

Εισπνεόμενοι Αναισθητικοί Παράγοντες

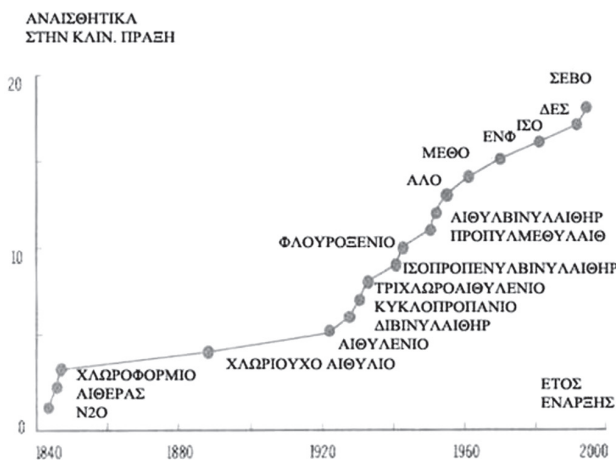
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΑΣΛΑΝΙΔΗΣ, ΣΤΕΛΛΑ ΧΑΡΙΤΙΔΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την πρώτη εφαρμογή εισπνεόμενων ουσιών πριν δυο περίπου αιώνες για την επίτευξη χειρουργικής αναισθησίας, η εξέλιξη της αναισθησιολογίας άλλαξε την πορεία της ιατρικής, με την ανάπτυξη μιας ομάδας διαφορετικών ουσιών που μπορούν να προκαλέσουν γενική αναισθησία. Σήμερα, στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, η χρήση τους συνδυάζεται με πλήθος άλλων ουσιών στα πλαίσια της τεχνικής της ισορροπημένης αναισθησίας. Το παρόν άρθρο αναφέρεται συνοπτικά στους παλαιότερους εισπνεόμενους αναισθητικούς παράγοντες και εστιάζεται εκτενέστερα στα σύγχρονα και συχνότερα χρησιμοποιούμενα εισπνεόμενα αναισθητικά.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ

Η ανακάλυψη των αναισθητικών αερίων έγινε με εκρηκτική ταχύτητα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Χρονολογική σειρά εισαγωγής αναισθητικών αερίων στη κλινική πράξη.

ΑΛΟ-αλοθάνιο, ΜΕΘΟ-μεθοξυφλουράνιο, ΕΝΦ-ενφλουράνιο, ΙΣΟ-ισοφλουράνιο, ΔΕΣ-δεσφλουράνιο, ΣΕΒΟ-σεβοφλουράνιο.

Παλαιότεροι αναισθητικοί παράγοντες

Υποξείδιο του αζώτου N₂O

Το υποξείδιο του αζώτου ή πρωτοξείδιο του αζώτου (nitrous oxide, N₂O) είναι ένα άχρωμο, άφλεκτο και σταθερό αέριο με μια πολύ ελαφριά γλυκιά οσμή και γεύση. Ανακαλύφθηκε από τον Joseph Priestley (1733-1804), ενώ τις αναισθητικές ιδιότητες του υποξειδίου του αζώτου διαπίστωσε ο Humphry Davy (1778-1829) σε ηλικία μόλις είκοσι ετών. Ονομάστηκε ιλαρυντικό αέριο (laughing gas), επειδή προκαλούσε ένα είδος ευφορίας, νευρικού γέλιου ή γλυκό αέριο (sweet gas), λόγω μιας ελαφριάς γλυκιάς γεύσης που άφηνε σε όσους το εισέπνεαν. Χαρακτηριστική είναι επίσης η ικανότητα διάχυσής του σε κλειστές κοιλότητες, γεγονός που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. αναισθησία για οφθαλμολογικές επεμβάσεις, σε παρουσία πνευμοθώρακα, πνευμονικών κύστεων κ.α.). Επίσης, λόγω της μεγαλύτερης κατά 35 φορές από το άζωτο διαλυτότητάς του στο αίμα, μπορεί να προκαλέσει υποξία από διάχυση. Για το λόγο αυτό, απαιτείται η χορήγηση 100% O₂ για λίγα min μετά τη διακοπή του N₂O. Στη σύγχρονη αναισθησιολογία χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλους πιο ισχυρούς πτητικούς παράγοντες και η προσθήκη του ελαττώνει τις απαιτήσεις σε άλλους παράγοντες.

