

Εγκεφαλική οξυμετρία και πίεση αποκλεισμού της έσω καρωτίδας ως ενδείξεις για την τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης κατά την καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή: συγκριτική μελέτη

Ταμπάκης Χ.¹, Παπαδόπουλος Γ.², Λαγός Ν.²
Σεργεντάνης Θ.¹, Κούβελος Γ.¹, Ματσάγκας Μ.¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή–Σκοπός: Οι ασθενείς που υποβάλλονται σε επέμβαση καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής (ΚΕ) εκτίθενται στον κίνδυνο ανάπτυξης εγκεφαλικής ισχαιμίας κατά τη διάρκεια του αποκλεισμού της έσω καρωτίδας αρτηρίας (ΕΚΑ) από την κυκλοφορία. Πολλές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί στην προσπάθεια να αναδειχθούν οι ασθενείς εκείνοι που χρήζουν τοποθέτησης προσωρινής παράκαμψης μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ, ωστόσο καμία από αυτές δε χαρακτηρίζεται μέθοδος εκλογής. Ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι να διερευνηθεί η πιθανή σχέση μεταξύ της μεταβολής του περιοχικού κορεσμού σε οξυγόνο (regional oxygen saturation-rSO₂) μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ και της πίεσης αποκλεισμού στο κολόβωμα της ΕΚΑ (stump pressure-SP), καθώς και το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης του rSO₂ και των μεταβολών του ως κριτήριο για την τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης κατά τη διάρκεια της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής.

Ασθενείς – Μέθοδοι: 44 ασθενείς με υψηλού βαθμού στένωση της ΕΚΑ υπεβλήθησαν σε ΚΕ υπό γενική αναισθησία. Οι τιμές της αρτηριακής πίεσης και οι αντίστοιχες rSO₂ καταγράφονταν συνεχώς στη διάρκεια της επέμβασης ενώ η SP μετρήθηκε πριν τον αποκλεισμό της ΕΚΑ. Η απόφαση για τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης βασίστηκε αποκλειστικά στην τιμή SP ≤ 40 mmHg. Μελετήθηκε η ελάττωση του rSO₂ σε σχέση με το «κατώφλι» του 20% στους ασθενείς με και χωρίς προσωρινή παράκαμψη και διερευνήθηκε η ύπαρξη συσχέτισης ανάμεσα στις % μεταβολές rSO₂ και την SP.

Αποτελέσματα: Οι ασθενείς που χρειάστηκαν προσωρινή παράκαμψη εμφάνισαν μεγαλύτερη συχνότητα μείωσης του rSO₂ > 20% σε σχέση με εκείνους που δε χρειάστηκαν, για τις χρονικές περιόδους ανάμεσα στην αρχική μέτρηση (πριν την εισαγωγή στην αναισθησία-baseline) και 1 και 5 λεπτά μετά τον αποκλεισμό (cross-clamping) της ΕΚΑ (p < 0.001). Για το χρονικό διάστημα μεταξύ baseline και 1 λεπτό μετά το cross-clamping τεκμηριώθηκε ότι η συσχέτιση ανάμεσα στο

¹Χειρουργική Κλινική
– Αγγειοχειρουργική
Μονάδα Ιατρική Σχολή
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

²Αναισθησιολογική
Κλινική Ιατρική Σχολή
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΔrSO_2 και την SP ακολουθεί πρότυπο δευτεροβάθμιας εξίσωσης ($\Delta rSO_2 = -0.068 \times SP^2 + 1.303 \times SP - 61.736$, $p = 0.023$ για το δευτεροβάθμιο συντελεστή και $p = 0.005$ για τον πρωτοβάθμιο συντελεστή). Ταυτόσημα ήταν τα αποτελέσματα και στο διάστημα baseline–5 λεπτά μετά το cross-clamping.

Συμπέρασμα: Η εγκεφαλική οξυμετρία μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της εγκεφαλικής ισχαιμίας του ασθενούς στη διάρκεια της ΚΕ, η οποία φαίνεται να συσχετίζεται καλά με την SP. Η ακριβής σημασία της μεθόδου στην κατάδειξη της αναγκαιότητας για τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αποκλεισμός της έσω καρωτιδίας αρτηρίας (ΕΚΑ) κατά τη διάρκεια της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής (ΚΕ) μπορεί να έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη νευρολογικών ελλειμμάτων λόγω ανεπαρκούς προσφοράς αίματος προς τον εγκέφαλο^{1,2}. Η επάρκεια της εγκεφαλικής άρδευσης στην περίοδο του αποκλεισμού εξαρτάται από την παράπλευρη κυκλοφορία. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις (όπως για παράδειγμα σε στένωση της αντίπλευρης ΕΚΑ ή σε ανατομικές διαφοροποιήσεις του κύκλου του Willis) η παράπλευρη κυκλοφορία δεν αποδεικνύεται ικανή να ανταποκριθεί στις αυξημένες ανάγκες αιμάτωσης και οξυγόνωσης και επομένως κάποιου βαθμού εγκεφαλική βλάβη είναι πιθανό να συμβεί³.

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο⁴ (ΑΕΕ) αποτελεί μία από τις σοβαρότερες επιπλοκές που μπορεί να ανακύψουν κατά τη διάρκεια της ΚΕ και αυτό μπορεί να οφείλεται και στην εγκεφαλική υπάρδευση. Η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται νοσηρότητα ή θνησιμότητα στη διάρκεια της ΚΕ ποικίλει σε διάφορες πρόσφατες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία και κυμαίνεται από 1% έως και 7,5%²⁻⁶. Η γνώση, επομένως, της κατάστασης οξυγόνωσης των εγκεφαλικών κυττάρων είναι μεγάλης σημασίας κατά την καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή, ιδίως στη διάρκεια του αποκλεισμού της ΕΚΑ. Η παρατήρηση αυτή αποκτά ακόμα μεγαλύτερη βαρύτητα αν λάβει κανείς υπόψη ότι η ΚΕ είναι μία προφυλακτική και όχι θεραπευτική επέμβαση.

Αρκετές είναι οι μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της νευρολογικής λειτουργίας του ασθενούς διεγχειρητικά, ώστε να καταστεί δυνατή η εφαρμογή παρεμβάσεων που θα αποτρέψουν την ελάττωση της παροχής αίματος προς τον εγκέφαλο και τις δυσμενείς επιπτώσεις της⁷. Η απόφαση για την το-

ποθέτηση ή όχι προσωρινής παράκαμψης (shunt) είναι ένα σημαντικό ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί όταν η ΕΚΑ αποκλείεται από την κυκλοφορία^{8,9}. Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα^{10,11}, το διακρανιακό Doppler¹²⁻¹⁶ και η μέτρηση της πίεσης αποκλεισμού στο κολόβωμα της ΕΚΑ (Stump Pressure-SP)^{10,17} είναι μερικές από τις περισσότερες χρησιμοποιούμενες για το σκοπό αυτό τεχνικές. Η διενέργεια της ΚΕ υπό τοπική αναισθησία με συνεχή εξέταση του νευρολογικού επιπέδου του ασθενούς αποτελεί μία επιπλέον, λιγότερο χρησιμοποιούμενη και όχι απαλλαγμένη επιπλοκών, αλλά προφανώς περισσότερο άμεση, μέθοδο^{2,10,18,19}. Παρά, ωστόσο, τη συσσωρευμένη εμπειρία από την εφαρμογή των ανωτέρω μεθόδων, καμία τους δεν έχει καθιερωθεί ως μέθοδος εκλογής. Τα αποτελέσματα μίας πρόσφατης μελέτης των Calligaro και Dougherty (2005)²⁰, στην οποία διενεργήθηκαν 474 ΚΕ με τοπική αναισθησία και παράλληλα 142 ΚΕ με γενική αναισθησία, έδειξαν ότι τιμές $SP \leq 40$ mmHg μπορούν να θεωρηθούν ενδεικτικές για την τοποθέτηση shunt σε ΚΕ υπό γενική αναισθησία.

