

Ακτινολογικό Εργαστήριο Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Διευθυντής : Καθηγητής Ι.Φεζουλίδης

Ακτινολογικό Εργαστήριο Γ.Ν.Α. «ΚΑΤ» - Τμήμα Αξονικής Τομογραφίας
Διευθυντής : Dr. Γ.Μ.Ζάβρας

**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ
ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΟΥΣ ΑΙΜΟΡΡΑΓΙΑΣ**

Κωνσταντίνος Ευαγ. Κοκκίνης

ΙΑΤΡΟΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΛΑΡΙΣΑ , 2007

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή

Ι.Φεζουλίδης, Καθηγητής Ακτινολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας (επιβλέπων)

Γ. Χατζηγεωργίου, Επίκ. Καθηγητής Νευρολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

Μ.Βλυχού, Λέκτορας Ακτινολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

Επταμελής επιτροπή

Ι.Φεζουλίδης, Καθηγητής Ακτινολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

Α.Παπαδημητρίου, Καθηγητής Νευρολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

Χ.Κουρτόπουλος, Καθηγητής Νευροχειρουργικής Παν/μίου Θεσσαλίας

Γ. Χατζηγεωργίου, Επίκ. Καθηγητής Νευρολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

Κ.Φουντάς, Επίκ. Καθηγητής Νευροχειρουργικής Παν/μίου Θεσσαλίας

Μ.Βλυχού, Λέκτορας Ακτινολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

Ε. Καψαλάκη, Λέκτορας Ακτινολογίας Παν/μίου Θεσσαλίας

ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Ημ.σύνταξης : 24 – 10 – 2007

Του ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

του Ευαγγέλου, Ιατρού Ειδικού Ακτινοδιαγνώστη,

κατοίκου Παπάγου – Αττικής, πάροδος Οδού Λάσκου αρ.6

Τηλ.6939391568 – 2106534107

Τόπος γέννησης: Ιωάννινα

Ημερομηνία γέννησης: 16 – 2 – 1959

Οικογενειακή κατάσταση: Έγγαμος με ένα παιδί

- Το 1976 απεφοίτησα με άριστα από το 2^ο Γυμνάσιο Ζωγράφου και την ίδια χρονιά πέτυχα να εισαχθώ στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών από την οποία απεφοίτησα το 1983 με γενικό βαθμό « Λίαν Καλώς ».
- Έλαβα την άδεια ασκήσεως επαγγέλματος την 15 – 9 – 1983.
- Στην συνέχεια υπηρέτησα την στρατιωτική μου θητεία στον Στρατό Ξηράς σαν Γραφείς ιατρός.
- Το 1986 άρχισα την ειδίκευσή μου στην Ακτινοδιαγνωστική στο Νοσηλευτικό Ίδρυμα Μετοχικού Ταμείου Στρατού (Ν.Ι.Μ.Τ.Σ.) και απέκτησα τον τίτλο της ειδικότητας της Ακτινοδιαγνωστικής στις 6 – 3 – 1991.
- Από 1 – 4 – 1991 έως και 31 – 3 – 1994 συμμετείχα ως άμισθος, στις δραστηριότητες του Τμήματος Μαγνητικού Συντονισμού – Αξονικής Τομογραφίας και Υπερηχοτομογραφίας του Π.Γ.Ν.Α. Γ.Γεννηματάς.

- Από 1 – 1 – 1992 έως και 31 – 8 – 2001 εργαζόμουν σαν ειδικός ακτινοδιαγνώστης και ήμουν επιστημονικός υπεύθυνος στο Τμήμα Υπολογιστικής Τομογραφίας και Μαγνητικού Συντονισμού στην Γενική Κλινική Αθηνών.
- Από 12 – 9 – 2001 έως και σήμερα (από 12 – 9 – 2006 ως μόνιμος) υπηρετώ ως Επιμελητής Α', και είμαι επιστημονικός υπεύθυνος στο Τμήμα Αξονικής Τομογραφίας του Ακτινολογικού Εργαστηρίου του Γ.Ν.Α. «ΚΑΤ».
- Στο επιστημονικό μου έργο περιλαμβάνονται 62 δημοσιευμένες εργασίες σε αναγνωρισμένα Διεθνή και Ελληνικά περιοδικά, 133 ανακοινώσεις σε Διεθνή και Ελληνικά Συνέδρια, 72 διαλέξεις και εισηγήσεις σε Συνέδρια και άλλες επιστημονικές εκδηλώσεις. Ακόμη έχω συμμετάσχει στην συγγραφή 6 βιβλίων (στα 2 εξ αυτών με 4 κεφάλαια).
- Αναφέρονται 12 πλήρεις δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά με αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία (CITATIONS)

1. Liver Lesion on Computed Tomography and Ultrasonography in Adult Niemann Pick Disease Related to Sea Blue Histiocyte Syndrome. A case report.

Αλλοιώσεις του ήπατος στην Αξονική Τομογραφία και την Υπερηχοτομογραφία σε νόσο Niemann Pick ενήλικος, σε συσχέτιση με το σύνδρομο Sea Blue Histiocyte (Ενδιαφέρουσα περίπτωση).

Κ. Στριγγάρης, Κ.Κοκκίνη, Κ.Λυμπερόπουλος, Σ.Καββαδίας, Μ.Τσουρούλας, Ζ.Νικολακοπούλου

HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGY Volume 40 June 1993 p. 239 – 243

2. Three-dimensional time-of flight MR angiography and MR imaging versus conventional angiography in carotid artery dissection.

3D Time-of Flight (TOF) Μαγνητική Αγγειογραφία και Μαγνητική Τομογραφία συγκριτικά με κλασική Αγγειογραφία, σε διαχωρισμό της καρωτίδος.

Κ.Λυμπερόπουλος, Ε.Γιάκα, Κ.Κοκκίνης, Ε.Μπαστούνης, Α.Καπώνης,
Π.Μπάλλας

INTERNATIONAL ANGIOLOGY Volume 15 p. 20 -25 1996

3. Comparative study of magnetic resonance angiography, digital subtraction angiography, duplex ultrasound examination with surgical and histological findings of atherosclerotic carotid bifurcation disease.

Συγκριτική μελέτη μεταξύ Μαγνητικής Αγγειογραφίας, Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας, Duplex Υπερηχοτομογραφίας και των χειρουργικών και ιστολογικών ευρημάτων στην αθηρωματική νόσο του καρωτιδικού διχασμού.
Κ.Λυμπερόπουλος, Α.Καπώνης, Κ.Κοκκίνης, Ν.Παγκράτης, Ζ.Νικολακοπούλου, Μ.Ντούσκου, Κ.Στριγγάρης, Χ.Κλωνάρης, Π.Μπάλλας

INTERNATIONAL ANGIOLOGY Volume 15 No 2, June 1996, p. 131-137

4. Locoregional chemotherapy versus locoregional combined immunochemotherapy for patients with advanced metastatic liver disease of colorectal origin: a prospective randomized study.

Τοπική χημειοθεραπεία σε σύγκριση προς την συνδυαζόμενη τοπική ανοσοχημειοθεραπεία στην αντιμετώπιση ανεγχείρητης μεταστατικής νόσου του ήπατος, προερχόμενης από νεοπλασία του παχέος εντέρου.
Ν.Λυγιδάκης, Κ.Στριγγάρης, Κ.Λυμπερόπουλος, Δ.Κετσετζής, Κ.Κοκκίνης, Σ.Ράπτης

HEPATO-GASTROENTEROLOGY Volume 43 No 7 p. 212 – 220 1996

5. Electrocardiographic changes in elderly patients during endoscopic retrograde cholangiopancreatography.

Ηλεκτρολυτικές διαταραχές σε ηλικιωμένους ασθενείς κατά την διάρκεια ενδοσκοπικής παλίνδρομης χολαγγειοπαγκρεατογραφίας.

Ν.Κούνης, Γ.Ζάβρας, Π.Παπαδάκη, Σ.Κούνη, Μ.Μπατσολάκη, Γ.Γκούβελου- Δεληγιάννη, Κ.Μάρκογλου, Ι.Γκουδεβενος, Κ.Μαλλιώρης, Κ.Κοκκίνης, Κ.Καλοκαιρινού, Ν.Γράπσας, Γ.Κούνης, Κ.Κουτσογιάννης

Can J Gastroenterol. 2003 Sep;17(9):539-44

6. Kounis syndrome secondary to allergic reaction following shellfish ingestion.

Σύνδρομο Κούνη δευτερογενώς σε αλλεργική αντίδραση μετά από κατανάλωση ιχθυοστρακοειδών.

Γ.Ζάβρας, Π.Παπαδάκη, Κ.Κοκκίνης, Κ.Καλοκαιρινού, Σ.Κούνη, Μ.Μπατσολάκη, Γ.Γκούβελου-Δεληγιάννη, Κ.Κουτσογιάννης

Int J Clin Pract. 2003 Sep;57(7):622-4

7. Orbital abscess: visual loss following extraction of a tooth-case report.

Απόστημα οφθαλμικού κόγχου : απώλεια όρασης μετά από εξαγωγή οδόντος - Ενδιαφέρουσα περίπτωση.

N.Ζαχαριάδης, Ε.Βαϊρακτάρης, Μ.Μεζίτης, Γ.Ράλλης, Κ.Κοκκίνης, Μ.Μόσχος

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005 Oct;100(4):e70-3

8. Combined double fracture of the odontoid process and fracture of the atlas.

Συνδυασμένο διπλό κάταγμα της οδοντοειδούς απόφυσης και κάταγμα του άτλαντος.

Δ.Κορρές, Γ.Μπάμπης, Δ.Ευαγγελόπουλος, Α.Ζούμπος, Γ.Νομικός, Κ.Κοκκίνης

Eur J Orthop Surg Traumatol (2005) 15: 34 – 36

9. Osteolytic lesions of the patella as an early manifestation of gout.

Οστεολυτικές βλάβες της επιγονατίδας ως πρώιμη εκδήλωση ουρικής αρθρίτιδας.

Δ.Ευαγγελόπουλος, Π.Κοντοβαζαινίτης, Γ.Νομικός, Κ.Κοκκίνης, Δ.Κορρές

Eur.J.Orthop.Surg.Traumatol (2007) 17: 389 – 391

10. Imaging Investigation of a Giant Splenic Artery Aneurysm – A case Report.

Απεικονιστική διερεύνηση γιγαντιαίου ανευρύσματος της σπληνικής αρτηρίας – Ενδιαφέρουσα περίπτωση.

Βλυχού Μ., Κοκκίνης Κ., Σταθοπούλου Σ., Τσιλίκας Κ., Λαζούρα Ο., Πετεινέλλη Α., Παπαδάκη Π., Φεζουλίδης Ι.

Angiology in press

11. Brucella spondylitis complicated by an infected abdominal aortic aneurysm and deep venous thrombosis. Case report and review of the literature.

Σπονδυλίτιδα από βρουκέλλα επιπλεγμένη από φλεγμονώδες ανεύρυσμα της κοιλιακής αορτής και εν τω βάθει φλεβοθρόμβωση. Ενδιαφέρουσα περίπτωση και ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.

Κ.Κοκκίνης, Σ.Σταθοπούλου, Γ.Πετροχείλου, Ν.Μακρής, Μ.Βλυχού, Δ. Ευαγγελόπουλος, Ι.Μπενέτος, Π.Παπαδάκη, Δ.Κορρές
European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology in press

12. The role of 3D- computed tomography angiography (3D-CTA) in investigation of spontaneous subarachnoid haemorrhage: comparison with digital subtraction angiography (DSA) and surgical findings.

Ο ρόλος της τρισδιάστατης Αξονικής Αγγειογραφίας στη διερεύνηση της αυτόματης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας : σύγκριση με Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία και με τα χειρουργικά ευρήματα.

Κ.Κοκκίνης, Μ.Βλυχού, Γ.Ζάβρας, Α.Παπαδημητρίου, Ι.Φεζουλίδης
British Journal of Neurosurgery in press

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σύντομο βιογραφικό σημείωμα	σελ. 2
Περιεχόμενα	7
Ευχαριστίες	8
Πρόλογος	9
Γενικό μέρος	
Ανατομική των αγγείων του εγκεφάλου	11
Αυτόματη Υπαραχνοειδής Αιμορραγία (ΑΥΑ)	20
Το κύριο αίτιο της ΑΥΑ: Ανευρύσματα – σακοειδή ανευρύσματα	27
Μέθοδοι διερεύνησης της ΑΥΑ – Αγγειογραφικές μέθοδοι	52
Περιγραφή του συστήματος Αξονικού Τομογράφου και σταθμού επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε	61
Γενικά περί ιωδιούχων σκιαγραφικών	72
Ειδικό μέρος	
Περιγραφή της μεθόδου	77
α. Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία	77
β. Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία	83
Υλικό ασθενών	85
Αποτελέσματα	88
Συζήτηση	103
Περίληψη	120
Παράρτημα	122
Σχετικές ανακοινώσεις και δημοσιεύσεις	153
Βιβλιογραφία	175

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον κ.Φεζουλίδη, Καθηγητή Ακτινολογίας του Παν/μίου Θεσσαλίας για την δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω την παρούσα διδακτορική διατριβή καθώς και για την στήριξη που μου παρείχε σε όλο το χρονικό διάστημα της εκπόνησής της. Η δυνατότητα αυτή ωστόσο θα έμενε αναξιοποίητη χωρίς την συμπαράσταση και επίβλεψη του Dr. Γ.Μ.Ζάβρα, Διευθυντού Ακτινολογίας στο Γ.Ν.Α. «ΚΑΤ», ο οποίος με καθοδήγησε δημιουργικά κατά τη διάρκεια συλλογής, επεξεργασίας και καταγραφής του υλικού μου.

Καθοριστική ήταν η συμβολή και η υποστήριξη της Νευροχειρουργικής Κλινικής του Νοσοκομείου ΚΑΤ υπό την διεύθυνση του κ. Ν.Σακελλαρίδη καθώς και η συνεργασία μου με τον επιμελητή Νευροχειρουργικής κ. Κ.Βλάχο, για την επιλογή των περιστατικών και την κλινική υποστήριξη αυτών κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Επίσης τις ευχαριστίες μου οφείλω στην κ. Μ.Βλυχού, Λέκτορα Ακτινολογίας του Παν/μίου Θεσσαλίας, για τη συνεχή και ακούραστη επίβλεψη και τις συμβουλές της σε όλη της διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Ιδιαίτερα επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ.Χατζηγεωργίου, Επίκουρο Καθηγητή Νευρολογίας του Παν/μίου Θεσσαλίας ως συμμετέχοντα στην τριμελή συμβουλευτική επιτροπή της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να αναφερθώ με σεβασμό στους κ. Παπαδημητρίου, Καθηγητή Νευρολογίας του Παν/μίου Θεσσαλίας, κ. Κουρτόπουλο, Καθηγητή Νευροχειρουργικής του Παν/μίου Θεσσαλίας, κ. Φουντά, Επίκουρο Καθηγητή Νευροχειρουργικής του Παν/μίου Θεσσαλίας και κ. Καψαλάκη, Λέκτορα Ακτινολογίας του Παν/μίου Θεσσαλίας που με τίμησαν με την παρουσία τους στην υποστήριξη της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κατά τη δεκαετία του 1990 η ανακάλυψη και χρήση των Αξονικών Τομογράφων ελικοειδούς σάρωσης εκτός από τη δυνατότητα εξέτασης οργάνων και ανατομικών περιοχών με ταχείες συνεχόμενες σαρώσεις και εντόπισης μιάς βλάβης με υψηλή ακρίβεια, οδήγησε σε μια σειρά σημαντικών βελτιώσεων και ανακαλύψεων.

