







**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ  
ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ  
ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**Η ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΟΞΥΜΕΤΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ  
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΡΔΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ**

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ Γ. ΜΠΑΪΚΟΥΣΗΣ**  
ΕΙΔΙΚΕΥΟΜΕΝΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΘΩΡΑΚΟΣ-ΚΑΡΔΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2011**



Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

(Νόμος 5343/32, άρθρο 202, Παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού τμήματος)).



Ημερομηνία αίτησης του κ. Μπαϊκούση Νικολάου: 21-9-2007

Ημερομηνία ορισμού Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: 626<sup>α</sup>/22-1-2008

**Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:**

Επιβλέπων

Παπαδόπουλος Γεώργιος Καθηγητής Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη

Καμπίλη Μαρία Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Αρναούτογλου Ελένη Λέκτορας Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**Ημερομηνία ορισμού θέματος:** 1-2-2008

*«Η εγκεφαλική οξυμετρία στην μετεγχειρητική παρακολούθηση καρδιοχειρουργικών ασθενών»*

Ημερομηνία Ανασυγκρότησης Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής 650<sup>α</sup>/16-12-2008

**Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:**

Επιβλέπων

Παπαδόπουλος Γεώργιος Καθηγητής Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη

Αρναούτογλου Ελένη Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Ματσάγκας Μιλτιάδης Επίκουρος Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**ΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ :** 711<sup>α</sup>/3-5-2011

<b>Αποστολάκης Ευστράτιος</b>	Καθηγητής Καρδιοχειρουργικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Παπαδόπουλος Γεώργιος</b>	Καθηγητής Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Στέφος Θεόδωρος</b>	Καθηγητής Μαιευτικής –Γυναικολογίας με έμφαση στην Εμβρυομητρική Ιατρική, Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Ματσάγκας Μιλτιάδης</b>	Αναπληρωτής Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Αρναούτογλου Ελένη</b>	Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας Ιατρικής





**Γκλαντζούνης Γεώργιος**

Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Επίκουρος Καθηγητής Χειρουργικής-  
Μεταμοσχεύσεων, Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου  
Ιωαννίνων

**Χαρίσης Χαράλαμπο**

Επίκουρος Καθηγητής Γενικής Χειρουργικής-  
Μεταμοσχεύσεων Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου  
Ιωαννίνων

Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ» στις 22-6-2011

**ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ**

**Ιωάννης Γουδέβενος**

Καθηγητής Παθολογίας-Καρδιολογίας



**Η Γραμματέας της Σχολής**

**ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΒΕΝΤΖΟΥΡΗ -ΖΩΗ**



## Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε με την άριστη συνεργασία των τμημάτων της Κλινικής Αναισθησιολογίας & Εντατικής Μετεγχειρητικής Θεραπείας και της Καρδιοχειρουργικής Κλινικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων.

Η επίβλεψη της διατριβής ανήκει στον Καθηγητή Αναισθησιολογίας και υπεύθυνο της Εντατικής Μονάδας Μετεγχειρητικής Παρακολούθησης Καρδιοπαθών Κο Παπαδόπουλο Γεώργιο που στήριξε την προσπάθειά μου να διεκπεραιώσω με επιτυχία την επιστημονική μου έρευνα. Τον ευχαριστώ θερμά διότι η καθοδηγητική του γνώση αποτέλεσε σημαντικό σύμμαχό μου.

Ευχαριστώ τον Κο Ματσάγκα Μιλτιάδη, Αναπληρωτή Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και την Κα Αρναούτογλου Ελένη, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την ευγένειά τους να αποτελέσουν μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής μου επιτροπής και για την συνεχή στήριξη της προσπάθειάς μου.

Θα ήταν παράληψή μου αν δεν ευχαριστούσα τον Κο Κωνσταντίνο Κρικώνα Διδάκτορα του Μαθηματικού Τμήματος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης που έκανε όλη τη στατιστική ανάλυση και την επεξεργασία των δεδομένων.

Ευχαριστώ τέλος την οικογένειά μου για την συνεχή ενθάρρυνσή της στην προσπάθειά μου να ολοκληρώσω την διδακτορική μου διατριβή.

Ιωάννινα 2011

Νικόλαος Γ. Μπαϊκούσης



## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

### **A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

A.1. Εισαγωγή

A.2. Το εγκεφαλικό οξύμετρο In Vivo Optical Spectroscopy (INVOS)

A.3. Το φυσιολογικό εύρος των τιμών του rSO<sub>2</sub>

A.4. Το όριο για τη διόρθωση των τιμών του rSO<sub>2</sub>

A.5. Εγκεφαλική οξυμετρία (rSO<sub>2</sub>) και καρδιοχειρουργικοί χειρισμοί

A.6. Η χρήση του rSO<sub>2</sub> σαν οδηγό για τη πραγματοποίηση συμπληρωματικών ενεργειών κατά τη διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων

A.7. Εγκεφαλική οξυμετρία και εγκεφαλική βλάβη

### **B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

B.1. Σκοπός της έρευνας

B.2. Υλικό και μέθοδος

B.3. Στατιστική ανάλυση

B.4. Αποτελέσματα

B.4.1. Βιομετρικά στοιχεία και ιστορικό ασθενών

B.4.2. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας

B.4.3. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε άρρενες και θήλειες ασθενείς

B.4.4. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε διαβητικούς και μη-διαβητικούς ασθενείς

B.4.5. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό ΑΕΕ

B.4.6. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό περιφερικής αγγειοπάθειας

B.4.7. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε καπνιστές και μη-καπνιστές ασθενείς

B.4.8. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε δυσλιπιδαιμικούς και μη-δυσλιπιδαιμικούς ασθενείς

B.4.9. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε υπερτασικούς και μη υπερτασικούς ασθενείς

B.4.10. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό εμφράγματος του μυοκαρδίου

B.4.11. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς στένωση της δεξιάς καρωτίδας

- B.4.12. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς στένωση της αριστερής καρωτίδας
- B.4.13. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με βαλβιδοπάθεια και σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο
- B.4.14. Συσχέτιση μεταξύ ύψους, βάρους, ηλικίας και κλάσματος εξώθησης αριστερής κοιλίας (LVEF) και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>
- B.4.15. Συσχέτιση μεταξύ της αιμοσφαιρίνης και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>
- B.4.16. Συσχέτιση μεταξύ των τιμών της καρδιακής παροχής (CO) και των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας baseline rSO<sub>2</sub>
- B. 5.1. Διεγχειρητικές και μετεγχειρητικές τιμές του rSO<sub>2</sub>
- B.5.2. Πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε επεμβάσεις αντικατάστασης ή επισκευής καρδιακών βαλβίδων.
- B.5.3. Η πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε επεμβάσεις επαναιμάτωσης του μυοκαρδίου με ή χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία (78 στεφανιαίοι ασθενείς).
- B.5.4. Αορτοστεφανιαία παράκαμψη χωρίς τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας (OPCAB).
- B.5.5. Σύγκριση των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε σχέση με το είδος της επέμβασης
- B.5.5.1. Σημείο μέτρησης I: βασικές τιμές rSO<sub>2</sub>.
- B.5.5.2. Σημείο μέτρησης II: μετά την διασωλήνωση.
- B.5.5.3. Σημείο μέτρησης III: πριν την εισαγωγή στην εξωσωματική κυκλοφορία.
- B.5.5.4. Σημείο μέτρησης IV: 20 λεπτά σε εξωσωματική κυκλοφορία.
- B.5.5.5. Σημείο μέτρησης V: άρση του αποκλεισμού της ανιούσης αορτής.
- B.5.5.6. Ελάχιστες τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας
- B.5.5.7. Σημείο μέτρησης VI: άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας.
- B.5.5.8. Σημείο μέτρησης VII και VIII: στην μονάδα εντατικής θεραπείας.
- B.7. Η εξέταση Mini Mental State Examination (MMSE)
- B.8. Συζήτηση
- B.8.1 Συζήτηση για τις βασικές τιμές
- B.8.2. Συζήτηση για την Διεγχειρητική και Μετεγχειρητική πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub>
- B.8.3. Συζήτηση για την έκβαση - Mini Mental State Examination test

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

SUMMARY

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

CPB	Cardiopulmonary bypass	Καρδιοπνευμονική παράκαμψη
ΚΝΣ		Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
AEE		Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο
rSO <sub>2</sub>	Regional Saturation of Oxygen	Περιοχικός κορεσμός οξυγόνου
NIRS	Near Infra-Red Spectroscopy	Διακρανιακή εγγύς υπέρυθρη φασματοσκοπία
INVOS	In Vivo Optical Spectroscopy	In Vivo οπτική σπεκτροσκόπηση
HEΓ		Ήλεκτρο Εγκέφαλο Γράφημα
SSEP	Somato-Sensitive Evocated Potentials	Σωματο-αισθητικά Προκλητά Δυναμικά
MRS	Magnetic Resonance Spectroscopy	Μαγνητική Σπεκτροσκόπηση
MMSE	Mini Mental State Examination	
CABG	Coronary Artery Bypass Grafting	Αορτοστεφανιαία παράκαμψη
OPCAB	Of-Pump Coronary Artery Bypass	
TEE	Trans Esophageal Echocardiography	Διοισοφάγειο υπερηχογράφημα
LVEF	Left Ventricle Ejection Fraction	Κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας
CVP	Central Venous Pressure	Κεντρική φλεβική πίεση
MAP	Mean Arterial Pressure	Μέση αρτηριακή πίεση
CO	Cardiac Output	Καρδιακή παροχή
PAPM	Mean Arterial Pulmonary Pressure	Μέση πίεση πνευμονικής αρτηρίας
SvO <sub>2</sub>	Saturation Venous of Oxygen	Κορεσμός μεικτού φλεβικού αίματος
ICU	Intensive Care Unit	Μονάδα εντατικής θεραπείας
CI	Cardiac Index	Καρδιακός δείκτης
Hb	Hemoglobin	Αιμοσφαιρίνη
Ht	Hematocrit	Αιματοκρίτης
LICA	Left Internal Carotid Artery	Αριστερή έσω κρωτίδα
RICA	Right Internal Carotid Artery	Δεξιά έσω κρωτίδα
ΕΣΚ		Εξωσωματική κυκλοφορία





## **A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **A.1. Εισαγωγή**

Οι νευρολογικές διαταραχές μετά από εξωσωματική κυκλοφορία παραμένουν μια συχνή επιπλοκή των καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων και ένα σημαντικό αίτιο νοσηρότητας και θνητότητας [1-5]. Με την εξέλιξη στην χειρουργική τεχνική και στον εξοπλισμό, σοβαρές νευρολογικές βλάβες παρατηρούνται σπανιότερα σε σχέση με το παρελθόν [6-10].

Οι διαταραχές του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) διακρίνονται σε νευρολογικές και νευρογνωσιακές επιπλοκές (neurocognitive complications). Οι νευρολογικές επιπλοκές είναι το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) και η ημιπληγία, ενώ οι νευρογνωσιακές διαταραχές είναι πιο ήπιες όπως η γνωσιακή δυσλειτουργία και διαταραχές συμπεριφοράς και μνήμης [5, 11, 12]. Το ποσοστό των νευρολογικών διαταραχών μετά από καρδιοχειρουργική επέμβαση επαναιμάτωσης στεφανιαίων αγγείων αγγίζει το 50% των ασθενών [11, 13-15]. Το 40% των ασθενών παρουσιάζει μόνιμες νευρογνωσιακές διαταραχές και τα λειτουργικά ελλείμματα και σ' αυτές τις περιπτώσεις τα εμβολικά επεισόδια δεν αποτελούν τα μοναδικά αίτια [5, 16-19].

Για την παρακολούθηση του ΚΝΣ κατά τη διάρκεια μιας καρδιοχειρουργικής επέμβασης έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν διάφορες τεχνικές όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και τα προκλητά σωματοαισθητικά δυναμικά [20-24]. Την τελευταία δεκαετία η τεχνολογική έρευνα έχει συμβάλει στην ευρεία χρήση της εγκεφαλικής οξυμετρίας για την συνεχή - μη επεμβατική διεγχειρητική παρακολούθηση του κορεσμού σε οξυγόνο του εγκεφάλου, regional

Saturation of Oxygen (rSO<sub>2</sub>) [25-27]. Ιδιαίτερα χρήσιμη φαίνεται να είναι η παρακολούθηση των ασθενών με την εγκεφαλική οξυμετρία κατά τη διάρκεια των χειρουργικών χειρισμών [6, 28, 29], κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας [30, 31] όπως επίσης κατά τη διάρκεια της υποθερμίας [32-35] και της ολικής κυκλοφορικής παύσης [36]. Η εγκεφαλική οξυμετρία έχει επίσης χρησιμοποιηθεί και ως οδηγός συμπληρωματικής αιματικής άρδευσης του εγκεφάλου [5, 37-39]. Η χρήση της έχει συμβάλει στη μείωση της παραμονής των ασθενών στη μονάδα εντατικής θεραπείας και στο χρόνο νοσηλείας στην καρδιοχειρουργική κλινική με κοινωνικό και οικονομικό αντίκτυπο [12, 40-42].

## **A.2. Το εγκεφαλικό οξύμετρο In Vivo Optical Spectroscopy (INVOS)**

Το εγκεφαλικό οξύμετρο INVOS είναι η συσκευή που παρέχει συνεχή, άμεση και μη επεμβατική μέτρηση της οξυγόνωσης του εγκεφάλου [43-48]. Πιο συγκεκριμένα, μετρά και απεικονίζει μία νέα παράμετρο που καλείται rSO<sub>2</sub> [49-53]. Η παράμετρος αυτή αντικατοπτρίζει τις μεταβολές στην ισορροπία μεταξύ παροχής και κατανάλωσης οξυγόνου στον εγκεφαλικό φλοιό, και έτσι παρέχει έγκαιρη ένδειξη για ενδεχόμενη ισχαιμία στον εγκέφαλο [51, 53-55]. Οι μετρήσεις γίνονται μόνο με δύο αισθητήρες που τοποθετούνται στο μέτωπο και συνεπώς μετρούν την εγκεφαλική οξυμετρία των μετωπιαίων λοβών [51, 56, 57]. Σε επιλεγμένους ασθενείς, υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης ακόμα δύο αισθητήρων σε βρεγματικούς ή άλλους λοβούς [58-60]. Όμως οι θύλακες των τριχών στο ξυρισμένο τριχωτό της κεφαλής επηρεάζουν τις τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας και έτσι τα στοιχεία δεν είναι αξιόπιστα [51, 61, 62]. Η λειτουργία του εγκεφαλικού

οξυμέτρου βασίζεται στο ότι όταν η ροή αίματος στον εγκέφαλο ελαττώνεται, αυξάνεται η απόσπαση οξυγόνου από το αρτηριακό αίμα και επακόλουθα ο κορεσμός του φλεβικού αίματος του εγκεφάλου ελαττώνεται [44, 51, 63-65]. Η εγκεφαλική οξυμετρία εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι το φάσμα του φωτός που απορροφά η αιμοσφαιρίνη μεταβάλλεται ανάλογα με το βαθμό της οξυγόνωσής της (στοιχεία των ιστών με την ιδιότητα αυτή ονομάζονται χρωμοφόρα μόρια) [66-68]. Η τεχνολογία της διακρανιακής εγγύς υπέρυθρης φασματοσκοπίας (NIRS) για τη μέτρηση της εγκεφαλικής οξυγόνωσης έχει κάνει την εμφάνισή της εδώ και 25 έτη [51, 69-71]. Μέχρι πρόσφατα, υπήρχε περιστασιακό μόνο ενδιαφέρον για τη χρήση του κατά τη διάρκεια του διεγχειρητικού monitoring. Σήμερα, η ουσιαστική τεχνολογική πρόοδος και οι πολυάριθμες κλινικές μελέτες, έχουν πετύχει τουλάχιστον εν μέρει, να υπερνικήσουν την παρανόηση και τον σκεπτικισμό σχετικά με την αξία της μεθόδου [66, 72-74]. Δεδομένο τον αυξημένο κίνδυνο νευρολογικών ή και νευρογνωσιακών διαταραχών των καρδιοχειρουργικών ασθενών, η χρήση του INVOS είναι απαραίτητη τόσο διεγχειρητικά όσο και άμεσα μετεγχειρητικά [28, 75-78].

### **A.3. Το φυσιολογικό εύρος των τιμών του rSO<sub>2</sub>**

Πολλές μελέτες έχουν γίνει στο παρελθόν με σκοπό τον ορισμό των φυσιολογικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας [79, 80]. Μια αξιόπιστη κλίμακα από 55% έως 78% ορίστηκε από τους Madsen et al ως φυσιολογικό εύρος τιμών rSO<sub>2</sub> [81]. Ο Edmonds et al [26, 27] μελέτησαν 1000 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς, ηλικίας 21 – 91 ετών, 680 άνδρες και 320 γυναίκες. Οι ασθενείς αυτοί υποβλήθηκαν σε επεμβάσεις αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (750 ασθενείς) και αντικατάστασης βαλβίδων, αορτικής ή/και μιτροειδούς (250 ασθενείς).

Η μέση βασική τιμή του rSO<sub>2</sub> ήταν 67±10%. Μόνο το 5,4% των ασθενών είχε βασικές τιμές <50% και στο 1,6% των ασθενών οι τιμές ήταν <40%, ενώ στο 1,5% των ασθενών οι τιμές ήταν >85%. Η μέση διαφορά των βασικών τιμών μεταξύ των δύο ημισφαιρίων ήταν 0 και μόνο το 5% των ασθενών παρουσίαζαν διαφορές στις βασικές τιμές μεταξύ του δεξιού και αριστερού ημισφαιρίου περισσότερο από 10 μονάδες. Αρχικές τιμές του rSO<sub>2</sub> <50% ή >85% ή διαφορά μεταξύ των τιμών των δύο ημισφαιρίων >10 ήταν παθολογικές. Βρέθηκε επίσης μια συσχέτιση μεταξύ χαμηλών βασικών τιμών και κακής έκβασης καρδιοχειρουργικών ασθενών [5, 19, 26, 27].

Έχει βρεθεί μια εξάρτηση των τιμών του rSO<sub>2</sub> από την ηλικία, η οποία γίνεται εμφανής όταν η ανάλυση περιλαμβάνει και παιδιατρικούς ασθενείς [9, 82, 83]. Για παράδειγμα στην έρευνα του Yaron et al [84] οι μέσες τιμές του rSO<sub>2</sub> σε 24 νεαρούς ασθενείς ήταν 78±8%, στην έρευνα του Kim et al [85] σε 44 υγιείς εθελοντές ηλικίας 20 – 36 ετών η βασική τιμή του rSO<sub>2</sub> ήταν 71±6%, ενώ σε έρευνα του Casati et al [51, 86] σε υπερήλικες ασθενείς ήταν 63±8,5%. Στην έρευνα του Edmonds et al [26, 27] οι μέσες τιμές του rSO<sub>2</sub> σε 1000 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς ηλικίας 21 – 91 ετών ήταν 67±10%. Στην έρευνα των Misra et al [87, 88] δεν βρέθηκε καμία συσχέτιση μεταξύ του rSO<sub>2</sub> και της ηλικίας, του φύλου, του χρώματος του δέρματος, του ύψους, του βάρους, των καπνιστών ή όχι και της κατανάλωσης καφεΐνης σε 94 υγιείς ενήλικες.

Στην έρευνα του Kishi et al [89] βρέθηκε ότι οι μετρήσεις του rSO<sub>2</sub> είναι ανεξάρτητες του σωματικού βάρους, του ύψους, του μεγέθους της κεφαλής ή του φύλου. Οι τιμές επηρεάζονταν από το σημείο τοποθέτησης του αισθητήρα. Στην έρευνα αυτή οι τιμές του rSO<sub>2</sub> παρουσίαζαν θετική συσχέτιση με τη συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης. Παρόμοια συσχέτιση μεταξύ του rSO<sub>2</sub> του ασθενούς και της

συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης του, βρέθηκε και στην έρευνα των Liem et al [90]. Οι Sunghee et al [37] βρήκαν ότι οι τιμές του rSO<sub>2</sub> έμειναν ανεπηρέαστες σε νορμογκαιμικούς αιμοαραιωμένους πολυκυτταραιμικούς ασθενείς.

Ο Madl et al [91] εξέτασαν τη σχέση μεταξύ αιμοσφαιρίνης και rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με σηπτικό shock. Όταν χαμηλή αιμοσφαιρίνη (<8,56 mg/dL) συνυπήρχε με rSO<sub>2</sub> χαμηλότερο του φυσιολογικού (π.χ. <60%) τότε η μετάγγιση αύξανε και τις δυο μεταβλητές. Η μετάγγιση όμως δεν επηρέαζε τιμές rSO<sub>2</sub> > 65%. Ο Blas et al [92] περιέγραψαν επίσης σημαντικό αποκορεσμό σε ασθενή με χαμηλό αιματοκρίτη (16%), παρά τις φυσιολογικές τιμές της αρτηριακής πίεσης καθώς επίσης την υψηλή τιμή των PaO<sub>2</sub> και SvO<sub>2</sub> και PaCO<sub>2</sub>. Η χορήγηση 2 μονάδων αίματος είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του rSO<sub>2</sub>. Άλλοι ερευνητές πρότειναν τη χρήση του rSO<sub>2</sub> σαν προειδοποίηση για μετάγγιση [90, 93-96].

Αρκετοί ερευνητές έχουν δείξει αύξηση του rSO<sub>2</sub> συσχετιζόμενη με υπερκαπνία, ακόμη και φαρμακοεξαρτώμενη, Holzschuh et al [97]. Αποτυχία παρατήρησης της αύξησης του rSO<sub>2</sub> δηλώνει ανεπαρκή αρτηριακή αντιδραστικότητα του εγκεφάλου στο CO<sub>2</sub> και μια πιθανή διαταραχή στην εγκεφαλική αυτορρύθμιση. Μια ασύμμετρη απάντηση προειδοποιεί για δυνητική περιοχική αγγειοπάθεια. Αυτή η προειδοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή του σχεδίου όσον αφορά στους χειρισμούς αναισθησίας και άρδευσης του εγκεφάλου για να εξασφαλίσει μια επιθετική διατήρηση της εγκεφαλικής άρδευσης και στα δύο ημισφαίρια [98-104].

Ο Madsen et al [81] παρατήρησαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές στην εγκεφαλική οξυμετρία (rSO<sub>2</sub>) σε ασθενείς με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια σε σχέση με ασθενείς χωρίς καρδιακή ανεπάρκεια. Αυτή η παρατήρηση είναι σύμφωνη με τα προηγούμενα ευρήματα των Konishi και Kikuchi [105], ότι δηλαδή το rSO<sub>2</sub> σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τον καρδιακό δείκτη.

