

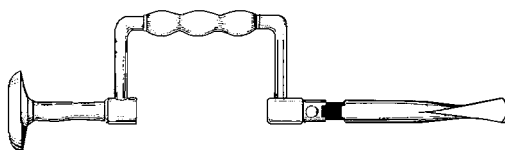
Εισαγωγικές έννοιες στη Νευροχειρουργική

Η ειδικότητα της Νευροχειρουργικής

Η Νευροχειρουργική είναι μια γνωστή από παλαιά ειδικότητα της Ιατρικής, ίσως μία από τις παλαιότερες. Ο άνθρωπος στο παρελθόν βρέθηκε αμέτρητες φορές μπροστά σε κρανιο-εγκεφαλικά τραύματα κατά τη διάρκεια των πολέμων και την καθημερινότητά του αλλά και σε κλινικά συμπτώματα παθήσεων του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Τότε όμως, ούτε να τα εξερευνήσει μπορούσε ούτε να τα εξηγήσει. Σχετικές αναφορές υπάρχουν στην Παλαιά Διαθήκη, τον Ιπποκράτη και σε συγγράμματα του Μεσαίωνα.

Με τη μοντέρνα τεχνολογία και υλικοτεχνική υποδομή η Νευροχειρουργική δεν περιορίζεται σήμερα μόνο στη διάγνωση και νοσηλεία των κρανιο-εγκεφαλικών κακώσεων (ΚΕΚ). Είναι η ιατρική ειδικότητα που διερευνά και θεραπεύει επεμβατικά ένα μεγάλο αριθμό παθήσεων του νευρικού συστήματος, δηλαδή τις χειρουργικά αντιμετωπίσιμες παθήσεις του εγκεφάλου, του νωτιαίου μυελού και των περιφερικών νεύρων. Θα μπορούσε κάποιος να πει ότι ο νευροχειρουργός είναι ένας «χειρουργικά δραστηριοποιούμενος νευρολόγος», τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά.

Η ειδικότητα ανήκει στις λεγόμενες «χειρουργικές» ιατρικές ειδικότητες. Για την απόκτησή της απαιτείται ειδίκευση συνολικής διάρκειας επτά ετών: 1 έτος Γενική Χειρουργική, 6 μήνες Νευρολογία και 5,5 έτη Νευροχειρουργική. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται προαιρετικά, κατόπιν αιτήσεως του ειδικευόμενου, δύο εξάμηνα κατ' επιλογή σε δύο από τις συναφείς χειρουργικές ειδικότητες: Χειρουργική Παιδών,



Εικ. 1.1 Χειροτρύπανο Hudson. Κλασικό εργαλείο τρυπανισμού

Πλαστική Χειρουργική, Ορθοπαιδική, Χειρουργική Θώρακα. Μετά το πέρας της ειδίκευσης υπάρχει η δυνατότητα επιπλέον εξειδίκευσης σε ένα από τα πεδία της ειδικότητας όπως: Παιδο-νευροχειρουργική, Χειρουργική Σπονδυλικής Στήλης, Λειτουργική Νευροχειρουργική, Χειρουργική Εγκεφαλικών Αγγείων κ.λπ.

Η Νευροχειρουργική είναι μια από τις ταχύτερα εξελισσόμενες ιατρικές ειδικότητες (Εικ. 1.1). Αυτό έγινε δυνατό λόγω της τεράστιας προόδου στην κατανόηση της λειτουργίας του νευρικού συστήματος και της προόδου της τεχνολογίας που αφορά τόσο το επίπεδο της ποιότητας κατασκευής χειρουργικού εξοπλισμού (χειρουργικών μικροσκοπίων –Εικ. 1.2, Συστημάτων Νευροπλοήγησης, Νευρο-ενδοσκοπικών μεθόδων, Στερεοταξίας, CUSA, LASER), όσο και της ραγδαίας εξέλιξης των δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πρωταρχικό ρόλο στην εξέλιξη αυτή παίζουν και οι νέες απεικονιστικές τεχνικές, όπως της μαγνητικής (MRI) και της αξονικής (CT) τομογραφίας, αγγειογράφου κ.λπ.