Η Αξονική Αγγειογραφία είναι αναμφίβολα από αυτές καθώς με τη χρήση της έγινε δυνατή η απεικόνιση των αγγείων και της παθολογίας τους με τρόπο ελάχιστα επεμβατικό και χωρίς να απαιτείται νοσηλεία του ασθενούς. Η μέθοδος συνδυάζει την χρήση των ακτίνων – Χ και της υπολογιστικής ανάλυσης της εικόνας με κατάλληλους επεξεργαστές. Από το 1995 η μέθοδος άρχισε να εφαρμόζεται σε περιπτώσεις παθήσεων των ενδοκρανιακών αγγείων και μέχρι σήμερα έχει βελτιωθεί σημαντικά με τη χρήση νέων τεχνικών και με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας στους Αξονικούς Τομογράφους και τους σταθμούς επεξεργασίας των εικόνων. Στη μελέτη της Αυτόματης Υπαραχνοειδούς Αιμορραγίας (ΑΥΑ), ως μέθοδος εκλογής θεωρείται η ενδαρτηριακή Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία η οποία όμως είναι επεμβατική εξέταση με κινδύνους επιπλοκών, ενώ εμφανίζει υψηλότερο κόστος και χαμηλότερη διαθεσιμότητα σε σύγκριση με την Αξονική Τομογραφία – Αγγειογραφία, στοιχείο καθοριστικό για τις περιπτώσεις που κρίνεται απαραίτητη η άμεση αντιμετώπισή τους. Η διερεύνηση της ΑΥΑ με την Αξονική Αγγειογραφία αποτέλεσε και εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση ώστε να καταστεί δυνατή η ανάδειξη του αιτίου της νόσου στην ίδια φάση ανώδυνα και ταχύτατα μετά τη διάγνωση της Υπαραχνοειδούς Αιμορραγίας με την Αξονική Τομογραφία.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της ΑΥΑ με την Αξονική Τομογραφία – Αγγειογραφία με έμφαση στην ΑΥΑ ανευρυσματικής αιτιολογίας και στην πρόωπη ανάδειξη του ανευρύσματος, στα πλαίσια της προεγχειρητικής η προεπεμβατικής αξιολόγησης των ασθενών και για την καλύτερη αντιμετώπιση και βελτίωση της πρόγνωσης της ΑΥΑ. Γίνεται συγκριτική αξιολόγηση με τα ευρήματα της ενδαρτηριακής Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας στους ίδιους ασθενείς καθώς και με τα εγχειρητικά ευρήματα στις περιπτώσεις που ακολούθησε χειρουργική επέμβαση.

Χρησιμοποιήθηκαν:

A. οι Αξονικές Τομογραφίες.

B. οι Αξονικές Αγγειογραφίες που ακολουθούσαν στον ίδιο χρόνο μετά τη διάγνωση της ΑΥΑ με την Αξονική Τομογραφία.

Γ. η επεξεργασία και ανασύνθεση των εικόνων Αξονικής Αγγειογραφίας με ειδικές τεχνικές στον σταθμό επεξεργασίας εικόνας.

Δ. οι ενδαρτηριακές Ψηφιακές Αφαιρετικές Αγγειογραφίες.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ (Σάββας Α.1957)

I. Αρτηρίες

Ο εγκέφαλος χαρακτηρίζεται από πλούσια αιμάτωση. Οι κύριες αρτηρίες του είναι οι δύο έσω καρωτίδες, οι σπονδυλικές αρτηρίες και η βασική αρτηρία που σχηματίζεται από τη συνένωση των δύο σπονδυλικών. Από την αναστόμωση των αρτηριών αυτών στη βάση του εγκεφάλου σχηματίζεται ο αρτηριακός κύκλος ή εξάγωνο του Willis ο οποίος διασφαλίζει την παράπλευρη κυκλοφορία του εγκεφάλου.

1. Η **έσω καρωτίδα** εισερχόμενη στο κρανίο διαμέσου της έσω μοίρας του προσθίου ρηγματώδους τρήματος πορεύεται αρχικά στην καρωτιδική αύλακα της πλάγιας επιφάνειας του σφηνοειδούς οστού, διέρχεται από τον σηραγγώδη κόλπο και στη συνέχεια ανακάμπτει επί τα εντός της προσθίας κλινοειδούς αποφύσεως, διερχόμενη της σκληράς μήνιγγας προς την πρόσθια διάτρητη ουσία του εγκεφάλου. Αφού χορηγήσει την οφθαλμική αρτηρία, την άνω υποφυσιακή, την οπισθία αναστομωτική και την προσθία χοριοειδή αρτηρία, στην έσω επιφάνεια της σχισμής του Sylvius διαπερνά την αραχνοειδή μήνιγγα και χωρίζεται στους δύο ακρεμόνες κλάδους της, την προσθία και μέση εγκεφαλική αρτηρία.

Στην ενδοσηραγγώδη μοίρα της πλάγια του βόθρου του τουρκικού επιπίου σχηματίζει σιγμοειδή αγκύλη που ονομάζεται καρωτιδικό σιφώνιο.

Η **οπίσθια αναστομωτική αρτηρία** φέρεται οπισθίως και αναστομώνεται με την οπισθία εγκεφαλική αρτηρία. Σαν ανατομική παραλλαγή η οπισθία αναστομωτική μπορεί να εκφύεται από τη μέση εγκεφαλική αρτηρία.

Η **πρόσθια χοριοειδής αρτηρία** φέρεται οπισθίως επί τα εκτός της οπισθίας αναστομωτικής και καταλήγει μέσω της χοριοειδούς σχισμής στο κροταφικό κέρασ της πλάγιας κοιλίας.

Η **πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία** φέρεται προσθίως και έσω άνωθεν του οπτικού νεύρου (οριζόντια μοίρα) και αναστομώνεται με την αντίθετη πρόσθια εγκεφαλική με την προσθία αναστομωτική αρτηρία (μήκους 5χιλ. περίπου). Στη συνέχεια με κάθετη προς τα άνω φορά (κάθετη μοίρα) εισέρχεται στην επιμήκη σχισμή, ακολουθεί τοξοειδή φορά γύρω από το γόνυ του μεσολοβίου και πορεύεται οπισθίως

παρά την άνω επιφάνεια του στελέχους περίπου μέχρι τη βρεγματοϊνιακή σχισμή όπου αναστομώνεται με κλάδους της οπισθίας εγκεφαλικής αρτηρίας.

Η **μέση εγκεφαλική αρτηρία** είναι ο παχύτερος κλάδος από τους δύο ακρεμόνες της έσω καρωτίδας φέρεται αρχικά προς τα έξω στην πλάγια σχισμή του εγκεφάλου και στη συνέχεια οπισθίως και άνω στην έξω επιφάνεια της νήσου του εγκεφάλου.

2. Η **σπονδυλική αρτηρία** ο παχύτερος κλάδος της υποκλειδίου αρτηρίας, εισέρχεται στο κρανίο μέσω του ινιακού τρήματος διαπερνώντας τις μήνιγγες, πορεύεται δε λοξά προς τα έσω και άνω κοντά στην επιφάνεια του αποκλίματος και στη μέση γραμμή συνενώνεται με την αντίθετη σπονδυλική σχηματίζοντας τη βασική αρτηρία.

3. Η **βασική αρτηρία** προερχόμενη από τη συνένωση των δύο σπονδυλικών διαπερνά την προγεφυρική δεξαμενή και στο ύψος της πρόσθιας γεφυρικής αύλακας χωρίζεται σε δύο ακρεμόνες τις οπίσθιες εγκεφαλικές αρτηρίες.

Η **οπισθία εγκεφαλική αρτηρία** αρχικά πορεύεται αρχικά οριζόντια και προς τα έξω παράλληλα με την άνω παρεγκεφαλιδική αρτηρία από την οποία χωρίζεται με το κοινό κινητικό νεύρο. Αφού δεχθεί την οπισθία αναστομωτική αρτηρία στη συνέχεια κάμπτεται προς τα οπίσω και έξω και διαιρείται σε κλάδους για τον κροταφικό και ινιακό λοβό.

4. Ο **αρτηριακός κύκλος ή εξάγωνο του Willis** ευρίσκεται στη μεσοσκελιαία δεξαμενή περιβάλλοντας σαν στεφάνη τον ιδίως υποθάλαμο. Στον σχηματισμό του συμβάλλουν η πρόσθια αναστομωτική, οι πρόσθιες εγκεφαλικές, οι οπίσθιες αναστομωτικές και οι οπίσθιες εγκεφαλικές αρτηρίες.

Με τη μεγάλη αναστόμωση των αρτηριών αυτών ρυθμίζεται η ισότιμη κατανομή του αίματος στον εγκέφαλο και εξασφαλίζεται η παράπλευρη κυκλοφορία. Έτσι σε περίπτωση απόφραξης της μίας καρωτίδας ή σπονδυλικής αρτηρίας οι περιοχές που αρδεύονταν από αυτά τα αγγεία, δέχονται αίμα από τις υπόλοιπες αρτηρίες μέσω του εξαγώνου του Willis.

Από το εξάγωνο του Willis και τις αρτηρίες που το σχηματίζουν εκπορεύονται μικρότερες αρτηρίες που διανέμονται στα διάφορα μέρη του εγκεφάλου.

Για διδακτικούς και τοπογραφικούς λόγους διαιρούνται σε αρτηρίες του προσθίου, μέσου και οπισθίου εγκεφάλου.

1^α. ΑΡΤΗΡΙΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Χωρίζονται σε φλοιώδεις, κεντρικές και χοριοειδείς αρτηρίες.

Οι **φλοιώδεις αρτηρίες** πορεύονται οι μεν παχύτερες στον υπαραχνοειδή χώρο και οι λεπτότερες εντός της χοριοειδούς μήνιγγας, σχηματίζοντας το χοριοειδές αρτηριακό δίκτυο. Παριστούν κλάδους των προσθίων, μέσων και οπισθίων εγκεφαλικών αρτηριών.

Η *προσθία εγκεφαλική αρτηρία* χορηγεί από εμπρός προς τα οπίσω την κάτω κογχική αρτηρία, την προσθία έσω μετωπιαία αρτηρία, τη μέση έσω μετωπιαία ή υπερμεσολόβιο αρτηρία και την οπισθία έσω μετωπιαία η περιμεσολόβιο αρτηρία.

Στο σύνολο της η προσθία εγκεφαλική αρτηρία αρδεύει την έσω κυρίως επιφάνεια του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού και την κάτω έσω επιφάνεια του μετωπιαίου λοβού, ενώ χορηγεί κλάδους για το μεσολόβιο.

Η *μέση εγκεφαλική αρτηρία* χορηγεί την κάτω κογχική αρτηρία, την προσθία κροταφική αρτηρία, την ανιούσα μετωποβρεγματική αρτηρία, την οπισθία βρεγματική αρτηρία, την οπισθία κροταφική αρτηρία και τη γωνιώδη αρτηρία.

Στο σύνολο της η μέση εγκεφαλική αρτηρία αρδεύει την έξω κάτω επιφάνεια του μετωπιαίου λοβού, την έξω επιφάνεια του μετωπιαίου λοβού, την έξω επιφάνεια του βρεγματικού λοβού και τη γειτονική έξω επιφάνεια του ινιακού λοβού, την έξω επιφάνεια του κροταφικού λοβού και τη νήσο του Reil.

Η *οπισθία εγκεφαλική αρτηρία* χορηγεί κροταφικούς κλάδους, την βρεγματοϊνιακή αρτηρία και την πληκτραία αρτηρία, αρδεύοντας την κάτω επιφάνεια του κροταφικού λοβού και σχεδόν ολόκληρο τον ινιακό λοβό.

Οι **κεντρικές αρτηρίες** είναι μικρές και πολυάριθμες προερχόμενες από το εξάγωνο του Willis και από το γειτονικό τμήμα των προσθίων, μέσων και οπισθίων εγκεφαλικών αρτηριών και διανέμονται στα βασικά γάγγλια, τον οπτικό θάλαμο, στα τοιχώματα της τρίτης κοιλίας και στην γειτονική λευκή ουσία. Είναι τελικές αρτηρίες (δεν αναστομώνονται ουσιωδώς με τις φλοιώδεις αρτηρίες) και σε περίπτωση απόφραξης τους , το αρδευόμενο από αυτές τμήμα του εγκεφάλου νεκρώνεται.

Χωρίζονται στις πρόσθιες κεντρικές αρτηρίες εκφυόμενες από την αρχική μοίρα της προσθίας εγκεφαλικής αρτηρίας (πρόσθιες ραβδωτές, έσω ραβδωτές, έξω ραβδωτές), στις μέσες κεντρικές αρτηρίες εκφυόμενες από την οπισθία αναστομωτική αρτηρία (μέση θαλαμική αρτηρία) και στις οπίσθιες κεντρικές αρτηρίες εκφυόμενες από την οπισθία εγκεφαλική αρτηρία (έσω και έξω).

Οι **χοριοειδείς αρτηρίες** διανέμονται στα χοριοειδή πλέγματα των πλαγίων κοιλιών, καθώς και στο χοριοειδές πλέγμα και το ιστίο της τρίτης κοιλίας.

Χωρίζονται στην προσθία χοριοειδή (κλάδος της έσω καρωτίδας) , την οπισθία έξω και την οπισθία έσω χοριοειδή αρτηρία (κλάδοι της οπισθίας εγκεφαλικής αρτηρίας).

2^α. ΑΡΤΗΡΙΕΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Εκτός των κλάδων των προερχόμενων εκ των οπισθίων κεντρικών αρτηριών διακρίνονται στις **αρτηρίες του τετραδύμου** (άνω και μέση εκφυόμενες από την οπισθία εγκεφαλική και κάτω εκφυόμενη από την άνω παρεγκεφαλιδική αρτηρία) και στις **αρτηρίες των εγκεφαλικών σκελών** (έσω εκφυόμενες από τη βασική και οπισθία εγκεφαλική αρτηρία και έξω εκφυόμενες από την οπισθία εγκεφαλική και άνω παρεγκεφαλιδική αρτηρία).

3^α. ΑΡΤΗΡΙΕΣ ΤΟΥ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Χωρίζονται σε αρτηρίες της γέφυρας, της παρεγκεφαλίδας και του προμήκους μυελού.

Οι **αρτηρίες της γέφυρας** είναι κλάδοι της βασικής, της άνω παρεγκεφαλιδικής και της προσθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας και διακρίνονται σε κεντρικές, ριζικές και περιφερικές αρτηρίες.

Οι **αρτηρίες της παρεγκεφαλίδας** περιλαμβάνουν την άνω παρεγκεφαλιδική, την προσθία κάτω παρεγκεφαλιδική και την οπισθία κάτω παρεγκεφαλιδική αρτηρία.

Η άνω παρεγκεφαλιδική αρτηρία εκφύεται κοντά στο διχασμό της βασικής αρτηρίας και φέρεται στην άνω επιφάνεια της παρεγκεφαλίδας και στη γέφυρα.

Η προσθία κάτω παρεγκεφαλιδική αρτηρία εκφύεται από την αρχική μοίρα της βασικής αρτηρίας και διανέμεται στην προσθία κάτω επιφάνεια της παρεγκεφαλίδας και στη γέφυρα.

Η οπισθία κάτω παρεγκεφαλιδική αρτηρία εκφύεται από το ανώτερο όριο της σπονδυλικής αρτηρίας και διανέμεται κυρίως στην οπισθία κάτω επιφάνεια της παρεγκεφαλίδας.

Οι **αρτηρίες του προμήκους μυελού** προέρχονται από τη βασική αρτηρία, από τις οπίσθιες κάτω παρεγκεφαλιδικές, από τις σπονδυλικές αρτηρίες και από τις πρόσθιες και οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες και διακρίνονται σε κεντρικές, ριζικές, περιφερικές και χοριοειδείς αρτηρίες.

II. Φλέβες

Οι *φλέβες του προσθίου εγκεφάλου* δεν συνοδεύουν τις αντίστοιχες αρτηρίες αλλά έχουν δική τους πορεία κυρίως στην επιφάνεια των ελίκων του εγκεφάλου και τελικά εκβάλλουν στους φλεβώδεις κόλπους της σκληρής μήνιγγας. Έχουν πολλές αναστομώσεις μεταξύ τους. Έχουν λεπτά τοιχώματα στερούμενες του μέσου (μυϊκού) χιτώνα, ενώ στερούνται βαλβίδων. Διακρίνονται στις επιπολής και εν τω βάθει.