Συσχετισμός μιας χαμηλής βασικής τιμής  $rSO_2$  ( $rSO_2 < 50\%$ ) και φτωχής έκβασης, όπως αυξημένη επίπτωση νευρογνωσιακών διαταραχών μετεγχειρητικά και μεγαλύτερη παραμονή στην εντατική θεραπεία και στο νοσοκομείο, έχει αναφερθεί μετά από καρδιακές και μη καρδιακές επεμβάσεις Yao et al [15, 41], Casati et al [51, 86]).

Διαφορές  $>10$  σημεία στις τιμές του  $rSO_2$  μεταξύ δεξιού και αριστερού ημισφαιρίου είναι ασυνήθιστες και υποδηλώνουν, όπως και η απότομη εμφάνιση αυτών, διαταραχή του ισοζυγίου του οξυγόνου. Μια ασυνήθιστη αλλά κλινικά σημαντική πηγή ασυμμετρίας είναι το σύνδρομο υποκλοπής υποκλειδίου. Η εύρεση μιας μεγάλης ασυμμετρίας στις τιμές της  $rSO_2$ , μεταξύ των δύο ημισφαιρίων, πριν την έναρξη μιας καρδιοχειρουργικής επέμβασης είναι σημαντική, διότι μπορεί να αλλάξει το χειρουργικό πλάνο. Η ασυμμετρία στις τιμές της  $rSO_2$  μπορεί να οφείλεται σε σύνδρομο υποκλοπής υποκλειδίου, και στην περίπτωση αυτή η χρησιμοποίηση των έσω μαστικών αρτηριών για την επαναιμάτωση του μυοκαρδίου, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή μείωση ή και αναστροφή της ροής στο μόσχευμα της μαστικής αρτηρίας [106-109].

Το στεφανιαίο – υποκλειδίο σύνδρομο υποκλοπής χαρακτηρίζεται από αντανάκλαση του θωρακικού πόνου και ισχαιμία του μυοκαρδίου, που περιστασιακά ελαχιστοποιείται με άσκηση του αριστερού ώμου και μερικές φορές συνοδεύεται από τα εγκεφαλικά συμπτώματα της σπόνδυλο- υποκλειδίου υποκλοπής. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι 25% των ασθενών με γνωστό στεφανιαίο – υποκλειδίο σύνδρομο υποκλοπής αγνοούν την ύπαρξή του και η ασυμμετρία στις τιμές της  $rSO_2$  μπορεί να είναι το πρώτο στοιχείο [106, 110-112].

#### **A.4. Το όριο για τη διόρθωση των τιμών του rSO<sub>2</sub>**

Δεν έχει ακόμη οριστεί μία συγκεκριμένη ουδός των τιμών του rSO<sub>2</sub> για την οποία απαιτείται παρέμβαση σε καρδιοχειρουργικούς ή μη ασθενείς [113-116]. Σε μη καρδιοχειρουργικούς ασθενείς, σε νορμοθερμία δηλαδή, αποκορεσμός κατά 10 μονάδες κάτω των βασικών τιμών (baseline) ή απόλυτη τιμή κάτω του 50%, σε καρωτιδικό αποκλεισμό κατά τη διάρκεια καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής υπό γενική αναισθησία, συνδυάστηκε με μείωση των σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών (Cho et al [117]). Αποκορεσμός κατά 20 μονάδες κάτω των βασικών τιμών παρατηρήθηκε σε ασθενείς με ισχαιμία μετά αποκλεισμό της καρωτίδας (Roberts et al [118]). Σε 4 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση καρωτίδας με τοπική αναισθησία, παρατηρήθηκε (Roberts et al [118]) μετά τον αποκλεισμό, αποκορεσμός της τάξης του 27 – 31% σε σχέση με τις βασικές τιμές. Στους ασθενείς αυτούς παρατηρήθηκαν νευρολογικά ελλείμματα, τα οποία μετά τη τοποθέτηση του shunt αποκαταστάθηκαν όπως επίσης και ο αποκορεσμός. Δεν γνωρίζομαι τα όρια ασφαλείας και τον επιτρεπτό αποκορεσμό σε υποθερμία. Υπάρχουν μελέτες σχετικά με το ποσοστό αποκορεσμού, την υποθερμία και τα μετεγχειρητικά νευρολογικά ελλείμματα [33, 119]. Στο ειδικό μέρος παραθέτουμε την δική μας εμπειρία περί υποθερμίας, αποκορεσμού και νευρογνωσιακών διαταραχών.

#### **A.5. Εγκεφαλική οξυμετρία (rSO<sub>2</sub>) και καρδιοχειρουργικοί χειρισμοί**

Ο Blas et al [92] περιέγραψαν περίπτωση αποκορεσμού του οξυγόνου στον εγκέφαλο, λόγω τοποθέτησης της κάνουλας σε λάθος θέση κατά τη διάρκεια παλίνδρομης εγκεφαλικής άρδευσης. Ιδιαίτερα σε σε παιδιά

και σε επεμβάσεις επαναιμάτωσης του μυοκαρδίου χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία (OPCAB), οι καρδιακοί χειρισμοί μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες, απότομες μειώσεις  $rSO_2$  χωρίς αξιόλογη μεταβολή στην μέση αρτηριακή πίεση ή στον κορεσμό αρτηριακού οξυγόνου [29, 120-124].

Ο Fukada et al [35] περιέγραψε με την εγκεφαλική οξυμετρία την εμφάνιση του συνδρόμου κακής εγκεφαλικής άρδευσης κατά την επιδιόρθωση οξέος, τύπου A διαχωρισμού αορτής. Στην περίπτωση αυτή, η εγκεφαλική ισχαιμία δεν ανιχνεύθηκε από τις μεταβολές στο ΗΕΓ ή τα SSEP, λόγω υποθερμίας (θερμοκρασίες σώματος  $< 25^\circ C$ ).

Πιο συχνά ο αποκορεσμός είναι αποτέλεσμα μιας επιβραδυνόμενης φλεβικής επιστροφής του εγκεφάλου, λόγω των χειρισμών στην άνω κοίλη φλέβα. Αυτό συμβαίνει διότι οδηγός δύναμη για την αιμοσφαιρίνη μέσω της ανταλλαγής αερίων στη μικροκυκλοφορία, δεν είναι η αρτηριακή πίεση αλλά η διαφορική πίεση μεταξύ αρτηριών και φλεβών [60, 100, 125-128]. Παράγοντες που εμποδίζουν τη φλεβική επιστροφή και αυξάνουν την εγκεφαλική φλεβική πίεση, θα μειώσουν την προσφορά  $O_2$ , ακόμη κι αν η αρτηριακή πίεση παραμένει στα φυσιολογικά αποδεκτά επίπεδα. Έτσι, είναι πιο χρήσιμο να εξετάσουμε τη σχέση  $rSO_2$  και εγκεφαλικής πίεσης άρδευσης (MAP – CVP) [129-133].

Παροδικός αποκορεσμός του  $rSO_2$  παρατηρείται και κατά την έναρξη της εξωσωματικής κυκλοφορίας, το μέγεθος του παροδικού αποκορεσμού σχετίζεται άμεσα με τον όγκο των κρυσταλλοειδών διαλυμάτων (Vijay V et al [31]).

Κατά τη διάρκεια της κυκλοφορικής παύσης, ο Daubeney et al [43] έδειξαν ότι η εγκεφαλική οξυμετρία σε παιδιατρικούς ασθενείς, σε μια θερμοκρασία στόχο ψύξης  $20^\circ C$ , μεταβάλλεται αντίστροφα με το ρυθμό ψύξης. Ο μέσος ρυθμός αποκορεσμού στους  $20^\circ C$ , ήταν  $0,25\% / \text{min}$ , ενώ σε θερμοκρασία  $21^\circ C$  έως  $26^\circ C$ , ο ρυθμός αποκορεσμού αυξανόταν



σχεδόν στο δεκαπλάσιο (2%/min). Σε νορμοθερμικά νεογνά η παροδική διακοπή της εγκεφαλικής άρδευσης κατέληγε σε αύξηση στο ρυθμό αποκορεσμού ίση με 20%/min. Σε άλλη εργασία τους ο Daubenev et al [75] περιέγραψαν μια αντίστροφη σχέση ανάμεσα στο rSO<sub>2</sub> και τη ρινοφαρυγγική θερμοκρασία κατά την επαναθέρμανση σε παιδιατρικούς ασθενείς (κατάργηση της εγκεφαλικής αυτορρύθμισης)

#### **A.6. Η χρήση του rSO<sub>2</sub> σαν οδηγό για την πραγματοποίηση συμπληρωματικών ενεργειών κατά τη διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων**

Ο Deeb et al [33] περιέγραψαν ότι η καθοδηγούμενη από την εγκεφαλική οξυμετρία παλίνδρομη εγκεφαλική άρδευση παρέτεινε τον ασφαλή χρόνο για υποθερμικό κυκλοφορικό arrest κατά τη διάρκεια επιδιόρθωσης του αορτικού τόξου σε ενήλικες.

Ο Higami et al [134] παρατήρησαν απότομο αποκορεσμό με ολική διακοπή της κυκλοφορίας, αργό συνεχή αποκορεσμό με παλίνδρομη εγκεφαλική άρδευση και καθόλου αποκορεσμό με συμπληρωματική ορθόδρομη εγκεφαλική άρδευση υποδεικνύοντας την υπεροχή της ορθόδρομης σε σχέση με την παλίνδρομη άρδευση του εγκεφάλου. Οι συγγραφείς περιέγραψαν μια υψηλή πιθανότητα (60%) νευρολογικής βλάβης σε ασθενείς των οποίων ο κορεσμός μειώθηκε περισσότερο από 30% κάτω από τη αρχική τιμή.

Η εγκεφαλική οξυμετρία επίσης φαίνεται να είναι χρήσιμος οδηγός για το χειρισμό της μεθόδου περιοχικής άρδευσης χαμηλής ροής του εγκεφάλου σε επιδιόρθωση του αορτικού τόξου σε νεογνά [56, 135, 136]. Η περιοχική άρδευση χαμηλής ροής μέσω της ανώνυμης αρτηρίας σε ρυθμούς σχεδόν 20 ml/Kg το λεπτό διατηρεί την εγκεφαλική οξυγόνωση και τον αιματικό όγκο σε αντίθεση με μεγάλο αποκορεσμό

που παρατηρείται σε περίπτωση ολικής κυκλοφορικής παύσης [39, 62]. Η παρακολούθηση του  $rSO_2$  και του δείκτη όγκου αίματος επέτρεψε ακριβή, εξατομικευμένη ρύθμιση της αντλίας ροής ώστε να προληφθούν η εγκεφαλική υποάρδευση και υπεράρδευση.

Σε συμφωνία με αυτές τις παρατηρήσεις ο Hofer et al [137] βρήκαν μια γραμμική σχέση μεταξύ  $rSO_2$  και συμπληρωματικής ορθόδρομης εγκεφαλικής άρδευσης στη ροή της αντλίας σε νεογνά που υποβλήθηκαν σε διόρθωση αορτικού τόξου.

### **A.7. Εγκεφαλική οξυμετρία και εγκεφαλική βλάβη**

Η πορεία της εγκεφαλικής οξυμετρίας του κάθε ασθενούς μπορεί να προβλέψει την εγκεφαλική βλάβη. Σε πειραματική μελέτη (Shinoka et al [34]) ερευνήθηκε με ποιές παραμέτρους σχετίζεται καλύτερα η εγκεφαλική βλάβη μετά από ολική κυκλοφορική παύση διάρκειας 60 λεπτών με βαθιά υποθερμία ( $15^{\circ}C$ ). Εξετάσθηκαν οι μεταβολές του εγκεφαλικού ATP, της φωσφοκρεατίνης (PCr) και του ενδοκυττάριου pH όπως αυτά καθορίστηκαν από την μαγνητική σπεκτροσκόπηση (MRS) και συσχετίστηκαν με τις μεταβολές της οξυαιμοσφαιρίνης ( $HbO_2$ ) και αποξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης (Hb) και του οξειδωμένου κυττοχρωμίου (CytOx) όπως ανιχνεύθηκαν από την εγκεφαλική οξυμετρία. Οι εγκέφαλοι εξετάσθηκαν με νευροϊστολογική διαβάθμιση (score). Στην έρευνα αυτή βρέθηκε ότι, η μείωση του οξειδωμένου κυττοχρωμίου (CytOx) και της οξυαιμοσφαιρίνης ( $HbO_2$ ), όπως ανιχνεύθηκαν από την εγκεφαλική οξυμετρία, βρέθηκε να συσχετίζεται με την μειωμένη κατάσταση ενέργειας του εγκεφάλου (ATP) και προβλέπει την ιστολογική εγκεφαλική βλάβη μετά από ολική κυκλοφορική παύση με βαθιά υποθερμία, με μεγάλη ευαισθησία.

Στην έρευνα του Shaaban Ali et al [36] σε βρέφη και παιδιά που

υποβλήθηκαν σε καρδιοχειρουργική επέμβαση με εξωσωματική κυκλοφορία, με ή χωρίς υποθερμία μπόρεσε να βρεθεί μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της πιο χαμηλής τιμής του αποκορεσμού σε οξυγόνο του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της επέμβασης και της πρωτεΐνης S100, η οποία χρησιμοποιήθηκε σαν πρώιμος δείκτης εγκεφαλικής βλάβης.

Στη μελέτη του Iglesias et al [125], σε στεφανιαίους ασθενείς, φάνηκε ξεκάθαρα ότι η διεγχειρητική παρακολούθηση των ασθενών με την εγκεφαλική οξυμετρία και η διατήρηση του  $rSO_2$  πάνω από τη βασική τιμή στο 75% συνδυάστηκε με μικρότερο ποσοστό νευρολογικών επιπλοκών και μειωμένη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο.

Σε άλλη έρευνα σε 550 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση επαινομάτωσης χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία, με τη χρήση της εγκεφαλικής οξυμετρίας και του εγκεφαλογραφήματος και με τις θεραπευτικές τους παρεμβάσεις ο Novitzky δεν παρατήρησε μετεγχειρητικά νευρολογικές επιπλοκές σε κανέναν ασθενή [120].

Σε πρόσφατη συγκριτική μελέτη του Edmonds HL JR με χρήση ή όχι των ανωτέρω τεχνικών [26], σε περιπτώσεις που έγινε χρήση, διαταραχές οξυγόνωσης του εγκεφάλου ανιχνεύθηκαν σε 59% των περιπτώσεων. Επί απουσίας τεχνικών παρακολούθησης η αναμενόμενη συχνότητα σοβαρής εγκεφαλικής βλάβης ανέρχεται σε 6,1% ενώ με χρήση τεχνικών παρακολούθησης η παρατηρούμενη συχνότητα ήταν 3%. Η διαφορά αποδίδεται πρωτίστως στην μείωση της συχνότητας των μη-εμβολικών διάχυτων εγκεφαλικών βλαβών.



## **B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **B.1. Σκοπός της έρευνας**

Από τις βιβλιογραφικές αναφορές που παραθέσαμε στο γενικό μέρος προκύπτει ότι η εγκεφαλική οξυμετρία είναι ένα σημαντικό εργαλείο παρακολούθησης του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων. Φαίνεται ότι όταν το εγκεφαλικό οξύμετρο χρησιμοποιείται διεγχειρητικά και τις πρώτες 12 ώρες μετεγχειρητικά, λαμβάνοντας, με βάση τις μετρήσεις τα απαραίτητα μέτρα, μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των μετεγχειρητικών νευρολογικών και νευρογνωσιακών επιπλοκών.

Σκοπός της έρευνάς μας είναι να μελετήσουμε:

1. το εύρος των βασικών τιμών (baseline) του rSO<sub>2</sub> στην ομάδα των ασθενών που υποβάλλονται σε καρδιοχειρουργική επέμβαση
2. τους παράγοντες που επηρεάζουν τις βασικές τιμές (baseline) του rSO<sub>2</sub>
3. εάν υπάρχουν διαφορές στις βασικές τιμές (baseline) του rSO<sub>2</sub> μεταξύ των παρακάτω υπο-ομάδων ασθενών:
  - υπερτασικών και μη υπερτασικών,
  - διαβητικών και μη διαβητικών ασθενών,
  - ασθενών με και χωρίς ιστορικό ΑΕΕ,
  - καπνιστών και μη καπνιστών
  - μεταξύ ασθενών με και χωρίς ιστορικό εμφράγματος του μυοκαρδίου παλιού ή πρόσφατου,

4. την επιρροή του κλάσματος εξώθησης της αριστερής κοιλίας, της καρδιακής παροχής και της αιμοσφαιρίνης στις βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας,
5. τις μεταβολές του  $rSO_2$  κατά τη διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων και αν οι μεταβολές αυτές είναι εξαρτώμενες από το είδος της επέμβασης,
6. την επίδραση του χρόνου ισχαιμίας και του χρόνου εξωσωματικής κυκλοφορίας στις τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας και στην έκβαση των ασθενών,
7. τις μεταβολές της εγκεφαλικής οξυμετρίας στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο (πρώτες 12 ώρες), όπως και το ποσοστό νευρογνωσιακών διαταραχών μετεγχειρητικά στους ασθενείς μας.

## **B.2. Υλικό και μέθοδος**

Η έρευνα έγινε μετά από την έγκριση της επιτροπής δεοντολογίας της Επιστημονικής Επιτροπής του Νοσοκομείου μας. Όλοι οι ασθενείς που έλαβαν μέρος στην έρευνα πληροφορήθηκαν για την έρευνα και έδωσαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε προγραμματισμένη καρδιοχειρουργική επέμβαση λόγω στεφανιαίας νόσου ή και βαλβιδοπάθειας στο νοσοκομείο μας κατά την χρονική περίοδο Σεπτεμβρίου 2007 – Ιανουαρίου 2009).

Όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν 1 μέρα πριν την χειρουργική επέμβαση, όπως επίσης 7 μέρες μετεγχειρητικά σε αξιολόγηση της νευρογνωσιακής λειτουργίας των με την βοήθεια του Mini Mental State Examination (MMSE).

Σε όλους τους ασθενείς χορηγήθηκε ως προαναισθητική αγωγή το βράδυ πριν την επέμβαση 1,5 – 3 mg Λοραζεπάμης από το στόμα ανάλογα με την ηλικία και την γενική κατάστασή τους.

Κάθε ασθενής, αμέσως μετά την άφιξή του στο χειρουργείο συνδέθηκε με ηλεκτροκαρδιογραφικό monitor (πολλαπλές απαγωγές). Τοποθετήθηκε ένας περιφερικός φλεβοκαθετήρας διαμέτρου 18 G της εταιρείας Braun, και χορηγήθηκε καταστολή με 1 – 3 mg Μιδαζολάμης. Ακολούθησε η τοποθέτηση των αισθητήρων της εγκεφαλικής οξυμετρίας και η σύνδεσή τους με τη συσκευή INVOS, όπως επίσης η τοποθέτηση καθετήρα μεγέθους 22 G στην κερκιδική αρτηρία για την συνεχή μέτρηση της αρτηριακής πίεσης επεμβατικά.

Μετά τη λήψη των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας έγινε προοξυγόνωση του ασθενούς με 100% οξυγόνο με την βοήθεια προσωπίδας.

Η εισαγωγή στην αναισθησία έγινε σε όλους τους ασθενείς με συνεχή χορήγηση ρεμιφεντανύλης σε δοσολογία 0,5 μg/Kg/min. Όταν οι ασθενείς άρχισαν να αισθάνονται ζάλη χορηγήθηκε ενδοφλέβια ετομιδάτη σε δοσολογία mg/Kg τιτλοποιημένα.

Για τη διασωλήνωση χορηγήθηκε Ροκουρόνιο σε δοσολογία 0,9 mg/Kg ενδοφλεβίως. Μετά τη διασωλήνωση οι ασθενείς ετέθησαν σε μηχανικό αερισμό με οξυγόνο ( $FiO_2 = 0,4$ ) σε ημίκλειστο σύστημα (Julian, Draegerwerk, Luebeck). Οι συνθήκες αερισμού των ασθενών ήταν: Εισπνευστικός όγκος (tidal volume) = 10ml/Kg ιδανικού βάρους σώματος, συχνότητας αναπνοών = 10 –12/min, σχέση εισπνοής : εκπνοής = 1:2 και μέση μέγιστη πίεση αεραγωγών/plateau = 20/16 mBar.

Η διατήρηση της αναισθησίας, μετά τη διασωλήνωση, έγινε με ρεμιφεντανύλη σε δοσολογία 0,25 μg/Kg/min - 0,5 μg/Kg/min και σεβοφλουράνιο 1 – 2 MAC, ενώ η μυοχάλαση των ασθενών με ροκοκουρόνιο σε συνεχή έγχυση και δοσολογία 5 ml/h. Σε όλους τους

ασθενείς τοποθετήθηκε κεντρικός και πνευμονικός καθετήρας Swan-Ganz όπως επίσης διοισοφάγειο υπέρηχο (TEE). Η μέτρηση των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας έγινε κατά την άφιξη των ασθενών στο χειρουργείο με την συσκευή INVOS 5100C (Somanetics, Troy, Michigan, USA). Η τοποθέτηση των αισθητήρων έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Μετά από τρία λεπτά και για περίοδο ενός λεπτού πριν την χορήγηση οξυγόνου καταγράφηκαν οι τιμές του rSO<sub>2</sub>. Η μέση τιμή αυτών των τιμών ορίστηκε ως βασική τιμή του rSO<sub>2</sub>. Η παρακολούθηση των ασθενών με την εγκεφαλική οξυμετρία συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της επέμβασης όπως επίσης και μετεγχειρητικά, στην μονάδα εντατικής παρακολούθησης μέχρι την 12<sup>η</sup> μετεγχειρητική ώρα. Ως εγκεφαλική υποξία (εγκεφαλικός αποκορεσμός) ορίζεται η πτώση του rSO<sub>2</sub> κάτω από το 75% των αρχικών τιμών ή πτώση των τιμών κάτω από 50%) για περισσότερο από 15 sec. Η παρακολούθηση της εγκεφαλικής οξυμετρίας είχε ως σκοπό τη διατήρηση των τιμών του rSO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της αναισθησίας και μετεγχειρητικά σε τιμές άνω του 75% των αρχικών τιμών. Σε περίπτωση εγκεφαλικής υποξυγοναιμίας ο αναισθησιολόγος σε πρώτη φάση ελέγχει τον αεραγωγό, τη θέση της κεφαλής, το σύστημα σωλήνων αερίων, την ανάγκη αύξησης του FiO<sub>2</sub>, την ανάγκη αύξησης της μερικής πίεσης του τελοεκπνευστικού CO<sub>2</sub> εάν το ETCO<sub>2</sub> ≤ 35 mmHg, καθώς και την ανάγκη αύξησης της αρτηριακής πίεσης με ενδοφλέβια χορήγηση υγρών και αγγειοσυσπαστικών εάν η συστολική αρτηριακή πίεση είναι μικρότερη από 90 mmHg. Εάν το πρώτο βήμα δεν επιτυγχάνει αποδεκτές τιμές rSO<sub>2</sub> εντός 60 sec, το δεύτερο βήμα περιλαμβάνει την μείωση της εγκεφαλικής κατανάλωσης οξυγόνου με ενδοφλέβια bolus χορήγηση προποφόλης (0,5 mg/Kg).