Γενικά θεωρείται μια απαιτητική ειδικότητα λόγω του ότι απαιτεί κόπο, χρόνο και αφιέρωση. Οι νευροχειρουργικές επεμβάσεις ανήκουν στις πιο χρονοβόρες και επικίνδυνες επεμβάσεις της Ιατρικής. Ο νευροχειρουργός μπορεί να ασκήσει αξιοπρεπώς τη συγκεκριμένη ειδικότητα κυρίως σε μεγάλα τριτοβάθμια νοσοκομεία που υποστηρίζονται από οργανωμένες χειρουργικές αίθουσες, νευρολογικές κλινικές, ΜΕΘ, πλήρως εξοπλισμένα ακτινολογικά εργαστήρια, εργαστήρια επεμβατικής νευροακτινολογίας, ΤΕΠ, νευρο-παθολογοανατομικά εργαστήρια κ.λπ.



Εικ. 1.2 Η σύγχρονη νευρο-χειρουργική επέμβαση γίνεται με χρήση ειδικού χειρουργικού μικροσκοπίου. Η συσκευή δίνει τις δυνατότητες μεγέθυνσης και καλύτερου φωτισμού (ομοαξονικός) του χειρουργικού πεδίου. Η χρήση της έχει συμβάλει στη ραγδαία ανάπτυξη της εγχειρητικής της ειδικότητας (Μικρο-νευροχειρουργική)

Η Νευροχειρουργική «φιλοσοφία»

Η «φιλοσοφία» γύρω από την οποία εξελίσσεται κυρίως η καθημερινή νευροχειρουργική δραστηριότητα (διάγνωση-θεραπεία), βασίζεται στους δύο πυλώνες της θεωρίας του Α. Einstein: τον χώρο και τον χρόνο. Ως **νευροχειρουργικός «χώρος»** ορίζεται:

1. Ο χώρος που περικλείεται εντός της ανένδοτης (σε ενήλικα) κρανιακής κάψας. Περιέχει 3 στοιχεία:
 - α) Τις δομές του εγκεφάλου (80%).
 - β) Αίμα (αρτηριακό & φλεβικό –10%), καθώς και
 - γ) ΕΝΥ (10%).
2. Ο χώρος που περικλείεται επί τα εντός του σπονδυλικού σωλήνα και περιέχει επίσης 3 στοιχεία:
 - α) Τις δομές του νωτιαίου μυελού (80%).
 - β) Αίμα (αρτηριακό & φλεβικό –10%), καθώς και
 - γ) ΕΝΥ (10%).

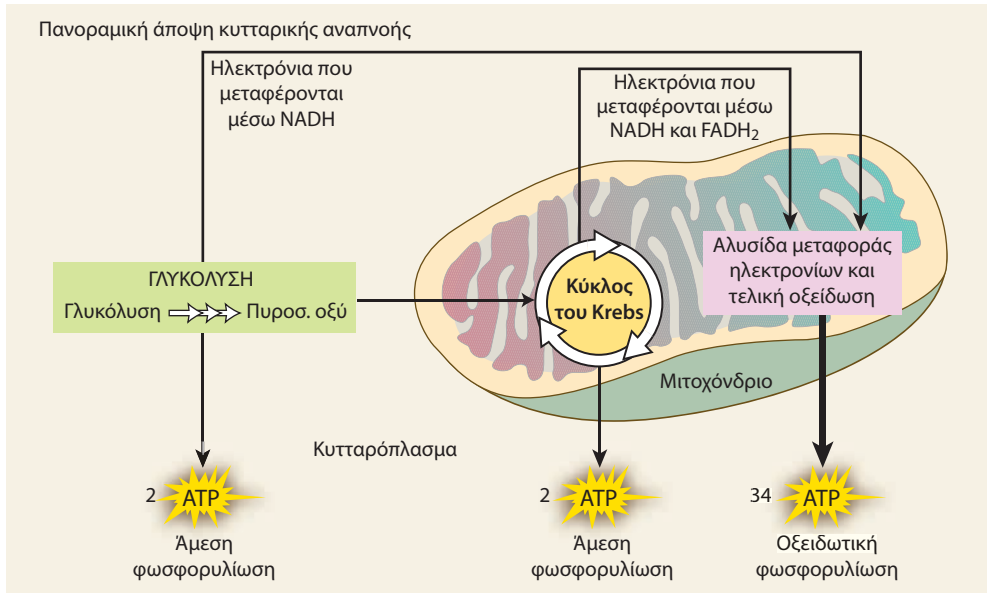
Όλες οι παραπάνω δομές εντοπίζονται, υπό φυσιολογικές συνθήκες, εντός των συγκεκριμένων χώρων, σε μια ισορροπία μεταξύ τους. Εάν αυτή εξαιτίας κάποιου αίτιου διαταραχθεί, τότε έχουμε την εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η εμφάνιση κάποιας εξεργασίας (όγκου) εντός της ανένδοτης κρανιακής κοιλότητας, η οποία θα προσπαθήσει να «κλέψει» χώρο από τις άλλες τρεις δομές. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για μια «χωρο-κατακτητική εξεργασία».

