



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΙΔΟΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΕΝΥ

ΟΔΗΓΟΣ ΠΑΙΔΟΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

Επιτροπή Παιδονευροχειρουργικής και Διαταραχών ΕΝΥ

Γ. Μαρκογιαννάκης

Β. Τσιτούρας

Χ. Χαμηλός

Επιβλέποντα Μέλη Δ.Σ. ΕΝΧΕ

Α. Πρασάς

Π. Τσιτσόπουλος

ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ

ΠΑΙΔΟΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Ιορδανίδου Δέσποινα

Γενικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης «Ιπποκράτειο»

Περίληψη

Η χορήγηση αναισθησίας για νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε νεογνά, βρέφη και παιδιά, αποτελεί ακόμα και στις μέρες μας μία ιδιαίτερη πρόκληση για τον αναισθησιολόγο που θα αναλάβει τη συνολική περιεγχειρητική διαχείριση και φροντίδα του μικρού ασθενή. Ο αναισθησιολόγος θα πρέπει να γνωρίζει τις παθοφυσιολογικές ιδιαιτερότητες του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος των νεογνών, βρεφών και παιδιών, και κυρίως τις επιδράσεις της Μέσης Αρτηριακής Πίεσης, της μερικής πίεσης οξυγόνου PaO_2 και μερικής πίεσης διοξειδίου του άνθρακα $PaCO_2$ του αρτηριακού αίματος στο μηχανισμό αυτορρύθμισης του εγκεφάλου, ώστε με τις κατάλληλες τεχνικές αναισθησίας και μηχανικού αερισμού να εξασφαλίζει διεγχειρητικά επαρκή πίεση άρδευσης του εγκεφάλου. Σημαντικό στοιχείο της περιεγχειρητικής φροντίδας είναι η προεγχειρητική εκτίμηση και προετοιμασία του παιδιού, με τη λήψη κατάλληλου ιστορικού, την κλινική εξέταση, την αξιολόγηση των εργαστηριακών και απεικονιστικών εξετάσεων, τη χορήγηση προνάρκωσης, και την ψυχολογική προετοιμασία και συζήτηση με το παιδί ή/και τους γονείς. Διεγχειρητικά, σημαντικά στοιχεία είναι η ήπια εισαγωγή στην αναισθησία και η επιτυχής διαχείριση του αεραγωγού, η εξασφάλιση ενδοφλέβιων οδών, το πλήρες βασικό monitoring, η γνώση της «φυσιολογικής» διεγχειρητικής αρτηριακής πίεσης, η διατήρηση νορμοθερμίας, η εφαρμογή εξειδικευμένου monitoring ανάλογα με την κατάσταση του παιδιού και τη βαρύτητα της επέμβασης, η τοποθέτηση του παιδιού σε σωστή χειρουργική θέση, η έγκαιρη αναγνώριση και αντιμετώπιση σοβαρών επιπλοκών, όπως η φλεβική εμβολή αέρα, η κατάλληλη χορήγηση ενδοφλέβιων υγρών, ο σωστός χρόνος για μετάγγιση αίματος και παραγώγων, και η χορήγηση κατάλληλης αντιβιοτικής προφύλαξης. Κάποιες ειδικές νευροχειρουργικές οντότητες στα παιδιά μπορεί να απαιτούν ιδιαίτερη αναισθησιολογική φροντίδα. Τέτοιες είναι ο υδροκέφαλος και η τοποθέτηση παροχέτευσης, οι κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις και οι τραυματικές κακώσεις της Σπονδυλικής Στήλης και του

Νωτιαίου Μυελού, οι κρανιοτομίες λόγω όγκων εγκεφάλου ιδιαίτερα στον Οπίσθιο Κρανιακό Βόθρο και οι επεμβάσεις στη σπονδυλική στήλη και το Νωτιαίο Μυελό. Το παρόν κείμενο επιχειρεί να προσεγγίσει τα παραπάνω ζητήματα με μία σύγχρονη ματιά, και βασιζόμενο στα πιο πρόσφατα τεκμηριωμένα στοιχεία της διεθνούς βιβλιογραφίας.

I. Εισαγωγή

Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) αποτελεί αναμφίβολα ενώ περίπλοκο σύστημα. Αποτελείται από εκατομμύρια νευρώνες, ολιγοδενδρίτες και υποστηρικτικά κύτταρα (μικρογλοία), που συμμετέχουν και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους στη μεταφορά αισθητικών ερεθισμάτων από το εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον του σώματος, αλλά και στην πρόκληση κινητικών απαντήσεων. Κατά την εμβρυϊκή ζωή, η μη φυσιολογική ανάπτυξη του ΚΝΣ μπορεί να έχει ως συνέπεια την εμφάνιση σοβαρών βλαβών στα νεογέννητα και νεογνά, και οι βλάβες αυτές μπορεί να έχουν κακή εξέλιξη κατά τη βρεφική και παιδική ηλικία, αν δεν αντιμετωπιστούν χειρουργικά (Sebastian & McClain, 2018). Η χορήγηση αναισθησίας σε νεογνά, βρέφη και παιδιά με σοβαρές βλάβες του ΚΝΣ είναι αφενός επιβεβλημένη, αφετέρου αποτελεί μία πρόκληση για τον αναισθησιολόγο, καθώς αυτός πρέπει να διαχειριστεί έναν ασθενή σε πολύ μικρή ηλικία, με έναν ανώριμο και αναπτυσσόμενο εγκέφαλο, αλλά και με ειδική παθολογία του ΚΝΣ, που δεν πρέπει να επιδεινωθεί από την αναισθητική τεχνική (McClain et al, 2013).

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί η πολυπλοκότητα των νευροχειρουργικών επεμβάσεων σε νεογνά, βρέφη και παιδιά, παράλληλα έχουν εξελιχθεί πολύ οι τεχνολογικές και θεραπευτικές παρεμβάσεις στον εγκέφαλο, όπως το εξειδικευμένο monitoring στις κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις ΚΕΚ, με αποτέλεσμα η πρόκληση για τον αναισθησιολόγο να είναι ακόμα μεγαλύτερη (Soriano et al, 2002). Παρόλα αυτά, καταγράφεται συστηματικά σημαντική βελτίωση στην περιεγχειρητική φροντίδα και μεγάλα ποσοστά επιβίωσης των νεογνών, βρεφών και παιδιών με παθολογία του ΚΝΣ μετά από χειρουργική επέμβαση, και αυτό αποδίδεται κυρίως στην ενίσχυση των γνώσεων μας για το συγκεκριμένο αντικείμενο, στην αυξημένη εμπειρία των αναισθησιολόγων στη χορήγηση αναισθησίας σε παιδιατρικούς ασθενείς με παθολογία του ΚΝΣ, αλλά και στην εφαρμογή ειδικών τεχνικών και εξειδικευμένου

monitoring, τόσο μέσα στο χειρουργείο όσο και στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας ΜΕΘ (McClain et al, 2014).

Παρά τα συνεχώς βελτιωμένα αποτελέσματα έκβασης των μικρών ασθενών, μεγάλο ποσοστό των νεογνών, βρεφών και παιδιών που θα υποβληθούν σε νευροχειρουργική επέμβαση μπορεί να εμφανίσει μετεγχειρητικές επιπλοκές, με συχνότερες την αιμορραγία, τους σπασμοί και τις διαταραχές πήκτικότητας του αίματος, οι οποίες αυξάνουν τη νοσηρότητα και θνησιμότητα των παιδιών αυτών. Επίσης, οι εμφανιζόμενοι όγκοι του ΚΝΣ στα νεογνά, βρέφη και παιδιά είναι τελείως διαφορετικοί από αυτούς που εμφανίζουν οι ενήλικες, οι κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις στα παιδιά εξελίσσονται χειρότερα, ακόμα και όταν η έκταση της βλάβης στον εγκεφαλικό ιστό είναι μικρότερη, ενώ τα βρέφη είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στην ανάπτυξη υδροκεφάλου, που και αυτός εξελίσσεται διαφορετικά από ότι στους ενήλικες (Giraldo & Bissonnette, 2014). Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι για τη μείωση της νοσηρότητας και θνητότητας των παιδιών μετά από νευροχειρουργικές επεμβάσεις, αλλά και την καλή έκβασή τους, απαραίτητα είναι η γνώση των ανατομικών και παθοφυσιολογικών ιδιοτεροτήτων του ΚΝΣ σε αυτές τις ηλικιακές ομάδες, η γνώση της διαχείρισης των κύριων διεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών των παιδονευροχειρουργικών ασθενών, η λήψη των απαραίτητων μέτρων πρόληψης πιθανών επιπλοκών και η πρώιμη εφαρμογή κατάλληλης για την ηλικία θεραπείας (McClain et al, 2013).

Σε αυτή την ενότητα θα επιχειρήσουμε να ανασκοπήσουμε τις βασικές αρχές της αναισθησιολογικής διαχείρισης και φροντίδας των νεογνών, βρεφών και παιδιών με παθολογία ΚΝΣ, που πρόκειται να υποβληθούν σε νευροχειρουργική επέμβαση, με την ελπίδα να κατανοήσει ο αναγνώστης την πληθώρα των προβλημάτων που ανακύπτουν κατά τη διαχείριση παιδονευροχειρουργικών ασθενών.

II. Η εμβρυϊκή ανάπτυξη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος

Αρκετές νευροχειρουργικές παθολογικές καταστάσεις εμφανίζονται στα νεογνά και στα βρέφη εξαιτίας μη φυσιολογικής ανάπτυξης του ΚΝΣ κατά την εμβρυϊκή ζωή. Έτσι, η γνώση της εμβρυολογικής ανάπτυξης του ΚΝΣ μπορεί να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τον τρόπο εκδήλωσης των παθολογικών καταστάσεων του ΚΝΣ στα νεογνά, βρέφη και παιδιά.

Κατά την εμβρυογένεση, και συγκεκριμένα την 3^η εμβρυϊκή εβδομάδα, το εκτόδερμα διαφοροποιείται και μετατρέπεται σε νευροπλάκα. Η νευροπλάκα αναδιπλώνεται, και έτσι σχηματίζεται η νευρική αύλακα. Σε κάθε πλευρά της νευρικής αύλακας, σχηματίζονται επιπλέον δύο νευρικές αναδιπλώσεις. Η νευροποίηση, δηλαδή ο σχηματισμός νεύρων, ξεκινάει την 4^η εμβρυϊκή εβδομάδα, όταν οι νευρικές αναδιπλώσεις εκατέρωθεν της νευρικής αύλακας αρχίζουν και απλώνονται προς τα πίσω, ώστε να δημιουργήσουν τον νευρικό σωλήνα. Σε κοντινή απόσταση από τις νευρικές αναδιπλώσεις, βρίσκονται τα κορυφαία νευρικά κύτταρα, από τα οποία δημιουργούνται τελικά τα νωτιαία γάγγλια, τα κρανιακά νεύρα, και τα βασικά συστατικά του περιφερικού και αυτόνομου νευρικού συστήματος. Ο νευρικός σωλήνας εμφανίζει σύντηξη από το κέντρο με κατεύθυνση προς τα κάτω (ουραία) και προς τα πάνω (κρανιακά), δημιουργώντας τελικά το νευρικό κανάλι, ενώ οι μικρές οπές που παραμένουν ανοικτές στα δύο άκρα του νευρικού σωλήνα συντήσσονται την 25^η και 27^η μέρα ζωής, ταυτόχρονα με τη δημιουργία του αγγειακού δικτύου του νευρικού σωλήνα. Από το νευρικό κανάλι προκύπτει το κοιλιακό σύστημα και το κεντρικό κανάλι του ΚΝΣ, ενώ από το τοίχωμα του νευρικού σωλήνα δημιουργείται ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός (Sebastian & McClain, 2018).

III. Παθοφυσιολογία ΚΝΣ στα παιδιά

Τα διαθέσιμα στοιχεία για τις φυσιολογικές τιμές των νευροφυσιολογικών παραμέτρων στα νεογνά και βρέφη είναι περιορισμένα, συνήθως εξάγονται από μελέτες σε ενήλικες, εντούτοις τα τελευταία χρόνια υπάρχουν τεκμηριωμένα στοιχεία για την παθοφυσιολογική συμπεριφορά του νεογνικού, βρεφικού και παιδικού εγκεφάλου.

A. Τα ενδοκρανιακά συστατικά. Μετά την ηλικία των 12 πρώτων μηνών ζωής, όπου κλείνουν οι ραφές και πηγές των βρεφών, η κρανιακή κοιλότητα θεωρείται μία κλειστή κοιλότητα που περιλαμβάνει τρία κύρια συστατικά: τον εγκέφαλο και διάμεσο υγρό (80% του συνολικού όγκου του κρανίου), το εγκεφαλονωτιαίο υγρό ΕΝΥ (10%) και το αίμα (10%) (Sebastian & McClain, 2018). Σύμφωνα με το «**δόγμα Monroe-Kelly**» το άθροισμα του όγκου όλων των ενδοκρανιακών συστατικών διατηρείται σταθερό, ενώ κάθε αύξηση του όγκου ενός συστατικού (με επακόλουθη αύξηση της ενδοκρανιακής πίεσης ICP) οδηγεί αναγκαστικά σε

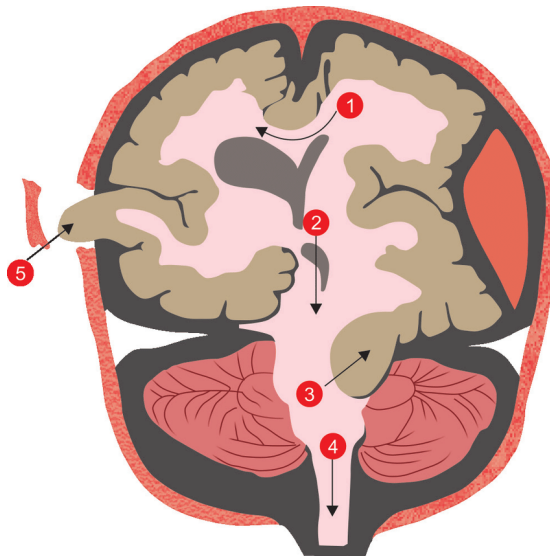
μείωση του όγκου των υπόλοιπων συστατικών, ώστε να διατηρείται μία σταθερή ισορροπία, με την προϋπόθεση ότι αυτή η μεταβολή γίνεται σταδιακά και οι κρανιακές πηγές και ραφές έχουν κλείσει ([Monroe, 1783](#)). Αντίθετα, στα νεογνά και βρέφη, όπου οι ραφές δεν έχουν οστεοποιηθεί και οι πηγές παραμένουν ανοικτές, οι μικρές και αργές αυξήσεις του όγκου των ενδοκρανιακών συστατικών γίνονται καλά ανεκτές, χωρίς την εκδήλωση κλινικής συμπτωματολογίας ([Arieff et al, 1992](#)). Αν η αύξηση του όγκου ενός συστατικού παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε ο μηχανισμός «αποσυμπίεσης» αποτυγχάνει και θα οδηγήσει σε αύξηση της περιμέτρου του κεφαλιού του παιδιού. Όταν ένα νεογνό ή βρέφος εμφανίζει αύξηση της περιμέτρου του κεφαλιού, θα πρέπει οπωσδήποτε να εκτιμηθεί για την πιθανότητα να υπάρχει χωροκατακτητική εξεργασία στον εγκέφαλο ή υδροκέφαλος, ακόμα και αν το νεογνό/βρέφος δεν εκδηλώνει τυπικά κλινικά σημεία αυξημένης ενδοκρανιακής πίεσης ICP. Αντίθετα, μία ταχεία αύξηση του όγκου του ENY ή μίας χωροκατακτητικής βλάβης, όπως ένας όγκος εγκεφάλου, δεν προλαβαίνει να αντιρροπηθεί με αύξηση της περιμέτρου του κεφαλιού, με αποτέλεσμα να έχουμε μία απότομη αύξηση της ICP στα νεογνά/βρέφη, που μπορεί να οδηγήσει σε εγκολεασμού του εγκεφάλου ([Sebastian & McClain, 2018](#)).

B. Η ενδοκρανιακή πίεση. Η φυσιολογική ICP στα νεογνά και βρέφη είναι μικρότερη από 6mmHg (μιλιμέτρα στήλης υδραργύρου), και μπορεί να διατηρείται φυσιολογική ακόμα και σε παρουσία ενδοκρανιακής παθολογίας, εξαιτίας των ανοικτών πηγών. Στα μεγαλύτερα παιδιά η ICP είναι μικρότερη από 15mmHg. Συνεπώς, κατά την κλινική εξέταση των νεογνών και βρεφών θα πρέπει πάντα να ψηλαφάται η κεντρική πηγή, καθώς μία προέχουσα ή «γεμάτη» πηγή μπορεί να υποδηλώνει ύπαρξη παθολογίας ενδοκρανιακά. Συχνά, στα νεογνά και βρέφη το πρώτο σημείο που υποδηλώνει την ύπαρξη σοβαρής ενδοκρανιακής παθολογίας είναι μία σταθερή ICP, που περιστασιακά εμφανίζει κύματα πίεσης, και τα οποία δεν πρέπει ποτέ να θεωρούνται φυσιολογικά ([Sebastian & McClain, 2018](#)).

Σε κάποια νεογνά και βρέφη μπορεί να εμφανίζεται αυξημένη ICP, παρά την ύπαρξη ανοικτών πηγών, και αυτή η αυξημένη πίεση μπορεί να προκαλέσει εγκεφαλική ισχαιμία ή/και εγκολεασμό εγκεφάλου, με αποτέλεσμα δευτερογενείς σοβαρές βλάβες στον εγκέφαλο. Σε κάθε περίπτωση, η αυξημένη ICP, χωρίς παράλληλη αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης ΜΑΠ, μπορεί να προκαλέσει μείωση της πίεσης άρδευσης του εγκεφάλου (CPP), με τελικό αποτέλεσμα την εγκεφαλική ισχαιμία. Ο παραπάνω μηχανισμός ακολουθεί την εξής πορεία: η μείωση της CPP οδηγεί σε μείωση της εγκεφαλικής αιματικής ροής CBF, η μείωση της CBF έχει

ως αποτέλεσμα τη μειωμένη προσφορά οξυγόνου και μεταβολικών στοιχείων στα εγκεφαλικά κύτταρα, αυτό προκαλεί σοβαρή κυτταρική βλάβη που σταδιακά θα εξελιχθεί σε κυτταρικό θάνατο με αύξηση των φλεγμονωδών διαμεσολαβητών, ενώ τελικά η παρουσία αυτών των φλεγμονωδών στοιχείων θα προκαλέσει έναν καταρράκτη αντίδρασης, με περαιτέρω αύξηση του εξωκυττάριου υγρού που θα επιδεινώσει την αυξημένη ICP. Καθώς μειώνεται η CPP, σταδιακά εμφανίζεται δυσλειτουργία των νευρώνων και οριστικός θάνατος των εγκεφαλικών κυττάρων (Arieff et al, 1992).

Η αυξημένη ICP, εκτός από μείωση της CPP, μπορεί να οδηγήσει σε εγκολεασμό εγκεφάλου. Εντός της άκαμπτης κρανιακής κοιλότητας υπάρχουν κάποια ευένδοτα σημεία, δηλαδή σημεία στα οποία ο εγκέφαλος μπορεί να συμπιεστεί και να ενσφηνωθεί, εφόσον υπάρχουν συνθήκες αυξημένης πίεσης. Τα σημεία αυτά είναι το εγκεφαλικό δρέπανο, το σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας, το ινιακό τρήμα, ενώ σε περιπτώσεις λύσης της συνέχειας του άκαμπτου κρανίου (όπως σε περιπτώσεις κατάγματος ή κρανιοτομίας) το σημείο όπου υπάρχει οστικό έλλειμμα αποτελεί ένα ακόμα δυνητικό σημείο ενσφίνωσης του εγκεφάλου (Samuels & Wieteska, APLS 6th Ed, 2016). Με βάση τα παραπάνω, μπορεί να εμφανιστούν διάφορες κλινικές οντότητες πίεσης σημείων του εγκεφάλου σε αυτά τα ευένδοτα σημεία, που συνολικά ονομάζονται **σύνδρομο εγκολεασμού (Εικόνα 1)** (Swagata Tripathy et al, 2019).



Εικόνα 1. Σημεία και σύνδρομο εγκολεασμού.

1.Υποδρεπανικός εγκολεσμός, 2. Κεντρικός διασκηνιδιακός εγκολεασμός, 3. Πλάγιος διασκηνιδιακός εγκολεσμός/Σύνδρομο αγκίστρου, 4. Κεντρικός αμυγδαλικός εγκολεασμός / κεντρικό σύνδρομο, 5. Διακρανιακός εγκολεασμός/εγκεφαλοκήλη. Από: [Swagata Tripathy, 2019](#).

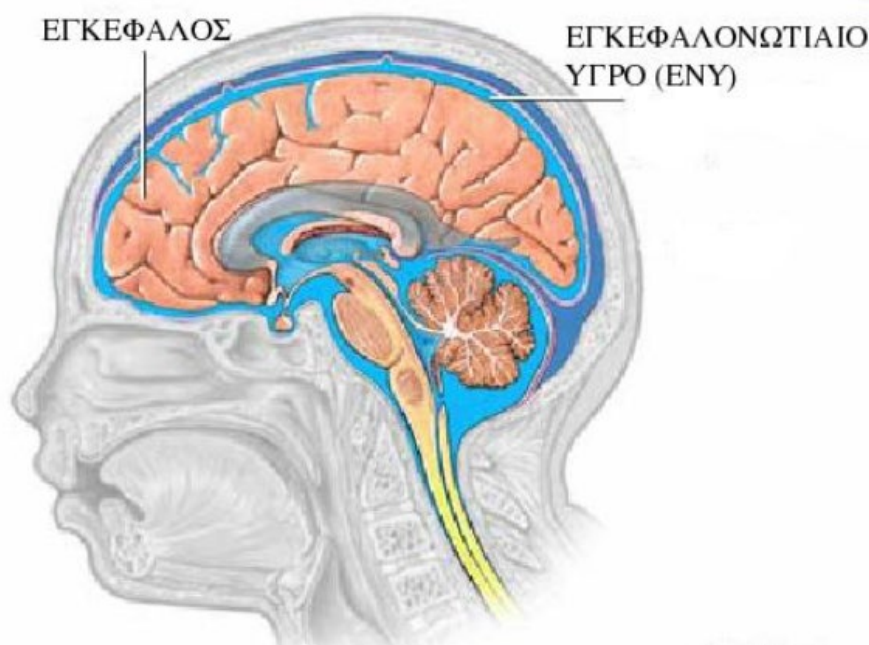
1. *Υποδρεπανικός εγκολεασμός*, όπου λόγω αυξημένης πίεσης του εγκεφάλου προερχόμενης από τα πλάγια, η έλικα του προσαγωγίου συμπιέζεται και τελικά μετατοπίζεται κάτω από το εγκεφαλικό δρέπανο, προκαλώντας κυρίως διαταραχές συμπεριφοράς και ετερόπλευρη μυϊκή αδυναμία των άκρων
2. *Κεντρικός διασκηνιδιακός εγκολεασμός*, όπου λόγω εξέλιξης της αυξημένης πίεσης προερχόμενης από πάνω, ο διεγκέφαλος και το στέλεχος μετατοπίζονται προς τα κάτω και εγκολεάζονται στο κεντρικό τμήμα του σκηνιδίου της παρεγκεφαλίδας, προκαλώντας βασικές βλάβες δυσλειτουργίας του στελέχους, με κυριότερες την άρρυθμη αναπνοή, την εμφάνιση βραδυκαρδίας και υπέρτασης (τριάδα Cushing). Ο εγκολεασμός αυτός μπορεί να εξελιχθεί σε αμυγδαλικό εγκολεασμό, οδηγώντας ταχέως στο θάνατο.
3. *Πλάγιος διασκηνιδιακός εγκολεασμός ή σύνδρομο αγκίστρου*, όπου το άγκιστρο του έσω κροταφικού λοβού, ως μέρος του ιππόκαμπου, λόγω αυξημένου όγκου και πίεσης προερχόμενης από την υπερσκηνίδιο περιοχή ωθείται προς τα κάτω, ενσφηνώνεται διαμέσου του σκηνιδιακού ανοίγματος και συμπιέζεται στο ανένδοτο ελεύθερο άκρο του σκηνιδίου, προκαλώντας αρχικά ομόπλευρη πίεση του κοινού κινητικού νεύρου και διαστολή της σύστοιχης κόρης, οφθαλμοκινητική παράλυση και ημιπληγία, ενώ αν ο εγκολεασμός εξελιχθεί, τότε οι βλάβες μπορεί να εμφανιστούν και από την αντίθετη πλευρά. Στα βρέφη μπορεί να εμφανιστεί πρώιμα απώλεια συνείδησης, συνεπώς θα πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα, γιατί μπορεί να οδηγήσει γρήγορα στο θάνατο.
4. *Κεντρικός αμυγδαλικός εγκολεασμός ή κεντρικό σύνδρομο (coning)*, όπου λόγω αυξημένης πίεσης προερχόμενης από πάνω, και ως εξέλιξη του κεντρικού διασκηνιδιακού εγκολεασμού, οι παρεγκεφαλιδικές αμυγδαλές παρεκτοπίζονται προς τα κάτω και ενσφηνώνονται εντός του ινιακού τμήματος, προκαλώντας άμεση δυσλειτουργία του στελέχους και του νωτιαίου μυελού που οδηγεί γρήγορα στο θάνατο.
5. *Διακρανιακός εγκολεασμός ή εγκεφαλοκήλη*, όπου λόγω παρουσίας οστικού ελλείμματος ή κατάγματος στη μία πλευρά, και αυξημένης πίεσης προερχόμενης από την αντίθετη πλευρά, ο εγκέφαλος μπορεί να εκβάλλει και να συμπιεστεί εντός του οστικού ελλείμματος.
6. *Ανάστροφος διασκηνιδιακός ή παρεγκεφαλιδικός εγκολεασμός*, ο οποίος είναι αρκετά σπάνιος, οφείλεται σε αυξημένη πίεση προερχόμενη από τον οπίσθιο κρανιακό βόθρο (όπως σε περιπτώσεις όγκων παρεγκεφαλίδας), και μπορεί να μετακινήσει την

παρεγκεφαλίδα προς τα πάνω, συμπιέζοντας και ενσφηνώνοντάς την ανάστροφα μέσα στο κεντρικό τρήμα του σκηνιδίου της παρεγκεφαλίδας και προκαλώντας σοβαρές βλάβες από τη συμπίεση του μεσεγκεφάλου (Swagata Tripathy et al, 2019).

Στα νεογνά και βρέφη τα τυπικά σημεία αυξημένης ICP δεν είναι αξιόπιστα. Σε πολλές περιπτώσεις τα νεογνά και βρέφη μπορεί να μην έχουν καθόλου κλινικά σημεία, ενώ σε άλλες περιπτώσεις μία φυσιολογική ICP μπορεί να συνοδεύεται από οίδημα θηλής, υπέρταση ή/και βραδυκαρδία (Bruce et al, 1977). Τα μικρά παιδιά που έχουν χρόνια αυξημένη ICP εμφανίζουν άτυπα συμπτώματα, όπως ευερεθιστότητα, πονοκέφαλο, μειωμένη λήψη τροφής και συχνούς πρωινούς εμέτους, χωρίς να συνυπάρχει οίδημα θηλής (Chaves-Carballo et al, 1975). Τα παραπάνω σημεία μπορεί να εξελιχθούν, οπότε οι όψιμες εκδηλώσεις μίας χρόνια αυξημένης ICP μπορεί να περιλαμβάνουν μεταβολές του επιπέδου συνείδησης ή και υπέρμετρες μη φυσιολογικές αντιδράσεις στα επώδυνα ερεθίσματα (Bruce et al, 1977). Τα παιδιά αυτά, ανάλογα με το επίπεδο συνείδησης τους, μπορεί να χρειαστούν χορήγηση γενικής αναισθησίας ή καταστολής, ώστε να εκτιμηθεί απεικονιστικά ο βαθμός της βλάβης. Οι συνήθεις απεικονίσεις είναι η αξονική τομογραφία CT και η μαγνητική τομογραφία MRI εγκεφάλου, οι οποίες μπορούν να αναδείξουν μία πιθανή συμπίεση ή διόγκωση των πλάγιων κοιλιών του εγκεφάλου, ύπαρξη υδροκεφάλου, μετατόπιση των δομών της μέσης γραμμής του εγκεφάλου ή διόγκωση της τρίτης ή/και τέταρτης κοιλίας (Sebastian & McClain, 2018).

Γ. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό ENY παράγεται από τα χοριοειδή πλέγματα των πλάγιων κοιλιών, της τρίτης και τέταρτης κοιλίας, ενώ μικρές ποσότητες παράγονται τόσο από τα επενδυματικά κύτταρα του τοιχώματος των κοιλιών, όσο και από την εγκεφαλική ουσία (Bailey, 2001). Ο ρυθμός παραγωγής ENY, τόσο στα νεογνά και βρέφη όσο και στους ενήλικες είναι 0,35ml/λεπτό ή 20ml/ώρα, συνεπώς η ημερήσια παραγωγή όγκου ENY ανέρχεται σε 500ml (Minns et al, 1987). Εντούτοις, ο ολικός όγκος ENY που υπάρχει εντός των κοιλιών και του υπαραχνοειδή χώρου στους ενήλικες είναι μόνο 100-150ml, γεγονός που σημαίνει ότι το ENY αντικαθίσταται δύο με τρεις φορές στη διάρκεια του 24ώρου. Είναι προφανές, ότι καθώς τα νεογνά και βρέφη έχουν μικρότερο μέγεθος κοιλιών και υπαραχνοειδή χώρου, ο ολικός όγκος ENY που υπάρχει εντός αυτών είναι πολύ μικρότερος, άρα ανανεώνεται πιο συχνά. Σε κάθε περίπτωση, η ύπαρξη αυξημένης ICP δεν επηρεάζει το ρυθμό παραγωγής ENY.

Το ΕΝΥ, μετά την παραγωγή του από τα χοριοειδή πλέγματα κυκλοφορεί εντός του εγκεφάλου ακολουθώντας την εξής πορεία: ξεκινώντας από τις πλάγιες κοιλίες, περνάει μέσω των τρημάτων του Monro στην τρίτη κοιλία, και από εκεί, διαμέσου του υδραγωγού του Sylvius, φτάνει στην τέταρτη κοιλία, ενώ η κυκλοφορία του διευκολύνεται από το σφυγμικό κύμα που προκαλούν οι αρτηρίες των χοριοειδών πλεγμάτων. Ακολούθως, μέσω των τρημάτων Luschka και Magendie που βρίσκονται στην οροφή της τέταρτης κοιλίας, το ΕΝΥ περνάει στον υπαραχνοειδή χώρο τόσο του εγκεφάλου, όσο και του νωτιαίου μυελού, και η ροή αυτή διευκολύνεται από το σφυγμικό κύμα των εγκεφαλικών και νωτιαίων αρτηριών (Εικόνα 2) (Χριστοφορίδου, 2018).



Εικόνα 2. Η παραγωγή και η κυκλοφορία του Εγκεφαλονωτιαίου Υγρού ΕΝΥ. Από:

http://www.american-rhinologic.org/images/users/3/image/images/csf_flow.jpg

Η απορρόφηση του ΕΝΥ λαμβάνει χώρα στις αραχνοειδείς λάχνες, που βρίσκονται στον υπαραχνοειδή χώρο. Οι λάχνες αυτές, που σχηματίζουν ομάδες, τα αραχνοειδή σωμάτια *Rachioni*, προβάλλουν μέσα στους φλεβώδεις κόλπους της σκληράς μήνιγγας, κυρίως στο επίπεδο του οβελιαίου κόλπου, και επιτρέπουν την απορρόφηση του ΕΝΥ μέσω βαλβίδων μονής κατεύθυνσης. Ο ρυθμός απορρόφησης ΕΝΥ εξαρτάται από την πίεση του ΕΝΥ: η απορρόφηση ξεκινάει όταν η πίεση ΕΝΥ στον υπαραχνοειδή χώρο φτάνει τα 68mmH₂O (μιλίμετρα στήλης νερού) ξεπερνώντας έτσι την πίεση των φλεβωδών κόλπων, ενώ στη

συνέχεια η απορρόφηση αυξάνεται γραμμικά (Cheek et al, 1994). Η παραγωγή και η απορρόφηση ENY ελέγχονται κεντρικά από έναν μηχανισμό αυτορρύθμισης, που επιτρέπει την παραγωγή, όταν υπάρχει μείωση του όγκου ENY, και αντίθετα την απορρόφηση, όταν υπάρχει περίσσεια ENY. Η φυσιολογική πίεση ENY κυμαίνεται από 100 έως 200cmH₂O, και μεταβάλλεται φυσιολογικά ανάλογα με την αρτηριακή πίεση, την αλλαγή της θέσης του κεφαλιού, τον ύπνο, το γέλιο ή το κράτημα της αναπνοής (δοκιμασία Valsalva). Διάφορες καταστάσεις μπορούν να προκαλέσουν μείωση της απορρόφησης ENY, όπως απόφραξη των αραχνοειδών λαχνών, απόφραξη της ροής ENY εντός του κοιλιακού συστήματος, φλεγμονή, ενδοκρανιακή αιμορραγία ή συγγενείς ανωμαλίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η μειωμένη απορρόφηση ENY θα οδηγήσει σταδιακά σε αύξηση της ICP (Bruce et al, 1977).

Δ. Η ενδοκρανιακή ευενδοτότητα. Ένα σημαντικό στοιχείο πριν τη χορήγηση αναισθησίας σε ένα νεογνό ή βρέφος με χειρουργική παθολογία του ΚΝΣ είναι ο προσδιορισμός της ενδοκρανιακής ευενδοτότητας, που ορίζεται ως ο λόγος της μεταβολής της ICP σε σχέση με τη μεταβολή του ενδοκρανιακού όγκου. Όπως αναφέρθηκε ήδη, τα νεογνά και βρέφη, επειδή έχουν ακόμα ανοικτές πηγές, διαθέτουν μεγάλη ικανότητα να αντιρροπούν αυξήσεις του ενδοκρανιακού όγκου. Δυστυχώς, αυτή η ιδιότητα δημιουργεί δυσκολία στην εκτίμηση του βαθμού επιπρόσθετης ικανότητας αντιρρόπησης κατά τη χορήγηση γενικής αναισθησίας. Έτσι, εάν η ICP είναι ήδη αυξημένη, υποθέτουμε ότι ο μηχανισμός αντιρρόπησης σε αυτά τα νεογνά/βρέφη έχει εξαντληθεί. Αντίθετα, σε νεογνά/βρέφη με φυσιολογική ICP, μία μικρή αύξηση του ενδοκρανιακού όγκου ή της εγκεφαλικής αιματικής ροής, εξαιτίας συγκεκριμένων αναισθητικών τεχνικών, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή εγκεφαλική βλάβη. Πριν τη χορήγηση αναισθησίας σε νεογνό/βρέφος με πιθανή ενδοκράνια παθολογία, είναι σημαντικό να εκτιμηθεί ο βαθμός πλήρωσης των πηγών. Στα μεγαλύτερα παιδιά, επειδή οι πηγές και οι ραφές τους έχουν πλέον κλείσει, η ενδοκρανιακή ευενδοτότητα τους είναι μικρότερη σε σχέση με τα νεογνά/βρέφη, που έχουν ακόμα ανοικτές ραφές και πηγές, όμως η ευενδοτότητα τους είναι μικρότερη σε σχέση με τους ενήλικες, επειδή έχουν μεγαλύτερη σχέση εγκεφαλικού ιστού προς ύδωρ, μικρότερο όγκο ENY και μικρή ενδοκρανιακή χωρητικότητα. Έτσι, τα παιδιά αυτά διατρέχουν το μεγαλύτερο κίνδυνο από όλες τις ηλικιακές ομάδες να εμφανίσουν αυξημένη ICP (Sebastian & McClain, 2018).