Η εγκεφαλική οξυμετρία αποτελεί μία μη επεμβατική τεχνική που δύναται να παρέχει σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες σχετικά με την εγκεφαλική οξυγόνωση χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της in vivo οπτικής φασματοσκοπίας (φασματοσκοπία εγγύς της περιοχής του υπερύθρου-NIRS)²¹⁻²³. Υπάρχουν μελέτες^{18,24-25} που υποστηρίζουν ότι η μείωση του περιοχικού κορεσμού σε οξυγόνο (regional oxygen saturation-rSO₂) >20% μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ σε σχέση με την τιμή rSO₂ προ της εισαγωγής στην αναισθησία χαρακτηρίζει τους ασθενείς υψηλού κινδύνου για ανάπτυξη εγκεφαλικής ισχαιμίας. Ο αυξανόμενος αριθμός μελετών στις οποίες επιχειρείται σύγκριση της εγκεφαλικής οξυμετρίας με άλλες τεχνικές φανερώνει την έκταση του ενδιαφέροντος σχετικά με τη μέθοδο αυτή²⁷⁻³⁰.

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι να διερευνηθεί η πιθανή σχέση μεταξύ της μεταβολής του rSO₂ μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ και της SP και το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης του rSO₂ και των μεταβολών του ως κριτήριο για την τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης κατά τη διάρκεια της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής.

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Μελετήθηκαν συνολικά 44 ασθενείς (7 γυναίκες και 37 άνδρες) που υπεβλήθησαν σε ΚΕ υπό γενική αναισθησία. Όλοι οι ασθενείς παρουσίαζαν υψηλού βαθμού στένωση της ΕΚΑ (>70% σε συμπτωματικούς και >80% σε ασυμπτωματικούς ασθενείς), τεκμηριωμένη με προεγχειρητικό υπερηχογραφικό έλεγχο (έγχρωμο duplex).



Εικόνα 1. Εγκεφαλικό οξύμετρο INVOS 4100.



Εικόνα 2. Τοποθέτηση υποδοχέων οξύμετρου στο μέτωπο του ασθενούς προ της εισαγωγής στην αναισθησία.



Εικόνα 3. Απεικόνιση τιμών περιοχικού κορεσμού σε οξυγόνο (rSO_2) και επί τοις εκατό μεταβολών τους από το εγκεφαλικό οξύμετρο.

Το εύρος ηλικίας τους κυμαινόταν από 36 έως 82 έτη (μ.ο.: 71 έτη). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την προεγχειρητική προετοιμασία ήταν η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις. Όλοι οι ασθενείς χειρουργήθηκαν από την ίδια χειρουργική ομάδα και η διεγχειρητική παρακολούθησή τους όπως και η άμεση μετεγχειρητική φροντίδα τους υπήρξε μέλημα της ίδιας κάθε φορά ομάδας αναισθησιολόγων. Όλοι οι ασθενείς πληροφορήθηκαν για τη μελέτη και έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή τους σε αυτή.

Το εγκεφαλικό οξύμετρο που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη είναι το INVOS SYSTEM 4100 (Somanetics Corporation, Troy, Michigan, USA). Η συσκευή αυτή (Εικόνα 1) αποτελείται από μία φορητή οθόνη (monitor) και δύο αισθητήρες, οι οποίοι τοποθετούνται υπό μορ-

φή αυτοκόλλητου δεξιά και αριστερά στη μετωπιαία χώρα, αφού η τελευταία καθαριστεί επιμελώς. Καθένας από τους αισθητήρες περιέχει μία πηγή υπέρυθρου φωτός και δύο ανιχνευτές φωτός τοποθετημένους σε διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή. Η μέθοδος της εγκεφαλικής οξύμετρίας εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι το φάσμα απορρόφησης της ακτινοβολίας από την αιμοσφαιρίνη μεταβάλλεται ανάλογα με το βαθμό της οξυγόνωσής της. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά μήκη κύματος εγγύς της περιοχής του υπέρυθρου, το κλάσμα της οξυ-αιμοσφαιρίνης είναι δυνατό να καθορισθεί, αφού η οξυ- και η δεοξυ-αιμοσφαιρίνη έχουν διαφορετικό φάσμα απορρόφησης (το τριχωτό της κεφαλής είναι διαπερατό στην υπέρυθρη ακτινοβολία)²¹. Η βασική λογική στην οποία στηρίζεται η μέθοδος αυτή είναι ότι όταν η εγκεφαλική αιματική ροή μειωθεί, η απόσπαση οξυγόνου από το αίμα θα αυξηθεί και για το λόγο αυτό θα προκύψει ελάττωση στον κορεσμό του φλεβικού οξυγόνου¹² (οι τιμές του rSO_2 θεωρείται ότι αντανακλούν την ισορροπία μεταξύ προσφοράς και απαιτήσεων του εγκεφάλου σε οξυγόνο σε ένα στρώμα αγγείων που κυριαρχείται από αγγεία ανταλλαγής αερίων, ιδίως φλεβίδια)²⁶.

Προ της εισαγωγής στην αναισθησία οι υποδοχείς τοποθετήθηκαν στο μέτωπο του κάθε ασθενούς και έγινε λήψη μιας αρχικής μέτρησης rSO_2 ενώ ο ασθενής ήταν ακόμα ξύπνιος (Εικόνα 2). Η μέτρηση αυτή θεωρήθηκε ως βασική τιμή αναφοράς (baseline). Το ομό- και το ετερό-πλευρο rSO_2 καταγράφονταν συνεχώς στη διάρκεια της επέμβασης σε μεσοδιαστήματα του 1 λεπτού. Μετρήσεις του rSO_2 από το ομόπλευρο ημισφαίριο ελήφθησαν επίσης 1 λεπτό πριν (preclamp) και 1 και 5 λεπτά μετά (after clamp) τον αποκλεισμό της έσω κα-

Πίνακας 1. Σχετικές % μεταβολές μέσων τιμών rSO₂ και μεταβολές σχετικά με το «κατώφλι» του 20%

Period Group		baseline	Preclamp	1 min after clamp	5 min after clamp
		NS Group (n=37)	mean rSO ₂ 66.97% (SD: 8.54)	66% (SD: 8.52)	62.70% (SD: 8.57)
	mean rSO ₂ change		1.45% decrease	6.38% decrease	6.33% decrease
	pts with rSO ₂ decrease>20%			4	6
S Group (n=7)	mean rSO ₂	66.86% (SD: 9.26)	60.29% (SD: 11.15)	45.29% (SD: 15.92)	47% (SD: 15.53)
	mean rSO ₂ change		9.83% decrease	32.26% decrease	29.70% decrease
	pts with rSO ₂ decrease>20%			6	4
Total (n=44)	mean rSO ₂	66.98% (SD: 8.57)	65.09% (SD: 9.09)	59.93% (SD: 11.77)	60.23% (SD: 11.38)
	mean rSO ₂ change		2.82% decrease	10.53% decrease	10.08% decrease
	pts with rSO ₂ decrease>20%			10	10