Ως **νευροχειρουργικός «χρόνος»** ορίζεται ο χρόνος ανάπτυξης των γεγονότων, των συμπτωμάτων, των θεραπειών κ.λπ. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθούν οι γνωστοί ιατρικοί συλλογισμοί: «Από πότε έχει ο ασθενής κεφαλαλγίες;», «Πόσο γρήγορα έπεσε ο ασθενής σε κώμα;», «Πόσο γρήγορα πρέπει να εφαρμόσω την αποιδηματική αγωγή;», «Πόσο γρήγορα πρέπει να προβούμε σε μια αποσυμπίεστική κρανιοτομία;» κ.λπ.

Ενεργειακός μεταβολισμός εγκεφάλου

Η κατανάλωση ενέργειας στον εγκέφαλο είναι υψηλή και ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί το γεγονός ότι ο **εγκέφαλος**, που αντιστοιχεί στο **2% του βάρους του σώματος**, χρησιμοποιεί αιματική ροή που φτάνει το **15% της καρδιακής παροχής**. Η υψηλή αυτή κατανάλωση ενέργειας απαιτείται για τη διατήρηση της φόρτισης εντός και εκτός της κυτταρικής μεμβράνης, τη σύνθεση των μεταφορέων ενέργειας και τη σύνθεση του ενδοκυττάριου περιεχομένου. Ως ενεργειακοί μεταφορείς χρησιμοποιούνται ενώσεις φωσφόρου πλούσιες σε ενέργεια. Η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP), η διφωσφορική αδενοσίνη (ADP) και η φωσφοκινάση της κρεατίνης είναι μερικά παραδείγματα.

Ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί ως επί το πλείστον γλυκόζη σαν πηγή ενέργειας. Επειδή δεν υπάρχουν μεγάλα αποθέματα γλυκογόνου στον εγκέφαλο, εξαρτάται από συνεχή



Εικ. 1.3 Ο κύκλος του κιτρικού οξέος – κύκλος του Krebs

τροφοδότηση γλυκόζης για τις ανάγκες του. Η καύση αρχίζει με τη μεταβολή του μορίου της γλυκόζης σε πυροσταφυλικό και συγχρόνως την παραγωγή 2 moles ATP. Εφόσον αυτό γίνεται με την παρουσία οξυγόνου (αερόβια αναπνοή), παράγονται ακόμη 36 moles ATP, διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Συνολικά παράγονται λοιπόν κατά την καύση 38 mol ATP από 1 mol γλυκόζης (Εικ. 1.3).

Υπό αναερόβιες συνθήκες, η οξείδωση δεν προχωρά στον «κύκλο του κιτρικού οξέος – κύκλος του Krebs» και το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ το οποίο προκαλεί οξέωση στους ιστούς. Η γαλακτική οξέωση προκαλεί αρχικά λειτουργικές διαταραχές και εφόσον επιδεινωθεί, προκαλεί βλάβες στο κύτταρο και τελικά θάνατο των κυττάρων. Ο εγκέφαλος λοιπόν εξαρτάται από τη συνεχή παροχή οξυγόνου για τον μεταβολισμό της ενέργειάς του. Πειραματικές εργασίες έχουν δείξει ότι πολύ υψηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα μπορεί να είναι βλαβερά σε περιπτώσεις ή καταστάσεις με χαμηλό επίπεδο οξυγόνου εξαιτίας της δημιουργίας σοβαρότερης γαλακτικής οξέωσης.