Καταγράφηκαν:



### **Προεγχειρητικά**

- Βιομετρικά στοιχεία των ασθενών: ηλικία, φύλο, βάρος και ύψος
- Παθολογικές εργαστηριακές και παρακλινικές εξετάσεις (π.χ. χοληστερόλη, νεφρική λειτουργία).
- Ιστορικό ασθενούς (υπέρταση, παλιό ή πρόσφατο έμφραγμα του μυοκαρδίου, Κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας, δυσλιπιδαιμία, αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ), σημαντική (>70%) στένωση καρωτίδων, ιστορικό καπνίσματος)
- M M S E την προηγούμενη της επέμβασης.

### **Διεγχειρητικά και Μετεγχειρητικά**

- Βασικές τιμές (baseline rSO<sub>2</sub>) (σημείο μέτρησης I)
- Τιμές rSO<sub>2</sub> μετά την διασωλήνωση του ασθενούς (II), 20 λεπτά μετά την έναρξη της εξωσωματικής κυκλοφορίας ΕΣΚ (VI), μετά την άρση του αποκλεισμού της ανιούσης αορτής (V), μετά την άφιξη στην μονάδα εντατικής θεραπείας (VI), την 6<sup>η</sup> (VII) και την 12<sup>η</sup> (VIII) μετεγχειρητική ώρα.
- Παράλληλα με τις τιμές του rSO<sub>2</sub> και τους αποκορεσμούς, καταγράφονται η καρδιακή συχνότητα (HR), η αρτηριακή πίεση (ABP), η κεντρική φλεβική πίεση (CVP), η μέση πίεση πνευμονικής αρτηρίας (PAPM), ο κορεσμός του μεικτού φλεβικού αίματος (SvO<sub>2</sub>), η καρδιακή παροχή (CCO), ο καρδιακός δείκτης (CI), όπως επίσης η αιμοσφαιρίνη (Hb), ο αιματοκρίτης (Ht) και τα γαλακτικά (lactate).
- Διεγχειρητικά στοιχεία όπως η διάρκεια εξωσωματικής κυκλοφορίας, ο χρόνος επαναθέρμανσης του ασθενούς και το βάθος της υποθερμίας επίσης καταγράφονται.
- Μετεγχειρητικές νευρογνωσιακές διαταραχές
- M M S E την 7<sup>η</sup> μετεγχειρητική ημέρα

### B.3. Στατιστική ανάλυση

Ο έλεγχος προσαρμογής των τιμών των μεταβλητών ως προς την κανονική κατανομή πραγματοποιήθηκε με το κριτήριο των Kolmogorov-Smirnov. Για όλες τις συνεχείς μεταβλητές, που ακολουθούν την κανονική κατανομή υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές και η τυπική απόκλιση, ενώ για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή υπολογίστηκαν η διάμεσος και το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής. Ο υπολογισμός της έντασης και της φύσης των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών που ακολουθούν την κανονική κατανομή έγινε με τον συντελεστή συσχέτισης του Pearson's, για τους μη παραμετρικούς ελέγχους ο υπολογισμός έγινε με τον συντελεστή συσχέτισης του Spearman. Οι συγκρίσεις για τις δίτιμες και τις συνεχείς μεταβλητές έγιναν με το κριτήριο  $\chi^2$  και το paired t-test αντίστοιχα. Τα μη παραμετρικά τεστ έγιναν με το Wilcoxon Signed ranks test. Όλη η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο εμπιστοσύνης 0,95 και χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS/PASW.

### B.4. Αποτελέσματα

#### B.4.1. Βιομετρικά στοιχεία και ιστορικό ασθενών

Μελετήθηκαν 100 ενήλικες ασθενείς, 30 γυναίκες και 70 άντρες οι οποίοι υποβλήθηκαν σε καρδιοχειρουργική επέμβαση. Ο πίνακας 1 δείχνει τα βιομετρικά στοιχεία των ασθενών και το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας (LVEF).

**Πίνακας 1:** Βιομετρικά στοιχεία των ασθενών και κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας.

	Mean	Std Deviation	Min-Max
<b>Ηλικία (y)</b>	65,7	11	20-82
<b>Βάρος (Kg)</b>	74,5	13,1	40-108
<b>Ύψος (cm)</b>	165,4	9,5	135-195
<b>Κλάσμα εξώθησης LVEF (%)</b>	47	11,7	20-70

Από τους 100 ασθενείς, οι 78 υποβλήθηκαν σε επέμβαση επαναιμάτωσης του μυοκαρδίου (αορτοστεφανιαία παράκαμψη), 42 εκ των οποίων χειρουργήθηκαν με την χρήση της μηχανής εξωσωματικής κυκλοφορίας (on pump), ενώ 36 χωρίς τη βοήθεια της μηχανής αυτής (off-pump coronary artery bypass: OPCAB). Οι λοιποί 22 ασθενείς υποβλήθηκαν σε επέμβαση επί των καρδιακών βαλβίδων (επισκευή ή αντικατάσταση), μιτροειδούς ή αορτικής. Ο πίνακας 2 δείχνει τις συνοδές νόσους των ασθενών αυτών.

**Πίνακας 2:** Συνοδές νόσοι (ο απόλυτος αριθμός συμπίπτει με το % ποσοστό δεδομένου ότι εξετάσαμε 100 ασθενείς).

---

• υπέρταση	81 ασθενείς
• δυσλιπιδαιμία	53 ασθενείς
• πρόσφατο έμφραγμα	43 ασθενείς
• σακχαρώδης διαβήτης (δισκία ή ινσουλίνη)	37 ασθενείς
• περιφερική αγγειοπάθεια	36 ασθενείς
• καπνιστές	35 ασθενείς
• παλαιό έμφραγμα	21 ασθενείς
• στένωση δεξιάς/αριστεράς καρωτίδας	12/4 ασθενείς
• ιστορικό αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου	8 ασθενείς

---

#### **B.4.2 Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας**

Οι βασικές τιμές (baseline rSO<sub>2</sub>) ήταν για το αριστερό ημισφαίριο rSO<sub>2</sub>=63,25% και για το δεξιό rSO<sub>2</sub>=62,25% (πίνακας 3). Παραδόξως υπάρχει διαφορά, στατιστικά μη-σημαντική, μεταξύ baseline rSO<sub>2</sub> αριστερού και δεξιού ημισφαιρίου.

**Πίνακας 3.** Βασικές τιμές (baseline) του rSO<sub>2</sub> για το δεξιό και το αριστερό ημισφαίριο.

---

##### **rSO<sub>2</sub> αριστερά**

Mean	63,25
Median	64
Stadard Deviation	7,28
Min	44
Max	81
Range	37
Percetiles 25	56
Percetiles 50	64
Percetiles 75	67,75

---

##### **rSO<sub>2</sub> δεξιά**

Mean	62,25
Median	63,5
Stadard Deviation	8,05
Min	35
Max	88
Range	43
Percetiles 25	56,25
Percetiles 50	63,5
Percetiles 75	68

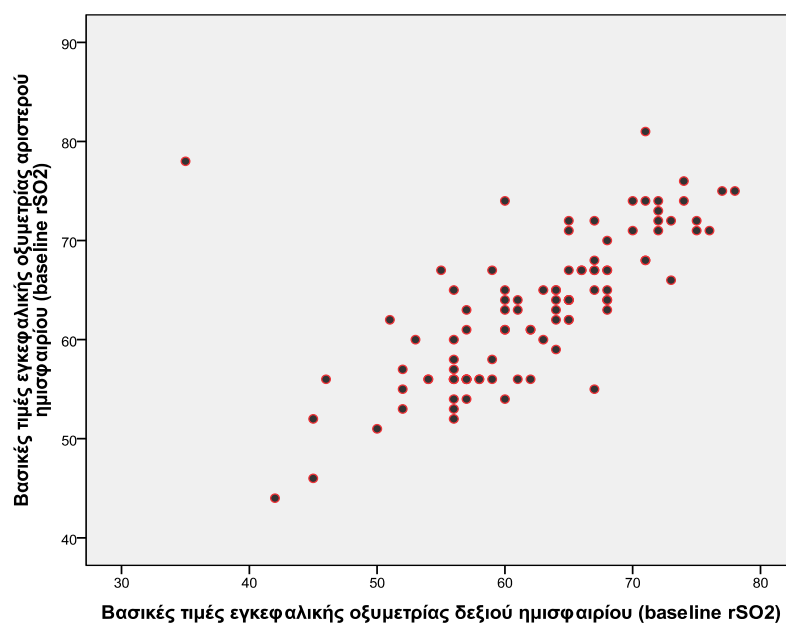
---

Ο πίνακας 4 και το διάγραμμα 1 που ακολουθούν δείχνουν την κατανομή των βασικών τιμών rSO<sub>2</sub> για το αριστερό και δεξιό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Τα ποσοστά συμπίπτουν με τις αριθμητικές τιμές καθώς το σύνολο των απαντήσεων είναι 100.

**Πίνακας 4.** Κατανομή των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας (baseline rSO<sub>2</sub>) για το αριστερό και δεξιό εγκεφαλικό ημισφαίριο.

rSO <sub>2</sub>	αριστερό ημισφαίριο		δεξιό ημισφαίριο	
	(%)	cumulative %	(%)	cumulative %
35	-		1	1
42	-		1	2
44	1	1	-	
45	-		2	4
46	1	2	1	5
50	-		1	6
51	1	3	1	7
52	2	5	3	8
53	2	7	1	9
54	3	10	3	10
55	3	13	1	15
<hr/>				
56	13	26	10	25
57	2	28	7	32
58	2	30	--	
59	1	31	3	35
60	3	34	7	
61	5	39	3	45
62	4	43	3	
63	5	48	2	
64	9	57	6	56
65	8	65	9	
66	1	66	2	67
67	9	75	6	
68	3	78	8	
69	-		-	81
70	1	79	2	
71	5		4	
72	5	89	4	91
73	1		2	
74	5		2	
75	2	97	2	97
<hr/>				
76	1	98		
77	-		1	98
78	1		1	
79	-		1	
80	-			
81	1	100	-	100

Η κατανομή των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> για τη δεξιά και αριστερή εγκεφαλική οξυμετρία με το Kolmogorov–Smirnov test έδειξε κανονική κατανομή. Η διαφορά μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> του αριστερού και δεξιού ημισφαιρίου ήταν 1%, η σταθερή απόκλιση 6. Μεταξύ του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου οι βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας είχαν απόκλιση από 0 έως 5% σε 64 από τους 100 ασθενείς. Η μέση διαφορά ήταν 2,32 +/- 1,4. Δηλαδή, 64 ασθενείς είχαν διαφορά έως 5% μεταξύ αριστερού και δεξιού ημισφαιρίου, 20 ασθενείς 5 - 10% και 16 ασθενείς >10%. Μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> του αριστερού και δεξιού ημισφαιρίου δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές (p-value =0.099 και 0.349 αντίστοιχα), ενώ η μεταξύ των συσχέτιση ήταν σημαντική (p=0.000) και ισχυρή (0.697) (διάγραμμα 4).



**Διάγραμμα 1.** Συσχέτιση μεταξύ των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας (baseline rSO<sub>2</sub>) του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου (r=0.697, p=0.000).

#### **B.4.3. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε άρρνες και θήλεις ασθενείς**

Από το σύνολο των ασθενών, 70 ήταν άρρνες και 30 θήλεις (πίνακας 5). **Δεν** παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του baseline rSO<sub>2</sub> **μεταξύ ασθενών αντρικού και γυναικείου φύλου** (p=0.917 για το αριστερό και 0.657 για το δεξιό ημισφαίριο).

**Πίνακας 5.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε άρρνες και θήλεις καρδιοχειρουργικούς ασθενείς.

	<b>φύλο</b>	<b>N</b>	<b>mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	<b>Θήλυ</b>	30	63.13	6.937	1.266
	<b>Άρρην</b>	70	63.30	7.468	0.893
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	<b>Θήλυ</b>	30	61.70	7.193	1.313
	<b>Άρρην</b>	70	62.49	8.425	1.007

N= αριθμός σθενών

#### **B.4.4. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε διαβητικούς και μη-διαβητικούς ασθενείς**

Από το σύνολο των ασθενών που μελετήσαμε, οι 37 (37%) ήταν διαβητικοί υπό θεραπεία με δισκία ή ινσουλίνη (πίνακας 6). Μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε διαβητικούς και μη σακχαροδιαβητικούς ασθενείς **δεν** παρατηρήθηκε καμία στατιστική σημαντική διαφορά (p=0.893 για το αριστερό ημισφαίριο) και p=0.251 για το δεξιό ημισφαίριο).

**Πίνακας 6.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε σακχαροδιαβητικούς και μη σακχαροδιαβητικούς καρδιοχειρουργικούς ασθενείς.

	<b>Σακχαρώδης διαβήτης</b>	<b>N</b>	<b>mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	63	63.17	7.741	0.975
	Ναι	37	63.38	6.516	1.071
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	63	61.54	8.673	1.093
	ναι	37	63.46	6.793	1.117

#### **B.4.5. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό ΑΕΕ**

**Δεν** παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στο baseline rSO<sub>2</sub> μεταξύ των ασθενών με ιστορικό αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (CVD), και χωρίς εγκεφαλικό επεισόδιο (Πίνακας 7). Mann-Whitney ( $p=0.099$  για το δεξιό ημισφαίριο και  $p = 0.597$  για το αριστερό ημισφαίριο).

**Πίνακας 7.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου.

	<b>Ιστορικό CVD</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	92	63.32	7.193	0.750
	Ναι	8	62.50	8.718	3.082
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	92	62.73	7.790	0.812
	ναι	8	56.75	9.453	3.342

#### **B.4.6. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό περιφερικής αγγειοπάθειας**

**Δεν** παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση των τιμών της βασικής οξυμετρίας σε ( $p=0.409$  για το αριστερό ημισφαίριο, και  $p=0.115$  για το δεξιό ημισφαίριο, Independent samples T-test) πίνακας 8.



**Πίνακας 8.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό περιφερικής αγγειοπάθειας.

	<b>Ιστορικό PVD</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std.Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	64	63.70	7.073	0.884
	Ναι	36	62.44	7.666	1.278
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	64	63.20	7.165	0.896
	ναι	36	60.56	9.281	1.547

#### **B.4.7. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε καπνιστές και μη-καπνιστές ασθενείς**

Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι **δεν** υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε καπνιστές και μη καπνιστές (p= 0.312 για το αριστερό ημισφαίριο και p=0.712 για το δεξιο ημισφαίριο, Independent samples T-test) πίνακας 9.

**Πίνακας 9.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό καπνίσματος.

	<b>Ιστορικό καπνίσματος</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	35	64.26	7.827	1.323
	Ναι	65	62.71	6.968	0.864
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	35	62.66	7.100	1.200
	ναι	65	62.03	8.559	1.062

#### **B.4.8. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε δυσλιπιδαιμικούς και μη-δυσλιπιδαιμικούς ασθενείς**

Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι **δεν** υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με τιμές χοληστερίνης άνω ή κάτω του 200 mg/dL (p=0.728 για το αριστερό ημισφαίριο και p=0.829 για το δεξί ημισφαίριο, Independent samples T-test) Πίνακας 10.

**Πίνακας 10.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό υπερχοληστερολαιμίας.

	<b>Υπερ-χοληστερολαιμία</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	47	62.98	7.719	1.126
	Ναι	53	63.49	6.930	0.952
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	47	62.06	7.429	1.084
	ναι	53	62.42	8.626	1.185

#### **B.4.9. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε υπερτασικούς και μη υπερτασικούς ασθενείς**

Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι **δεν** υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό αρτηριακής υπέρτασης (πίνακας 11). ( $p=0.993$  για το αριστερό ημισφαίριο και  $0.956$  για το δεξί ημισφαίριο, Independent samples T-test) και ( $p=0.833$  για το αριστερό ημισφαίριο και  $p=0.758$  για το δεξί ημισφαίριο, Mann -Whitney).

**Πίνακας 11.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό αρτηριακής υπέρτασης.

	<b>Αρτηριακή υπέρταση</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	19	63.26	6.665	1.529
	Ναι	81	63.25	7.454	0.828
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	19	62.16	6.414	1.471
	ναι	81	62.27	8.419	0.935

#### **B.4.10. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό εμφράγματος του μυοκαρδίου**

Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι **δεν** υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό πρόσφατου εμφράγματος του μυοκαρδίου ( $p=0.615$  για το αριστερό ημισφαίριο και

$p=0.481$  για το δεξί ημισφαίριο, Independent samples T-test) και  $p=0.848$  για το αριστερό ημισφαίριο και  $p=0.788$  για το δεξί ημισφαίριο, Mann –Whitney) πίνακας 13.

**Πίνακας 13.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό πρόσφατου εμφράγματος του μυοκαρδίου.

	<b>Ιστορικό Πρόσφατου εμφράγματος</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	57	62.93	7.711	1.021
	Ναι	43	63.67	6.728	1.026
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	57	61.75	8.869	1.175
	ναι	43	62.91	6.855	1.045

#### **B.4.11. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς στένωση της δεξιάς καρωτίδας**

Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι **δεν** υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> και της στένωσης της δεξιάς καρωτίδας. Η παρατηρούμενη σημαντικότητα (p-value) είναι για το αριστερό ημισφαίριο 0.475 από το Independent samples T-test και 0.320 από το Mann–Whitney. Οι αντίστοιχες τιμές για το δεξί ημισφαίριο είναι 0.066 και 0.057, δηλώνοντας ότι οι βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας είναι ανεξάρτητες από τη στένωση της δεξιάς καρωτίδας (πίνακας 14).

**Πίνακας 14.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς στένωση της δεξιάς καρωτίδας.

	<b>Στένωση Δεξιάς καρωτίδας</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	88	63.44	7.166	0.764
	Ναι	12	61.83	8.255	2.383
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	88	63.05	7.273	0.775
	ναι	12	56.42	11.057	3.192

#### **B.4.12. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με ή χωρίς στένωση της αριστερής καρωτίδας**

Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι **δεν** υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ στένωσης της αριστερής καρωτίδας και της δεξιάς και αριστερής οξυμετρίας.

Η παρατηρούμενη σημαντικότητα (p-value) είναι για το αριστερό ημισφαίριο 0.107 από το Independent samples T-test και 0.101 από το Mann –Whitney. Οι αντίστοιχες τιμές για το δεξί ημισφαίριο είναι 0.164 και 0.077, δηλώνοντας ότι οι τιμές της οξυμετρίας είναι ανεξάρτητες από τη στένωση της αριστερής καρωτίδας.

**Πίνακας 15.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς στένωση της δεξιάς καρωτίδας.

	<b>Στένωση Αριστερής καρωτίδας</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Όχι	96	63.49	7.274	0.742
	Ναι	4	57.50	5.196	2.598
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Όχι	96	63.48	8.121	0.829
	ναι	4	56.75	2.500	1.250

#### **B.4.13. Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς με βαλβιδοπάθεια και σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο**

Από τον μη παραμετρικό έλεγχο προκύπτει ότι **υπάρχει σημαντική συσχέτιση** μεταξύ των τιμών του rSO<sub>2</sub>R και του είδους του χειρουργείου ενώ **δεν** υπάρχει συσχέτιση του rSO<sub>2</sub>L και του είδους του χειρουργείου. (p=0,116 και p=0,451, Mann–Whitney για την οξυμετρία του δεξιού και του αριστερού ημισφαιρίου αντίστοιχα. Πίνακας 16.

**Πίνακας 16.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη ή σε χειρουργική επί των καρδιακών βαλβίδων.

	<b>Χειρουργική επέμβαση</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>Std. Error mean</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	CABG	78	63.96	7.239	0.884
	valve surgery	22	61.88	8.558	2.076
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	CABG	78	63.34	7.470	0.913
	valve surgery	22	58.41	10.112	2.453

#### **B.4.14. Συσχέτιση μεταξύ ύψος, βάρους, ηλικίας και κλάσματος εξώθησης αριστερής κοιλίας (LVEF) και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>**

Τόσο από το δείκτη συσχέτισης του Pearson, όσο και από το δείκτη συσχέτισης του Spearman προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ κάποιου εκ των μεγεθών: ύψος, ηλικία και κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας (LVEF) και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub> R ( $p > 0,05$ ). Υπάρχει όμως σημαντική συσχέτιση του βάρους (όχι κανονική κατανομή) και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub> L ή baseline rSO<sub>2</sub> R (Spearman  $r = 0,228$ ,  $p = 0.023$ ). Υπάρχει επίσης οριακή συσχέτιση μεταξύ του κλάσματος εξώθησης και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub> L (Pearson correlation  $r = 0,697$ ,  $p = 0.050$ ) (πίνακας 17 και 18).

**Πίνακας 17.** Συσχέτιση κατά Pearson ύψους, βάρους, κλάσματος εξωθήσεως με τις Baseline rSO<sub>2</sub> L και Baseline rSO<sub>2</sub> R.

		ηλικία	βάρος	ύψος	LVEF	Baseline rSO <sub>2</sub> L	Baseline rSO <sub>2</sub> R
<b>Ηλικία</b>	Pearson Correlation	1	-,381**	-,404**	-,134	,069	,149
	Sig.(2-tailed)		,000	,000	,195	,499	,142
	N	99	98	98	96	99	99
<b>Βάρος</b>	Pearson Correlation	-,381**	1	,660**	,099	,182	,145
	Sig.(2-tailed)	,000		,000	,338	,071	,153
	N	98	99	99	96	99	99
<b>Ύψος</b>	Pearson Correlation	-,404**	,660**	1	,035	,053	-,076
	Sig.(2-tailed)	,000	,000		,738	,600	,453
	N	98	99	99	96	99	99
<b>LVEF</b>	Pearson Correlation	-,134	,099	,035	1	,199	,079
	Sig.(2-tailed)	,195	,338	,738		,050	,445
	N	96	96	96	97	97	97
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Pearson Correlation	,069	,182	,053	,199	1	,697**
	Sig.(2-tailed)	,499	,071	,600	,50		,000
	N	99	99	99	97	100	100
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Pearson Correlation	,149	,145	-,076	,079	,697**	1
	Sig.(2-tailed)	,142	,153	,453	,445	,000	
	N	99	99	99	97	100	100

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Πίνακας 18.** Συσχέτιση κατά Sperman's ύψους, βάρους, κλάσματος εξωθήσεως με τις baseline rSO<sub>2</sub> L και baseline rSO<sub>2</sub> R.