Ε. Ο εγκεφαλικός όγκος αίματος CBV και η εγκεφαλική αιματική ροή CBF. Κατά την αναισθησιολογική διαχείριση νεογνών, βρεφών και παιδιών, το στοιχείο που μεταβάλλεται πολύ εύκολα είναι ο **εγκεφαλικός όγκος αίματος CBV**, καθώς αποτελεί μόνο το 10% όλων των συστατικών που περιέχονται στο κρανίο. Η περισσότερη ποσότητα αυτού του όγκου αίματος βρίσκεται εντός του φλεβικού δικτύου, που είναι σύστημα χαμηλής πίεσης και υψηλής χωρητικότητας, με αποτέλεσμα οποιαδήποτε αύξηση των άλλων συστατικών του ενδοκρανιακού όγκου να συμπιέζει το φλεβικό δίκτυο και να προκαλεί εύκολα μείωση του CBV. Μάλιστα, σε παιδιά με υδροκέφαλο παρατηρείται συχνά εκτροπή του φλεβικού αίματος από τον ενδοκρανιακό προς τον εξωκρανιακό χώρο, κι έτσι τα παιδιά αυτά εμφανίζουν έντονα διατεταμένες φλέβες στο κρανίο (επίφλεβο), ορατές με γυμνό μάτι (Di Rocco et al, 1975).

Η **εγκεφαλική αιματική ροή CBF** στα παιδιά μεταβάλλεται με την ηλικία. Η CBF στους ενήλικες είναι 55ml/ 100g εγκεφαλικού ιστού /λεπτό, αποτελώντας περίπου το 15% της καρδιακής παροχής (Lassen et al, 1976). Στα νεογέννητα, νεογνά και πρόωρα βρέφη οι τιμές είναι χαμηλότερες, 40-42ml/ ανά 100g εγκεφαλικού ιστού /λεπτό, ενώ η CBF εμφανίζει μεγάλη μεταβλητότητα, ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του νεογέννητου/νεογνού (πρόωρο ή τελειόμηνο) και ανάλογα με τις καθημερινές του συνήθειες (ύπνος, θηλασμός) (Milligan, 1979). Στα μεγαλύτερα βρέφη και παιδιά οι τιμές CBF είναι υψηλότερες των ενηλίκων, περίπου 90-100ml / 100g εγκεφαλικού ιστού/ λεπτό, αντιπροσωπεύοντας το 25% της καρδιακής παροχής (Kennedy et al, 1957). Γίνεται κατανοητό ότι στα βρέφη και παιδιά ένα μεγάλο μέρος της καρδιακής παροχής καταναλώνεται στην άρδευση του εγκεφάλου, συγκριτικά με τους ενήλικες.

Στα φυσιολογικά παιδιά, που δεν βρίσκονται υπό γενική αναισθησία, η CBF είναι στενά συνδεδεμένη με τον εγκεφαλικό μεταβολικό ρυθμό οξυγόνου $CMRO_2$, όπου ο $CMRO_2$ ακολουθεί τις μεταβολές της CBF, και αυτή η στενή σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων είναι γνωστή ως **εγκεφαλικό μεταβολικό coupling** (σύζευξη).

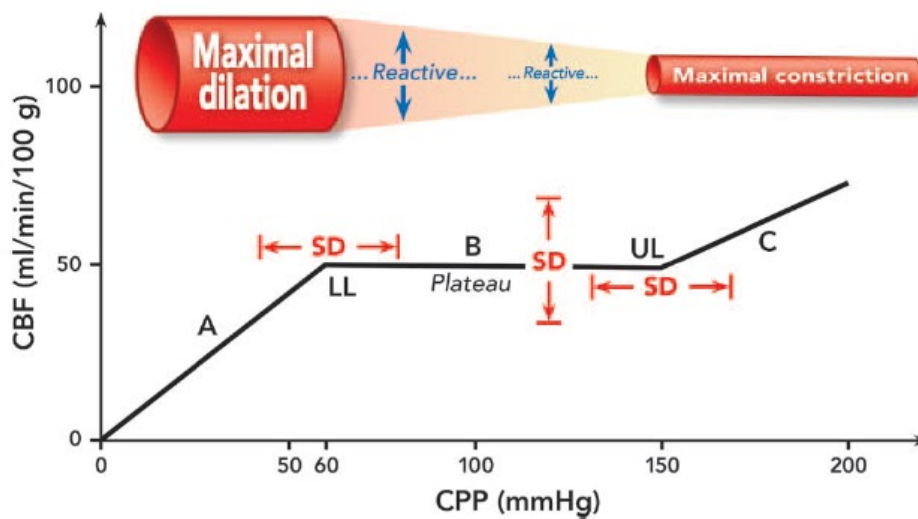
Ο **εγκεφαλικός μεταβολικός ρυθμός O_2 $CMRO_2$** στους ενήλικες είναι περίπου 3,5-4,5ml O_2 / 100g εγκεφαλικού ιστού/ λεπτό. Τα νεογνά και πρόωρα βρέφη έχουν χαμηλότερο $CMRO_2$, και αντίστοιχα χαμηλότερη CBF, συνεπώς εμφανίζουν σχετική ανοχή στην υποξαιμία. Στα μεγαλύτερα βρέφη και παιδιά ο $CMRO_2$ είναι μεγαλύτερος, εξαιτίας της υψηλότερης CBF και της αυξημένης κατανάλωσης γλυκόζης (Kennedy et al, 1957). Ενδιαφέρον είναι το γεγονός, ότι ενώ τα περισσότερα αναισθητικά φάρμακα έχουν ως κύρια δράση τη μείωση του $CMRO_2$ κατά περίπου 50%, στα πολύ πρόωρα νεογνά η δράση των ίδιων αναισθητικών παραγόντων είναι

αντίθετη, με αποτέλεσμα να προκαλούν αύξηση του $CMRO_2$ (Settergren et al, 1976). Σε κάθε περίπτωση, στα βρέφη και παιδιά μία ανεπαρκής CBF θα έχει ως αποτέλεσμα υποάρδευση του εγκεφάλου, υποξαιμία, υπερκαπνία και οξέωση, και αυτή η περίσσεια ιόντων υδρογόνου εντός των εγκεφαλικών αγγείων θα προκαλέσει αγγειοδιαστολή, περαιτέρω αύξηση της CBF, CBV και τελικά αύξηση της ICP. Εφόσον ο μηχανισμός σύζευξης μεταξύ CBF και $CMRO_2$ χαθεί οριστικά, τότε η CBF θα ακολουθεί παθητικά τις μεταβολές της μέσης αρτηριακής πίεσης ΜΑΠ (Sebastian & McClain, 2018).

ΣΤ. Η εγκεφαλική αγγειακή αυτορρύθμιση. Η εγκεφαλική αιματική ροή CBF εμφανίζει μία αυτορρύθμιση ως απάντηση στις μεταβολές της μέσης αρτηριακής πίεσης ΜΑΠ, αλλά και στις μεταβολές των μερικών πιέσεων του διοξειδίου του άνθρακα $PaCO_2$ και του οξυγόνου PaO_2 στο αρτηριακό αίμα. Έτσι, ο όρος **εγκεφαλική αγγειακή αυτορρύθμιση** αναφέρεται στην ικανότητα του εγκεφάλου να διατηρεί σταθερή την αιματική ροή CBF, μέσω μεταβολής του εύρους των αγγείων του, για ένα συγκεκριμένο εύρος εγκεφαλικού μεταβολικού ρυθμού $CMRO_2$ και παρά τις διακυμάνσεις της πίεσης άρδευσης του εγκεφάλου CPP, δηλαδή της ΜΑΠ, αλλά και της $PaCO_2$ και PaO_2 . Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η CPP ορίζεται ως η διαφορά της Μέσης Αρτηριακής Πίεσης ΜΑΠ και της ενδοκρανιακής πίεσης ICP, εφόσον η τελευταία είναι μεγαλύτερη από την Κεντρική Φλεβική Πίεση ΚΦΠ (Paulson et al, 1990). Γίνεται κατανοητό ότι η CPP επηρεάζεται άμεσα από τις διακυμάνσεις της ΜΑΠ, συνεπώς η σωστή διαχείριση της αρτηριακής πίεσης, τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά, είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση της CBF, εφόσον και οι υπόλοιποι παράγοντες (μη σχετιζόμενοι με την αγγειακή άρδευση) που επηρεάζουν τον εγκεφαλικό αγγειακό τόνο και το μηχανισμό αυτορρύθμισης (PaO_2 , $PaCO_2$) είναι σε ιδανικά επίπεδα (Meng & Gelb, 2015).

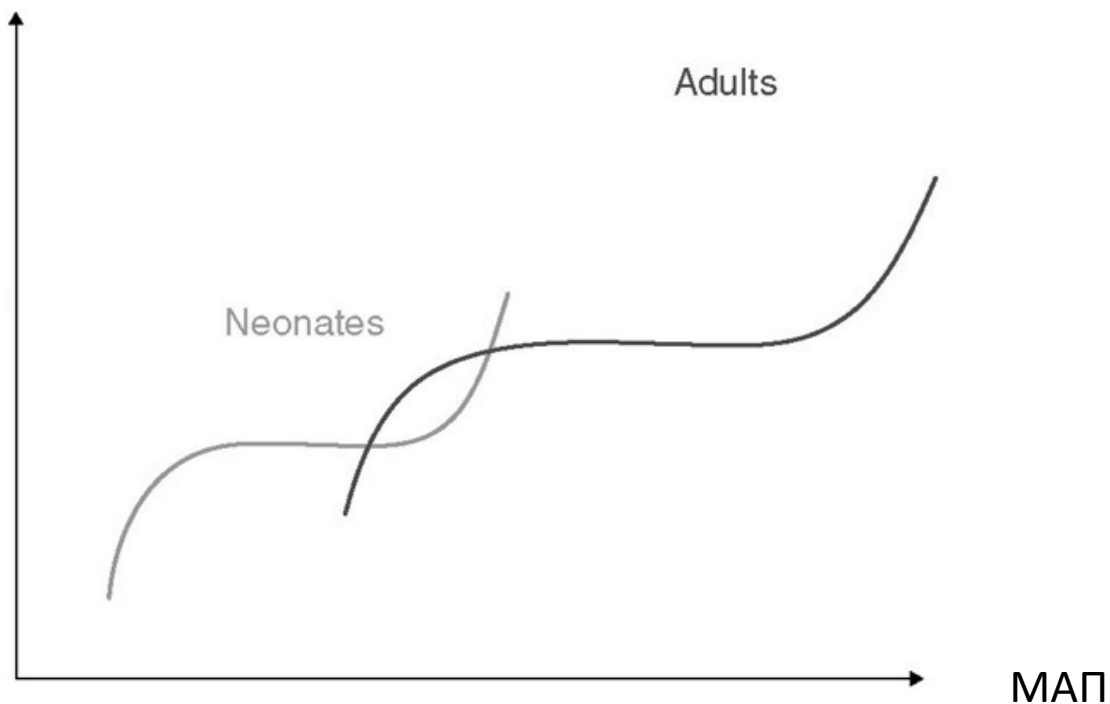
- **Η επίδραση της Μέσης Αρτηριακής Πίεσης:** Η Μέση Αρτηριακή Πίεση ΜΑΠ έχει άμεση επίδραση στην Πίεση Άρδευσης Εγκεφάλου CPP, μέσω της σχέσης $CPP = MAP - ICP$ (ή ΚΦΠ, εφόσον $KFP > ICP$). Ο μηχανισμός εγκεφαλικής αυτορρύθμισης μπορεί να απεικονιστεί ως μία καμπύλη σε σχήμα S, που συσχετίζει τη CBF (στον κάθετο άξονα) με την CPP (στον οριζόντιο άξονα) (Εικόνα 3). Στην καμπύλη αναγνωρίζεται το κατώτερο όριο πίεσης CPP (Lower Level LL) στα περίπου 60mmHg και το ανώτερο όριο πίεσης CPP (Upper Level UL) περίπου στα 150mmHg, και μέσα σε αυτά τα όρια η CBF διατηρεί σταθερή τιμή. Αυτή η σταθερή τιμή CBF απεικονίζεται στην καμπύλη ως plateau, δηλαδή το επίπεδο όπου τα εγκεφαλικά αγγεία μεταβάλλουν τον τόνο και το εύρος τους κατάλληλα και ανεξάρτητα από τη ΜΑΠ, ώστε να

διατηρείται σταθερή η CBF περίπου στα 50ml/ 100g εγκεφαλικού ιστού / λεπτό. Πάνω από το ανώτερο (UL) και κάτω από το κατώτερο (LL) όριο πιέσεων άρδευσης, η CBF ακολουθεί παθητικά τις μεταβολές της ΜΑΠ-CPP ([Meng & Gelb, 2015](#)). Στην **Εικόνα 3** οι τιμές CPP στα LL, UL και plateau προέκυψαν από το μέσο όρο των τιμών που μετρήθηκαν σε πολλά άτομα και από πολλές μελέτες. Δυστυχώς, οι μέσοι όροι δεν συμπεριλαμβάνουν τη σταθερά απόκλισης SD, που σημαίνει ότι οι πραγματικές τιμές για τον εκάστοτε ασθενή, και ανάλογα με τη φυσική του κατάσταση, μπορεί να είναι ελαφρώς μικρότερες ή μεγαλύτερες από το μέσο όρο. Ο [Drummond \(1997\)](#) αναφέρει ότι τα άτομα που μελετήθηκαν εμφάνισαν σοβαρή διαφοροποίηση ως προς το LL πίεσης CPP του μηχανικού αυτορρύθμισης, με εύρος από 40 έως 110mmHg, τόσο σε υγιείς ενήλικες όσο και σε άτομα που υποβλήθηκαν σε καρδιοπνευμονικό bypass ([Joshi et al, 2012](#)). Άλλο σημαντικό στοιχείο είναι ότι το LL της CPP μεταβάλλεται ανάλογα με την αιτία πρόκλησης της υπότασης. Καταγράφηκε ότι σε περιπτώσεις σοβαρής υπότασης λόγω ενεργού αιμορραγίας, το κατώτερο όριο ΜΑΠ - CPP του μηχανισμού αυτορρύθμισης υπολογίστηκε στο 65% της αρχικής (baseline) ΜΑΠ-CPP, ενώ σε περιπτώσεις υπότασης λόγω επίδρασης αναισθητικών φαρμάκων, το κατώτερο όριο ΜΑΠ - CPP του μηχανισμού αυτορρύθμισης ήταν αρκετά πιο χαμηλό, στο 35-40% της αρχικής (baseline) ΜΑΠ-CPP. Αυτή η διαφοροποίηση σε σχέση με το μηχανισμό πρόκλησης υπότασης μπορεί να οφείλεται στην ταχύτητα εγκατάστασης της υπότασης ή και στη συνοδό παρουσία υποξυγοναιμίας (όπως συμβαίνει σε ενεργό αιμορραγία), που καταλύουν ταχύτερα το μηχανισμό αυτορρύθμισης, και φέρουν το κατώτερο όριο CPP σε πιο υψηλά επίπεδα ([Fitch et al, 1976](#)).



Εικόνα 3. Ο μηχανισμός εγκεφαλικής αυτορρύθμισης, ως συσχέτιση της εγκεφαλικής αιματικής ροής CBF (κάθετος άξονας) με την Πίεση Άρδευσης Εγκεφάλου CPP (οριζόντιος άξονας). Η CBF παραμένει σταθερή μεταξύ του κατώτερου ορίου CPP (LL), που ορίζεται στα 60mmHg, και του ανώτερου ορίου CPP (UL), που ορίζεται στα 150mmHg. Ενδιάμεσα δημιουργείται το τμήμα B ή plateau, που αποτελεί το εύρος τιμών CPP, εντός του οποίου η CBF διατηρεί μία σταθερή τιμή (50ml/ 100g εγκεφαλικού ιστού / λεπτό), λόγω της καλής αντιδραστικότητας των εγκεφαλικών αγγείων. Πέρα από αυτά τα όρια, δηλαδή κάτω από LL και πάνω από το UL, δημιουργούνται συνθήκες (τμήμα A, τμήμα C) όπου η CBF ακολουθεί παθητικά τις μεταβολές της ΜΑΠ-CPP. Επισημαίνεται ότι οι παραπάνω τιμές δεν είναι σταθερές για όλα τα άτομα, αλλά υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των ατόμων, ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση. Αυτό αποτυπώνεται από τον δείκτη της σταθεράς απόκλισης SD, σύμφωνα με τον οποίο το LL της CPP του μηχανισμού αυτορρύθμισης στα διάφορα άτομα μπορεί να κυμαίνεται από 30-80mmHg και το UL της CPP από 130-180mmHg. Από: *Meng & Gelb, 2015*.

Στα βρέφη και στα παιδιά το εύρος της ΜΑΠ, εντός του οποίου διατηρείται η αυτορρύθμιση της CBF, δεν είναι ξεκάθαρο, και κυρίως δεν είναι γνωστό το κατώτερο όριο ΜΑΠ. Πιστεύεται ότι πιθανόν να σχετίζεται με τις φυσιολογικές τιμές ΜΑΠ για την ηλικία των παιδιών, συνεπώς η καμπύλη εγκεφαλικής αυτορρύθμισης θα είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά σε σχέση με αυτή των ενηλίκων (**Εικόνα 4**).



Εικόνα 4. Μηχανισμός αυτορρύθμισης του εγκεφάλου στα νεογνά και στους ενήλικες. Η καμπύλη αυτορρύθμισης των νεογνών πέφτει και ανεβαίνει σε χαμηλότερες τιμές Μέσης Αρτηριακής Πίεσης ΜΑΠ σε σχέση με τους ενήλικες, ακολουθώντας τις φυσιολογικές για την ηλικία των νεογνών τιμές ΜΑΠ, και στρέφοντας της καμπύλη των νεογνών και βρεφών προς τα αριστερά συγκριτικά με αυτή των ενηλίκων, ενώ και τα κατερχόμενα και ανερχόμενα επίπεδα παθητικής ροής έχουν πιο απότομη κλίση, σε σχέση με την καμπύλη των ενηλίκων, αντικατοπτρίζοντας τη μεγαλύτερη ευαισθησία των νεογνών και βρεφών στην εμφάνιση εγκεφαλικής ισχαιμίας ή υπεραιμίας αντίστοιχα. Από: <http://what-when-how.com/neuroanaesthesia-and-neurointensive-care/principles-of-paediatric-neurosurgery-neuroanaesthesia-part-1/>

Κάποιες μελέτες έχουν αποδείξει ότι σε βρέφη κάτω των 6 μηνών, η CBF ελαττώνεται σημαντικά όταν η ΜΑΠ μειώνεται κάτω από 40 mmHg (μιλίμετρα στήλης υδραργύρου) (Lou et al, 1979). Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι σε πολύ χαμηλού βάρους γέννησης νεογνά ο αυτορρυθμιστικός μηχανισμός είναι λειτουργικός μόνο σε νορμοτασικά αλλά όχι σε υποτασικά νεογνά. Πράγματι, τόσο σε πρόωρα όσο και σε τελειόμηνα νεογνά, η υπόταση σχετίζεται με χαμηλή CBF, βλάβη ισχαιμίας επαναιμάτωσης (Osborn et al, 2004), ενδοεγκεφαλική αιμορραγία και οριστική βλάβη του εγκεφάλου (Volpe, 1997). Φαίνεται ότι αυτή η οριστική νευρωνική βλάβη, εξαιτίας της υποάρδευσης, επαναιμάτωσης και επακόλουθης υπεραιμίας, οφείλεται στη σημαντική κατανάλωση οξυγόνου και γλυκόζης, στο stress του σαρκοπλασματικού δικτύου των εγκεφαλικών κυττάρων, στη διάσπαση της ομοιόστασης των πρωτεϊνών, στην υπέρμετρη παραγωγή γλουταμικού οξέος, στο οξειδωτικό stress, στη φλεγμονώδη απάντηση, και τελικά στην ενεργοποίηση της οδού του οριστικού κυτταρικού θανάτου, τόσο στη λευκή όσο και στη φαιά ουσία του νεογνικού εγκεφάλου (Hua et al, 2017; Wang et al, 2015).

Συνεπώς η καταγραφή και η διατήρηση της Αρτηριακής Πίεσης σε φυσιολογικά επίπεδα στα νεογνά και βρέφη είναι πολύ σημαντική. Οι κύριοι περιορισμοί που υπάρχουν στα νεογνά και βρέφη, αναφορικά με τη μέτρηση της Αρτηριακής Πίεσης είναι ότι, αφενός μία φυσιολογική αρτηριακή πίεση (ΜΑΠ) δεν ανταποκρίνεται πάντα στην πραγματική συστηματική ροή, με αποτέλεσμα νεογνά με αρχόμενο shock να έχουν αρχικά φυσιολογική ΜΑΠ (Soleymani et al, 2012), και αφετέρου ότι μέχρι πρότινος δεν υπήρχε επαρκής τεκμηρίωση για το τί ορίζουμε υπόταση στα νεογνά και μικρά βρέφη, και ποια είναι η κατώτερη ΜΑΠ, πέρα από την οποία εμφανίζεται υποάρδευση του εγκεφάλου (Chavez-Valdez et al, 2016). Για τη σωστή φροντίδα και καλή έκβαση των νεογνών και βρεφών, απαραίτητο είναι να καθορίσουμε επακριβώς ποια είναι τα φυσιολογικά όρια ΜΑΠ, ποιο είναι το όριο παρέμβασης, και ποια η ιδανική αντιμετώπιση της υπότασης, ώστε να εξασφαλίζεται κάθε στιγμή η κατάλληλη άρδευση του εγκεφάλου και των άλλων οργάνων (Rhee et al, 2018). Τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες Μονάδες Εντατικής Νοσηλείας Νεογνών ΜΕΝΝ γίνεται προσπάθεια να διατηρείται η ΜΑΠ των νεογνών (πρόωρων και τελειόμηνων) σε επίπεδα ίδια ή μεγαλύτερα της ηλικίας κύησης τους σε εβδομάδες (Lou et al, 1979). Πρόσφατη μελέτες καταγραφής της φυσιολογικής ΜΑΠ σε νεογνά, βρέφη και παιδιά υπό γενική αναισθησία, από μεγάλη βάση δεδομένων, τεκμηριώνει ότι η φυσιολογική ΜΑΠ σε πρόωρα και τελειόμηννα νεογνά είναι παρόμοια με την ηλικία κύησής τους (βλέπε παρακάτω) (De Graaff, 2018). Ακόμα, η ανάπτυξη αναπνευστικής δυσχέρειας, ειδικά σε πρόωρα νεογνά, επιδεινώνει το μηχανισμό αυτορρύθμισης, οπότε η αύξηση της CBF πέρα από τα όρια αυτορρύθμισης μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση ενδοκοιλιακής αιμορραγίας IVH (McClain et al, 2013). Στα μεγαλύτερα παιδιά πάντως το εύρος ΜΑΠ, εντός του οποίου διατηρείται η αυτορρύθμιση της CBF, είναι παρόμοιο με αυτό των ενηλίκων, δηλαδή περίπου 50-150mmHg (Sebastian & McClain, 2018).

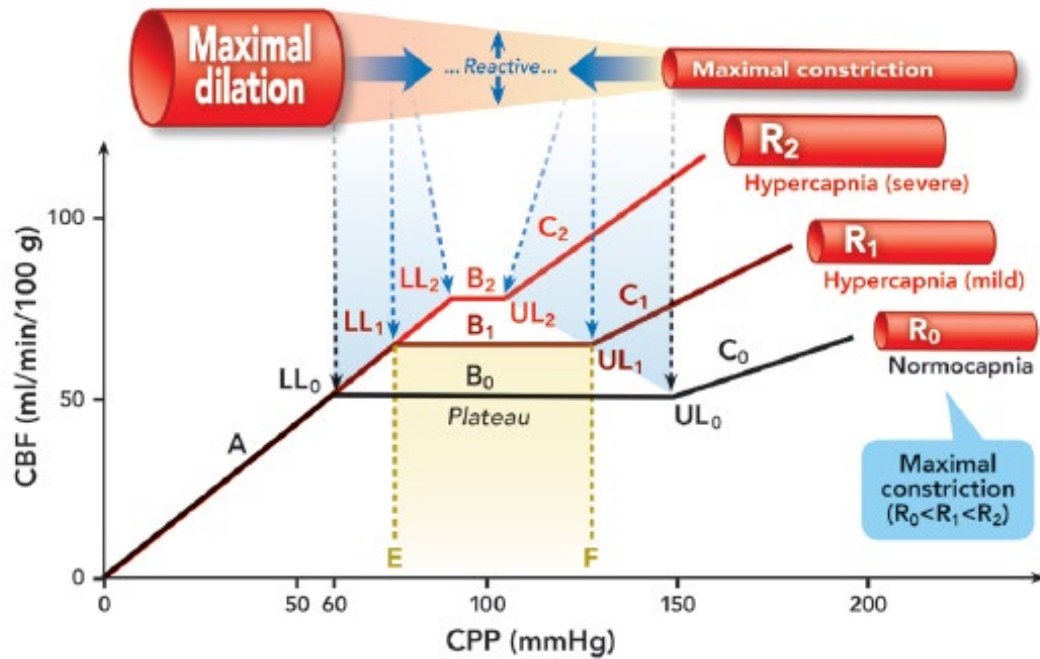
- **Η επίδραση του Οξυγόνου O_2 :** Η εγκεφαλική αιματική ροή CBF στα νεογνά και βρέφη επηρεάζεται αρκετά από την μερική πίεση οξυγόνου του αρτηριακού αίματος PaO_2 , ενώ και σε αυτή την περίπτωση ο μηχανισμός αυτορρύθμισης διατηρεί σταθερή τη CBF σε μεγάλο εύρος διακύμανσης της PaO_2 . Στους ενήλικες, ο μηχανισμός αυτορρύθμισης της CBF αρχίζει να ενεργοποιείται όταν η τιμή της PaO_2 πέσει κάτω από 50mmHg, αυξάνοντας την CBF, με αποτέλεσμα όταν η PaO_2 φτάσει τα 15mmHg, η CBF να έχει σχεδόν τετραπλασιαστεί, με στόχο να διατηρηθεί η παροχή οξυγόνου O_2 στον εγκέφαλο (Rogers et al, 1980). Αυτή η μεγάλη αύξηση της CBF προκαλεί αύξηση του εγκεφαλικού όγκου αίματος CBV, και εφόσον η

ενδοκρανιακή ευενδοτότητα είναι χαμηλή, το αποτέλεσμα θα είναι η άνοδος της ενδοκρανιακής πίεσης ICP.

Αντίθετα, η υπεροξία θα προκαλέσει μείωση της CBF. Ενήλικα άτομα που λαμβάνουν εξωτερικά οξυγόνο O₂ σε συγκέντρωση 100% για αρκετή ώρα, θα εμφανίσουν μείωση της CBF κατά 33% (Kety et al, 1948). Στα νεογνά, ιδιαιτέρως στα πρόωρα, αλλά και στα βρέφη η παρατεταμένη χορήγηση 100% O₂ και η επακόλουθη υπεροξία προκαλεί αρκετές ανεπιθύμητες επιδράσεις (Sola, 2008), έτσι είναι πολύ σημαντικό να σταθμιστεί σωστά η κατάλληλη χορήγηση O₂ με τις δυνητικές τοξικές επιδράσεις που μπορεί να έχει η χορήγησή του σε υψηλές συγκεντρώσεις (Habre & Petak, 2014).

- **Η επίδραση του Διοξειδίου του Άνθρακα CO₂:** Η εγκεφαλική αιματική ροή CBF μεταβάλλεται γραμμικά και ευθέως ανάλογα σε σχέση με την μερική πίεση διοξειδίου του άνθρακα στο αρτηριακό αίμα PaCO₂, καθώς η παρουσία CO₂ στο αρτηριακό αίμα προκαλεί αγγειοδιαστολή των εγκεφαλικών αγγείων. Στους ενήλικες, η αύξηση της PaCO₂ έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της CBF, όπου για κάθε αύξηση PaCO₂ κατά 1 mmHg (μιλίμετρο στήλης υδραργύρου) η CBF αυξάνει περίπου κατά 2ml / 100g εγκεφαλικού ιστού / λεπτό (Coles et al, 2007). Μελέτη έδειξε ότι το όριο υπερκαπνίας, πέρα από το οποίο ο μηχανισμός αυτορρύθμισης επιδεινώνεται σημαντικά, είναι PaCO₂ μεγαλύτερη από 56mmHg, κατά τη διάρκεια αναισθησίας με σεβοφλουράνιο, και μεγαλύτερη από 60mmHg, κατά την αναισθησία με προποφόλη (McCulloch et al, 2000).

Στα νεογνήνητα και νεογνά, η αγγειακή απάντηση στις μεταβολές PaCO₂ δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως, οπότε η μέτρια υπερκαπνία και υποκαπνία έχει μικρότερη επίδραση στο νεογνικό εγκέφαλο και στη CBF, σε σχέση με τους ενήλικες. Μελέτη σε πολύ χαμηλού βάρους γέννησης VLBW νεογνά απέδειξε ότι η προοδευτική υπερκαπνία επιδείνωσε προοδευτικά το μηχανισμό αυτορρύθμισης, μετατρέποντας τελικά την πίεση άρδευσης εγκεφάλου σε μία παράμετρο παθητικά καθοδηγούμενη από τη ΜΑΠ (Kaiser et al, 2005). Παρόλα αυτά, καμία από τις μελέτες σε νεογνά, βρέφη και παιδιά δεν κατάφερε να μελετήσει σε βάθος και τελικά να τεκμηριώσει πώς επιδρά η υπερκαπνία στο κατώτερο όριο (LL), στο ανώτερο όριο (UL) και στο plateau της καμπύλης αυτορρύθμισης (McCulloch et al, 2000). Σύμφωνα με τους Meng & Gelb (2015) η επίδραση της υπερκαπνίας στα νεογνά και βρέφη μετακινεί το plateau της καμπύλης αυτορρύθμισης προς τα πάνω (υψηλότερες τιμές CBF), εξαιτίας πρόκλησης αγγειοδιαστολής (Εικόνα 5).

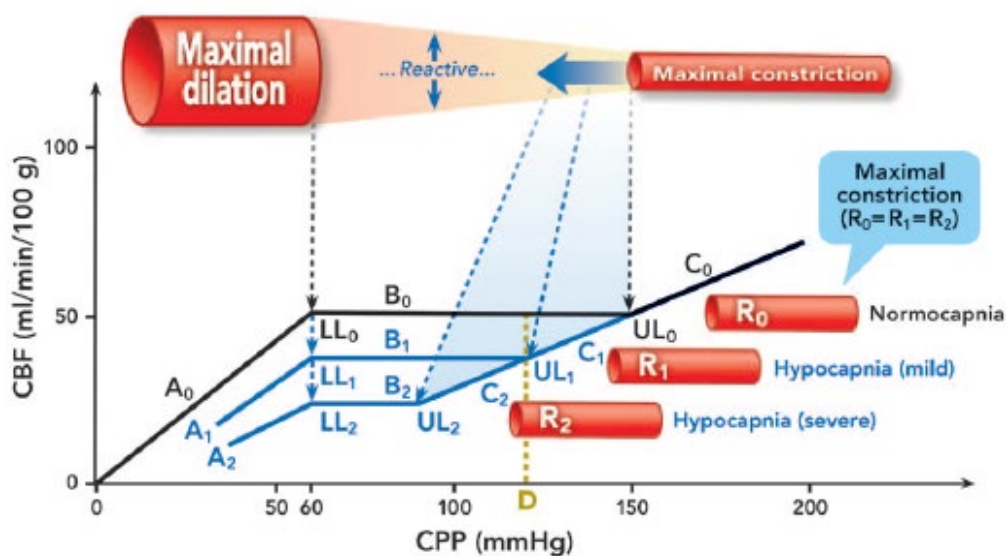


Εικόνα 5. Η επίδραση της υπερκαπνίας στο μηχανισμό αυτορρύθμισης του εγκεφάλου. Η καμπύλη αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας απεικονίζεται με τη μαύρη συνεχόμενη γραμμή, και σε συνθήκες μέτριας και σοβαρής υπερκαπνίας με κόκκινες συνεχόμενες γραμμές. Οι εγκεφαλικές αγγειακές αντιστάσεις απεικονίζονται με ροζ/κόκκινο, ενώ η δυναμική μεταβολή από τη μέγιστη αγγειοδιαστολή και τη μέγιστη αγγειοσύσπαση προς συνθήκες αγγειοδραστικότητας απεικονίζονται με τα μπλε βέλη. Τα κατώτερα LL και ανώτερα όρια UL της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας και μέτριας ή σοβαρής υπερκαπνίας απεικονίζονται με τις διακεκομμένες μαύρες και μπλε γραμμές αντίστοιχα. A= το επίπεδο κάτω από το κατώτερο όριο LL της καμπύλης αυτορρύθμισης; B= το επίπεδο plateau της καμπύλης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (B0), μέτριας υπερκαπνίας (B1) και σοβαρής υπερκαπνίας (B2); C= το επίπεδο πάνω από το ανώτερο όριο UL της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (C0), μέτριας υπερκαπνίας (C1) και σοβαρής υπερκαπνίας (C2); CBF= εγκεφαλική αιματική ροή; CPP= Πίεση άρδευσης εγκεφάλου; LL= το κατώτερο όριο της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (LL0), μέτριας υπερκαπνίας (LL1) και σοβαρής υπερκαπνίας (LL2); R= επίπεδο αγγειακών αντιστάσεων σε συνθήκες νορμοκαπνίας (R0), μέτριας υπερκαπνίας (R1) και σοβαρής υπερκαπνίας (R2); UL= το ανώτερο όριο της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (UL0), μέτριας υπερκαπνίας (UL1) και σοβαρής υπερκαπνίας (UL2). Φαίνεται ότι σε συνθήκες υπερκαπνίας, η καμπύλη αυτορρύθμισης στρέφεται προς τα αριστερά και πάνω, με αποτέλεσμα το επίπεδο plateau να περιορίζεται σημαντικά συγκριτικά με την καμπύλη σε συνθήκες νορμοκαπνίας. Από: Meng & Gelb, 2015.

Συγκεκριμένα, η επίδραση της υπερκαπνίας προκαλεί πιο έντονη αγγειοδιαστολή σε σχέση με τη μείωση της CPP σε νορμοκαπνικούς ασθενείς, οπότε σε συνθήκες υπερκαπνίας η μείωση της ΜΑΠ προκαλεί συνθήκες, όπου το κατώτερο όριο LL της καμπύλης αυτορρύθμισης προσεγγίζεται σε υψηλότερες τιμές CPP (σε σχέση με συνθήκες νορμοκαπνίας), και έτσι η καμπύλη αυτορρύθμισης μετακινείται προς τα δεξιά (Meng & Gelb, 2015). Όσο μεγαλύτερο το επίπεδο υπερκαπνίας, τόσο μεγαλύτερη η μετακίνηση της καμπύλης προς τα δεξιά. Όπως

αποτυπώνεται στην Εικόνα 5, σε νορμοκαπνικούς ασθενείς το σημείο E του οριζόντιου άξονα CPP αντιστοιχεί σε μέτριο επίπεδο αγγειοδιαστολής των εγκεφαλικών αγγείων, καθώς η CPP σε αυτό το σημείο είναι μεγαλύτερη από την πίεση του σημείου LL της καμπύλης αυτορρύθμισης. Αντίθετα, σε συνθήκες υπερκαπνίας το ίδιο σημείο E του οριζόντιου άξονα CPP αντιστοιχεί στη μέγιστη αγγειοδιαστολή των εγκεφαλικών αγγείων, εξαιτίας της πρόσθετης αγγειοδιαστολής που προκαλεί η περίσσεια CO₂ στο αρτηριακό αίμα, με την προϋπόθεση ότι τα αγγεία έχουν παρόμοιες αγγειακές αντιστάσεις. Αντίστοιχα, ενώ σε νορμοκαπνικούς ασθενείς η αύξηση της CPP προκαλεί αγγειοσύσπαση φτάνοντας στο UL της καμπύλης αυτορρύθμισης, σε συνθήκες υπερκαπνίας το UL της καμπύλης προσεγγίζεται σε μικρότερες τιμές CPP, εξαιτίας των ανταγωνιστικών δράσεων της αγγειοσύσπασης λόγω υπέρτασης και της αγγειοδιαστολής λόγω υπερκαπνίας. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι σε συνθήκες υπερκαπνίας το UL της καμπύλης αυτορρύθμισης μετακινείται προς τα αριστερά, μειώνοντας έτσι το εύρος του plateau. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα διαφορετικά επίπεδα υπερκαπνίας (μέτρια ή σοβαρή) επιδρούν διαφορετικά στις αγγειακές αντιστάσεις, προκαλώντας διαφορετικού βαθμού αγγειοδιαστολή (Meng & Gelb, 2015).