Οι *επιπολής φλέβες* χωρίζονται σε 3 ομάδες τις άνω, μέσες και κάτω εγκεφαλικές φλέβες.

Οι *άνω εγκεφαλικές φλέβες* συγκεντρώνουν το αίμα από την άνω – έξω και από την έσω επιφάνεια των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και εκβάλλουν στον άνω οβελιαίο κόλπο και μερικές από αυτές στον κάτω λιθοειδή κόλπο, τον σφηνοβρεγματικό, τον σφραγγώδη, τον άνω λιθοειδή και τον εγκάρσιο κόλπο. Η *επιπολής μέση εγκεφαλική φλέβα* πορευόμενη κατά μήκος του οπισθίου κλάδου της πλαγίας σχισμής του εγκεφάλου, εκβάλλει τελικά στον σφραγγώδη κόλπο. Συνάπτεται με δύο μεγάλες αναστομωτικές φλέβες, την *άνω αναστομωτική φλέβα (φλέβα του Trolard)* η οποία φέρεται κατά μήκος της οπισθίας μοίρας της οπισθίας κεντρικής έλικος συνδέοντας τον άνω οβελιαίο κόλπο με τον σφραγγώδη κόλπο και την *κάτω αναστομωτική φλέβα (φλέβα του Labbe)* η οποία φέρεται λοξά άνωθεν του κροταφικού λοβού συνδέοντας την επιπολής μέση εγκεφαλική φλέβα με τον εγκάρσιο κόλπο.

Οι *κάτω εγκεφαλικές φλέβες* συγκεντρώνουν το αίμα από την κάτω και από την κάτω – έξω επιφάνεια των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και εκβάλλουν στον άνω οβελιαίο κόλπο και τον σφραγγώδη κόλπο καθώς και στον άνω λιθοειδή και τον εγκάρσιο κόλπο, αλλά και στη βασική και στη μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου.

Η *βασική φλέβα (φλέβα του Rosenthal)* γίνεται από τη συνένωση της προσθίας και της εν τω βάθει μέσης εγκεφαλικής φλέβας (συνοδούς των αντιστοίχων αρτηριών) συγκεντρώνει το αίμα της περιοχής της νήσου, της καλύπτρας , του προσθίου μεσολοβίου , του εδάφους της τρίτης κοιλίας, μέρους των βασικών γαγγλίων, της γέφυρας και του κροταφικού λοβού και εκβάλλει στη μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου και στη συνέχεια στον ευθύ κόλπο.

Οι δύο βασικές φλέβες κατά τη διαδρομή τους συνδέονται μεταξύ τους με την προσθία και οπισθία αναστομωτική φλέβα σχηματίζοντας έτσι ένα φλεβικό πολύγωνο που αντιστοιχεί στο αρτηριακό εξάγωνο του Willis.

Οι **εν τω βάθει φλέβες** συγκεντρώνουν αίμα από τα βασικά γάγγλια, τα τοιχώματα των κοιλιών, μερικώς από τη λευκή ουσία των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και εκβάλλουν στη μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου και στη συνέχεια στον ευθύ κόλπο. Η *τελική φλέβα* συμβάλλει με την *χοριοειδή φλέβα* σχηματίζοντας την *έσω εγκεφαλική φλέβα*, η συμβολή δε των δύο έσω εγκεφαλικών φλεβών σχηματίζει τη *μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου* (*φλέβα του Γαληνού*) η οποία φέρεται μεταξύ του σπληνίου του μεσολοβίου και του τετραδύμου στην ομώνυμη δεξαμενή και εκβάλλει στον ευθύ κόλπο.

Οι **φλέβες του μέσου εγκεφάλου** Οι φλέβες του τετραδύμου εκβάλλουν στη μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου. Οι φλέβες των εγκεφαλικών σκελών εκβάλλουν στις βασικές φλέβες και στην οπισθία αναστομωτική φλέβα.

Οι **φλέβες του οπισθίου εγκεφάλου:** Οι φλέβες της γέφυρας εκβάλλουν στην οπισθία αναστομωτική και στις βασικές φλέβες καθώς και στις φλέβες της παρεγκεφαλίδας και στον άνω λιθοειδή κόλπο.

Οι φλέβες της παρεγκεφαλίδας διακρίνονται στις άνω και κάτω παρεγκεφαλιδικές φλέβες. Οι άνω παρεγκεφαλιδικές φλέβες εκβάλλουν στον ευθύ κόλπο, στη μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου, στον άνω λιθοειδή και στον εγκάρσιο κόλπο. Οι κάτω παρεγκεφαλιδικές φλέβες εκβάλλουν στον κάτω λιθοειδή, τον εγκάρσιο και τον ινιακό κόλπο.

Οι φλέβες του προμήκου μυελού εκβάλλουν στις φλέβες της γέφυρας, στους κόλπους της βάσεως του κρανίου η απευθείας στην έσω σφαγίτιδα (ριζική φλέβα του υπογλωσσίου νεύρου).

Οι **φλεβώδεις κόλποι της σκληράς μήνιγγας** διακρίνονται στους κόλπους του θόλου του κρανίου και στους κόλπους της βάσης του κρανίου.

Οι **κόλποι του θόλου του κρανίου** είναι :

α) ο άνω οβελιαίος κόλπος, μονοφυής, ευρίσκεται στην οβελιαία αύλακα του κρανιακού θόλου εντός του δρεπάνου. Εκτείνεται έμπροσθεν του καλαίου και φέρεται οπισθίως εκβάλλοντας στον ληνό του Ηροφίλου ή σε ένα από τους εγκάρσιους κόλπους (συνήθως στον δεξιό).

β) ο κάτω οβελιαίος κόλπος, μονοφυής, πορεύεται στο ελεύθερο χείλος του δρεπάνου και εκβάλλει στον ευθύ κόλπο.

γ) ο ευθύς κόλπος, μονοφυής, πορεύεται σύστοιχα με την πρόσφυση της βάσης του δρεπάνου στο σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας, δέχεται τον κάτω οβελιαίο κόλπο και τη

μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου και εκβάλλει στον ληνό του Ηροφίλου ή σε ένα ή και στους δύο εγκάρσιους κόλπους (διαιρούμενος σε δύο κλάδους).

δ) ο σφηνοβρεγματικός κόλπος , διφυής, αρχίζει εκατέρωθεν του άνω οβελιαίου κόλπου και εκβάλλει στο πρόσθιο άκρο του σφραγγώδους κόλπου.

Οι κόλποι της βάσης του κρανίου είναι:

α) ο εγκάρσιος κόλπος , διφυής, πορεύεται στην εγκάρσια αύλακα του ινιακού οστού και μαζί με τον άνω οβελιαίο, τον ευθύ και τον ινιακό κόλπο σχηματίζει «ανεύρυσμα» που ονομάζεται ληνός του Ηροφίλου. Εκβάλλει στον σιγμοειδή κόλπο.

β) ο σιγμοειδής κόλπος αποτελεί τη συνέχεια του εγκάρσιου κόλπου εκατέρωθεν, πορεύεται στη σιγμοειδή αύλακα του κρανίου και στο σφαγιτιδικό τρήμα μεταπίπτει στη σύστοιχο έσω σφαγίτιδα.

γ) ο ινιακός κόλπος μονοφυής η διφυής είναι μικρός κόλπος που εκτείνεται από τον ληνό του Ηροφίλου μέχρι το ινιακό τρήμα κατά μήκος της έσω ινιακής ακρολοφίας εκβάλλοντας στους σύστοιχους σιγμοειδείς κόλπους και στα έσω φλεβώδη σπονδυλικά πλέγματα.

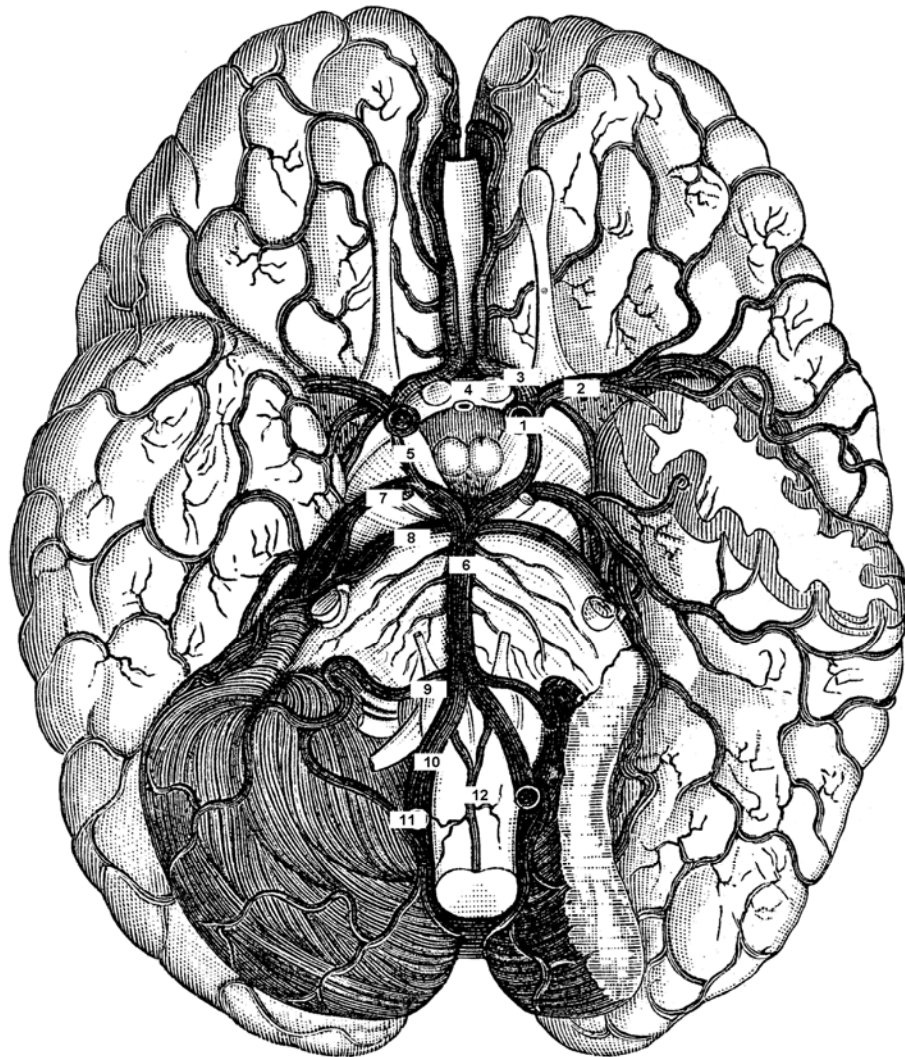
δ) το βασικό πλέγμα είναι δίκτυο μικρών κόλπων που αναπτύσσεται στο απόκλιμα συνδέοντας τους κάτω λιθοειδείς κόλπους με αναστομώσεις και προς τα έσω φλεβώδη σπονδυλικά πλέγματα.

ε) ο σφραγγώδης κόλπος, διφυής, πορεύεται εκατέρωθεν του σώματος του σφηνοειδούς οστού, δέχεται τις οφθαλμικές φλέβες, τις μέσες εγκεφαλικές φλέβες, την κεντρική φλέβα του αμφιβληστροειδούς, τον σφηνοβρεγματικό κόλπο και μεταπίπτει στον άνω και κάτω λιθοειδή κόλπο. Περιβάλλει την έσω καρωτίδα, ενώ στο έξω τοίχωμα του ευρίσκονται το κοινό κινητικό, το τροχλιακό νεύρο και ο 1^{ος} κλάδος του τριδύμου.

στ) ο άνω λιθοειδής κόλπος, συνδέει τον σφραγγώδη με τον εγκάρσιο κόλπο πορευόμενος στην ομώνυμη αύλακα του άνω χείλους του λιθοειδούς.

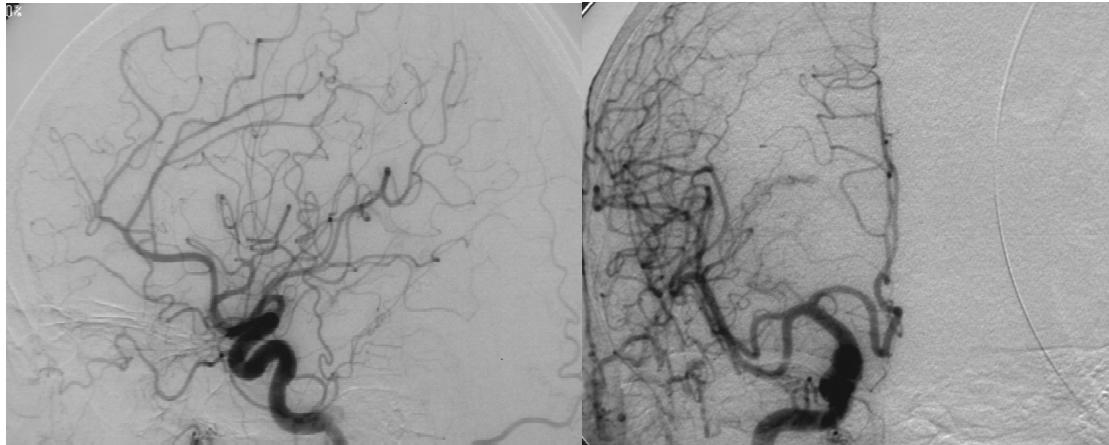
ζ) ο κάτω λιθοειδής κόλπος συνδέει τον σφραγγώδη κόλπο με την έσω σφαγίτιδα φλέβα πορευόμενος κατά μήκος της λιθοϊνιακής σχισμής.

ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

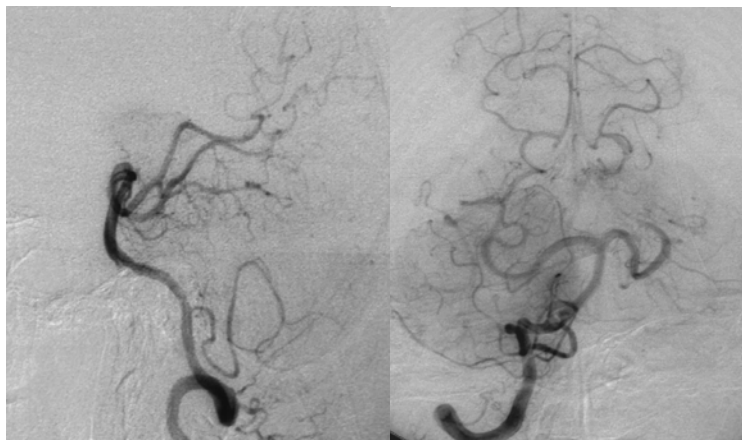


1. Έσω καρωτίδα
 2. Μέση εγκεφαλική
 3. Πρόσθια εγκεφαλική
 4. Πρόσθια αναστομωτική
 5. Οπίσθια αναστομωτική
 6. Βασική
 7. Οπίσθια εγκεφαλική
 8. Άνω παρεγκεφαλιδική
 9. Πρόσθια κάτω παρεγκεφαλιδική
 10. Σπονδυλική
 11. Οπίσθια κάτω παρεγκεφαλιδική
 12. Πρόσθια σπονδυλική
-

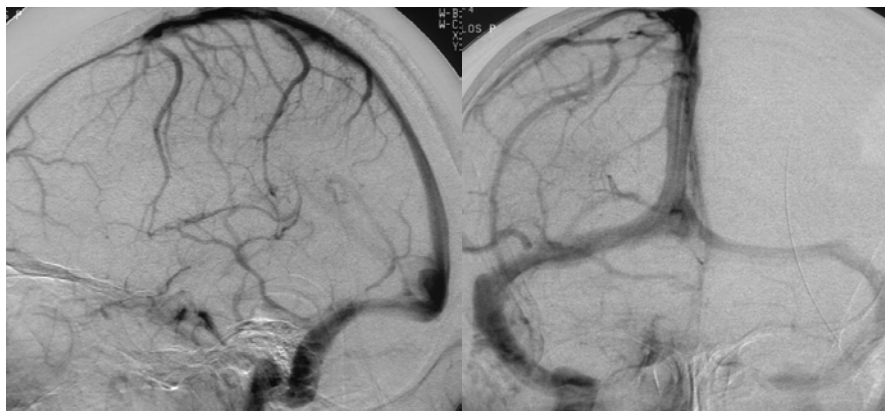
ΑΚΤΙΝΟΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΩΝ ΕΝΔΟΚΡΑΝΙΑΚΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ



Αγγειογραφία της αριστεράς (πλαγία) και της δεξιάς έσω καρωτίδας (κατά μέτωπο).