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

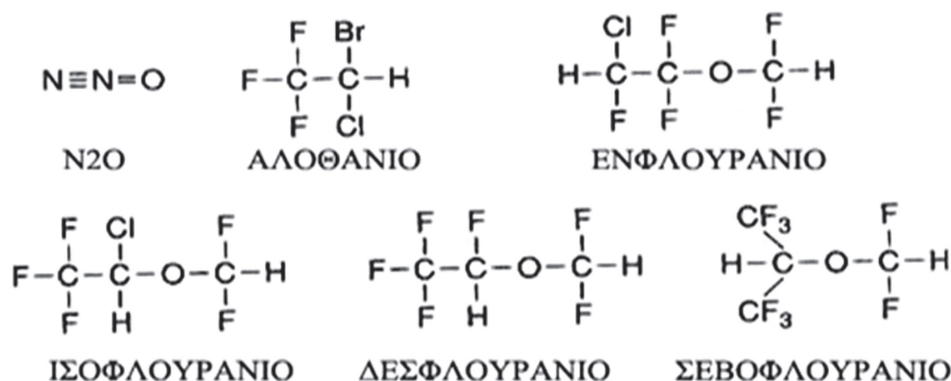
Παρ' ότι γνωρίζουμε τον τρόπο χορήγησης ασφαλούς αναισθησίας, εν τούτοις δεν έχουμε σαφή εικόνα για τον τρόπο με τον οποίο οι διαφορετικές αυτές ουσίες προκαλούν αναισθησία. Τον 19^ο αιώνα, ο Claude Bernard θεωρούσε τη «σκόπιμη» κυτταροπλασματική ροή αυτή ως βασικό χαρακτηριστικό των ζωντανών συστημάτων και υπέθετε ότι τα εισπνεόμενα αναισθητικά εμποδίζοντάς τη, δρουν με έναν ενιαίο τρόπο. Αργότερα, διατυπώθηκε ο κανόνας των Meyer-Overton, σύμφωνα με τον οποίο η αναισθησία προκαλείται όταν επαρκής αριθμός μορίων αναισθητικού

αερίου εισέρχεται/διαλύεται στη λιπώδη κυτταρική μεμβράνη των νευρώνων. Νεότερα δεδομένα υποστηρίζουν ότι οι συγκεκριμένοι παράγοντες δρουν εμποδίζοντας τη μεταβίβαση νευρικών ώσεων στις συνάψεις διέγερσης και διευκολύνοντας τη στις συνάψεις αναστολής μέσω διαφόρων οδών [υποδοχέων του γ-αμινοβουτυρικού οξέος (GABA), δράση της Ν-μεθυλ-D-ασπαρτάτης (NMDA)]. Σήμερα, η έρευνα της δράσης των εισπνεόμενων αναισθητικών συνδυάζει πλέον τις παραπάνω θεωρίες με άλλες ανακαλύψεις, όπως την εύρεση ασθενών van der Waals London δυνάμεων, τα κβαντικά δίπολα και τη θεωρία του νευρώνα του Hodgkin-Huxley, των οποίων η λεπτομερέστερη αναφορά ξεφεύγει του στόχου αυτού του άρθρου.

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Τα εισπνεόμενα αναισθητικά ανάλογα με το αν σε θερμοκρασία και πίεση δωματίου βρίσκονται σε υγρή ή αέρια μορφή, δηλ. στη θερμοκρασία δωματίου βρίσκονται πάνω ή κάτω από την κριτική τους θερμοκρασία χωρίζονται σε πτητικά ή αέρια. Τα αέρια υγροποιούνται υπό πίεση και βρίσκονται αποθηκευμένα σε οβίδες από τις οποίες εξέρχονται σε αέριο μορφή, ενώ τα πτητικά είναι υγρά και εξατμίζονται με τη βοήθεια ειδικών συσκευών, των εξαεριστήρων (ή εξατμιστήρων). Οι τελευταίοι αποτελούν το ανάλογο της συσκευής στάγδην έγχυσης που υπάρχει για τα ενδοφλέβια αναισθητικά. Αποτελούνται από την είσο-