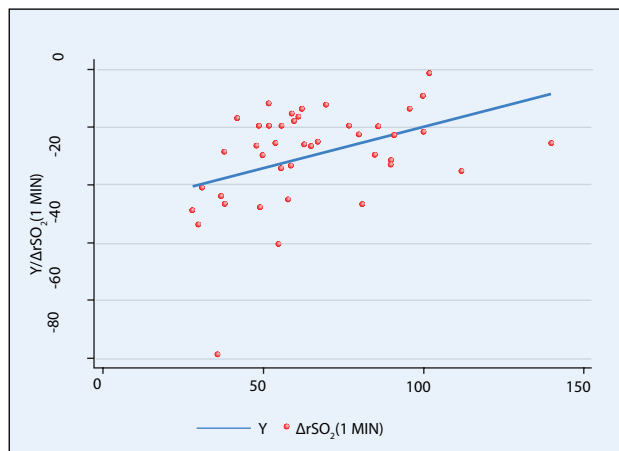
ρωτίδας και υπολογίσθηκε η σχετική μεταβολή του rSO₂ (Εικόνα 3). Επιπλέον, η συστηματική αρτηριακή πίεση (ΑΠ) και η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) παρακολουθούνταν συνεχώς και διορθώθηκαν ανάλογα με τις διακυμάνσεις τους ώστε οι μεταβολές να διατηρούνται εντός των ορίων ± 20 -30 mmHg και ± 15 -20/λεπτό σε σχέση με την αρχική μέτρηση, αντίστοιχα. Φυσικά, συνυπάρχοντες παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ΑΠ και την ΚΣ, όπως ιστορικό υπέρτασης, αρρυθμιών ή χρήσης β-αναστολέων, ελήφθησαν υπόψη και ο κάθε ασθενής αντιμετωπίστηκε ως ξεχωριστή περίπτωση. Η SP μετρήθηκε μετά το cross-clamping. Η τοποθέτηση shunt βασίστηκε στην SP (≤ 40 mmHg) αποκλειστικά. Καμία

απόφαση για διεγχειρητικές παρεμβάσεις δεν ελήφθη με βάση τις ενδείξεις της εγκεφαλικής οξυμετρίας.

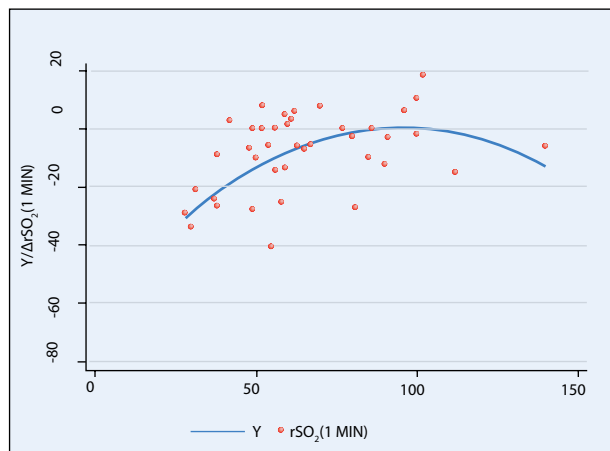
Για τη στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της παλινδρόμησης με όρους υψηλότερης τάξης (regression analysis with high order terms). Η ανάλυση των στατιστικών δεδομένων διενεργήθηκε μέσω του προγράμματος SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με βάση το κριτήριο της SP ≤ 40 mmHg για την ανάπτυξη κρίσιμης εγκεφαλικής ισχαιμίας, 7 από τους ασθενείς



Εικόνα 4α. Πρωτοβάθμια συσχέτιση ΔrSO_2 και SP στο διάστημα baseline-1 min after clamp (ΔrSO_2 (1 min)= rSO_2 1 min after clamp - $rSO_{2baseline}$ / $rSO_{2baseline}$).



Εικόνα 4β. Δευτεροβάθμια συσχέτιση ΔrSO_2 και SP στο διάστημα baseline-1 min after clamp (ΔrSO_2 (1 min)= rSO_2 1 min after clamp - $rSO_{2baseline}$ / $rSO_{2baseline}$).

νείς (1 γυναίκα και 6 άνδρες) χρειάστηκαν τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης (shunt) ώστε να διατηρήσουν επαρκή εγκεφαλική άρδευση (ομάδα S), ενώ στους υπόλοιπους 37 η τοποθέτηση παράκαμψης δε θεωρήθηκε απαραίτητη (ομάδα NS). Κανένας ασθενής δεν εμφάνισε νευρολογική δυσλειτουργία μετεγχειρητικά.

Σχετικές μεταβολές των μέσων τιμών rSO_2

Τα ποσοστά μεταβολής των μέσων τιμών rSO_2 στα χρονικά διαστήματα μεταξύ baseline και 1 λεπτό πριν, 1 λεπτό και 5 λεπτά μετά το cross-clamping της ΕΚΑ παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Ταυτόσημα ήταν τα αποτελέσματα που προέκυψαν όταν οι τιμές preclamp ελήφθησαν ως baseline (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται).

Μεταβολές rSO_2 σε σχέση με το κατώφλι του 20%

Οι σχετικές επί τοις εκατό μεταβολές των μέσων τιμών rSO_2 παρουσιάζονται λεπτομερώς στον Πίνακα 1.

Baseline-1 min after clamp

Μεταξύ των 7 ασθενών που χρειάστηκαν τοποθέτηση shunt (ομάδα S), οι 6 εμφάνισαν μείωση του $rSO_2 > 20\%$ στο διάστημα που μεσολάβησε από την αρχική μέτρηση έως εκείνη μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ και μόνο σε 1 ανεδείχθη μείωση του $rSO_2 < 20\%$. Αντιθέτως, η πλειοψηφία των ασθενών που δε χρειάστηκαν shunt (ομάδα NS) δεν ανέπτυξε μείωση του $rSO_2 > 20\%$ για την ίδια περίοδο. Πιο συγκεκριμένα, 4 από αυτούς έδειξαν μείωση $> 20\%$ ενώ 33 μείωση $< 20\%$. Η ελάττωση του $rSO_2 > 20\%$ ήταν σημαντικά συχνότερη στην ομάδα S ($p < 0.001$, Fisher's

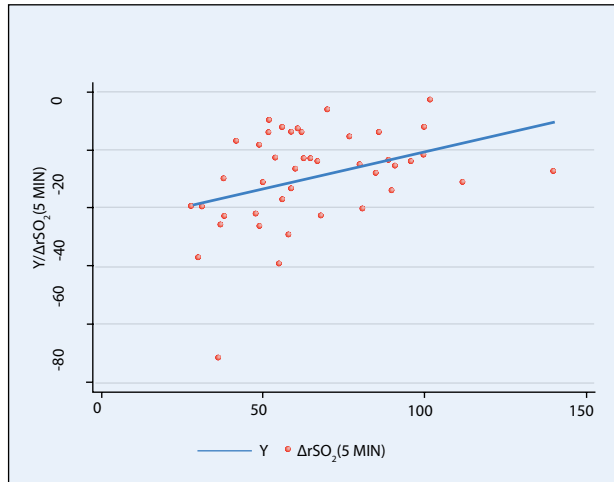
exact test). Η ευαισθησία της μείωσης του $rSO_2 > 20\%$ ως κριτήριο για την εισαγωγή παράκαμψης ήταν 85,7% (95% CI: 42,1%-99,6%) ενώ η ειδικότητα 89,2% (95% CI: 74,6%-97%).