Αγγειογραφία της αριστεράς (πλαγία) και της δεξιάς σπονδυλικής αρτηρίας (κατά μέτωπο).



Φλεβογραφία πλαγία και κατά μέτωπο.

B. ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗΣ ΑΙΜΟΡΡΑΓΙΑ (ΑΥΑ)

Η αυτόματη (μη τραυματική) υπαραχνοειδής αιμορραγία είναι μία σοβαρή μορφή αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου και προκαλείται από τη διαφυγή του αίματος από τα αγγεία στον υπαραχνοειδή χώρο.

Τρεις στιβάδες μηνίγγων περιβάλλουν τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό, η σκληρά, η αραχνοειδής και η χοριοειδής μήνιγγα. Ο υπαραχνοειδής χώρος μεταξύ της αραχνοειδούς και χοριοειδούς μήνιγγος, καταλαμβάνεται από εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ENY) και είναι ενιαίος μεταξύ του υπερσκηνιδιακού και υποσκηνιδιακού του τμήματος, αλλά και κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης. Από το επίπεδο του ινιακού τρήματος οι σπονδυλικές αρτηρίες και από το ύψος του σπυραγγώδους κόλπου οι έσω καρωτίδες και οι κλάδοι τους εισέρχονται στον υπαραχνοειδή χώρο. Συνήθως παρατηρείται μεγαλύτερη συγκέντρωση του αίματος κοντά στην περιοχή της αιμορραγίας, όμως η αιμορραγία μπορεί να είναι και διάχυτη με μεγαλύτερη εξάπλωση στον υπαραχνοειδή χώρο. Ακόμη η αιμορραγία μπορεί να επεκταθεί σε γειτονικές ανατομικές δομές, όπως το εγκεφαλικό παρέγχυμα και το κοιλιακό σύστημα του εγκεφάλου. Καθώς το αίμα διαχέεται στον υπαραχνοειδή χώρο αυξάνεται η ενδοκράνιος πίεση, με συνέπεια την πρόκληση σύγχυσης και ληθαργικής εικόνας στον ασθενή, ενώ η δημιουργία ενός αιματώματος προκαλεί ερεθισμό και καταστροφή των γειτονικών εγκεφαλικών κυττάρων. Ακόμη σύνθετες φλεγμονώδεις εξεργασίες που προκαλούνται από την αποδόμηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων προσβάλλουν τα μεγάλα του εξαγώνου του Willis και μικρότερα αγγεία στον υποχοριοειδή χώρο, ελαττώνοντας την παροχή του αίματος κυρίως στην περιοχή του εγκεφάλου που δεχόταν αίμα από το αγγείο που αιμορράγησε. Ο αγγειόσπασμος και η εγκεφαλική ισχαιμία η οποία συνήθως καθυστερεί αρκετές ημέρες είναι συχνή και αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή κινδύνου πρόκλησης εγκεφαλικής βλάβης. Η συχνότερη αιτία πρόκλησης μιάς ΑΥΑ είναι η ρήξη ενός ενδοκρανιακού ανευρύσματος και αποτελεί το 3% του συνόλου των αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων (*Sudlow CL και συν.1997*) εκτιμάται όμως ότι ευθύνεται για το 5% των θανάτων από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και για τη μείωση περισσότερο από 1/4 του προσδόκιμου επιβίωσης (*Johnston SC και συν. 1998a*).

Παρά τις σημαντικές προόδους που έγιναν κατά τον 20^ο αιώνα στη διάγνωση και θεραπευτική αντιμετώπιση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας και των επιπλοκών της, η νόσος εξακολουθεί να προκαλεί έντονο ενδιαφέρον ιδιαίτερα για τους νευρολόγους, νευροχειρουργούς και ακτινολόγους.

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Η συχνότητα της ΑΥΑ έχει παραμείνει σταθερή τα τελευταία 30 χρόνια. Σε μια αναδρομική ανάλυση σχετικών μελετών η συχνότητα εμφάνισης της ΑΥΑ ήταν 10.5 περιπτώσεις σε 100.000 άτομα ανά έτος (*Linn FH και συν.1996*). Ο μέσος όρος ηλικίας των ασθενών είναι σημαντικά χαμηλότερος σε σχέση με τους άλλους τύπους αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων, με κορυφή στην 6^η δεκαετία (*Longstreth WT Jr και συν. 1993, Lanzino G και συν. 1996*). Οι γυναίκες έχουν κατά 1.6 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο ως προς τους άντρες (*Linn FH και συν. 1996*) η πρόγνωση δε της ΑΥΑ είναι χειρότερη στις γυναίκες. Η μαύρη φυλή έχει κατά 2.1 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο σε σχέση με τους λευκούς (*Broderick JP και συν. 1992*). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στη Φινλανδία και την Ιαπωνία η συχνότητα εμφάνισης είναι σημαντικά μεγαλύτερη ως προς τις άλλες χώρες. Ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου είναι η οικογενής προδιάθεση της ΑΥΑ. 5 έως 20% των ασθενών με ΑΥΑ έχουν θετικό οικογενειακό ιστορικό. Οι 1^{ου} βαθμού συγγενείς ασθενών με ΑΥΑ παρουσιάζουν 3 έως 7 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο να εμφανίσουν τη νόσο, ενώ σε 2^{ου} βαθμού συγγένεια η συχνότητα της ΑΥΑ είναι παρόμοια του γενικού πληθυσμού (*Schievink WI και συν. 1995, Bromberg JEC και συν. 1995*). Η εμφάνιση της ΑΥΑ ακόμη σχετίζεται με ορισμένες κληρονομικές διαταραχές του συνδετικού ιστού, αλλά οι ασθενείς αυτοί αποτελούν μικρό ποσοστό στο σύνολο των πασχόντων. Για παράδειγμα στην πολυκυστική νόσο των νεφρών (αυτοσωματικός επικρατών τύπος), την πιο συχνή κληρονομική διαταραχή που σχετίζεται με υπαραχνοειδή αιμορραγία, η νόσος δεν παρουσιάζει ποσοστά > 2% στο σύνολο των πασχόντων (*Schievink WI και συν. 1992*). Άλλες γενετικές διαταραχές που σπανιότερα έχουν συσχετιστεί με ΑΥΑ είναι η νόσος Ehlers-Danlos IV, η νευρινωμάτωση τύπου 1 και το σύνδρομο Marfan. Το κάπνισμα, η υπέρταση, η υπερλιπιδαιμία και η κατάχρηση αλκοόλ αποτελούν γενικότερους παράγοντες αυξημένου κινδύνου ιδιαίτερα όταν συνυπάρχουν (*Teunissen LL και συν. 1996*). Μόνο ένα μικρό ποσοστό ασθενών με υπαραχνοειδή αιμορραγία παρουσιάζει καλή

έκβαση. Η θνησιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 32 και 67%, με μέσο όρο 51%. Από τους ασθενείς που επιβιώνουν τουλάχιστον το 1/3 παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα (*Hop JW και συν. 1997*).

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΟΥΣ ΑΙΜΟΡΡΑΓΙΑΣ

Κλινικά ευρήματα



Κατανομή του άλγους στην ΑΥΑ.

Χαρακτηριστικό της ΑΥΑ είναι το ιστορικό μιάς ασυνήθους σοβαρής κεφαλαλγίας που εγκαταστάθηκε ξαφνικά. Έλλειψη αντιδράσεων μεγαλύτερη της μιάς ώρας παρατηρείται σχεδόν στους μισούς ασθενείς ενώ εστιακά νευρολογικά σημεία εμφανίζονται συγχρόνως με την κεφαλαλγία ή λίγο μετά στο 1/3 των ασθενών (*Linn FH και συν. 1998, Hop JW και συν. 1999*). Για τους ασθενείς με νευρολογική σημειολογία είναι προφανές ότι πρέπει να μεταφερθούν άμεσα για περαιτέρω εκτίμηση, στις περιπτώσεις όμως που το μόνο σύμπτωμα είναι η κεφαλαλγία είναι δύσκολο να αναγνωριστεί η σοβαρότητα της υποκείμενης νόσου. Επίσης και άλλα σημεία όπως ο εμετός ή προηγούμενα ανάλογα επεισόδια κεφαλαλγίας δεν είναι ειδικά. Η αυχενική δυσκαμψία είναι συχνό σημείο της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας (εκτός και έχει επέλθει κώμα), αλλά συνήθως εμφανίζεται μετά από ώρες, συνεπώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποκλειστεί η διάγνωση τις πρώτες ώρες εγκατάστασης μιάς αιφνίδιας έντονης κεφαλαλγίας. Η βυθοσκόπηση μπορεί να ανιχνεύσει αιμορραγίες υπό τον υαλοειδή χιτώνα σε ~ 17% των ασθενών (*Pfausler B*

και συν. 1996, Frizzell RT και συν. 1997). Αν μία πολύ έντονη κεφαλαλγία είναι το μόνο σύμπτωμα, η υπαραχνοειδής αιμορραγία είναι η αιτία σε ποσοστό 10% (Linn FH και συν. 1994). Πιο δύσκολο ακόμη είναι να τεθεί η υποψία της ΑΥΑ στις περιπτώσεις που ο ασθενής δεν αναφέρει οξεία αιφνίδια κεφαλαλγία ή όταν άλλα συμπτώματα υπερισχύουν της κεφαλαλγίας όπως σε ασθενείς που προσέρχονται με επιληπτικές κρίσεις, σύγχυση ή αν υπάρχει συνοδό τραύμα. Επιληπτικές κρίσεις στην έναρξη μιάς υπαραχνοειδούς αιμορραγίας εμφανίζονται σε ποσοστό 6 -16% (Sarnier M και συν. 1967, Hart RG και συν.1981, Pinto AN και συν. 1996) και η υποψία πρέπει να τεθεί όταν η κεφαλαλγία μετά την κρίση είναι ασυνήθως σοβαρή. 1-2% ασθενών με υπαραχνοειδή αιμορραγία προσέρχονται σε οξεία συγχυτική κατάσταση και για τους περισσότερους δεν αναφέρεται ιστορικό αιφνίδιας κεφαλαλγίας (Reijneveld JC και συν. 2000). Στις περιπτώσεις αυτές η υποψία τίθεται αν η λήψη ιστορικού από αυτόπτη μάρτυρα αποκαλύψει αιφνίδια εγκατάσταση, συνυπάρχει νευρολογική σημειολογία και δεν υπάρχει ψυχιατρικό ιστορικό. Μερικές φορές είναι δύσκολη η διάκριση του τραύματος από την ΑΥΑ. Ασθενείς μπορεί να βρεθούν μόνοι, χτυπημένοι. χωρίς όμως εξωτερικά ίχνη τραυματισμού, με μείωση του επιπέδου συνείδησης ή και αμνησία, χωρίς να είναι δυνατή η λήψη ιστορικού ή και με αυχενική δυσκαμψία με συνέπεια να αντιμετωπίζονται σαν περιπτώσεις πιθανής ΑΥΑ. Αντιστρόφως ασθενείς μπορεί να εμπλακούν σε ατύχημα και τραυματισμό λόγω ρήξης ενός ανευρύσματος, οπότε απαραίτητη είναι η σχολαστική διερεύνηση του ατυχήματος ειδικά σε περιπτώσεις με δυσανάλογη κεφαλαλγία ή αυχενική δυσκαμψία.

Άλλες καταστάσεις που σχετίζονται με την εμφάνιση υπαραχνοειδούς αιμορραγίας είναι προηγούμενη κρανιοεγκεφαλική κάκωση ειδικά σε συνδυασμό με κάταγμα του κρανίου αφού η πάρωση του κατάγματος ευνοεί την ανάπτυξη μηνιγγικών αρτηριοφλεβωδών δυσπλασιών (Chaudhary MY και συν. 1982), η ενδοκαρδίτιδα η οποία σπάνια συνδυάζεται με σηπτικά ανευρύσματα (Salgado AV 1991), η δρεπανοκυτταρική αναιμία, το καρδιακό μύζωμα και οι διαταραχές πήκτικότητας. Διαξιφιστικό άλγος στον κατώτερο αυχένα και στη ράχη θέτει την υπόνοια της σπονδυλικής αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας η επικοινωνίας, ως αιτίου της ΑΥΑ (Kinouchi H και συν. 1998). Ιστορικό ελάσσονος τραύματος στον αυχένα ή αιφνίδιες ασυνήθεις κινήσεις της κεφαλής προ της εγκατάστασης της κεφαλαλγίας μπορεί να σχετίζονται με υπαραχνοειδή αιμορραγία λόγω διαχωρισμού της

σπονδυλικής αρτηρίας. Η χρήση κοκαΐνης σχετίζεται με εμφάνιση υπαραχνοειδούς αιμορραγίας στα πλαίσια συχνότερα ενός υποκείμενου ανευρύσματος (*Nolte KB και συν. 1996*). Η αντικειμενική εξέταση ακόμη μπορεί να παράσχει ενδείξεις του πιθανού αιτίου της ΑΥΑ. Τύφλωση του ενός οφθαλμού μπορεί να σχετίζεται με ευμέγεθες ανεύρυσμα της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας (*Chan JW και συν. 1997*). Πάρεση του κοινού κινητικού νεύρου μπορεί να παρουσιαστεί μετά από ρήξη ανευρύσματος της οπισθίας αναστομωτικής αρτηρίας (*Hyland HH και συν. 1954*). Πάρεση του απαγωγού συνήθως αμφοτερόπλευρη στην οξεία φάση οφείλεται στην αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης και δεν είναι ειδικό σημείο εντόπισης της ρήξης ενός ανευρύσματος. Συνδυασμός οπτικών και οφθαλμοκινητικών διαταραχών μπορεί να σχετίζεται με υποφυσιακή αποπληξία (*McFadzean RM και συν. 1991*). Πάρεση των κατώτερων εγκεφαλικών συζυγίων και νευρολογική σημειολογία από την παρεγκεφαλίδα και το στέλεχος μπορεί να είναι ενδεικτική διαχωρισμού της σπονδυλικής αρτηρίας (*Senter HJ και συν. 1982, Caplan LR και συν. 1988*).

Εργαστηριακά ευρήματα



Απλή ΑΤ: Εκτεταμένη υπαραχνοειδής αιμορραγία.

Η Αξονική Τομογραφία (ΑΤ) είναι η πρώτη εξέταση στη διερεύνηση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας με την χαρακτηριστική υπέρπυκνη απεικόνιση του αίματος που εξαγγειώθηκε, συνήθως στις δεξαμενές της βάσης. Η κατανομή του αίματος μπορεί σε ένα βαθμό να υποθέσει την εντόπιση ενός υποκείμενου ανευρύσματος (*van Gijn J και συν. 1980*). Η Αξονική Τομογραφία μπορεί να είναι ψευδώς θετική στις περιπτώσεις γενικευμένου εγκεφαλικού οιδήματος με ή χωρίς εγκεφαλικό θάνατο, λόγω της φλεβικής συμφόρησης στον υπαραχνοειδή χώρο, που

μπορεί να μιμηθεί την εικόνα της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας (*Avrahami E και συν. 1998*). Η Αξονική Τομογραφία πρέπει να μελετάται εξονυχιστικά, αφού μικρές ποσότητες αίματος μπορεί να διαλάβουν της προσοχής. Ωστόσο μία αρνητική Αξονική Τομογραφία δεν αποκλείει την περίπτωση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Ακόμη και αν η εξέταση γίνει μέσα στις πρώτες 12 ώρες από την εγκατάσταση της αιμορραγίας και με σύγχρονο Αξονικό Τομογράφο, μπορεί να είναι αρνητική στο ~2% των ασθενών με υπαραχνοειδή αιμορραγία (*van der Wee N και συν. 1995*).