δο των φρέσκων αερίων τις «διαδρομές» για την κύρια και παράπλευρή ροή των αερίων, το θάλαμο εξάτμισης όπου περιέχει το πτητικό σε υγρή μορφή το οποίο εξατμίζεται με τη διέλευση της παράπλευρης ροής των φρέσκων αερίων, και τους ρυθμιστές ροών, θερμότητας και πίεσης και την έξοδο των κορεσμένων με το αναισθητικό αέριο. Υπάρχουν διαφορετικά είδη εξατμιστήρων για διαφορετικά πτητικά. Ιδιαίτερη συσκευή αποτελεί ο εξατμιστήρας του δεσφλουρανίου (σημείο βρασμού 22,8°C), που διαθέτει σύστημα εξωγενούς διατήρησης της θερμότητας και της πίεσης. Η ασφαλή χρήση τους απαιτεί τον έλεγχο συμβατότητας αναισθητικού-εξατμιστήρα αλλά και την αποφυγή υπερπλήρωσης, τοποθέτησης με μεγάλη κλίση ή ανατροπή, τον έλεγχο για διαρροές και σχηματισμό αφρού. Η γνώση της χημικής σύστασης των αναισθητικών αερίων δίνει τη δυνατότητα κατανόησης και των φυσικών τους ιδιοτήτων, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι μπορούμε να προβλέψουμε απευθείας τις αναισθητικές τους δράσεις. Οι περισσότεροι αναισθητικοί παράγοντες είναι αιθέρες (R-O-R) ή μη αρωματικοί αλογονομένοι υδρογονάνθρακες ευθείας ή διακλαδωμένης αλύσου με όχι περισσότερο από 4 ή 5 άτομα άνθρακα. Το μήκος του μορίου, αλλά και το είδος του αλογόνου επηρεάζει σημαντικά τις αναισθητικές και φυσικοχημικές ιδιότητες του κάθε παράγοντα (Σχήμα 2, Πίνακας 1).



Σχήμα 2. Χημική δομή επιλεγμένων εισπνεόμενων αναισθητικών.

ΙΔΙΟΤΗΤΑ	N ₂ O	ΑΛΟ	ΙΣΟ	ΣΕΒΟ	ΔΕΣ
Μορφή	ΑΝΟΡΓΑΝΟ	ΑΙΘΑΝΙΟ	ΑΙΘΗΡ	ΑΙΘΗΡ	ΑΙΘΗΡ
Μοριακό Βάρος	44	197.4	184.5	200	168
Πυκνότητα		1.868	1.502	1.520	1.465
Σημείο βρασμού	-88,5	50.2	48.5	58.5	22.8
SVP 20° C		244	240	157	700
Σταθερότητα σε κανονικές συνθήκες	Σταθερό	Σταθερό	Σταθερό	Ασταθές	Σταθερό
Οσμή	Ευχάριστη	Ευχάριστη	Δυσάρεστη	Δυσάρεστη	Ευχάριστη
Συμβατικοί εξαερωτές		Ναι	Ναι	Όχι	Ναι
Αντίδραση με μέταλλα		Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
Ευφλεκτότητα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Συντηρητικά		Θυμόλη	Όχι	Όχι	Όχι

Πίνακας 1. Φυσικοχημικές ιδιότητες των συχνότερα χρησιμοποιούμενων εισπνεόμενων αναισθητικών. ΑΛΟ-αλοθάνιο, ΙΣΟ-ισοφλουράνιο, ΔΕΣ-δεσφλουράνιο, ΣΕΒΟ-σεβοφλουράνιο

ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΚΥΨΕΛΙΔΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ

Η ελάχιστη κυψελιδική συγκέντρωση (minimal alveolar concentration, MAC ή MAC₅₀), επίσης γνωστή και ως μέση κυψελιδική συγκέντρωση είναι δείκτης της ισχύς των αναισθητικών αερίων. Είναι ισοδύναμη της ED₅₀ των ενδοφλέβιων αναισθητικών και ορίζεται ως η ελάχιστη συγκέντρωση του αναισθητικού στον κυψελιδικό αέρα που, στο επίπεδο της θάλασσας (P=1 atm), σε θερμοκρασία δωματίου και παρουσία 50% οξυγόνου, εμποδίζει την αντανακλαστική κίνηση σ' ένα επώδυνο ερέθισμα (όπως η τομή του δέρματος) στο 50% των πειραματόζων που δεν έχουν λάβει προνάρκωση. Χαμηλή MAC σημαίνει υψηλή αναισθητική ισχύς και το αντίστροφο (Πίνακας 2).

ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	MAC
Αλοθάνιο	0,77% (0,6%)
Ισοφλουράνιο	1,68% (0,55%)
Ενφλουράνιο	1.68%
Μεθοξυφλουράνιο	0.16%
Σεβοφλουράνιο	2,05 % (0,66%)
Ξένο (Xe)	70%

Πίνακας 2. Οι τιμές MAC των εισπνεόμενων αναισθητικών σε μίγμα O₂ (και O₂ με N₂O).

Η γνώση της MAC, πέραν της κλινικής σημασίας, επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των διαφόρων παραγόντων και λειτουργεί ως πρότυπο μέγεθος στη διεξαγωγή μελετών. Πρέπει όμως να έχουμε υπόψη ότι:

- α) για διαφορετικούς αναισθητικούς παράγοντες η ίδια MAC αντανakλά διαφορετικές συγκεντρώσεις (π.χ. 1 MAC δεσφλουρανίου = 6% κυψελιδική συγκέντρωση, 1 MAC σεβοφλουρανίου= 2% κ.τ.λ)
- β) η MAC αντιπροσωπεύει μόνο ένα σημείο στη καμπύλη δόσης - αποτελέσματος και ότι για να προκαλέσουμε αναισθησία σε «όλους» (ή στο 95% αυτών) τους ασθενείς χρειαζόμαστε 1,2-1,5 φορές τη MAC (MAC_{95}). Αντίστοιχα υπάρχει η MAC αφύπνισης που αντιστοιχεί σε 0,3-0,4 MAC, όταν βέβαια η αναισθησία πραγματοποιείται μόνο με εισπνεόμενα αναισθητικά.
- γ) επειδή η συγχρόνηση δυο αναισθητικών αερίων έχει συνεργικό αποτέλεσμα, οι MAC των δύο αυτών αερίων επίσης ακολουθεί αυτό το κανόνα (οι MAC τους δρουν αθροιστικά). Έτσι π.χ. μίγμα 0,5 MAC N_2O και 0,5 MAC αλοθανίου θα εμποδίσει την αντανakλαστική κίνηση σε επώδυνο ερέθισμα όπως ακριβώς η χορήγηση 1MAC ισοφλουρανίου κ.ο.κ.
- δ) η MAC επηρεάζεται από πολλούς φυσιολογικούς και φαρμακολογικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας (κατά 10% ανά δεκαετία), τη χορήγηση οπιοειδών, βενζοδιαζεπινών, α_2 αγωνιστών, την αναιμία (πτώση αιματοκρίτη <10%), την υποθερμία, την υποξυγοναιμία ($PaO_2 < 40$ mmHg), την υπονατριάμια, κατά τη διάρκεια της κήσης και της γαλουχίας, σε περίπτωση οξείας κατάχρησης αλκοόλ, ενώ αυξάνεται με την κοκαΐνη, την εφεδρίνη, την παρουσία υπερνατριάμιας στη μικρή ηλικία, στον χρόνιο αλκοολισμό και στην αυξημένη θερμοκρασία.

ΦΑΡΜΑΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ

Τα εισπνεόμενα αναισθητικά χρησιμοποιούν ως πύλη ει-

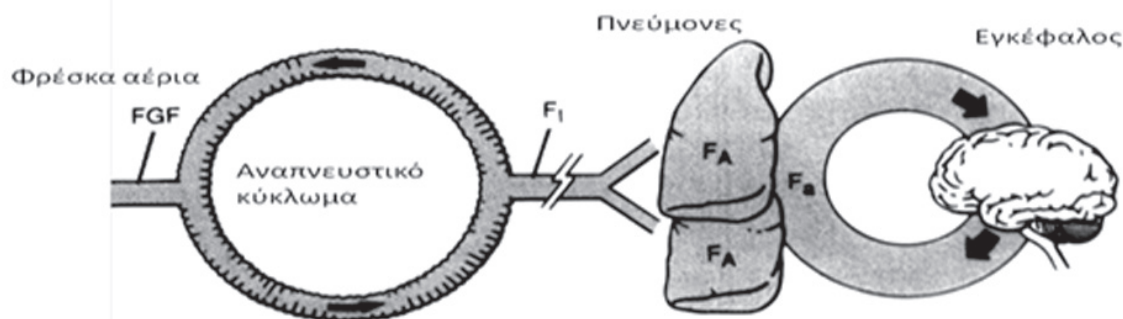
σόδου στον οργανισμό τους πνεύμονες. Η έκθεσή τους αυτή στην πνευμονική κυκλοφορία επιτρέπει την πιο γρήγορη εμφάνιση του φαρμάκου στο αρτηριακό αίμα και την ταχύτερη απομάκρυνσή του από τους πνεύμονες.