Baseline-5 min after clamp

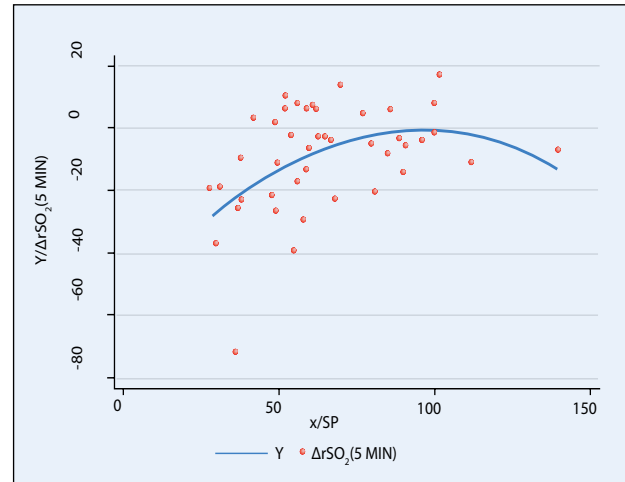
Σε αυτήν την περίπτωση, 4 από τους ασθενείς της ομάδας S εμφάνισαν μείωση $rSO_2 > 20\%$ και 3 μείωση $rSO_2 < 20\%$. Από την άλλη, στην ομάδα NS υπήρξαν 6 ασθενείς με ελάττωση $rSO_2 > 20\%$ και 31 με ελάττωση $< 20\%$. Όπως και προηγουμένως, η μείωση του $rSO_2 > 20\%$ ήταν σημαντικά συχνότερη στην ομάδα S ($p = 0,037$, Fisher's exact test). Η ευαισθησία του κριτηρίου της μείωσης $rSO_2 > 20\%$ ήταν για την περίοδο αυτή 57,1% (95% CI: 18,4%-90,1%) και η ειδικότητα 83,8% (95% CI: 68,0%-93,8%).

Συσχέτιση μεταξύ % μεταβολής rSO_2 και SP: baseline-1 min after clamp

Στο σύνολο του δείγματος των ασθενών, τεκμηριώθηκε μία θετική, πρώτου βαθμού γραμμική συσχέτιση μεταξύ του ΔrSO_2 (ως ΔrSO_2 νοείται το κλάσμα $rSO_{2(1 \text{ min after clamp})} - rSO_{2(baseline)} / rSO_{2(baseline)}$) και της SP (Εξίσωση 1: $\Delta rSO_2 = 0.28 \times SP - 28.32$, $p = 0.007$ για το συντελεστή της SP, Εικόνα 4α). Η επακολουθούσα διερεύνηση για ύπαρξη δευτεροβάθμιας συσχέτισης ανέδειξε θετικά αποτελέσματα. Έτσι, η συσχέτιση ανάμεσα στο ΔrSO_2 και την SP ακολουθεί πρότυπο δευτεροβάθμιας εξίσωσης (Εξίσωση 2: $\Delta rSO_2 = -0.068 \times SP^2 + 1.303 \times SP - 61.736$, $p = 0.023$ για το δευτεροβάθμιο συντελεστή και $p = 0.005$ για τον πρωτοβάθμιο συντελεστή, Εικόνα 4β). Εξαιτίας μίας απόκλισης



Εικόνα 5α. Πρωτοβάθμια συσχέτιση ΔrSO_2 και SP στο διάστημα baseline-5 min after clamp (ΔrSO_2 (5 min) = rSO_2 5 min after clamp - $rSO_{2baseline}$ / $rSO_{2baseline}$).



Εικόνα 5β. Δευτεροβάθμια συσχέτιση ΔrSO_2 και SP στο διάστημα baseline-5 min after clamp (ΔrSO_2 (5 min) = rSO_2 5 min after clamp - $rSO_{2baseline}$ / $rSO_{2baseline}$).

από τα studentized (jackknifed) residuals διενεργήθηκε ανάλυση ordinal logistic regression ώστε να επιβεβαιωθεί το δευτεροβάθμιο πρότυπο. Στην κλίμακα log-odds ο πρώτου βαθμού συντελεστής SP ήταν ίσος με 0.1507 ($p=0.009$) ενώ ο δευτέρου βαθμού συντελεστής SP ήταν -0.000775 ($p=0.030$). Το προβλεπόμενο ανώτερο σημείο της καμπύλης που προκύπτει ανταποκρίνεται σε μία τιμή SP ίση με 95.8 mmHg ή 97.2 mmHg σύμφωνα με το δευτεροβάθμιο ή το ordinal logistic μοντέλο, αντίστοιχα (Εικόνα 4β).

Η υποανάλυση στην ομάδα S δεν ανέδειξε κάποια σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε ΔrSO_2 και SP (Spearman's rho = 0.487, $p=0.268$), πιθανότατα λόγω του μικρού αριθμού του δείγματος ($n=7$). Κατ' αναλογία, από την επιμέρους ανάλυση στην NS ομάδα δεν ανέκυψε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε ΔrSO_2 και SP (Spearman's rho = 0.109, $p=0.153$). Η $p=0.406$ προέρχεται από τη γραμμική παλινδρόμηση χωρίς περέκκλιση από την υπόθεση κανονικότητας, θεωρητικά εξαιτίας του υποκείμενου συνολικού δευτεροβάθμιου προτύπου.

Συσχέτιση μεταξύ % μεταβολής rSO_2 και SP: baseline-5 min after clamp

Αναφορικά με το 5ο λεπτό μετά τον αποκλεισμό της EKA, τα αποτελέσματα εναρμονίζονται με εκείνα που προέκυψαν για το 1ο λεπτό. Στο σύνολο των ασθενών, η πρωτοβάθμια γραμμική συσχέτιση μεταξύ ΔrSO_2 (ως ΔrSO_2 νοείται το κλάσμα $rSO_{2(5 \text{ min after clamp})} - rSO_{2(baseline)} / rSO_{2(baseline)}$) και SP επέμεινε (Εξίσωση 3: $\Delta rSO_2 = 0.25 \times SP - 26.15$, $p=0.012$ για το συντελεστή της

SP, Εικόνα 5α). Η δεύτερου βαθμού προσέγγιση ανέδειξε και πάλι το δευτεροβάθμιο πρότυπο (Εξίσωση 4: $\Delta rSO_2 = -0.00624 \times SP^2 + 1.184 \times SP - 56.743$, $p=0.033$ για το δευτέρου βαθμού συντελεστή και $p=0.009$ για τον πρώτου βαθμού συντελεστή, Εικόνα 5β). Λόγω μίας απόκλισης από την κανονικότητα (βλέπε ανωτέρω), η προς επιβεβαίωση διενεργηθείσα ordinal logistic regression ανέδειξε έναν πρώτου βαθμού συντελεστή SP ίσο με 0.1549 ($p=0.005$) και ένα δευτέρου βαθμού συντελεστή SP ίσο με -0.00086 ($p=0.013$) στην κλίμακα log-odds. Το προβλεπόμενο ανώτερο σημείο της καμπύλης που προκύπτει ανταποκρίνεται σε μία τιμή SP ίση με 94.9 mmHg ή 90.1 mmHg σύμφωνα με το δευτεροβάθμιο ή το ordinal logistic μοντέλο, αντίστοιχα (Εικόνα 5β).