Από την άλλη, η υποκαπνία μέσω εγκεφαλικής αγγειοσύσπασης μειώνει τη CBF. Ως προς το μηχανισμό αυτορρύθμισης σε συνθήκες υποκαπνίας δύο είναι τα κύρια ερωτήματα: πρώτον, πώς επηρεάζει η υποκαπνία το κατώτερο σημείο LL της καμπύλης αυτορρύθμισης, επειδή η υποκαπνία και η υπόταση έχουν αντίθετες δράσεις στον αγγειακό τόνο, και δεύτερον, πώς μετακινεί η υποκαπνία το ανώτερο σημείο UL της καμπύλης αυτορρύθμισης, επειδή η υποκαπνία και η υπέρταση επιδρούν παρόμοια στον αγγειακό τόνο με πρόκληση αγγειοσύσπασης (Meng & Gelb, 2015). Συνολικά, υπάρχει η αποδοχή ότι το κατώτερο όριο LL της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες υποκαπνίας είναι παρόμοιο με αυτό της νορμοκαπνίας (Artru et al, 1989). Αντίθετα, το ανώτερο όριο UL, σε συνθήκες υποκαπνίας μετατοπίζεται προς τα αριστερά και κάτω, λόγω της συνεργικής δράσης που έχει η υποκαπνία και η άνοδος της ΜΑΠ στον αγγειακό τόνο, με πρόκληση έντονης αγγειοσύσπασης. Μάλιστα, ανάλογα με το βαθμό υποκαπνίας, η πρόκληση αγγειοσύσπασης είναι πιο έντονη (Εικόνα 6) (Meng & Gelb, 2015).



Εικόνα 6. Η επίδραση της υποκαπνίας στο μηχανισμό αυτορρύθμισης του εγκεφάλου. Λαμβάνεται ως δεδομένο ότι η διάμετρος των εγκεφαλικών αγγείων στη μέγιστη αγγειοσύσπαση σε συνθήκες νορμοκαπνίας και υποκαπνίας είναι παρόμοια ($R_0=R_1=R_2$). Η καμπύλη αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας απεικονίζεται με τη μαύρη συνεχόμενη γραμμή, και σε συνθήκες μέτριας και σοβαρής υποκαπνίας με μπλε συνεχόμενες γραμμές. Οι εγκεφαλικές αγγειακές αντιστάσεις απεικονίζονται με ροζ/κόκκινο, ενώ η δυναμική μεταβολή από τη μέγιστη αγγειοδιαστολή και τη μέγιστη αγγειοσύσπαση προς συνθήκες αγγειοδραστικότητας απεικονίζονται με τα μπλε βέλη. Τα κατώτερα LL και ανώτερα όρια UL της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας και μέτριας ή σοβαρής υπερκαπνίας απεικονίζονται με τις διακεκομμένες μαύρες και μπλε γραμμές αντίστοιχα. A= το επίπεδο κάτω από το κατώτερο όριο LL της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (A_0), μέτριας υποκαπνίας (A_1) και σοβαρής υποκαπνίας (A_2), που τελικά θεωρούνται παρόμοια; B= το επίπεδο plateau της καμπύλης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (B_0), μέτριας υποκαπνίας (B_1) και σοβαρής υποκαπνίας (B_2); C= το επίπεδο πάνω από το ανώτερο όριο UL της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (C_0), μέτριας υποκαπνίας (C_1) και σοβαρής υποκαπνίας (C_2); CBF= εγκεφαλική αιματική ροή; CPP= Πίεση άρδευσης εγκεφάλου; LL= το κατώτερο όριο της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (LL_0), μέτριας υποκαπνίας (LL_1) και σοβαρής υποκαπνίας (LL_2); R= επίπεδο αγγειακών αντιστάσεων σε συνθήκες νορμοκαπνίας (R_0), μέτριας υποκαπνίας (R_1) και σοβαρής υποκαπνίας (R_2); UL= το ανώτερο όριο της καμπύλης αυτορρύθμισης σε συνθήκες νορμοκαπνίας (UL_0), μέτριας υποκαπνίας (UL_1) και σοβαρής υποκαπνίας (UL_2). Φαίνεται ότι σε συνθήκες υποκαπνίας, η καμπύλη αυτορρύθμισης, διατηρώντας σχετικά σταθερό το κατώτερο όριο LL της CPP, στρέφεται προς τα αριστερά και κάτω, συγκριτικά με την καμπύλη σε συνθήκες νορμοκαπνίας. Από: [Meng & Gelb, 2015](#).

Έτσι, η ιατρογενής πρόκληση υποκαπνίας από τη μηχανική εφαρμογή υπεραερισμού (μηχανικός αερισμός πνευμόνων με μεγάλους όγκους και υψηλή συχνότητα) θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της CBF, του CBV, και τελικά την ελάττωση της ICP για μικρό χρονικό διάστημα, και αυτό αποτελεί το βασικό μηχανισμό προσωρινής αντιμετώπισης της υπέρμετρης αύξησης της ICP με υπεραερισμό. Πρόσφατες μελέτες όμως αποδεικνύουν ότι η ιατρογενής παρατεταμένη εφαρμογή υπεραερισμού, ως μέτρο αντιμετώπισης της αυξημένης ICP, έχει τελικά καταστροφικές συνέπειες στον εγκέφαλο των περισσότερων ασθενών, και ιδιαιτέρως

σε νεογνά και βρέφη με σοβαρές κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις ΚΕΚ. Περιγράφεται ότι παιδιά με σοβαρή ΚΕΚ, στα οποία εφαρμόστηκε ήπιος υπεραερισμός για την αντιμετώπιση της αυξημένης ICP, εμφάνισαν τελικά σοβαρή εγκεφαλική ισχαιμία, ειδικά στο σημείο της βλάβης. Έτσι η εφαρμογή ιατρογενούς υπεραερισμού συστήνεται μόνο ως προσωρινό μέτρο άμεσης οξείας αντιμετώπισης, και για μικρή διάρκεια εφαρμογής, σε περιπτώσεις ασθενών με ΚΕΚ, που εμφανίζουν κύματα υπέρμετρης ανόδου της ICP ([Lassen, 1974](#)).

IV. Η περιεγχειρητική διαχείριση του παιδονευροχειρουργικού ασθενή

A. Η προεγχειρητική εκτίμηση και προετοιμασία

Αναμφίβολα, η περιεγχειρητική περίοδος είναι μία αρκετά στρεσογόνο φάση, τόσο για το παιδί που πρόκειται να υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση, όσο και για την οικογένεια. Συνήθως οι γονείς εκδηλώνουν έντονες ανησυχίες, τόσο για τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις που θα έχει η παρατεταμένη χορήγηση γενικής αναισθησίας, η πιθανή μετεγχειρητική ανάγκη νοσηλείας του παιδιού σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας και η έκβαση της χειρουργικής επέμβασης, όσο και για τους άμεσους κινδύνους από τη χορήγηση γενικής αναισθησίας. Όλα αυτά θα πρέπει να εξηγηθούν αναλυτικά στους γονείς, και να επιλυθούν οι όποιες απορίες τους κατά την προεγχειρητική επίσκεψη του αναισθησιολόγου ([Sebastian & McClain, 2018](#)).

Η προεγχειρητική επίσκεψη θα πρέπει καταρχήν να περιλαμβάνει τη **λήψη λεπτομερούς ιστορικού**. Θα καταγραφούν πληροφορίες για τις συνθήκες γέννησης του παιδιού (ηλικία κύησης, προωρότητα, βάρος γέννησης), για το αν υπήρξε ανάγκη νοσηλείας σε Μονάδα Εντατικής Νοσηλείας Νεογνών, και για τις συνθήκες ανάπτυξής του ([Ghazal et al, 2013](#)).

Θα αναζητηθούν πληροφορίες για την ύπαρξη παθολογίας ανά συστήματα: από το **αναπνευστικό**, πιθανή νεογνική διάγνωση συνδρόμου αναπνευστικής δυσχέρειας RDS ή βρογχοπνευμονικής δυσπλασίας BPD (σε περίπτωση προωρότητας), εκδήλωση βρογχιολίτιδας σε βρεφική ηλικία, βρογχικού άσθματος ή λαρυγγοτραχειοβρογχίτιδας croup σε παιδική ηλικία, πιθανή ύπαρξη αλλεργικής ρινίτιδας, υπνικής άπνοιας λόγω υπερτροφικών αμυγδαλών, πιθανή έκθεση σε παθητικό κάπνισμα, συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων αναπνευστικού και η συνήθης αγωγή αντιμετώπισής τους, και φυσικά η παρουσία ενεργού λοίμωξης αναπνευστικού, με βήχα και έντονη καταρροή την ώρα της προεγχειρητικής

επίσκεψης. Σε παρουσία ενεργού λοίμωξης αναπνευστικού, και εφόσον το επιτρέπουν οι συνθήκες του ΚΝΣ, η χειρουργική επέμβαση θα πρέπει να αναβάλλεται για 3-4 εβδομάδες.

Από το **κυκλοφορικό** θα αναζητηθούν πιθανή ύπαρξη φυσήματος (λειτουργικού ή παθολογικού), κυάνωσης, υπέρτασης, ιστορικού ρευματικού πυρετού, θα αξιολογηθεί η ύπαρξη επίσημης καρδιολογικής εκτίμησης (συνήθως παιδιά που έχουν κάποια αθλητική δραστηριότητα έχουν τουλάχιστον μία εκτίμηση από παιδοκαρδιολόγο για τη λήψη πιστοποιητικού), και θα καταγραφούν πληροφορίες από τους γονείς ή το ίδιο το παιδί για τη συνήθη καθημερινή σωματική δραστηριότητά του (κυρίως στο σχολείο).

Από τα υπόλοιπα συστήματα, θα αναζητηθούν πληροφορίες για πιθανή ύπαρξη **αλλεργίας** τροφικής, φαρμακευτικής ή σε συνθετικά υλικά. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να καταγραφούν η ηλικία έναρξης της αλλεργίας, η συχνότητα και βαρύτητα των αλλεργικών αντιδράσεων, αν έχουν γίνει κάποιες ειδικές εξετάσεις, αν υποβλήθηκε το παιδί σε θεραπεία απευαισθητοποίησης ή αν λαμβάνει τρέχουσα θεραπεία (π.χ. αντιισταμινικά). Οι περισσότερες αλλεργίες στα παιδιά αφορούν είτε σε μη ανοσολογικές αντιδράσεις είτε σε ανεπιθύμητες φαρμακευτικές αντιδράσεις. Η συχνότερη καταγεγραμμένη φαρμακευτική αλλεργία στα παιδιά είναι η αλλεργία στην πενικιλίνη, που συνήθως εκδηλώνεται με εμφάνιση εξανθήματος στα μάγουλα μετά από χορήγηση από το στόμα πενικιλίνης ή αμπικιλίνης, ενώ σε ποσοστό 5-10% καταγράφεται διασταυρούμενη αντίδραση και στις κεφαλοσπορίνες 1^{ης} γενιάς, όχι όμως στις 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς (Pichichero, 2005). Από την άλλη, η αλλεργία στο λάτεξ αφορά σε μία επίκτητη ευαισθητοποίηση του ανοσοποιητικού μετά από επαναλαμβανόμενη έκθεση των βλεννογόνων του παιδιού στο λάτεξ (Porri et al, 1997). Εμφανίζεται πολύ συχνά σε παιδιά με μηνιγγομυελοκήλη, που υποβλήθηκαν σε επαναλαμβανόμενες επεμβάσεις, σε παιδιά με συγγενείς ανωμαλίες του ουροποιητικού και πολλαπλούς καθετηριασμούς της ουροδόχου κύστης με καθετήρες λάτεξ, σε παιδιά που έχουν υποβληθεί από την αρχή της ζωής τους σε περισσότερες από τέσσερις χειρουργικές επεμβάσεις (Hourihane et al, 2002), και σε παιδιά που υποστηρίζονται μόνιμα από αναπνευστήρα (home ventilator) (Nakamura et al, 2000). Εκδηλώνεται συνήθως σε παιδιά με γνωστή ατοπία ή αλλεργία σε εξωτικά φρούτα και λαχανικά, όπως μπανάνα, αβοκάντο, ακτινίδιο, ανανά (fruit-latex allergy) (Brehler et al, 1997). Σε ακραίες περιπτώσεις, παιδιά με αλλεργία στο λάτεξ μπορεί να εκδηλώσουν σοβαρή αναφυλακτική αντίδραση. Τα παιδιά που βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο είναι αυτά που έχουν εκδηλώσει τουλάχιστον μία φορά αναφυλαξία στο λάτεξ, πρήξιμο στα χείλια τους μετά από το φούσκωμα μπαλονιού ή που

έχουν θετικό δερματικό έλεγχο σε επαφή με λάτεξ (Sampathi et al, 2011). Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται ενδονοσοκομειακά η όποια επαφή του παιδιού με στοιχεία λάτεξ (De Queiroz et al, 2009), ενώ συστήνεται να χρησιμοποιούνται υλικά (γάντια, καθετήρες, πεδία κ.α.) που είναι ελεύθερα από λάτεξ (latex free). Η προφυλακτική θεραπεία με ανταγωνιστές των H_2 υποδοχέων ισταμίνης και στεροειδή δεν αποτρέπει την εμφάνιση αναφυλακτικής αντίδρασης (Holzman, 1997). Σε περίπτωση εκδήλωσης αναφυλαξίας η άμεση επείγουσα αντιμετώπιση περιλαμβάνει την απομάκρυνση της πηγής του λάτεξ, τη χορήγηση οξυγόνου, την ενδοφλέβια χορήγηση ισορροπημένων διαλυμάτων σε δόση 20ml/kg για την αναζωογόνηση του κυκλοφορικού και τη σταθεροποίηση της αρτηριακής πίεσης, και τη χορήγηση αδρεναλίνης αρχικά ενδομυϊκά (10μg/kg διαλύματος 1:1000) ή ενδοφλέβια εφάπαξ (1-10μg/kg διαλύματος 1:10000) ακολουθούμενη από συνεχή έγχυση (0,01-0,1μg/kg/min) για τον κίνδυνο rebound εκδήλωσης, ανάλογα με τη βαρύτητα της κατάστασης, και σε συνδυασμό με άλλα αγγειοδραστικά φάρμακα (Samuels & Witeska, 2016).

Ακόμα, θα αναζητηθούν πληροφορίες για την ύπαρξη **παθολογίας του ουροποιητικού συστήματος** (όπως πρόσφατη ουρολοίμωξη, κυστεοουρητηρική παλινδρόμηση, νεφρικές ουλές), **παθολογίας ενδοκρινών αδένων ή μεταβολισμού** (όπως σακχαρώδης διαβήτης τύπου Ι, μη φυσιολογική ανάπτυξη, υπογλυκαιμία, παχυσαρκία, υπο/υπερθυρεοειδισμός, σύνδρομα υπόφυσης, θεραπεία με στεροειδή), **παθολογίας γαστρεντερικού συστήματος** (όπως έμετοι, διάρροιες, κοιλιοκάκη), νοσημάτων **νευρομυϊκού συστήματος** (π.χ. μυϊκή δυστροφία) ή ύπαρξη νοσημάτων του **αιμοποιητικού συστήματος** (όπως δρεπανοκυτταρική αναιμία, αιμορροφιλία κ.α.).

Ειδικά για το **ΚΝΣ**, θα καταγραφούν πληροφορίες για τη συγκεκριμένη χειρουργική παθολογία του παιδιού, για την έναρξη και ένταση των συμπτωμάτων, για το χρόνο της πρώτης απεικόνισης και διάγνωσης, για την εκδήλωση δευτεροπαθών προβλημάτων, και για την πιθανή εμφάνιση ευερεθιστότητας, αδυναμίας λήψης τροφής, σπασμών, διατεταμένης πρόσθιας πηγής στα νεογνά/βρέφη, ή πονοκεφάλου, διπλωπίας, οιδήματος θηλής, εμέτου στα μεγαλύτερα παιδιά (Ghazal et al, 2013).

Θα αναζητηθούν πληροφορίες για **άλλες χειρουργικές επεμβάσεις** στις οποίες υποβλήθηκε το παιδί, για τη χορήγηση γενικής αναισθησίας ή καταστολής στο παρελθόν και την πιθανή εμφάνιση ανεπιθύμητων αντιδράσεων από αυτήν.

Θα πρέπει να καταγραφεί λεπτομερώς η **φαρμακευτική αγωγή** που λαμβάνει το παιδί. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο αν το παιδί λαμβάνει **αντιεπιληπτική αγωγή**, ως

περιεγχειρητική πρόληψη εκδήλωσης σπασμών. Τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα αντιεπιληπτικά είναι η φαινουντοΐνη, η φαινοβαρβιτάλη και η καρβαμαζεπίνη, που πέραν της αντιεπιληπτικής τους δράσης προκαλούν, ως ανεπιθύμητη ενέργεια, σημαντική ενζυμική ενεργοποίηση του κυτοχρώματος P450, με αποτέλεσμα τον υπέρμετρο μεταβολισμό φαρμακευτικών παραγόντων, μεταξύ αυτών και των αναισθητικών φαρμάκων. Σε παιδιά που λαμβάνουν αντιεπιληπτική αγωγή για μεγάλο διάστημα απαιτείται προεγχειρητικός προσδιορισμός των θεραπευτικών επιπέδων της αντιεπιληπτικής φαρμακευτικής ουσίας στο αίμα, γιατί η άνοδος τους πέρα από τα ανώτερα όρια προκαλεί συνθήκες υπέρμετρου μεταβολισμού των αναισθητικών φαρμάκων. Επίσης τεκμηριώνεται ότι η περίσσεια βαλπροϊκού οξέος προκαλεί διαταραχές της λειτουργικότητας των αιμοπεταλίων και του πηκτικού μηχανισμού (Filho et al, 2012). Φαίνεται ότι η λεβετιρακετάμη κερδίζει όλο και περισσότερη δημοφιλία ως αντιεπιληπτικό φάρμακο, καθώς είναι ασφαλές, με άριστη αντι-E δράση και με μικρή επίπτωση στην εμφάνιση των παραπάνω ανεπιθύμητων δράσεων (Milligan et al, 2008).

Ακόμα θα καταγραφεί αν το παιδί λαμβάνει φάρμακα που επηρεάζουν άμεσα το μηχανισμό πήξης του αίματος (όπως ασπιρίνη, μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη), ή αν λαμβάνει ειδικά *φυτικά σκευάσματα*, όπως ομοιοπαθητικά ή φυτικά συμπληρώματα διατροφής. Ειδικά για τα φυτικά συμπληρώματα και τα ομοιοπαθητικά φάρμακα τεκμηριώνεται από μελέτες ότι σε ποσοστό έως 70% οι γονείς των παιδιών αποκρύπτουν τη συστηματική χορήγησή τους, συνεπώς θα πρέπει να γίνεται στοχευμένη ερώτηση (Ghazal et al, 2013; Du et al, 2014). Φαίνεται ότι τα σκευάσματα αυτά, και ιδιαίτερα το σκόρδο-garlic, ginseng, ginko biloba επηρεάζουν το μηχανισμό αιμόστασης, προκαλούν ηλεκτρολυτικές διαταραχές, αλληλεπιδρούν με τα αναισθητικά φάρμακα, οπότε σε περίπτωση συστηματικής λήψης τέτοιων σκευασμάτων συστήνεται η διακοπή τους τουλάχιστον για 7-10 μέρες πριν την επέμβαση (Serafini et al, 2014; Ghazal et al, 2013).

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να καταγραφεί αν έχει προηγηθεί **εμβολιασμός** τις τελευταίες 3 εβδομάδες. Επί του παρόντος συστήνεται ότι για την ασφαλή χορήγηση γενικής αναισθησίας και την αποφυγή αναστολής της ανοσολογικής απάντησης του εμβολίου, ο εμβολιασμός με αδρανοποιημένα στελέχη (μηνιγγιτιδόκοκκου και DPT: διφθερίτιδας, κοκκύτη, τετάνου) θα πρέπει να γίνει τουλάχιστον 7 μέρες νωρίτερα, ενώ ο εμβολιασμός με ενεργά στελέχη (πολυομυελίτιδας και MMR: ιλαράς, ερυθράς, παρωτίτιδας) τουλάχιστον 3 εβδομάδες νωρίτερα. Εφόσον ο εμβολιασμός έχει γίνει πιο σύντομα από αυτά τα διαστήματα, τότε (και

εφόσον το επιτρέπουν οι συνθήκες) η επέμβαση θα πρέπει να αναβληθεί για κάποιες μέρες ([Bertolizio et al, 2017](#)). Ομοίως, αν επίκειται εμβολιασμός, αυτός θα πρέπει να γίνει τουλάχιστον 7-10 μέρες μετά τη χειρουργική επέμβαση.

Τέλος, αν υπάρχουν πληροφορίες από το **οικογενειακό ιστορικό** ειδικού ενδιαφέροντος, όπως ιστορικό κακοήθους υπερπυρεξίας, παρατεταμένης παράλυσης μετά από αναισθησία λόγω έλλειψης ψευδοχολινεστεράσης, μυϊκής δυστροφίας, δρεπανοκυτταρικής αναιμίας ή αιμορροφιλίας, αυτές θα πρέπει να καταγραφούν λεπτομερώς ([Ghazal et al, 2013](#)).

Θα ακολουθήσει η **κλινική εξέταση** του παιδιού, όπου καταρχήν θα εκτιμηθεί ο **αεραγωγός** και θα αναζητηθούν στοιχεία πιθανής δυσκολίας στη διαχείρισή του. Παιδιά με συγγενείς κρανιοπροσωπικές δυσμορφίες, με πρώιμη σύγκλειση ραφών ή άλλη παθολογία ΚΝΣ, μπορεί να εμφανίσουν δυσκολία τόσο στον αερισμό με μάσκα, όσο και στην ενδοτραχειακή διασωλήνωση ([Jones et al, 2013](#)). Η αναζήτηση στοιχείων από τη μορφή του προσώπου, το μέγεθος και τη θέση των αυτιών (μικροωτία ή χαμηλή πρόσφυση), την ύπαρξη υποπλασίας άνω ή/και κάτω γνάθου, που παραπέμπουν σε συγγενή σύνδρομα, μπορούν να δώσουν πολύτιμες πληροφορίες για τις συνθήκες αερισμού και διασωλήνωσης. Τα παραπάνω θα πρέπει να συμπληρωθούν από συγκεκριμένες δοκιμασίες, ειδικά στα μεγαλύτερα παιδιά (γιατί απαιτείται ως ένα βαθμό η συνεργασία τους), όπως το μέγιστο άνοιγμα στόματος, η δοκιμασία κατά Mallampati, η δυνατότητα έκτασης του αυχένα (σε παιδιά με παθολογία ΚΝΣ μπορεί να υπάρχει αυχενική δυσκαμψία, οπότε αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη) και η μέτρηση των διαστάσεων της κάτω γνάθου και της θυρεοπρωγωνικής απόστασης ([Wheeler et al, 2013](#)).

Θα ακολουθήσει η κλινική εξέταση του παιδιού κατά συστήματα: από το **αναπνευστικό**, θα πρέπει να γίνει ακρόαση των πνευμόνων για αναζήτηση παθολογικών αναπνευστικών ήχων, δοκιμασία βήχα (εφόσον το παιδί συνεργάζεται) για να διαπιστωθεί η παρουσία ή απουσία εκκρίσεων, έλεγχος οξυμετρίας στον ατμοσφαιρικό αέρα, και ιδιαιτέρως στα νεογνά οξυμετρία σε δύο σημεία, προ και μετά του αρτηριακού πόρου, τόσο στον ατμοσφαιρικό αέρα όσο και σε 100% οξυγόνο, ώστε να διαφοροδιαγνωστεί η ύπαρξη συγγενούς καρδιακής ή αναπνευστικής παθολογίας, θα γίνει εκτίμηση του τύπου της αναπνοής (αναπνοή Cheyne-Stokes ή Kussmaul), της συχνότητας της (ταχύπνοια, βραδύπνοια) και της πιθανής ύπαρξης αναπνευστικής δυσχέρειας από παθολογικά στοιχεία, όπως αναπέταση ρινικών πτερυγίων, ενεργοποίηση επικουρικών αναπνευστικών μυών, παρουσία εισολκών, ορθόπνοια ([Ferrari, 2018](#)).

Από το **καρδιαγγειακό**, θα πρέπει να γίνει ακρόαση καρδιακών ήχων για πιθανή αναγνώριση φυσιολογικού ή παθολογικού σε περίπτωση ύπαρξης μεσοκοιλιακής ή μεσοκοιλιακής επικοινωνίας), έλεγχος για διατεταμένες σφαγίτιδες φλέβες ή παρουσία επίφλεβου στο κεφάλι, μέτρηση αρτηριακής πίεσης (για πιθανή ύπαρξη υπέρτασης), διερεύνηση ύπαρξης διαφορετικής πίεσης άνω και κάτω άκρων (για πιθανή ύπαρξη στένωσης ισθμού αορτής στα νεογνά), μέτρηση καρδιακής συχνότητας (για πιθανή αναγνώριση βραδυκαρδίας), και έλεγχος χρόνου τριχοειδικής επαναπλήρωσης για παρουσία shock. Επίσης, θα εκτιμηθεί η πιθανότητα ύπαρξης αφυδάτωσης και ηλεκτρολυτικών διαταραχών, ο βαθμός αφυδάτωσης από την επισκόπηση των βλεννογόνων, της σπαργής του δέρματος και την ψηλάφηση των πηγών στα νεογνά/βρέφη (ιδιαίτερως αυτά που λόγω της παθολογίας του ΚΝΣ εκδηλώνουν μειωμένη λήψη τροφής και επεισόδια εμέτου), ώστε να υπολογιστεί η ποσότητα των υγρών και ηλεκτρολυτών αναπλήρωσης και να ξεκινήσει εγκαίρως η προεγχειρητική αναπλήρωσή τους (Ferrari, 2018; Sebastian & McClain, 2018). Σημαντική είναι η εκτίμηση της δυνατότητας αγγειακής πρόσβασης σε αυτά τα παιδιά, ειδικά στα νεογνά και βρέφη, ώστε να σχεδιαστεί ένα πλάνο για τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού αγγείου (Ghazal et al, 2013; McClain et al, 2013).

Η **νευρολογική** κλινική εξέταση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της Κλίμακας Γλασκώβης, την καταγραφή σημείων που υποδηλώνουν αυξημένη ICP, όπως η παρουσία πονοκεφάλου, διπλωπίας ή οιδήματος θηλής στα μεγαλύτερα παιδιά, ή διατεταμένης πηγής και αυξημένης περιμέτρου κεφαλής στα νεογνά/βρέφη. Σε περιπτώσεις ταχείας επιδείνωσης της ICP, που χρήζει άμεσης επέμβασης, τα παιδιά ανεξάρτητα της ηλικίας τους μπορεί να εμφανίσουν σημείο δύοντος ηλίου, παράλυση της τρίτης και τέταρτης εγκεφαλικής συζυγίας με συνοδό αλλαγή του μεγέθους των κορών και βλεφαρόπτωση, μείωση του επιπέδου συνείδησης ή τριάδα του Cushing (βραδυκαρδία, υπέρταση, άρρυθμη αναπνοή), που αν δεν αντιμετωπιστούν άμεσα μπορεί να οδηγήσουν σε μη αναστρέψιμες βλάβες του εγκεφάλου ή και σε θάνατο (Sebastian & McClain, 2018).

Τέλος, σημαντική είναι η **επισκόπηση του δέρματος** για αναγνώριση παθολογικών σημείων ειδικού ενδιαφέροντος (εκδήλωση εξανθήματος λόγω αλλεργίας, ύπαρξη επίφλεβου, παρουσία ανοικτού τραύματος) αλλά και των **δοντιών**, ώστε να σημειωθεί αν υπάρχει δόντι που κουνιέται και μπορεί να αποσπαστεί ατυχηματικά κατά τη διαχείριση του αεραγωγού (Ghazal et al, 2013).

Ο **εργαστηριακός και απεικονιστικός έλεγχος** στα νεογνά, βρέφη και παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε νευροχειρουργική επέμβαση πρέπει να κατευθύνεται από το ιστορικό, την υποκείμενη παθολογία και τη βαρύτητα και διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Παρόλο που οι επίσημες συστάσεις, για τα παιδιά που θα υποβληθούν σε μικρής βαρύτητας εκλεκτικές επεμβάσεις και που δεν αναμένεται μεγάλη απώλεια αίματος, δεν προτείνουν τον πλήρη εργαστηριακό έλεγχο ως εξέταση ρουτίνας (Ghazal et al, 2013), στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις (μέτριας ή μεγάλης βαρύτητας) συστήνεται η διενέργεια, κατ' ελάχιστον, γενικής αίματος για προσδιορισμό τιμών αιμοσφαιρίνης και αιμοπεταλίων, ο προσδιορισμός της ομάδας αίματος και η διασταύρωση αίματος (McClain et al, 2013). Οι υπόλοιπες εργαστηριακές εξετάσεις θα πρέπει να διενεργούνται εξατομικευμένα, ανάλογα με τη βαρύτητα της παθολογίας του παιδιού, τα στοιχεία του ιστορικού του, και τη διάρκεια και πολυπλοκότητα της χειρουργικής επέμβασης. Υπό συνθήκες θα πρέπει να εκτελείται βιοχημικός έλεγχος, με προσδιορισμό επιπέδων γλυκόζης, ουρίας, κρεατινίνης, ηπατικών ενζύμων (ειδικά σε παιδιά με μακροχρόνια λήψη αντιεπιληπτικών φαρμάκων), ωσμωτικότητας πλάσματος, ηλεκτρολυτών, έλεγχος μηχανισμού πήξης (PT, aPTT, INR, ινωδογόνο, D-Dimers), και έλεγχος αερίων αίματος (McClain et al, 2013). Από το **αναπνευστικό**, η ακτινογραφία θώρακος θα προσφέρει πληροφορίες μόνον εφόσον υπάρχει επιβεβαιωμένη πάθηση αναπνευστικού, αλλά σε καμία περίπτωση δεν τεκμηριώνεται ως προεγχειρητική εξέταση ρουτίνας στα παιδιά (Serafini et al, 2014; Joo et al, 2005). Από το **καρδιαγγειακό**, το ΗΚΓράφημα συστήνεται μόνο σε περιπτώσεις επιβεβαιωμένης μυοκαρδιακής παθολογίας, αλλά στα νεογνά και βρέφη σημαντικές πληροφορίες μπορεί να προσφέρει τόσο το ΗΚΓ (τεκμηρίωση IIIB σύμφωνα με την Ιταλική Εταιρεία Παιδιατρικής Αναισθησίας και Εντατικής Ιατρικής SARNePI) (Serafini et al, 2014) όσο και το υπερηχογράφημα US καρδιάς, ειδικά σε νεογνά με υποψία συγγενούς καρδιοπάθειας (μεσοκοιλιακή/μεσοκοιλιακή επικοινωνία, ανοικτός αρτηριακός πόρος, στένωση ισθμού αορτής, ύπαρξη shunting) (Serafini, 2014). Από το **ΚΝΣ**, η ύπαρξη απεικονιστικού ελέγχου του εγκεφάλου (CT, MRI) συνήθως διενεργείται από τους νευροχειρουργούς, στο πλαίσιο οριστικής διάγνωσης. Η απεικόνιση του εγκεφάλου θα πρέπει να ελέγχεται και από τους αναισθησιολόγους, για την κατανόηση του σημείου και της έκτασης της βλάβης, αλλά και των δυνητικών προβλημάτων που μπορεί να ανακύψουν κατά τη διάρκεια της επέμβασης (π.χ. πιθανή εκδήλωση συνδρόμου εγκολεασμού, ή ύπαρξη ρικνών κοιλιών σε παιδιά με κοιλιοπεριτοναϊκό σύστημα παροχέτευσης ENY). Τέλος, σημαντική μπορεί να είναι η **νευροφυσιολογική μελέτη** στα παιδιά αυτά, μέσω της διενέργειας

ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος ΗΕΓ ή προκλητών δυναμικών (SSPs), ώστε να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης των αρχικών baseline καταγραφών με τις διεγχειρητικές και μετεγχειρητικές καταγραφές (McClain et al, 2013).

Σημαντικό στάδιο της προεγχειρητικής εκτίμησης και προετοιμασίας του νεογνού, βρέφους ή παιδιού που πρόκειται να υποβληθεί σε νευροχειρουργική επέμβαση είναι η ψυχολογική προετοιμασία του παιδιού και της οικογένειας για το επερχόμενο χειρουργείο, η εκτίμηση της αναγκαιότητας χορήγησης προνάρκωσης, και οι σαφείς οδηγίες στους γονείς για τον χρόνο προεγχειρητικής νηστείας του παιδιού (Ghazal et al, 2013).

Αναφορικά με την **ψυχολογική προετοιμασία του παιδιού ή/και των γονέων**, αναγνωρίζεται ότι η περιεγχειρητική περίοδος είναι μία αρκετά στρεσογόνο φάση, καθώς πολλοί γονείς αλλά και τα μεγαλύτερα παιδιά εκδηλώνουν έντονο άγχος και εκφράζουν σοβαρές ανησυχίες για την επικείμενη επέμβαση και την έκβασή της. Αναγνωρίζεται επίσης ότι στη σημερινή εποχή, όπου έχει αυξηθεί ο όγκος και η πολυπλοκότητα των επεμβάσεων, ο διαθέσιμος χρόνος ενασχόλησης με τη δυναμική όλης της οικογένειας είναι περιορισμένος. Οι αντιδράσεις αλλά και η διαχείριση της οικογένειας και του παιδιού εξαρτάται κατά πολύ από το στάδιο ανάπτυξης και συμπεριφοράς του παιδιού, αλλά και το κοινωνικό status της οικογένειας, που αναφέρεται κυρίως στην ικανότητα των γονιών να κατανοήσουν τις πληροφορίες που θα λάβουν από τους νευροχειρουργούς και τους αναισθησιολόγους. Ανεξάρτητα από τους παραπάνω παράγοντες, υπογραμμίζεται ότι σημαντικό ρόλο στη διασφάλιση της συνεργασίας των γονιών ή/και του μικρού ασθενή παίζει η λεκτική επικοινωνία (Bellew et al, 2002) και ικανότητα του αναισθησιολόγου (και όλης της ιατρικής ομάδας) να αλληλεπιδρά άμεσα, τόσο με το παιδί ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξής του (δηλαδή να μιλάει στη γλώσσα που καταλαβαίνει το παιδί), όσο και με τους γονείς, δίνοντας τους ειλικρινείς και σαφείς απαντήσεις στα ερωτήματα τους, εξηγώντας με λεπτομέρεια τη διαδικασία και τους δυνητικούς κινδύνους, και ξεκαθαρίζοντας την όποια λάθος αντίληψη έχουν για τη συνολική κατάσταση, ώστε να αναπτυχθεί μεταξύ τους μία σχέση εμπιστοσύνης (Iakobucci et al, 2005). Σημαντική είναι η συμμετοχή και η διατήρηση παρόμοιας στάσης και φιλοσοφίας από όλη την ομάδα φροντίδας (νευροχειρουργοί, αναισθησιολόγοι, νοσηλευτικό προσωπικό). Προς αυτή την κατεύθυνση πολλά ιατρικά κέντρα παγκοσμίως έχουν υιοθετήσει την εφαρμογή προγραμμάτων δυναμικής και ολιστικής υποστήριξης της οικογένειας (ψυχολογική, εκπαιδευτική, ιατρική). Αποδεικνύεται ότι όσο πιο καλά ενημερωμένοι είναι οι γονείς, τόσο λιγότερο άγχος θα εκδηλώσουν, και αυτό θα έχει άμεση αντανάκλαση στην

ηρεμία του μικρού ασθενή (Cassady et al, 1999; Ghazal et al, 2013). Επιπλέον, η σωστή ενημέρωση θα διασφαλίσει την ενυπόγραφη συγκατάθεσή τους για τη χορήγηση αναισθησίας και τη διενέργεια της χειρουργικής επέμβασης. Στη συγκατάθεση θα πρέπει να περιγράφονται οι δυνητικοί κίνδυνοι και οι αναμενόμενες επιπλοκές, αλλά και δηλώνεται ξεκάθαρα ο ρόλος του αναισθησιολόγου στη φροντίδα, την προστασία και την ασφάλεια του παιδιού (Kain et al, 1997).