Η κατανάλωση ενέργειας στον εγκέφαλο δεν επηρεάζεται από τη διανοητική εργασία αλλά σημειώνεται πάντα μια σχετική ανακατανομή. Ούτε ο κανονικός ύπνος επηρεάζει γενικά την κατανάλωση ενέργειας, ενώ η θερμοκρασία του σώματος την επηρεάζει σημαντικά. Έτσι για κάθε ολόκληρο βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας του σώματος αυξάνεται και η κατανάλωση ενέργειας κατά 5-7%. Είναι λοιπόν σημαντική η καταπολέμηση της υπερθερμίας σε ασθενείς με εγκεφαλικές κακώσεις ή εγκεφαλική ισχαιμία.

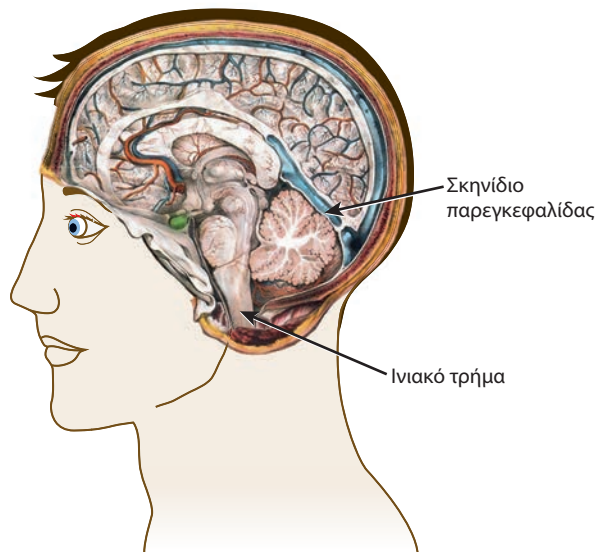
Τα βαρβιτουρικά μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και η βαθιά νάρκωση με βαρβιτουρικά προκαλεί μείωση του μεταβολισμού του οξυγόνου μέχρι 50%. Τα βαρβιτουρικά μειώνουν επίσης την ενδοκράνια πίεση και αυτό αποτελεί σοβαρή ένδειξη για τη χρήση των φαρμάκων αυτών στις ΚΕΚ (βλ. και Κεφ. 16).

Κατά τη διάρκεια μιας γενικευμένης επιληπτικής κρίσης (Grand mal) αυξάνονται πολλαπλά τόσο οι ανάγκες σε ενέργεια, όσο και η εγκεφαλική αιματική ροή (Cerebral blood flow – CBF). Έτσι, μια επιληπτική κρίση μπορεί γι' αυτό τον λόγο να οδηγήσει έναν ήδη ασθενούντα εγκέφαλο τόσο σε άσχημη άρδευση, όσο και σε αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης.

Ενδοκράνια πίεση και υπέρταση – Σύνδρομο εγκολεασμού

Με τον όρο **Ενδοκράνια πίεση** (Intracerebral Pressure – ICP) εννοούμε συνήθως την πίεση μέσα στον κρανιακό και σπονδυλικό χώρο, δηλαδή τον χώρο που περιέχεται στο ανένδοτο οστέινο κρανίο και στον ευένδοτο σπονδυλικό σωλήνα. Η ενδοκράνια κοιλότητα είναι μία άκαμπτη δομή, η οποία χωρίζεται μέσω του δρέπανου και του σκηνιδίου της παρεγκεφαλίδας σε άλλες μικρότερες κοιλότητες. Η επικοινωνία του υπερσκηνιδίου και υποσκηνιδίου χώρου στο ύψος μεσεγκέφαλου-γέφυρας συντελείται μέσω της εντομής του σκηνιδίου και περαιτέρω με τον σπονδυλικό σωλήνα μέσω του ινιακού τρήματος (Εικ. 1.4).