Η επιμέρους ανάλυση στην ομάδα S δεν ανέδειξε κάποια σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε ΔrSO_2 και SP (Spearman's rho = 0.198, $p=0.670$). Στην NS ομάδα, επίσης δεν ανέκυψε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε ΔrSO_2 και SP (Spearman's rho = 0.075, $p=0.658$). Η τιμή p που προέρχεται από τη γραμμική παλινδρόμηση δεν παρέχεται λόγω περέκκλισης από την υπόθεση κανονικότητας, για άλλη μία φορά θεωρητικά εξαιτίας του υποκείμενου συνολικού δευτεροβάθμιου προτύπου.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με βάση τα πιο πάνω αποτελέσματα, μία πρώτη παρατήρηση που μπορεί να γίνει αφορά στις baseline μετρήσεις. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, ο μέσος όρος τιμών rSO_2 για τις μετρήσεις αυτές είναι σχεδόν ταυτόσημος

τόσο στις δύο υποομάδες ασθενών, όσο και στο σύνολο αυτών, κυμαίνεται δε περίπου στο 67%. Η baseline τιμή θεωρητικά αντανακλά την κατάσταση κορεσμού σε οξυγόνο σε συνθήκες ηρεμίας. Ακόμα, οι συμμετέχοντες στην έρευνα χαρακτηρίζονται από διαφορετικό υπόβαθρο σχετικά με την κατάσταση της εγκεφαλικής τους κυκλοφορίας (λόγω διαφορών ηλικίας, συνυπαρχόντων προβλημάτων υγείας και διαφορετικού βαθμού στένωσης της ΕΚΑ ή και αμφοτερόπλευρης στένωσης σε κάποιους από αυτούς). Παρά τη διαφορετικότητα όμως αυτή, το γεγονός ότι οι μέσοι όροι τιμών περιοχικού κορεσμού συμπίπτουν αποτελεί ίσως ένδειξη ότι, ανεξάρτητα από τις ανάγκες που θα ανακύψουν στην πορεία της επέμβασης για κάθε ομάδα ασθενών (και που θα οδηγήσουν ή όχι στην τοποθέτηση shunt), σε συνθήκες απουσίας στρες υπάρχουν ομοιοστατικοί και αντιρροπιστικοί μηχανισμοί που εξασφαλίζουν ένα σταθερό, κατά μέσο όρο, επίπεδο οξυγόνωσης. Έτσι, η σε χρόνια βάση εξατομικευμένη προσαρμογή παραγόντων, όπως η αγγειοδιαστολή και η αγγειοσυστολή που επηρεάζονται και από τη συγκέντρωση CO_2 στο αίμα και από την ΑΠ, πιθανώς εξασφαλίζουν ένα επαρκές απόθεμα οξυγόνου για τον εγκέφαλο, όταν οι απαιτήσεις του τελευταίου δεν είναι αυξημένες.

Όπως συνάγεται από τον Πίνακα 1, η πτώση του rSO_2 στο χρονικό διάστημα μεταξύ baseline και preclamp είναι σαφώς μεγαλύτερη για τους ασθενείς της ομάδας S σε σχέση με εκείνους της ομάδας NS (9,83% έναντι 1,45%, αναφερόμενοι πάντα σε μέσο όρο τιμών rSO_2 στο κάθε υποσύνολο). Η παραπάνω διαφορά γίνεται ακόμα περισσότερο έκδηλη για την περίοδο baseline-1 min after clamp (32,26% έναντι 6,38%). Οι διαφορές αυτές στην ελάττωση του rSO_2 , και ιδίως η τελευταία που αφορά παρατήρηση στο διάστημα πριν και μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ, ξεχωρίζουν σαφώς τους ασθενείς των δύο επιμέρους συνόλων. Ήδη, δηλαδή, μέχρι τη χρονική στιγμή που λαμβάνεται η μέτρηση που θεωρείται ως preclamp, οι ασθενείς που στην εξέλιξη της επέμβασης φάνηκε ότι χρειάστηκαν τοποθέτηση shunt για την εξασφάλιση επαρκούς εγκεφαλικής αιμάτωσης (S), έδειξαν μεγαλύτερη κατά μέσο όρο πτώση περιοχικού κορεσμού σε οξυγόνο, γεγονός που επιτάχθηκε μετά το cross-clamping της ΕΚΑ (δηλαδή στο 1 min after clamp). Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνεται από τη διερεύνηση του ποσοστού των ασθενών κάθε ομάδας που, σε ό,τι αφορά στις απόλυτες τιμές rSO_2 , εμφάνισαν για το διάστημα baseline-1 min after clamp μείωση μεγαλύτερη του 20% (Πίνακας 1). Η εφαρμογή του Fisher's exact test καταδεικνύει στατιστική σημαντικότητα για την πτώση του $rSO_2 > 20\%$ ως κριτήριο για την αναγκαιότητα

τοποθέτησης shunt ($p < 0.001$). Η ευαισθησία και ειδικότητα, καθώς και τα όρια αξιοπιστίας του ευρήματος αυτού, το καθιστούν τελικά αμφισβητούμενο. Ωστόσο, από όλα τα παραπάνω, προκύπτει ισχυρή η ένδειξη ότι στους ασθενείς εκείνους που θα αντιμετωπίσουν διαταραχές εγκεφαλικής οξυγόνωσης διεγχειρητικά, η πτώση του rSO_2 πριν και, κυρίως, αμέσως μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ σε σχέση με την τιμή του baseline rSO_2 θα είναι μεγαλύτερη από εκείνη των ασθενών που δε θα αντιμετωπίσουν ανάλογα προβλήματα εγκεφαλικής άρδευσης. Η επιβεβαίωση της μείωσης $rSO_2 > 20\%$ ως απόλυτου κριτηρίου για την επιλογή περιπτώσεων προς τοποθέτηση shunt απαιτεί περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερο, ενδεχομένως, δείγμα ασθενών και ιδανικά σε ασθενείς που υποβάλλονται σε ΚΕ υπό περιοχική αναισθησία με άμεσο νευρολογικό έλεγχο. Διαφαίνεται, όμως, από τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής, ότι το κατώφλι του 20% μπορεί να αποτελέσει μία ένδειξη για την κατάταξη των ασθενών σε υψηλού κινδύνου για ανάπτυξη εγκεφαλικής ισχαιμίας μετά το cross-clamping της έσω καρωτιδας.

Με την πάροδο του χρόνου της επέμβασης, και φτάνοντας στα 5 λεπτά μετά το cross-clamping, παρατηρείται μία σταθεροποίηση (και μάλιστα μία μικρή άνοδος) του μέσου όρου των τιμών rSO_2 τόσο για την ομάδα S όσο και για την ομάδα NS. Αυτό, πιθανώς, οφείλεται στο γεγονός ότι, στο διάστημα που μεσολάβησε από τον αποκλεισμό της ΕΚΑ, δόθηκε ο χρόνος στους αγγειοκινητικούς μηχανισμούς αντιρρόπησης να ανταποκριθούν στις καινούργιες συνθήκες αιμάτωσης και να διαμορφώσουν ένα νέο επίπεδο ισορροπίας σε ό,τι αφορά στην προσφορά και τη ζήτηση οξυγόνου. Η μέση τιμή του rSO_2 , πάντως, παρέμεινε στα επίπεδα που βρισκόταν και στο 1 min after clamp και σίγουρα αρκετά χαμηλότερα από τη baseline τιμή. Η διαφορά στην πτώση της μέσης τιμής rSO_2 μεταξύ baseline-5 min after clamp για τις δύο υποομάδες είναι και πάλι σημαντική (29,70% έναντι 6,33%, Πίνακας 1). Η ευαισθησία, όμως, και η ειδικότητα της μείωσης της απόλυτης τιμής $rSO_2 > 20\%$ ως κριτήριο για την τοποθέτηση shunt είναι μικρότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες στο 1 min after clamp. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, οι μεταβολές rSO_2 στο διάστημα μεταξύ baseline-1 min after clamp αποτελούν ισχυρότερη ένδειξη για την πρόβλεψη πιθανής εγκεφαλικής ισχαιμίας σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μεταβολές στο διάστημα baseline-5 min after clamp.