Η Αξονική Τομογραφία μπορεί να βοηθήσει στην διάκριση της αυτόματης από την τραυματική υπαραχνοειδή αιμορραγία αν και η ανευρυσματική μορφή της αιμορραγίας δεν εκτιμάται πάντοτε άμεσα στους προσερχόμενους με κάκωση ασθενείς (*Vos PE και συν. 2000*). Ειδικότερα αν η υπαραχνοειδής αιμορραγία οφείλεται σε τραύμα, το αίμα συνήθως εντοπίζεται σε φλοιώδη αύλακα παρά τον κρανιακό θόλο κοντά σε μία εγκεφαλική θλάση ή ένα κάταγμα απομακρύνοντας την πιθανότητα ρήξης ενός ανευρύσματος. Ωστόσο ασθενείς με θλάσεις στο έδαφος των μετωπιαίων λοβών, μπορεί να εμφανίσουν μορφή υπαραχνοειδούς αιμορραγίας παρόμοια με αυτή της ρήξης ενός ανευρύσματος της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας, ενώ στις περιπτώσεις που το αίμα εντοπίζεται στη σχισμή του Sylvius ή την μεσοσκελιαία δεξαμενή είναι δύσκολο να διακριθεί από τη μορφή μόνο της αιμορραγίας κατά πόσο είναι τραυματική ή η αυτόματη. Σε ασθενείς με τραύμα απευθείας στον αυχένα ή στην κεφαλή σε συνδυασμό με έντονη μετακίνηση του αυχένου, μπορεί να εμφανιστεί μαζική αιμορραγία στις δεξαμενές της βάσης του κρανίου λόγω τρώσης ή πλήρους ρήξης μιάς αρτηρίας της οπίσθιας κυκλοφορίας, η οποία είναι συνήθως θανατηφόρος (*Dowling G και συν. 1988*).

Η ταξινόμηση κατά Fisher η οποία σχετίζεται με την ποσότητα του αίματος στην απλή Αξονική Τομογραφία εγκεφάλου είναι χρήσιμη για την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης αγγειόσπασμου {συχνότερα στο στάδιο 3 κατά Fisher} (*Fisher CM και συν. 1980*).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση Fisher

Στάδιο	Ευρήματα στην Αξονική Τομογραφία
1	Χωρίς στοιχεία αιμορραγίας
2	Διάχυτο λεπτό στρώμα υπαραχνοειδούς αιμορραγίας
3	Εντοπισμένος θρόμβος ή παχύ στρώμα υπαραχνοειδούς αιμορραγίας
4	Ενδοεγκεφαλική ή ενδοκοιλιακή αιμορραγία με ή χωρίς διάχυτη υπαραχνοειδή αιμορραγία

Η *Μαγνητική Τομογραφία (MT)* με την τεχνική FLAIR (fluid attenuated inversion recovery) απεικονίζει την υπαραχνοειδή αιμορραγία με την παρόμοια της Αξονικής Τομογραφίας αξιοπιστία (Noguchi K και συν.1995), αλλά η μέθοδος πρακτικά δεν εφαρμόζεται ευρέως λόγω της μικρότερης διαθεσιμότητας, ενώ για τις περιπτώσεις συγγυτικών ασθενών πρέπει να δοθεί αναισθησία για να γίνει η Μαγνητική Τομογραφία. Ωστόσο μετά την πάροδο ημερών (μέχρι 40), η ευαισθησία της Μαγνητικής Τομογραφίας αυξάνεται σε σύγκριση με την Αξονική Τομογραφία στην ανάδειξη του εξαγγειωθέντος αίματος (Noguchi K και συν. 1997), με αποτέλεσμα η μέθοδος να ενδείκνυται για την ανάδειξη της αιμορραγίας στους ασθενείς με αρνητική Αξονική Τομογραφία και θετική οσφουονωτιαία παρακέντηση, καθώς και σε εκείνους που προσέρχονται μετά 1 έως 2 εβδομάδες μετά την έναρξη της συμπτωματολογίας (Renowden SA και συν. 1994).

Η *οσφουονωτιαία παρακέντηση* εξακολουθεί να είναι αναγκαία για τον αποκλεισμό της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας σε ασθενείς με ύποπτο ιστορικό και αρνητικό απεικονιστικό έλεγχο. Η οσφουονωτιαία παρακέντηση δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται χωρίς εξειδικευμένη γνώση. Έτσι η λήψη του εγκεφαλονωτιαίου υγρού (ENY) πρέπει να γίνεται τουλάχιστον 6 και κατά προτίμηση 12 ώρες μετά την έναρξη της συμπτωματολογίας, ώστε να έχει μεσολαβήσει επαρκής χρόνος για την αποδόμηση των ερυθροκυττάρων και το σχηματισμό χολερυθρίνης και οξυαιμοσφαιρίνης, που προσδίδουν κίτρινη χρώση στο ENY μετά τη φυγοκέντρηση (ξανθοχρωμία), ένα σημαντικό στοιχείο που μπορεί να αποκλείσει την περίπτωση τραυματισμού κατά τη λήψη του ENY και το οποίο είναι ανιχνεύσιμο για τουλάχιστον 2 εβδομάδες μετά το επεισόδιο. Η φυγοκέντρηση πρέπει να διενεργείται άμεσα ειδάλλως η οξυαιμοσφαιρίνη θα σχηματιστεί *in vitro*. Εάν το ENY είναι διαυγές, το υλικό πρέπει

να φυλάσσεται σε σκιερό μέρος μέχρι να επιβεβαιωθεί η απουσία του αίματος με τη χρήση φασματοφωτομετρίας. Παραμένει ωστόσο το πρακτικό πρόβλημα της ανάγκης παρέλευσης 6 – 12 ωρών από την έναρξη του επεισοδίου, ώστε η μέθοδος της οσφουνοωταίας παρακέντησης να είναι πραγματικά αξιόπιστη στη διάγνωση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας και στη διάκριση της από ένα τραυματισμό κατά τη λήψη του ENY.

ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΑΙΤΙΟ ΤΗΣ ΑΥΑ :

ΑΝΕΥΡΥΣΜΑΤΑ – ΣΑΚΟΕΙΔΗ ΑΝΕΥΡΥΣΜΑΤΑ

Η λέξη ανεύρυσμα προέρχεται από την πρόθεση ανά και το επίθετο ευρύς και υποδηλώνει παθολογική διάταση μιάς αρτηρίας. Τα ανευρύσματα μπορεί να είναι αληθή ή ψευδή. Το ψευδές ανεύρυσμα είναι μία κοιλότητα περιέχουσα θρόμβο αίματος χωρίς συμμετοχή του αγγειακού τοιχώματος. Οι 3 κύριοι τύποι ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων είναι **τα σακοειδή, τα ατρακτοειδή και τα διαχωριστικά**. Στα συχνότερα αίτια των ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων περιλαμβάνονται βλάβες των αγγείων αιμοδυναμικής ή εκφυλιστικής αιτιολογίας, η αθηροσκλήρυνση (συνήθως προκαλεί ατρακτοειδή ανευρύσματα), υποκείμενη αγγειοπάθεια (π.χ.ινομυϊκή δυσπλασία) και καταστάσεις αυξημένης ροής όπως αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες και επικοινωνίες. Σπάνια αίτια αποτελούν το τραύμα, λοιμώξεις, χρήση ουσιών και νεοπλάσματα πρωτοπαθή ή μεταστατικά.

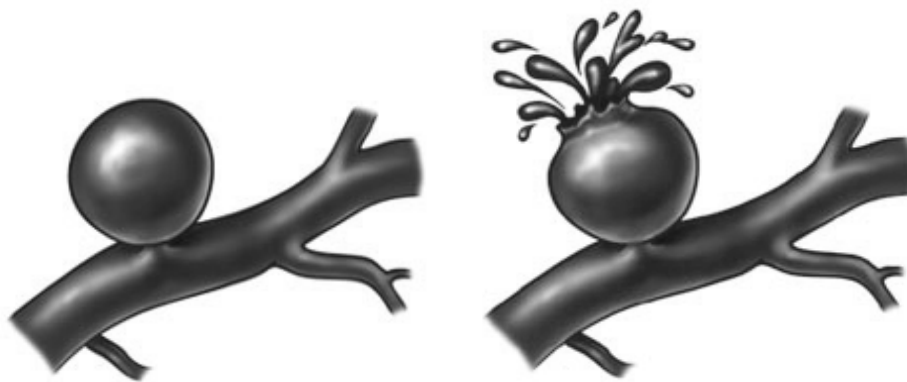
Τα ενδοκρανιακά ανευρύσματα ταξινομούνται ως εξής:

• Σακοειδή ανευρύσματα

- Εκφυλιστικής αιτιολογίας
- Τραυματικά
- Σηπτικά
- Ογκωτικά
- Σχετιζόμενα με αυξημένη ροή
- Σχετιζόμενα με αγγειοπάθειες
- Σχετιζόμενα με χρήση ουσιών

• Ατρακτοειδή ανευρύσματα

• Διαχωριστικά ανευρύσματα



Ρήξη σακοειδούς ανευρύσματος.

- **Σακοειδή ανευρύσματα:** Περίπου 85% του συνόλου των αυτόματων υπαραχνοειδών αιμορραγιών οφείλονται σε ρήξη ενός σακοειδούς ανευρύσματος στη βάση του εγκεφάλου (*Velthuis BK και συν. 1998*). Τα ανευρύσματα αυτά είναι αληθή και δεν είναι συγγενή, αλλά εμφανίζονται στη διάρκεια της ζωής, αφού σχεδόν ποτέ δεν συναντώνται σε νεογνά και είναι επίσης σπάνια στα παιδιά, στα οποία αν εμφανιστούν συνήθως υπάρχει υπόβαθρο τραυματισμού, λοίμωξης ή διαταραχής του συνδετικού ιστού. Η συχνότητα των σακοειδών ανευρυσμάτων στο γενικό πληθυσμό εξαρτάται από το μέγεθος τους και από την προσοχή στις διάφορες μελέτες ανίχνευσης των μη ραγέντων ανευρυσμάτων. Σε μια συστηματική σύνοψη μελετών αναφοράς ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων σε ασθενείς που μελετήθηκαν για άλλους λόγους εκτός της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, συμπεριλήφθηκαν 23 μελέτες και συνολικά 56.304 ασθενείς από τους οποίους 6685 (12%) προέρχονταν από αγγειογραφικές μελέτες (*Rinkel GJ και συν. 1998*). Η συχνότητα ήταν πολύ χαμηλή στις αναδρομικές νεκροτομικές μελέτες και πολύ υψηλή στις προοπτικές αγγειογραφικές μελέτες (Πίνακας 2). Η συχνότητα των ανευρυσμάτων ήταν σχετικά υψηλή σε ασθενείς με αυτοσωματική πολυκυστική νόσο, οικογενή προδιάθεση ή αθηροσκλήρυνση. Δεν είναι γνωστό γιατί μόνο μερικοί ενήλικες εμφανίζουν ανευρύσματα στους αρτηριακούς διχασμούς και οι περισσότεροι όχι. Η αρχικά δημοφιλής θεωρία του συγγενούς ελλείμματος στον μυϊκό χιτώνα του τοιχώματος, διαμέσου του οποίου μπορεί να προβάλλει ο έσω χιτώνας του αρτηριακού τοιχώματος και να σχηματίζεται το ανεύρυσμα έχει καταρριφθεί. Ο ρόλος επίκτητων αλλαγών στο αρτηριακό τοίχωμα είναι πιθανός αφού το κάπνισμα, η υπέρταση, η υπερλιπιδαιμία και η κατάχρηση αλκοόλ αφορούν γενικότερους παράγοντες κινδύνου. Ίσως η επίδραση τέτοιων παραγόντων που οδηγεί σε τοπική πάχυνση και

ανελαστικότητα του έσω χιτώνα του αρτηριακού τοιχώματος πριν και μετά ένα αρτηριακό διχασμό, αυξάνει την πίεση σε πιο ελαστικά τμήματα του τοιχώματος του αγγείου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ανευρύσματος (*Crompton MR 1966*). Από τα ιατρογενή αίτια έχουν ενοχοποιηθεί η ακτινοθεραπεία, παρακαμπτήριες επεμβάσεις με σχηματισμό ανευρυσμάτων στις αναστομώσεις, και η χρήση ακρλικού στην εξωτερική εφαρμογή του για μικροαγγειακή αποσυμπίεση.

Τα ενδοκρανιακά ανευρύσματα είναι πολλαπλά σε 10-30% όλων των περιπτώσεων κυρίως σε ασθενείς με υπέρταση (*Brisman JL και συν. 2006*). Περίπου 75% των ασθενών με πολλαπλά ανευρύσματα έχουν 2 ανευρύσματα, 15% έχουν 3 και 10% περισσότερα από 3. Οι γυναίκες παρουσιάζουν συχνότερα πολλαπλά ανευρύσματα (11:1 σε ασθενείς με περισσότερα των 3 ανευρυσμάτων). Τα πολλαπλά ανευρύσματα επίσης σχετίζονται με αγγειοπάθειες και άλλες διαταραχές του συνδετικού ιστού, μπορεί δε να είναι συμμετρικά αμφοτερόπλευρα ή με ασύμμετρη κατανομή. Τα ανευρύσματα συνήθως αναπτύσσονται στους διχασμούς μεγάλων αρτηριών. Τα περισσότερα σακοειδή ανευρύσματα εντοπίζονται στο εξάγωνο του Willis ή στο διχασμό της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας.

- **Ανευρύσματα προσθίας κυκλοφορίας:** Περίπου 86.5% από τα ενδοκρανιακά ανευρύσματα ευρίσκονται στην προσθία (καρωτιδική) κυκλοφορία. Οι συχνότερες εντοπίσεις περιλαμβάνουν την προσθία αναστομωτική αρτηρία (30%), την έσω καρωτίδα στο ύψος έκφυσης της οπισθίας αναστομωτικής αρτηρίας (25%), το διχασμό της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας (20%), το διχασμό της έσω καρωτίδας (7.5%) και την έκφυση της περιμεσολοβίου αρτηρίας (4%).
- **Ανευρύσματα οπισθίας κυκλοφορίας:** Περίπου 10% από τα ενδοκρανιακά ανευρύσματα ευρίσκονται στην οπισθία (σπονδυλοβασική) κυκλοφορία. 7% αφορούν το διχασμό της βασικής αρτηρίας και 3% την έκφυση της οπισθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας από τη σπονδυλική αρτηρία.
- **Άλλες θέσεις:** Περίπου 3.5% των ανευρυσμάτων εντοπίζονται στις εκφύσεις της άνω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας και της προσθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας από τη βασική αρτηρία.

- Τα σακοειδή ανευρύσματα είναι ασυνήθη σε άλλες περιοχές εκτός αυτών που προαναφέρθηκαν. Ανευρύσματα σε περιφερικούς κλάδους συνήθως οφείλονται σε τραύμα ή λοίμωξη. Μη τραυματικά περιφερικά ανευρύσματα ειδικά στην προσθία εγκεφαλική αρτηρία έχουν υψηλή συχνότητα πολλαπλότητας και αυτόματης αιμορραγίας.