Ο όγκος της ενδοκράνιας κοιλότητας είναι σταθερός στον ενήλικα και καταλαμβάνεται φυσιολογικά από εγκέφαλο (1.400 ml, 80%), εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ΕΝΥ,



Εικ. 1.4 Σχηματική απεικόνιση του ενδοκρανιακού χώρου

$$V \text{ κρνιακής κοιλότητας (100\%)} = V_1 \text{ εγκεφάλου (80\%)} + V_2 \text{ αίματος (10\%)} + V_3 \text{ ENY (10\%)} + (V \text{ εξεργασία})$$

$$V = \text{Όγκος}$$

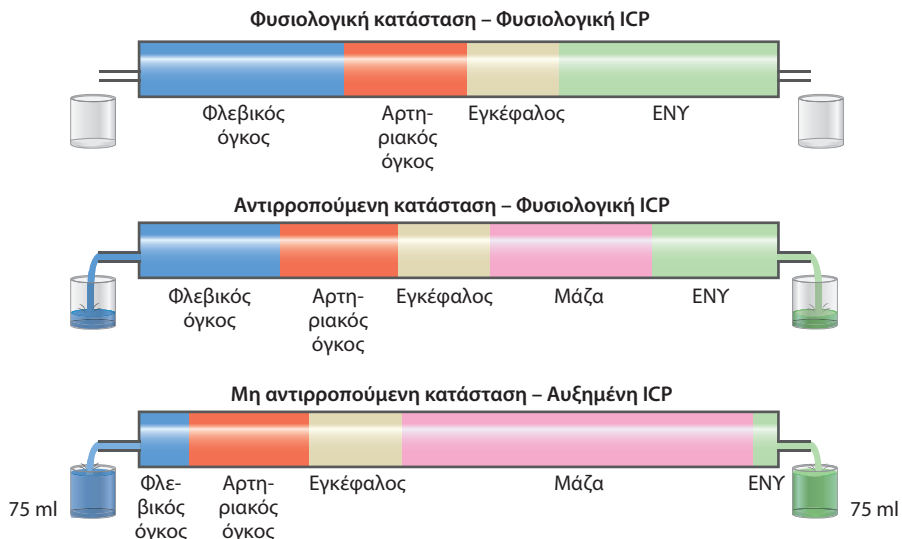
Εικ. 1.5 Το δόγμα του Monro-Kellie

100-150 ml, 10%) και αίμα (100-150 ml, 10%). Το **δόγμα Monro-Kellie** (Εικ. 1.5) υποδεικνύει ότι οποιοδήποτε από αυτά τα επιμέρους συστατικά μπορεί να υποστεί μεταβολές, αλλά ο συνολικός τους όγκος παραμένει σταθερός.

Ο εγκέφαλος, προκειμένου να διατηρήσει αυτή την ισορροπία, διαθέτει ορισμένους **φυσιολογικούς αντιρροπιστικούς μηχανισμούς**. Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν τη μεταβολή του όγκου του ENY και του φλεβικού αίματος (Εικ. 1.6). Συγκεκριμένα:

1. Διαστέλλεται η σκληρά μήνιγγα του σπονδυλικού σωλήνα με ταυτόχρονη διοχέτευση ποσότητας μέχρι 75 ml ENY στον υπαραχνοειδή χώρο του νωτιαίου μυελού και της ΟΜΣΣ (λήκυθο). Ταυτόχρονα, αυξάνεται η απορρόφηση του ENY από τη συστηματική κυκλοφορία με ταυτόχρονη μείωση της παραγωγής του.
2. Αυξάνει η παροχέτευση φλεβικού αίματος (μέχρι 75 ml) εκτός κρανίου μέσω των φλεβωδών κόλπων του εγκεφάλου και των σφαγιτίδων φλεβών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η διατήρηση μιας φυσιολογικής ενδοκράνιας πίεσης.

Η ICP είναι αποτέλεσμα της κυκλοφορίας αίματος και ENY προς τα μέσα και προς τα έξω του ενδοκρανιακού χώρου. Η μέτρησή της, όπου δεν υπάρχουν αντενδείξεις, γίνεται με τη βοήθεια οσφουονωτιαίας παρακέντησης (ΟΝΠ) και στήλης μέτρησης.