Ανεξάρτητα όμως από την περιγραφική προσέγγιση των μεταβολών των μέσων τιμών rSO_2 και των συμπερασμάτων που μπορεί να εξαχθούν από αυτή ή και από

τη διερεύνηση της ισχύος του «κατωφλιού» του 20% ως ένδειξης εγκεφαλικής υποοξυγόνωσης, επιχειρήθηκε στη μελέτη αυτή να διερευνηθεί η ύπαρξη συσχέτισης ανάμεσα στην επί τοις εκατό μεταβολή της απόλυτης τιμής του rSO_2 και στην SP (η οποία είναι και το κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ώστε να αποφασισθεί η αναγκαιότητα υποβοήθησης της εγκεφαλικής κυκλοφορίας με shunt). Έγινε, δηλαδή, μία προσπάθεια να παρουσιαστεί η κατανομή της εκατοστιαίας μεταβολής του rSO_2 στο 1ο και στο 5ο λεπτό μετά το cross-clamping σε σχέση πάντα με τη baseline τιμή rSO_2 του κάθε ασθενούς και, ακόμα, να παρουσιαστεί η συσχέτιση της μεταβολής αυτής με την SP, ώστε να φανεί αν το ΔrSO_2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της SP στην ανάδειξη ασθενών που χρειάζονται shunt. Αναφορικά λοιπόν με τη χρονική περίοδο baseline-1 min after clamp προκύπτει, όπως ήδη αναφέρθηκε, σε πρώτη φάση μία πρώτου βαθμού γραμμική συσχέτιση μεταξύ ΔrSO_2 και SP. Η απεικόνιση της συσχέτισης αυτής δίνεται στην Εικόνα 4α. Το εύρημα της γραμμικότητας σε πρωτοβάθμιο επίπεδο ανάμεσα σε ΔrSO_2 και SP καταδεικνύει την ύπαρξη μίας άμεσης αναλογίας των δύο μεγεθών. Θα μπορούσε, επομένως, σε μια πρώτη ανάγνωση να γίνει αποδεκτό ότι, αφού τα δύο μεγέθη μεταβάλλονται ανάλογα μεταξύ τους, το ΔrSO_2 είναι δυνατό να υποκαταστήσει την SP στη λειτουργία της ως κριτήριο για την τοποθέτηση shunt. Προχωρώντας, ωστόσο, σε περαιτέρω διερεύνηση της συσχέτισης των δύο μεγεθών προκειμένου να γίνει αντιληπτό το πλήρες εύρος αυτής, διαπιστώνουμε πως μεταξύ τους υφίσταται και δευτεροβάθμια συσχέτιση, ενώ δεν υπάρχει συσχέτιση τρίτου βαθμού. Προς τεκμηρίωση μάλιστα, της ύπαρξης και ισχύος της συσχέτισης δεύτερου βαθμού διενεργήθηκε ordinal logistic regression που επιβεβαίωσε το εύρημα, γεγονός που ήταν επιβεβλημένο λόγω του μικρού αριθμού του δείγματος. Η καμπύλη που προκύπτει από τη δευτεροβάθμια συσχέτιση φαίνεται στην Εικόνα 4β. Όπως είναι εμφανές, η καμπύλη αυτή αναδεικνύει μία θετική συσχέτιση στη μεταβολή των μεγεθών ΔrSO_2 και SP η οποία συνεχίζεται μέχρι το ανώτερο σημείο της. Το μέγιστο της καμπύλης αντιστοιχεί σε τιμές SP περί τα 96-97 mmHg, σε ό,τι αφορά στον άξονα x και τιμή ΔrSO_2 περίπου 0, αναφορικά με τον άξονα y. Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, σε τιμές SP 95 έως 100 mmHg περίπου, η εκατοστιαία μεταβολή του rSO_2 είναι περίπου μηδενική. Για τιμές SP κάτω από το επίπεδο αυτό, καθώς ελαττώνεται η SP παρατηρείται βαθμιαία πτώση του rSO_2 και, κατά συνέπεια, παρατηρείται αύξηση (με αρνητικό πρόσημο) της εκατοστιαίας μεταβολής του. Όσο, μάλιστα, χαμηλότερη είναι η SP τόσο μεγαλύτερη είναι η επί τοις εκατό μεταβολή του

rSO_2 . Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, γιατί η περιοχική αυτή τιμών SP είναι που αναφέρεται στους ασθενείς που θα χρειαστούν υποστήριξη με shunt. Στις χαμηλές, επομένως, τιμές SP όπου συγκεντρώνεται το ενδιαφέρον για τους «επικίνδυνους» ασθενείς, η εκατοστιαία μεταβολή rSO_2 με τη μορφή του ΔrSO_2 δείχνει μία σημαντική, σταθερή συμμεταβολή με την SP, γεγονός που επιβεβαιώνει την αξία της ως μέσο πρόγνωσης πιθανής εγκεφαλικής ισχαιμίας. Είναι εύλογο λοιπόν, το συμπέρασμα ότι στην περιοχική εκείνη των τιμών SP γύρω από την οποία τίθεται υπό αμφισβήτηση η επάρκεια εγκεφαλικής οξυγόνωσης και διακυβεύεται η τοποθέτηση shunt, η επί τοις εκατό μεταβολή του rSO_2 (ΔrSO_2) παρουσιάζει πραγματική, αξιόπιστη, προβλέψιμη συσχέτιση με την SP και, κατά συνέπεια, εκφράζει με ικανοποιητικό, ως προς την SP, τρόπο την κατάσταση εγκεφαλικής οξυγόνωσης και την αναγκαιότητα ή όχι τοποθέτησης shunt. Επίσης, θα πρέπει να παρατηρήσει κανείς ότι η κλίση της καμπύλης της Εικόνας 1β στο συγκεκριμένο κομμάτι που εξετάζουμε παρουσιάζεται εμφανώς πιο απότομη από την αντίστοιχη της καμπύλης του γραμμικού προτύπου. Αυτό δείχνει ότι οι μεταβολές του rSO_2 σε σχέση με την SP στην περιοχική αυτή του διαγράμματος είναι περισσότερο απότομες από ότι θα προέκυπταν αν ίσχυε η γραμμική απεικόνιση. Το εύρημα αυτό πιθανώς αποτελεί πλεονέκτημα της εγκεφαλικής οξυμετρίας, καθώς στις χαμηλές και άρα επικίνδυνες τιμές SP οι μεταβολές του rSO_2 είναι πιο έκδηλες και, κατά συνέπεια, είναι, ίσως, πιο εύκολο να αναδείξουν τους ασθενείς εκείνους που θα χρειαστούν υποστήριξη της εγκεφαλικής τους κυκλοφορίας με τοποθέτηση προσωρινής παράκαμψης.