Ως προς τη **χορήγηση προνάρκωσης** στα παιδιά, οι γενικοί στόχοι της είναι ο περιορισμός του άγχους και η πρόκληση αμνησίας, η καταστολή των αντανάκλαστικών απαντήσεων του αυτόνομου νευρικού συστήματος (ιδιαίτερα του παρασυμπαθητικού), η πρόληψη εκδήλωσης καρδιακών αρρυθμιών, ο περιορισμός των εκκρίσεων του αεραγωγού, η προφύλαξη από πιθανή αναγωγή και εισρόφηση γαστρικού περιεχομένου, και η υποβοήθηση της εισαγωγής στην αναισθησία και της αναλγησίας. Στα παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε νευροχειρουργική επέμβαση ο στόχος της προνάρκωσης θα πρέπει να εξατομικεύεται, ανάλογα με την ηλικία τους, την υποκείμενη παθολογία και την κατάσταση στην οποία βρίσκονται (Ghazal et al, 2013; Sigurdsson et al, 1983). Μία ελαφρά καταστολή μπορεί να μην καταφέρει να περιορίσει το άγχος, αλλά σίγουρα μπορεί να προκαλέσει ηρέμηση, ώστε η εισαγωγή στην αναισθησία να γίνει μία ευχάριστη εμπειρία. Από την άλλη, σε παιδιά που εκδηλώνουν έντονο άγχος αποχωρισμού από τους γονείς και διέγερση, μπορεί να είναι άκρως απαραίτητη μία βαριά καταστολή (Ghazal et al, 2013). Η επιλογή του φαρμακευτικού παράγοντα για τη χορήγηση προνάρκωσης εξαρτάται από την ηλικία και το βάρος του παιδιού, από το ιστορικό του, την παρουσία υποκείμενης παθολογίας ή γνωστής αλλεργίας, τη συστηματική λήψη φαρμακευτικής αγωγής, το είδος και τη βαρύτητα της επέμβασης, από τις προσδοκίες των γονιών ή του ίδιου του παιδιού, και από τη συναισθηματική ωριμότητα, προσωπικότητα και ψυχολογική κατάσταση του παιδιού. Σημαντικό στοιχείο για τη χορήγηση προνάρκωσης είναι η οδός χορήγησης. Από τις διάφορες οδούς χορήγησης, η διαρρινική, η ενδομυϊκή και η ενδοφλέβια είναι οι πιο δυσάρεστες για τα παιδιά, καθώς είναι γνωστό ότι τα περισσότερα εκδηλώνουν φόβο στις βελόνες (Smalley, 1999). Φαίνεται ότι η πιο ευχάριστη και αποδεκτή οδός χορήγησης προνάρκωσης, τόσο για τα ίδια τα παιδιά όσο και για τους γονείς και το νοσηλευτικό προσωπικό, είναι από το στόμα. Σε σπάνιες περιπτώσεις, όπου τα παιδιά είναι πολύ φοβισμένα ή/και διεγερτικά, και η εξασφάλιση της συνεργασίας τους για την κατάποση της προνάρκωσης είναι αδύνατη, τότε η ενδομυϊκή χορήγηση μπορεί τελικά να είναι η μοναδική λύση. Επί του παρόντος δεν υπάρχει ιδανικό φάρμακο ή ιδανικός

συνδυασμός φαρμάκων για προνάρκωση στα παιδιά, καθώς το κάθε φάρμακο μπορεί να εμφανίσει διαφορετικές δράσεις στο εκάστοτε παιδί. Τα τελευταία χρόνια φαίνεται να κερδίζει έδαφος η χορήγηση μιδαζολάμης από το στόμα, χωρίς να σημαίνει ότι τα υπόλοιπα φάρμακα έχουν μειονεκτήματα ή δεν χρησιμοποιούνται αρκετά (π.χ. κεταμίνη, κλονιδίνη, φεντανύλη) (Ghazal et al, 2013).

Ένα τελευταίο ζήτημα που ανακύπτει κατά την προεγχειρητική επίσκεψη και τη συζήτηση με τους γονείς, και που προκαλεί αρκετά έντονη ανησυχία, ειδικά εάν πρόκειται για νεογνό ή βρέφος, είναι ο **χρόνος της προεγχειρητικής νηστείας**, δηλαδή ο ελάχιστος χρόνος που το παιδί θα πρέπει να μείνει νηστικό πριν το χειρουργείο, επειδή η παρατεταμένη νηστεία προκαλεί έντονη ανησυχία και διέγερση στα παιδιά. Καταρχήν θα πρέπει να γίνει κατανοητό, τόσο από τους γονείς όσο και από τους θεράποντες ιατρούς, ότι ο γενικός στόχος της προεγχειρητικής νηστείας είναι να δοθεί ικανοποιητικός χρόνος στο στομάχι να αδειάσει το περιεχόμενό του, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα να εμφανιστεί διεγχειρητικά αναγωγή και εισρόφηση, δηλαδή είσοδος γαστρικού περιεχομένου στην τραχεία. Αναγνωρίζεται εδώ και πολλά χρόνια ότι η εισρόφηση είναι μία πολύ σοβαρή επιπλοκή της περιεγχειρητικής περιόδου, προκαλεί σχεδόν πάντα πνευμονίτιδα, η βαρύτητα της οποίας εξαρτάται από τον όγκο και την οξύτητα των γαστρικών υγρών που θα εισέλθουν στους πνεύμονες, και σχετίζεται με παρατεταμένη νοσηλεία, νοσηλεία σε ΜΕΘ, και αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα στα παιδιά (Cote et al, 1982). Ήδη από το 1946, μετά από καταγραφές μεγάλης συχνότητας εισρόφησης σε γυναίκες κατά τη διάρκεια του τοκετού, υπήρξε αυστηρή προεγχειρητική σύσταση σε όλους τους ασθενείς για αποχή από στερεές τροφές και υγρά 8 ώρες πριν την είσοδο στο χειρουργείο, ώστε κατά την εισαγωγή στην αναισθησία να υπάρχουν στο στομάχι μόνο τα φυσιολογικά γαστρικά υγρά (Mendelson, 1946). Αυτή η αυστηρή σύσταση, που στην ουσία ήταν η οδηγία προς τους ασθενείς και τους γονείς των παιδιών «δεν λαμβάνουμε τίποτα από το στόμα από το βράδυ πριν το χειρουργείο» διατηρήθηκε για πολλά χρόνια, έως και τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στην πορεία, μελέτες τεκμηρίωσαν ότι η αποχή από καθαρά υγρά (κυρίως νερό) περισσότερο από 2 ώρες, ειδικά σε παιδιά πριν το χειρουργείο, δεν είχε καμία επίδραση στον όγκο και στη οξύτητα των γαστρικών υγρών, και κυρίως δεν αύξησε τον κίνδυνο πνευμονίτιδας από εισρόφηση (Schreiner et al, 1990; Crawford et al, 1990; Splinter et al, 1990). Έτσι, στην πορεία οι οδηγίες προεγχειρητικής νηστείας στα παιδιά άρχισαν να γίνονται λίγο πιο χαλαρές, αναγνωρίζοντας το γεγονός ότι η παρατεταμένη νηστεία στα παιδιά είχε αρνητικές επιδράσεις στην ηρεμία και

την ψυχολογία των παιδιών και των γονιών τους, ενώ μειώνει και τα επίπεδα γλυκόζης του αίματος των μικρών ασθενών ([Brady et al, 2005](#); [Anderson et al, 2018](#)). Το 2018, η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Ανασθησίας (European Society of Pediatric Anesthesia ESPA) εξέδωσε επίσημες συστάσεις για την προεγχειρητική νηστεία στα παιδιά και κυρίως για τον ελάχιστο χρόνο χορήγησης διαυγών υγρών ([Thomas et al, 2018 – ESPA Consensus Statement](#)). Έτσι, οι επίσημες συστάσεις για την προεγχειρητική νηστεία σε παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε εκλεκτικές επεμβάσεις αναφέρουν:

- η χορήγηση **διαυγών υγρών μπορεί να είναι έως και μία ώρα (1 h)** πριν την είσοδο του παιδιού στο χειρουργείο, εκτός και αν υπάρχει επίσημη αντένδειξη, λόγω της παθολογίας και της κατάστασης του παιδιού. Διαυγή υγρά θεωρούνται το νερό, το τσάι χωρίς ζάχαρη, και ο χυμός μήλου
- η ποσότητα των διαυγών υγρών που μπορούν να χορηγηθούν έως και μία ώρα πριν την είσοδο στο χειρουργείο δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3ml / kg βάρους σώματος, δηλαδή για ένα παιδί 10 κιλών ο επιτρεπόμενος όγκος είναι 30ml νερό, γιατί αυτή η ποσότητα δεν επηρεάζει τον όγκο των γαστρικών υγρών. Θα πρέπει να *αποφεύγεται* η κατανάλωση υγρών με ανθρακικό, φυσικών χυμών, και χυμών με μεγάλη περιεκτικότητα ζάχαρης (π.χ. αναψυκτικά, φρουτοποτά)
- *αντένδειξη* για χορήγηση διαυγών υγρών έως και 1 ώρα πριν το χειρουργείο έχουν παιδιά με γνωστή γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση (ΓΟΠ), παιδιά με εγκεφαλική παράλυση ή σοβαρή παθολογία του ΚΝΣ, παιδιά με νεφρική ανεπάρκεια, σοβαρή παθολογία του γαστρεντερικού, αχαλασία οισοφάγου, σακχαρώδη διαβήτη με συνοδό γαστροπάρεση, και σε χειρουργική αντένδειξη λήψης τροφής και υγρών από το στόμα, λόγω επέμβασης στο έντερο
- **μητρικό γάλα (θηλασμός) μπορεί να χορηγηθεί έως και 4 ώρες** πριν την είσοδο του παιδιού στο χειρουργείο, ενώ πρόσφατες μελέτες τεκμηριώνουν ότι και το γάλα φόρμουλας και το γιαούρτι μπορούν να χορηγηθούν έως και 4 ώρες πριν το χειρουργείο, χωρίς όμως να έχει πάρει επίσημη έγκριση αυτή η τελευταία σύσταση ([Anderson et al, 2018](#))
- **γάλα φόρμουλας, γιαούρτι, κρέμα και στερεές τροφές μπορούν να χορηγηθούν έως και 6 ώρες** πριν την είσοδο του παιδιού στο χειρουργείο, με την προϋπόθεση ότι οι στερεές τροφές δεν περιέχουν μεγάλη ποσότητα λίπους (επιτρέπονται φρούτα, λαχανικά, ή ψωμί με τυρί και γαλοπούλα)

- για την κατανάλωση **στερεών τροφών με υψηλή συγκέντρωση λίπους** (π.χ. πίτσα, πατατάκια, burgers κλπ) θα πρέπει να τηρείται ο χρόνος προεγχειρητικής νηστείας των **8-10 ωρών** (Thomas et al, 2018 – ESPA Consensus Statement) (Πίνακας 1).

• Αναφέρεται σε παιδιατρικούς ασθενείς 0 έως 16 ετών, που θα υποβληθούν σε εκλεκτικές προγραμματισμένες επεμβάσεις
• Επιτρέπεται η χορήγηση διαυγών υγρών έως 1 ώρα πριν την εισαγωγή στην αναισθησία, δηλαδή την ώρα της προετοιμασίας του παιδιού στο θάλαμο για να μετακινηθεί στο χειρουργείο. Τα διαυγή υγρά ορίζονται ως: νερό, χυμός μήλου, χυμοί χωρίς να υπάρχουν κομμάτια φρούτου, καφές ή τσάι χωρίς γάλα, και στικ γρανίτας. Δεν επιτρέπεται η χορήγηση αναψυκτικών με ανθρακικό, γάλα ή γιαούρτι
• Χορήγηση έως 4 ώρες πριν το χειρουργείο επιτρέπεται για το μητρικό γάλα (θηλασμός) και το γάλα φόρμουλας σε μικρές ποσότητες. Οι γονείς πρέπει να ενθαρρύνονται να ξυπνούν και να ταΐζουν τα νεογνά και βρέφη έως 12 μηνών κατά τις 04:00 το πρωί, εφόσον το χειρουργείο είναι προγραμματισμένο νωρίς το πρωί (08:00)
• Χορήγηση έως 6 ώρες πριν το χειρουργείο επιτρέπεται για το γάλα φόρμουλας και τα προϊόντα γάλακτος όπως το γιαούρτι σε κανονικές ποσότητες, αλλά και στερεές τροφές με μικρή περιεκτικότητα σε λίπος, όπως τα φρούτα, με εξαίρεση παιδιά με σοβαρή ενδοκράνια παθολογία και πτώση επιπέδου συνείδησης, με γνωστή γαστροοισοφαγική παλινδρόμη, ή παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε επεμβάσεις γαστρεντερικού συστήματος
• Χορήγηση έως 8-10 ώρες πριν το χειρουργείο επιτρέπεται για τροφές με μέτρια ή υψηλή αντίστοιχα περιεκτικότητα λίπους, όπως τوست, κρέμες, μπάρες ή burgers, πατατάκια κλπ
• Κάθε παιδί θα πρέπει να εκτιμάται εξατομικευμένα από παιδοαναισθησιολόγο, και ανάλογα να δίνονται οδηγίες νηστείας, με βάση τη φυσική του κατάσταση, την υποκείμενη παθολογία, τη χειρουργική επέμβαση, και τον δυνητικό κίνδυνο αναγωγής και εισρόφησης

Πίνακας 1. Ο «νέος» κανόνας 8-6-4-1 προεγχειρητικής νηστείας σε παιδιά για εκλεκτικές χειρουργικές επεμβάσεις. Από: [Anderson et al, 2018](#); [Thomas et al, 2018](#).

Από τις παραπάνω συστάσεις προεγχειρητικής νηστείας και τους ειδικούς περιορισμούς, γίνεται κατανοητό ότι σε νεογνά, βρέφη και παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε εκλεκτικές νευροχειρουργικές επεμβάσεις μικρής και μέτριας βαρύτητας, και τα οποία δεν εμφανίζουν επιδείνωση της νευρολογικής τους εικόνας, οι συστάσεις προεγχειρητικής νηστείας μπορούν να εφαρμοστούν με ασφάλεια. Αντίθετα, σε παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε μεγάλης βαρύτητας εκλεκτικές ή επείγουσες επεμβάσεις, και σε παιδιά με επιδείνωση της νευρολογικής τους εικόνας, οι οδηγίες νηστείας θα πρέπει να είναι πιο αυστηρές, δηλαδή αποχή λήψης από το στόμα υγρών και στερεών τροφών για τουλάχιστον

8 ώρες, και αναπλήρωση των ωριαίων αναγκών σε υγρά με ενδοφλέβια χορήγηση ισορροπημένων διαλυμάτων που περιέχουν γλυκόζη (Sebastian & McClain, 2018).

B. Η διεγχειρητική περίοδος

I. Η εισαγωγή και η διατήρηση της αναισθησίας.

Οι στόχοι κατά την εισαγωγή στην αναισθησία στα νεογνά, βρέφη και παιδιά που θα υποβληθούν σε νευροχειρουργική επέμβαση είναι καταρχήν η ήπια έναρξη της αναισθησίας (που δεν θα στρεσάρει και δεν θα φοβίσει το παιδί), και δευτερευόντως η αποφυγή αύξησης της ενδοκρανιακής πίεσης ICP, μέσω τεχνικών και χειρισμών που θα αποτρέψουν την πρόκληση υπερκαπνίας, υποξίας, έντονων αυξομειώσεων της μέσης αρτηριακής πίεσης ΜΑΠ, και τελικά αύξησης της εγκεφαλικής αιματικής ροής CBF. Ιδανική επιλογή για τα παιδιά θεωρείται η **ενδοφλέβια εισαγωγή στην αναισθησία**, με τη χρήση υπναγωγών παραγόντων όπως η προποφόλη ή θειοπεντάλη, αναλγητικών όπως η φεντανύλη ή ρεμιφεντανύλη και νευρομυϊκών αποκλειστών, όπως το ροκουρόνιο ή το cis-ατρακούριο. Παρόλο που η κεταμίνη έχει σημαντική θέση στην παιδιατρική αναισθησία ως υπναγωγός παράγοντας, η χρήση της δεν συστήνεται γενικά στη νευροχειρουργική, λόγω της προκαλούμενης αύξησης της ICP, με μοναδική ίσως εξαίρεση την ανάγκη εισαγωγής στην αναισθησία σε συνθήκες έντονης αιμοδυναμικής αστάθειας (Sebastian & McClain, 2018).

Αν τα παιδιά από την αρχή είναι διεγερτικά ή υπάρχει δυσκολία στην ανεύρεση φλεβικής οδού, η **εισαγωγή με πτητικό αναισθητικό παράγοντα** είναι η καλύτερη επιλογή, προκειμένου να αποφύγουμε το έντονο κλάμα και τη διέγερση του παιδιού, που θα έχει ως επακόλουθο την αύξηση της ICP. Η χρήση σεβοφλουρανίου προσφέρει μία ήπια και ταχεία εισαγωγή στην αναισθησία, και αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι άλλων πτητικών παραγόντων (που δεν έχουν ένδειξη για εισαγωγή στην αναισθησία), ενώ η μυρωδιά του γίνεται καλά ανεκτή, και έχει μικρότερη επίπτωση στην εμφάνιση λαρυγγόσπασμου και στη συγκράτηση της αναπνοής. Η τεχνική εισπνευστικής εισαγωγής στην αναισθησία περιλαμβάνει την τοποθέτηση της μάσκας στο πρόσωπο του παιδιού, και ειδικά στα μεγαλύτερα παιδιά (που συνεργάζονται) την παρότρυνσή τους να αναπνεύσουν «σαν να φουσκώνουν μπαλόνι» ή «σαν

να είναι πιλότοι σε αεροσκάφος που πετάει». Η εισαγωγή στην αναισθησία με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ήπια μέσα σε 3-4 λεπτά (Ghazal et al, 2013).

Για την εισαγωγή στην αναισθησία, και εφόσον υπάρχει φλεβική οδός, απαραίτητη θεωρείται η **χρήση οπιοειδών**, όπως φεντανύλη ή ρεμιφεντανύλη, που χρησιμεύουν τόσο για την καταστολή της αντανακλαστικής υπερτασικής απάντησης στη λαρυγγοσκόπηση και τη διασωλήνωση, όσο και για την αναλγησία κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Τέλος, σημαντική για την εισαγωγή στην αναισθησία σε παιδονευροχειρουργικές επεμβάσεις θεωρείται η **χορήγηση νευρομυϊκών αποκλειστών**, δηλαδή φαρμακευτικών παραγόντων που «παραλύουν» για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα τον μυϊκό ιστό. Η χορήγησή τους, ειδικά στα μεγαλύτερα παιδιά, θεωρείται σημαντική, τόσο για την πρόκληση διεγχειρητικής ακινησίας, όσο κυρίως για τη δημιουργία ιδανικών συνθηκών ενδοτραχειακής διασωλήνωσης (Ghazal et al, 2013).

Ο κύριος στόχος της εισαγωγής στην αναισθησία, πέρα από το να εισάγει ήπια στην αναισθησία, αμνησία, ακινησία και αναλγησία του παιδιού, είναι να δημιουργήσει ιδανικές συνθήκες για την **ενδοτραχειακή διασωλήνωση**. Η διασωλήνωση της τραχείας και ο επακόλουθος μηχανικός αερισμός των πνευμόνων μέσω αναπνευστήρα είναι απαραίτητα στοιχεία για την έναρξη των χειρουργικών επεμβάσεων στα παιδιά, και ειδικά επεμβάσεων μεγάλης βαρύτητας και διάρκειας, όπως οι νευροχειρουργικές. Συνήθως αναφερόμαστε στη διαχείριση του αεραγωγού, που σημαίνει ότι μετά τη φαρμακευτική κατάργηση της συνείδησης και της αναπνοής, πρέπει να γίνει αρχικά αερισμός των πνευμόνων με μάσκα και ασκό με 100% οξυγόνο για πλήρη εμπλουτισμό των πνευμόνων, και στη συνέχεια ενδοτραχειακή διασωλήνωση, ώστε τελικά ο τραχειοσωλήνας, που τοποθετείται μέσα στη τραχεία, να συνδεθεί με το κύκλωμα του αναισθησιολογικού μηχανήματος και να αναλάβει εξολοκλήρου τον μηχανικό αερισμό των πνευμόνων του παιδιού, για όσο διάστημα διαρκεί η χειρουργική επέμβαση. Σήμερα υπάρχει διαθέσιμη μεγάλη ποικιλία εξοπλισμού, όπως διάφορες μάσκες και διάφορα σύγχρονα λαρυγγοσκόπια, αλλά και ειδικά εργαλεία – αλγόριθμοι διαχείρισης, ώστε να γίνει η διασωλήνωση της τραχείας στα νεογνά, βρέφη και παιδιά εύκολα, γρήγορα και χωρίς επιπλοκές, ακόμα και σε περιπτώσεις παιδιών με ιδιαίτερη κρανιοπροσωπική μορφολογία, που παραπέμπει σε δύσκολη διαχείριση του αεραγωγού (Ghazal et al, 2013).

Μετά την εισαγωγή στην αναισθησία, το αναισθητικό αποτέλεσμα θα πρέπει να διατηρηθεί για όσο διάστημα διαρκεί η χειρουργική επέμβαση. Η **διατήρηση της αναισθησίας**

επιτυγχάνεται είτε με ενδοφλέβιους είτε με εισπνεόμενους παράγοντες, οι οποίοι συνδυάζονται με χορήγηση οπιοειδών μικρής διάρκειας δράσης, όπως η ρεμιφεντανύλη ή η φεντανύλη. Η διεγχειρητική χορήγηση οπιοειδών είναι απαραίτητο να τιτλοποιηθεί σωστά, ανάλογα με τα επώδυνα ερεθίσματα και την καρδιαγγειακή απάντηση του παιδιού σε αυτά. Σημαντικό είναι να αποφευχθεί η υπόταση και η βραδυκαρδία. Η διεγχειρητική χορήγηση οπιοειδών μειώνει τις ανάγκες για επαναληπτική χορήγηση νευρομυϊκών αποκλειστών. Για την αποφυγή αύξησης της CBF από την ίδια τη χρήση εισπνεόμενων αναισθητικών, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται συγκεντρώσεις πτητικών αναισθητικών που να προκαλούν 1 MAC (ελάχιστη συγκέντρωση πτητικού αναισθητικού στις κυψελίδες κατά την οποία το 50% των ασθενών δεν αντιδρά στην τομή του δέρματος). Τεκμηριώνεται ότι τα ευρέως χρησιμοποιούμενα πτητικά αναισθητικά σεβοφλουράνιο και δεσφλουράνιο, επηρεάζουν ελάχιστα τη CBF, προσφέρουν αιμοδυναμική σταθερότητα και κυρίως ταχεία ανάνηψη ακόμα και μετά από μεγάλης διάρκειας επεμβάσεις. Το πρωτοξείδιο του αζώτου N_2O (που γενικά δεν χρησιμοποιείται πολύ στις μέρες μας) θα πρέπει να αποφεύγεται στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις, επειδή προκαλεί αύξηση στη CBF, $CMRO_2$ και ICP. Για τη διεγχειρητική εμφάνιση αυξημένης ICP, σημαντικό εργαλείο αντιμετώπισης της είναι η ενδοφλέβια χορήγηση μαννιτόλης 20% 0.25-1g/kg ([Sebastian & McClain, 2018](#)).

II. Η τοποθέτηση αγγειακής πρόσβασης και το διεγχειρητικό monitoring.

Οι νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά σχετίζονται με καρδιαγγειακές μεταβολές και δυνητικό κίνδυνο ταχείας απώλειας αίματος, οπότε η τοποθέτηση και συνεχής παρουσία κατάλληλης και επαρκούς **αγγειακής πρόσβασης** είναι απαραίτητη. Τα παιδιά, και ιδιαίτερα τα νεογνά και βρέφη, εμφανίζουν συχνά δυσκολία στην ανεύρεση φλεβικής οδού, τόσο λόγω του μικρού τους μεγέθους, του πλούσιου υποδόριου ιστού, όσο και λόγω της αδυναμίας συνεργασίας τους. Η τοποθέτηση φλεβικής οδού σε ξύπνια παιδιά προκαλεί έντονη διέγερση και stress σε αυτά, λόγω του φόβου τους για τις βελόνες και τον προκαλούμενο πόνο, ενώ επιτείνει την αγωνία των γονιών. Επιλέγεται η τοποθέτηση φλεβικών οδών με τα παιδιά κοιμισμένα, μετά την εισπνευστική εισαγωγή στην αναισθησία, και πριν την έναρξη της χειρουργικής επέμβασης. Ειδικά για τις νευροχειρουργικές επεμβάσεις συστήνεται η τοποθέτηση 2 μεγάλων περιφερικών φλεβικών οδών ή εναλλακτικά μίας περιφερικής και μίας

κεντρικής φλεβικής οδού. Αναφορικά με την κεντρική φλεβική οδό, η παρουσία της κρίνεται επιβεβλημένη σε περιπτώσεις που θα απαιτηθεί ενδοφλέβια χορήγηση αγγειοδραστικών φαρμάκων ή άμεση αντιμετώπιση πιθανής εμβολής αέρα. Συστήνεται η επιλογή της μηριαίας έναντι της έσω ή έξω σφαγίτιδας φλέβας, γιατί τεχνικά έχει εύκολη πρόσβαση και δεν υπάρχει κίνδυνος απόφραξης της εγκεφαλικής φλεβικής απορροής, και η επιλογή του ενός αυλού έναντι πολλαπλών, γιατί επιτρέπει την ταχεία χορήγηση υγρών και παραγώγων αίματος. Στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά απαραίτητη θεωρείται η τοποθέτηση αρτηριακού καθετήρα, συνηθέστερα στην κερκιδική ή στη ραχιαία του ποδός αρτηρία, επειδή επιτρέπει την άμεση μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, αλλά κυρίως το συχνό διεγχειρητικό προσδιορισμό των αερίων αίματος, της αιμοσφαιρίνης και της γλυκόζης του πλάσματος. Συστήνεται να γίνεται βαθμονόμηση του πιεζομετατροπέα στο επίπεδο του κεφαλιού (αυτιού) του παιδιού, ώστε να είναι εφικτός ο προσδιορισμός της πίεσης άρδευσης εγκεφάλου CPP ([Sebastian & McClain, 2018](#)).

Για την καλή έκβαση των νευροχειρουργικών επεμβάσεων σε νεογνά, βρέφη και παιδιά απαραίτητο θεωρείται το πλήρες **διεγχειρητικό monitoring**, δηλαδή η συνεχής καταγραφή σε πραγματικό χρόνο του ΗΚΓραφήματος, καρδιακού ρυθμού, αρτηριακής πίεσης, οξυμετρίας, καπνογραφίας, εισπνεόμενης συγκέντρωσης οξυγόνου και θερμοκρασίας σώματος, σύμφωνα με τις συστάσεις της Αμερικανικής Αναισθησιολογικής Εταιρείας ASA για το standard monitoring ([ASA Standards for Basic Anesthetic Monitoring, 2020](#)).

Ένα σημαντικό ζήτημα που ανέκυψε τα τελευταία χρόνια αναφορικά με τη **μέτρηση της αρτηριακής πίεσης ΑΠ στα παιδιά**, και δεδομένου ότι η έμμεση μέτρηση ΑΠ τουλάχιστον κάθε 5 λεπτά αποτελεί μία σταθερή και επιβεβλημένη διεγχειρητική πρακτική ([Checketts et al, 2016](#); [ASA Standards for Basic Anesthetic Monitoring, 2020](#)) είναι, τί ορίζουμε ως «φυσιολογική» διεγχειρητική ΑΠ και τί ορίζουμε διεγχειρητική υπόταση στα παιδιά. Τεκμηριώνεται ότι η διατήρηση φυσιολογικής διεγχειρητικής ΑΠ στα παιδιά είναι άκρως σημαντική για τη διατήρηση της άρδευσης βασικών οργάνων, ενώ ειδικά για τις νευροχειρουργικές επεμβάσεις η διατήρηση φυσιολογικής διεγχειρητικής ΜΑΠ είναι σημαντικός παράγοντας διατήρησης της πίεσης άρδευσης εγκεφάλου CPP, όπως αναλύθηκε πιο πάνω. Υπογραμμίζεται ότι η ΑΠ γενικά είναι προϊόν της καρδιακής παροχής και των συστηματικών αγγειακών αντιστάσεων, και δεν αποτελεί άμεσο δείκτη της άρδευσης των οργάνων. Για τη σωστή άρδευση των οργάνων των νεογνών, βρεφών και παιδιών, και κυρίως του εγκεφάλου, επιδρούν και άλλοι παράγοντες, όπως η μερική πίεση διοξειδίου του άνθρακα του αρτηριακού αίματος PaCO_2 , η καρδιακή

συχνότητα, αλλά και το βάθος της αναισθησίας. Συνεπώς, ο ορισμός της διεγχειρητικής υπότασης διαφοροποιείται σημαντικά, και μέχρι πρότινος υπήρχε μεγάλη ποικιλία στο τί ορίζουμε υπόταση στα νεογνά, βρέφη και παιδιά (Turner, 2015).

Πολυκεντρικές μελέτες σε ενήλικες τεκμηριώνουν ότι η διεγχειρητική υπόταση, δηλαδή ΜΑΠ χαμηλότερη από 55mmHg, ή πτώση της συστολικής αρτηριακής πίεσης ΣΑΠ κάτω από το 40% της τιμής πριν την εισαγωγή στην αναισθησία, σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης εμφράγματος του μυοκαρδίου, οξείας νεφρικής βλάβης και θανάτου (Abbott et al, 2017; Sessler et al, 2018). Στα παιδιά η επίδραση της διεγχειρητικής υπότασης στη μετεγχειρητική έκβασή τους δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Όπως απέδειξε η πολυκεντρική μελέτη APRICOT, που κατέγραψε 31.000 παιδιατρικές αναισθησίες από 261 νοσοκομεία της Ευρώπης, η εμφάνιση μυοκαρδιακής ισχαιμίας, οξείας νεφρικής βλάβης ή εγκεφαλικής βλάβης εξαιτίας διεγχειρητικής υπότασης στα παιδιά ήταν εξαιρετικά σπάνια, ενώ μόνο 1,9% των παιδιών που έλαβαν αναισθησία εμφάνισαν σοβαρή αιμοδυναμική αστάθεια που χρειάστηκε φαρμακευτική παρέμβαση (Habre et al, 2017). Εντούτοις, μελέτες απέδειξαν τη συσχέτιση μεταξύ διεγχειρητικής υπότασης και εκδήλωσης μετεγχειρητικής εγκεφαλοπάθειας σε παιδιά, σε συνδυασμό με τη διεγχειρητική εμφάνιση υποξίας, υπογλυκαιμίας, υποκαπνίας και υποθερμίας (Miller et al, 2005; Jimenez et al, 2007; McCann et al, 2014; McCann & Schouten, 2014). Επισημαίνεται η ανάγκη να ορίσουμε τη διεγχειρητική υπόταση στα παιδιά, ανάλογα με την ηλικία και το βάρος τους.

Το 2018, ο de Graff προσπάθησε να ανασκοπήσει συστηματικά τη βιβλιογραφία, και παράλληλα να παρουσιάσει τη δική του μελέτη για τον ορισμό της διεγχειρητικής υπότασης στα παιδιά. Αναφέρει ότι οι παιδοαναισθησιολόγοι φαίνεται να αποδέχονται χαμηλότερες διεγχειρητικές τιμές ΑΠ από τις προβλεπόμενες για την ηλικία των παιδιών, ότι παρεμβαίνουν φαρμακευτικά με καθυστέρηση, και αυτό συμβαίνει γιατί δεν υπάρχει επίσημος ορισμός της διεγχειρητικής υπότασης στα παιδιά. Για τα **νεογνά**, ο χρυσός κανόνας που ισχύει ήδη από το 1999 έως σήμερα είναι, ότι η ΜΑΠ πρέπει να είναι τουλάχιστον ίδια ή μεγαλύτερη με την ηλικία κύησης σε εβδομάδες, ότι τιμές χαμηλότερες υποδηλώνουν υπόταση και σήψη (Lee et al, 1999), και αυτός ο κανόνας μπορεί να εφαρμοστεί και κατά τη διεγχειρητική περίοδο, όπως φαίνεται και στον **Πίνακα 2** (De Graaf, 2018).

Ηλικία κύησης σε εβδομάδες	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Μέση Αρτηριακή Πίεση σε mmHg	20	22	23	25	27	28	29	30	32	33	35	36	37	38	39	40	41

Πίνακας 2. Αυθεντικός αριθμητικός αλγόριθμος αντιστοιχίας της Μέσης Αρτηριακής Πίεσης των νεογνών, με την ηλικία κύησής τους σε εβδομάδες, ώστε να αποδοθεί το κατώτερο επιτρεπόμενο όριο της διεγχειρητικής Μέσης Αρτηριακής Πίεσης με εύρος εμπιστοσύνης 95%. Από: [Lee et al, 1999](#); [De Graaff, 2018](#).

Για τα **βρέφη και μεγαλύτερα παιδιά**, μία επιλογή ορισμού της υπότασης είναι να χρησιμοποιήσουμε τα προτεινόμενα όρια για Εξειδικευμένη Υποστήριξη της Ζωής στα Παιδιά (Pediatric Advanced Life Support) του Αμερικανικού Κολλεγίου της Επείγουσας Ιατρικής του 2017 (American College of Critical Care Medicine ([Nafiu et al, 2009](#); [Davis et al, 2017](#))). Σύμφωνα με αυτά υπόταση και shock επιβεβαιώνεται όταν η ΣΑΠ στα νεογνά είναι μικρότερη από 60mmHg και στα βρέφη και μεγαλύτερα παιδιά μικρότερη από $[70 + (\text{ηλικία} \times 2)]\text{mmHg}$ (Πίνακας 3).