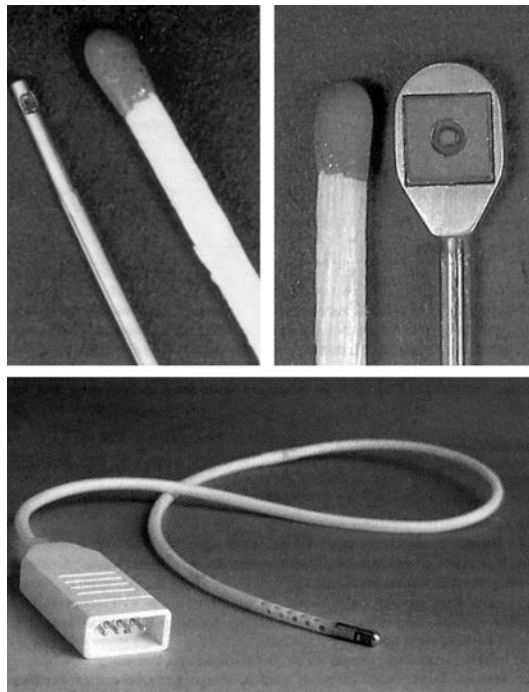
Εικ. 1.6 Φυσιολογικοί αντιρροπιστικοί μηχανισμοί (πηγή: Narayan, τροποποιημένο)

Πίνακας 1.1 Οι φυσιολογικές τιμές της ενδοκράνιας πίεσης (ICP)	
Ενήλικες	11-19 cmH ₂ O ή 8-14 mmHg
Παιδιά	5-10 cmH ₂ O ή 4-8 mmHg

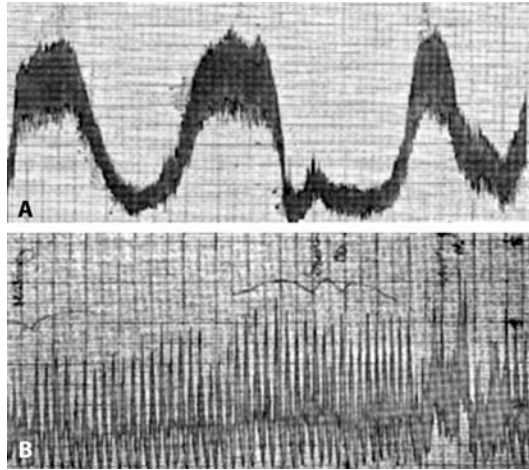
Σε κλινήρη ασθενή χωρίς διαφορά πιέσεων μεταξύ των διαφόρων ενδοκρανιακών χώρων, αυτή η μέθοδος καταμέτρησης είναι ακριβής. Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι φυσιολογικές τιμές της ενδοκράνιας πίεσης (ICP).

Κατά την ύπαρξη εξεργασίας, η μέτρηση πίεσης μέσω ΟΝΠ δίνει ψευδώς χαμηλές τιμές και είναι επικίνδυνη να προκαλέσει εγκολεασμό των αμυγδαλών της παρεγκεφαλίδας στο ινιακό τρήμα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, με αυξημένη πίεση και υπόνοια εξεργασίας, η πίεση μπορεί να μετρηθεί μέσω ενδοκοιλιακού καθετήρα ή ενός πολύ μικρού αισθητήρα πίεσης που τοποθετείται επισκληρίδια, υποσκληρίδια ή μέσα στο εγκεφαλικό παρέγχυμα (Εικ. 1.7). Οι τιμές της ICP που λαμβάνονται καταγράφονται σε διάγραμμα πίεσης 24ώρου (Εικ. 1.8).

Ένα διάγραμμα ICP δείχνει φυσιολογικά δύο τύπους παραλλαγών. Αφενός παρατηρείται μια μεταφορά του αρτηριακού κύματος με κάθε συστολή, αφετέρου παρατηρείται αλλαγή με την αναπνοή και την ενδοθωρακική πίεση που προφανώς επηρεάζει



Εικ. 1.7 Καθετήρες-αισθητήρες μέτρησης ενδοκράνιας πίεσης (αρχείο Μπιρμπίλη)



Εικ. 1.8 Α. Κύματα Α και Β. κύματα Β ενδοκράνιας πίεσης (αρχείο Μπιρμπίλη)

τη φλεβική επαναφορά. Η επίδραση της φλεβικής επαναφοράς στην ICP ελέγχεται με το **τεστ Queckenstedt** κατά το οποίο παρατηρείται αύξηση της ICP, όταν πιέζονται οι φλέβες του τραχήλου.