Η πορεία τους καθορίζεται ως εξής: α) παροχή του αναισθητικού στους πνεύμονες μέσω των εισπνεόμενων αερίων β) πρόσληψη του αερίου από τους ιστούς γ) μεταβολισμός και δ) αποβολή από τον οργανισμό (Σχήμα 3).

Η αναισθητική τους δράση βέβαια εξαρτάται από την επίτευξη μιας συγκεκριμένης συγκέντρωσης στον εγκέφαλο (C_{br}). Η παροχή του αναισθητικού στους πνεύμονες επηρεάζεται από την συγκέντρωση του αναισθητικού στα εισπνεόμενα αέρια (F_i) και τον κυψελιδικό αερισμό (V_A). Η συγκέντρωση όμως που δείχνει ο εξατμιστήρας, δεν ισούται με αυτή που λαμβάνει ο ασθενής λόγω της ανάμιξης των φρέσκων αερίων του αναισθητικού μηχανήματος με αυτά του κυκλώματος. Η F_i θα είναι πλησιέστερα στη συγκέντρωση του αερίου στα φρέσκα αέρια, εφόσον η ροή των φρέσκων αερίων (FGF) είναι υψηλή, το αναπνευστικό κύκλωμα είναι μικρό και η απορρόφηση του αναισθητικού από το υλικό του κυκλώματος είναι επίσης μικρή. Από την άλλη, όσο πιο υψηλός είναι ο V_A , τόσο πιο γρήγορη η αύξηση της συγκέντρωσης του εισπνεόμενου αναισθητικού στο κυψελιδικό αέρα (F_A) και τόσο πιο γρήγορη η απορρόφηση του από το αίμα (=γρήγορη εισαγωγή στην αναισθησία).

Η μερική πίεση του αναισθητικού αερίου στο αίμα (P_A) είναι επίσης σημαντική γιατί καθορίζει την μερική πίεση του αναισθητικού στο αίμα και κατ' επέκταση στον εγκέφαλο (όργανο στόχος).

Ο ρυθμός πρόσληψης του αερίου από τους ιστούς εξαρτάται από συντελεστή διαλυτότητας του αερίου στους διαφόρους ιστούς, ενώ ο ρυθμός αύξησης της κυψελιδικής τάσης είναι αντίστροφα ανάλογος με τη διαλυτότητα του αερίου. (Πίνακας 3). Αριθμητικά, η πρόσληψη του αναισθητικού αντανakλάται στην κυψελίδα - φλεβική διαφορά τάσης (P_{A-v}).



Σχήμα 3. Απεικόνιση του κύκλου των εισπνεόμενων αναισθητικών.

ΙΣΤΟΣ	N ₂ O	ΙΣΟ	ΣΕΒΟ	ΔΕΣ
Αίμα/αέριο	0.46	1.4	0.65	0.45
Εγκέφαλος	1.07	1.57	1.69	1.22
Καρδιά	1.02	1.57	1.69	1.22
Ήπαρ		1.86	2.00	1.49
Νεφροί		1.00	1.20	0.89
Μύες	1.15	2.57	2.62	1.73
Λίπος	2.39	50	52	29
ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ	0,004%	< 0.2%	0.02%	< 5%

Πίνακα 3. Επιλεγμένα φαρμακοκινητικά χαρακτηριστικά αερίων αναισθητικών. ΙΣΟ-ισοφλουράνιο, ΔΕΣ-δεσφλουράνιο, ΣΕΒΟ-σεβοφλουράνιο

Συνοπτικά, η εισαγωγή στην αναισθησία επιταχύνεται:

- Όταν ο ασθενής υπεραερίζεται
- Όταν αυξάνεται η εισπνεόμενη συγκέντρωση του αναισθητικού
- Όταν μειώνεται η καρδιακή παροχή

Ενώ επιβραδύνεται όταν είναι αυξημένος ο συντελεστής διαλυτότητας, η καρδιακή παροχή αυξάνεται και ο κυψελιδικός αερισμός μειώνεται.