Age	Heart rate	Respiratory rate	SBP (mmHg)	Temperature (°C)
0 day–1 month	>205	>60	<60	<36 or >38
≥1–3 months	>205	>60	<70	<36 or >38
≥3 months–1 year	>190	>60	<70	<36 or >38.5
≥1–2 years	>190	>40	<70+ (2*age in years)	<36 or >38.5
≥2–4 years	>140	>40	<70+ (2*age in years)	<36 or >38.5
≥4–6 years	>140	>34	<70+ (2*age in years)	<36 or >38.5
≥6–10 years	>140	>30	<70+ (2*age in years)	<36 or >38.5
≥10–13 years	>100	>30	<90	<36 or >38.5
≥13 years	>100	>16	<90	<36 or >38.5

Πίνακας 3. Όρια ζωτικών σημείων (καρδιακή συχνότητα, αναπνευστική συχνότητα, Συστολική Αρτηριακή Πίεση, κεντρική θερμοκρασία σώματος), πέρα από τα οποία απαιτείται Εξειδικευμένη Υποστήριξη της Ζωής στα Παιδιά, σύμφωνα με το Αμερικανικό Κολλέγιο Επείγουσας Ιατρικής. Από: [Davis et al, 2017](#); [De Graaff, 2018](#).

Ο de Graaff ([2018](#)) αναγνωρίζει ότι η διεγχειρητική ΑΠ είναι συχνά χαμηλότερη από τα παραπάνω όρια. Παρουσιάζει έναν πίνακα τιμών (**Πίνακας 4**), ο οποίος προέκυψε από τις

καταγραφές της ΑΠ κατά την εισαγωγή και τη διατήρηση της αναισθησίας 100000 παιδιών, την ταξινόμηση των τιμών με βάση το φύλο, την ηλικία, το βάρος και το ύψος των παιδιών, και την αντιστοίχιση των τιμών με τις προτεινόμενες φυσιολογικές καμπύλες ανάπτυξης του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας WHO (Borghi et al, 2006; De Graaff et al, 2016). Ο Πίνακας καταγράφει πέντε αποκλίσεις τιμών διεγχειρητικής ΜΑΠ, αυτές της 50^{ης} εκατοστιαίας θέσης (0SD), της 25^{ης} και 75^{ης} (1SD, -1SD) και ακραίες της 5^{ης} και 95^{ης} εκατοστιαίας θέσης (2SD, -2SD) (De Graaff et al, 2016). Επίσης, παρουσιάζει ένα ηλεκτρονικό εργαλείο υπολογισμού της φυσιολογικής διεγχειρητικής ΜΑΠ με βάση το βάρος του παιδιού, προσβάσιμο στο σύνδεσμο http://www.pediatric-anesthesia.eu/bp_calculator.

Surgical Phase Weight (kg)	Male					Female				
	Mean NIBP (mmHg)					Mean NIBP (mmHg)				
	-2SD	-1SD	0SD	+1SD	+2SD	-2SD	-1SD	0SD	+1SD	+2SD
2	23	29	36	44	60	22	28	35	44	58
3	25	31	38	47	63	25	31	39	48	63
4	27	33	40	50	65	27	34	42	51	66
5	29	35	42	52	66	29	36	44	54	69
7	31	38	45	55	69	32	39	47	57	73
10	34	41	49	59	73	35	42	51	61	77
15	37	45	53	64	78	38	46	54	65	80
20	40	47	56	67	82	40	48	57	68	83
30	42	50	59	71	86	42	50	59	71	86
40	43	51	61	74	89	44	52	61	73	88
50	44	53	63	75	90	45	53	62	75	90
80	46	55	66	79	93	47	55	66	79	95
100	47	56	67	80	95					

Πίνακας 4. Σύντομη έκδοση του πίνακα τιμών της «φυσιολογικής» μέσης αρτηριακής πίεσης ΜΑΠ σε νεογνά, βρέφη και παιδιά (αγόρια και κορίτσια) υπό γενική αναισθησία κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, σε σχέση με το βάρος σώματός τους. Από: De Graaff, 2018.

Από τη μελέτη του **Πίνακα 4** διαπιστώνεται ότι ο de Graaff (2018) δίνει έμφαση στη ΜΑΠ ακόμα και στα μεγαλύτερα παιδιά ως πιο αξιόπιστη τιμή, ότι η ΜΑΠ καταγράφεται σε σχέση με το βάρος των παιδιών, συμπεριλαμβάνοντας έτσι και τα νεογνά, ότι η πλειοψηφία των παιδιών εμφανίζει ΜΑΠ που αντιστοιχεί στην 50^η εκατοστιαία θέση (0SD), και ότι ξεκινώντας από τα 2kg βάρους σώματος όπου η ΜΑΠ είναι 36mmHg στα αγόρια και 35mmHg στα κορίτσια, για κάθε αύξηση του βάρους ανά κιλό η ΜΑΠ ανεβαίνει περίπου κατά 2-3mmHg έως τα 10kg, ενώ από τα 10kg και πάνω η ΜΑΠ ανεβαίνει περίπου κατά 1mmHg στα αγόρια και

περίπου κατά 0,5mmHg στα κορίτσια για κάθε αύξηση ανά κιλό. Τέλος, φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης της ΜΑΠ (μεταξύ -2SD και 2SD) μέχρι το βάρος των 20kg είναι μεγαλύτερο στα κορίτσια από ότι στα αγόρια, ενώ από τα 20kg και πάνω οι ακραίες τιμές είναι παρόμοιες στα δύο φύλα. Ο de Graaff (2018) καταλήγει ότι η εκτίμηση της φυσιολογικής διεγχειρητικής ΜΑΠ πρέπει να εξατομικεύεται, αλλά πρέπει να δίνεται έμφαση στη διατήρηση της ΜΑΠ εντός φυσιολογικών ορίων, ώστε να διασφαλίζεται επαρκής άρδευση του εγκεφάλου, η οποία σχετίζεται με την επαρκή οξυγόνωσή του (Michelet et al, 2015), και αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά.

Αναφορικά με το **monitoring της θερμοκρασίας**, επισημαίνεται ότι κατά τη διάρκεια των νευροχειρουργικών επεμβάσεων, και κυρίως των επεμβάσεων στη σπονδυλική στήλη, τα παιδιά, ιδίως τα νεογνά και βρέφη, διατρέχουν σοβαρό κίνδυνο διεγχειρητικής απώλειας θερμότητας και εμφάνισης υποθερμίας. Η επιρρέπεια αυτή αποδίδεται στο μεγάλο μέγεθος του κεφαλιού σε σχέση με το σώμα τους, στη μεγάλη σχέση επιφάνειας σώματος προς βάρος σώματος, στο λεπτό υποδόριο λίπος, στην ανωριμότητά τους σε ενεργό παραγωγή θερμότητας μέσω ρίγους, στην παραγωγή θερμότητας μέσω αγγειοσύσπασης και χωρίς ρίγος θερμογένεσης από τον μεταβολισμό του φαιού λίπους, που γίνεται με κατανάλωση ενέργειας και πρόσθετη απώλεια θερμότητας, και στο κρύο περιβάλλον του χειρουργείου. Παρόλο που είναι γνωστό ότι η μέτρια υποθερμία(34-35°C) μειώνει τον εγκεφαλικό μεταβολικό ρυθμό CMRO₂ και συμβάλλει στην αντιμετώπιση της αυξημένης ICP, τα νεογνά και βρέφη σε συνθήκες μέτριας διεγχειρητικής υποθερμίας αδυνατούν να αυξήσουν το μεταβολικό ρυθμό τους. Τελικά η ανάπτυξη υποθερμίας θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση άπνοιας, υπότασης, βραδυκαρδίας και οξέωσης, την παράταση της δράσης του φαρμακευτικού νευρομυϊκού αποκλεισμού και της αναστροφής του, την επιδείνωση της λειτουργικότητας των αιμοπεταλίων με αποτέλεσμα διαταραχές αιμόστασης, και την επιμόλυνση του τραύματος. Συνεπώς, η διεγχειρητική διατήρηση του παιδιού ζεστού και σε συνθήκες νορμοθερμίας είναι ακρογωνιαίος λίθος για τη σωστή ανάνηψη από την αναισθησία και την καλή έκβαση. Συστήνεται η συνεχής καταγραφή της κεντρικής θερμοκρασίας σώματος, μέσω οισοφάγειου ή διορθικού θερμόμετρου, η χορήγηση ζεστών ενδοφλέβιων υγρών, η μόνωση του σώματος με μέσα που εμποδίζουν την απώλεια θερμότητας (πλαστικό κάλυμμα) αλλά και η ενεργητική θέρμανση του παιδιού με συστήματα εμφύσησης θερμού αέρα (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Βρέφος σε πρηνή θέση. Παρουσιάζεται η θερμική μόνωση της κάτω και επάνω επιφάνειας του σώματος, και κυρίως το κεφάλι, πλην της περιοχής του χειρουργείου. Φαίνεται η σωστή τοποθέτηση του κεφαλιού, ώστε να μην συμπιέζεται το πρόσωπο και να μην συνθλίβεται ο τραχειοσωλήνας. Από προσωπική συλλογή

Κατά τις νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά, και όταν το κεφάλι του παιδιού βρίσκεται σε όρθια θέση και υπάρχει κίνδυνος εμβολής αέρα, σημαντική θεωρείται η εφαρμογή **προκάρδιου Doppler** για την αναγνώριση αέρα στην κυκλοφορία. Ακόμα, όταν αναμένεται μεγάλη απώλεια αίματος, πιθανή διεγχειρητική εκδήλωση άποιου διαβήτη ή ανάγκη ενδοφλέβιας χορήγησης μαννιτόλης, σημαντική θεωρείται η **ωριαία μέτρηση ούρων**.

Σε κάποιες επεμβάσεις σημαντική είναι η εφαρμογή **ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, διακρανιακού Doppler**, και η νευροφυσιολογική καταγραφή σωματοαισθητικών **SSEPs** ή κινητικών προκλητών δυναμικών **MEPs**, που μπορούν να αναγνωρίσουν πρώιμα μία νευρολογική βλάβη και να βελτιώσουν την έκβαση των ασθενών. Το **monitoring της λειτουργίας του Νωτιαίου Μυελού** θεωρείται βασικό κατά τη διάρκεια επεμβάσεων της σπονδυλικής στήλης, τόσο σε τραυματισμούς όσο και σε επεμβάσεις αποκατάστασης μηνιγγομυελοκήλης. Το monitoring αυτό περιλαμβάνει: **α. test αφύπνισης**: πλεονέκτημά του είναι ο έλεγχος της κινητικής λειτουργίας των πρόσθιων κεράτων του ΝΜ, ενώ μειονεκτήματα-κίνδυνοι είναι η ατυχηματική αποδιασωλήνωση, η εμβολή αέρα και η μετατόπιση υλικών. Ο μεγαλύτερος περιορισμός του είναι ότι ελέγχει τη λειτουργία του ΝΜ διεγχειρητικά, αλλά σε

μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή και όχι συνεχόμενα. Για την εκτέλεση της δοκιμασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ενδοφλέβιοι όσο και εισπνεόμενοι αναισθητικοί παράγοντες. Η δοκιμασία δεν ενδείκνυται σε νεογνά, βρέφη και μικρά παιδιά. **β. σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά SSEP:** είναι μέθοδος ηλεκτρικής παρακολούθησης συγκεκριμένων οδών του ΝΜ, όπου μετά από αισθητικό ερεθισμό λαμβάνεται απάντηση με τη μορφή ηλεκτρικών δυναμικών. Αν η βλάβη δεν περιλαμβάνεται στη συγκεκριμένη αισθητική οδό, τότε δεν μπορεί να αναγνωρισθεί. Η απάντηση μετά από συνεχή ηλεκτρικό ερεθισμό του μέσου ή κνημιαίου νεύρου καταγράφεται με τη χρήση επιφανειακών ή διπολικών ηλεκτροδίων. Η συνεχής διεγχειρητική εκτίμηση γίνεται από νευροφυσιολόγους, όπου μείωση απάντησης κατά 50% θεωρείται σημαντική. Τα SSEP επηρεάζονται από παράγοντες όπως επίπεδο επέμβασης, υποθερμία, υποξία, υπερκαπνία, νωτιαία ισχαιμία και εισπνεόμενα αναισθητικά, παρόλο που τα αναισθητικά επηρεάζουν περισσότερο τις απαντήσεις από τον εγκεφαλικό φλοιό συγκριτικά με τις επισκληρίδιες απαντήσεις. Η χορήγηση NDMRs ελαχιστοποιεί τα μυϊκά artifacts κατά την καταγραφή των SSEP. **γ. κινητικά προκλητά δυναμικά MEPs:** μπορεί να είναι είτε προκλητά ΗΜΓραφήματα είτε δυναμικά λειτουργίας μυϊκών ομάδων CMAPs, και εκτιμούν τη λειτουργία του κινητικού φλοιού και της κατιούσας οδού. Λαμβάνονται μετά από ερεθισμό κινητικών περιοχών του εγκεφάλου ή του ΝΜ, είτε διαμέσου του δέρματος είτε με άμεσο ερεθισμό των εκτεθειμένων νευρικών ιστών.

III. Η τοποθέτηση του παιδιού σε ειδική θέση για νευροχειρουργικές επεμβάσεις.

Η τοποθέτηση του νεογνού, βρέφους και παιδιού που θα υποβληθεί σε νευροχειρουργική επέμβαση σε σωστή θέση επάνω στο χειρουργικό τραπέζι πρέπει να διασφαλίζει καταρχήν τον κατάλληλο και επαρκή αερισμό των πνευμόνων, αλλά παράλληλα να αποτρέπει την πιθανή πρόκληση φλεβικής στάσης ή έντονης συμπίεσης σημείων του σώματος, που θα προκαλέσουν μόνιμη νευρολογική βλάβη. Θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική στροφή του κεφαλιού και η πιθανή απόφραξη της έσω σφαγίτιδας φλέβας. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγεται η συμπίεση των στοιχείων του αεραγωγού κατά την πρηνή θέση, καθώς αυτό θα προκαλέσει προβλήματα στον αεραγωγό μετεγχειρητικά, όπως μακρογλωσσία ή έντονο οίδημα των δομών του αεραγωγού εξαιτίας κακής φλεβικής ή λεμφικής απορροής, που θα δυσκολέψουν την

αποσωλήνωση και θα αναγκάσουν τη μεταφορά του παιδιού σε ΜΕΘ, λόγω του επαπειλούμενου αεραγωγού. Εφόσον το παιδί βρίσκεται σε ύπτια θέση, η ανύψωση της κεφαλής κατά 30° μπορεί να βελτιώσει τη φλεβική απορροή, όμως αυξάνει τον κίνδυνο αερώδους εμβολής. Τεκμηριώνεται ότι τα νεογνά και βρέφη είναι ιδιαίτερα επιρρεπή σε εμφάνιση αερώδους εμβολής, ακόμα και σε ουδέτερη θέση του κεφαλιού τους, εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους του κρανίου τους. Η τοποθέτηση σε πρηνή θέση δημιουργεί σοβαρές δυσκολίες, ενώ η ανύψωση του κεφαλιού είναι ανέφικτη. Τα μάτια του παιδιού θα πρέπει να προστατεύονται κατάλληλα, τόσο κατά την αντισηψία της περιοχής, όσο και από πιθανές εξωτερικές πιέσεις (από την πρηνή θέση ή από τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία). Επίσης, θα πρέπει να διασφαλίζεται η άμεση πρόσβαση στις ενδοφλέβιες οδούς και στον τραχειοσωλήνα, η κατά το δυνατόν συνεχής οπτική επαφή του παιδιού, και η αποφυγή συμπίεσης των ευαίσθητων σημείων του σώματος. Στα βρέφη και μικρά παιδιά, η σταθεροποίηση του κεφαλιού με καρφίδες στο ειδικό πλαίσιο Mayfield πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, καθώς οι καρφίδες μπορεί να προκαλέσουν κάταγμα κρανίου, τρώση μήνιγγας ή ενδοκρανιακό αιμάτωμα. Στα νεογνά η χρήση του πλαισίου Mayfield γενικά αντενδείκνυται, λόγω του μικρού πάχους του κρανίου τους, ενώ εναλλακτικά συστήνεται η χρήση πέταλου σιλικόνης, αν και αναγνωρίζεται ότι αυτό δεν διατηρεί το κεφάλι σε σταθερή θέση. (Sebastian & McClain, 2018).

1. Η πρηνής θέση: Σε αυτή τη θέση ο ασθενής είναι με το πρόσωπο προς τα κάτω, το κεφάλι τοποθετείται επάνω σε μαξιλάρι, σε ουδέτερη θέση ή στο πλάι, ενώ απαραίτητη είναι η προστασία αυτιών και οφθαλμών. Παράλληλα εφαρμόζεται υποστήριξη κάτω από το θώρακα, τους ώμους και τη λεκάνη, επιτρέποντας την ελεύθερη κίνηση της κοιλιάς κατά το μηχανικό αερισμό των πνευμόνων, τη μείωση της ενδοκοιλιακής πίεσης και την ελάττωση της αιμορραγίας από το επισκληρίδιο πλέγμα. Θα πρέπει να γίνει επιλογή του κατάλληλου για την ηλικία και το μέγεθος του σώματος πλαισίου υποστήριξης, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή συμπίεσης της κοιλιάς και των γεννητικών οργάνων. Για τον σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά πλαίσια (Wislon, Relton-Hall, Andrew). Ιδιαίτερα στα νεογνά και βρέφη, η κοιλιά πρέπει να είναι ελεύθερη και να μην συμπιέζεται καθόλου, ώστε να επιτρέπει τη σωστή αναπνευστική κίνηση, καθώς τα νεογνά και βρέφη έχουν κατεξοχήν κοιλιακή αναπνοή. Στην πρηνή θέση η έντονη κάμψη του αυχένα, ειδικά στα νεογνά και βρέφη, μπορεί να προκαλέσει μετατόπιση του τραχειοσωλήνα, ενδοβρογχική διασωλήνωση, ή σύνθλιψη και απόφραξη (**Εικόνα 8**). Οι επιπλοκές από την κακή τοποθέτηση σε πρηνή θέση περιλαμβάνουν

πίεση κεφαλιού, ατυχηματική αποσωλήνωση, μακρογλωσσία, απώλεια ενδοφλέβιων οδών, συμπίεση και τραυματισμό οφθαλμών, συμπίεση κοιλιάς με δυσκολία αερισμού και αυξημένη αιμορραγία από το επισκληρίδιο πλέγμα, εμβολή αέρα (McClain et al, 2013).



Εικόνα 8. Βρέφος σε πρηνή θέση για χειρουργείο μηνιγγομυελοκήλης. Παρουσιάζεται η σωστή τοποθέτηση σε πρηνή θέση, όπου κάτω από το θώρακα και τη λεκάνη τοποθετούνται μαλακά ρολά, ώστε η κοιλιά να είναι ελεύθερη και να επιτρέπεται η σωστή κίνηση κατά τη διάρκεια του μηχανικού αερισμού. Φαίνεται η σωστή τοποθέτηση του κεφαλιού, ώστε να μην συμπιέζεται το πρόσωπο και να μην συνθλίβεται ο τραχειοσωλήνας, αλλά και η σωστή τοποθέτηση των άκρων, ώστε να μην προκληθεί βλάβη από συμπίεση. Από προσωπική συλλογή

2. Η καθιστή θέση: Η τοποθέτηση των νεογνών, βρεφών και παιδιών σε αυτή τη θέση είναι αρκετά σπάνια και αμφιλεγόμενη. Τα πλεονεκτήματα της θέσης αυτής είναι η καλύτερη πρόσβαση στο χειρουργικό πεδίο, ιδιαίτερα σε επεμβάσεις στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο, και η απρόσκοπτη απορροή του φλεβικού αίματος από το δίκτυο του εγκεφάλου. Δυστυχώς η θέση αυτή σχετίζεται με αρκετές επιπλοκές τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες, όπως η εμβολή αέρα και η καρδιαγγειακή αστάθεια, οπότε η χρησιμότητά της αμφισβητείται έντονα στις μέρες μας ([McClain et al, 2013](#)).

IV. Η φλεβική εμβολή αέρα – Venous Air Embolism VAE.

Κατά την τοποθέτηση των νεογνών, βρεφών και παιδιών που υποβάλλονται σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις επάνω στο χειρουργικό τραπέζι, τόσο σε ύπτια όσο και σε πρηνή θέση, το κρανίο τους βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο από το επίπεδο της καρδιάς, εξαιτίας του προέχοντος ινίου και του μεγάλου ποσοστό επιφάνειας σώματος που κατέχει το κρανίο. Επιπλέον, οι φλεβώδεις κόλποι και οι φλέβες που συνδέουν το κρανίο των παιδιών με τη σκληρά μήνιγγα διατηρούνται ανοικτές με χαλαρούς δεσμούς. Έτσι, τα παιδιά είναι ιδιαίτερα επιρρεπή σε εμφάνιση αερώδους εμβολής VAE, εφόσον το κρανίο ανοίξει. Μάλιστα, παιδιά που έχουν ανοικτή μεσοκοιλιακή ή μεσοκολπική επικοινωνία κινδυνεύουν από εμφάνιση παράδοξης εμβολής.

Η υποψία VAE θα τεθεί καταρχήν από την αναγνώριση της σταθερής ελάττωσης της κυματομορφής του αρτηριακού κύματος και του τελοεκπνευστικού διοξειδίου ETCO_2 , ως αποτέλεσμα της ελαττωμένης καρδιακής παροχής και της υπότασης. Η επιβεβαίωση θα δοθεί από την εφαρμογή προκάρδιου Doppler. Συστήνεται η συνεχής διεγχειρητική εφαρμογή προκάρδιου Doppler στο δεξί στερνικό όριο της καρδιάς, αλλά και η συχνή ακρόαση της καρδιάς, για αναγνώριση νεοεμφανιζόμενου φυσήματος. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ενημερωθεί άμεσα ο χειρουργός, ώστε να ξεπλύνει το τραύμα με φυσιολογικό ορό και να κλείσει άμεσα κάθε σημείο πιθανής εισόδου αέρα. Ο αναισθησιολόγος θα πρέπει να χορηγήσει άμεσα ενδοφλέβια υγρά φόρτισης, ακόμα και αν δεν υπάρχει εξαρχής αιμοδυναμική αστάθεια. Άλλοι χειρισμοί αντιμετώπισης της VAE είναι εφαρμογή συμπίεσης της έσω σφαγίτιδας φλέβας, η μετακίνηση του κεφαλιού προς τα κάτω, η αναρρόφηση αέρα

από τον κεντρικό φλεβικό καθετήρα, ενώ το κυριότερο μέλημα είναι η υποστήριξη του καρδιοαναπνευστικού συστήματος (Sebastian & McClain, 2018; McClain et al, 2013).

V. Η διεγχειρητική χορήγηση υγρών και η μετάγγιση παραγώγων αίματος.

Η διαχείριση των υγρών χορήγησης κατά την περιεγχειρητική περίοδο στα παιδιά φαίνεται ότι απασχόλησε για χρόνια την ευρωπαϊκή κοινότητα των παιδοαναισθησιολόγων, επειδή η επιλογή του όγκου και του είδους των υγρών ενδοφλέβιας χορήγησης οδηγούσε σε υποθεραπεία των αναγκών τους, αλλά και σε επιπλοκές σχετιζόμενες με την εμφάνιση υπεργλυκαιμίας και υπονατρίαemiaς. Σήμερα υπάρχει μία πιο ξεκάθαρη εικόνα για τις ανάγκες σε ενδοφλέβια υγρά κατά την περιεγχειρητική περίοδο, αλλά και για το είδος των υγρών που πρέπει να χορηγηθούν.

Στην ερώτηση «*πόσα ενδοφλέβια υγρά θα χορηγήσω κατά την περιεγχειρητική περίοδο*» η γενική αρχή είναι ότι θα πρέπει να συνυπολογιστούν :

α. ο χρόνος προεγχειρητικής νηστείας που θα δοθεί ως σύσταση, ανάλογα με το είδος της επέμβασης και την υποκείμενη παθολογία του παιδιού (βλέπε ειδική ενότητα παραπάνω),

β. ο όγκος των υγρών ωριαίας συντήρησης. Τα υγρά ωριαίας συντήρησης για νεογνά πάνω από 2,5kg, βρέφη και παιδιά υπολογίζονται σύμφωνα με τον τύπο των Holliday and Segar (4-2-1: 4ml/kg/h για τα πρώτα 10kg βάρους σώματος, 2ml/kg/h για τα επόμενα 10kg και 1ml/kg/h για τα υπόλοιπα κιλά) (Πίνακας 5).

Weight in kg (kilogram)	Holliday Segar method (mL/kg/day)	Holliday Segar estimate (mL/kg/h)
First 10 kg	100	4
Second 10 kg	50	2
Every kg thereafter	20	1

Πίνακας 5. Ο υπολογισμός των υγρών συντήρησης σε παιδιά με τη μέθοδο – τύπο των Holliday & Segar (1957). Από: [Namshikar et al, 2016](#).

Για τον προσδιορισμό του συνολικού όγκου θα πρέπει συνυπολογιστούν οι ώρες προεγχειρητικής νηστείας (εφόσον το παιδί δεν λαμβάνει ενδοφλέβια υγρά προεγχειρητικά) και η χρονική διάρκεια του χειρουργείου σε ώρες (Holliday & Segar, 1957; O' Donnell et al,

2021). Για τα νεογνά που νοσηλεύονται εκτός Μονάδας Εντατικής Νοσηλείας Νεογνών ΜΕΝΝ η χορήγηση υγρών, γλυκόζης και ηλεκτρολυτών αποδίδεται στον **Πίνακα 6**, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του Sheffield Children's NHS Foundation Trust, όπου ο όγκος κυμαίνεται από 60-150ml/kg/24ωρο ανάλογα με τις ημέρες ζωής (O' Donnell et al, 2021).

Day of life	Volume (mls/kg/day)	Intravenous fluid composition	Replacement of gastric losses (volume for volume)	Replacement of stoma losses (when greater than 20mls/kg/day)	Replacement for other drain losses
Up to 24hrs	60	10% glucose	0.9% sodium chloride 0.15% potassium chloride 5% glucose (check with consultant re; these additional fluids)		As advised by surgical team
24 – 48hrs	80				
48 – 72hrs	100				
After 72hrs	120-150	0.45% sodium chloride 0.15% potassium chloride 10% glucose			

Πίνακας 6. Κατευθυντήριες οδηγίες του Sheffield Children' NHS Foundation Trust για την ενδοφλέβια χορήγησης υγρών. Οι ημερήσιες ανάγκες σε υγρά συντήρησης, η σύσταση των υγρών συντήρησης και το είδος των υγρών αναπλήρωσης των απωλειών, σε νεογνά που δεν νοσηλεύονται σε Μονάδα Εντατικής Νοσηλείας Νεογνών ΜΕΝΝ. Από: O' Donnell et al, 2021

Τέλος, για τα πρόωρα και μικρού βάρους γέννησης νεογνά που νοσηλεύονται σε ΜΕΝΝ, οι ημερήσιες ανάγκες σε υγρά (σε ml/kg) για την πρώτη εβδομάδα ζωής, ανάλογα με τις ανάγκες τους σε οξυγόνο, φαίνονται στον **Πίνακα 7** (Chawla et al, 2008; Long et al, 2018).

Βάρος γέννησης	Ημέρα 1	Ημέρα 2	Ημέρα 3	Ημέρα 4	Ημέρα 5	Ημέρα 6	Ημέρα 7
< 1000 g	80	100	120	130	140	150	160
1000 – 1500 g	80	95	110	120	130	140	150
>1500 g	60	75	90	105	120	135	150

Πίνακας 7. Ημερήσιες ανάγκες των νεογνών σε υγρά για την πρώτη εβδομάδα ζωής, σε ml/kg/ημέρα.
Από: *Chawla et al, 2008; Long et al, 2018.*

Να σημειωθεί ότι οι οδηγίες του Sheffield Children’s NHS Foundation Trust αναφέρουν ρητά ότι δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως ρουτίνα σε παιδιά με διαβητική κετοξέωση, σε παιδιά υπό μηχανικό αερισμό πνευμόνων, σε παιδιά κατά τη μετεγχειρητική περίοδο και σε παιδιά με νευροχειρουργική παθολογία, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη εξατομίκευσης της θεραπείας των υγρών συντήρησης σε αυτές τις κατηγορίες ασθενών (*O’ Donnell et al, 2021*).

γ. ο όγκος των υγρών του ελλείμματος αφυδάτωσης, που θα υπολογιστεί ανάλογα με την κλινική εκτίμηση του βαθμού αφυδάτωσης του παιδιού. Για την κλινική αξιολόγηση της αφυδάτωσης θα πρέπει να εκτιμηθούν συγκεκριμένες παράμετροι, όπως η απώλεια βάρους, το ξηρό στόμα, η σπαργή του δέρματος, η μετωπιαία πηγή, οι οφθαλμοί, η συμπεριφορά, η καρδιακή συχνότητα, η αρτηριακή πίεση, η τριχοειδική επαναπλήρωση και η διούρηση, ενώ ανάλογα με την ένταση των συμπτωμάτων η αφυδάτωση μπορεί να εκτιμηθεί ως ήπια (<5% του συνολικού όγκου ύδατος), μέτρια (5-10%) ή βαριά (> 10%), όπως φαίνεται και στον **Πίνακα 8**.

Σημεία / Συμπτώματα	Ήπια <5%	Μέτρια 5-10%	Βαριά >10%
Απώλεια βάρους	3-5 %	6-9 %	> 10 %
Ξηρό στόμα	+/-	+	++
Σπαργή δέρματος	κφ	↓	↓↓
Μετωπιαία πηγή	κφ	εισολκή	↑ εισολκή
Οφθαλμοί	κφ	ξηροί	εισολκή
Συμπεριφορά	ανησυχία	λήθαργος	Υποτονία - κώμα
Καρδιακή συχνότητα	κφ	↑ ασθενής	↑↑ ασταθής
Αρτηριακή πίεση	κφ	κφ / ↓	↓↓↓
Τριχοειδική επαναπλήρωση	κφ	~ 2sec	> 3sec
Διούρηση	κφ	ολιγουρία	ολιγο/ανουρία
ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΕΛΛΕΙΜΜΑ	30-50ml/kg	60-90ml/kg	100-120ml/kg

Πίνακας 8. Υπολογισμός του όγκου υγρών που οφείλεται σε απώλεια από αφυδάτωση. Η εκτίμηση των απωλειών γίνεται με αξιολόγηση διαφόρων οργάνων και κλινικών σημείων, ενώ ανάλογα με την ένταση των συμπτωμάτων υπολογίζεται η βαρύτητα της αφυδάτωσης, ώστε να κατευθύνει τελικά το εκτιμώμενο έλλειμμα υγρών ανά kg βάρους σώματος. Από: [Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016](#)

Με βάση τα παραπάνω, ο όγκος υγρών του ελλείμματος αφυδάτωσης αποδίδεται από τον τύπο $10 \times \% \text{ αφυδάτωσης} \times \text{Βάρος Σώματος}$. Η αναπλήρωση του ελλείμματος αφυδάτωσης θα πρέπει να γίνεται με ισότονα διαλύματα (φυσιολογικός ορός N/S 0.9%), ενώ η διόρθωση πρέπει να γίνεται σταδιακά, το 1/5 του υπολογιζόμενου όγκου πρέπει να χορηγείται σε 2 ώρες, και ο υπόλοιπος όγκος αργά σε 24-72 ώρες ([Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016](#)).

δ. οι διεγχειρητικές απώλειες υγρών, που αφορούν σε απώλειες αίματος, και σε απώλειες υγρών μέσω εξάτμισης (από το τραύμα και το αναπνευστικό σύστημα) ή στο λεγόμενο τρίτο χώρο (άδηλες απώλειες), παρόλο που τελευταία η ύπαρξη του τρίτου χώρου αμφισβητείται έντονα. Αναφορικά με τις απώλειες αίματος, εφόσον δεν ξεπερνούν τις μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες ΜΕΑ για την ηλικία και βάρος σώματος του παιδιού, η αναπλήρωση τους μπορεί να γίνει είτε με κρυσταλλοειδή σε όγκο τριπλάσιο ($\times 3$) από τον όγκο του αίματος που χάθηκε, είτε με αίμα σε ισόποση ποσότητα ($\times 1$) με την απώλεια ([Samuels & Wieteska,](#)

APLS 6th, 2016). Ως προς τις απώλειες μέσω εξάτμισης ή στον τρίτο χώρο, ο όγκος των απωλειών υπολογίζεται αδρά ως εξής: για επιφανειακά τραύματα και μικρής διάρκειας επεμβάσεις περίπου 1-2ml/kg/ώρα, ενώ για μεγαλύτερα τραύματα και μέτριας/μεγάλης βαρύτητας επεμβάσεις 5-10ml/kg/ώρα (McClain & McManus, 2013). Σε κάθε περίπτωση, μία σοβαρή υποογκαιμία στα παιδιά, με συνοδά κλινικά σημεία από το καρδιαγγειακό (ταχυκαρδία, υπόταση, αυξημένος χρόνος τριχοειδικής επαναπλήρωσης, διαταραχές επιπέδου συνείδησης, ελαττωμένη διούρηση) θα πρέπει να αντιμετωπίζεται άμεσα με ταχεία χορήγηση κρυσταλλοειδών διαλυμάτων (boluses) σε δόση 10-20ml/kg, ανάλογα με την αιτία (Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016).

Το 2007, η Εταιρεία Παιδιατρικής Αναισθησίας Μεγάλης Βρετανίας – Ιρλανδίας APA εξέδωσε κατευθυντήριες οδηγίες για την περιεγχειρητική χορήγηση υγρών στα παιδιά. Οι οδηγίες αναθεωρήθηκαν το 2010, και έως σήμερα βρίσκονται σε ισχύ και αποδοχή από την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Αναισθησίας (APA Consensus Guidelines, 2010). Οι γενικές αρχές αυτών των οδηγιών συνοψίζονται ως εξής:

1. Σύμφωνα με τις νεότερες οδηγίες προεγχειρητικής νηστείας, τα παιδιά που πρόκειται να υποβληθούν σε μικρής βαρύτητας επεμβάσεις πρέπει να ενθαρρύνονται να λαμβάνουν από το στόμα στερεές τροφές έως 6-8 ώρες πριν, γάλα (αγελαδινό ή φόρμουλας) 4-6 ώρες πριν, μητρικό γάλα έως 4 ώρες πριν, και καθαρά υγρά έως και 1 ώρα πριν την επέμβαση (**Πίνακας 1**) (Anderson et al, 2018). Σε περίπτωση που η από του στόματος χορήγηση είναι αδύνατη λόγω της κατάστασης του παιδιού (αυξημένη ενδοκράνια πίεση, ελαττωμένο επίπεδο συνείδησης) ή αντενδείκνυται λόγω του είδους της επέμβασης, τότε το παιδί θα πρέπει να λάβει ενδοφλέβια υγρά αναπλήρωσης της προεγχειρητικής νηστείας, ειδικά αν υποβληθεί σε μέτριας ή μεγάλης βαρύτητας επέμβαση (APA Consensus Guidelines, 2010).
2. Εφόσον διαπιστωθεί προεγχειρητικά αφυδάτωση χωρίς σημεία υποογκαιμίας και shock, τότε η αφυδάτωση θα πρέπει να διορθώνεται αργά. Αντίθετα, η υποογκαιμία με σημεία shock πρέπει να διορθώνεται ταχέως για τη διατήρηση της καρδιακής παροχής και της άρδευσης των οργάνων. Υπογραμμίζεται ότι η παρουσία υπότασης στα παιδιά είναι όψιμο σημείο εγκατεστημένης υποογκαιμίας
3. Τα υγρά συντήρησης σε παιδιά μεγαλύτερα των δύο εβδομάδων ζωής θα πρέπει να υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τον τύπο 4-2-1 των Holliday και Segar (**Πίνακας 5**).
4. Η περιεγχειρητική ενδοφλέβια χορήγηση υγρών στα παιδιά θα πρέπει να συνυπολογίζει 3 κύρια σημεία: i. Το έλλειμμα υγρών από αφυδάτωση, ii. τις απαιτήσεις σε υγρά

- συντήρησης συμπεριλαμβάνοντας τις ώρες προεγχειρητικής νηστείας, iii. τις διεγχειρητικές απώλειες αίματος και υγρών από εξάτμιση ή στον τρίτο χώρο. Η αναπλήρωση των απωλειών, σε παιδιά μεγαλύτερα του ενός μήνα, θα πρέπει να γίνεται υποχρεωτικά μόνο με ισότονα διαλύματα, καθώς στην πλειοψηφία τους μπορούν να διατηρούν φυσιολογικές τιμές γλυκόζης πλάσματος χωρίς εξωγενή χορήγηση
5. Παιδιά που λαμβάνουν επί μακρόν παρεντερική σίτιση, παιδιά με βάρος σώματος κάτω από την 3^η εκατοστιαία θέση, παιδιά που έλαβαν προεγχειρητικά διάλυμα γλυκόζης, ή παιδιά που θα υποβληθούν σε μεγάλης διάρκειας και βαρύτητας επεμβάσεις (όπως οι νευροχειρουργικές) έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης διεγχειρητικής υπογλυκαιμίας, αν χορηγηθούν μόνο ισότονα διαλύματα και δεν συμπληρωθούν από ισορροπημένα διαλύματα που περιέχουν γλυκόζη (Plasmalyte, Hartmann), ενώ απαραίτητο θεωρείται και το συχνό διεγχειρητικό monitoring των επιπέδων γλυκόζης πλάσματος
 6. Οι διεγχειρητικές απώλειες αίματος θα πρέπει να αναπληρώνονται αρχικά με κρυσταλλοειδή διαλύματα, και εφόσον ο αιματοκρίτης πέσει κάτω από 25% θα πρέπει να χορηγηθεί αίμα και παράγωγα. Στα νεογνά και σε παιδιά με κυανωτική συγγενή καρδιοπάθεια το όριο αιματοκρίτη για έναρξη μετάγγισης αίματος είναι υψηλότερο, στο 30%, ώστε να διασφαλίζεται επαρκής μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς
 7. Η διεγχειρητική χορήγηση υγρών θα πρέπει να παρακολουθείται στενά, μέσω εκτίμησης των ηλεκτρολυτών πλάσματος από τα αέρια αίματος, όσο και από το ισοζύγιο υγρών πρόσληψης και διούρησης, ενώ η υπονατρίαμία από αιμοαραίωση θεωρείται σοβαρό σύμπτωμα ([APA Consensus Guidelines, 2010](#)).