Ο κίνδυνος ρήξης ενός ανευρύσματος εκτιμάται σε 1-2%/έτος. Μικρά ανευρύσματα < 7χιλ. και ανευρύσματα της προσθίας κυκλοφορίας παρουσιάζουν μικρότερο κίνδυνο αιμορραγίας, από ανευρύσματα σε άλλες θέσεις, ανευρύσματα >10χιλ. και ανευρύσματα σε ασθενείς με ιστορικό ρήξης ανευρύσματος σε άλλη θέση (Wiebers DO και συν. 2003). Τα γιγαντιαία ανευρύσματα (>2.5 εκ.), σε ποσοστό 3-5% επί του συνόλου των ανευρυσμάτων, (♀:♂ = 3:1), συχνά παρουσιάζουν ενδοανευρυσματική αιμορραγία, αλλά σπάνια ρήγνυνται στον υπαραχνοειδή χώρο. Συνήθως η συμπτωματολογία που προκαλούν οφείλεται στη χωροκατακτητική τους δράση ή σε θρομβοεμβολικά επεισόδια. Ένα ανεύρυσμα με ανώμαλο σχήμα ή με λόβωση (π.χ. ένα δίλοβο ανεύρυσμα) παρουσιάζει μεγαλύτερο κίνδυνο αιμορραγίας. Ο σχηματισμός ενός ανευρύσματος σχετίζεται με τις μεγάλες αλλαγές της αιμοδυναμικής των αγγείων στις φάσεις συστολής και διαστολής. Η έκφυση, η ανάπτυξη, το σχήμα, καθώς και η ρήξη ή η θρόμβωση ενός ανευρύσματος συναρτώνται άμεσα με τις αιμοδυναμικές διαταραχές. Η γεωμετρική σχέση του ανευρύσματος με την αρτηρία προέλευσης του καθορίζει και την ενδοανευρυσματική αιμοδυναμική. Έτσι στα ανευρύσματα που αναπτύσσονται πλάγια όπως αυτά της έσω καρωτίδας η ροή είναι χαμηλή, σε αντίθεση με τα ανευρύσματα που εντοπίζονται στον διχασμό μιάς αρτηρίας όπου παρατηρείται και η μεγαλύτερη αιμοδυναμική. Η αξιολόγηση της αιμοδυναμικής του ανευρύσματος μπορεί ακόμη να συνεισφέρει στην επεμβατική αντιμετώπιση με την επιλογή και τοποθέτηση των καταλληλότερων υλικών για την απόφραξη του.

Σακοειδή ανευρύσματα σπονδυλικών αρτηριών: Τα σακοειδή ανευρύσματα των σπονδυλικών αρτηριών είναι εξαιρετικά σπάνια με καταγεγραμμένα περιστατικά ~12 (Mohsenipour I και συν. 1994). Όπως και στις αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες, κλινικό σημείο σε αιμορραγία αυτών των ανευρυσμάτων είναι εγκάρσια μυελική βλάβη μερική ή πλήρης.

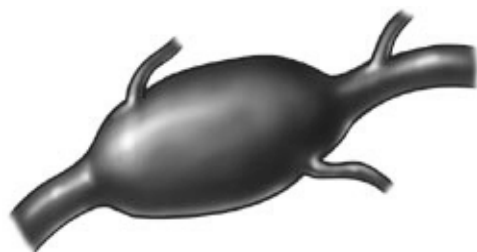
Τραυματικά ανευρύσματα: Αφορούν περίπου το 1% του συνόλου των ανευρυσμάτων. Συχνότερα συσχετίζονται με διατιτραίνοντα τραύματα (ψευδοανευρύσματα της έσω καρωτίδας) και σπανιότερα με κλειστές κακώσεις κυρίως της βάσης του κρανίου.

Σηπτικά ανευρύσματα: Είσοδος φλεγμονώδους υλικού στην κυκλοφορία και ενοφθαλμισμός στο τοίχωμα των εγκεφαλικών αρτηριών μπορεί να οδηγήσει σε ανευρυσματική διάταση. Ο όρος «μυκωτικό ανεύρυσμα» αναφέρεται μόνο στους μύκητες και θα πρέπει να αντικατασταθεί καθώς η βακτηριακή ενδοκαρδίτιδα ως υποκείμενο αίτιο είναι συχνότερη της ασπεργίλλωσης. Αν και τα περισσότερα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια σχετιζόμενα με ενδοκαρδίτιδα είναι αιμορραγικά έμφρακτα ή ενδοεγκεφαλικές αιμορραγίες λόγω πυογενούς αρτηρίτιδος, αναφέρεται και ρήξη ανευρυσμάτων συνήθως σε περιφερικούς κλάδους της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, με ενδοεγκεφαλική και υπαραχνοειδή αιμορραγία (*Brust JC και συν. 1990*). Η συχνότητα των σηπτικών ανευρυσμάτων εκτιμάται στο 0.5% περίπου. Συνήθως είναι γνωστή η υποκείμενη νόσος πριν την εμφάνιση της αιμορραγίας, ωστόσο σπανιότερα η ρήξη ενός σηπτικού ανευρύσματος είναι η πρώτη εκδήλωση της ενδοκαρδίτιδας. Η αντιμετώπιση είναι χειρουργική ή ενδοαγγειακή, αλλά αναφέρονται και περιπτώσεις απορρόφησης των ανευρυσμάτων μετά τη συντηρητική αγωγή με τα κατάλληλα αντιβιοτικά (*Brust JC και συν. 1990*). Σηπτικά ανευρύσματα σε ασθενείς με ασπεργίλλωση εντοπίζονται συνήθως στο εγγύς τμήμα της βασικής αρτηρίας ή στην καρωτίδα (*Lau AH και συν. 1991*). Ασθενείς με AIDS κυρίως παιδιά μπορεί να εμφανίσουν εγκεφαλικά ανευρύσματα στα πλαίσια γενικευμένης αρτηριοπάθειας (*Shah SS και συν. 1996*).

Ογκωτικά ανευρύσματα: Οφείλονται είτε στην κατά συνέχεια διήθηση ενός αγγείου από το νεόπλασμα είτε σε μεταστατικά έμβολα που προκαλούν διήθηση και ρήξη των αγγείων. Μεταστάσεις από καρδιακό μύξωμα (όπως αναφέρεται ανωτέρω), βρογχογενή καρκίνο και χοριοκαρκίνωμα και σπανιότερα πρωτοπαθή νεοπλάσματα όπως αιμαγγειοβλάστωμα της παρεγκεφαλίδας και μηνιγγίωμα έχουν συνδεθεί με ενδοκρανιακά ανευρύσματα.

Ανευρύσματα σε αγγειοπάθειες – αγγειίτιδες και άλλες διαταραχές: Η ινομυϊκή δυσπλασία, η ισθμική στένωση της αορτής, το σύνδρομο Osler-Weber-Rendu, το σύνδρομο Μογανογιά και σπανιότερα η αρτηρίτιδα Takayasu και ο συστηματικός ερυθριματώδης λύκος έχουν συνδεθεί με εμφάνιση ανευρυσμάτων. Ακόμη σε διαταραχές του συνδετικού ιστού, όπως στο σύνδρομο Marfan, το σύνδρομο Ehlers-Danlos τύπου IV, άλλες διαταραχές του κολλαγόνου τύπου III και το ελαστικό ψευδοξάνθωμα, έχει παρατηρηθεί αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ανευρυσμάτων. Η αυτοσωματική επικρατούσα κληρονομική πολυκυστική νόσος των νεφρών, η ανεπάρκεια της Άλφα1-αντιθρυψίνης, η νευρινωμάτωση τύπου I και η οζώδης σκλήρυνση έχουν επίσης συνδεθεί με εμφάνιση ανευρυσμάτων.

Χρήση κοκαΐνης: Ασθενείς με ΑΥΑ σχετιζόμενη με χρήση υδροχλωρικής κοκαΐνης (κρακ) σε ποσοστό ~70% εμφανίζουν ανεύρυσμα, σε αντίθεση με το 30 – 40% των χρηστών της αλκαλοειδούς μορφής (*Levine SR και συν. 1991*). Η μορφή της αιμορραγίας είναι παρόμοια της ρήξης ενός σακοειδούς ανευρύσματος και η διάγνωση επιβεβαιώνεται από το ιστορικό και τα αποτελέσματα των ιστολογικών εξετάσεων. Η επαναιμορραγία είναι συχνή με συχνά κακή έκβαση. Σε περιπτώσεις ΑΥΑ χωρίς την ανάδειξη ανευρύσματος, πιθανολογείται αγγειίτιδα [όπως επιβεβαιώνεται και από νεκροτομικές μελέτες (*Krendel DA και συν. 1990*)], οι αλλοιώσεις της οποίας μπορεί να μην αναδειχθούν με τον αγγειογραφικό έλεγχο.



Ατρακτοειδές ανεύρυσμα.

• **Ατρακτοειδή ανευρύσματα:** Επίσης γνωστά σαν αθηροσκληρυντικά ανευρύσματα και αποτελούν το 7% περίπου των ανευρυσμάτων. Είναι δολιχεκτασίες των αρτηριών συνήθως του σπονδυλοβασικού συστήματος, με ατρακτοειδή μορφολογία, συχνή παρουσία θρόμβου και τοιχωματικών ασβεστώσεων, ενώ δεν παρουσιάζουν αυχένα. Σπάνια έχουν ενοχοποιηθεί για αιμορραγία, κυρίως δε σχετίζονται με ισχαιμικά επεισόδια ή εκδηλώνονται με πιεστικά φαινόμενα στο εγκεφαλικό παρέγχυμα και τις εγκεφαλικές συζυγίες (πάρεση) ή με υδροκέφαλο λόγω πίεσης στο κοιλιακό σύστημα.

• **Διαχωριστικά ανευρύσματα:** Ο διαχωρισμός γενικότερα αναγνωρίζεται συχνότερα στην καρωτίδα, αλλά ΑΥΑ λόγω διαχωρισμού οφείλεται κατά κανόνα σε διαχωρισμό της σπονδυλικής αρτηρίας (*Rinkel GJ και συν. 1993*). Σαν συνοδός νευρολογική σημειολογία μπορεί να παρουσιαστεί πάρεση του γλωσσοφαρυγγικού και πνευμονογαστρικού νεύρου και το σύνδρομο Wallenberg. Η επαναιμορραγία είναι συχνή (30 – 70%) με το μεσοδιάστημα να ποικίλει μεταξύ ωρών και μερικών εβδομάδων και το δεύτερο επεισόδιο είναι θανατηφόρο στις μισές περίπου περιπτώσεις (*Caplan LR και συν. 1988*). Σπανιότερα έχει παρατηρηθεί ΑΥΑ λόγω διαχωρισμού του τελικού τμήματος της έσω καρωτίδος, της μέσης και προσθίας εγκεφαλικής αρτηρίας.

Πίνακας 2 Συχνότητα ανευρυσμάτων και παράγοντες κινδύνου (Rinkel *et al.*, 1998)

Συχνότητα	n/100 (95% CI)
Αναδρομικές νεκροτομικές μελέτες	0.4 (0.4–0.5)
Προοπτικές νεκροτομικές μελέτες	3.6 (3.1–4.1)
Αναδρομικές αγγειογραφικές μελέτες	3.7 (3.0–4.4)
Προοπτικές αγγειογραφικές μελέτες	6.0 (5.3–6.8)
Ηλικία (έτη)	
<20	0.01 (0.00–0.03)
20–39	1.3 (0.8–2.1)
40–59	1.8 (1.4–2.2)
60–80	2.3 (1.9–2.6)
>80	2.1 (1.5–3.0)
Ενήλικες χωρίς παράγοντες κινδύνου	2.3 (1.7 – 3.1)

Παράγοντες κινδύνου	Σχετικός κίνδυνος (95% CI)
Γυναίκες	1.3 (0.9–2.0)
Αθηροσκλήρυνση	2.3 (1.7–3.1)
Οικογενειακό ιστορικό	4.0 (2.7–6.0)

ΆΛΛΑ ΑΙΤΙΑ ΕΚΤΟΣ ΤΩΝ ΣΑΚΟΕΙΔΩΝ ΑΝΕΥΡΥΣΜΑΤΩΝ

Από το 15% των περιπτώσεων ΑΥΑ που δεν σχετίζονται με σακοειδή ανευρύσματα, τα 2/3 (10% του συνόλου) οφείλονται σε μη ανευρυσματική περιμεσεγκεφαλική ΑΥΑ και το υπόλοιπο 5% σχετίζεται με άλλες σπανιότερες καταστάσεις (Πίνακας 3).

Πίνακας 3 Αίτια ΑΥΑ

Αίτιο	Συχνότητα (%)	Εντόπιση αιμορραγίας στην ΑΤ	Χαρακτηριστικά σημεία
Ραγέντα ανευρύσματα	85	Βασικές δεξαμενές ή (-)	
Μη ανευρυσματική περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία	10	Βασικές δεξαμενές	Κατανομή αιμορραγίας στην ΑΤ
Σπάνιες καταστάσεις	5		
Αρτηριακός διαχωρισμός		Βασικές δεξαμενές	Προηγούμενο τραύμα στον αυχένα ή άλγος, πάρεση κατωτέρων εγκεφαλικών συζυγιών
Εγκεφαλική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία		Επιπολής	Αγγειακή βλάβη συνήθως ορατή στην ΑΤ
Μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία		Βασικές δεξαμενές	Ιστορικό κατάγματος κρανίου
Αγγειακές ανωμαλίες γύρω από τον νωτιαίο μυελό		Βασικές δεξαμενές	Άλγος στο κατώτερο τμήμα του αυχένα ή στην ράχη
Σηπτικό ανεύρυσμα		Συνήθως επιπολής	Ριζιτικό άλγος ή μυελική σημειολογία
Υποφυσιακή αποπληξία		Συνήθως (-)	Ιστορικό, προηγηθείς πυρετός, κακουχία
Χρήση κοκαΐνης		Βασικές δεξαμενές ή επιπολής	Οπτικές η οφθαλμοκινητικές διαταραχές, αδένωμα στην ΑΤ
Τραύμα		Βασικές δεξαμενές ή επιπολής	Ιστορικό



Απλή ΑΤ: Μη ανευρυσματική περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία.

Μη ανευρυσματική περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία: Η περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία αφορά περίπου το 10% του συνόλου όλων των επεισοδίων υπαραχνοειδούς αιμορραγίας και τα 2/3 αυτών με φυσιολογικό αγγειογραφικό έλεγχο (*Vermeer SE και συν. 1997*). Σε αυτή την ιδιαίτερη ακτινολογικά και ακίνδυνη μορφή ΑΥΑ, το αίμα που εξαγγειώνεται συγκεντρώνεται στις δεξαμενές γύρω από το μεσεγκέφαλο ενώ το κέντρο της αιμορραγίας ευρίσκεται προσθίως του μεσεγκεφάλου (*Schwartz TH και συν. 1996*). Σε άλλες περιπτώσεις το αίμα εντοπίζεται γύρω από τη γέφυρα, στη μεσοσκελιαία ή την τετραδυμική δεξαμενή. Αυτή η κατάσταση ορίζεται από τη χαρακτηριστική κατανομή του αίματος στην Αξονική Τομογραφία σε συνδυασμό με την απουσία ανευρύσματος. Η περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία εμφανίζεται σε οποιαδήποτε ηλικία άνω των 20, συνηθέστερα όμως κατά την 6^η δεκαετία όπως και η ανευρυσματική αιμορραγία. Στο 1/3 των ασθενών έντονη δραστηριοποίηση προηγείται των συμπτωμάτων όπως και στην ανευρυσματική αιμορραγία (*Linn FH και συν. 1998*). Κλινικά δεν είναι εύκολη η διάκριση της περιμεσεγκεφαλικής αιμορραγίας. Ωστόσο στην περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία η κεφαλαλγία εμφανίζεται περισσότερο προοδευτικά, απώλεια συνειδήσεως και εστιακή νευρολογική σημειολογία παρατηρείται σπάνια ή παροδικά, ενώ η εμφάνιση επιληπτικής κρίσης κατά την έναρξη της συμπτωματολογίας ουσιαστικά αποκλείει τη διάγνωση (*Linn FH και συν. 1998*). Οι ασθενείς προσέρχονται σε καλή γενική κατάσταση με εξαίρεση την κεφαλαλγία και η πορεία της νόσου είναι ομαλή (χωρίς επαναιμορραγία ή καθυστερημένη εγκεφαλική ισχαιμία). 20% των ασθενών παρουσιάζουν διάταση του πλαγίου κοιλιακού συστήματος προφανώς λόγω της παρεμπόδισης της κυκλοφορίας του ΕΝΥ στο ύψος του σκηνιδιακού τρήματος από

την παρουσία του αίματος στις περιμεσεγκεφαλικές δεξαμενές (*Rinkel GJ και συν. 1992*), ενώ η διάταση αυτή έχει συσχετιστεί με την παροδική αμνησία που εμφανίζεται στο 1/3 των περιπτώσεων. Η περίοδος ανάρρωσης είναι βραχεία και οι ασθενείς επανέρχονται στις προηγούμενες δραστηριότητες και η ποιότητα της ζωής τους σε βάθος χρόνου είναι άριστη. Σε ένα μικρό ποσοστό (2.5 – 5%) η περιμεσεγκεφαλική κατανομή της αιμορραγίας μπορεί να οφείλεται σε ρήξη ανευρύσματος στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο (*Van Calenbergh F και συν. 1993*). Η πιθανότητα ανεύρεσης ανευρύσματος στις λίγες αυτές περιπτώσεις πρέπει να σταθμίζεται σε σχέση με του κινδύνους και τις επιπλοκές κατά την εκτέλεση της ψηφιακής αφαιρετικής αγγειογραφίας και προσφάτως η Αξονική Αγγειογραφία θεωρείται μέθοδος εκλογής για τον αποκλεισμό ανευρύσματος σε περίπτωση περιμεσεγκεφαλικής αιμορραγίας, χωρίς να χρειάζεται να γίνει κλασσική αγγειογραφία (*Velthuis BK και συν. 1999b*).