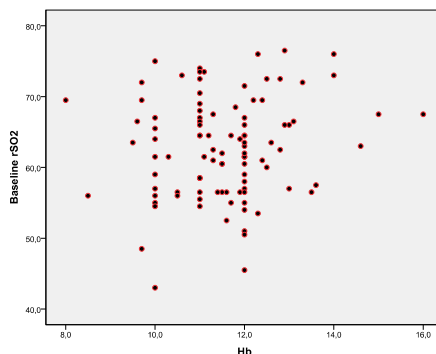
<b>Sperman's</b>		<b>ηλικία</b>	<b>βάρος</b>	<b>Ύψος</b>	<b>LVEF</b>	<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>
<b>Ηλικία</b>	Correlation coeffic	1,000	-,285**	-,329**	-,151	,044	,093
	Sig.(2-tailed)	.	,004	,001	,143	,665	,362
	N	99	98	98	96	99	99
<b>Βάρος</b>	Correlation coeffic	-,285**	1,000	,584**	,100	,228**	,197
	Sig.(2-tailed)	,004	.	,000	,330	,023	,051
	N	98	99	99	96	99	99
<b>Ύψος</b>	Correlation coeffic	-,329**	,584**	1,000	,056	,116	,028
	Sig.(2-tailed)	,001	,000	.	,585	,251	,785
	N	98	99	99	96	99	99
<b>LVEF</b>	Correlation coeffic	-,151	,100	,056	1,000	,170	,058
	Sig.(2-tailed)	,143	,330	,585	.	,095	,570
	N	96	96	96	97	97	97
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L</b>	Correlation coeffic	,044	,228*	,116	,170	1,000	,768**
	Sig.(2-tailed)	,665	,023	,251	,095	.	,000
	N	99	99	99	97	100	100
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> R</b>	Correlation coeffic	,093	,197	,028	,058	,768**	1,000
	Sig.(2-tailed)	,362	,051	,785	,570	,000	.
	N	99	99	99	97	100	100

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

#### **B.4.15. Συσχέτιση μεταξύ της αιμοσφαιρίνης και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>**

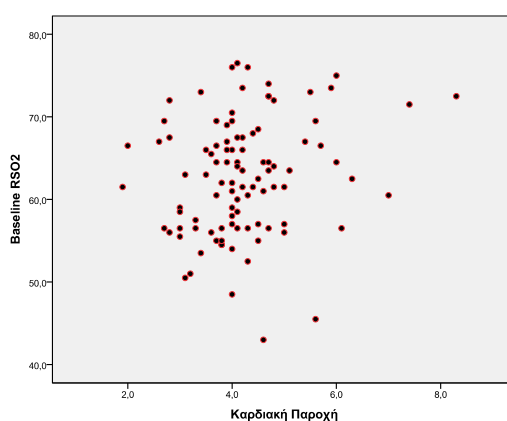
Παρατηρήθηκε γραμμική συσχέτιση μεταξύ των τιμών της αιμοσφαιρίνης (Hb) και των βασικών τιμών εγκεφαλικής οξυμετρίας baseline rSO<sub>2</sub> ( $p=0,145$ ).



**Διάγραμμα 2:** Γραφική παράσταση συσχέτισης των τιμών της αιμοσφαιρίνης (Hb) και των βασικών τιμών εγκεφαλικής οξυμετρίας.

#### **B.4.16. Συσχέτιση μεταξύ των τιμών της καρδιακής παροχής (CO) και των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας baseline rSO<sub>2</sub>**

Παρατηρήθηκε επίσης σημαντική συσχέτιση ( $p=0,046$ ) μεταξύ των τιμών της καρδιακής παροχής (CO) και των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας.



**Διάγραμμα 3:** Γραφική παράσταση συσχέτισης των τιμών της καρδιακής παροχής (CO) και των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας.



### **B.5.1. Διεγχειρητικές και μετεγχειρητικές τιμές του rSO<sub>2</sub>**

Ο πίνακας 19 και το διάγραμμα 4 δείχνουν την πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε όλους τους ασθενείς στα σημεία μέτρησης προεγχειρητικά, διεγχειρητικά και μετεγχειρητικά.

**Πίνακας 19.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του rSO<sub>2</sub> στα σημεία μέτρησης.

	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Median</b>
<b>rSO<sub>2</sub> L I</b>	63.17	7.302	64.00
<b>rSO<sub>2</sub> R I</b>	62,19	8,006	63
<b>rSO<sub>2</sub> L II</b>	65,76	8,6	65
<b>rSO<sub>2</sub> R II</b>	64,9	8,9	65,5
<b>rSO<sub>2</sub> L III</b>	63	8,35	62
<b>rSO<sub>2</sub> R III</b>	61	7,35	61
<b>rSO<sub>2</sub> L IV</b>	56.7	7,9	57
<b>rSO<sub>2</sub> R IV</b>	55	8,9	56
<b>rSO<sub>2</sub> L V</b>	60,6	9,8	60
<b>rSO<sub>2</sub> R V</b>	59,2	11	59
<b>rSO<sub>2</sub> L VI</b>	62	6,8	62
<b>rSO<sub>2</sub> R VI</b>	61,4	8,0	62
<b>rSO<sub>2</sub> L VII</b>	62,8	7,8	62
<b>rSO<sub>2</sub> R VII</b>	62,6	8,5	61
<b>rSO<sub>2</sub> L VIII</b>	64	7,3	64
<b>rSO<sub>2</sub> R VIII</b>	64	8,1	63

#### **Σημείο μέτρησης:**

**I** (baseline),

**II** (μετά την διασωλήνωση),

**III** (πριν την είσοδο του ασθενούς στην εξωσωματική κυκλοφορία),

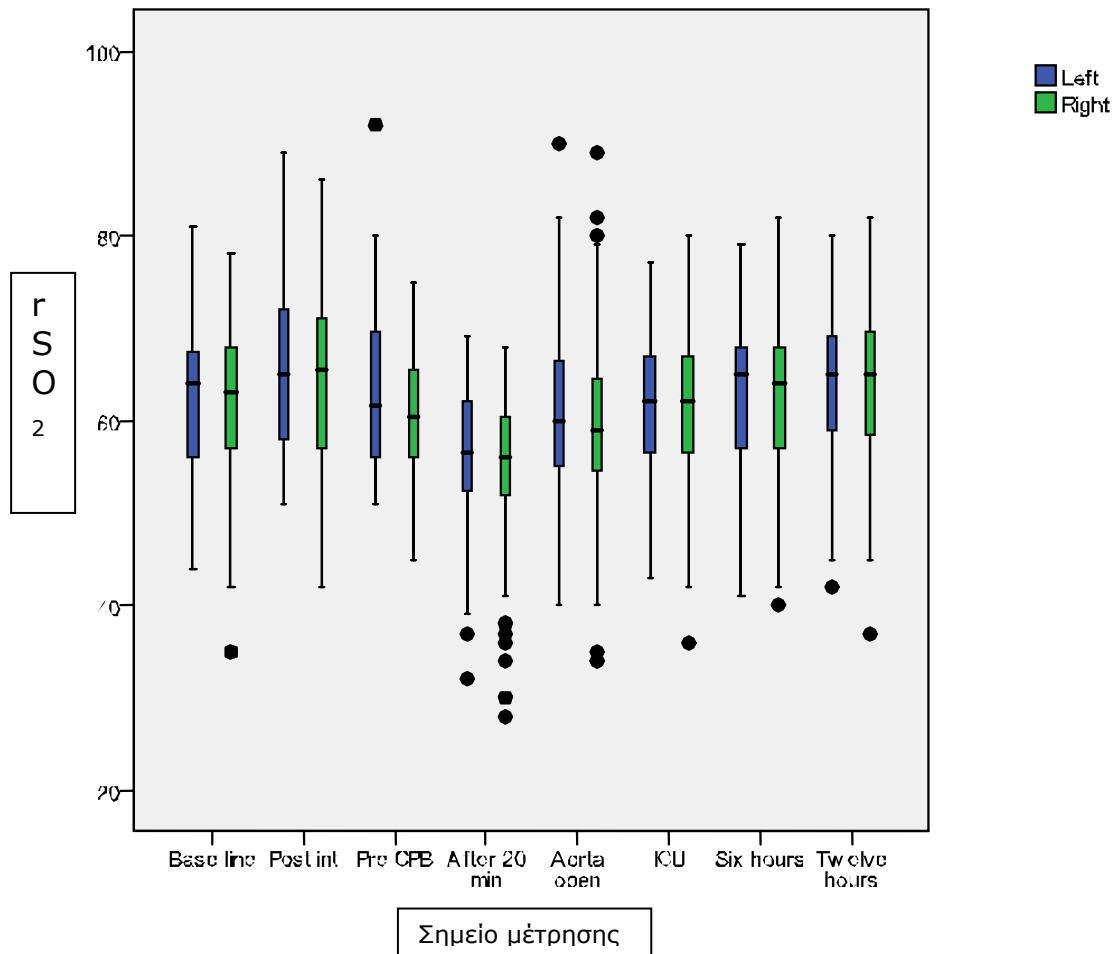
**IV** (20 λεπτά μετά την είσοδο στην εξωσωματική κυκλοφορία),

**V** (αμέσως μετά την άρση του αποκλεισμού της ανιούσης αορτής),

**VI** (αμέσως μετά την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας),

**VII** (6 ώρες μετά την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας),

**VIII** (12 ώρες μετά την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας).



**Διάγραμμα 4:** Πορεία των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε θηκογράμματα στα σημεία μέτρησης **σε όλους τους ασθενείς**. Η μαύρη γραμμή στο θηκόγραμμα είναι η διάμεσος. Οι εκατέρωθεν του θηκογράμματος τιμές αντιπροσωπεύουν το 95% των τιμών. Το θηκόγραμμα αντιπροσωπεύει το 50 % των τιμών.

Οι πίνακες που ακολουθούν δείχνουν τον χρόνο κλειστής αορτής (cross clamp time), τον χρόνο εξωσωματικής κυκλοφορίας (CPB time), το βάθος της συστηματικής υποθερμίας, τον χρόνο επαναθέρμανσης και το αιμοδυναμικό προφίλ του ασθενούς στα σημεία μέτρησης (πίνακες (20 - 23)). Ο έλεγχος της κατανομής των τιμών έγινε με το Τεστ Kolmogorov Smirnov και ήταν κανονική.

**Πίνακας 20:** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του χρόνου κλειστής αορτής (cross clamp time), του χρόνου εξωσωματικής κυκλοφορίας (CPB time), του βάθους της συστηματικής υποθερμίας και του χρόνου επαναθέρμανσης.

	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Median</b>
<b>Χρόνος ισχαιμίας (min)</b>	109,3	53,8	93
<b>Χρόνος εξωσωματικής (min)</b>	146	72,5	122
<b>Βάθος υποθερμίας (°C)</b>	30,96	2,2	31,5
<b>Χρόνος επαναθέρμανσης (min)</b>	65,2	28,6	60

**Πίνακας 21.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του pH, του PaO<sub>2</sub> (mmHg), του PaCO<sub>2</sub> (mmHg), του Lactate, του SvO<sub>2</sub> (%), της καρδιακής παροχής (CO) σε Lit/min, του καρδιακού δείκτη (CI), του αιματοκρίτη (Ht) %, της αιμοσφαιρίνης (Hb) και της μέσης πνευμονικής πίεσης (PAPM) σε mmHg μετά την **άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU)**, σημείο μέτρησης **VI**.

	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
<b>pH</b>	7.3390	.07284
<b>PaCO<sub>2</sub></b>	37.21	4.062
<b>PaO<sub>2</sub></b>	215.77	102.922
<b>Lactate</b>	2.193	1.5937
<b>SvO<sub>2</sub></b>	66.95	8.692
<b>CO</b>	4.216	1.0478
<b>CI</b>	2.418	.4507
<b>Ht</b>	34.87	3.926
<b>Hb</b>	11.547	1.2961
<b>PAPM</b>	20.00	1.000
<b>CVP</b>	11.65	1.005

**Πίνακας 22.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του pH, του PaO<sub>2</sub> (mmHg), του PaCO<sub>2</sub> (mmHg), του Lactate, του SvO<sub>2</sub> (%), της καρδιακής παροχής (CO) σε Lit/min, του καρδιακού δείκτη (CI), του αιματοκρίτη (Ht) %, της αιμοσφαιρίνης (Hb) και της μέσης πνευμονικής πίεσης (PAPM) σε mmHg **6 ώρες μετά** την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU), σημείο μέτρησης **VII**.

	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
<b>pH</b>	7.4262	0.71290
<b>PaCO<sub>2</sub></b>	37.442	10.5652
<b>PaO<sub>2</sub></b>	132.371	40.6517
<b>lactate</b>	1.73	1.316
<b>SvO<sub>2</sub></b>	68.180	9.3280
<b>CO</b>	5.1745	6.20898
<b>CI</b>	2.5878	.49768
<b>Ht</b>	35.30	5.234
<b>Hb</b>	12.043	2.5840
<b>PAPM</b>	22.0000	1.00000
<b>CVP</b>	12.84	1.062

**Πίνακας 23.** Μέση τιμή και σταθερή απόκλιση των τιμών του pH, του PaO<sub>2</sub> (mmHg), του PaCO<sub>2</sub> (mmHg), του Lactate, του SvO<sub>2</sub> (%), της καρδιακής παροχής (CO) σε Lit/min, του καρδιακού δείκτη (CI), του αιματοκρίτη (Ht) %, της αιμοσφαιρίνης (Hb) και της μέσης πνευμονικής πίεσης (PAPM) σε mmHg και κεντρικής φλεβικής πίεσης (CVP), 12 ώρες μετά την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU), σημείο μέτρησης **VIII**.

	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
<b>pH</b>	7.35542	0.86849
<b>PaCO<sub>2</sub></b>	36.9794	4.25580
<b>PaO<sub>2</sub></b>	128.0814	60.18729
<b>lactate</b>	1.2799	.78947
<b>SvO<sub>2</sub></b>	67.6289	9.67957
<b>CO</b>	4.797	1.0828
<b>CI</b>	2.684	.4845
<b>Ht</b>	35.595	4.1268
<b>Hb</b>	12.141	2.8647
<b>PAPM</b>	21.56	1.045
<b>CVP</b>	12.71	1.334

### **B.5.2. Πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε επεμβάσεις αντικατάστασης ή επισκευής καρδιακών βαλβίδων.**

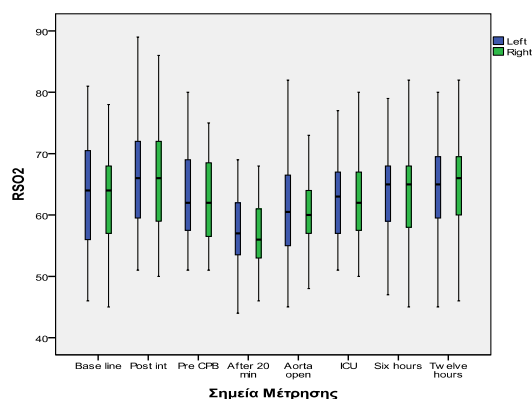
Από το σύνολο των 100 ασθενών που έλαβαν μέρος στην μελέτη μας οι 22 ασθενείς υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση αντικατάστασης ή επισκευής καρδιακής βαλβίδας, αορτικής ή μιτροειδούς. Στον πίνακα 24 παραθέτουμε τα βιομετρικά χαρακτηριστικά, το Euroscore καθώς και διεγχειρητικά – μετεγχειρητικά στοιχεία των ασθενών αυτών.

**Πίνακας 24:** Βιομετρικά στοιχεία των 22 ασθενών με βαλβιδοπάθεια, Euroscore, άνθρωπο-μετρικά στοιχεία, LVEF, χρόνος εξωσωματικής (CPB time), χρόνος ισχαιμίας (cross clamp time), χρόνος επαναθέρμανσης (rewarming time), χρόνος παραμονής στον αναπνευστήρα, στην εντατική στο τμήμα, MMSE προ και 7<sup>η</sup> μτχ ημέρα.

	<b>mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>minimum</b>	<b>maximum</b>
<b>Ηλικία (έτη)</b>	61,82	16,13	20	82
<b>Βάρος (kg)</b>	77,22	16	50	108
<b>Ύψος (cm)</b>	168	11,5	150	193
<b>LVEF (%)</b>	50,7	12,27	25	70
<b>Euroscore</b>	16,3	11,7	6	42
<b>Χρόνος εξωσωματικής (min)</b>	208	88	82	500
<b>Χρόνος ισχαιμίας (min)</b>	155	62	52	305
<b>Χρόνος επαναθέρμανσης (min)</b>	89	30,8	50	140
<b>Ώρες μηχανικού αερισμού</b>	89	141	12	456
<b>Ώρες παραμονής στην ΜΕΘ</b>	222	409	34	1656
<b>Ημέρες νοσηλείας στο τμήμα</b>	10	3,7	7	20
<b>MMSE προεγχειρητικά</b>	29,73	0,2	28	30
<b>MMSE 7<sup>η</sup> μτχ</b>	25,95	0,45	14	30

**Πίνακας 25.** Πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε επεμβάσεις επί των καρδιακών βαλβίδων στα σημεία μέτρησης.

	<b>Αριθμός ασθενών</b>	<b>mean</b>	<b>Std. deviation</b>	<b>minimum</b>	<b>maximum</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L (I)</b>	22	60,86	7.754	44	78
<b>Baseline rSO<sub>2</sub>R (I)</b>	22	58,14	9.478	35	71
<b>Post int rSO<sub>2</sub> L (II)</b>	22	64.86	9.992	52	87
<b>Post int rSO<sub>2</sub> R (II)</b>	22	61.41	9.903	42	76
<b>Pre CPB rSO<sub>2</sub> L (III)</b>	22	63.00	10.245	51	92
<b>Pre CPB rSO<sub>2</sub> R (III)</b>	22	57.86	7.858	45	72
<b>rSO<sub>2</sub> L after 20 min CPB (IV)</b>	22	54.36	9.246	37	69
<b>rSO<sub>2</sub> R after 20 min CPB (IV)</b>	22	49.8636	11.03801	28.00	64.00
<b>rSO<sub>2</sub> L aorta open (V)</b>	22	58.64	12.362	40	90
<b>rSO<sub>2</sub> R aorta open (V)</b>	22	55.00	14.677	34	89
<b>Minimun rSO<sub>2</sub> L</b>	21	48.14	12.257	28	77
<b>Minimun rSO<sub>2</sub> R</b>	21	44.38	11.985	23	60
<b>rSO<sub>2</sub> L in ICU (VI)</b>	21	60.29	8.638	43	75
<b>rSO<sub>2</sub> R in ICU (VI)</b>	21	57.19	11.413	36	75
<b>rSO<sub>2</sub> L after 6 h (VII)</b>	20	58.90	10.310	41	78
<b>rSO<sub>2</sub> R after 6 h (VII)</b>	20	57.60	12.002	40	82
<b>rSO<sub>2</sub> L after 12 h (VIII)</b>	19	62.2105	9.16260	42.00	75.00
<b>rSO<sub>2</sub> R after 12 h (VIII)</b>	19	60.8947	10.89289	37.00	76.00



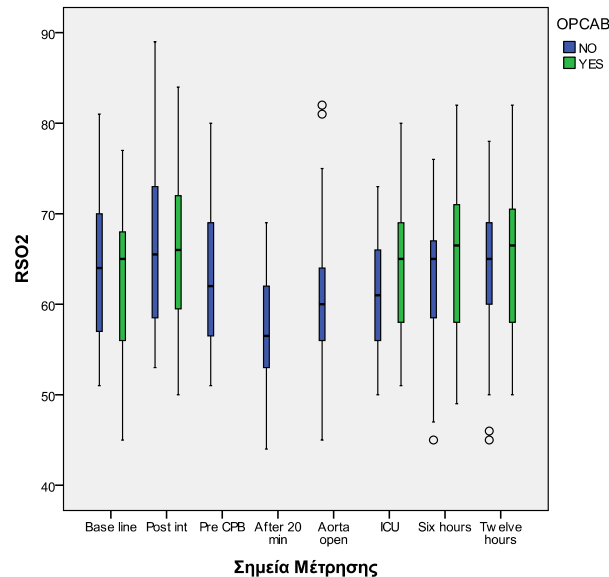
**Διάγραμμα 5.** Πορεία των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε θηκογράμματα σε όλα τα σημεία μέτρησης στους 22 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση λόγω βαλβιδοπάθειας. Η μαύρη γραμμή στο θηκόγραμμα είναι η διάμεσος. Οι εκατέρωθεν του θηκογράμματος τιμές αντιπροσωπεύουν το 95% των τιμών, το θηκόγραμμα αντιπροσωπεύει το 50 % των τιμών.

**B.5.3. Η πορεία των τιμών του  $rSO_2$  σε επεμβάσεις επαναιμάτωσης του μυοκαρδίου με ή χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία (78 στεφανιαίοι ασθενείς).**

**Πίνακας 26.** Βιομετρικά στοιχεία των 78 ασθενών που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη, Euroscore, ανθρωπομετρικά στοιχεία, LVEF, διάρκεια παραμονής σε μηχανική αναπνοή, ΜΕΘ, τμήμα, MMSE προ και 7<sup>η</sup> μτχ ημέρα.

	mean	Std. deviation	minimum	maximum
<b>Ηλικία ασθενών</b>	70	6,23	53	79
<b>Βάρος</b>	71,24	13,19	40	106
<b>ύψος</b>	163,91	8,83	135	176
<b>LVEF (%)</b>	44,72	12	20	70
<b>Euroscore</b>	9,69	7,65	1,3	33
<b>Ώρες μηχανικής αναπνοής</b>	13,6	12,3	3	753
<b>Ώρες παραμονής στην ΜΕΘ</b>	28,8	11,6	12	72
<b>Ημέρες παραμονής στο τμήμα</b>	8,2	7,5	6	50
<b>MMSE προεγχειρητικά</b>	29,03	0,25	20	30
<b>MMSE 7<sup>η</sup> μτχ</b>	28,14	1,14	20	30

Το διάγραμμα 6 δείχνει με γραφική παράσταση σε θηκόγραμμα τις τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη με και χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία (OPCAB), σε όλα τα σημεία μέτρησης.