Στην ερώτηση «**ποια ενδοφλέβια υγρά θα χορηγήσω κατά την περιεγχειρητική περίοδο**», το 2011 η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Αναισθησίας ESPA, σε συνεργασία με τη Γερμανική Επιστημονική Ομάδα Εργασίας της Παιδιατρικής Αναισθησίας, εξέδωσε ομόφωνη επίσημη σύσταση (Consensus Statement) για το είδος των διεγχειρητικών ενδοφλέβιων υγρών στα παιδιά ([Sumpelmann et al, 2011](#)). Σύμφωνα με αυτές **συστήνεται** σε όλα τα παιδιά μεγαλύτερα του ενός μηνός η διεγχειρητική χορήγηση **ισότονων ισορροπημένων διαλυμάτων**, δηλαδή ισότονων διαλυμάτων εμπλουτισμένων με γλυκόζη 1 έως 2,5%. Οι συστάσεις αναφέρουν ότι παρά το γεγονός ότι η συγκεκριμένη πρακτική εφαρμόζεται αρκετά χρόνια από πολλά Παιδιατρικά Κέντρα με καλά αποτελέσματα, δυστυχώς με διατίθεται στην αγορά επίσημο και εγκεκριμένο διάλυμα, δημιουργώντας μεγάλο εμπόδιο στην καθημερινή αναισθησιολογική πρακτική. Πράγματι, για τη χορήγηση ενός τέτοιου διαλύματος θα πρέπει

να γίνει προπαρασκευή και προετοιμασία στο χειρουργείο, με αποτέλεσμα συχνά οι αναισθησιολόγοι να χορηγούν μόνο τα διαθέσιμα εμπορικά διαλύματα, που δεν είναι ιδανικά για τα παιδιά. Οι συστάσεις αναφέρουν ότι σε αρκετά κέντρα υπάρχει ακόμα η τάση να χορηγούνται τα παραδοσιακά υπότονα διαλύματα (N/S 0,45% + D/W 5% ή N/S 0,225% + D/W 5%), τα οποία όμως σχετίζονται με αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα, εξαιτίας της προκαλούμενης υπονατρίαμίας και υπεργλυκαιμίας, που εξελικτικά προκαλούν μόνιμη νευρολογική βλάβη. Εξηγούν ότι οι δύο κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση περιεγχειρητικής υπονατρίαμίας είναι **α.** η προκαλούμενη από το χειρουργικό stress έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης, με αποτέλεσμα την αναστολή απέκκρισης της περίσσειας ύδατος, και **β.** η διεγχειρητική χορήγηση υπότονων διαλυμάτων (Arieff, 1998). Η υπονατρίαμία θα οδηγήσει σε είσοδο ύδατος στα εγκεφαλικά κύτταρα, προκαλώντας εγκεφαλικό οίδημα, εγκολασμό στελέχους και θάνατο. Αναφέρεται ότι πιο επιρρεπή στην ανάπτυξη υπονατρίαμικής εγκεφαλοπάθειας, και με κακή έκβαση, είναι παιδιά στην προεφηβεία και εφηβεία, εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους του εγκεφάλου σε σχέση με το κρανίο τους και της ελαττωμένης δραστηριότητας της Na-K-ATPάσης (Ayus et al, 2008). Από την άλλη, τα βρέφη, εξαιτίας του υψηλότερου μεταβολικού ρυθμού τους, κινδυνεύουν περισσότερο από την εμφάνιση διεγχειρητικής υπογλυκαιμίας και λιπόλυσης, η οποία θα προκαλέσει μεταβολές στην εγκεφαλική αιματική ροή και στο μεταβολισμό και εξελικτικά θα οδηγήσει σε μόνιμη νευροαναπτυξιακή διαταραχή. Εντούτοις, και στα βρέφη, η διεγχειρητική χορήγηση διαλυμάτων γλυκόζης D/W 5%, για πρόληψη πιθανής υπογλυκαιμίας, δεν δικαιολογείται, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή υπεργλυκαιμία, εξαιτίας της προκαλούμενης από το χειρουργικό stress αντίστασης στην ινσουλίνη (Welborn et al, 1986), συσσώρευση γαλακτικών, μείωση ενδοκυττάρου PH, επιδείνωση της λειτουργίας των εγκεφαλικών κυττάρων και τελικά εκδήλωση εστιακής ή σφαιρικής εγκεφαλικής ισχαιμίας (Bailey et al, 2010). Τελικά, η διεγχειρητική χορήγηση διαλυμάτων χωρίς γλυκόζη στα βρέφη αυξάνει εξίσου τον κίνδυνο λιπόλυσης, με αύξηση της έκκρισης κετονοσωμάτων (Nishina et al, 1995).

Οι συστάσεις επισημαίνουν την επιτακτική ανάγκη διεγχειρητικής χορήγησης διαλυμάτων με ωσμωτικότητα παρόμοια με αυτή του πλάσματος των παιδιών, στα οποία διαλύματα θα πρέπει συμπληρώνεται γλυκόζη, ώστε να προκύπτει διάλυμα 1-2,5%, προκειμένου να αποφευχθεί η υπογλυκαιμία, η λιπόλυση ή η υπεργλυκαιμία. Προτείνεται τα διαλύματα αυτά να περιέχουν και ανιόντα (όπως γαλακτικά), προκειμένου να αποφευχθεί η υπερχλωραιμική οξέωση (Sumpelmann et al, 2011). Μία δική μας πρόταση, που την εφαρμόζουμε τα τελευταία

χρόνια με καλά αποτελέσματα, είναι η χορήγηση διαλύματος Ringer's Lactate 500ml, εμπλουτισμένο με 15-30ml D/W35%, ώστε να προκύπτει ισότονο διάλυμα με D/W 1-2%. Σε κάθε περίπτωση, η επίσημη σύσταση για την αναζωογόνηση και άμεση διόρθωση της υποογκαιμίας στα παιδιά είναι η χορήγηση φόρτισης ισότονων κρυσταλλοειδών διαλυμάτων, με κύριο εκπρόσωπο το N/S 0,9%, σε δόση 10-20ml/kg, ανάλογα της αιτίας της υποογκαιμίας.

Στα νεογνά, το είδος των υγρών διεγχειρητικής ενδοφλέβιας χορήγησης διαφοροποιείται αρκετά, καθώς έχουν αυξημένες μεταβολικές ανάγκες και είναι πολύ επιρρεπή στην εμφάνιση υπογλυκαιμίας, που είναι καταστροφική για τον εγκέφαλο. Συστήνεται για τις πρώτες 2 μέρες ζωής η χορήγηση διαλύματος D/W 10% σε δόση 2-30ml/kg/ώρα, από την 3^η μέρα ζωής D/W 10% + N/S 0,18% σε δόση 4ml/kg/ώρα, ενώ δεν θα πρέπει να διαφεύγουν οι ημερήσιες ανάγκες σε Na⁺ και K⁺ σε δόση 2-3mEq/kg/24ωρο. Οι φορτίσεις όγκου σε περιπτώσεις υποογκαιμίας θα πρέπει ομοίως να γίνονται με ισότονα διαλύματα (McClain et al, 2013).

Η **διεγχειρητική χορήγηση υγρών σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά** ακολουθεί τις παραπάνω γενικές αρχές, όμως επισημαίνεται ότι θα πρέπει να αποφεύγεται η χορήγηση υγρών που περιέχουν μεγάλη συγκέντρωση γλυκόζης, γιατί η προκαλούμενη υπεργλυκαιμία μπορεί να επιδεινώσει μία βλάβη επαναιμάτωσης. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγεται η χορήγηση υπότονων διαλυμάτων, γιατί μπορεί να επιδεινώσουν το εγκεφαλικό οίδημα, ενώ σημαντική θεωρείται η συχνή εκτίμηση των επιπέδων γλυκόζης πλάσματος. Σε περιπτώσεις νεογνών και βρεφών, η χορήγηση ισορροπημένων διαλυμάτων που περιέχουν γλυκόζη θεωρείται επιβεβλημένη, γιατί η πρόκληση υπογλυκαιμίας μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο (Sebastian & McClain, 2018). Τελικά, κύριος στόχος της διεγχειρητικής χορήγησης υγρών σε νεογνά, βρέφη και παιδιά που θα υποβληθούν σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις είναι η διατήρηση ισοογκαιμίας και αιμοδυναμικής σταθερότητας, ενώ τονίζεται ότι η εκτίμηση των διεγχειρητικών απωλειών σε αίμα είναι πολύ δύσκολη, επειδή το περισσότερο απορροφάται από τα χειρουργικά οθώνια (Giraldo et al, 2014).

Στα παιδιά, οι μείζονες χειρουργικές επεμβάσεις και το τραύμα σχετίζονται με **μεγάλη απώλεια αίματος**. Οι κύριοι παράγοντες κινδύνου είναι οι συγγενείς ή επίκτητες διαταραχές πήκτικότητας και οι χειρουργικοί/τραυματικοί παράγοντες (Goobie et al, 2016). Αναγνωρίζεται ότι το 60-90% των νεογνών, βρεφών και παιδιών που θα υποβληθούν σε μεταμόσχευση ήπατος, καρδιοχειρουργική ή νευροχειρουργική επέμβαση, θα χρειαστούν **μετάγγιση αίματος και παραγώγων** (Keung et al, 2009). Η μαζική αιμορραγία ορίζεται ως απώλεια αίματος του

μισού κυκλοφορούν όγκου αίματος εντός 3 ωρών ή απώλεια μεγαλύτερη από έναν κυκλοφορούν όγκο αίματος σε ένα 24ωρο ή ανάγκη μετάγγισης κάθε 10min του 10% του κυκλοφορούν όγκου αίματος. Τεκμηριώνεται ότι μετάγγιση όλων των παραγώγων αίματος σε δόση 40ml/kg στο πρώτο 24ωρο σε σοβαρά τραυματισμένα παιδιά σχετίζεται πρώιμο θάνατο (Neff et al, 2015).

Στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά, όπως και σε όλες τις μείζονες επεμβάσεις, πρέπει να δίνεται έμφαση στη διατήρηση νορμοβολαιμίας, καθώς η υποογκαιμία λόγω αιμορραγίας είναι υπεύθυνη για το 12% των καρδιακών ανακοπών σε παιδιά (Bhananker et al, 2007). Η αυτόλογη μετάγγιση παραγώγων αίματος αποτελεί τον κύριο τρόπο αντιμετώπισης της αιμορραγίας, εντούτοις τεκμηριώνεται ότι οι επιπλοκές της μετάγγισης στα παιδιά, όπως η οξεία πνευμονική βλάβη σχετιζόμενη με μετάγγιση TRALI, η οξεία κυκλοφορική υπερφόρτωση σχετιζόμενη με μετάγγιση TRACO, οι αντιδράσεις αιμόλυσης, η μόλυνση από λοιμώδεις παράγοντες, η ανοσοτροποποίηση, σχετίζονται με αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα έως 30% (Lavoie, 2011). Επιπλέον, η μαζική μετάγγιση στα παιδιά σχετίζεται με ηλεκτρολυτικές διαταραχές (υποασβεσταιμία, υποκαλσιαιμία, υπομαγνησιαιμία), με τη θανατηφόρο τριάδα οξέωση, υποθερμία, διαταραχές πήξης (Cosgriff et al, 1997), ενώ αποτελεί προγνωστικό παράγοντα εμφάνισης πολυοργανικής ανεπάρκειας, συνδρόμου συστηματικής φλεγμονώδους απάντησης SIRS, λοιμώξεων και αυξημένης θνητότητας (Goobie, 2015). Υπογραμμίζεται η ανάγκη για ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης της αιμορραγίας σε παιδιατρικούς ασθενείς, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις προγραμματισμένων επεμβάσεων με αναμενόμενη μεγάλη απώλεια αίματος. Οι τεχνικές αυτές μπορεί να αφορούν στην προεγχειρητική περίοδο (προγραμματισμός στον κατάλληλο χρόνο, ερυθροποίηση, αντιμετώπιση αναιμίας), στη διεγχειρητική περίοδο (μεγιστοποίηση μεταφοράς και μείωση κατανάλωσης οξυγόνου, προσεκτικό monitoring αρτηριακής πίεσης, βελτιστοποίηση χορήγησης υγρών, διατήρηση νορμοθερμίας, χορήγηση αντινωδολυτικών, χρήση cell savers, ενεργοποίηση αλγόριθμου διαχείρισης αιμορραγίας) ή στη μετεγχειρητική περίοδο (Goobie et al, 2016).

Αναφορικά με τη **διαχείριση της αιμορραγίας και τη μετάγγιση** σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά, τα κύρια ερωτήματα είναι: «πότε θα μεταγγίσω», «πόσο θα μεταγγίσω», «τι θα μεταγγίσω». Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι πριν την απόφαση για μετάγγιση, θα πρέπει να διασφαλιστεί η βελτιστοποίηση της χορήγησης υγρών, η διατήρηση νορμοβολαιμίας, η αποφυγή υπερογκαιμίας, που θα προκαλέσει οίδημα και αιμοαραίωση,

αλλά και η αποφυγή χαμηλής καρδιακής παροχής και υπότασης, για την επαρκή μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς. Συνεπώς, μαζί με την επιθετική χορήγηση υγρών θα πρέπει να ξεκινά άμεσα και η χορήγηση αγγειοδραστικών φαρμάκων (Kozek-Langenecker et al, 2016). Τα ιδανικότερα κρυσταλλοειδή διαλύματα, σε περιπτώσεις αιμορραγίας και αναζωογόνησης, είναι το Ringers Lactate (273mOsm) και το Plasmalyte (294mOsm), επειδή προκαλούν λιγότερο σοβαρή οξέωση σε σχέση με το φυσιολογικό ορό N/S 0,9%. Για την αρχική αναπλήρωση της απώλειας αίματος με υγρά θα πρέπει να δίνεται διπλάσιος έως τριπλάσιος όγκος κρυσταλλοειδών από την εκτιμώμενη απώλεια, αλλά σε ταχεία απώλεια τουλάχιστον 20% του κυκλοφορούμενου όγκου αίματος, η χορήγηση υγρών πρέπει να είναι ίση με την απώλεια (1:1) (Butterworth et al, 2013).

Η ερώτηση «**πότε θα μεταγγίσω**» αναφέρεται στο ποια είναι η χαμηλότερη αποδεκτή τιμή αιμοσφαιρίνης, στα νεογνά, βρέφη και παιδιά, κάτω από την οποία επιβάλλεται να χορηγηθούν συμπυκνωμένα ερυθρά αιμοσφαίρια RBC ως μετάγγιση. Κατά τη διεγχειρητική περίοδο, ένας καλός οδηγός για το πότε θα μεταγγίσουμε τα παιδιά είναι ο υπολογισμός της Μέγιστης Επιτρεπόμενης Απώλειας Αίματος ΜΕΑΑ. Για τον υπολογισμό της ΜΕΑΑ θα πρέπει να γνωρίζουμε τον ολικό όγκο αίματος ΟΑΑ ανάλογα με την ηλικία του παιδιού (**Πίνακας 9**)

Ηλικία Παιδιού	Όγκος Αίματος ανά kg Βάρους Σώματος
Πρόωρο Νεογνό	90 ml/kg
Τελειόμηνο Νεογνό έως Βρέφος 3 μηνών	80 – 90 ml/kg
Βρέφος 3 μηνών έως Παιδί 2 ετών	70 – 80 ml/kg
Παιδί μεγαλύτερο των 2 ετών	70 ml/kg

Πίνακας 9. Εκτιμώμενος Ολικός Όγκος Αίματος στα Παιδιά, ανάλογα με την ηλικία τους.

Από: Haetrey, 2009.

(Haetrey, 2009), την ιδανική τιμή αιματοκρίτη HCT_{id} που επιθυμούμε να έχει το παιδί, τη χαμηλότερη αποδεκτή τιμή $HCT_{χαμ}$ για την ηλικία και την κατάστασή του, και την τιμή αιματοκρίτη που έχει μία μονάδα συμπυκνωμένων ερυθρών αιμοσφαιρίων RBC. Έτσι η ΜΕΑΑ αποδίδεται από τον τύπο $ΜΕΑΑ = ΟΑΑ \times (HCT_{id} - HCT_{χαμ}) / HCT_{1unit}$ (Long et al, 2018). Αναγνωρίζεται, ότι σε πολύωρες μεγάλης βαρύτητας επεμβάσεις, όπως οι νευροχειρουργικές, ακόμα και αν γνωρίζουμε τη ΜΕΑΑ, είναι πολύ δύσκολο να παρακολουθούμε με ακρίβεια τις ποσότητες αίματος που χάνονται διεγχειρητικά, επειδή μεγάλες ποσότητες απορροφώνται

από τα χειρουργικά οθώνια. Έτσι, την απόφαση για μετάγγιση θα την καθορίσει τελικά η τιμή της αιμοσφαιρίνης, η οποία πρέπει να παρακολουθείται στενά.

Η χαμηλότερη τιμή αιμοσφαιρίνης Hb, κάτω από την οποία θα αποφασίσουμε να μεταγγίσουμε διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία του παιδιού. Στα *νεογνά και μικρά βρέφη* η απόφαση λαμβάνεται με πιο αυστηρά κριτήρια, ενώ πρέπει να συνεκτιμάται και η κατάσταση του νεογνού/βρέφους. Σύμφωνα με τις συστάσεις της Βρετανικής Επιτροπής των Αρχών Αιματολογίας (British Committee for Standards in Haematology BCSH) (<http://www.bcsghguidelines.com> , 2020), τα κατώτερα αποδεκτά όρια Hb στα νεογνά και βρέφη, κάτω από τα οποία απαιτείται μετάγγιση, ανάλογα με την ηλικία και την κατάστασή τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 10. Φαίνεται ότι την πρώτη εβδομάδα ζωής η κατώτερη αποδεκτή τιμή Hb κυμαίνεται από 10 έως 14 g/dl, ανάλογα με το αν το νεογνό είναι φυσιολογικό και εκτός οξυγόνου ή αν βρίσκεται υπό εξωσωματική οξυγόνωση, στα βρέφη 1 έως 4 μηνών, οι τιμές κυμαίνονται από 8 έως 12 g/dl, ενώ σε βρέφη μεγαλύτερα των 4 μηνών το εύρος αιμοσφαιρίνης είναι από 7,5 έως 11 g/dl, παρόμοιο δηλαδή με αυτό των μεγαλύτερων παιδιών (Long et al, 2018). Στα *μεγάλα βρέφη και παιδιά* η απόφαση για μετάγγιση δίνεται από τις κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Αναισθησιολογίας (European Society of Anaesthesiology ESA) για την αντιμετώπιση της σοβαρής περιεγχειρητικής αιμορραγίας. Σύμφωνα με τις οδηγίες αυτές, το κατώτερο επιτρεπόμενο όριο αιμοσφαιρίνης σε παιδιά που αιμορραγούν είναι 7 έως 9 g/dl, με εξαίρεση τα πρόωρα και κυανωτικά νεογνά (δείκτης τεκμηρίωσης C) (Kozek-Langenecker et al, 2016). Ειδικά στις νευροχειρουργικές επεμβάσεις, και σε συνεχιζόμενη αιμορραγία, η απόφαση για μετάγγιση θα πρέπει να λαμβάνεται στο ανώτερο επιτρεπόμενο όριο Hb, δηλαδή στα 9 g/dl.

Ως προς το «*πόσο θα μεταγγίσω*» και «*τί θα μεταγγίσω*» , οι συστάσεις της Βρετανικής Επιτροπής των Αρχών Αιματολογίας (British Committee for Standards in Haematology BCSH) (<http://www.bcsghguidelines.com> , 2020) (Πίνακας 10), προτείνουν καταρχήν τη μετάγγιση συμπυκνωμένων ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η δόση μετάγγισης αδρά μπορεί να είναι 10-20 ml/kg, ή αν επιθυμούμε μετάγγιση με πιο αυστηρά κριτήρια, υπολογίζοντας τη ΜΕΑΑ. Επισημαίνεται, ότι στα νεογνά η παραπάνω δοσολογία πρέπει να μοιράζεται, δηλαδή να χορηγούνται 5 ml/kg τη φορά, και να γίνεται επανεκτίμηση της τιμής Hb και των αιμοδυναμικών παραμέτρων, γιατί τα νεογνά και μικρά βρέφη έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης κυκλοφορικής υπερφόρτωσης σχετιζόμενης με τη μετάγγιση TACO. Εφόσον οι ανάγκες μετάγγισης ξεπεράσουν τα 20ml/kg, τότε θα πρέπει να σκεφτούμε και τη χορήγηση

φρέσκου κατεψυγμένου πλάσματος FFP, σε δόση 10-15ml/kg, αιμοπεταλίων PLT 10-15ml/kg ή κρυοιζήματος 1 Unit/10kg ΒΣ (Giraldo, 2013). Σε κάθε περίπτωση, εφόσον η αιμορραγία εξελίσσεται και απαιτείται μετάγγιση περισσότερων των 2 μονάδων RBC, όπως συμβαίνει στο τραύμα (π.χ. κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις) τότε θα πρέπει να ενεργοποιηθεί άμεσα το πρωτόκολλο μαζικής μετάγγισης Massive Haemorrhage Protocol (βλέπε παρακάτω).

Postnatal age	Suggested transfusion threshold of Hb (g/dl)			
	Ventilated	ECMO / CHD	On oxygen / CPAP	Off oxygen
First 24 hours	< 12	< 14	< 12	< 10
< 1 week (1-7 days)	< 12	< 14	< 10	< 10
2 week (8-14 days)	< 10	< 12	< 9,5	< 7,5 - 8,5
> 3 week (15 – 1 month)	< 10	< 12	< 8,5	Clinical condition
1-4 months	< 10	< 12	< 8,5	< 8
> 4 months	< 10	< 11	< 8	< 7,5

Πίνακας 10. Συστάσεις της Βρετανικής Επιτροπής των Γενικών Αρχών Αιματολογίας (*British Committee for Standards in Haematology BCSH*) για τις κατώτερες αποδεκτές τιμές αιμοσφαιρίνης, σε νεογνά και βρέφη, ανάλογα με τις ανάγκες τους σε οξυγόνο. Από: <http://www.bcsghguidelines.com> , 2020.

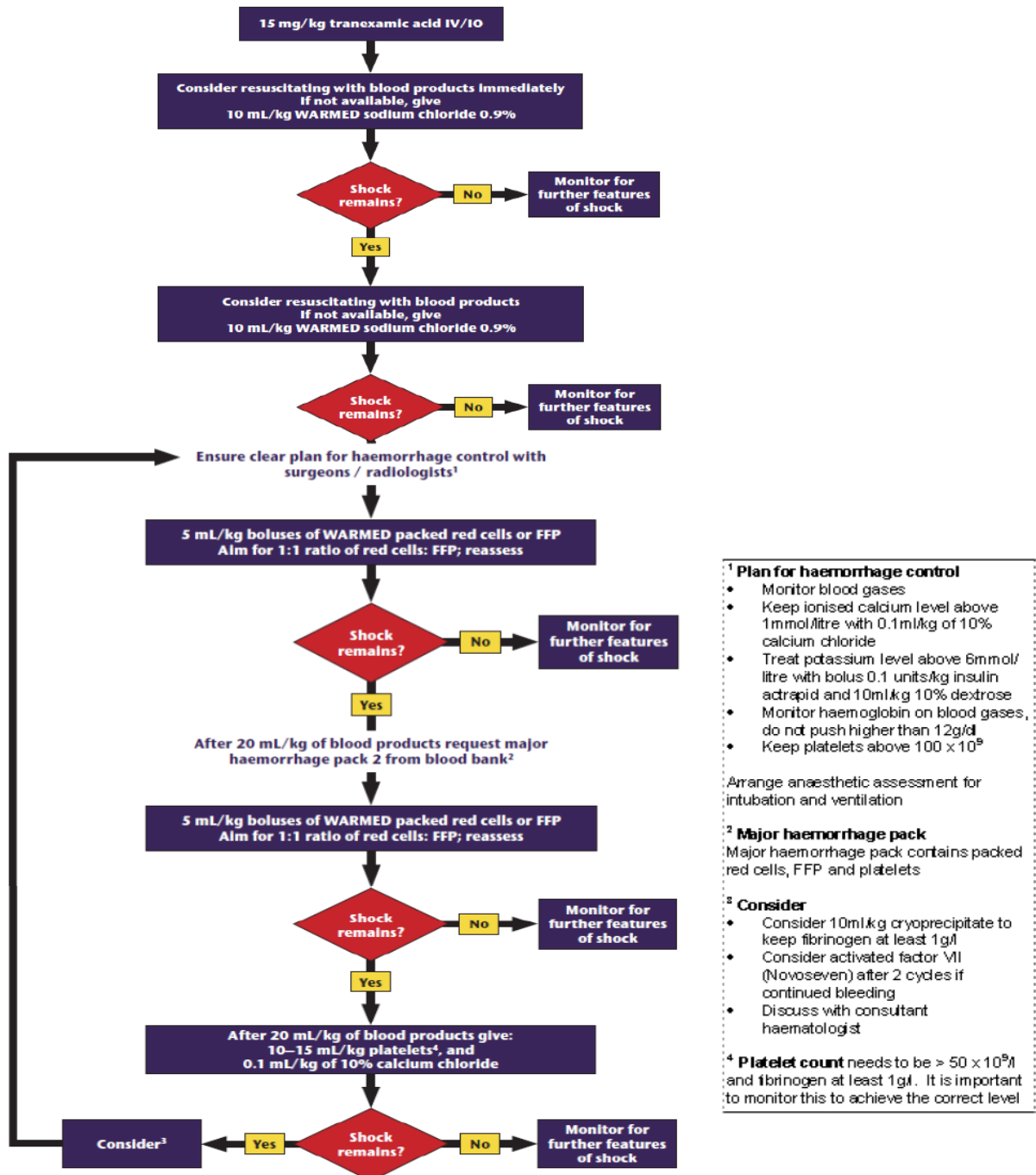
Το 2016, η Ομάδα Εργασίας Εξειδικευμένης Υποστήριξης της Ζωής Advanced Life Support Group, στην 6^η έκδοση των οδηγιών Εξειδικευμένης Υποστήριξης της Ζωής στα Παιδιά (Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016) παρουσίασε αναθεωρημένες οδηγίες για το τραύμα στα παιδιά, και για πρώτη φορά παρουσίασε το **Πρωτόκολλο Μαζικής Αιμορραγίας και Μετάγγισης στα Παιδιά** (Massive Haemorrhage Protocol). Σύμφωνα με τις οδηγίες, το πρωτόκολλο ενεργοποιείται όταν τίθεται υποψία σοβαρού τραύματος λόγω του μηχανισμού της κάκωσης, όταν επιβεβαιώνεται χαμηλή τιμή Hb, όταν υπάρχει εγκατεστημένη κυκλοφορική καταπληξία που δεν σταθεροποιείται με την αναζωογόνηση με υγρά, και όταν η αιμοδυναμική κατάσταση του παιδιού παραμένει κρίσιμη. Σε αυτή την περίπτωση τα βήματα του Πρωτοκόλλου περιλαμβάνουν :

- Άμεση χορήγηση τρανεξαμικού οξέος σε δόση 15mg/kg σε 30min. Η δόση αυτή επιτρέπεται να επαναληφθεί άλλη μία φορά, αλλά αυστηρά εντός 8 ωρών από την έναρξη της αιμορραγίας (ή τη στιγμή του τραυματισμού)
- Άμεση χορήγηση RBC και FFP. Εφόσον δεν είναι άμεσα διαθέσιμα, συνέχιση της αναζωογόνησης με ζεστά κρυσταλλοειδή διαλύματα 10ml/kg μέχρι να ετοιμαστούν τα αίματα. Οι συστάσεις για την αναζωογόνηση με υγρά στο τραύμα προτείνουν ζεστά κρυσταλλοειδή σε δόση 10ml/kg (και όχι 20ml/kg, όπως ισχύει στις υπόλοιπες μορφές shock στα παιδιά), σε μία προσπάθεια περιορισμού των υγρών, ώστε καταρχήν να μην ανέβει απότομα η αρτηριακή πίεση, επειδή θα επιδεινώσει την εξελισσόμενη αιμορραγία, κατά δεύτερον να μην προκληθεί αραιώση των παραγόντων πήξης που κυκλοφορούν, καθώς ισχύει η αρχή «ο πρώτος θρόμβος είναι ο καλύτερος θρόμβος», και τρίτον γιατί η υποθερμία επιδεινώνει το μηχανισμό πήξης.
- Μόλις είναι διαθέσιμα τα RBC - FFP, άμεση χορήγηση RBC 5ml/kg και FFP 5ml/kg σε αναλογία 1:1. Παράλληλα, θα πρέπει να ενημερωθούν οι χειρουργοί για την κρισιμότητα της κατάστασης, ώστε να γίνει χειρουργικός έλεγχος της αιμορραγίας
- Μόλις ολοκληρωθεί η χορήγηση RBC-FFP, ακολουθεί επανεκτίμηση των αιμοδυναμικών παραμέτρων, και εφόσον παραμένει το shock, νέα χορήγηση RBC 5ml/kg και FFP 5ml/kg σε αναλογία 1:1. Παράλληλα θα πρέπει:
 - * να λαμβάνονται τακτικά αέρια αίματος για συνεχή προσδιορισμό του PH, της Hb και των γαλακτικών, ως ο πιο αξιόπιστος δείκτης περιφερικής άρδευσης
 - * να ενισχυθεί το κυκλοφορικό με αγγειοδραστικά φάρμακα, όπως νοραδρεναλίνη
 - * να διατηρείται η τιμή ασβεστίου Ca^{++} πλάσματος $> 1\text{mmol/l}$, ή αν είναι χαμηλότερη να δοθεί $0,1\text{ml/kg } CaCl_2 10\%$
 - * να διατηρείται η τιμή καλίου K^+ πλάσματος $< 6\text{mmol/l}$, ή αν είναι υψηλότερη να δοθεί $0,1\text{Unit/kg ινσουλίνη} + 10\text{ml/kg D/W } 10\%$
 - * να παραμένει η Hb πάνω από 10g/dl και κάτω από 12g/dl
 - * να παραμένουν τα PLT πάνω από 100×10^9
 - * να διατηρείται νορμοθερμία, με κεντρική θερμοκρασία σώματος $> 36^\circ\text{C}$
 - * να γίνει διασωλήνωση, και να τεθεί το παιδί σε μηχανικό αερισμό πνευμόνων
- Μόλις ολοκληρωθεί η δεύτερη δόση RBC – FFP, και συνολικά έχουν χορηγηθεί 20ml/kg , και το shock παραμένει, τότε θα πρέπει να παραγγελούν άμεσα νέα RBC,

FFP και PLTs, και να χορηγηθούν άμεσα RBC 5ml/kg και FFP 5ml/kg σε αναλογία 1:1.

- Μόλις ολοκληρωθεί η χορήγηση RBC-FFP, και εφόσον παραμένει το shock, επανάληψη της χορήγηση RBC 5ml/kg και FFP 5ml/kg σε αναλογία 1:1
- Εφόσον έχουν χορηγηθεί συνολικά 40ml/kg (άθροισμα RBC-FFP), τότε θα πρέπει να χορηγηθούν PLTs 10-15ml/kg και 0,1ml/kg CaCl₂ 10%
- Τέλος, εφόσον το shock παραμένει, θα πρέπει να σκεφτούμε
 1. Τη διατήρηση του ινωδογόνου πλάσματος > 1g/l, είτε με χορήγηση συμπυκνώματος ινωδογόνου (Riastap®), είτε με χορήγηση κρυοζήματος 10ml/kg, και τη διατήρηση PLTs πάνω από 50 x 10⁹. Εξαίρεση στην παραπάνω τιμή αποτελούν τα νευροχειρουργικά περιστατικά, όπου η τιμή PLTs πρέπει να διατηρείται τουλάχιστον στα 90 x 10⁹
 2. Τη χορήγηση συμπυκνωμένου παράγοντα VII (Novoseven®)
 3. Την εξέταση πηκτικού μηχανισμού για προσδιορισμό της τιμής INR, που πρέπει να είναι < 1,3, τη διενέργεια θρομβοελαστογραφίας ROTEM®, για απεικόνιση της λειτουργικότητας και των ιδιοτήτων του θρόμβου και τη συζήτηση με αιματολόγο **(Εικόνα 9)** (Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016).

Massive Haemorrhage Protocol



Εικόνα 9. Πρωτόκολλο Αντιμετώπισης Μαζική Αιμορραγίας σε Παιδιά. Από: Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016

VI. Η περιεγχειρητική αντιβιοτική προφύλαξη στην παιδονευροχειρουργική.

Σημαντικό ζήτημα των νευροχειρουργικών επεμβάσεων σε νεογνά, βρέφη και παιδιά είναι η χορήγηση κατάλληλης αντιβιοτικής κάλυψης. Οι επεμβάσεις αυτές σχετίζονται με υψηλά ποσοστά μετεγχειρητικών λοιμώξεων, όπως η επιμόλυνση του τραύματος, που είναι η συχνότερη λοίμωξη μετά από τέτοιες επεμβάσεις ή η εμφάνιση μηνιγγίτιδας, που αποτελεί σοβαρή αιτία νοσηρότητας και θνητότητας μετά από κρανιοτομίες (Valentini et al, 2007). Μάλιστα, αρκετοί συγγραφείς επισημαίνουν ότι είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα των αντιβιοτικών που μπορούν να προφυλάξουν από την εκδήλωση μηνιγγίτιδας, καθώς αυτή εκδηλώνεται συνήθως από πολυανθεκτικά ενδονοσοκομειακά στελέχη (Filho et al, 2012).