Μια μεμονωμένη μέτρηση της πίεσης οσφυϊκά ή ενδοκρανιακά δείχνει μόνο χονδρικά το επίπεδο πίεσης του ασθενούς, εφόσον η θέση, η αφύπνιση, η αναπνοή και η αρτηριακή πίεση επηρεάζουν την ICP. Πολλαπλές όμως μετρήσεις της ICP μπορούν να αποκαλύψουν διάφορες παθολογικές καμπύλες στο διάγραμμα πίεσης. Στην εικόνα 1.8 παρατίθενται οι κυριότερες παθολογικές καμπύλες ICP που καταγράφονται στις ΜΕΘ των νοσοκομείων.

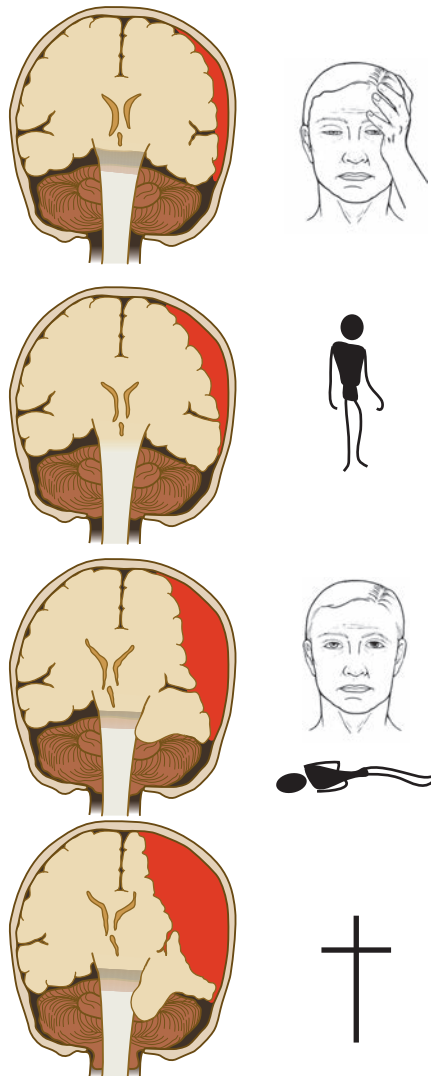
Τα **Α-κύματα** ή όπως ονομάζονται plateau waves, παρουσιάζονται σε ασθενείς με αυξημένη μέση αρτηριακή πίεση ή άσχημη αντιπαράθεση όγκου και εμφανίζονται ως μια ξαφνική αύξηση της πίεσης στα πιο υψηλά επίπεδα. Αυτά τα plateau waves επανέρχονται μετά από 5-15 λεπτά, το ίδιο απότομα, στο αρχικό επίπεδο. Αυτό παρουσιάζεται σε ασθενείς με εγκεφαλικό οίδημα μετά από ICP ή σε τελικό στάδιο σε ασθενείς με όγκους.

Τα **κύματα Β** είναι ένα σχέδιο με μικρές κορυφές πίεσης, 5-10 mmHg πάνω από τη μέση πίεση που παρουσιάζεται με μια συχνότητα 0,5-2 φορές ανά λεπτό. Τα κύματα Β παρουσιάζονται συνήθως τη νύκτα και είναι ένδειξη ελαφριάς ενδοκράνιας υπέρτασης που παρουσιάζεται π.χ. σε υδροκέφαλο.

Στην περίπτωση που ο συνολικός όγκος δεν μπορεί να διατηρηθεί σταθερός (π.χ. σε παθολογικές καταστάσεις) και οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί έχουν εξαντληθεί, τότε κάθε πρόσθετη αύξηση του όγκου θα οδηγήσει σε κατακόρυφη αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης. Αυτό φαίνεται στο διάγραμμα πίεσης-όγκου (Εικ. 1.9).

Η νοσολογική αυτή οντότητα ονομάζεται **Ενδοκράνια Υπέρταση**. Θεωρείται μια επείγουσα νευρολογική κατάσταση είτε ως αποτέλεσμα μιας πρωτοπαθούς βλάβης

κτόπιση του εγκεφάλου προς τον οπίσθιο βόθρο και μετατόπιση των αμυγδαλών προς τα κάτω στο ινιακό τρήμα (**κεντρικός εγκολεασμός**) (Εικ. 1.10). Η πίεση που ασκείται τότε στο στέλεχος προκαλεί κάκωση των κλάδων της βασικής αρτηρίας που το αρδεύουν με μη αναστρέψιμη ισχαιμία και μικροαιμορραγίες εντός αυτού (Εικ. 1.11). Αυτό είναι συνήθως το τελευταίο στάδιο του κεντρικού εγκολεασμού πριν από τον θάνατο (Εικ. 1.12) και συνοδεύεται από δυσλειτουργία αναπνοής και αρτηριακής πίεσης (προμήκης μυελός). Η ICP είναι τόσο υψηλή που η καρδιά (αρτηριακή