**Διάγραμμα 6.** Γραφική παράσταση σε θηκόγραμμα των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη με και χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία.

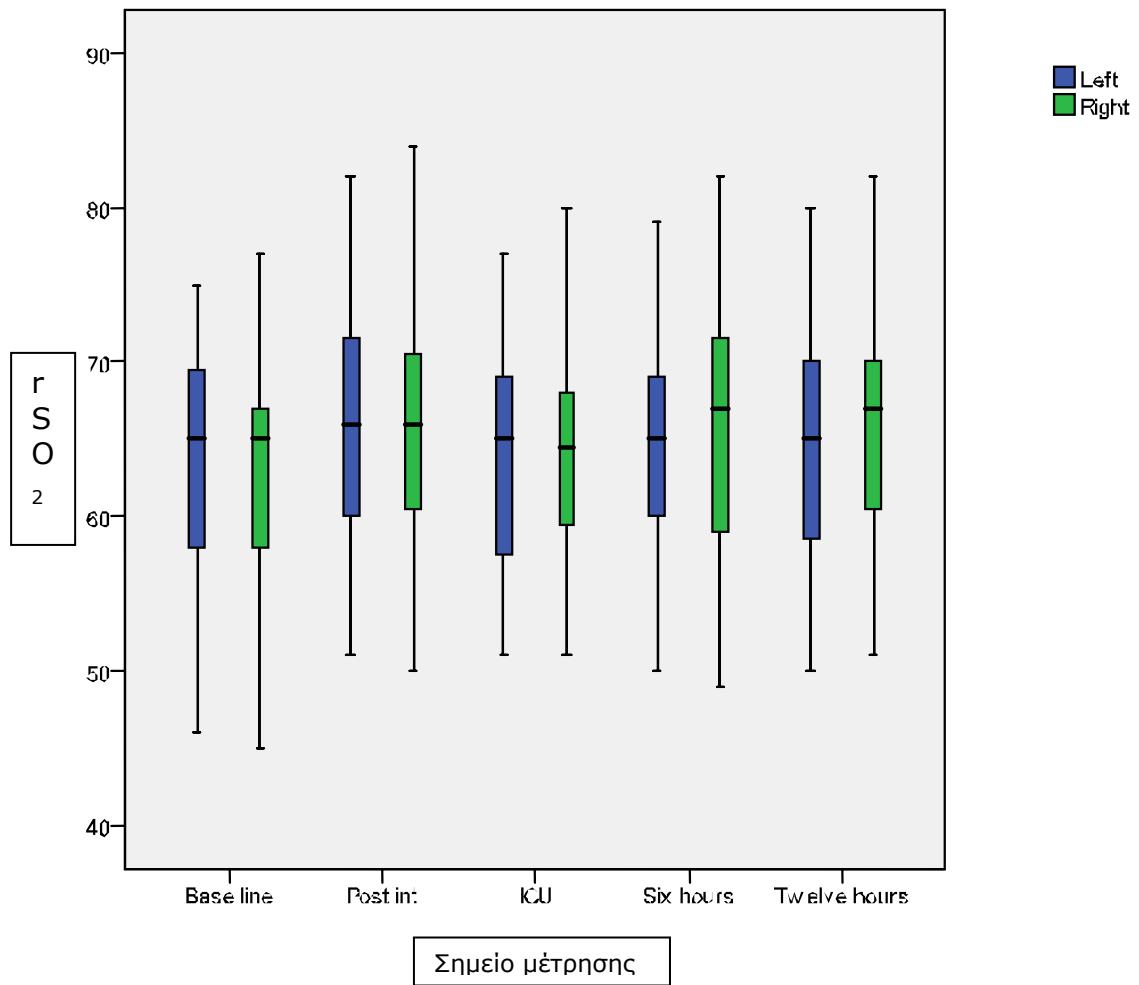
#### **B.5.4. Αορτοσταφανιαία παράκαμψη χωρίς τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας (OPCAB).**

Από τους 100 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς που μελετήσαμε, οι 36 υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη με την καρδιά πάλλουσα, χωρίς τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας (OPCAB). Στο πίνακα 27 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του **rSO<sub>2</sub>** και στο διάγραμμα 7 φαίνεται η πορεία του rSO<sub>2</sub> από την εισαγωγή των ασθενών στην αίθουσα του χειρουργείου έως και 12 ώρες μετεγχειρητικά σε θηκογράμματα.



**Πίνακας 27.** Πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub> των 36 ασθενών που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία (OPCAB), στα σημεία μέτρησης.

	<b>mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>minimum</b>	<b>maximum</b>
<b>Baseline rSO<sub>2</sub> L (I)</b>	63.72	7.217	46	75
<b>Baseline rSO<sub>2</sub>R (I)</b>	63.47	7.292	45	77
<b>Post intubation rSO<sub>2</sub>L (II)</b>	65.50	7.405	51	82
<b>Post intubation rSO<sub>2</sub>R (II)</b>	65.81	8.042	50	84
<b>Minimun rSO<sub>2</sub>L</b>	58.97	6.401	45	70
<b>Minimun rSO<sub>2</sub> R</b>	59.51	6.904	40	72
<b>rSO<sub>2</sub>L in ICU (VI)</b>	63.81	6.718	51	77
<b>rSO<sub>2</sub> R in ICU (VI)</b>	64.17	6.553	51	80
<b>rSO<sub>2</sub> L after 6 hours in ICU (VII)</b>	64.44	7.169	50	79
<b>rSO<sub>2</sub> R after 6 hours in ICU (VII)</b>	65.22	7.341	49	82
<b>rSO<sub>2</sub> L after 12 hours in ICU (VIII)</b>	65.1667	7.36206	50.00	80.00
<b>rSO<sub>2</sub> R after 12 hours in ICU (VIII)</b>	65.7500	7.10483	51.00	82.00

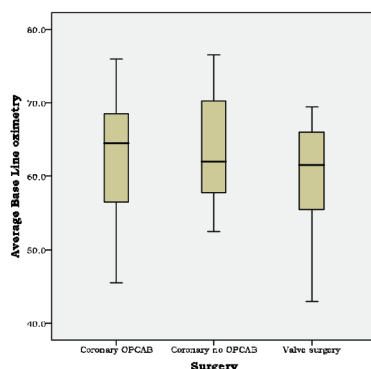


**Διάγραμμα 7.** Πορεία των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας σε θηκογράμματα σε όλα τα σημεία μέτρησης σε 36 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη χωρίς τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας (OPCAB). Η μαύρη γραμμή στο θηκόγραμμα είναι η διάμεσος. Οι εκατέρωθεν του θηκογράμματος τιμές αντιπροσωπεύουν το 95% των τιμών, το θηκόγραμμα το 50 % των τιμών.

## B.5.5. Σύγκριση των τιμών του rSO<sub>2</sub> σε σχέση με το είδος της επέμβασης

### B.5.5.1. Σημείο μέτρησης I: βασικές τιμές rSO<sub>2</sub>.

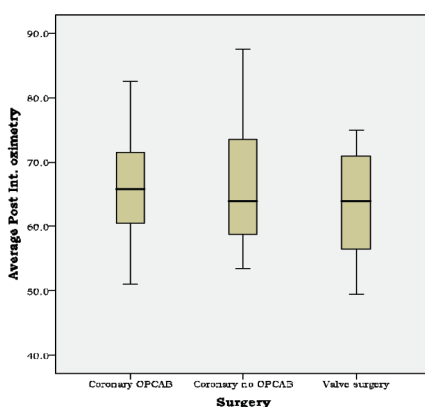
Τόσο τα θηκογράμματα (διάγραμμα 8) όσο και ο έλεγχος με το test Kolmogorov-Smirnov έδειξαν κανονική κατανομή των **βασικών τιμών rSO<sub>2</sub>** (**σημείο μέτρησης I**) στους ασθενείς των τριών ομάδων (βαλβίδα, στεφανιαία με και χωρίς εξωσωματική που παρουσιάζουν ομοιογένεια (Levene τεστ  $p=0.985$ )).



**Διάγραμμα 8:** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις 3 ομάδες ασθενών (22 βαλβίδες, 36 OPCAB, 42 CABG με εξωσωματική κυκλοφορία).

### B.5.5.2. Σημείο μέτρησης II: μετά την διασωλήνωση.

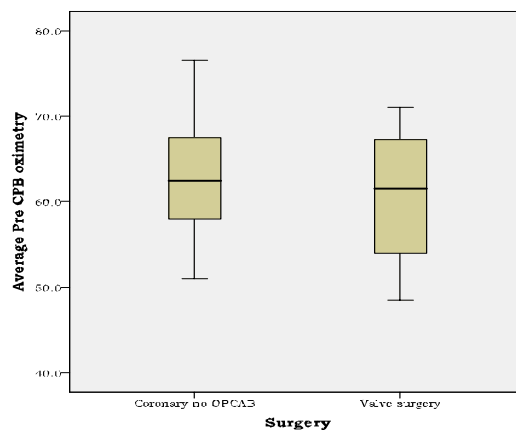
Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στους ασθενείς των τριών ομάδων (βαλβίδα, στεφανιαία με και χωρίς εξωσωματική στο **σημείο μέτρησης II**).



**Διάγραμμα 9.** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις τρεις ομάδες ασθενών μετά την διασωλήνωση.

### B.5.5.3. Σημείο μέτρησης III: πριν την εισαγωγή στην εξωσωματική κυκλοφορία.

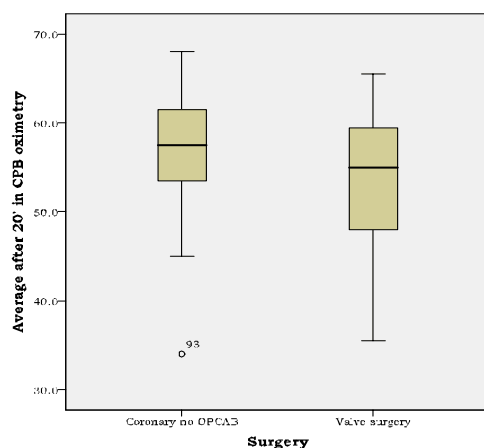
Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση βαλβίδας ή στεφανιαίας παράκαμψης με εξωσωματική κυκλοφορία (**σημείο μέτρησης III**).



**Διάγραμμα 10.** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις δύο ομάδες ασθενών που υποβλήθηκαν σε επέμβαση με τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας.

### B.5.5.4. Σημείο μέτρησης IV: 20 λεπτά σε εξωσωματική κυκλοφορία.

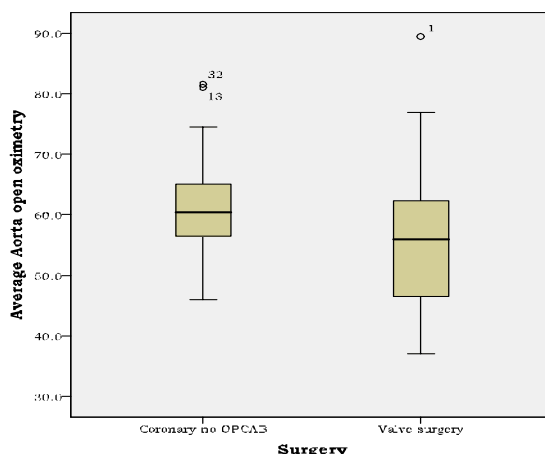
Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ( $p=0.017$ ) στις τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας μεταξύ των ασθενών που υποβλήθηκαν σε επαναιμάτωση του μυοκαρδίου με εξωσωματική κυκλοφορία και αυτών που υποβλήθηκαν σε επέμβαση βαλβίδας.



**Διάγραμμα 11:** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις δύο ομάδες ασθενών που υποβλήθηκαν σε επέμβαση με τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας (ο ασθενής 93-ακραία τιμή, αποκλείστηκε).

#### **B.5.5.5. Σημείο μέτρησης V: άρση του αποκλεισμού της ανιούσης αορτής.**

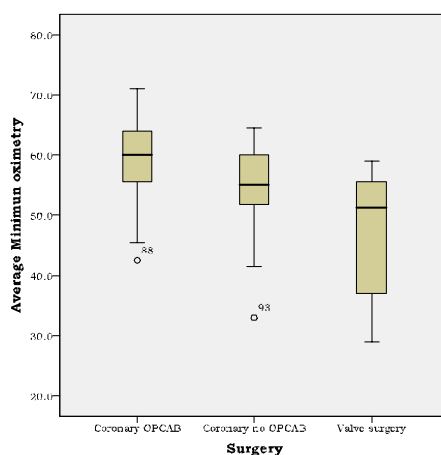
Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ( $p= 0.095$ ) μεταξύ των ασθενών που υποβλήθηκαν σε επαναιμάτωση του μυοκαρδίου με εξωσωματική κυκλοφορία ή επέμβαση βαλβίδας στο **σημείο μέτρησης V**, δηλαδή μετά την άρση του αποκλεισμού της ανιούσης αορτής.



**Διάγραμμα 12:** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις δύο ομάδες ασθενών που υποβλήθηκαν σε επέμβαση με τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας στο σημείο μέτρησης V, δηλαδή μετά την άρση του αποκλεισμού της ανιούσης αορτής.

### B.5.5.6. Ελάχιστες τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας

Σημαντικές διαφορές ( $p=0,00$ ) παρατηρήθηκαν στις ελάχιστες τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας που καταγράφηκαν στους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση βαλβίδας ή αορτοστεφανιαίας παράκαμψης με εξωσωματική κυκλοφορία (διάγραμμα 13).



**Διάγραμμα 13:** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των ελαχίστων τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις 3 ομάδες ασθενών που μελετήσαμε.

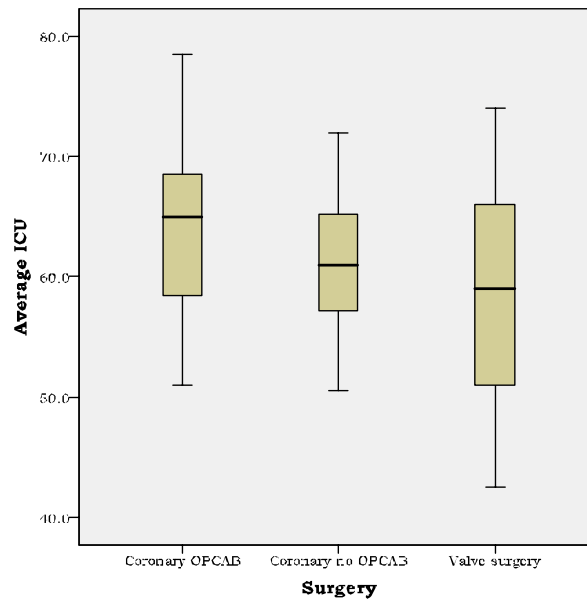
**Πίνακας 32. Πολλαπλή σύγκριση**

Dunnett T3		Ελάχιστες τιμές rSO <sub>2</sub>				
(I) Surgery	(J) Surgery	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Coronary OPCAB	Coronary no OPCAB	4.5292*	1.5494	.014	.742	8.316
	Valve surgery	12.3485*	2.5686	.000	5.888	18.809
Coronary no OPCAB	Coronary OPCAB	-4.5292*	1.5494	.014	-8.316	-.742
	Valve surgery	7.8192*	2.5191	.012	1.463	14.175
Valve surgery	Coronary OPCAB	-12.3485*	2.5686	.000	-18.809	-5.888
	Coronary no OPCAB	-7.8192*	2.5191	.012	-14.175	-1.463

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### B.5.5.7. Σημείο μέτρησης VI: άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας.

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών ομάδων κατά την άφιξη των ασθενών στην Μονάδα Εντατικής Θεραπείας ( $p=0,022$  Anova), (**σημείο μέτρησης VI**).



**Διάγραμμα 14:** Γραφική παράσταση σε θηκογράμματα των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας στις 3 ομάδες ασθενών στο σημείο μέτρησης VI, άφιξη στην μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU).

### B.5.5.8. Σημείο μέτρησης VII και VIII στην μονάδα εντατικής θεραπείας.

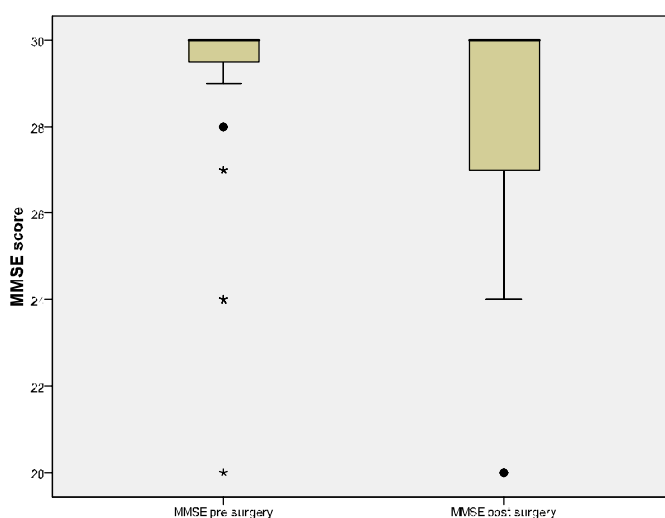
Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων στις τιμές της οξυμετρίας 6 και 12 ώρες μετά την άφιξη των ασθενών στην Μονάδα ( $p=0,022$  Anova), (**σημείο μέτρησης VII και VIII**).

## B.6. Η εξέταση Mini Mental State Examination (MMSE)

Ο πίνακας 39 δείχνει τις μέσες τιμές και τη σταθερή απόκλιση των τιμών του MMSE σε όλους τους ασθενείς προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά. Τα διαγράμματα 15, 16 και 17 δείχνουν σε θηκόγραμμα τις τιμές του MMSE στο σύνολο των ασθενών, και στις ομάδες με ή χωρίς εξωσωματική ή βαλβίδα αντίστοιχα.

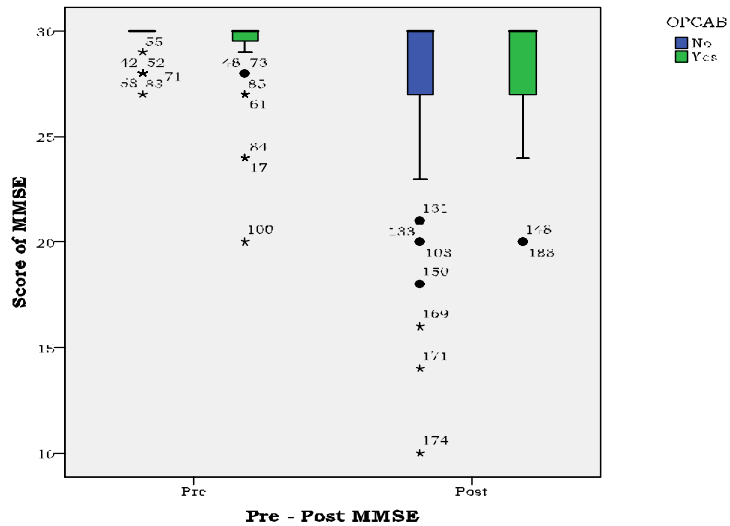
**Πίνακας 39.** Ο πίνακας δείχνει τις μέσες τιμές και την σταθερή απόκλιση του MMSE πριν και 7 ημέρες μετά την επέμβαση στο σύνολο των ασθενών.

	<b>Αριθμός ασθενών</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
<b>MMSE pre</b>	100	27.83	1.45
<b>MMSE post</b>	94	25.37	4.03

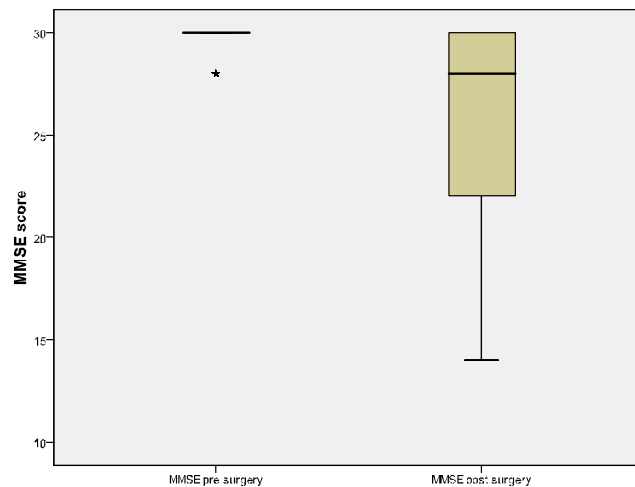


**Διάγραμμα 15.** Το διάγραμμα αυτό δείχνει σε θηκογράμματα τις τιμές του MMSE πριν την επέμβαση και την 7<sup>η</sup> μετεγχειρητική ημέρα στο σύνολο των ασθενών.





**Διάγραμμα 16:** Κατανομή των τιμών του MMSE σε θηκόγραμμα πριν την χειρουργική επέμβαση και την 7η μετεγχειρητική ημέρα σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση με εξωσωματική κυκλοφορία (μπλέ) ή χωρίς εξωσωματική (πράσινο).



**Διάγραμμα 17:** MMSE score πριν και μετά την χειρουργική επέμβαση επί των καρδιακών βαλβίδων υπό μορφή θηκογράμματος. Οι ασθενείς με βαλβιδοπάθεια παρουσίασαν μεγάλη πτώση στο σκορ του MMSE μετά το χειρουργείο.

Προεγχειρητικά ένας μόνο ασθενής (1%) είχε MMSE 20, ο οποίος όμως δεν παρουσίασε νευρογνωσιακές διαταραχές μετεγχειρητικά. Στους λοιπούς ασθενείς το προεγχειρητικό MMSE κυμαινόταν μεταξύ 24 και 30. Ακόμα και οι ασθενείς με χαμηλό baseline rSO<sub>2</sub> δεν είχαν νευρογνωσιακές διαταραχές προεγχειρητικά. Εκ των 100 ασθενών, οι 6 δεν υποβλήθηκαν σε MMSE την 7<sup>η</sup> μετ ημέρα λόγω θανάτου. Η μετεγχειρητική μείωση στο MMSE μεγαλύτερη από 2 μονάδες παρατηρήθηκε σε 20 από τους 94 ασθενείς (21,27%). Από τους 20 αυτούς ασθενείς οι 11 (55%) κατέληξαν έως το 3μηνο follow up. Οι 7 εκ των 11 αυτών ασθενών (63,6%) είχαν εγκεφαλικό αποκορεσμό διεγχειρητικά.