Παρόλο που μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ομοφωνία για το ποια είναι η ιδανική αντιβιοτική προφύλαξη για νευροχειρουργικές επεμβάσεις σε παιδιά, υπάρχουν γενικές συστάσεις για τη διατήρηση καθαρού χειρουργικού πεδίου και την προσεκτική τεχνική κατά την τοποθέτηση κοιλιακής παροχέτευσης. Μία μετα-ανάλυση 6 μελετών, με συνολικό δείγμα 1729 παιδιατρικών ασθενών, όπου οι ασθενείς έλαβαν αντιβιοτική κάλυψη ως πρόληψη μετεγχειρητικής εμφάνισης μηνιγγίτιδας, αποδείχθηκε ότι ο κίνδυνος μηνιγγίτιδας από αυτή την πρακτική μειώθηκε κατά 50% (Barker et al, 2007).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το 2009 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας δημοσίευσε τη Λίστα Ελέγχου για τη Χειρουργική Ασφάλεια. Πρόκειται για ένα εργαλείο που απευθύνεται σε κάθε χώρα, για κάθε ασθενή (παιδί ή ενήλικα) που θα υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση, και σε οποιονδήποτε χώρο και συνθήκες εκτέλεσης χειρουργικών επεμβάσεων. Η Λίστα ελέγχει τα ελάχιστα απαραίτητα που θα πρέπει να τηρούνται πριν την έναρξη του χειρουργείου και πριν την αποχώρηση του ασθενή από τη χειρουργική αίθουσα, ώστε να διασφαλίζεται κάθε στιγμή και σε κάθε μέρος του κόσμου η χειρουργική ασφάλεια. Ένα από τα προαπαιτούμενα που θέτει η Λίστα Ελέγχου για τη χειρουργική ασφάλεια είναι η χορήγηση ενδοφλέβιας αντιβιοτικής προφύλαξης 60min πριν τη χειρουργική τομή του δέρματος. Συνεπώς, αυτή η ενέργεια θεωρείται επιβεβλημένη για τη χειρουργική ασφάλεια κάθε ασθενή, και ειδικά για τους παιδονευροχειρουργικούς ασθενείς (WHO, 2009).

VI. Η επίδραση της αναισθησίας στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο.

Νεότερα δεδομένα

Ένα τελευταίο ζήτημα της διεγχειρητικής περιόδου, που απασχόλησε έντονα την αναισθησιολογική κοινότητα τα τελευταία χρόνια, είναι η επίδραση που έχει η ίδια η αναισθησία στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο των νεογνών και βρεφών που θα υποβληθούν σε αναισθησία και χειρουργική επέμβαση. Το ζήτημα αυτό ανέκυψε όχι μόνο εξαιτίας της πειραματικής τεκμηρίωσης σε ζώα ότι τα περισσότερα αναισθητικά φάρμακα, που στην πλειοψηφία τους είναι ανταγωνιστές των υποδοχέων του γάμμα αμινοβουτυρικού οξέος GABA και αγωνιστές των NMDA υποδοχέων, προκαλούν νευροαπόπτωση και μακροπρόθεσμα νευρογνωσιακές διαταραχές (Sebastian et al, 2018), αλλά και εξαιτίας της πρόσφατης προειδοποίησης του FDA το 2016, για τον κίνδυνο που διατρέχουν τα παιδιά από τη χορήγηση αναισθησίας μεγαλύτερης από 3 ώρες, ή από τη χορήγηση πολλαπλών αναισθησιών μέχρι την ηλικία των 3 ετών, για τη φυσιολογική ανάπτυξη του εγκεφάλου τους.

Επί του παρόντος η ισχύουσα θέση της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Αναισθησιολογίας ESA, μέσω της έκδοσης ομόφωνης θέσης (**Consensus Statement**) το 2017, μαζί με την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Αναισθησίας ESPA, την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Καρδιοθωρακικής Αναισθησίας EACTA, και την Ευρωπαϊκή Ερευνητική Ομάδα για την Ασφαλή Χορήγηση Αναισθησίας, αναφορικά με τη χορήγηση αναισθησίας σε παιδιά, είναι :

- Κανένα παιδί δεν θα πρέπει να λαμβάνει αναισθησία ή καταστολή για χειρουργική επέμβαση ή επεμβατική διαδικασία που είναι αχρείαστη
- Εφόσον υπάρχει σοβαρή ιατρική ένδειξη, σε κανένα παιδί δεν θα πρέπει να καθυστερεί ή να αναβάλλεται η χορήγηση αναισθησίας και η εκτέλεση χειρουργικής επέμβασης, γιατί αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπλοκές στην υγεία του. Για να πραγματοποιηθεί η όποια χειρουργική επέμβαση/επεμβατική διαδικασία, η χορήγηση αναισθησίας στα παιδιά είναι υποχρεωτική, γιατί τεκμηριώνεται ότι η ελλιπής ή ακατάλληλη αναισθησία και αναλγησία στα παιδιά σχετίζεται με σοβαρές επιπλοκές (Anand, 2016)
- Επί του παρόντος **δεν υπάρχει επαρκής τεκμηρίωση**, ότι παιδιά μικρότερα των 3 ετών, που θα υποβληθούν σε επεμβάσεις διάρκειας μεγαλύτερης των 3 ωρών ή επαναλαμβανόμενες, λόγω της υποκείμενης κατάστασής τους, και που θα λάβουν

αναισθησία ή καταστολή συχνά ή για μεγάλη διάρκεια, θα εμφανίσουν μακροπρόθεσμα νευρογνωσιακά προβλήματα

- Η ESA καταλήγει ότι επί του παρόντος δεν υπάρχει **καμία ισχυρή τεκμηρίωση που να δικαιολογεί την αλλαγή της τρέχουσας πρακτικής** μας για τη χορήγηση αναισθησίας ή καταστολής σε παιδιά κάθε ηλικίας, που θα υποβληθούν σε χειρουργική επέμβαση ή επεμβατική διαδικασία. Παρόλα αυτά συστήνεται η λεπτομερής ενημέρωση των γονέων για τους δυνητικούς κινδύνους, τόσο της χορήγησης αναισθησίας, όσο και της αποφυγής μιας απαραίτητης αναισθησίας / χειρουργικής επέμβασης (Hansen, 2017).

Γ. Η μετεγχειρητική περίοδος και φροντίδα των παιδονευροχειρουργικών ασθενών.

Η μετεγχειρητική παρακολούθηση των νεογνών, βρεφών και παιδιών που υποβλήθηκαν σε νευροχειρουργική επέμβαση ποικίλλει, ανάλογα με την υποκείμενη παθολογία τους και τη βαρύτητα και διάρκεια της επέμβασης. Παιδιά με σοβαρή παθολογία ΚΝΣ, που υποβλήθηκαν σε μεγάλης βαρύτητας επέμβαση κρανιοτομίας, θα οδηγηθούν μετεγχειρητικά υποχρεωτικά σε ΜΕΘ, ώστε να δοθεί ο κατάλληλος χρόνος στον εγκέφαλο να αναλάβει από το χειρουργικό stress, αλλά και να αποφευχθεί ο κίνδυνος άμεσης μετεγχειρητικής αιμορραγίας, ειδικά σε νεογνά και βρέφη που δεν συνεργάζονται. Παιδιά που υποβλήθηκαν σε μικρής βαρύτητας και διάρκειας επεμβάσεις, και εφόσον το επιτρέπει η κατάστασή τους, μπορούν να αφυπνιστούν και να οδηγηθούν μετεγχειρητικά σε θάλαμο αυξημένης φροντίδας, λαμβάνοντας κατάλληλη μετεγχειρητική αναλγησία, και με την προϋπόθεση ότι θα έχουν τακτική νευρολογική παρακολούθηση (Giraldo et al, 2014). Ως προς τη μετεγχειρητική αναλγησία, η μορφίνη θεωρείται οπιοειδές εκλογής σε αυτούς τους ασθενείς, ενώ μπορεί να χορηγηθεί και ακεταμινοφαίνη. Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα ΜΣΑΦ δεν προκρίνονται για χορήγηση σε παιδιά που υποβλήθηκαν σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις, κατά την άμεση μετεγχειρητική περίοδο, λόγω του αυξημένου κινδύνου μετεγχειρητικής αιμορραγίας (Sebastian et al, 2018).

Δ. Ειδικές νευροχειρουργικές καταστάσεις σε παιδιά.

I. Υδροκέφαλος και τοποθέτηση εξωτερικής ή κοιλιοπεριτοναϊκής παροχέτευσης.

Ο υδροκέφαλος είναι μία παθολογική κατάσταση που οφείλεται σε αύξηση του όγκου του εγκεφαλονωτιαίου υγρού ENY, είτε λόγω αυξημένης παραγωγής του (θηλώματα χοριοειδούς πλέγματος), είτε συνηθέστερα λόγω μείωσης της φυσιολογικής απορροής του από την ύπαρξη αιματώματος (υπαραχνοειδής – ενδοκοιλιακή αιμορραγία στα νεογνά), τραύματος, φλεγμονής ή όγκου. Σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να σχετίζεται με νευρολογικές καταστάσεις, όπως η μυελοδυσπλασία ή η δυσμορφία Chiari. Έτσι, ο υδροκέφαλος μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο κατηγορίες: μη αποφρακτικός με ύπαρξη επικοινωνίας και αποφρακτικός με μη ύπαρξη επικοινωνίας ([McClain et al. 2013](#)).

Η αύξηση του όγκου του ENY προκαλεί αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης ICP και ενδοκράνια υπέρταση, και ο βαθμός αύξησης της ICP καθορίζει τον επείγον χαρακτήρα της κατάστασης, με την εμφάνιση οξέων σημείων και συμπτωμάτων στα παιδιά, που χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης. Στα νεογνά και μικρά βρέφη, όπου οι ραφές είναι ακόμα ανοικτές, η αργή ανάπτυξη υδροκεφάλου θα έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη αύξηση του μεγέθους του κρανίου, που συχνά συνοδεύεται από μη αναστρέψιμη νευρολογική βλάβη. Αντίθετα, σε μεγάλα βρέφη και παιδιά, όπου οι ραφές έχουν κλείσει και το κρανίο δεν μπορεί να διαταθεί, η αύξηση της ICP θα προκαλέσει άμεσα εμφανή σημεία και συμπτώματα ενδοκράνιας υπέρτασης, όπως λήθαργο, ναυτία, έμετο, δυσλειτουργία των εγκεφαλικών συζυγίων, σημείο δύοντος ηλίου, βραδυκαρδία και τελικά εγκολεασμό και θάνατο ([Sebastian et al, 2018](#)).

Στα παιδιά που αναπτύσσουν υδροκέφαλο θα πρέπει να τοποθετηθεί μία παροχέτευση, που να εκτρέπει το ENY από τον εγκέφαλο προς άλλη περιοχή, είτε εκτός σώματος σε ειδικό σάκο συλλογής, ειδικά σε οξείες καταστάσεις (εξωτερική παροχέτευση), είτε στην περιτοναϊκή κοιλότητα κατά την όψιμη φάση (κοιλιοπεριτοναϊκή παροχέτευση). Σπανιότερα η παροχέτευση μπορεί να τοποθετηθεί στον πλευριτικό χώρο ή στο δεξιό κόλπο. Τα παιδιά αυτά, ακόμα και αν φέρουν κοιλιοπεριτοναϊκή παροχέτευση, μπορεί να εμφανίσουν αιφνίδια επιδείνωση της κλινικής τους εικόνας λόγω επανεμφάνισης υδροκεφάλου. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί το παιδί μεγαλώνει σε μέγεθος, όποτε απαιτείται μακρύτερος καθετήρας

παροχέτευσης, είτε γιατί το ένα από τα δύο άκρα της παροχέτευσης έχει μπλοκάρει. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται άμεσα αναθεώρηση του κοιλιακού ή του περιτοναϊκού άκρου της παροχέτευσης. Τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται η τεχνική της ενδοσκοπικής κοιλιοστομίας, όπου επιχειρείται παράκαμψη του σημείου της απόφραξης και εκτόνωση των κοιλιών, χωρίς τη συνοδό τοποθέτηση εξωτερικής παροχέτευσης (McClain et al. 2013).

Κύρια μέριμνα του αναισθησιολόγου σε αυτές τις επεμβάσεις είναι ο φαρμακευτικός έλεγχος και η αποφυγή περαιτέρω αύξησης της ICP, μέχρι να τοποθετηθεί η παροχέτευση, αλλά και η έγκαιρη αναγνώριση και αντιμετώπιση πιθανής αερώδους εμβολής, κατά την τοποθέτηση του περιφερικού άκρου της παροχέτευσης. Επίσης, ο αναισθησιολόγος θα πρέπει έχει στο νου του την πιθανότητα εμφάνισης του συνδρόμου ρικνής κοιλίας, που μπορεί να εμφανιστεί στο 5-10% των παιδιών με κοιλιακή παροχέτευση. Η κατάσταση αυτή οφείλεται στην υπέρμετρη παροχέτευση ENY, με αποτέλεσμα του κοιλιακό σύστημα να είναι άδειο και να μην μπορεί να αντιρροπίσει τις μεταβολές του ενδοκρανιακού όγκου αίματος ή του εγκεφάλου (McClain et al. 2013).

II. Κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις ΚΕΚ. Κακώσεις Σπονδυλικής Στήλης – Νωτιαίου Μυελού.

Οι ΚΕΚ αποτελούν την κύρια θανάτου από μεμονωμένο τραύμα σε παιδιά ηλικίας 1-15 ετών, κυρίως μετά από αυτοκινητιστικά ατυχήματα, ατυχήματα με ποδήλατο ή μηχανάκι, εξαιτίας παράσυρσης από όχημα ή πτώσης από ύψος, ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί και τα ποσοστά απόπειρας αυτοκτονίας ή εγκληματικών επιθέσεων στους εφήβους. Είναι υπεύθυνες για το 27% των συνολικών θανάτων από τραύμα, ενώ γενικά σχετίζονται με υψηλά ποσοστά νοσηρότητας και θνητότητας. Καταγράφεται ότι στη Μεγάλη Βρετανία περίπου 2500 παιδιά ετησίως εμφανίζουν μόνιμες νευρολογικές βλάβες μετά από ΚΕΚ (Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016).

Η πρωτοπαθής τραυματική κάκωση του εγκεφάλου αναφέρεται στη βλάβη που εμφανίζεται στον εγκέφαλο, ως άμεσο αποτέλεσμα της κάκωσης, και αφορά στην επίδραση βίαιων μηχανικών δυνάμεων, στη φυσική διάσπαση των δομών του κρανίου και στη μη αναστρέψιμη καταστροφή των νευρώνων, του νευραξονικού δικτύου ή/και των αγγείων της περιοχής. Η ΚΕΚ μπορεί να εκδηλωθεί ως ενδοκρανιακό αιμάτωμα (επισκληρίδιο, υποσκληρίδιο,

υπαραχνοειδές, ενδοεγκεφαλικό, ενδοκοιλιακό) με συνοδό οίδημα ή συνηθέστερα ως διάχυτη νευραξονική βλάβη. Αναγνωρίζεται ότι η εκδήλωση πρωτοπαθούς τραυματικής κάκωσης στα νεογνά, βρέφη και μικρά παιδιά είναι αρκετά σπάνια, και ότι τα περισσότερα προβλήματα σε αυτές τις ηλικιακές ομάδες σχετίζονται περισσότερο με την εμφάνιση δευτεροπαθών βλαβών (Kissoon et al, 1990). Η δευτεροπαθής τραυματική κάκωση του εγκεφάλου, που είναι πολύ συχνή στα νεογνά, βρέφη και μικρά παιδιά, αναφέρεται στην περαιτέρω εξελικτική βλάβη του εγκεφαλικού παρεγχύματος, εξαιτίας της επίδρασης δευτερογενών ανεπιθύμητων καταστάσεων που θα εμφανιστούν ώρες ή μέρες μετά την αρχική κάκωση, όπως η υπόταση, υποξία, ενδοκράνια υπέρταση και οι σπασμοί (Pascucci, 1988). Το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι τα παιδιά θα εμφανίσουν συνηθέστερα διάχυτο ανθεκτικό κακόηθες εγκεφαλικό οίδημα, με συνοδό επιδείνωση της ενδοκρανιακής ευενδοτότητας και καταστροφή του αυτορρυθμιστικού μηχανισμού (Bruce et al, 1981). Σημαντικό στοιχείο στη σωστή διαχείριση της ΚΕΚ είναι η πρόληψη και ο περιορισμός της δευτεροπαθούς βλάβης (McClain et al, 2013; Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016).

Η εκτίμηση της βαρύτητας της ΚΕΚ θα γίνει κατά την υποδοχή του παιδιού στο νοσοκομείο κατά ABCDE. Θα εκτιμηθούν

- A: η βατότητα του αεραγωγού και αν υπάρχουν συνοδοί ήχοι, που παραπέμπουν σε μερική απόφραξη του αεραγωγού εξαιτίας ελαττωμένου επιπέδου συνείδησης,
- B: η επάρκεια και αποτελεσματικότητα της αναπνοής, μέσω ακρόασης, επίκρουσης και οξυμετρίας, αλλά και οι επιδράσεις της πιθανής υποξυγοναιμίας σε άλλα όργανα,
- C: η επάρκεια του κυκλοφορικού, μέσω εκτίμησης της καρδιακής συχνότητας, μέσης αρτηριακής πίεσης και χρόνου τριχοειδικής επαναπλήρωσης, και η πιθανή αναγνώριση shock λόγω υποογκαιμίας που χρήζει άμεσης αναζωογόνησης με υγρά,
- D: η νευρολογική κατάσταση του παιδιού, όπου θα πρέπει να εκτιμηθεί α. το επίπεδο συνείδησης, αρχικά με την κλίμακα AVPU και αργότερα λεπτομερώς με την Κλίμακα Κώματος Γλασκώβης GCS, β. το μέγεθος και η αντιδραστικότητα των κορών, ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχει ανισοκορία ή μυδρίαση, που παραπέμπει σε εστιακή ή σφαιρική ενδοκράνια παθολογία, γ. η στάση του σώματος για αναγνώριση παθολογικών στάσεων αποφλοίωσης ή απεγκεφαλισμού, και δ. τα επίπεδα γλυκόζης αίματος, ώστε να διαπιστωθεί έγκαιρα πιθανή υπο- ή υπεργλυκαιμία, που είναι καταστροφικές για τον παιδικό εγκέφαλο. Η αδρή κλίμακα AVPU (**Πίνακας 11**) ανιχνεύει γρήγορα (μέσα σε 10sec)

A = ALERT	Παιδί σε εγρήγορση
V = VOICE	Παιδί που ανταποκρίνεται στη φωνή και παράγγελμα
P = PAIN	Παιδί που ανταποκρίνεται μόνο σε επώδυνο ερέθισμα
U = UNRESPONSIVE	Παιδί χωρίς καμία απόκριση σε όποιο ερέθισμα

Πίνακας 11. Αδρή Κλίμακα AVPU εκτίμησης της νευρολογικής κατάστασης και του επιπέδου συνείδησης του παιδιού. A=Alert – παιδί σε εγρήγορση, V=Voice – παιδί που ανταποκρίνεται στη φωνή και παράγγελμα, P=Pain – παιδί που ανταποκρίνεται μόνο σε επώδυνο ερέθισμα, U-Unresponsive – παιδί χωρίς καμία απόκριση σε όποιο ερέθισμα Από: [Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016](#).

το επίπεδο συνείδησης σε αντιστοιχία με την GCS, όπου το A αντιστοιχεί αδρά σε GCS 13-15, το V σε GCS 9-12, το P σε GCS 5-8 και το U σε GCS < 4. Η GCS μελετά πιο λεπτομερώς το επίπεδο συνείδησης, αξιολογώντας 3 παραμέτρους, το άνοιγμα των ματιών, καλύτερη κινητική απάντηση σε ερέθισμα και την καλύτερη λεκτική απάντηση σε ερέθισμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η GCS είναι παρόμοια για ενήλικες και παιδιά έως 4 ετών, ενώ διαφοροποιείται σε παιδιά μικρότερα των 4 ετών, εξαιτίας της διαφορετικής λεκτικής απάντησης των νεογνών, βρεφών και μικρών παιδιών (**Πίνακας 12**) ([Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016](#)).

Glasgow Coma Scale

Ενηλίκων / παιδιών 4-15 ετών

Απάντηση	Βαθμός
Άνοιγμα ματιών	
Αυτόματα	4
Σε λεκτικό ερέθισμα	3
Στον πόνο	2
Καμία αντίδραση στον πόνο	1
Καλύτερη κινητική απάντηση	
Υπακούει και εκτελεί σε λεκτικές εντολές	6
Εντοπίζει στον πόνο	5
Αποσύρει από τον πόνο	4
Ανώμαλη κάμψη στον πόνο (αποφλοίωση)	3
Ανώμαλη έκταση στον πόνο (απεγκεφαλισμός)	2
Καμία αντίδραση στον πόνο	1
Καλύτερη λεκτική απάντηση	
Προσανατολισμένος και μιλάει	5
Αποπροσανατολισμένος και μιλάει	4
Ακατάληπτες λέξεις	3
Αναρθροί ήχοι	2
Καμία αντίδραση στον πόνο	1

Παιδιών έως 4 ετών

Απάντηση	Βαθμός
Άνοιγμα ματιών	
Αυτόματα	4
Σε λεκτικό ερέθισμα	3
Στον πόνο	2
Καμία αντίδραση στον πόνο	1
Καλύτερη κινητική απάντηση	
Αυτόματα ή υπακούει σε λεκτικές εντολές	6
Εντοπίζει στον πόνο / αποσύρει στο άγγιγμα	5
Αποσύρει από τον πόνο	4
Ανώμαλη κάμψη στον πόνο (αποφλοίωση)	3
Ανώμαλη έκταση στον πόνο (απεγκεφαλισμός)	2
Καμία αντίδραση στον πόνο	1
Καλύτερη λεκτική απάντηση	
Ξύπνιο, φλυαρεί, γουργουλίζει, λέει λέξεις συνήθεις για την ηλικία του	5
Λιγότερες από τις συνήθεις λέξεις, αυτόματο ερεθιστικό κλάμα	4
Κλαίει στον πόνο	3
Γογγυίζει στον πόνο	2
Καμία αντίδραση στον πόνο	1

Πίνακας 12. Η Κλίμακα Κώματος Γλασκώβης για Παιδιά έως 4 ετών, αλλά και για Παιδιά μεγαλύτερα των 4 ετών και ενήλικες. Παρατηρούμε ότι η Κλίμακα αξιολογεί το άνοιγμα των ματιών, την καλύτερη κινητική και καλύτερη λεκτική απάντηση σε ερέθισμα. Το καλύτερο σκορ είναι 15 και το χειρότερο 3. Από: ([Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016](#))

Σύμφωνα με τις τελευταίες οδηγίες της 6^{ης} έκδοσης της Εξειδικευμένης Υποστήριξης τη Ζωής στα Παιδιά, η επείγουσα αναζωογόνηση του παιδιού με ΚΕΚ περιλαμβάνει:

A: τη διασφάλιση της βατότητας του αεραγωγού, είτε με βοηθήματα είτε με ενδοτραχειακή διασωλήνωση, εφόσον υπάρχει ελαττωμένο επίπεδο συνείδησης (η τοποθέτηση στοματοφαρυγγικού αεραγωγού και η διαπίστωση ότι το παιδί τον ανέχεται χωρίς να εκδηλώνει αντανεκλαστικό έμετο είναι ένδειξη ότι υπάρχει πτώση του επιπέδου

συνείδησης), τη χορήγηση 100% οξυγόνου στη μέγιστη δυνατή ροή (15l/min), είτε μέσω μάσκας οξυγόνου είτε μέσω μηχανικού αερισμού των πνευμόνων, και την προστασία της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, είτε με ακινητοποίηση με τα 2 χέρια σε ευθεία (manual in-line stabilization) εφόσον το παιδί διατηρεί τις αισθήσεις του, είτε με πλαϊνά υποστηρίγματα εφόσον το παιδί δεν έχει επίπεδο συνείδησης. Η τοποθέτηση αυχενικού κολάρου πλέον αντενδείκνυται στα παιδιά. Να σημειωθεί ότι εφόσον υπάρχουν σημεία που υποδηλώνουν κάταγμα βάσης κρανίου (raccoon eyes, Battle's sign, ωτόρροια, ωτορραγία, ρινόρροια), τότε συστήνεται η αποφυγή τοποθέτησης ρινογαστρικού καθετήρα, ρινοφαρυγγικού αεραγωγού ή η επιλογή ρινοτραχειακής διασωλήνωσης, εξαιτίας του κινδύνου εισχώρησής τους εντός της κρανιακής κοιλότητας ([Rahimi-Movaghar et al, 2005](#))

B: τη συνεχή εκτίμηση της οξυμετρίας και τον αποκλεισμό τραυματικής παθολογίας πνεύμονα, που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης (πνευμοθώρακας, αιμοθώρακας)

C: την άμεση τοποθέτηση αγγειακής πρόσβασης, την αιμοληψία για προσδιορισμό επιπέδων αιμοσφαιρίνης, γλυκόζης, αερίων αίματος, ομάδας αίματος και για άμεση διασταύρωση αίματος, την άμεση χορήγηση υγρών αναζωογόνησης, το συνεχές monitoring των ζωτικών σημείων, και εφόσον διαπιστωθεί υποογκαιμικό shock, τη διατήρηση κυκλοφορικής επάρκειας με χορήγηση κρυσταλλοειδών, αγγειοδραστικών φαρμάκων (ντοπαμίνη, νοραδρεναλίνη) και παραγώγων αίματος

D: εφόσον διαπιστωθεί ελαττωμένο επίπεδο συνείδησης, με GCS < 8, τότε απαιτούνται ενέργειες που θα εξασφαλίσουν επαρκή άρδευση του εγκεφάλου και θα τον προστατεύσουν από δευτεροπαθείς βλάβες, όπως α. ενδοτραχειακή διασωλήνωση και μηχανικός αερισμός πνευμόνων για επαρκή ανταλλαγή αερίων και διατήρηση νορμοκαπνίας (PaCO₂ 30-35mmHg), β. διατήρηση ΜΑΠ στα ανώτερα φυσιολογικά για την ηλικία του παιδιού επίπεδα, με τη χορήγηση κρυσταλλοειδών σε δόση 10ml/kg τη φορά, ινотρόπων φαρμάκων και αίματος, και με παρακολούθηση του ρυθμού διούρησης (πρέπει να διατηρείται >2ml/kg/h, αλλά απαιτείται προσοχή στην εμφάνιση υπέρμετρης διούρησης, γιατί αποτελεί σημείο άποιου διαβήτη), γ. ανύψωση του κεφαλιού κατά 30° ώστε να επιτρέπεται η φλεβική απορροή αίματος και να αποτρέπεται η φλεβική στάση, που μπορεί να επιδεινώσει το εγκεφαλικό οίδημα, δ. ενδοφλέβια χορήγηση διαλύματος μαννιτόλης 20% 0,25-0,5g/kg ή υπέρτονου χλωριούχου νατρίου NaCl 3% 3ml/kg, για τον περιορισμό του εγκεφαλικού οιδήματος, ε. διατήρηση νορμοθερμίας, δηλαδή κεντρικής θερμοκρασίας σώματος > 36°C, γιατί η υποθερμία επιδεινώνει το μηχανισμό αιμόστασης ([Samuels & Wieteska, APLS 6th, 2016](#)) .

Κατά τη διεγχειρητική περίοδο, η κατάλληλη αναισθησία στις ΚΕΚ στοχεύει καταρχήν στην καταστολή της εγκεφαλικής δραστηριότητας και του εγκεφαλικού μεταβολικού ρυθμού CMRO₂ μέσω της χορήγησης κατάλληλων αναισθητικών φαρμάκων, στη διατήρηση της πίεσης άρδευσης του εγκεφάλου CPP μέσω βελτιστοποίησης των παραμέτρων που την επηρεάζουν (ΜΑΠ, PaCO₂, PaO₂, θερμοκρασία) και στην ελαχιστοποίηση της δευτεροπαθούς εγκεφαλικής βλάβης, μέσω τεχνικών που μπορούν να περιορίσουν την επέκταση του εγκεφαλικού οιδήματος και την περαιτέρω αύξηση της ICP. Τα παιδιά αυτά συνήθως θα πρέπει να διακομιστούν σε ειδικό κέντρο, ώστε καταρχήν να εκτελεστεί από τους νευροχειρουργούς κρανιοτομία για παροχέτευση του ενδοκρανιακού αιματώματος, για αποσυμπίεση του εγκεφαλικού οιδήματος ή για τοποθέτηση καθετήρα συνεχούς μέτρησης της ICP, και στη συνέχεια να μεταφερθούν σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας Παιδών. Κατά τη διάρκεια μίας κρανιοτομίας εξαιτίας ΚΕΚ σε παιδιά, και ιδιαίτερα όταν συνυπάρχει ενδοεγκεφαλική αιμορραγία, θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι υπάρχει πιθανότητα σημαντικής απώλεια αίματος, που θα οδηγήσει σε υποογκαιμία και σοβαρή υπόταση. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να υποστηριχθεί άμεσα η κυκλοφορία με υγρά αναζωογόνησης και αγγειοδραστικά φάρμακα, ώστε να διατηρηθεί η ΜΑΠ σε φυσιολογικά για την ηλικία επίπεδα, να υπάρχει άμεσα διαθέσιμο διασταυρωμένο αίμα και φρέσκο κατεψυγμένο πλάσμα για μετάγγιση (βλέπε Πρωτόκολλο Μαζικής Αιμορραγίας), να διατηρείται νορμοθερμία και νορμοκαπνία, ενώ απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χορήγηση μαννιτόλης (McClain et al, 2013).

Άξιες αναφοράς είναι κάποιες ιδιαίτερες τραυματικές οντότητες στα παιδιά, επειδή απαιτούν ιδιαίτερης αναισθησιολογικής διαχείρισης και φροντίδας. Τα τραύματα κρανίου και τα συνοδά κεφαλαιματώματα, παρόλο που συνήθως δεν χρήζουν χειρουργικής αντιμετώπισης, μπορεί να προβληματίσουν κατά τη συνολική διαχείριση των παιδιών, καθώς αποτελούν εστίες σημαντικής απώλεια αίματος, εξαιτίας της πλούσιας άρδευσης του κρανίου τους. Τα παιδιά αυτά μπορούν να εμφανίσουν έντονη αιμοδυναμική αστάθεια λόγω υποογκαιμίας, που να απαιτήσει εντατική υποστήριξη του κυκλοφορικού με υγρά, αγγειοσυσπαστικά φάρμακα και μετάγγιση αίματος. Τα κατάγματα κρανίου στην πλειοψηφία τους είναι μικρά και γραμμοειδή, και δεν χρήζουν χειρουργικής αντιμετώπισης. Τα κατάγματα βάσης κρανίου, παρά την έντονη κλινική τους εικόνα, έχουν εξαιρετική πρόγνωση και δεν χρήζουν κάποιας ιδιαίτερης αντιμετώπισης, πέραν της παρακολούθησης, ενώ συστήνεται η αποφυγή τοποθέτησης εξαρτημάτων δια της ρινικής οδού (Rahimi-Movaghar et al, 2005). Εξαίρεση στο παραπάνω αποτελούν τα εμπιεστικά κατάγματα κρανίου, στα οποία απαιτείται

αφαίρεση των οστικών τεμαχίων και επανατοποθέτηση, ενώ συχνά συνυπάρχει και υποκείμενο επισκληρίδιο ή υποσκληρίδιο αιμάτωμα, λόγω της άσκησης έντονης μηχανικής δύναμης κατά τον τραυματισμό (McClain et al, 2013). Πάντως, σε παρουσία πολλαπλών γραμμοειδών καταγμάτων, χωρίς αναφερόμενο ιστορικό τραυματισμού, θα πρέπει να τίθεται η υποψία της κακοποίησης. Τέλος, αναφορικά με τους *τραυματισμούς της σπονδυλικής στήλης ΣΣ και του νωτιαίου μυελού ΝΜ*, συνήθως συνοδεύουν τις ΚΕΚ, οπότε σε κάθε ΚΕΚ θα πρέπει να τίθεται υψηλή υποψία για συνοδό κάκωση ΝΜ/ΣΣ. Στα μεγαλύτερα παιδιά, η κάκωση μπορεί να είναι αποτέλεσμα αυτοκινητιστικών ατυχημάτων και αφορά κυρίως στη θωρακοσφυϊκή περιοχή. Αντίθετα, στα νεογνά και βρέφη η κάκωση είναι συνήθως αποτέλεσμα πτώσης από ύψος, κάκωσης κατά τη γέννηση, συνδρόμου shaken- baby (Duhaime et al, 1998) ή κακοποίησης, και αφορά συνήθως στην ατλαντοϊνιακή και αυχενική περιοχή, επειδή στα νεογνά και βρέφη η περιοχή του αυχένα αποτελείται από χαλαρές και εύκαμπτες μυϊκές ομάδες, που στηρίζουν ένα μεγάλο και βαρύ κεφάλι.

Η κάκωση του ΝΜ προκαλείται από υπέρμετρη κάμψη ή έκταση, κάθετη συμπίεση ή έντονη στροφή της ΣΣ, και σε αυτή, εκτός από τα νευρωνικά στοιχεία του ΝΜ, μπορεί να συμμετέχουν και οστέινα τμήματα της ΣΣ, χόνδροι, σύνδεσμοι ή και αγγεία. Όπως και η κάκωση του εγκεφάλου, η κάκωση του ΝΜ εμφανίζει δύο φάσεις: την *πρωτοπαθή* βλάβη, που οφείλεται στην επίδραση ισχυρών μηχανικών δυνάμεων κατά τη στιγμή της κάκωσης, και τη *δευτεροπαθή*, που οφείλεται στην ανάπτυξη ενός παθοφυσιολογικού καταρράκτη, ως αποτέλεσμα του οιδήματος, της ισχαιμίας, της υπότασης και της υποξίας της περιοχής (Hamilton et al, 1992). Αξίζει να σημειωθεί ότι συχνά οι βλάβες αυτές δεν ανιχνεύονται απεικονιστικά, τουλάχιστον τα πρώτα 24ωρα (SCIWORA: Spinal Cord Injury Without Radiologic Abnormalities), και αυτό πρέπει να θέτει σε έντονη εγρήγορση τα άτομα που διαχειρίζονται τα παιδιά αυτά, σε περίπτωση που αυτά εμφανίσουν αιφνίδια αλλαγή της κλινικής τους εικόνας (Pang et al, 1982). Οι σοβαρότερες κλινικές εκδηλώσεις μία κάκωσης ΝΜ είναι i. η αναπνευστική ανεπάρκεια, λόγω διαταραχής της λειτουργίας του διαφράγματος και των μεσοπλεύριων μυών, που μπορεί να προκαλέσει πνευμοθώρακα εξαιτίας της έντονης εισπνευστικής προσπάθειας, ή οδηγήσει σε κάματο, υπερκαπνία, υποξυγοναιμία, άπνοια και θάνατο (αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα), ii. η αιμοδυναμική αστάθεια εξαιτίας της υποογκαιμίας και της απώλειας του τόνου των αγγείων, iii. το καρδιογενές shock εξαιτίας απώλειας της νεύρωσης του μυοκαρδίου, με αποτέλεσμα βραδυκαρδία και ελαττωμένη συσταλτικότητα, iv. η εισρόφηση γαστρικού περιεχομένου εξαιτίας απώλειας του τόνου της

γαστροοισοφαγικής συμβολής και ν. υπεραντανακλαστικότητα του αυτόνομου νευρικού συστήματος, που εκδηλώνεται ως σοβαρή αγγειοκινητική αστάθεια με υπέρταση ή αρρυθμίες (Colachis, 1992). Κατά την ενδοτραχειακή διασωλήνωση, ο αυχένας και το κεφάλι θα πρέπει να ακινητοποιείται με τα χέρια από ένα δεύτερο άτομο, ώστε η λαρυγγοσκόπηση να μην προκαλέσει καθόλου έκταση ή κάμψη της αυχενικής μοίρας της ΣΣ. Επίσης, θα πρέπει να αποφευχθεί η χορήγηση σουκκυνιλοχολίνης μετά το πρώτο 24ωρο από τον τραυματισμό, γιατί μπορεί να προκαλέσει μαζική υπερκαλιαμία λόγω ραβδομύλωσης (Gronert et al, 1979). Τέλος, παρόλο που η χορήγηση κορτικοστεροειδών δεν έχει θέση στην άμεση αναζωογόνηση των κακώσεων του εγκεφάλου, και παρόλο που η τεκμηρίωση στα παιδιά είναι ακόμα ελλιπής, εντούτοις σε κακώσεις της ΣΣ και του ΝΜ θα πρέπει να δίνονται το δυνατόν συντομότερα από το χρόνο της κάκωσης, με την ελπίδα ότι θα περιορίσουν την έκταση της νευρολογικής βλάβης. Προτείνεται η χορήγηση μεθυλπρεδνιζολόνης 30mg/kg στα πρώτα 15min, ακολουθούμενη από έγχυση 5,4mg/kg/h για τις υπόλοιπες 23 ώρες, επειδή φαίνεται ότι βελτιώνει την αιματική ροή του ΝΜ, αναστέλλει την ενεργοποίηση του καταρράκτη αραχιδονικού οξέος (και της φλεγμονώδους απάντησης), τροποποιεί την ανοσολογική απάντηση στο τραύμα και αποτρέπει την απομυελίνωση (Bracken et al, 1990).

