μικρών αναπνεόμενων όγκων και της

υψηλής συχνότητας αναπνοών δεν λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα κυψελιδικών εκπνεομένων αερίων (βέλτιστη ροή δειγματοληψίας 200 mL/min στους ενήλικες).

Επιπλέον η μεγάλη ροή φρέσκων αερίων κατά τη χορήγηση αναισθησίας με το σύστημα Jackson Rees ή το σύστημα Bain αραιώνει τα εκπνεόμενα αέρια<sup>39,40,41</sup> και επηρεάζει σημαντικά την ακρίβεια του τελεοεκπνεόμενου CO<sub>2</sub>.

Στη μείωση της αξιοπιστίας των μετρήσεων συμβάλλουν και οι ενδεχόμενες απώλειες γύρω από τον τραχειοσωλήνα χωρίς αεροθάλαμο.

Βάσει των παραπάνω δεδομένων διατίθενται για τα παιδιά ειδικοί τραχειοσωλήνες με ενσωματωμένο καθετήρα δειγματοληψίας, οι οποίοι φέρουν στο άνω άκρο τους πύλη για τη σύνδεση με τον αναλυτή. Οι μετρήσεις επηρεάζονται κατά την απόφραξη του καθετήρα από εκκρίσεις.

Παρ' όλες τις δυσκολίες που έχει η χρήση της καпноγραφίας στα παιδιά συντελεί στην πρώιμη αναγνώριση των παρακάτω καταστάσεων:

Ενδοβρογχική διασωλήνωση

Μετακίνηση τραχειοσωλήνων

Μεταβολή της αναπνευστικής συχνότητας

Δεξιοαριστερά shunt

Εμβολικά φαινόμενα

Αύξηση του νεκρού χώρου

↑ παραγωγής CO<sub>2</sub> (πυρετός, κακοήθης υπερθερμία)

↓ παραγωγής CO<sub>2</sub> (υποθερμία, μυοχάλαση)

Παρ' όλο που δεν υπάρχει αμφιβολία, ότι η εφαρμογή του monitoring εξασφαλίζει συνθήκες ασφάλειας και άνεσης, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι:

- 1) Η σωστή αξιολόγηση των πληροφοριών που μας δίνει προϋποθέτει γνώση και κρίση.
- 2) Συμπληρώνει θεαματικά την κλινική εμπειρία χωρίς όμως ουδέποτε να την υποκαθιστά.
- 3) Οι μικροί ασθενείς αντιλαμβάνονται τις επεμβατικές προσπελάσεις και σε καμμία περίπτωση δεν θα πρέπει να επιχειρούνται, ενώ το παιδί είναι ξύπνιο και
- 4) Θα πρέπει να γίνεται μία αξιολόγηση της αναγκαιότητας του κάθε είδους monitoring, ώστε να περιορίζεται στο απολύτως απαραίτητο. Οι υπερβολές οδηγούν σε συχνότερες επιπλοκές απ' ό,τι στους ενήλικες.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Graff TD, Phillips OC, Bensow DW, Kelly E: Baltimore anesthesia study committee: factors in pediatric anaesthesia mortality. *Anaesth. Analgesia*: 43, 1964.
2. Prys Roberts C: Monitoring the cardiovascular system in: Saidman LJ, Smith NT (eds) *Monitoring in Anesthesia* NY, Wilen 1978.
3. Smith RM: *anesthesia for Infants and children*. ed 4th, Chicago, Mosby, 1980.
4. PD Booker. Equipment and monitoring in paediatric anaesthesia. *Br. J. Anaesth* 1999 ; 82: 78-90.
5. Μ.Μ. Γκάλα. Monitoring στην παιδοανααισθησία. 1ο Μετεκπαιδευτικό σεμινάριο παιδοχειρουργικής ανααισθησίας και ανάνηψης.
6. Anttonen H, Puhakka K, Niskanen J, Ryhaunen P. Cutaneous heat loss in children during anaesthesia. *Br. J. Anaesth.* 1995; 74: 306-10.
7. Kurz A, Sessler DI, Lenharat R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalisation. *N. Engl. J. Med.* 1996 ; 334: 1209-15.
8. Bush HL jr, Hydro LJ, Fischer E, Fantin GA, Siliane MF, Barie PS. Hypothermia during elective abdominal aortic aneurysm repair: the high risk price of avoidable morbidity. *J. Vasc. Surg.* 1995 ; 21:392-400.
9. Richard F. Kaplan. Hypothermia / Hyperthermia Manual of complications during anesthesia.
10. A.R. Aitkenhead - R.M. Jones Κλινική Ανααισθησιολογία. Monitoring και εξοπλισμός στην κλινική ανααισθησία σελ. 167-229.
11. Kurz A, Kurz M, Poesche G, Faryniak B, Redl G, Hackl W: Forced air warming maintains intraoperative normothermia better than circulating - water mattresses. *Anesth Analg* 1993 ; 77:89-95.
12. Azzam FJ, Krock JL. Thermal burns in two infants associated with a forced air warming system *Anesth. Analg* 1995 ; 81:661.
13. Ayala JL, Coe A. Thermal softening of tracheal tubes: an unrecognised hazard of the Bair Hugger active patient warming system. *Br. J. Anaesth.* 1997 ; 79:543-5.
14. Bissonnette B. Sessler DI, Laflamme P. Passive and active inspired gas humidification in infants and children *Anesthesiology* 1989 ; 71: 350-4.
15. Chalon J, Patel C, Alim, Ramanathan S, Caplan L, Tang CK, Turndert H: Humidity and the anesthetized patient. *Anaesthesiology* 50: 195-198, 1979.
16. Forbes AR: Temperature, humidity and mucus flow in the intubated trachea. *Br. J. Anaesth* 46: 29-34, 1974.
17. Tollofsrud SG, Gundersen Y, Andersen R: Perioperative hypothermia *Acta Anaesthesiol Scand* 28: 511-515, 1984.
18. Berry FA Jr, Hughes Davies DI, Difazio CA: A system for minimizing respiratory heat loss in infants during operation. *Anesth. Analg* 1973 ; 52:170-175.
19. Bissonnette B, Sessler DI. Passive or active inspired gas humidification increases thermal steady-state temperatures in anesthetized infants. *Anesth. Analg* 1989 ; 69: 783-7.
20. Klein EF in, Graves SA "Hot pot" tracheitis *Chest* 1974 ; 65: 225-6.
21. Stevenson GW, Tobin M, Hall SC. Fluid Warmer as a potential source of air bubble emboli. *Anesth. Analg.* 1995 ; 80: 1061.
22. Butt W, Shann F. Core - peripheral temperature gradient does not predict cardiac output or systemic vascular resistance in children. *Anaesth. Intensive Care* 1991 ; 19: 84-7.
23. Wodey E, Pladys B, Betvemienx P, Kerebel E, Ecoffey C, Capillary refilling time and hemodynamics in neonates: a Doppler echocardiographic evaluation. *Crit. Care Med.* 1998 ; 26: 1437-40.
24. McLucRue B.A., Murdoch IA, Marsh MJ, Anderson D. A Comparison of pulmonary and femoral artery thermodilution cardiac indices in paediatric intensive care patients *Acta Paediatr* 1996 ; 85: 336-8.
25. von Spiegel T, Wietasch G, Bursch J, Hoelt A. Cardiac output determination with transpulmonary thermodilution. An alternative to pulmonary catheterization ? *Anaesthetist* 1996 ; 45: 1045-50.
26. Wippermann C-F, Huth RG, Samidt FX, Thul J, Betancor M, Schanz D. Continuous measurement of cardiac output by the Fick principle in infants and children: comparison with the thermodilution method. *Intensive Care Med* 1996 ; 22: 467-71.
27. Carpenter JD, Nair S, Staw I. Cardiac output determination: thermodilution versus new computerized Fick method. *Crit. Care Med.* 1985 ; 13: 576-579.