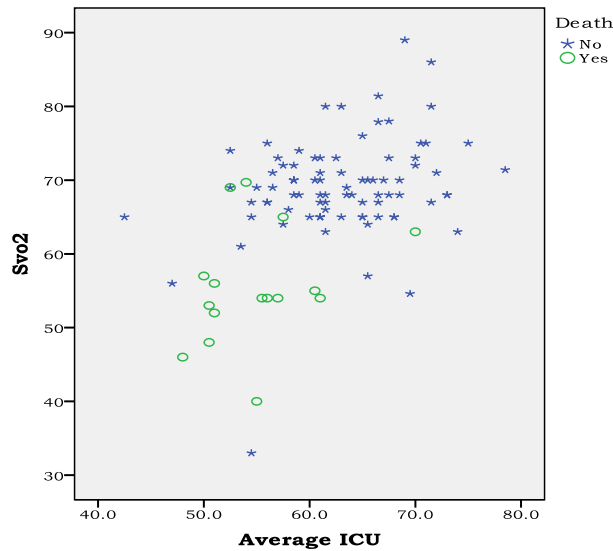
Μείωση κατά 2 μονάδες (μείωση της νευρογνωσιακής λειτουργίας παρουσίασαν 20 εκ των 94 ασθενών. Στην ομάδα των ασθενών που υποβλήθηκε σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη χωρίς εξωσωματική κυκλοφορία (OPCAB), παρατηρήθηκε το μικρότερο ποσοστό ελάττωσης του MMSE. Μόνο 3 εκ των 36 ασθενών (8,3%) παρουσίασε μείωση του MMSE πάνω από 2 μονάδες. Στην ομάδα των ασθενών με αορτοστεφανιαία παράκαμψη με τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας μείωση του MMSE μεγαλύτερη των 2 μονάδων παρατηρήθηκε σε 8 από τους 42 ασθενείς (19%). Εκ των 22 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση επί των καρδιακών βαλβίδων μείωση του MMSE παρατηρήθηκε σε 9 ασθενείς (40,9%).

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ( $p=0,19$ ) μεταξύ των μέσων τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> και των ασθενών με ή χωρίς μείωση του MMSE >2 μονάδες (μείωση νευρογνωσιακής λειτουργίας) μετεγχειρητικά.

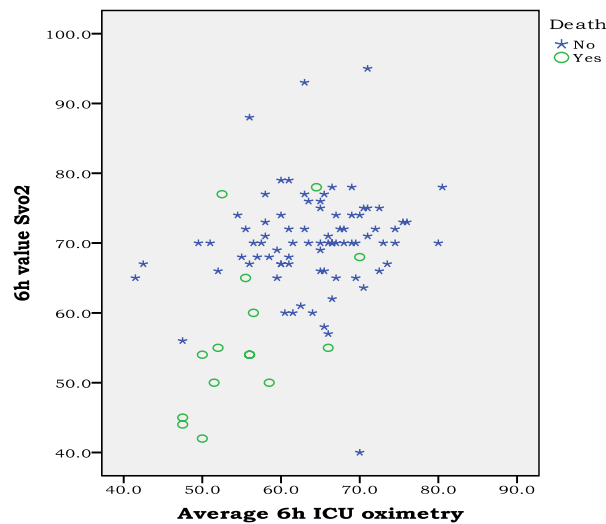
Παρατηρήθηκε όμως σημαντική διαφορά μεταξύ ελάχιστης τιμής του rSO<sub>2</sub> και μείωσης των τιμών του MMSE >2 μονάδες ( $p = 0,00$ )

### B.7. $SvO_2$ , $rSO_2$ και έκβαση των ασθενών

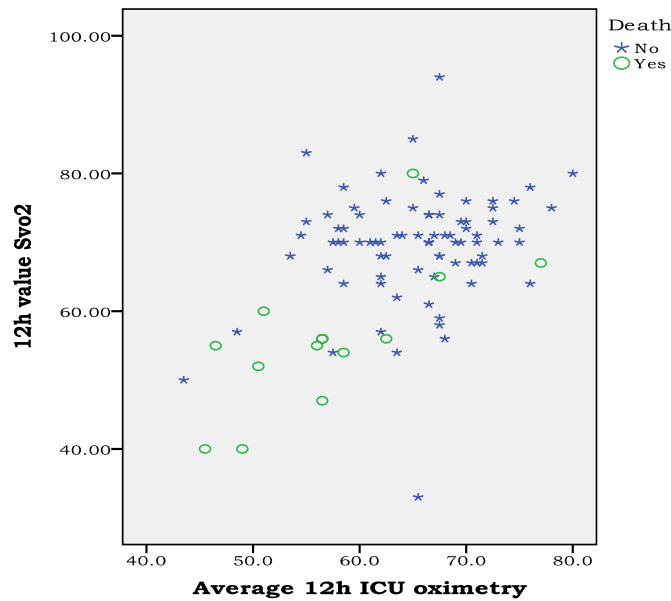
Ένα σημαντικό εύρημα είναι ότι χαμηλές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας στην μονάδα εντατικής θεραπείας σχετίζονται με χαμηλές τιμές του  $SvO_2$  καθώς και με την έκβαση των ασθενών (διαγράμματα 18,19,20).



**Διάγραμμα 18.** Συσχέτιση των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας κατά την άφιξη στη μονάδα με τις τιμές του  $SvO_2$  και την έκβαση των ασθενών (ασθενείς που επέζησαν ή πέθαναν).

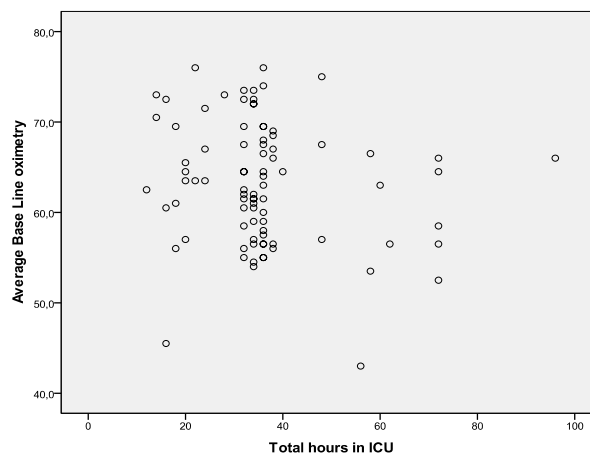


**Διαγραμμα 19.** Συσχέτιση των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας 6 ώρες μετεγχειρητικά με τις τιμές του  $SvO_2$  και την έκβαση των ασθενών (ασθενείς που επέζησαν ή πέθαναν).



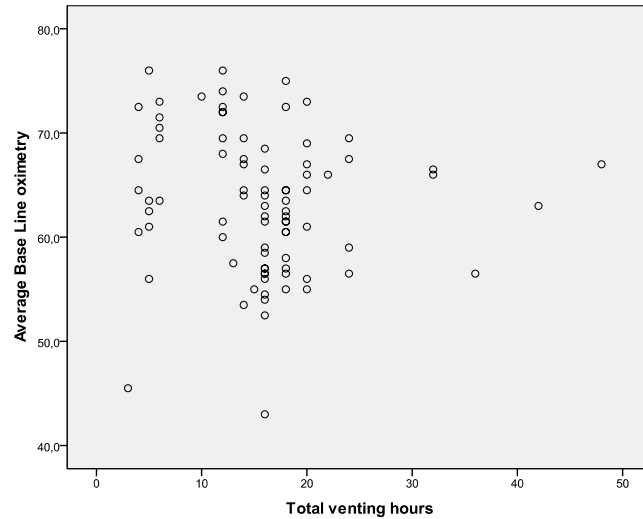
**Διαγραμμα 20.** Συσχέτιση των τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας 12 ώρες μετά την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας με τις τιμές του  $SvO_2$  και την έκβαση των ασθενών (ασθενείς που επέζησαν ή πέθαναν).

Η μέση παραμονή των ασθενών στην μονάδα εντατικής θεραπείας ήταν 35 ώρες. Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση ( $p=0,1$ ) μεταξύ των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας και της παραμονής των ασθενών στην μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU stay) (διάγραμμα 21).



**Διάγραμμα 21:** Συσχέτιση ( $p=0,1$ ) μεταξύ των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας και της παραμονής των ασθενών στην μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU stay).

Η μέση παραμονή των ασθενών στον αναπνευστήρα ήταν 19,5 ώρες, (ασθενείς με ιδιαίτερα ακραίες τιμές εξαιρέθηκαν). Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση ( $p=0,1$ ) μεταξύ των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας και της παραμονής των ασθενών σε μηχανικό αερισμό (διάγραμμα 22).



**Διάγραμμα 22:** Συσχέτιση μεταξύ των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας (baseline  $rSO_2$ ) και της διάρκειας μηχανικού αερισμού ( $p=0,1$ ).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### B.8.1 Συζήτηση για τις βασικές τιμές

Κλινικές μελέτες προτείνουν ότι η διακρανιακή εγκεφαλική ιστική οξυμετρία αποτελεί χρήσιμο μέσο διεγχειρητικής παρακολούθησης σε καρδιοχειρουργικούς, αγγειοχειρουργικούς και ηλικιωμένους ασθενείς [51]. Ωστόσο, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση του ρόλου μέτρησης της εγκεφαλικής οξυμετρίας στην κλινική πράξη χρειάζονται περισσότερα δεδομένα για τον καθορισμό των βασικών τιμών και την αναγνώριση παραγόντων που τις επηρεάζουν σε διάφορους πληθυσμούς [86]. Στην έρευνά μας, σε 100 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς, οι βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας ήταν για το επικρατούν (αριστερό) ημισφαίριο  $rSO_2 = 63,25\% \pm 7,28$ , για το δεξιό ημισφαίριο  $rSO_2 R = 62,25\% \pm 8,05$  και είχαν καλή συσχέτιση μεταξύ τους. Προσπαθώντας να προσδιορίσουν τις βασικές τιμές του  $rSO_2$  σε υγιείς εθελοντές ηλικίας 20 – 36 ετών ο Kim et al αναφέρουν μία μέση τιμή  $rSO_2 71 \pm 6\%$  [85]. Αντίθετα ο Casati et al σε σχετικά υγιείς ηλικιωμένους ασθενείς ( $72 \pm 5$  έτη) της γενικής χειρουργικής αναφέρουν μια μέση βασική τιμή  $rSO_2 63 \pm 8\%$  [86], ενώ ο Edmonds et al σε 1000 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς ηλικίας 20 έως 90 ετών αναφέρουν τιμές  $rSO_2 67 \pm 10\%$  [26].

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το εύρημα ότι στις ετερόπλευρες σημαντικές στενώσεις των κρωτίδων δεν παρατηρήθηκε διαφορά στις τιμές του  $rSO_2$ . Φαίνεται ότι η “ισορροπία” του κύκλου του Willis εξασφαλίζει την απαραίτητη εγκεφαλική άρδευση.

Μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ του  $rSO_2$  και της ηλικίας καθώς και θετική συσχέτιση με την αιμοσφαιρίνη παρατήρησαν ο Kishi et al [89]. Θετική συσχέτιση με την τιμή του αιματοκρίτη βρέθηκε και στην έρευνα του Liem et al σε νεογνά [90], ενώ ο Yoshitani et al αναφέρουν

θετική συσχέτιση του rSO<sub>2</sub> με την αιμοσφαιρίνη και την μέση αρτηριακή πίεση [138]. Αντίθετα οι Sunghee et al βρήκαν ότι η νορμοογκαιμική αιμοαραιώση σε πολυκυτταραιμικούς ασθενείς δεν επηρεάζει τις τιμές rSO<sub>2</sub> [37], ενώ ο Green αναφέρει θετική συσχέτιση τόσο με την αιμοσφαιρίνη όσο και με τις απώλειες αίματος [139]. Σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού μείωσης του rSO<sub>2</sub> και του SpO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια υποξίας σε υγιείς ενήλικες αναφέρουν ο Germon et al [140].

Ως φυσιολογικό εύρος τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας όρισαν ο Madsen et al μία κλίμακα rSO<sub>2</sub> από 55% έως 78% [141]. Στην έρευνά μας το εύρος των τιμών του rSO<sub>2</sub> κυμάνθηκε από 35% έως 81%. Το ποσοστό των ασθενών με baseline rSO<sub>2</sub>L < 55 ήταν 13% και baseline rSO<sub>2</sub>R < 55 ήταν 15%. Η διαφορά μεταξύ των τιμών baseline rSO<sub>2</sub> L και baseline rSO<sub>2</sub>R ήταν 1%, με σταθερή απόκλιση 6. Μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές (p-value=0,099 και 0,349 αντίστοιχα), ενώ η μεταξύ των συσχέτιση ήταν σημαντική (p=0,000) και ισχυρή (0,697).

Στην έρευνα του Edmond et al μόνο το 5,4% των ασθενών είχε βασικές τιμές <50% και στο 1,6% των ασθενών οι τιμές ήταν <40%, ενώ στο 1,5% των ασθενών οι τιμές ήταν >85%. Η μέση διαφορά των βασικών τιμών μεταξύ των δύο ημισφαιρίων ήταν 0 και μόνο το 5% των ασθενών παρουσίαζαν διαφορές στις βασικές τιμές μεταξύ του δεξιού και αριστερού ημισφαιρίου περισσότερο από 10 σημεία. Από στατιστικής σκοπιάς βρέθηκε επίσης ότι τιμές baseline rSO<sub>2</sub> <50% ή >85% ή διαφορά μεταξύ των τιμών των δύο ημισφαιρίων >10 μονάδες ήταν παθολογικές [26]. Στη δική μας μελέτη δεν βρέθηκε κανένας ασθενής με baseline rSO<sub>2</sub> L μικρότερη του 40%, ενώ μόνο ένας ασθενής (1%) είχε baseline rSO<sub>2</sub>R μικρότερη του 40%. Επίσης δεν βρέθηκε ασθενής με baseline πάνω από 85%.

Κάποιος βαθμός ασυμμετρίας (2 – 4 σημεία) στις τιμές του rSO<sub>2</sub> μεταξύ δεξιού και αριστερού ημισφαιρίου παρατηρείται συχνά και μπορεί να οφείλεται στην θέση τοποθέτησης των αισθητήρων [89]. Αντίθετα διαφορές >10 μονάδες είναι ασυνήθιστες και υποδηλώνουν, όπως και η απότομη εμφάνιση αυτών, διαταραχή του ισοζυγίου του οξυγόνου [51]. Στην έρευνά μας η διαφορά μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> του αριστερού και δεξιού ημισφαιρίου ήταν 1%, η σταθερή απόκλιση 6. Μεταξύ του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου οι βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας είχαν απόκλιση από 0 έως 5% σε 64 από τους 100 ασθενείς. Η μέση διαφορά ήταν 2,32 +/- 1,4. Δηλαδή, 64 ασθενείς είχαν διαφορά έως 5% μεταξύ αριστερού και δεξιού ημισφαιρίου, 20 ασθενείς 5 – 10% και 16 ασθενείς >10%.

### **B.8.2 Συζήτηση για την Διεγχειρητική και Μετεγχειρητική πορεία των τιμών του rSO<sub>2</sub>**

Στην έρευνά μας, μετά την εισαγωγή στην αναισθησία παρατηρείται μια σημαντική αύξηση των τιμών του rSO<sub>2</sub> τόσο για το δεξιό, όσο και για το αριστερό ημισφαίριο. Η αύξηση αυτή εξηγείται με την σημαντική μείωση της κατανάλωσης του οξυγόνου που προκαλούν τα ενδοφλέβια αναισθητικά και από τον αερισμό των ασθενών για την εισαγωγή στην αναισθησία με 100% οξυγόνο.

Μείωση των τιμών rSO<sub>2</sub> > 10 και 20% του baseline παρατηρήθηκε σε μεγάλο αριθμό ασθενών είτε διεγχειρητικά (πχ είσοδος στην εξωσωματική κυκλοφορία) είτε μετεγχειρητικά στην μονάδα εντατικής θεραπείας. Οι ελάχιστες τιμές που κατεγράφησαν εκτός των καθορισμένων σημείων μέτρησης παρατηρήθηκαν κυρίως διεγχειρητικά μετά την είσοδο στην εξωσωματική κυκλοφορία ή σε βαθιά υποθερμία. Σημαντικές διαφορές (p=0,00) παρατηρήθηκαν στις ελάχιστες τιμές της



εγκεφαλικής οξυμετρίας που καταγράφηκαν στους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε επέμβαση βαλβίδας ή αορτοστεφανιαίας παράκαμψης με εξωσωματική κυκλοφορία. Φαίνεται επίσης ότι οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη χωρίς τη χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας είχαν υψηλότερες τιμές εγκεφαλικής οξυμετρίας σε όλα τα σημεία μέτρησης.

### **B.8.3 Συζήτηση για την έκβαση - Mini Mental State Examination test**

Η γνωσιακή λειτουργία των ασθενών μας εκτιμήθηκε με τη χρήση του MMSE test. Εμφανής νευρογνωσιακή διαταραχή θεωρείται όταν το mini mental state examination είναι < 23/30 μονάδες [51].

Ένας μόνο ασθενής (1%) είχε προεγχειρητικά MMSE 20. Στους λοιπούς ασθενείς το προεγχειρητικό MMSE κυμαινόταν μεταξύ 24 και 30. Εκ των 100 ασθενών, οι 6 δεν υποβλήθηκαν σε MMSE την 7<sup>η</sup> μετχ ημέρα λόγω θανάτου. Η μετεγχειρητική μείωση στο MMSE μεγαλύτερη από 2 μονάδες παρατηρήθηκε σε 20 από τους 94 ασθενείς (21,27%). Από τους 20 αυτούς ασθενείς οι 11 (55%) κατέληξαν έως το 3μηνο follow up. Οι 7 ασθενείς (63,6%) είχαν εγκεφαλικό αποκορεσμό διεγχειρητικά.

Στο σύνολο των ασθενών, η ανάλυση παλινδρόμησης δεν έδειξε καμία συσχέτιση μεταξύ των τιμών baseline  $rSO_2$  και της έκβασης των ασθενών (ημέρες παραμονής στο νοσοκομείο, εμφάνιση διέγερσης ή σύγχυσης). Ανάλογα ευρήματα προέκυψαν και με το Pearson's correlation Kendall's tau, καθώς και με το Spearman's rho.

Δεν προέκυψε επίσης καμία συσχέτιση μεταξύ χαμηλών τιμών baseline  $rSO_2$  (<55%) και παραμονής στο νοσοκομείο ή εμφάνισης νευρογνωσιακών διαταραχών μετεγχειρητικά. Ωστόσο, η παραμονή στο νοσοκομείο δεν διέφερε μεταξύ αυτών των δύο ομάδων.

Επίσης, η έκβαση μεταξύ ομάδων ασθενών μελετήθηκε και με τη δοκιμασία t-test. Και η δοκιμασία αυτή έδειξε ίδια ευρήματα, ακριβώς όπως και ο έλεγχος συσχέτισης. Δεν υπήρξε δηλαδή καμία διαφορά ως προς την έκβαση (ημέρες παραμονής στο νοσοκομείο, εμφάνιση σύγχυσης/διέγερσης) μεταξύ ασθενών των οποίων το rSO<sub>2</sub> έπεσε κάτω από 50 ή κάτω από 45, σε σύγκριση με εκείνους στους οποίους δεν έπεσε.

Στην έρευνα του Casati et al, ένας στους πέντε από τους ηλικιωμένους ασθενείς που υποβλήθηκαν σε μείζονα μη αγγειακή κοιλιακή επέμβαση εμφάνισε αποκορεσμό διεγχειρητικά και η χρήση του εγκεφαλικού οξυμέτρου για την καθοδήγηση του αναισθησιολογικού πλάνου οδήγησε σε μικρότερη νευρογνωσιακή μείωση και βραχύτερη μετεγχειρητική παραμονή στο νοσοκομείο [51].

Τα αποτελέσματα της έρευνάς μας υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η εγκεφαλική υποξία εμπλέκεται στην φυσιοπαθολογία της μετεγχειρητικής γνωσιακής μείωσης, ενώ η παρακολούθηση του rSO<sub>2</sub> και η άμεση παρέμβαση για την αποκατάστασή του εντός φυσιολογικών ορίων, ελαχιστοποιεί την εμφάνιση εγκεφαλικής υποξίας και βελτιώνει την έκβαση.

Η δοκιμασία MMSE test συνδυάζει μεγάλη ισχύ και εγκυρότητα με συντομία και ευκολία εφαρμογής και μπορεί να καταδείξει μείωση της γνωσιακής λειτουργίας μετά από επαναλαμβανόμενες εφαρμογές [51]. Η επιλογή ωστόσο του MMSE test για την εκτίμηση της γνωσιακής λειτουργίας αποτελεί αναμφίβολα ένα μειονέκτημα της μελέτης μας, καθώς είναι γνωστό ότι αυτή η δοκιμασία δεν είναι η ιδανική για την ακριβή εκτίμηση μείωσης του γνωσιακού επιπέδου, τη στιγμή που πιο ειδικές και ευαίσθητες δοκιμασίες εκτίμησης για κάθε παράμετρο της γνωσιακής λειτουργίας έχουν προταθεί για την περισσότερο ακριβή εκτίμηση της πραγματικής διανοητικής κατάστασης των ασθενών [51].

Ωστόσο μείωση στο MMSE test  $\geq 2$  μονάδες από τις βασικές τιμές σε επαναλαμβανόμενες εφαρμογές καταδεικνύει την εμφάνιση μείωσης της γνωσιακής λειτουργίας [51]. Ο Monk et al εκτίμησαν μετεγχειρητικές γνωσιακές διαταραχές με πιο ευαίσθητες ψυχομετρικές δοκιμασίες σε ασθενείς διαφόρων ηλικιών και ανέφεραν ότι σε ηλικιωμένους ασθενείς η εμφάνιση νευρογνωσιακών διαταραχών σχετιζόνταν με μεγαλύτερη επίπτωση διεγχειρητικών αποκορεσμών και μεγαλύτερη παραμονή στο νοσοκομείο [142].

Στους ασθενείς μας παρατηρήθηκε μια μείωση στη μέση τιμή του MMSE μετεγχειρητικά. Η προεγχειρητική τιμή του MMSE ήταν 27,83 ( $\pm 1,45$ ) που κυμαινόταν από 20 έως 30, ενώ την 7<sup>η</sup> μετεγχειρητική ημέρα η μέση τιμή του MMSE ήταν 25,37 ( $\pm 4,03$ ) με τιμές κυμαινόμενες από 10 έως 30.