Εγκεφαλικές Αρτηριοφλεβώδεις Δυσπλασίες (ΑΦΔ): Υπαραχνοειδής αιμορραγία φλοιώδεις αύλακες μπορεί δημιουργηθεί από ρήξη επιπολής ΑΦΔ, αλλά μόνο 5% των ΑΦΔ με ρήξη εμφανίζονται με εξαγγείωση του αίματος μόνο στον υπαραχνοειδή χώρο, χωρίς ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα (*Aoki N 1991*). Σακοειδή ανευρύσματα στις τροφοφόρες αρτηρίες μιάς ΑΦΔ, δημιουργούνται πιθανώς λόγω αυξημένης ροής και συνεπώς της πίεσης στο αρτηριακό τοίχωμα. Στις περιπτώσεις αυτές η αιμορραγία οφείλεται συχνότερα στο ανεύρυσμα παρά στην ΑΦΔ, η εντόπιση δε του ανευρύσματος είναι διαφορετική από την κλασσική εντόπιση των σακοειδών ανευρυσμάτων στο εξάγωνο του Willis.

Μηνιγγικές αρτηριοφλεβώδεις επικοινωνίες: Μηνιγγικές αρτηριοφλεβώδεις επικοινωνίες στο σκηνίδιο μπορεί να δημιουργήσουν αιμορραγία στις βασικές δεξαμενές παρόμοια της ανευρυσματικής αιμορραγίας (*Lasjaunias P και συν. 1986*). Αυτή η σπάνια διαταραχή εμφανίζεται από τους εφήβους μέχρι τους ηλικιωμένους. Ο κίνδυνος αιμορραγίας εξαρτάται από τη μορφή της φλεβικής απαγωγής. Ασθενείς με απευθείας φλεβική απαγωγή σε φλοιώδη φλέβα παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο αιμορραγίας, ειδικά αν συνυπάρχει φλεβική εκτασία. Στις περιπτώσεις απαγωγής σε μεγάλο φλεβώδη κόλπο οι ασθενείς έχουν μικρότερο κίνδυνο αιμορραγίας (*Cognard C και συν. 1995*). Μετά την πρώτη ρήξη η επαναιμορραγία θεωρείται πιθανή.

Αρτηριοφλεβώδεις Δυσπλασίες της ΑΜΣΣ: Οι αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες της ΑΜΣΣ εμφανίζουν υπαραχνοειδή αιμορραγία σε ~ 10% των περιπτώσεων, ενώ >50% αυτών των ασθενών παρουσιάζουν το πρώτο επεισόδιο αιμορραγίας πριν την ηλικία των 20 ετών (*Kandel EI 1980*). Σημεία που υποδηλώνουν την εντόπιση της αιμορραγίας στην ΑΜΣΣ είναι η εισβολή με αιφνίδιο και βασανιστικό άλγος στο κατώτερο τμήμα του αυχένος ή με το άλγος να επεκτείνεται στους ώμους και τα άνω άκρα. Σε απουσία αυτών των συμπτωμάτων η εντόπιση της αιμορραγίας εμφανίζεται μόνο στις περιπτώσεις δυσλειτουργίας του νωτιαίου μυελού, μετά από καθυστέρηση ωρών μέχρι και ετών (*Kandel EI 1980*). Επαναιμορραγία μπορεί να παρουσιαστεί και μάλιστα επανειλημμένα. Στην Αξονική Τομογραφία η αιμορραγία αναπτύσσεται συνήθως στις δεξαμενές της βάσης και στο κοιλιακό σύστημα. Συνήθως η πρώτη εξέταση στον διαγνωστικό αλγόριθμο αν υπάρχει υποψία εντόπισης της αιμορραγίας στην ΑΜΣΣ, είναι η Μαγνητική Τομογραφία και Αγγειογραφία.

Καρδιακό μύζωμα: Πολύ σπάνια ένα καρδιακό μύζωμα μπορεί να εμφανιστεί με υπαραχνοειδή αιμορραγία, λόγω μετάστασης και διήθησης του τοιχώματος μιάς ενδοκρανιακής αρτηρίας με αποτέλεσμα το σχηματισμό ανευρύσματος. Έχει παρατηρηθεί ανάπτυξη ανευρύσματος και σε διάστημα μεγαλύτερο του έτους μετά από τη χειρουργική επέμβαση του πρωτοπαθούς όγκου (*Furuya K και συν. 1995*).

Υποφυσιακή αποπληξία: Η νέκρωση σε ένα όγκο της υπόφυσης, μπορεί να προσβάλλει μία από τις υποφυσιακές αρτηρίες με αποτέλεσμα αρτηριακή αιμορραγία. Προδιαθεσικοί παράγοντες ανάπτυξης αιμορραγικού εμφράκτου σε ένα όγκο της υπόφυσης θεωρούνται η εγκυμοσύνη, αυξημένη ενδοκράνιος πίεση, αντιπηκτική αγωγή, αγγειογραφία εγκεφάλου ή χορήγηση γοναδοτρόπου ορμόνης (*Masson EA και συν. 1993*). Εκδηλώνεται με τα συνήθη χαρακτηριστικά της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, με επιπλέον χαρακτηριστικό σημείο τις οπτικές και οφθαλμοκινητικές διαταραχές από την πίεση των σύστοιχων νεύρων. Η Αξονική και Μαγνητική Τομογραφία υποδεικνύουν τον βόθρο του τουρκικού εφιπίου ως πηγή της αιμορραγίας, αναδεικνύοντας συγχρόνως τις περισσότερες φορές και το αδένωμα της υπόφυσης (*McFadzean RM και συν. 1991*).

Αντιπηκτικά: Η χρήση αντιπηκτικών και οι οικογενείς διαταραχές πήκτικότητας σπανιότατα ευθύνονται για πρόκληση ΑΥΑ. Ωστόσο αν στις περιπτώσεις αυτές υπάρξει ρήξη ενός ανευρύσματος, τότε η έκβαση είναι ιδιαίτερα κακή.

Δρεπανοκυτταρική νόσος: 30% των ασθενών με δρεπανοκυτταρική νόσο και ΑΥΑ είναι παιδιά, στα οποία η Αξονική Τομογραφία αναδεικνύει αίμα στις επιπολής φλοιώδεις αύλακες, ενώ ο αγγειογραφικός έλεγχος δεν απεικονίζει ανεύρυσμα αλλά αποφράξεις και λεπτομηνιγγική παράπλευρη κυκλοφορία στους περιφερικού κλάδους των αγγείων, η οποία είναι προφανώς το αίτιο της αιμορραγίας. Η έκβαση είναι κακή (*Carey J και συν. 1990*). Στους περισσότερους ενήλικες με δρεπανοκυτταρική νόσο, αίτιο της ΑΥΑ είναι η ρήξη ενός ανευρύσματος στη βάση του εγκεφάλου.

Επιπολής σιδήρωση του Κ.Ν.Σ.: Αφορά την εναπόθεση σιδήρου στην χοριοειδή μήνιγγα λόγω χρόνιας μικροδιαφυγής αίματος στον υπαραχνοειδή χώρο από οιαδήποτε πηγή. Η κλινική εικόνα περιλαμβάνει νευροαισθητήρια κώφωση, παρεγκεφαλιδική αταξία και πυραμιδική σημειολογία, οι άνδρες δε προσβάλλονται συχνότερα από τις γυναίκες (3 : 1). Περίπου 50% των αιτιών έχει αναφερθεί μέχρι το 1995 και είναι κοιλιακή βλάβη ENY, βλάβη αυχενικής νευρικής ρίζας, αγγειοβριθής όγκος ή άλλη αγγειακού τύπου βλάβη (*Fearnley JM και συν. 1995*). Η εναπόθεση σιδήρου παρουσιάζει χαρακτηριστική εικόνα στην Μαγνητική Τομογραφία.

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΑΥΑ ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΙΜΟ ΑΙΤΙΟ

Εάν η αγγειογραφία είναι αρνητική είναι σημαντικό να εκτιμάται ο τύπος της αιμορραγίας στην αρχική Αξονική Τομογραφία. Στην περίπτωση που η κατανομή είναι περιμεσεγκεφαλική τίθεται η διάγνωση μιάς μη ανευρυσματικής αιμορραγίας και δεν χρειάζονται επαναληπτικές εξετάσεις, δεδομένου ότι δεν υπάρχει κίνδυνος επανααιμορραγίας και η έκβαση είναι καλή. Οι ασθενείς μπορούν να νοσηλευτούν σε απλό θάλαμο νοσηλείας, μετά δε μερικές ημέρες μπορούν να πάρουν εξιτήριο με την διαβεβαίωση της απουσίας επιπλοκών και της ομαλής συνέχισης της ζωής τους χωρίς περιορισμούς.

Ασθενείς με ανευρυσματική κατανομή της αιμορραγίας και αρνητική αγγειογραφία δεν διαφεύγουν τον κίνδυνο να εμφανίσουν δευτεροπαθώς ισχαιμία, ενώ έχουν 10% κίνδυνο επαναιμορραγίας (*Canhao P και συν. 1995*). Συνεπώς πρέπει να παραμένουν νοσηλεύόμενοι σε μονάδες εντατικής ή αυξημένης φροντίδας. Ο κίνδυνος επαναιμορραγίας υποδηλώνει ότι τουλάχιστον σε μερικούς ασθενείς, ένα ανεύρυσμα διαφεύγει της διάγνωσης. Εκτός τεχνικών λόγων όπως η ανεπαρκής χρήση των λοξών προβολών στην αγγειογραφία, το φαινόμενο αυτό μπορεί να έχει πολλές εξηγήσεις. Η μείωση του αυλού των αγγείων λόγω αγγειόσπασμου έχει ενοχοποιηθεί (*Moritake K και συν. 1981*). Ένας ακόμη πιθανός λόγος είναι η θρόμβωση του αυχένος ή όλου του ανευρύσματος (*Edner G και συν. 1978*). Η πίεση του ανευρύσματος από ένα παρακείμενο αιμάτωμα μπορεί να εμποδίσει την ανάδειξη του ειδικά σε ανευρύσματα της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας (*Iwanaga H και συν. 1990*). Είναι λοιπόν αναγκαία η εκτέλεση και 2^{ης} αγγειογραφίας αν δε είναι και αυτή αρνητική ενδεχομένως και 3^{ης} για την ανάδειξη του ύποπτου ανευρύσματος (*Iwanaga H και συν. 1990* , *Kaim A και συν. 1996* , *Suzuki S και συν. 1987*). Προς διερεύνηση είναι ο ρόλος της Μαγνητικής και κυρίως της Αξονικής Αγγειογραφίας αφού αναφέρονται περιπτώσεις ανάδειξης ανευρυσμάτων που δεν απεικονίστηκαν με την προηγηθείσα κλασσική αγγειογραφία.

ΠΡΩΙΜΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΕΥΡΥΣΜΑΤΙΚΗΣ ΑΥΑ

Οι 3 βασικές παράμετροι για την πρόγνωση έκβασης της ανευρυσματικής υπαραχνοειδούς αιμορραγίας είναι η αρχική νευρολογική εικόνα του ασθενούς, η ηλικία του και η ποσότητα του αίματος στον υπαραχνοειδή χώρο στην αρχική Αξονική Τομογραφία. Από αυτές η πιο σημαντική είναι η αρχική νευρολογική εικόνα του ασθενούς και ειδικότερα το επίπεδο συνείδησης (*Hijdra A και συν. 1988*). Αρκετά συστήματα ταξινόμησης έχουν παρουσιαστεί για την αρχική εκτίμηση, αποτελούμενα συνήθως από 5 κατηγορίες σοβαρότητας ιεραρχικά. Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα είναι των Hunt and Hess (1968) [Πίνακας 4] (*Hunt WE, Hess RM. 1968*), με συνιστάμενες εκτός από το επίπεδο συνείδησης, την κεφαλαλγία, την αυχενική δυσκαμψία και τη νευρολογική σημειολογία. Δυστυχώς όμως ένα τέτοιο σύστημα δεν είναι έγκυρο και αξιόπιστο, αφού η κεφαλαλγία και η αυχενική δυσκαμψία είναι από μόνα τους πτωχοί προγνωστικοί παράγοντες, ενώ αποδίδεται ίσο βάρος στη μείωση του επιπέδου συνείδησης, στην νευρολογική

σημειολογία ή και στα δύο καθορίζοντας το στάδιο από το βαθμό σοβαρότητας με ασαφή ταξινόμηση τελικά.

Η ταξινόμηση σε στάδια με γνώμονα το σκορ της κλίμακας κώματος Γλασκώβης (ΚΚΓ) , που περιλαμβάνει άνοιγμα των οφθαλμών, κινητική και λεκτική αντίδραση (*Teasdale G και συν. 1974*) αποδείχτηκε πιο αξιόπιστη από τα προηγούμενα συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση του βαθμού εγρήγορσης. Και η προγνωστική αξία όμως της κλίμακας κώματος Γλασκώβης, είναι εν αμφιβόλω αφού δεν υπολογίζονται άλλες παράμετροι όπως για παράδειγμα ο προσανατολισμός του ασθενούς.

Η επιτροπή της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Νευροχειρουργικών Εταιριών (*World Federation of Neurosurgical Societies [W.F.N.S.]*), έχει προτείνει ένα νέο σύστημα ταξινόμησης σε 5 βαθμίδες, με βάση την κλίμακα κώματος Γλασκώβης, με την παρουσία ή απουσία της νευρολογικής σημειολογίας να διαφοροποιεί κατά μία βαθμίδα ασθενείς με σκορ 14 ή 13 ΚΚΓ [Πίνακας 5] (*Drake CG και συν. 1988*). Ωστόσο ακόμη δεν έχουν δημοσιοποιηθεί επίσημες μελέτες για την εγκυρότητα και αξιοπιστία αυτού του συστήματος.