Τέλος, η αποβολή τους από τον οργανισμό και ιδιαίτερα η σχέση του ρυθμού πρόσληψης με αυτήν του ρυθμού αποβολής (=αύξηση και μείωση της κυψελιδικής συγκέντρωσης) είναι αυτή που καθορίζει το ρυθμό ανάνηψης από την αναισθησία. Αυτή διενεργείται είτε με βιομετατροπή σε ανενεργούς μεταβολίτες, είτε με την εκπνοή, είτε (σε μικρότερο βαθμό) με διάχυση του αναισθητικού από το δέρμα.

ΚΛΙΝΙΚΗ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑ

Οι κυριότερες κλινικές επιδράσεις των εισπνεόμενων αναισθητικών στα διάφορα όργανα παρουσιάζονται στο Πίνακα 4.

Συνοπτικά φαίνεται ότι, στο κυκλοφορικό μειώνουν την μέση αρτηριακή πίεση, τις συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις, την καρδιακή παροχή (παρόλο που προκαλούν αύξηση της καρδιακής συχνότητας) όπως και την ηπατική

και νεφρική αιματική ροή. Στο αναπνευστικό μειώνουν την ουδό άπνοιας και τον αναπνεόμενο όγκο ενώ επιπλέον, το δεσφλουράνιο είναι ερεθιστικό για τους αεραγωγούς. Στο κεντρικό νευρικό σύστημα προκαλούν αύξηση της αιματικής εγκεφαλικής ροής και της ενδοκράνιας πίεσης και μείωση του εγκεφαλικού μεταβολικού ρυθμού.

Όλα τα αλογονομένα αναισθητικά μπορούν να πυροδοτήσουν κακοήγη υπερθερμία, ενώ εικάζεται ότι η παρατεταμένη έκθεση σε αναισθητικές συγκεντρώσεις ιδιαίτερα του υποξειδίου του αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε καταστολή του μυελού των οστών, ακόμη και σε νευρολογικές ανεπάρκειες. Τοξικοί τέλος θεωρούνται και οι μεταβολίτες του σεβοφλουρανίου, ένας εκ των οποίων [ουσία Α ή φθοριομεθυλ-2,2-διφθορο-1-(τριφθορομεθυλ)βινυλ)αιθέρας] κατηγορείται για ήπατο- και νεφρο-τοξικότητα.

Τέλος, η μακροχρόνια έκθεση του προσωπικού του χειρουργείου σε εισπνεόμενους αναισθητικούς παράγοντες αποτελεί σημαντικό παράγοντα εμφάνισης εκδηλώσεων χρόνιας τοξικότητας, όπως: ζάλη, ναυτία, δυσκολία συγκέντρωσης, ερεθισμός των οφθαλμών, διαταραχές της συμπεριφοράς, έκπτωση επαγγελματικών δεξιοτήτων, περιφερική νευροπάθεια, βρογχικό άσθμα, παραισθησίες, αλλεργικό δερματικό έκζεμα, εμβρυοτοξικότητα και βλάβες στο αιμοποιητικό σύστημα (οι τελευταίες δυο αφορούν κυρίως το N₂O). Γι' αυτό και σύμφωνα με το Δι-

εθνές Ινστιτούτο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας (NIOSH) καθώς και τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (OSHA), οι εργαζόμενοι στους χώρους του χειρουργείου (συμπεριλαμβανομένης της αίθουσας ανάνηψης) δεν θα πρέπει να εκτίθενται κατά ένα μέσο όρο 8 ωρών ημερησίως σε επίπεδα

μεγαλύτερα των 2 ppm για τους αλογονωμένους παράγοντες (πτητικά αναισθητικά) και όχι μεγαλύτερα από 0,5 ppm, όταν οι παράγοντες αυτοί χορηγούνται ταυτόχρονα με N₂O, τα επίπεδα του οποίου δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τα 25 ppm.