28. Keitonen O, Takala J, Kari A. Continuous measurement of cardiac output by the Fick principle: clinical validation in intensive care. *Crit. Care Med* 1992 ; 20: 360-365.
  29. Gilbert T, Panico F, McGill W. Et al. Bronchial obstruction by transesophageal echocardiography probe in a pediatric cardiac patient. *Anesth. Analg.* 1992 ; 74: 156-8.
  30. Bensky AS, O'Brien JJ, Hammon JW. Transesophageal echo probe compression of an aberrant right subclavian artery. *J. Am. Soc. Echocardiogr* 1995 ; 8: 964-6.
  31. Frommelt PC, Stuth EA. Transesophageal echocardiography in total anomalous pulmonary venous drainage: hypotension caused by compression of the pulmonary venous confluence during probe passage. *J. Am. Soc. Echocardiogr* 1994 ; 7: 652-4.
  32. Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis. *Int Anesth Clin* 1987 ; 25: 167-199.
  33. Cote CJ, Goldstein EA, Cole MA et al. A single blind study of pulse oximetry in children. *Anaesthesiology* 1988 ; 68: 184-188.
  34. Chapman KR, Liu FLW, Watson RM, Rebuck AS. Conjunctival oxygen tension and its relationship to arterial oxygen tension. *J. Clin. Monit.* 1986 ; 2: 100-104.
  35. Leigh M, Jones J, Motley H. The expired carbon dioxide as a continuous guide of the pulmonary and circulation systems during anaesthesia and surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1961; 41: 597-610.
  36. Cooper J, Newbower R, Kitz R. An analysis of major errors and equipment failures in anaesthesia management: consideration for prevention and detection. *Anaesthesiology* 1984 ; 60 ; 34-42.
  37. Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW. Adverse respiratory events in anaesthesia. A closed claim analysis. *Anaesthesiology* 1990 ; 72: 826-833.
  38. Badgwell JM, McLeod ME, Lerman J, Creighton RE. End-tidal PCO<sub>2</sub> measurements sampled at distal and proximal ends of the endotracheal tube in infants and children. *Anaesth Analg* 1987 ; 66: 959-64.
  39. Badwell JM, Heavner JE, May W Set al. End-tidal PCO<sub>2</sub> monitoring in infants and children ventilated with either a partial rebreathing or non-rebreathing circuit. *Anaesthesiology* 1987; 66: 405-410.
  40. Rich GI, Sconzo JM. Continuous end-tidal CO<sub>2</sub> sampling within the proximal endotracheal tube estimates arterial CO<sub>2</sub> -tension in infants. *Ca J. Anaesth.* 1991 ; 38: 201-3.
  41. Hill SC, Badgwell JM, MacLeal ME et al. Accuracy of end-tidal PCO<sub>2</sub> measurements using a sidestream capnometer in infants and children ventilated with the Sechrist infant ventilator. *Can. J. Anaesth* 1990 ; 37: 318-291.
-