III. Όγκοι εγκεφάλου – Κρανιοτομίες.

Οι όγκοι εγκεφάλου στα παιδιά είναι οι συνηθέστεροι μονήρεις όγκοι της παιδικής ηλικίας μετά τις λευχαιμίες, ενώ οι ετήσιες νέες διαγνώσεις στις ΗΠΑ είναι 1500-2000 (Pollack, 1992). Στα παιδιά το 2/3 αυτών των όγκων έχουν υποσκηνίδια εντόπιση (όγκοι οπισθίου κρανιακού βόθρου ΟΚΒ), με αποτέλεσμα την πρώιμη απόφραξη της απορροής ΕΝΥ, την εμφάνιση υδροκεφάλου και αυξημένης ICP. Τα πρώτα συμπτώματα στα παιδιά αυτά είναι πρωινοί έμετοι, ευερεθιστότητα ή λήθαργος, ενώ μπορεί να ακολουθήσουν συμπτώματα από τη συμπίεση και παράλυση των κρανιακών νεύρων, αταξία, αναπνευστικές και καρδιακές ανωμαλίες (McClain et al, 2013).

Αναφορικά με την αναισθησιολογική διαχείριση βρεφών και παιδιών με όγκους εγκεφάλου, και ιδιαίτερα όγκους ΟΚΒ, οι κύριες προκλήσεις είναι α. η τοποθέτηση των παιδιών σε *πρηνή θέση* με τα συνοδά προβλήματα και επιπλοκές που τη συνοδεύουν (βλέπε παραπάνω), σε συνδυασμό με *έντονη κάμψη του κεφαλιού*, οπότε θα πρέπει να διασφαλίζεται η δυνατότητα

συνεχούς πρόσβασης και ελέγχου του τραχειοσωλήνα **β.** η εμφάνιση αρρυθμιών και αιμοδυναμικών μεταβολών κατά τους χειρουργικούς χειρισμούς στην περιοχή του στελέχους, οπότε συστήνεται το συνεχές monitoring του ΗΚΓγραφήματος και του αρτηριογράμματος. Οι διαταραχές που προέρχονται από το κέντρο της αναπνοής γενικά δεν μπορούν να ανιχνευθούν διεγχειρητικά, επειδή καλύπτονται από το μηχανικό αερισμό των πνευμόνων. **γ.** η πιθανή διεγχειρητική καταστροφική αύξηση της ICP, τόσο εξαιτίας του stress της λαρυγγοσκόπησης και της καθήλωσης του κρανίου με καρφίδες στο Mayfield, όσο και από τους χειρουργικούς χειρισμούς, οπότε απαιτούνται ειδικές τεχνικές αντιμετώπισης, όπως χορήγηση οπιοειδών και βενζοδιαζεπινών κατά την εισαγωγή στην αναισθησία, αλλαγή των παραμέτρων αερισμού ή τη χορήγηση μαννιτόλης, **δ.** η φλεβώδης εμβολή αέρα VAE (βλέπε παραπάνω) (McClain et al, 2013).

IV. Νευροχειρουργικές επεμβάσεις στη Σπονδυλική Στήλη και το Νωτιαίο

Μυελό.

Τα νεογνά, βρέφη και παιδιά που θα υποβληθούν σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις στη ΣΣ, πάσχουν από αιματώματα, αποστήματα, συγγενείς ανωμαλίες όπως μηνιγγομυελοκήλη ή αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες (AVMs), πρωτοπαθείς ή μεταστατικούς όγκους (σπάνια), τραύματα στη ΣΣ ή στο νωτιαίο μυελό NM. Κύριος στόχος των επεμβάσεων είναι η αποκατάσταση ή ο περιορισμός της νευρολογικής βλάβης.

Η προεγχειρητική προετοιμασία περιλαμβάνει τον συνήθη έλεγχο ανά συστήματα, όπως περιγράφηκε ήδη, ενώ έμφαση πρέπει να δοθεί στην εκτίμηση του ΚΝΣ, την πιθανή νευρολογική επιδείνωση λόγω της υποκείμενης βλάβης, αλλά και την εκδήλωση βλάβης στο πλαίσιο συγγενών πολυσυστηματικών συνδρόμων, όπως το σύνδρομο VACTERL ((V: ανωμαλίες σπονδύλων, A: ορθοπρωκτικές ανωμαλίες, C: καρδιαγγειακές ανωμαλίες, TE: τραχειοοισοφαγικό συρίγγιο, R: νεφρικές ανωμαλίες, L: ανωμαλίες άκρων).

Κατά τη διεγχειρητική περίοδο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι χειρουργικές συνθήκες της πρηνούς θέσης, το απαραίτητο βασικό και εξειδικευμένο monitoring, η παθοφυσιολογία της υποκείμενης παθολογίας, η πιθανότητα μεγάλης απώλειας αίματος από τρώση αγγείων του NM και η εμφάνιση διεγχειρητικής υποθερμίας. Οι μηνιγγοκήλες και μυελοκήλες συνήθως διορθώνονται χειρουργικά εντός των πρώτων ημερών ζωής του νεογνού, για την αποφυγή

βακτηριακής επιμόλυνσης του ΝΜ και γενικευμένης σήψης, που είναι η κύρια αιτία θανάτου στη νεογνική περίοδο, οπότε πρέπει να δίνεται ειδική μέριμνα σε αυτή την κατηγορία ασθενών (Ward et al, 1986). Σε νεογνά με μηνιγγοκήλη ή μηνιγγομυελοκήλη η διασωλήνωση συστήνεται γίνεται σε ελαφρώς πλάγια θέση, προς αποφυγή συμπίεσης των εκτεθειμένων σημείων του ΝΜ. Σε περιπτώσεις αναμενόμενης μεγάλης απώλειας αίματος, όπως σε εκτομές όγκων ΝΜ ή AVMs, απαραίτητη είναι η παρουσία δύο μεγάλων φλεβικών οδών, η άμεση διαθεσιμότητα σε παράγωγα αίματος, η έγκαιρη ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου Μαζικής Μετάγγισης και το τακτικό monitoring των αερίων αίματος, της αιμοσφαιρίνης, των γαλακτικών και του μηχανισμού πήξης. Τα νεογνά με μηνιγγομυελοκήλη έχουν υψηλή επίπτωση εμφάνισης αλλεργίας στο latex, που συνήθως εκδηλώνεται σε επόμενα χειρουργεία, όπως σε επεμβάσεις αποκατάστασης συγγενών ουρογεννητικών ή σκελετικών προβλημάτων. Η πρώτη έκθεση στο latex γίνεται από τα γάντια του χειρουργού, οπότε συστήνεται η χρήση latex-free γαντιών (De Queiroz et al, 2009).

Σε επεμβάσεις τραυματισμού ΣΣ / ΝΜ και σε μυϊκές δυστροφίες, σημαντική είναι η προεγχειρητική εκτίμηση της παρουσίας νευρολογικού ελλείμματος και η συμμετοχή των μυών του βολβού. Κύριος διεγχειρητικός στόχος είναι αφενός η ελαχιστοποίηση της ισχαιμίας και της συμπίεσης του ΝΜ, με διατήρηση σταθερής πίεσης άρδευσης του ΝΜ(SCPP), αφετέρου η δημιουργία αναίμακτου χειρουργικού πεδίου. Η SCPP, που ισούται με τη διαφορά ΜΑΠ και των εξωτερικών πιέσεων επί του ΝΜ και υπόκειται σε αυτορρυθμιστικό μηχανισμό, διατηρείται μέσω **α.** ελέγχου και ρύθμισης σταθερής αρτηριακής πίεσης, και **β.** ελαχιστοποίησης της φλεβικής στάσης με προσεκτική τοποθέτηση του παιδιού και αποφυγή συμπίεσης της κοιλιάς. Η δημιουργία αναίμακτων συνθηκών επιτυγχάνεται με αυστηρή τιτλοποίηση των αναισθητικών φαρμάκων. Επιπλέον, λόγω της αναμενόμενης μεγάλης απώλειας αίματος σε αυτές τις επεμβάσεις, έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές εξοικονόμησης αίματος, όπως η προκατάθεση αίματος, η οξεία ισοογκαιμική αιμοαραίωση, η προεγχειρητική χορήγηση σιδήρου ή ερυθροποιητίνης, η σωστή τοποθέτηση του ασθενή σε πρηνή θέση, η καλή αιμόσταση, η τεχνική ελεγχόμενης υπότασης, η χρήση cell savers, απροτινίνης, τρανεξαμικού οξέος, και η στοχευμένη χρήση παραγόντων πήξεως. Τέλος, η σωστή διαχείριση αυτών των ασθενών περιλαμβάνει επιπρόσθετα το συνεχές διεγχειρητικό monitoring των προκλητών σωματοαισθητικών και κινητικών δυναμικών(SSEPs - MEPs), το οποίο πρέπει να ξεκινά πριν την εισαγωγή στην αναισθησία και να εφαρμόζεται μέχρι το τέλος της επέμβασης και την επαναφορά του ασθενή σε ύπτια θέση (McClain et al, 2013).

ΑΓΓΛΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Abbott TEF, Pearse RM, Archbold RA, et al (2018). A prospective international multicentre cohort study of intraoperative heart rate and systolic blood pressure and myocardial injury after noncardiac surgery: results of the VISION Study. *Anesth Analg* ; 126(6):1936-1945.
2. American Society of Anesthesiologists (2020). Standards for Basic Anesthetic Monitoring. *Committee of Origin: Standards and Practice Parameters*. Approved by the ASA House of Delegates: October 1986, last amended October 2010, reaffirmed on December 13, 2020. <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>
3. Anderson H, Schmitz A, Frykholm P (2018). Preoperative fasting guidelines in pediatric anesthesia: are we ready for a change? *Curr Opin Anaesthesiol*; 31: 9-14.
4. Anand KJS (2016). Revisiting a dilemma: repetitive pain vs. opioid exposure? *Acta Paediatr* ; 105:736–737.
5. APA CONSENSUS GUIDELINE ON PERIOPERATIVE FLUID MANAGEMENT IN CHILDREN (2010). v 1.1 September 2007 © APAGBI Review Date August 2010. https://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/inline-files/Perioperative_Fluid_Management_2007.pdf
6. Arieff AI (1998). Postoperative hyponatraemic encephalopathy following elective surgery in children. *Paediatr Anaesth* ; 8:1–4.
7. Arieff AI, Ayus JC, Fraser CI (1992). Hyponatraemia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ*; 304: 1218-1222.
8. Artru AA, Katz RA, Colley PS (1989). Autoregulation of cerebral blood flow during normocapnia and hypocapnia in dogs. *Anesthesiology* ; 70:288–92.
9. Ayus JC, Achinger SG, Arieff A (2008). Brain cell volume regulation in hyponatremia: role of sex, age, vasopressin, and hypoxia. *Am J Physiol Renal Physiol* ; 295:F619–F624.
10. Bailey BJ (2001). *Head and neck surgery--otolaryngology*. 3rd Ed. Philadelphia, London. Lippincott Williams & Wilkins.
11. Bailey AG, McNaul PP, Jooste E, Tuchman JB (2010). Perioperative crystalloid and colloid fluid management in children: where are we and how did we get here? *Anesth Analg* ; 110:375–390.
12. Barker II FG (2007). Efficacy of prophylactic antibiotics against meningitis after craniotomy: a meta-analysis. *Neurosurgery* ; 60:887-94.
13. Bellew M, Atkinson KR, Dixon G, Yates A (2002). The introduction of a paediatric anaesthesia information leaflet: an audit of its impact on parental anxiety and satisfaction. *Paediatr Anaesth*; 12(2):124-130.
14. Bertolizio G, Astuto M, Ingelmo P (2017). The implications of immunization in the daily practice of pediatric anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*; 30(3): 368-375.
15. Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, et al (2007). Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg* ; 105:344–350.
16. Borghi E, de Onis M, Garza C, et al (2006). Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves. *Stat Med* ; 25:247–265.

17. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, et al (1990). A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury: results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *N Engl J Med*; 322: 1405-1411.
18. Brady M, Kinn S, O'Rourke K, et al (2005). Preoperative fasting for preventing perioperative complications in children. *Cochrane Database Syst Rev*; (2):CD005285.
19. Brehler R, Theissen U, Mohr C, Luger T (1997). "Latex-fruit syndrome": frequency of cross-reacting IgE antibodies. *Allergy*; 52(4):404-410.
20. Bruce DA, Berman WA, Schut L (1977). Cerebrospinal fluid pressure monitoring in children: physiology, pathology and clinical usefulness. *Adv Pediatr*; 24: 233-90.
21. Bruce DA, Alavi A, Bilaniuk L, et al (1981). Diffuse cerebral swelling following head injuries in children: the syndrome of "malignant brain edema." *J Neurosurg* ; 54:170-178.
22. Butterworth JFt, Mythen MG (2013). Should "normal" saline be our usual choice in normal surgical patients? *Anesth Analg* ; 117:290–291.
23. Cassady JFJ, Kain ZN (1999). Preoperative preparation for parents of pediatric surgery patients. *Curr Anesthesiol*; 1:67-71.
24. Chaves-Carballo E, Gomez MR, Sharbrough FW (1975). Encephalopathy and fatty infiltration of the viscera (Reye-Johnson Syndrome): a 17-year experience. *Mayo Clin Proc*; 50:209-15.
25. Chavez-Valdez R et al (2017). Sex-specific associations between cerebrovascular blood pressure autoregulation and cardiopulmonary injury in neonatal encephalopathy and therapeutic hypothermia. *Pediatr. Res* ; 81, 759–766. [PubMed: 28141793]
26. Chawla D, Agarwal R, Deorari AK, Paul VK (2008). Fluid and electrolyte management in term and preterm neonates. *Indian J Pediatr*; 75(3) : 255-9.
27. Checketts MR, Alladi R, Ferguson K, et al (2016). Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia*; 71:85–93.
28. Cheek WR, Neurosurgeons ASoP, Neurosurgery AAoNSSoP (1994). Pediatric neurosurgery: surgery of the developing nervous system. 3rd Ed. Philadelphia: W.B. Saunders; p. 307-19.
29. Colachis SC III (1992). Autonomic hyperreflexia with spinal cord injury. *J Am Paraplegia Soc* ; 15:171-186.
30. Coles JP, Coleman MR et al (2007). Hyperventilation following head injury: effects on ischemic burden and cerebral oxidative metabolism. *Crit Care Med*; 35: 568-78.
31. Cosgriff N, Moore EE, Sauaia A, et al (1997). Predicting life-threatening coagulopathy in the massively transfused trauma patient: hypothermia and acidoses revisited. *J Trauma* ; 42:857–861.
32. Coté CJ, Goudsouzian NG, Liu LM, et al (1982). Assessment of risk factors related to the acid aspiration syndrome in pediatric patients—gastric pH and residual volume. *Anesthesiology*; 56(1):70-72.
33. Crawford M, Lerman J, Christensen S, Farrow-Gillespie A (1990). Effects of duration of fasting on gastric fluid pH and volume in healthy children. *Anesth Analg*. 1990;71(4):400-403.
34. Davis AL, Carcillo JA, Aneja RK, et al (2017). The American College of Critical Care Medicine clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: executive summary. *Pediatr Crit Care Med* ; 18:884–890. International standards for the definition and treatment of septic shock in children.
35. De Graaff JC (2018). Intraoperative blood pressure levels in young and anaesthetised children: are we getting any closer to the truth? *Curr Opin Anesthesiol*; 31: 94-102.
36. De Queiroz M, Combet S, Berard J, et al (2009). Latex allergy in children: modalities and prevention. *Paediatr Anaesth*; 19(4):313-319.

37. Di Rocco C, McLone DG, Shimoji T, Raimondi AJ (1975). Continuous intraventricular cerebrospinal fluid pressure recording in hydrocephalic children during wakefulness and sleep. *J Neurosurg*; 42: 683-9.
38. Drummond JC (1997). The lower limit of autoregulation: Time to revise our thinking? *Anesthesiology*; 86:1431-3.
39. Du Y, Wolf IK, Zhuang W, et al (2014). Use of herbal medicinal products among children and adolescents in Germany. *BMC Complement Altern Med*; 14:218.
40. Duhaime AC, Christian CW, Rorke LB, Zimmerman RA (1998). Nonaccidental head injury in infants: the "shaken-baby syndrome." *N Engl J Med*; 338:1822-1829.
41. Ferrari LR (2018). Newborn and Infant Anesthesia. Preoperative preparation. Ch 12. In: McCann ME, Greco C, Matthes K. *Essentials of Anesthesia for Infants and Neonates*. Cambridge Medicine.
42. Filho EM, De Carvalho WB, Cavalheiro S (2012). Perioperative patient management in pediatric neurosurgery. Review Article. *Rev Assoc Med Bras* ; 58(3):388-396.
43. Fitch W, Ferguson GG, Sengupta D, Garibi J, Harper AM (1976). Autoregulation of cerebral blood flow during controlled hypotension in baboons. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 39:1014-22.
44. Furay C, Howell T (2010). Paediatric Neuroanaesthesia. Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain. On behalf of: *The British Journal of Anaesthesia*; Vol 10(6).
45. Ghazal EA, Mason LJ, Cote CJ (2013). Preoperative Evaluation, Premedication, and Induction of Anesthesia. In: : Cote- Lerman-Todres. *A Practice Of Anesthesia For Infants And Children*. 5th Ed, Saunders Elsevier, eBook ISBN: 9780323358149.
46. Giraldo MZ (2013). Management of perioperative bleeding in children. Step by step review. *Rev Colomb Anesthesiol* ; 41(1):50-56.
47. Giraldo MZ, Bissonnette B (2014). Anesthesia for Neurosurgical procedures in children. Chapter 10. In: Gregory GA & Andropoulos DB. *Anesthesia Care of Pediatric Patients in Developing Countries*. Global Help. https://storage.googleapis.com/global-help-publications/books/help_anesthesiapediatricsbw.pdf
48. Golianu B, Hammer GB (2005). Pediatric Thoracic Anesthesia. *Curr Op Anaesthesiol*; 18:5-11.
49. Goobie SM (2015). A blood transfusion can save a child's life or threaten it. *Paediatr Anaesth*; 25:1182-1183.
50. Goobie SM, Haas T (2016). Perioperative bleeding management in pediatric patients. *Curr Opin Anesthesiol*; 29: 352-358.
51. Gronert GA, Theye RA (1979). Pathophysiology of hyperkalemia induced by succinylcholine. *Anesthesiology* ; 43:89-99.
52. Habre W, Disma N, Virag K, et al (2017). Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med* ; 5:412-425. A large European cohort study of anaesthetic practice of more than 31 000 children throughout Europe.
53. Habre W, Petak F (2014). Perioperative use of oxygen: variabilities across age. *British Journal of Anaesthesia*; 113 (S2): ii26-ii34.
54. Haetrey R (2009). Transfusion principles in children. *Anaesth Intensive Care* ;10:71-5.
55. Hamilton MG, Myles ST (1992). Pediatric spinal injury: review of 174 hospital admissions. *J Neurosurg* ; 77:700-704.
56. Hansen T (2017). Use of anaesthetics in young children. Consensus statement of the European Society of Anaesthesiology, the European Society for Paediatric Anaesthesiology, the European Association of Cardiothoracic Anaesthesiology and the European Safe Tots Anaesthesia Research Initiative. *Eur J Anaesthesiol* ; 34:327-328. Jointly published in *Pediatric Anesthesia* ; 27:558-559.

57. Holliday MA, Segar WE (1957). The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics*; 19 (5) 823-832.
58. Holzman RS (1997). Clinical management of latex-allergic children. *Anesth Analg*; 85(3):529-533.
59. Hourihane JO, Allard JM, Wade AM, et al (2002). Impact of repeated surgical procedures on the incidence and prevalence of latex allergy: a prospective study of 1263 children. *J Pediatr*; 140(4):479-482.
60. Hua C, Ju W.-n., Jin H, Sun X & Zhao G (2017). Molecular chaperones and hypoxicischemic encephalopathy. *Neural Regen. Res* 12, 153–160. [PubMed: 28250763].
61. Iacobucci T, Federico B, Pintus C, de Francisci G (2005). Evaluation of satisfaction level by parents and children following pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* ; 15(4):314-320.
62. Jimenez N, Posner KL, Cheney FW, et al (2007). An update on pediatric anesthesia liability: a closed claims analysis. *Anesth Analg* ; 104:147–153.
63. Jones KL, Jones MC, Casanellas MDC (2013). *Smith's Recognizable Patterns of Human Malformations*. 7th Ed. Elsevier.
64. Joo HS, Wong J, Naik VN, Savoldelli GL (2005). The value of screening preoperative chest x-rays: a systematic review. *Can J Anaesth*; 52:568-74.
65. Joshi B, Ono M, Brown C, Brady K et al (2012). Predicting the limits of cerebral autoregulation during cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* ; 114:503–10.
66. Kain ZN, Wang SM, Caramico LA, et al (1997). Parental desire for perioperative information and informed consent: a two-phase study. *Anesth Analg* ; 84(2):299-306.
67. Kaiser JR, Gauss CH, Williams DK (2005). The effects of hypercapnia on cerebral autoregulation in ventilated very low birth weight infants. *Pediatr Res* ; 58:931–5.
68. Kennedy C, Sokoloff L (1957). An adaption of the nitrous oxide method to the study of the cerebral circulation in children: normal values for cerebral blood flow and cerebral metabolic rate in childhood. *J Clin Invest*; 36: 1130-7.
69. Kety SS, Schmidt CE (1948). The effects of altered arterial tensions of carbon dioxide and oxygen on cerebral blood flow and cerebral oxygen consumption of normal young men. *J Clin Invest*; 27: 484-92.
70. Keung CY, Smith KR, Savoia HF, Davidson AJ (2009). An audit of transfusion of red blood cell units in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* ; 19:320–328.
71. Kissoon N, Dreyer J, Walia M (1990). Pediatric trauma: differences in pathophysiology, injury patterns and treatment compared with adult trauma. *Can Med Assoc J* ; 142:27-34.
72. Kozek-Langenecker SA, Afshari A, Albaladejo P, et al (2016). Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology – First Update. *Eur J Anaesthesiol*; 30:270–382.
73. Lassen NA (1974). Control of cerebral circulation in health and disease. *Circ Res* ; 34:749-60.
74. Lassen NA, Christensen MS (1976). Physiology of cerebral blood flow. *Br J Anaesth*; 48: 719-34.
75. Lavoie J (2011). Blood transfusion risks and alternative strategies in pediatric patients. *Paediatr Anaesth*; 21:14–24.
76. Lee J, Rajadurai VS, Tan KW (1999). Blood pressure standards for very low birthweight infants during the first day of life. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* ; 81:F168–F170.
77. Long J, Frazee T, Benzon H (2018). Fluid and Transfusion Management (Chapter 15). In: McCann ME, Greco C, Matthes K. *Essentials of Anesthesia for Infants and Neonates*. Cambridge Medicine.
78. Lou HC, Lassen NA, Friis-Hansen B (1979). Impaired autoregulation of cerebral blood flow in the distressed newborn infant. *J Paediatr*; 94: 118-21.

79. McCann ME, Schouten AN, Dobija N, et al (2014). Infantile postoperative encephalopathy: perioperative factors as a cause for concern. *Pediatrics* ; 133:e751–e757.
80. McCann ME, Schouten AN (2014). Beyond survival; influences of blood pressure, cerebral perfusion and anesthesia on neurodevelopment. *Paediatr Anaesth*; 24:68–73.
81. McClain CD, Soriano SG, Rockoff MA (2013). Pediatric Neurosurgical Anesthesia. In: Cote-Lerman-Todres. *A Practice Of Anesthesia For Infants And Children*. 5th Ed, Saunders Elsevier.
82. McClain CD, Landrigan-Ossar M (2014). Challenges in Pediatric Neuroanesthesia: Awake Craniotomy, Intraoperative Magnetic Resonance Imaging, and Interventional Neuroradiology. *Anesthesiology clinics*; 32(1):83-100.
83. McClain CD, McManus ML (2013). Fluid Management. In: Cote-Lerman-Todres. *A Practice Of Anesthesia For Infants And Children*. 5th Ed, Saunders Elsevier. eBook ISBN: 9780323358149.
84. McCulloch TJ, Visco E, Lam AM (2000). Graded hypercapnia and cerebral autoregulation during sevoflurane or propofol anesthesia. *Anesthesiology* ; 93: 1205–9.
85. Mendelson CL (1946). The aspiration of stomach contents into the lungs during obstetric anesthesia. *Am J Obstet Gynecol.*; 52:191-205.
86. Meng L, Gelb AW (2015). Regulation of Cerebral Autoregulation by Carbon Dioxide. *Anesthesiology*; 122: 196-205.
87. Michelet D, Arslan O, Hilly J, et al (2015). Intraoperative changes in blood pressure associated with cerebral desaturation in infants. *Paediatr Anaesth*; 25:681–688.
88. Miller SP, Ramaswamy V, Michelson D, et al (2005). Patterns of brain injury in term neonatal encephalopathy. *J Pediatr* ; 146:453–460.
89. Milligan DW (1979). Cerebral blood flow and sleep state in the normal newborn infant. *Early Hum Dev*; 3: 321-8.
90. Milligan TA, Hurwitz S, Bromfield EB (2008). Efficacy and tolerability of levetiracetam versus phenytoin after supratentorial neurosurgery. *Neurology* ; 71:665-9.
91. Minns RA, Brown JK, Engleman HM (1987). CSF production rate: “real time” estimation. *Z Kinderchir*; 42(Suppl 1): 36-40.
92. Monro A (1783). *Observations on Structure and Functions of the Nervous System*. Creech and Johnson, Edinbourg, UK.
93. Nafiu OO, Voepel-Lewis T, Morris M, et al (2009). How do pediatric anesthesiologists define intraoperative hypotension? *Paediatr Anaesth* ; 19:1048–1053.
94. Nakamura CT, Ferdman RM, Keens TG, Davidson Ward SL (2000). Latex allergy in children on home mechanical ventilation. *Chest.*; 118(4):1000-1003.
95. Namshikar VN, Duple NV, Sukhthanker DS (2016). Anesthetic management of valvular cyst excision in an infant: An airway challenge. *Saudi J Anaesth* ; 10:356-8.
96. Neff LP, Cannon JW, Morrison JJ, et al (2015). Clearly defining pediatric massive transfusion: cutting through the fog and friction with combat data. *J Trauma Acute Care Surg* ; 78:22–28.
97. Nishina K, Mikawa K, Maekawa N, et al (1995). Effects of exogenous intravenous glucose on plasma glucose and lipid homeostasis in anesthetized infants. *Anesthesiology* ; 83:258–263.
68. O’ Donnell D, Penman G, Thomas R et al (2021). IV Fluid Prescribing and Administration. *Sheffield Children’s NHS Foundation Trust Guidelines*. In accordance to NICE guidelines. SC(NHS)FT 2018, Review date 2021; 1-10. <https://www.sheffieldchildrens.nhs.uk › medicine>
99. Osborn DA, Evans N & Kluckow M (2004). Clinical detection of low upper body blood flow in very premature infants using blood pressure, capillary refill time, and central-peripheral temperature difference. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal*; Ed 89, F168–F173 [PubMed: 14977905].

100. Pang D, Wilberger JE Jr (1982). Spinal cord injury without radiographic abnormalities in children. *J Neurosurg* ; 57:114-129.
101. Paulson OB, Strandgaard S, Edvinsson L (1990). Cerebral autoregulation. *Cerebrovasc Brain Metab Rev* ; 2:161–92.
102. Pichichero ME (2005). A review of evidence supporting the American Academy of Pediatrics recommendation for prescribing cephalosporin antibiotics for penicillin-allergic patients. *Pediatrics*; 115(4):1048-1057.
103. Pollack IF (1994). Brain tumors in children. *N Engl J Med*. 331:1500-1507.
104. Porri F, Pradal M, Lemiére C, et al (1997). Association between latex sensitization and repeated latex exposure in children. *Anesthesiology*.; 86(3):599-602.
105. Rahimi-Movaghar V, Boroojeny SB, Moghtaderi A, Keshmiran B (2005). Intracranial placement of a nasogastric tube: a lesson to be re-learned? *Acta Neurochir (Wien)*; 147:573-574.
106. Rhee CJ, Sortica da Costa C, Austin T, et al (2018). Neonatal cerebrovascular autoregulation. *Pediatr Res* ; 84(5): 602–610. doi:10.1038/s41390-018-0141-6.
107. Rogers MC, Nugent SK, Traystman RJ (1980). Control of cerebral circulation in the neonate and infant. *Crit Care Med*; 8: 570-4.
108. Sampathi V, Lerman J (2011). Case scenario: perioperative latex allergy in children. *Anesthesiology*; 114(3):673-680.
109. Samuels Martin, Wieteska Sue (2016). Advanced Paediatric Life Support. A Practical Approach to Emergencies. 6th Edition. Advanced Life Support Group, Manchester, UK. BMJ Books. Wiley Blackwell.
110. Schreiner MS, Triebwasser A, Keon TP (1990). Ingestion of liquids compared with preoperative fasting in pediatric outpatients. *Anesthesiology*; 72(4):593-597.
111. Sebastian R, McClain CD (2018). Anesthesia for Neurosurgical Procedures. In: McCann ME, Greco C, Matthes K. *Essentials of Anesthesia for Infants and Neonates*. Cambridge Medicine.
112. Serafini G, Ingelmo PM, Astuto M, Baroncini S, Borrometi F et al (2014). Preoperative evaluation in infants and children: recommendations of the Italian Society of Pediatric and Neonatal Anesthesia and Intensive Care (SARNePI). *Minerva Anestesiologica*; Vol. 80 (No 4): 461-470.
113. Sessler DI, Meyhoff CS, Zimmerman NM, et al (2018). Period-dependent associations between hypotension during and for four days after noncardiac surgery and a composite of myocardial infarction and death: a substudy of the POISE-2 trial. *Anesthesiology* ; 128:317–327.
114. Settergren G, Lindblad BS, Persson B (1976). Cerebral blood flow and exchange of oxygen, glucose, ketone bodies, lactate, pyruvate and amino acids in infants. *Acta Paediatr Scand*; 65: 343-53.
115. Sigurdsson GH, Lindahl S, Norden N (1983). Influence of premedication on the sympathetic and endocrine responses and cardiac arrhythmias during halothane anaesthesia in children undergoing adenoidectomy. *Br J Anaesth.*; 55(10):961-968.
116. Smalley A (1999). Needle phobia. *Paediatr Nurs*; 11(2):17-20.
117. Sola Augusto (2008). Oxygen in neonatal anesthesia: friend or foe: *Current Opinion in Anaesthesiology*; 21: 332-339.
118. Soleymani S, Borzage M, Noori S & Seri I (2012). Neonatal hemodynamics: monitoring, data acquisition and analysis. *Expert. Rev. Med Devices* 9, 501–511. [PubMed: 23116077].
119. Soriano SG, Eldredge EA, Rockoff MA (2002). *Pediatric neuroanesthesia. Anesthesiology Clinics of North America* ;20(2):389-404.
120. Soundararajan N, Cunliffe M (2007). Anesthesia for spinal surgery in children. *British Journal of Anesthesia*; 99(1):86-94.

121. Splinter WM, Stewart JA, Muir JG (1990). Large volumes of apple juice preoperatively do not affect gastric pH and volume in children. *Can J Anaesth*; 37(1):36-39.
122. Sumpelmann R, Becke K, Crean P et al (2011). European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol* ; 28: 637-639.
123. Swagata Tripathy, Suma Rabab Ahmad (2019). Raised Intracranial Pressure Syndromes: A Stepwise Approach. *Indian J Crit Care Med*; 23(Suppl 2):S129–S135.
124. *The British Committee for Standards in Haematology (BCSH)* transfusion “trigger” for neonatal top-up transfusion (2020) – reproduced from British Committee for Standards in Haematology (BCSH) Transfusion Guidelines for neonates and Older Children – <http://www.bcsghguidelines.com>
125. Thomas M, Morrison C, Newton R, Schindler E (2018). Consensus Statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia. *Pediatric Anesthesia*; 28: 411-414.
126. Turner NM (2015). Intraoperative hypotension in neonates: when and how should we intervene? *Curr Opin Anaesthesiol*; 28:308–313.
127. Valentini LG, Casali C, Chatenoud L, Chiaffarino C, Uberti-Foppa C, Broggi G (2007). Surgical site infections after elective neurosurgery: a survey of 1747 patients. *Neurosurgery* ; 61:88-96
128. Volpe JJ (1997). Brain injury in the premature infant. Neuropathology, clinical aspects, pathogenesis, and prevention. *Clin. Perinatol*; 24, 567–587. [PubMed: 9394861]
129. Wang B et al (2016). White matter apoptosis is increased by delayed hypothermia and rewarming in a neonatal piglet model of hypoxic ischemic encephalopathy. *Neuroscience*; 316, 296–310. [PubMed: 26739327].
130. Ward SL, Nickerson BG, van der Hal A, et al (1986). Absent hypoxic and hypercapnic arousal responses in children with myelomeningocele and apnea. *Pediatrics*. 78:44-50.
131. Welborn LG, McGill WA, Hannallah RS, et al (1986). Perioperative blood glucose concentrations in pediatric outpatients. *Anesthesiology* ; 65:543–547.
132. Wheeler M, Cote CJ, Todres DI (2013). The Pediatric Airway. In: Cote-Lerman-Todres. *A Practice Of Anesthesia For Infants And Children*. 5th Ed, Saunders Elsevier, eBook ISBN: 9780323358149.
133. Wilton N, Anderson B (2013). Orthopedic and Spine Surgery. In: Cote-Lerman-Todres. *A Practice Of Anesthesia For Infants And Children*. 5th Ed, Saunders Elsevier, eBook ISBN: 9780323358149.
134. World Health Organization WHO (2009). Patient Safety. Implementation Manual – WHO Surgical Safety Checklist 2009. Safe Surgery Saves Lives. In: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44186/9789241598590_eng.pdf;jsessionid=C69E87C85CA75FBB95F08A0BA7875581?sequence=1

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Χριστοφορίδου Άρτεμις (2018). Η ενδοσκοπική αντιμετώπιση των συριγγίων εγκεφαλονωτιαίου υγρού της βάσεως του κρανίου. Σύγκριση των αποτελεσμάτων με την κλασική μέθοδο (κρανιοτομή). Διδακτορική Διατριβή Αρ.3597. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Επιστημών Υγείας. Τμήμα Ιατρικής. Τομέας Αισθητηρίων Οργάνων