Σύστημα	Παράμετρος	N ₂ O	ΙΣΟ	ΔΕΣ	ΣΕΒΟ
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟ	Συσταλτικότητα	↓	↓	↓	↓
	CO	A/↑	↓	↓	↓
	MAP	A/↑	↓↓	↓↓	↓↓
	HR		↑↑	↑↑	↑
	SVR	A/↑	↓	↓	↓
	Cor BF		↓↓	↓↓	↓↓
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ	V _T	↓	↓↓	↓	↓
	RR	↑	↑	↑	↑
	PaCO ₂	A	↑	↑↑	↑
	Βρογχοδιαστολή	A	↑	↑	↑
ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ	CBF	↑	↑	↑	↑
	ICP	↑	↑↑	↑	↑
	CMRO ₂	↑	↓	↓↓	↓↓
	Επιληπτογόνος δραστηριότητα	↓	↓	↓	↓
	Νευρομυϊκός μη αποπολωτικός αποκλεισμός	↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑
ΝΕΦΡΟΙ	RBF	↓↓	↓↓	↓	↓
	GFR	↓↓	↓↓	?	?
	Διούρηση	↓↓	↓↓	?	?
	HBF	↓	↓↓	↓	↓

A: Αμετάβλητο,?: Αβέβαιο αποτέλεσμα, MAP: Μέση αρτηριακή πίεση, HR:Καρδιακή συχνότητα, SVR:Συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις, CO: Καρδιακή παροχή, V_T: Αναπνεόμενος όγκος, RR: Αναπνευστική συχνότητα, CBF: Εγκεφαλική αιματική ροή, ICP: Ενδοκράνια πίεση, CMRO₂: Εγκεφαλικός μεταβολικός ρυθμός, RBF: Νεφρική αιματική ροή, GFR: Ρυθμός σπειραματικής διήθησης, HBF: Ηπατική αιματική ροή, ΙΣΟ-ισοφλουράνιο, ΔΕΣ-δεσφλουράνιο, ΣΕΒΟ-σεβοφλουράνιο

Πίνακας 4. Κλινική φαρμακολογία των κυριότερων αναισθητικών αερίων.

ΑΝΑΖΗΤΩΝΤΑΣ ΤΟ ΙΔΑΝΙΚΟ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Η έρευνα για νέα αναισθητικά αέρια δεν έχει σταματήσει, μια που, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, ακόμα και οι σύγχρονοι παράγοντες απέχουν από το ιδεώδες αναισθητικό αέριο, το οποίο πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Φυσικά:

- Να έχει μοριακή και φυσική σταθερότητα (να μη διασπάται παρουσία φωτός, θερμότητας, κ.τ.λ.). Να μην είναι ερεθιστικό για τους αεραγωγούς, να είναι φθινό και εύκολο στη χρήση, άφλεκτο, να μη χρειάζεται συντηρητικά, να έχει μακρό χρόνο ζωής και να είναι φιλικό προς το περιβάλλον.

Φαρμακοκινητικά:

- Χαμηλή MAC (υψηλό συντελεστή διαλυτότητας λίπους/αερίου)
- Να επιτρέπει ταχεία μεταβολή του βάθους αναισθησίας (υψηλό συντελεστή διαλυτότητας αίματος/αερίου)

Φαρμακοδυναμικά:

- Έλλειψη τοξικότητας, απουσία ή προβλέψιμες καρδιοαναπνευστικές επιδράσεις, εύκολα αναστρέψιμες, απουσία διέγερσης του Κ.Ν.Σ, αλληλεπίδρασης με φάρμακα, επίδρασης στην εγκυμονούσα μήτρα και τέλος να έχει αναλγητικές ιδιότητες

Το σίγουρο είναι ότι οι εισπνεόμενοι αναισθητικοί παράγοντες θα συνεχίσουν και στο μέλλον να αποτελούν έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της αναισθησιολογίας.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Nagelhout JJ, Plaus KL. Inhalation anesthetics In Nagelhout JJ, Plaus KL(Eds)Nurse Anesthesia,5th Edition, Elsevier, 2013, pp 85-103
2. Inhalation anesthetics. In Butterworth J, Mackey DC, Wasnick J.(Eds) Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology, 5th Edition, Lange Medical Books, 2013, pp 153-174.
3. O'Donnell J. Inhalation Anesthesia. In Ouellette RG, Joyce JA (Eds), Pharmacology for Nurse Anaesthesiology, Jones & Barlett Publishers LCC, 2011, pp 159-189.
4. Macksey LF. Volatile anesthetics and physiologic response. In MAckse LF (Ed), Nurse Anesthesia Pocket Guide,2nd Edition, Jones & Barlett Publishers LCC, 2010, pp 56-59.