Οι βασικές τιμές του rSO<sub>2</sub> για το αριστερό και το δεξιό ημισφαίριο των ασθενών που υποβάλλονται σε καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις ήταν 63,25 $\pm$ 7,28 και 62,25 $\pm$ 8,05 αντίστοιχα. Στην έρευνα του Edmond et al σε 1000 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς, ηλικίας 21 – 91 ετών, 680 άνδρες και 320 γυναίκες (750 ασθενείς) και 250 αγγειοχειρουργικούς ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αντικατάσταση βαλβίδων (αορτικής ή/και μιτροειδούς), η μέση βασική τιμή του rSO<sub>2</sub> ήταν 67 $\pm$ 10%. Στην έρευνα του Yao et al η μέση τιμή του baseline rSO<sub>2</sub> σε καρδιοχειρουργικούς ασθενείς ήταν 58,6  $\pm$  10,2 [41].

Έχει καταδειχτεί η κλινική χρησιμότητα του εγκεφαλικού οξυμέτρου κατά τη διάρκεια επεμβάσεων ανοιχτής καρδιάς, σε ασθενείς με κρανιοεγκεφαλική κάκωση καθώς και σε επεμβάσεις ενδαρτηρεκτομής καρωτίδων. Η εγκεφαλική οξυμετρία μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο σε μια προσπάθεια βελτίωσης της έκβασης σε καρδιοχειρουργικές, αγγειοχειρουργικές, ορθοπαιδικές, λαπαροσκοπικές και άλλες εγχειρήσεις. Επιπλέον έχει αναφερθεί ότι η ενεργή

διατήρηση του rSO<sub>2</sub> πάνω από ένα ασφαλές όριο σε ασθενείς που υπόκεινται σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη, σχετίζεται με λιγότερες επιπλοκές και μικρότερο χρόνο παραμονής στο νοσοκομείο. Δεδομένα που έχουν δημοσιευτεί αναφέρουν ότι σημαντικές διεγχειρητικές μειώσεις στις τιμές του rSO<sub>2</sub> σχετίζονται με κακή έκβαση (νευρογνωσιακές διαταραχές, ημέρες παραμονής στο νοσοκομείο) και υπάρχουν στοιχεία που προτείνουν ότι έγκαιρη παρέμβαση στις μειώσεις του rSO<sub>2</sub> μπορεί να συνεισφέρει σε βελτίωση της έκβασης. Ωστόσο ελάχιστες πληροφορίες αναφέρονται στην βιβλιογραφία σχετικά με την εμφάνιση εγκεφαλικών αποκορεσμών σε ηλικιωμένους αναισθητοποιημένους ασθενείς που υποβάλλονται σε μη-καρδιακή και μη-αγγειακή επέμβαση [86].

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι 13 ασθενείς (13%) είχαν baseline rSO<sub>2</sub>L <55%, ενώ 15 ασθενείς (15%) είχαν baseline rSO<sub>2</sub>R <55%. Μόνο 3 ασθενείς (3%) είχαν baseline rSO<sub>2</sub>L πάνω από 75% και άλλοι 3 ασθενείς είχαν baseline rSO<sub>2</sub>R πάνω από 75%. Το υψηλό ποσοστό χαμηλών τιμών baseline rSO<sub>2</sub> υποδεικνύει την αναγκαιότητα παρακολούθησης των ασθενών αυτών με τη μέθοδο της εγκεφαλικής οξυμετρίας τόσο διεγχειρητικά όσο και μετεγχειρητικά. Περισσότερες μελέτες είναι απαραίτητες για να καθοριστεί αφενός μεν η χρησιμότητα της εγκεφαλικής οξυμετρίας στην ομάδα ασθενών που υποβάλλονται σε καρδιοχειρουργική επέμβαση, αφετέρου εάν η μέθοδος αυτή μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη προεγχειρητική προετοιμασία και στην καλύτερη παρακολούθηση των καρδιοχειρουργικών ασθενών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ:** Οι νευρολογικές διαταραχές αποτελούν μια συχνή επιπλοκή των καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων και ένα σημαντικό αίτιο νοσηρότητας και θνητότητας. Για την παρακολούθηση του κεντρικού νευρικού συστήματος κατά την διάρκεια μιας καρδιοχειρουργικής επέμβασης έχουν χρησιμοποιηθεί το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, τα προκλητά σωματοαισθητικά δυναμικά και πρόσφατα, η εγκεφαλική οξυμετρία (rSO<sub>2</sub>) η οποία μετρά κατά προσέγγιση τον κορεσμό του φλεβικού αίματος στον εγκέφαλο, αντανακλώνοντας στο ισοζύγιο προσφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου.

**ΣΚΟΠΟΣ:** Σκοπός της έρευνάς μας είναι να μελετήσουμε το εύρος των βασικών τιμών (baseline) του rSO<sub>2</sub> στην ομάδα των ασθενών που υποβάλλονται σε καρδιοχειρουργική επέμβαση, τους παράγοντες που επηρεάζουν τις βασικές τιμές, τις μεταβολές του rSO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων και αν οι μεταβολές αυτές είναι εξαρτώμενες από το είδος της επέμβασης. Σκοπός μας επίσης είναι να μελετήσουμε την επίδραση του χρόνου ισχαιμίας και του χρόνου εξωσωματικής κυκλοφορίας στις τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας και στην έκβαση των ασθενών, όπως επίσης σκοπός μας είναι να μελετήσουμε τις μεταβολές του rSO<sub>2</sub> στην άμεση μετεγχειρητική φάση, όπως και το ποσοστό νευρογνωσιακών διαταραχών μετεγχειρητικά στους ασθενείς μας.

**ΥΛΙΚΟ-ΜΕΘΟΔΟΣ:** Στην μελέτη μας συμπεριελήφθησαν 100 καρδιοχειρουργικοί ασθενείς που υποβλήθηκαν σε προγραμματισμένη επέμβαση. Οι 78 ασθενείς υποβλήθηκαν σε αορτοστεφανιαία παράκαμψη, 36 εκ των οποίων χειρουργήθηκαν χωρίς την χρήση της εξωσωματικής κυκλοφορίας (OPCAB). Άλλοι 22 ασθενείς υποβλήθηκαν σε επέμβαση επί των καρδιακών βαλβίδων,

επισκευή ή αντικατάσταση, αορτικής ή μιτροειδούς. Σε όλους τους ασθενείς ελήφθη πλήρες ιστορικό και εκτιμήθηκε προεγχειρητικά η νευρολογική τους κατάσταση με τη χρήση του MMSE. Οι πιθανοί παράγοντες που σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία επηρεάζουν τις βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας, επίσης κατεγράφησαν. Μετά την είσοδο του ασθενούς στην αίθουσα του χειρουργείου, έγινε καταγραφή των τιμών baseline rSO<sub>2</sub>. Ακολούθως καταγράψαμε την πορεία του rSO<sub>2</sub> και το πλήρες αιμοδυναμικό profile του ασθενούς στα καθορισμένα σημεία μέτρησης διεγχειρητικά και μετεγχειρητικά για τις 12 πρώτες ώρες από την άφιξη του ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Οι βασικές τιμές ήταν για το αριστερό ημισφαίριο rSO<sub>2</sub>=63,25% και για το δεξιό rSO<sub>2</sub>=62,25%. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του baseline rSO<sub>2</sub> μεταξύ ασθενών αντρικού και γυναικείου φύλου, σε διαβητικούς και μη διαβητικούς ασθενείς ή μεταξύ των ασθενών με ιστορικό αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (ΑΕΕ), και χωρίς εγκεφαλικό επεισόδιο. Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε καπνιστές και μη καπνιστές ούτε μεταξύ ασθενών με ή χωρίς ιστορικό υπερχοληστερολαιμίας. Δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό αρτηριακής υπέρτασης καθώς επίσης δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> σε ασθενείς με ή χωρίς ιστορικό πρόσφατου εμφράγματος του μυοκαρδίου. Τόσο από τους παραμετρικούς όσο και από τους μη παραμετρικούς ελέγχους προκύπτει ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του baseline rSO<sub>2</sub> και της στένωσης της δεξιάς καρωτίδας. Οι τιμές της οξυμετρίας είναι ανεξάρτητες από

τη στένωση της αριστερής καρωτίδας. Από τον μη παραμετρικό έλεγχο προκύπτει ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του rSO<sub>2</sub>R και του είδους του χειρουργείου ενώ δεν υπάρχει συσχέτιση του rSO<sub>2</sub>L και του είδους του χειρουργείου. Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ κάποιου εκ των μεγεθών: ύψος, ηλικία και κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας (LVEF) και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>R ( $p > 0,05$ ). Υπάρχει όμως σημαντική συσχέτιση του βάρους (όχι κανονική κατανομή) και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>L ή baseline rSO<sub>2</sub>R (Spearman  $r = 0,228$ ,  $p = 0,023$ ). Υπάρχει επίσης οριακή συσχέτιση μεταξύ του κλάσματος εξώθησης και της τιμής του baseline rSO<sub>2</sub>L. Παρατηρήθηκε γραμμική συσχέτιση μεταξύ των τιμών της αιμοσφαιρίνης (Hb) και των βασικών τιμών εγκεφαλικής οξυμετρίας baseline rSO<sub>2</sub> ( $p = 0,145$ ), καθώς επίσης βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ( $p = 0,046$ ) μεταξύ των τιμών της καρδιακής παροχής (CO) και των βασικών τιμών της εγκεφαλικής οξυμετρίας.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:** Η παρακολούθηση της οξυγόνωσης του εγκεφάλου με τη χρήση της εγκεφαλικής οξυμετρίας INVOS είναι μια ασφαλής, χρήσιμη, αξιόπιστη και μη επεμβατική μέθοδος παρακολούθησης του ΚΝΣ. Είναι ένα χρήσιμο εργαλείο τόσο διεγχειρητικά όσο και για την μετεγχειρητική παρακολούθηση του καρδιοχειρουργικού ασθενούς στην μονάδα εντατικής θεραπείας. Η στενή παρακολούθηση της καμπύλης μεταβολής του rSO<sub>2</sub> παρέχει στον αναισθησιολόγο και στον καρδιοχειρουργό πολύτιμες πληροφορίες και προστατεύει τον ασθενή χάρη σε παρεμβατικούς χειρισμούς που θα κριθούν κατά περίπτωση αναγκαίοι.





## **SUMMARY**

The usage of the Cerebral Oximetry in the perioperative monitoring of the Cardiac Surgery patients

**Nikolaos G. Baikoussis**

**INTRODUCTION:** The neurological alterations are common complications and consists a significant cause of mortality and morbidity after heart surgery. For the central nervous system monitoring during cardiac surgery are used the EEG, the somato-sensitive evocated potentials (SSEP) and recently the regional saturation of oxygen ( $rSO_2$ ) witch measures approximately the saturation of the cerebral venous blood, reflected the equilibration between offer and demand of oxygen.

**AIM:** The aim of our research is the study of the baseline  $rSO_2$  range in a group of patient undergone on cardiac surgery, the possible factors influencing the  $rSO_2$  and its alterations during the operation. We would like also to study the effect of the extracorporeal circulation and the cross clamp time on the patient outcome.

**MATERIAL AND METHODS:** We studied 100 patients undergone on selected cardiac surgery intervention. Of them, 78 underwent on coronary-artery bypass grafting, 36 of them underwent on off-pump coronary artery bypass (OPCAB). 22 patients underwent on intervention for valvulopathy, repair or replacement of the aortic or mitral valve. All of them had a complete history and an evaluation of their neurological status through the Mini-mental state examination (MMSE). Possible risk factors, according the international bibliography affecting the beseline  $rSO_2$  were studied. We studied also the  $rSO_2$  and the hemodynamic profile of any

patient either intraoperatively and postoperatively for the first 12 hours in the ICU.

**RESULTS:** Baseline  $rSO_2$  of the left hemisphere was 63,25% and the baseline  $rSO_2$  of the right was 62,25%. We did not observe significant difference of the baseline  $rSO_2$  between male and female, smokers and non smokers, dislipidemic and non dislipidemic patients, diabetics and non diabetics patients. We did none observe also difference between patients with history of myocardial infarction or not, hypertension or not, between patients with cerebrovascular diseases or not. There is not correlation of the baseline  $rSO_2$  R with the high, weigh and left ventricle ejection fraction. There is also a correlation baseline  $rSO_2L$  ñ baseline  $rSO_2R$  with the weigh (Spearman  $r=0,228$ ,  $p=0.023$ ). A critical correlation of the baseline  $rSO_2L$  was observed with the LVEF. A linear correlation of the baseline  $rSO_2$  was found with the hemoglobin ( $p=0,145$ ) and the cardiac output ( $p=0,046$ ).

**CONCLUSIONS:** The measurement of the cerebral oxygenation trough the INVOS is a safe, useful and non-invasive tool for the central nervous system monitoring. It is useful either intra and postoperatively used in the intensive care unit. The close observation of the  $rSO_2$  curve offer to the anesthetist and cardiac surgeon information and recommendations for appropriate manipulations in order to prevent cerebral damage with neurological and neurocognitive complications.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Karavaev BI, Kozhevnikov VA, Seliutin M, Lur'e GO, Charnaia MA, Ivanov VA, Zhbanov IV, Kuznetsov RV, Bondarenko AV: **[Cerebral oximetry during cardiac surgery under extracorporeal circulation]**. *Anesteziol Reanimatol* 2002(5):21-24.
2. Slater JP, Guarino T, Stack J, Vinod K, Bustami RT, Brown JM, 3rd, Rodriguez AL, Magovern CJ, Zaubler T, Freundlich K *et al*: **Cerebral oxygen desaturation predicts cognitive decline and longer hospital stay after cardiac surgery**. *Ann Thorac Surg* 2009, **87**(1):36-44; discussion 44-35.
3. Selnes OA, McKhann GM: **Neurocognitive complications after coronary artery bypass surgery**. *Ann Neurol* 2005, **57**(5):615-621.
4. Nollert G, Mohnle P, Tassani-Prell P, Reichart B: **Determinants of cerebral oxygenation during cardiac surgery**. *Circulation* 1995, **92**(9 Suppl):II327-333.
5. Παπαδόπουλος Γ: **Η παρακολούθηση της εγκεφαλικής οξυμετρίας με τη συσκευή INVOS**. Ιωάννινα: Εκδόσεις ΕΦΥΡΑ; 2007.
6. Stroobant N, Van Nooten G, Van Belleghem Y, Vingerhoets G: **Relation between neurocognitive impairment, embolic load, and cerebrovascular reactivity following on- and off-pump coronary artery bypass grafting**. *Chest* 2005, **127**(6):1967-1976.
7. Rubio A, Hakami L, Munch F, Tandler R, Harig F, Weyand M: **Noninvasive control of adequate cerebral oxygenation during low-flow antegrade selective cerebral perfusion on adults and infants in the aortic arch surgery**. *J Card Surg* 2008, **23**(5):474-479.
8. Murkin JM, Arango M: **Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation**. *Br J Anaesth* 2009, **103** Suppl 1:i3-13.
9. Μπαϊκούσης Ν, Συμινελάκης Σ, Αρναούτογλου Ε, Ματσάγκας Μ, Κωτσαντή Α, Παπαδόπουλος Γ: **Βασικές τιμές της εγκεφαλικής οξυμετρίας rSO<sub>2</sub> σε 100 καρδιοχειρουργικούς ασθενείς**. In: *Βορειοελλαδικό Καρδιολογικό Συνέδριο*. Θεσσαλονίκη 19-22 Μαΐου 2009.

10. Μπαϊκούσης Ν, Συμινελάκης Σ, Αρναούτογλου Ε, Ματσάγκας Μ, Κωτσαντή Α, Πέτρου Α, Παπαδόπουλος Γ: **Πρόδρομα αποτελέσματα από τη χρήση της εγκεφαλικής οξυμετρίας στη διεγχειρητική και μετεγχειρητική παρακολούθηση καρδιοχειρουργικών ασθενών.** In: *29ο Πανελλήνιο Καρδιολογικό Συνέδριο*. Αθήνα 29-31 Οκτωβρίου 2009: Ελληνική Καρδιολογική Επιθεώρηση (Συμπλήρωμα 2009).
11. Hong SW, Shim JK, Choi YS, Kim DH, Chang BC, Kwak YL: **Prediction of cognitive dysfunction and patients' outcome following valvular heart surgery and the role of cerebral oximetry.** *Eur J Cardiothorac Surg* 2008, **33**(4):560-565.
12. Chernov VI, Efimova NY, Efimova IY, Akhmedov SD, Lishmanov YB: **Short-term and long-term cognitive function and cerebral perfusion in off-pump and on-pump coronary artery bypass patients.** *Eur J Cardiothorac Surg* 2006, **29**(1):74-81.
13. Jensen BO, Rasmussen LS, Steinbruchel DA: **Cognitive outcomes in elderly high-risk patients 1 year after off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting. A randomized trial.** *Eur J Cardiothorac Surg* 2008, **34**(5):1016-1021.
14. Kussman BD, Wypij D, DiNardo JA, Newburger JW, Mayer JE, Jr., del Nido PJ, Bacha EA, Pigula F, McGrath E, Laussen PC: **Cerebral oximetry during infant cardiac surgery: evaluation and relationship to early postoperative outcome.** *Anesth Analg* 2009, **108**(4):1122-1131.
15. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, Levin SK, Illner P: **Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery.** *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004, **18**(5):552-558.
16. Diegeler A, Hirsch R, Schneider F, Schilling LO, Falk V, Rauch T, Mohr FW: **Neuromonitoring and neurocognitive outcome in off-pump versus conventional coronary bypass operation.** *Ann Thorac Surg* 2000, **69**(4):1162-1166.
17. Newman MF, Kirchner JL, Phillips-Bute B, Gaver V, Grocott H, Jones RH, Mark DB, Reves JG, Blumenthal JA: **Longitudinal assessment of neurocognitive function after coronary-artery bypass surgery.** *N Engl J Med* 2001, **344**(6):395-402.
18. Markus HS: **Cerebral perfusion and stroke.** *J Neurol*

- Neurosurg Psychiatry* 2004, **75**(3):353-361.
19. Angerson W: **Blood flow in the brain**. New York: Oxford University Press; 1989.
  20. Sloan MA: **Prevention of ischemic neurologic injury with intraoperative monitoring of selected cardiovascular and cerebrovascular procedures: roles of electroencephalography, somatosensory evoked potentials, transcranial Doppler, and near-infrared spectroscopy**. *Neurol Clin* 2006, **24**(4):631-645.
  21. Tanaka H, Kazui T, Sato H, Inoue N, Yamada O, Komatsu S: **Experimental study on the optimum flow rate and pressure for selective cerebral perfusion**. *Ann Thorac Surg* 1995, **59**(3):651-657.
  22. Shaaban Ali M, Harmer M, Elliott M, Thomas AL, Kirkham F: **A pilot study of evaluation of cerebral function by S100beta protein and near-infrared spectroscopy during cold and warm cardiopulmonary bypass in infants and children undergoing open-heart surgery**. *Anaesthesia* 2004, **59**(1):20-26.
  23. Hacke W: **Cerebral ischemia**. Berlin ; New York: Springer-Verlag; 1991.
  24. Σάββας: **Επίτομη Ανατομική του ανθρώπου**.
  25. Prabhune A, Sehic A, Spence PA, Church T, Edmonds HL, Jr.: **Cerebral oximetry provides early warning of oxygen delivery failure during cardiopulmonary bypass**. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002, **16**(2):204-206.
  26. Edmonds HL, Jr., Ganzel BL, Austin EH, 3rd: **Cerebral oximetry for cardiac and vascular surgery**. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2004, **8**(2):147-166.
  27. Edmonds HL, Jr.: **Multi-modality neurophysiologic monitoring for cardiac surgery**. *Heart Surg Forum* 2002, **5**(3):225-228.
  28. Μπαϊκούσης Ν, Κουτεντάκης Μ, Μακρής Α, Ανδρούτσος Ο, Συμινελάκης Σ, Παπαδόπουλος Γ: **Η συμβολή της εγκεφαλικής οξυμετρίας στη διεγχειρητική παρακολούθηση καρδιοχειρουργικών ασθενών**. In: *Συμπόσιο εξωσωματικής κυκλοφορίας*. Αλεξανδρούπολη, 18 Απριλίου 2010.
  29. Συμινελάκης Σ, Σισμανίδης Σ, Μπέης Ι, Αρναούτογλου Ε, Παπαδόπουλος Γ: **Προστασία εγκεφάλου κατά τη διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων με την εγκεφαλική**

- οξυμετρία: Έγκαιρη διαπίστωση μετατόπισης της αρτηριακής κάνουλας.** In: *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καρδιοχειρουργικής*: 195-196.
30. Smith DS, Levy W, Maris M, Chance B: **Reperfusion hyperoxia in brain after circulatory arrest in humans.** *Anesthesiology* 1990, **73**(1):12-19.
  31. Vijay V: **Cerebral oximetry directed permissive hypercapnia enhances cerebral perfusion during CPB for heart failure surgery.** In: *Presented at outcomes of The key West Meeting: 2003; Florida; 2003.*
  32. du Plessis AJ, Jonas RA, Wypij D, Hickey PR, Riviello J, Wessel DL, Roth SJ, Burrows FA, Walter G, Farrell DM *et al*: **Perioperative effects of alpha-stat versus pH-stat strategies for deep hypothermic cardiopulmonary bypass in infants.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997, **114**(6):991-1000; discussion 1000-1001.
  33. Deeb GM, Jenkins E, Bolling SF, Brunsting LA, Williams DM, Quint LE, Deeb ND: **Retrograde cerebral perfusion during hypothermic circulatory arrest reduces neurologic morbidity.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995, **109**(2):259-268.
  34. Shinoka T: **Utility of near infrared spectroscopic measurements during deep hypothermic circulatory arrest.** *Ann Thorac Surg* 2000, **69**:578-583.
  35. Fukada J, Morishita K, Kawaharada N, Yamauchi A, Hasegawa T, Satsu T, Abe T: **Isolated cerebral perfusion for intraoperative cerebral malperfusion in type A aortic dissection.** *Ann Thorac Surg* 2003, **75**(1):266-268.
  36. Shaaban-Ali M, Harmer M, Vaughan RS, Dunne JA, Latta IP, Haaverstad R, Kulatilake EN, Butchart EG: **Changes in serum S100beta protein and Mini-Mental State Examination after cold (28 degrees C) and warm (34 degrees C) cardiopulmonary bypass using different blood gas strategies (alpha-stat and pH-stat).** *Acta Anaesthesiol Scand* 2002, **46**(1):10-16.
  37. Sunghee H: **Changes in cerebral oxygenation during normovolemic hemodilution in patients with polycythemia (abstr).** *Anesthesiology* 2002, **96**(3A):A280.
  38. Borst HG, Laas J, Heinemann M: **Type A aortic dissection: diagnosis and management of malperfusion phenomena.** *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1991, **3**(3):238-241.