Εικ. 1.12 Σταδιακή εξέλιξη που βαθμιαία προκαλεί εγκολεασμό (ενσφήνωση) των δομών του εγκεφάλου με τελικό αποτέλεσμα τη βλάβη του εγκεφαλικού στελέχους και τον θάνατο του ασθενούς



Εικ. 1.13 Κλασική τριάδα συμπτωμάτων ενδοκράνιας υπέρτασης: **A.** Οίδημα οπτικών θηλών. **B.** Ρουκετοειδείς έμετοι. **Γ.** Κεφαλαλγία

πίεση) αδυνατεί να την υπερνικήσει και να στείλει το αίμα ενδοκρανιακά στον εγκέφαλο. Το φαινόμενο αυτό καταγράφεται χαρακτηριστικά στην αγγειογραφία εγκεφάλου σε περιπτώσεις εγκεφαλικού θανάτου. Στο τέλος συντελείται μια γενικευμένη ισχαιμία του εγκεφάλου.

Οι κλινικές εκδηλώσεις (**συμπτώματα και σημεία**) της ενδοκράνιας υπέρτασης σε πρώιμα στάδια είναι μη ειδικές και η βαρύτητά τους δεν συμβαδίζει με τον βαθμό της υπέρτασης. Περιλαμβάνουν την κεφαλαλγία, τη ναυτία, τους **εμέτους (ρουκετοειδείς)**, τη διπλωπία (λόγω πάρεσης του απαγωγού νεύρου) και τις διαταραχές του επιπέδου συνείδησης (Εικ. 1.13).

Κλασικά, η **κεφαλαλγία** περιγράφεται ως σφύζουσα και επιδεινώνεται με τον βήχα, καθώς και τις πρωινές ώρες. Η πρωινή επιδείνωση έχει αποδοθεί σε αύξηση της ICP κατά τη διάρκεια της νύκτας, η οποία οφείλεται σε μείωση της απορρόφησης του ΕΝΥ, στην κατάκλιση και την υπερκαπνία κατά τη διάρκεια του ύπνου λόγω αναπνευστικής καταστολής.

Οι **διαταραχές επιπέδου συνείδησης** παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα εκδηλώσεων, από απλή υπνηλία έως κώμα, και συσχετίζονται καλύτερα με τον βαθμό μετατόπισης της μέσης γραμμής παρά με τα επίπεδα της αυξημένης ICP. Πιστικά φαινόμενα επί του μεσεγκεφάλου (π.χ. πλάγιος εγκολεασμός) με βλάβη του ανιόντος δικτυώτου σχηματισμού (ARAS) συνοδεύονται από κώμα.

Αξιόπιστο σημείο ενδοκράνιας υπέρτασης αποτελεί το **οίδημα της οπτικής θηλής**, αλλά μπορεί να εκδηλωθεί μετά από αρκετές ημέρες αυξημένης ICP. Άλλο χαρακτηριστικό εύρημα, που ενδέχεται να συνοδεύει τις προχωρημένες μορφές υδροκεφάλου, είναι η απόκλιση του βλέμματος προς τα κάτω («σημείο δύοντος ηλίου»). Εμφανίζεται ως αποτέλεσμα πίεσης των κέντρων του ραχιαίου μεσεγκεφάλου, που ρυθμίζουν την κίνηση του βλέμματος προς τα άνω. Σε ακόμη πιο προχωρημένα στάδια εμφανίζεται η **τριάδα του Cushing**, δηλαδή αύξηση αρτηριακής πίεσης, βραδυκαρδία και διαταραχή του ρυθμού της αναπνοής (Cheyne-Stokes). Αποτελεί όψιμο και δυσοίωνο σημείο συμπίεσης του εγκεφαλικού στελέχους και υποδηλώνει επικείμενο εγκολεασμό. Μια τέταρτη παράμετρος στην τριάδα ή τετράδα του Cushing είναι η αύξηση