Παρόμοια με τα αμέσως προαναφερθέντα είναι και τα αποτελέσματα για το χρονικό διάστημα baseline-5 min after clamp. Βρέθηκε, δηλαδή, και πάλι μία πρωτοβάθμια συσχέτιση μεταξύ ΔrSO_2 και SP (Εξίσωση 3 και Εικόνα 5α) και μία δευτεροβάθμια (Εξίσωση 4 και Εικόνα 5β) που τελικά χαρακτηρίζει τον τρόπο μεταβολής του rSO_2 σε σχέση με την SP. Έτσι, αν εξετάσει κανείς την περίοδο που εκτείνεται από τη μέτρηση πριν από την εισαγωγή στην αναισθησία έως και 5 λεπτά μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ, εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι ασθενείς που εμφάνισαν τιμές SP ανώτερες από 90-94 mmHg παρουσίασαν μία σταθερότητα στην τιμή του περιοχικού τους κορεσμού στο υπό μελέτη χρονικό διάστημα. Αντιθέτως, σε όσους οι τιμές SP μετρήθηκαν κάτω από το όριο αυτό, η επί τοις εκατό μεταβολή του περιοχικού κορεσμού τους ακολούθησε ένα πρότυπο αντίστοιχο με αυτό που αναφέρθηκε στην περίπτωση του 1ου λεπτού μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ. Κατεδείχθη, δηλαδή, στην περιοχική αυτή τιμών SP, για μία ακόμη φορά,

συσχέτιση ανάμεσα σε ΔrSO_2 και SP. Αφού, λοιπόν, το ΔrSO_2 ακολουθεί μία σχεδόν αναλογική σχέση με την SP, φαίνεται ότι μπορεί να παρέχει μία αντίστοιχη με την SP πληροφορία σχετικά με το επίπεδο κινδύνου στο οποίο βρίσκεται ο ασθενής για ανάπτυξη εγκεφαλικής ισχαιμίας, αντίστοιχη περίπου του βαθμού στον οποίο η SP εκφράζει τον κίνδυνο αυτό.

Παραμένει λοιπόν γεγονός, ότι οι συνέπειες της ανάπτυξης νευρολογικών επιπλοκών και κυρίως ΑΕΕ στη διάρκεια της επέμβασης ενδαρτηρεκτομής της καρωτίδας καθιστούν επιτακτική την ανάγκη αναζήτησης νέων μεθόδων και τεχνικών που να συνδράμουν στην παρακολούθηση του επιπέδου εγκεφαλικής λειτουργίας διεγχειρητικά, ακόμα περισσότερο λόγω του γεγονότος ότι οι έως σήμερα χρησιμοποιημένες μέθοδοι δεν έχουν αποδειχθεί απολύτως αξιόπιστες. Η εγκεφαλική οξύμετρία αποτελεί μία υποσχόμενη μέθοδο παρακολούθησης της εγκεφαλικής οξυγόνωσης με εφαρμογή και στην περίπτωση της ΚΕ. Πέρα από τα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα της συνεχούς παροχής πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, της αποφυγής χρήσεως επεμβατικών τεχνικών και της ευκολίας στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων της (που δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό) που τη χαρακτηρίζουν, αναπτύσσεται η έρευνα σχετικά με τις δυνατότητες της μεθόδου να εντοπίσει τους ασθενείς εκείνους που χρήζουν υποστήριξης της εγκεφαλικής τους κυκλοφορίας με shunt μετά το cross-clamping της ΕΚΑ. Στην παρούσα μελέτη κατέστη εμφανές ότι η μείωση στον περιοχικό κορεσμό οξυγόνου μετά τον αποκλεισμό της ΕΚΑ είναι μεγαλύτερη στους ασθενείς που τελικά χρειάστηκαν shunt και άρα τους χαρακτηρίζει ως υποψηφίους να υποστούν τις επιπτώσεις εγκεφαλικής ισχαιμίας, ενώ το «κατώφλι» της πτώσης του rSO_2 κατά 20% από τη baseline τιμή φάνηκε να αποτελεί ισχυρή ένδειξη μειωμένης εγκεφαλικής οξυγόνωσης. Κυρίως όμως, αναδείχθηκε μία συσχέτιση της επί τοις εκατό μεταβολής του rSO_2 με την SP, σύμφωνα με την οποία η μεταβολή αυτή του rSO_2 μπορεί να χαρακτηρίσει τους «επικίνδυνους» για εγκεφαλική υπέρδευση ασθενείς με τρόπο πολύ κοντινό με εκείνον που τους χαρακτηρίζει η χαμηλή τιμή της SP.

Συνοψίζοντας λοιπόν, καταλήγουμε ότι η εγκεφαλική οξύμετρία αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη διεγχειρητική παρακολούθηση του ασθενούς κατά την ΚΕ. Οι τιμές των μετρήσεων περιοχικού κορεσμού και, κυρίως, οι μεταβολές τους φαίνεται να αντανακλούν σε σημαντικό βαθμό την κατάσταση εγκεφαλικής οξυγόνωσης και κατ'επέκταση τις ανάγκες παροχής αίματος σε όλη τη διάρκεια της επέμβασης. Περισσότερες μελέτες με μεγαλύτερο αριθμό ασθενών και συγκριτικές μελέτες με

ΚΕ διενεργούμενες υπό τοπική αναισθησία και άμεση νευρολογική παρακολούθηση είναι απαραίτητες για να καταδειχθούν με ακρίβεια οι δυνατότητες της μεθόδου και να αποσαφηνιστεί εάν δύναται να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα με άλλες τεχνικές ή ακόμα και να τις υποκαταστήσει προς όφελος του ασθενούς.

ABSTRACT

Cerebral oximetry and stump pressure as indicators for shunting during carotid endarterectomy: comparative evaluation

Tampakis Ch.¹, Lagos N.², Sergentanis Th.¹, Kouvelos G.¹, Papadopoulos G.², Matsagas M.¹

¹Departements of Surgery-Vascular Unit, University of Ioannina, Ioannina, Greece

²Anesthesiology, School of Medicine, University of Ioannina, Ioannina, Greece

Background: Patients undergoing carotid endarterectomy (CEA) may develop cerebral ischaemia due to clamping of the internal carotid artery (ICA). Several methods have been used in order to decide over the necessity of shunt insertion after carotid clamping but none of them is considered to be the gold standard. The aim of this study is to investigate the correlation between regional oxygen saturation (rSO_2) after clamping and stump pressure (SP) of the ICA and also the capability of using rSO_2 as a criterion for shunt placement.

Methods: 44 patients (7 women) with high grade stenosis of the ICA underwent CEA under general anesthesia. Blood pressure and rSO_2 were constantly monitored during the operation and SP was measured before cross-clamping of the ICA. rSO_2 decrease with regard to the 20% threshold and the existence of correlation between % rSO_2 changes and SP were studied.

Results: Patients who required shunt insertion had a higher incidence of rSO_2 decrease >20% than those without shunt placement for the periods between baseline (before introduction of anesthesia) and 1 min and 5 min after clamp ($p < 0.001$). Between baseline and 1 min after cross-clamping, the association between ΔrSO_2 and SP followed a quadratic pattern

$(\Delta rSO_2 = 0.068 \times SP^2 + 1.303 \times SP - 61.736, p = 0.023$ for the second-order coefficient and $p = 0.005$ for the first-order coefficient). Identical results were yielded between baseline and 5 min after clamp.