39. Caplan LR, Hennerici M: **Impaired clearance of emboli (washout) is an important link between hypoperfusion, embolism, and ischemic stroke.** *Arch Neurol* 1998, **55**(11):1475-1482.
40. Vohra HA, Modi A, Ohri SK: **Does use of intra-operative cerebral regional oxygen saturation monitoring during cardiac surgery lead to improved clinical outcomes?** *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009, **9**(2):318-322.
41. Yao F: **Maintaining cerebral oxygen saturation during cardiac surgery shortened ICU and hospital stay (abstr).** *Anesth Analg* 2001, **92**:SCA86.
42. Murkin JM: **Perioperative detection of brain oxygenation and clinical outcomes in cardiac surgery.** *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2004, **8**(1):13-14.
43. Daubeney PE, Pilkington SN, Janke E, Charlton GA, Smith DC, Webber SA: **Cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: comparison with jugular bulb oximetry.** *Ann Thorac Surg* 1996, **61**(3):930-934.
44. Grubhofer G, Tonninger W, Keznickl P, Skyllouriotis P, Ehrlich M, Hiesmayr M, Lassnigg A: **A comparison of the monitors INVOS 3100 and NIRO 500 in detecting changes in cerebral oxygenation.** *Acta Anaesthesiol Scand* 1999, **43**(4):470-475.
45. 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):964-970.
46. Rigamonti A: **Monitoring cerebral perfusion during carotid endarterectomy: a clinical evaluation of near-infrared cerebral oximetry as compared with electroencephalography.** *J Clin Anesth* 2004.
47. Ekelund A, Kongstad P, Saveland H, Romner B, Reinstrup P, Kristiansson KA, Brandt L: **Transcranial cerebral oximetry related to transcranial Doppler after aneurysmal subarachnoid haemorrhage.** *Acta Neurochir (Wien)* 1998, **140**(10):1029-1035; discussion 1035-1026.
48. Fuchs G, Schwarz G, Kulier A, Litscher G: **The influence of positioning on spectroscopic measurements of brain oxygenation.** *J Neurosurg Anesthesiol* 2000, **12**(2):75-80.
49. Plachky J, Hofer S, Volkmann M, Martin E, Bardenheuer HJ,

- Weigand MA: **Regional cerebral oxygen saturation is a sensitive marker of cerebral hypoperfusion during orthotopic liver transplantation.** *Anesth Analg* 2004, **99**(2):344-349, table of contents.
50. Lee E: **Correlation of cerebral oximetry measurement with carotid artery stump pressures during carotid endarterectomy.** *Vasc Surg* 2000, **34**:403-409.
51. Casati A, Spreafico E, Putzu M, Fanelli G: **New technology for noninvasive brain monitoring: continuous cerebral oximetry.** *Minerva Anesthesiol* 2006, **72**(7-8):605-625.
52. Grubb RL, Jr., Raichle ME, Eichling JO, Ter-Pogossian MM: **The effects of changes in PaCO<sub>2</sub> on cerebral blood volume, blood flow, and vascular mean transit time.** *Stroke* 1974, **5**(5):630-639.
53. Hoffman WE, Edelman G, Ripper R, Koenig HM: **Sodium nitroprusside compared with isoflurane-induced hypotension: the effects on brain oxygenation and arteriovenous shunting.** *Anesth Analg* 2001, **93**(1):166-170.
54. Kurth C: **New frontiers in oximetry.** *Am J Anesthesiol* 1996, **23**:169-175.
55. Gronenwett G, Johnston, Kempczinski, Krupski: **Stroke curriculum for medical students by university of Massachusetts medical school**, 5th edn. Rutherford.
56. Abdul-Khaliq H, Troitzsch D, Berger F, Lange PE: **[Regional transcranial oximetry with near infrared spectroscopy (NIRS) in comparison with measuring oxygen saturation in the jugular bulb in infants and children for monitoring cerebral oxygenation].** *Biomed Tech (Berl)* 2000, **45**(11):328-332.
57. Williams IM, Mead G, Picton AJ, Farrell A, Mortimer AJ, McCollum CN: **The influence of contralateral carotid stenosis and occlusion on cerebral oxygen saturation during carotid artery surgery.** *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995, **10**(2):198-206.
58. Dunham CM, Sosnowski C, Porter JM, Siegal J, Kohli C: **Correlation of noninvasive cerebral oximetry with cerebral perfusion in the severe head injured patient: a pilot study.** *J Trauma* 2002, **52**(1):40-46.
59. de Vries JW, Visser GH, Bakker PF: **Neuromonitoring in defibrillation threshold testing. A comparison between**



- EEG, near-infrared spectroscopy and jugular bulb oximetry.** *J Clin Monit* 1997, **13**(5):303-307.
60. Lassnigg A, Hiesmayr M, Keznickl P, Mullner T, Ehrlich M, Grubhofer G: **Cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass measured by near-infrared spectroscopy: effects of hemodilution, temperature, and flow.** *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999, **13**(5):544-548.
61. Germon TJ, Young AE, Manara AR, Nelson RJ: **Extracerebral absorption of near infrared light influences the detection of increased cerebral oxygenation monitored by near infrared spectroscopy.** *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995, **58**(4):477-479.
62. Kulier A: **Regional cerebral oxygen saturation may be impaired by body positioning for surgery (abstr).** *Anesthesiology* 1999, **91**(3A):A601.
63. Hoffman GM, Stuth EA, Jaquiss RD, Vanderwal PL, Staudt SR, Troshynski TJ, Ghanayem NS, Tweddell JS: **Changes in cerebral and somatic oxygenation during stage 1 palliation of hypoplastic left heart syndrome using continuous regional cerebral perfusion.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004, **127**(1):223-233.
64. Duffy CM, Manninen PH, Chan A, Kearns CF: **Comparison of cerebral oximeter and evoked potential monitoring in carotid endarterectomy.** *Can J Anaesth* 1997, **44**(10):1077-1081.
65. Davis A: **Intracranial disorders.** In: *AACN Clinical reference for critical care nursing*. Edited by Kinney MR DS, Brooks-Brunn JA, Molter N, Vitello-Cicciu JM. St. Louis: Mosby; 2001: 685-709.
66. Brawanski A, Faltermeier R, Rothoerl RD, Woertgen C: **Comparison of near-infrared spectroscopy and tissue p(O<sub>2</sub>) time series in patients after severe head injury and aneurysmal subarachnoid hemorrhage.** *J Cereb Blood Flow Metab* 2002, **22**(5):605-611.
67. Beese U, Langer H, Lang W, Dinkel M: **Comparison of near-infrared spectroscopy and somatosensory evoked potentials for the detection of cerebral ischemia during carotid endarterectomy.** *Stroke* 1998, **29**(10):2032-2037.
68. Murkin JM: **Perioperative multimodality neuromonitoring: an overview.** *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2004, **8**(2):167-171.

69. Okada E, Delpy DT: **Near-infrared light propagation in an adult head model. II. Effect of superficial tissue thickness on the sensitivity of the near-infrared spectroscopy signal.** *Appl Opt* 2003, **42**(16):2915-2922.
70. Nemoto EM, Yonas H, Kassam A: **Clinical experience with cerebral oximetry in stroke and cardiac arrest.** *Crit Care Med* 2000, **28**(4):1052-1054.
71. Pollard V, Prough DS, DeMelo AE, Deyo DJ, Uchida T, Stoddart HF: **Validation in volunteers of a near-infrared spectroscope for monitoring brain oxygenation in vivo.** *Anesth Analg* 1996, **82**(2):269-277.
72. Levy WJ, Levin S, Chance B: **Near-infrared measurement of cerebral oxygenation. Correlation with electroencephalographic ischemia during ventricular fibrillation.** *Anesthesiology* 1995, **83**(4):738-746.
73. McCormick PW, Stewart M, Goetting MG, Balakrishnan G: **Regional cerebrovascular oxygen saturation measured by optical spectroscopy in humans.** *Stroke* 1991, **22**(5):596-602.
74. Mutch WA, Ryner LN, Kozlowski P, Scarth G, Warriar RK, Lefevre GR, Wong TG, Thiessen DB, Girling LG, Doiron L *et al*: **Cerebral hypoxia during cardiopulmonary bypass: a magnetic resonance imaging study.** *Ann Thorac Surg* 1997, **64**(3):695-701.
75. Daubeney PE, Smith DC, Pilkington SN, Lamb RK, Monroe JL, Tsang VT, Livesey SA, Webber SA: **Cerebral oxygenation during paediatric cardiac surgery: identification of vulnerable periods using near infrared spectroscopy.** *Eur J Cardiothorac Surg* 1998, **13**(4):370-377.
76. BhaskerRao B, VanHimbergen D, Edmonds HL, Jr., Jaber S, Ali AT, Pagni S, Koenig S, Spence PA: **Evidence for improved cerebral function after minimally invasive bypass surgery.** *J Card Surg* 1998, **13**(1):27-31.
77. Konishi A, Kikuchi K: **[Cerebral oxygen saturation (rSo<sub>2</sub>) during open heart surgery and postoperative brain dysfunction].** *Masui* 1995, **44**(10):1322-1326.
78. Kaminogo M, Ochi M, Onizuka M, Takahata H, Shibata S: **An additional monitoring of regional cerebral oxygen saturation to HMPAO SPECT study during balloon test occlusion.** *Stroke* 1999, **30**(2):407-413.

79. Akca O, Liem E, Suleman MI, Doufas AG, Galandiuk S, Sessler DI: **Effect of intra-operative end-tidal carbon dioxide partial pressure on tissue oxygenation.** *Anaesthesia* 2003, **58**(6):536-542.
80. Baikoussis NG, Karanikolas M, Siminelakis S, Matsagas M, Papadopoulos G: **Comparison of cerebral oximetry baseline values in cardiac surgery vs carotid surgery patients. A prospective observational study.** In: *International Cardiovascular Education*. Ioannina Greece December 3-5, 2009.
81. Madsen PL, Secher NH: **Near-infrared oximetry of the brain.** *Prog Neurobiol* 1999, **58**(6):541-560.
82. Lindberg L, Olsson AK, Anderson K, Jogi P: **Serum S-100 protein levels after pediatric cardiac operations: a possible new marker for postperfusion cerebral injury.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998, **116**(2):281-285.
83. Symon L: **The relationship between CBF, evoked potentials and the clinical features in cerebral ischaemia.** *Acta Neurol Scand Suppl* 1980, **78**:175-190.
84. Yaron M: **Physiologic responses to moderate altitude exposure among infants and young children.** *High Altitude Med Biol* 2003, **4**(1):53-59.
85. Kim MB, Ward DS, Cartwright CR, Kolano J, Chlebowski S, Henson LC: **Estimation of jugular venous O<sub>2</sub> saturation from cerebral oximetry or arterial O<sub>2</sub> saturation during isocapnic hypoxia.** *J Clin Monit Comput* 2000, **16**(3):191-199.
86. Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, Proietti R, Tufano R, Danelli G, Fierro G, De Cosmo G, Servillo G: **Continuous monitoring of cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing major abdominal surgery minimizes brain exposure to potential hypoxia.** *Anesth Analg* 2005, **101**(3):740-747, table of contents.
87. Misra M, Dujovny M, Alp MS, Slavin KV, Ausman JI, Widman RA: **Changes in cerebral oxygen saturation with change in posture: a preliminary report.** *J Stroke Cerebrovasc Dis* 1997, **6**(5):337-340.
88. Misra M, Stark J, Dujovny M, Widman R, Ausman JI: **Transcranial cerebral oximetry in random normal subjects.** *Neurol Res* 1998, **20**(2):137-141.
89. Kishi K, Kawaguchi M, Yoshitani K, Nagahata T, Furuya H: **Influence of patient variables and sensor location on**

- regional cerebral oxygen saturation measured by INVOS 4100 near-infrared spectrophotometers.** *J Neurosurg Anesthesiol* 2003, **15**(4):302-306.
90. Liem KD, Hopman JC, Oeseburg B, de Haan AF, Kollee LA: **The effect of blood transfusion and haemodilution on cerebral oxygenation and haemodynamics in newborn infants investigated by near infrared spectrophotometry.** *Eur J Pediatr* 1997, **156**(4):305-310.
91. Madl C: **[Optimal hematocrit in encephalopathies].** *Wien Klin Wochenschr* 2001, **113 Suppl 1**:8-11.
92. Blas M, Sulek C, Martin T, Lobato E: **Use of near-infrared spectroscopy to monitor cerebral oxygenation during coronary artery bypass surgery in a patient with bilateral internal carotid artery occlusion.** *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999, **13**(6):732-735.
93. Hongo K, Kobayashi S, Okudera H, Hokama M, Nakagawa F: **Noninvasive cerebral optical spectroscopy: depth-resolved measurements of cerebral haemodynamics using indocyanine green.** *Neurol Res* 1995, **17**(2):89-93.
94. Wardle SP, Yoxall CW, Weindling AM: **Cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass.** *Arch Dis Child* 1998, **78**(1):26-32.
95. Siemkowicz E, Hansen AJ: **Brain extracellular ion composition and EEG activity following 10 minutes ischemia in normo- and hyperglycemic rats.** *Stroke* 1981, **12**(2):236-240.
96. Hoffmaister F: **Influence of nimodipine on the post ischemic changes of brain function.** *Acta Neurol* 1979, **72 (suppl)**:358-359.
97. Holzschuh M, Woertgen C, Metz C, Brawanski A: **Dynamic changes of cerebral oxygenation measured by brain tissue oxygen pressure and near infrared spectroscopy.** *Neurol Res* 1997, **19**(3):246-248.
98. Derdeyn CP, Grubb RL, Jr., Powers WJ: **Cerebral hemodynamic impairment: methods of measurement and association with stroke risk.** *Neurology* 1999, **53**(2):251-259.
99. Harper AM, Glass HI: **Effect of alterations in the arterial carbon dioxide tension on the blood flow through the cerebral cortex at normal and low arterial blood**

- pressures.** *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1965, **28**(5):449-452.
100. Guyton A: **Textbook of medical Physiology**, 9th edn. Philadelphia: Saunders W.B; 1996.
  101. Crawford ES, De Bakey ME, Blaisdell FW, Morris GC, Jr., Fields WS: **Hemodynamic alterations in patients with cerebral arterial insufficiency before and after operation.** *Surgery* 1960, **48**:76-94.
  102. Giller CA, Bowman G, Dyer H, Mootz L, Krippner W: **Cerebral arterial diameters during changes in blood pressure and carbon dioxide during craniotomy.** *Neurosurgery* 1993, **32**(5):737-741; discussion 741-732.
  103. Kelli G: **An account of the appearances observed in the dissection of two of the three individuals presumed to have perished in the storm of the 3d, and whose bodies were discovered in the vicinity of Leith on the morning of the 4th November 1821 with some reflections on the pathology of the brain.** *Transactions Med Chir Sci Edinburgh* 1824, **1**:84-169.
  104. Siesjo BK: **Cell damage in the brain: a speculative synthesis.** *J Cereb Blood Flow Metab* 1981, **1**(2):155-185.
  105. Konishi A: **Significance of regional cerebral oxygen saturation (rSO<sub>2</sub>) during open heart surgery.** *J Clin Anesth Japn* 1995, **19**:1759-1762.
  106. Saydjari R, Upp JR, Wolma FJ: **Coronary-subclavian steal syndrome following coronary artery bypass grafting.** *Cardiology* 1991, **78**(1):53-57.
  107. Meyer JS, Leiderman H, Dennybrown D: **Electroencephalographic study of insufficiency of the basilar and carotid arteries in man.** *Neurology* 1956, **6**(7):455-477.
  108. Kendall R: **Role of Hypertension in the Genesis of transient focal Cerebral Ischaemic attacks.** *Br Med J* 1963, **2**:344.
  109. Panum P: **Experimentalle Beitrage sur Lehre van Der Embolie.** *Virchows Arch (Pathol Anat)* 1862, **25**:308.
  110. Rothenberg SF, Corday E: **Etiology of the transient cerebral stroke.** *J Am Med Assoc* 1957, **164**(18):2005-2008.
  111. Millikan CH: **The pathogenesis of transient focal cerebral ischemia.** *Circulation* 1965, **32**(3):438-450.
  112. Lehrer HZ: **Relative calibre of the cervical internal carotid**

- artery. Normal variation with the circle of Willis.** *Brain* 1968, **91**(2):339-348.
113. Baikoussis N, Siminelakis S, Karanikolas M, Matsagas M, Arnaoutoglou H, Papadopoulos G: **Cerebral oximetry baseline values in cardio-vascular surgery patients. A prospective observational study.** In: *5th international Onassis cardiac surgery center congress.* Athens, September 16-18, 2010: Heart Surgery Forum (Suppl 2010).
114. Baikoussis NG, Karanikolas M, Siminelakis S, Matsagas M, Papadopoulos G: **Baseline cerebral oximetry values in cardiac and vascular surgery patients: a prospective observational study.** *J Cardiothorac Surg* 2010, **5**:41.
115. Loeb C: **Protracted transient ischemic attacks.** *Eur Neurol* 1980, **19**(1):1-11.
116. Hossmann KA, Kleihues P: **Reversibility of ischemic brain damage.** *Arch Neurol* 1973, **29**(6):375-384.
117. Cho H, Nemoto EM, Yonas H, Balzer J, Sclabassi RJ: **Cerebral monitoring by means of oximetry and somatosensory evoked potentials during carotid endarterectomy.** *J Neurosurg* 1998, **89**(4):533-538.
118. Roberts K: **Near-infrared spectroscopy detects critical cerebral hypoxia during carotid endarterectomy in awake patients.** *Anesthesiology* 1998, **89**(3A):A934.
119. Gao F: **Sangtec 100 release with hypothermic and normothermic bypass.** *Perfusion* 1997, **12**:45-46.
120. Novitzky D, Boswell BB: **Total myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass utilizing computer-processed monitoring to assess cerebral perfusion.** *Heart Surg Forum* 2000, **3**(3):198-202.
121. Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, Newman M, Nussmeier N, Wolman R, Aggarwal A, Marschall K, Graham SH, Ley C: **Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group and the Ischemia Research and Education Foundation Investigators.** *N Engl J Med* 1996, **335**(25):1857-1863.
122. Eastcott HH, Pickering GW, Rob CG: **Reconstruction of internal carotid artery in a patient with intermittent attacks of hemiplegia.** *Lancet* 1954, **267**(6846):994-996.
123. Russell RW: **Observations on the retinal blood-vessels in**

- monocular blindness.** *Lancet* 1961, **2**(7218):1422-1428.
124. Millican C: **Studies in cerebrovascular disease: The use of anticoagulant drugs in the treatment of intermittent insufficiency of the internal carotid arterial system.** *Proc. Staff Meeting. Mayo Clinin* 1955, **30**:578.
125. Iglesias I: **Monitoring oxygen saturation significantly decreases postoperative length of stay: a prospective randomized blinded study.** *Heart Surg Forum* 2003, **6**:204-208.
126. Brawn K, Fridovich I: **Superoxide radical and superoxide dismutases: threat and defense.** *Acta Physiol Scand Suppl* 1980, **492**:9-18.
127. Flory CM: **Arterial Occlusions Produced by Emboli from Eroded Aortic Atheromatous Plaques.** *Am J Pathol* 1945, **21**(3):549-565.
128. Fisher CM: **Observations of the fundus oculi in transient monocular blindness.** *Neurology* 1959, **9**(5):333-347.
129. Kakiuchi S, Sobue K: **Ca<sup>2+</sup>-and calmodulin-dependent flip-flop mechanism in microtubule assembly-disassembly.** *FEBS Lett* 1981, **132**(1):141-143.
130. Fisher CM: **The use of anticoagulants in cerebral thrombosis.** *Neurology* 1958, **8**(5):311-332.
131. Matalanis G, Lusby RJ: **Is there still a place for carotid endarterectomy?** *Clin Exp Neurol* 1988, **25**:17-26.
132. Meritt C: **Ultrasound identification of Plaque Composition in Diagnostic Vascular Ultrasound.** London; 1992.
133. Fieschi C, Argentino C, Lenzi GL, Sacchetti ML, Toni D, Bozzao L: **Clinical and instrumental evaluation of patients with ischemic stroke within the first six hours.** *J Neurol Sci* 1989, **91**(3):311-321.
134. Higami T, Kozawa S, Asada T, Obo H, Gan K, Iwahashi K, Nohara H: **Retrograde cerebral perfusion versus selective cerebral perfusion as evaluated by cerebral oxygen saturation during aortic arch reconstruction.** *Ann Thorac Surg* 1999, **67**(4):1091-1096.
135. Astrup J, Siesjo BK, Symon L: **Thresholds in cerebral ischemia - the ischemic penumbra.** *Stroke* 1981, **12**(6):723-725.
136. Austin EH, 3rd, Edmonds HL, Jr., Auden SM, Seremet V, Niznik G, Sehic A, Sowell MK, Cheppo CD, Corlett KM: **Benefit of**

- neurophysiologic monitoring for pediatric cardiac surgery.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997, **114**(5):707-715, 717; discussion 715-706.
137. Hofer A, Haizinger B, Geiselseder G, Mair R, Rehak P, Gombotz H: **Monitoring of selective antegrade cerebral perfusion using near infrared spectroscopy in neonatal aortic arch surgery.** *Eur J Anaesthesiol* 2005, **22**(4):293-298.
138. Yoshitani K, Kawaguchi M, Miura N, Okuno T, Kanoda T, Ohnishi Y, Kuro M: **Effects of hemoglobin concentration, skull thickness, and the area of the cerebrospinal fluid layer on near-infrared spectroscopy measurements.** *Anesthesiology* 2007, **106**(3):458-462.
139. Green DW: **A retrospective study of changes in cerebral oxygenation using a cerebral oximeter in older patients undergoing prolonged major abdominal surgery.** *Eur J Anaesthesiol* 2007, **24**(3):230-234.
140. Germon TJ, Kane NM, Manara AR, Nelson RJ: **Near-infrared spectroscopy in adults: effects of extracranial ischaemia and intracranial hypoxia on estimation of cerebral oxygenation.** *Br J Anaesth* 1994, **73**(4):503-506.
141. Madsen PL, Nielsen HB, Christiansen P: **Well-being and cerebral oxygen saturation during acute heart failure in humans.** *Clin Physiol* 2000, **20**(2):158-164.
142. Monk TG, Weldon BC, Garvan CW, Dede DE, van der Aa MT, Heilman KM, Gravenstein JS: **Predictors of cognitive dysfunction after major noncardiac surgery.** *Anesthesiology* 2008, **108**(1):18-30.