Conclusion: Cerebral oximetry might be a useful tool for brain ischaemia monitoring during CEA, which seems to be in good correlation with SP at carotid clamping. The exact significance of this method as a decision making tool for shunt placement should be further studied.

Διεύθυνση Αλληλογραφίας

Μιλτιάδης Ι. Ματσάγκας

Επίκουρος Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Δ/νση: Ακτί Μιαούλη & Βογιάνου 45221, Ιωάννινα

Τηλ.: 26510 33370 Κιν.: 6944767937 Fax: 26510 33379

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Edmonds HL, Ganzel BL, Austin EH. Cerebral Oximetry for Cardiac and Vascular Surgery. Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2004 June; Vol 8, No 2)
- G. Patrick Clagett. Cerebrovascular Disease. In: Sabiston D. Textbook of Surgery Sabiston. 14th ed. W.B. Saunders Company, 1991; 2225-2256.
- Hobson RW. Carotid Artery Occlusive Disease. In: Dean RH, Yao JST, Brewster DC, eds. Current Diagnosis and Treatment in Vascular Surgery. 1st ed. Connecticut, USA: Appleton & Lange, 1995; 88-104.
- Framley JE, Hicks RG, Beaudoin M, Woodey R. Hemodynamic ischemic stroke during carotid endarterectomy: an appraisal of risk and cerebral protection. J Vasc Surg 1997; 25(4):611-619.
- Kersti Bettermann, James F. Toole. Diagnostic Evaluation and Medical Management of Patients with Ischemic Cerebrovascular Disease. In: Robert B. Rutherford. Vascular Surgery. 6th ed. Elsevier, 2005; 1897-1916.
- Antony M. Imparato. Carotid Endarterectomy: Indications and Techniques for Carotid Surgery. In: Haimovici H. Vascular surgery. 5th ed. Blackwell Publishing, 2004; 787-809.
- Imparato AM, Ramirez AA, et al. Cerebral protection in carotid surgery. Arch Surg 1982; 117:1073-1078.
- McCormick PW, Stewart M, Lewis G, Dujovny M, Ausman JI. Intracerebral penetration of infrared light. Technical Note. J Neurosurg 1992; 76:315-8.
- Hamdan AD, LoGerfo FW. Should all patients be shunted? If not, how can I predict which patients will require a shunt? In: Naylor RA, Mackay WB. Carotid artery surgery. Harcourt, London, 2000; 249-254.
- Hakan N. Parsson. Haemodynamic Changes and Other Risk Factors for Complications During Carotid Procedures. In: C. D. Liapis, K. Balzer, F. Benedetti, J. Fernandes e Fernandes. Vascular Surgery. 1st ed. Springer, 2007; 131-136.
- Cho H, Nemoto EM, Yonas H, Balzer J, Scلابassi RJ. Cerebral monitoring by means of oximetry and somatosensory evoked potentials during carotid endarterectomy. J Neurosurg 1998; 89(4):533-8.
- Vernieri F, Tibuzzi F, Pasqualetti P, et al. Transcranial Doppler and Near-Infrared Spectroscopy Can Evaluate the Hemodynamic Effect of Carotid Artery Occlusion. Stroke 2004; 35:64-72.
- Vernieri F, Pasqualetti P, Matteis M. Effect of collateral blood flow and cerebral vasomotor reactivity on the outcome of carotid artery occlusion. Stroke 2001; 32:1552-1558.
- Kleiser B, Widder B. Course of carotid artery occlusion with impaired cerebrovascular reactivity. Stroke 1999; 23:171-174.
- Vernieri F, Pasqualetti P, Passarelli F, Rossini PM, Silvestrini M. Outcome of carotid occlusion is predicted by cerebrovascular reactivity. Stroke 1999; 30:593-598.
- Gaunt ME, Brown L, Hartshorne T, Bell PR, Naylor AP. Unstable carotid plaques: preoperative identification and association with intraoperative transcranial Doppler. Eur J Endovasc 1996; 11:78-82.
- Kragsterman B, Parsson H, Bergqvist D. Local haemodynamic changes during carotid endarterectomy-the influence on cerebral oxygenation. Eur J Endovasc Surg 2004; 27(4):398-402.
- Samra SK, Dy EA, Welch K, Dorje P, Zelenock GB, Stanley JC. Evaluation of a cerebral oximeter as a monitor of cerebral ischemia during carotid endarterectomy. Anesthesiology 2000; 93(4):964-70.
- Rigamonti A, Scandroglio M, Minicucci F, Magrin S, Carozzo A, Casati A. A clinical evaluation of near-infrared oximetry in the awake patient to monitor cerebral perfusion during carotid endarterectomy. J Clin Anesth 2005 Sep; 17(6):426-430.
- Calligaro KD, Dougherty MJ. Correlation of carotid artery stump pressure and neurologic changes during 474 carotid endarterectomies performed in awake patients. J Vasc Surg 2005 Oct; 42(4):684-689.
- Hongo K, Kobayashi S, Okudera H, et al. Noninvasive cerebral optical spectroscopy: Depth-resolved measurements of cerebral haemodynamics using indocyanine green. Neurol Res 1995; 17:89-93.
- Vets P, ten Broecke P, Adriaensen H, Van Schil P, De Hert S. Cerebral oximetry in patients undergoing carotid endarterectomy: preliminary results. Acta Anesthesiol Belg 2004; 55(3):215-220.
- Cuadra SA, Zwerling JS, Feuerman M, Gasparis AP, Hines GL. Cerebral oximetry monitoring during carotid endarterectomy: effect of carotid clamping and shunting. Vasc Endovascular Surg 2003 Nov-Dec; 37(6):407-413.
- Casati A, Spreafico E, Putzu M, Fanelli G. New technology for noninvasive brain monitoring: continuous cerebral oximetry. Minerva Anesthesiol 2006 Jul-Aug; 72(7-8):605-625.
- Mille T. et al. Near Infrared Spectroscopy Monitoring During Carotid Endarterectomy: Which Threshold is Critical? Eur J Vasc Endovasc Surg 2004; 27:646-650.
- Watzman HM, Kurth CD, Montenegro LM, et al. Arterial

- and venous contributions to near-infrared cerebral oximetry. *Anesthesiology* 2000; 93(4):947-953.
27. Lee TS, Hines GL, Feuerman M. Significant correlation between cerebral oximetry and carotid stump pressure during carotid endarterectomy. *Ann Vasc Surg* 2008 Jan; 22(1):58-62.
28. Botes K, Le Roux DA, Van Marle J. Cerebral monitoring during carotid endarterectomy-a comparison between electroencephalography, transcranial cerebral oximetry and carotid stump pressure. *S Afr J Surg* 2007 May; 45(2):43-46.
29. Fassiadis N, Zayed H, Rashid H, Gren DW. Invos Cerebral Oximeter compared with transcranial Doppler for monitoring adequacy of cerebral perfusion in patients undergoing carotid endarterectomy. *Int Angiol* 2006 Dec; 25(4):401-406.
30. Yamamoto K, Miyata T, Nagawa H. Good correlation between cerebral oxygenation measured using near infrared spectroscopy and stump pressure during carotid clamping. *Int Angiol* 2007 Sep; 26(3):262-265.



Γαλάνης Δημ. (1879-1966)
«Γλάροι», 1949, 6,2x7,5εκ..
Ξυλογραφία