Πίνακας 4 Ταξινόμηση των *Hunt and Hess* (1968)

Στάδιο	Κλινική εικόνα
0	Μη ραγέν ανεύρυσμα
1	Χωρίς συμπτωματολογία ή με ήπια κεφαλαλγία και ήπια αυχενική δυσκαμψία
2	Μέτρια ή σοβαρή κεφαλαλγία και αυχενική δυσκαμψία, πάρεση εγκεφαλικών συζυγίων, χωρίς εστιακή νευρολογική σημειολογία
3	Βυθιότητα, σύγχυση, ήπια νευρολογική σημειολογία
4	Stupor, μέτρια προς σοβαρή ημιπάρεση, πιθανώς πρώιμη εμφάνιση κρίσεων στελέχους (απεγκεφαλισμός) και σπαστικότητα, διαταραχές του φυτικού συστήματος
5	Βαθύ κώμα, κρίσεις στελέχους, προθανάτια όψη

Πίνακας 5 Κλίμακα ταξινόμησης ασθενών με ΑΥΑ της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Νευροχειρουργικών Εταιριών (W.F.N.S.) (Drake *et al.*, 1988)

Διαβάθμιση	Κλίμακα κώματος Γλασκώβης	Συμπτώματα
I	15	Χωρίς κεφαλαλγία ή εστιακό εύρημα
II	15	Κεφαλαλγία, αυχενική δυσκαμψία, χωρίς εστιακά σημεία
III	13-14	Μπορεί να έχει κεφαλαλγία, αυχενική δυσκαμψία, χωρίς εστιακά σημεία
IVa	13-14	Μπορεί να έχει κεφαλαλγία, αυχενική δυσκαμψία ή εστιακά σημεία
IVb	9-12	Μπορεί να έχει κεφαλαλγία, αυχενική δυσκαμψία ή εστιακά σημεία
V	<8	Αυχενική δυσκαμψία ή εστιακά σημεία

ΠΟΝ	Κλίμακα κώματος Γλασκώβης (σκορ)
I	15
II	14 or 13 χωρίς νευρολογική σημειολογία*
III	14 or 13 με νευρολογική σημειολογία
IV	12 to 7
V	6 to 3

*Η πάρεση εγκεφαλικών συζυγιών δεν θεωρείται ως νευρολογική σημειολογία.

Συχνά θεωρείται αυτονόητο ότι η αρχική κλινική εικόνα αντιστοιχεί στην εισβολή της αιμορραγίας. Αυτό είναι λάθος αφού μερικές επιπλοκές όπως η πρώιμη επαναιμορραγία και ο οξύς υδροκέφαλος μπορεί να εμφανιστούν μέσα σε ώρες από την αρχική ρήξη του ανευρύσματος.

ΑΙΤΙΑ ΒΑΡΙΑΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ

Η μείωση του επιπέδου συνείδησης κατά την αρχική αιμορραγία η μετά πρώιμη επαναιμορραγία, μπορεί να οφείλεται σε ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα, υποσκληρίδιο αιμάτωμα ή υδροκέφαλο. Μόνο μετά τον αποκλεισμό αυτών των καταστάσεων μπορεί να υποτεθεί ότι η μείωση του επιπέδου συνείδησης οφείλεται σε γενικευμένη

καταστροφή του εγκεφάλου σαν αποτέλεσμα αυξημένης πίεσης και της συνεπακόλουθης ισχαιμίας.

Πρώιμη επαναιμορραγία: Κατά τις πρώτες ώρες μετά την προσέλευση για την αρχική αιμορραγία, έως 15% των ασθενών έχουν ένα αιφνίδιο επεισόδιο κλινικής επιδείνωσης που υποδηλώνει επαναιμορραγία (*Fujii Y και συν. 1996*). Καθώς αυτά τα επεισόδια μπορεί να συμβούν πριν την πρώτη Αξονική Τομογραφία ή πριν την είσοδο στο Νοσοκομείο, η αληθής συχνότητα της επαναιμορραγίας κατά την 1^η ημέρα είναι σαφές ότι υποεκτιμάται. Πρέπει να εφαρμόζεται αναζωογόνηση στους ασθενείς με επαναιμορραγία καθώς και μηχανική αναπνευστική υποστήριξη αν χρειάζεται. Ακολούθως είναι θέμα ωρών να διαφανεί κατά πόσο ο ασθενής θα επιζήσει του επεισοδίου ή εάν η βλάβη του στελέχους θα υπερισχύσει.

Ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα: Ενδοπαρεγχυματικά αιματώματα παρατηρούνται στο 30% των ασθενών με ρήξη ανευρύσματος (*van Gijn J και συν. 1982*). Όταν ένα ευμέγεθες αιμάτωμα είναι προφανώς η αιτία της βαριάς κλινικής εικόνας, κρίνεται σκόπιμη η άμεση αφαίρεση του, με ταυτόχρονη απολίνωση του ανευρύσματος αν αναγνωρισθεί (συχνά το ανεύρυσμα αναδεικνύεται με Αξονική και Μαγνητική Αγγειογραφία). Η χειρουργική αντιμετώπιση δεν σώζει μόνο τη ζωή του ασθενούς από ένα επικείμενο διασκηνίδιο εγκολεασμό, ιδιαίτερα στα κροταφικά αιματώματα, αλλά μπορεί να βελτιώσει και την μετέπειτα ποιότητα ζωής. Η μέση έκβαση είναι χειρότερη όταν οι ασθενείς έχουν αμιγώς υπαραχνοειδή αιμορραγία.

Οξύ υποσκληρίδιο αιμάτωμα: Ένα οξύ υποσκληρίδιο αιμάτωμα, το οποίο συνήθως παρατηρείται σε υποτροπή ρήξης ενός ανευρύσματος αλλά μπορεί επίσης να εμφανιστεί στην αρχική ρήξη του, ίσως είναι απειλητικό για τη ζωή του ασθενούς και στις περιπτώσεις αυτές είναι αναγκαία η άμεση αφαίρεση του (*O'Sullivan MG και συν. 1994*).

Οξύς υδροκέφαλος: Βαθμιαία επιδείνωση εντός 24 ωρών από την εγκατάσταση της αιμορραγίας, σε συνδυασμό μερικές φορές με επιβράδυνση του φωτοκινητικού αντανακλαστικού και προς τα κάτω απόκλιση του βλέμματος, αποτελούν χαρακτηριστικά σημεία οξέος υδροκεφάλου (*Rinkel GJ και συν. 1990b*). Εάν η διάγνωση επιβεβαιωθεί με Αξονική Τομογραφία είναι απαραίτητη η έγκαιρη

κοιλιακή παροχέτευση, αν και μερικοί ασθενείς βελτιώνονται αυτόματα τις πρώτες 24 ώρες. Οξύς υδροκέφαλος με μεγάλη ενδοκοιλιακή αιμορραγία συχνά σχετίζεται με βαριά κλινική εικόνα. Εάν οι ασθενείς αυτοί παραμείνουν χωρίς θεραπεία, >90% η κατάληξη είναι κακή. Μία έμμεση σύγκριση μελετών υποστηρίζει ότι η εισαγωγή καθετήρα παροχέτευσης δεν ήταν πολύ ωφέλιμη για τους ασθενείς αυτούς, αλλά ο συνδυασμός της παροχέτευσης με θρομβόλυση μέσω του καθετήρα απέφερε καλή έκβαση στους μισούς ασθενείς (*Nieuwkamp DJ και συν. 2000*).

Γενικευμένη εγκεφαλική ισχαιμία: Δεν είναι δυνατόν να σωθούν όλοι οι προσερχόμενοι ετοιμοθάνατοι ασθενείς, καθώς μη αναστρέψιμες εγκεφαλικές βλάβες μπορεί να εμφανιστούν αμέσως μετά τη ρήξη του ανευρύσματος. Σε μία σειρά 31 ασθενών που απεβίωσαν κατά την 1^η ημέρα της νόσου, ευρέθησαν 9 με ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα (που ενδεχομένως μπορούσε να αντιμετωπιστεί), και 16 με σημεία δυσλειτουργίας του στελέχους σχετιζόμενα με μαζική ενδοκοιλιακή αιμορραγία συμπεριλαμβανομένης και της διατεταμένης 4^{ης} κοιλίας (σε 9 περιπτώσεις συνυπήρχε ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα). Σε 6 περιπτώσεις όμως το μόνο εύρημα ήταν αίμα στον υπαραχνοειδή χώρο και απουσίαζαν η ενδοεγκεφαλική και ενδοκοιλιακή αιμορραγία που θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν προοδευτική δυσλειτουργία του στελέχους και μοιραία κατάληξη (*Hijdra A και συν. 1982*). Η καταλληλότερη εξήγηση είναι η παρατεταμένη περίοδος γενικευμένης εγκεφαλικής ισχαιμίας τη στιγμή της αιμορραγίας , λόγω της αύξησης της πίεσης στους υπαραχνοειδείς χώρους σε επίπεδο ανάλογο της πίεσης των αρτηριών, για μερικά λεπτά. Αυτός ο μηχανισμός είναι εντελώς διαφορετικός από τη περίπτωση εγκατάστασης καθυστερημένης ισχαιμίας, εστιακής ή πολυεστιακής.

Η άμεση και θανατηφόρος παύση της κυκλοφορίας στον εγκέφαλο υποστηρίζεται και από τα νεκροτομικά ευρήματα και από την καταγραφή της ενδοκράνιας πίεσης ή με τη χρήση του διακρανιακού Doppler Υπερηχογραφήματος κατά τη στιγμή της επαναιμορραγίας (*Grote E και συν. 1988*).

ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΙΜΟΡΡΑΓΙΑΣ

Καθώς δεν είναι εφικτή η πρόληψη της επαναιμορραγίας που συμβαίνει τις πρώτες ώρες μετά την αρχική αιμορραγία σε ποσοστό τουλάχιστον 15%, η συντηρητική ή χειρουργική αντιμετώπιση στρέφεται στην πρόληψη της επαναιμορραγίας που

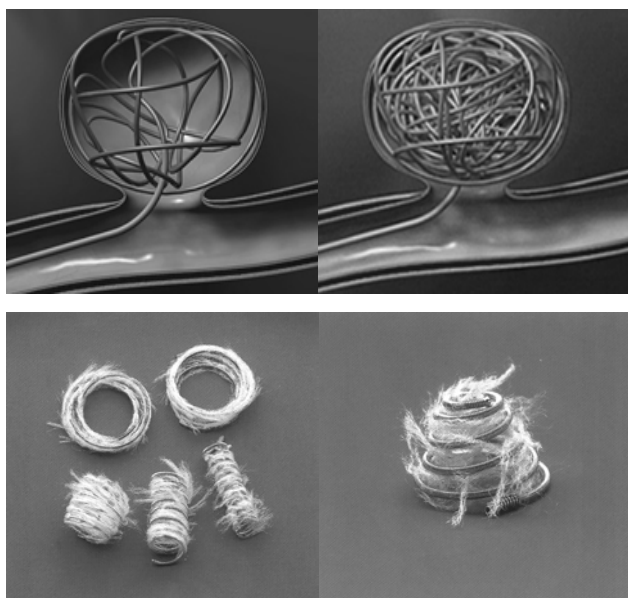
εμφανίζεται αργότερα. Ασθενείς που επιβιώνουν μετά την 1^η ημέρα, κινδυνεύουν να επαναιμορραγήσουν κατά τις επόμενες 4 εβδομάδες αν δεν υπάρξει συντηρητική ή χειρουργική αντιμετώπιση, σε ποσοστό 35 – 40%. Ο κίνδυνος περίπου ισοκατανέμεται στο χρονικό αυτό διάστημα, με μικρή αύξηση της επαναιμορραγίας στις αρχές της 3^{ης} εβδομάδας (*Hijdra A και συν. 1987*). Στο επόμενο χρονικό διάστημα ο κίνδυνος επαναιμορραγίας βαθμιαία μειώνεται φθάνοντας ~3% / έτος.

Αντιθρομβολυτική αγωγή: Η φαρμακευτική αγωγή για την πρόληψη της επαναιμορραγίας δεν θεωρείται επιτυχής, αφού ναι μεν η χορήγηση αντιθρομβολυτικών παραγόντων ελαττώνει τη συχνότητα της επαναιμορραγίας, όμως αποτυγχάνει να βελτιώσει τη συνολική έκβαση, κυρίως λόγω της παράλληλης αύξησης της δευτεροπαθούς εγκεφαλικής ισχαιμίας (*Roos Y 2000*).



Χειρουργική απολίνωση του ανευρύσματος: Η μικροχειρουργική («ανοικτή» ή εξωαγγειακή) απολίνωση του ανευρύσματος γίνεται με «παράθυρο» στο κρανίο του ασθενούς (κρανιοτομία). Με ειδικούς χειρισμούς, μικροχειρουργικά εργαλεία και με τη βοήθεια ειδικού νευροχειρουργικού μικροσκοπίου το ανεύρυσμα απολινώνεται (αποκλείεται από την κυκλοφορία) με τοποθέτηση μεταλλικού αγκτήρα (clip), χωρίς να γίνονται βίαιοι χειρισμοί πάνω στον εγκέφαλο. Ταυτόχρονα αφαιρούνται τα πύγματα αίματος από τον υπαραχνοειδή χώρο και αντιμετωπίζονται το ενδοκρανιακό αιμάτωμα ή/και ο οξύς υδροκέφαλος αν τυχόν συνυπάρχουν. Η χειρουργική απόφραξη του ανευρύσματος έχει καθιερωθεί ως η αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση για δεκαετίες. Μέχρι τη δεκαετία του 1980 αναβάλλετο μέχρι την 10^η – 12^η ημέρα λόγω των πολλών επιπλοκών των πρωϊμότερων επεμβάσεων. Από τότε πολλοί νευροχειρουργοί έχουν υιοθετήσει την τακτική της πρωϊμότερης επέμβασης (εντός των 3 πρώτων ημερών) για την καλλίτερη δυνατή πρόληψη της επαναιμορραγίας. Η έκβαση τείνει να γίνει καλλίτερη

μετά την πρώιμη επέμβαση, χωρίς όμως η διαφορά να είναι ιδιαίτερα σημαντική (*Öhman J και συν. 1989*). Την χειρότερη έκβαση ωστόσο φαίνεται ότι έχουν οι ασθενείς που χειρουργούνται μεταξύ της 7^{ης} και 10^{ης} ημέρας (*Whitfield PC και συν. 1996*), προφανώς λόγω σύμπτωσης με την εγκεφαλική ισχαιμία και τον αγγειόσπασμο, φαινόμενα που είναι συνήθη μεταξύ 4^{ης} και 12^{ης} ημέρας.



Ενδοαγγειακή αντιμετώπιση (Εμβολισμός): Η ειδική ενδοαγγειακή θεραπεία («εμβολισμός») γίνεται επίσης υπό γενική αναισθησία, και είναι και αυτή μέθοδος συνήθως εργώδης και πολύωρη. Εισάγεται στις αρτηρίες του εγκεφάλου ειδικός καθετήρας υπό αγγειογραφικό έλεγχο (όπως στην ψηφιακή αγγειογραφία) το άκρο του οποίου οδηγείται μέσα στο ανεύρυσμα. Από τον καθετήρα αυτόν εισάγονται μέσα στον σάκο του ανευρύσματος ειδικά μεταλλικά λεπτά εύκαμπτα σπειράματα (coils) τα οποία περιελίσσονται και γεμίζουν το ανεύρυσμα, θρομβώνοντας το. Τα προηγούμενα έτη η ενδοαγγειακή αντιμετώπιση περιοριζότο σε ασθενείς που δεν μπορούσαν να χειρουργηθούν είτε λόγω ακαταλληλότητας του ανευρύσματος (μέγεθος, θέση) είτε λόγω γενικότερης κακής κατάστασης του ασθενούς. Με την εισαγωγή των ελεγχόμενων αποσπώμενων σπειραμάτων του Guglielmi (*Guglielmi G και συν. 1992*), ο ενδοαγγειακός εμβολισμός αυξήθηκε σημαντικά, ώστε σε μερικά κέντρα να προτείνεται ως 1^η μέθοδος αντιμετώπισης. Πολυάριθμες μελέτες έχουν δημοσιευτεί στην προσπάθεια σύγκρισης των δύο τρόπων αντιμετώπισης. Σε μία συγκεντρωτική μελέτη σύγκρισης των δύο μεθόδων σε 2143

ασθενείς με ετήσια παρακολούθηση, παρουσιάζεται ότι ο εμβολισμός έχει σαφώς μικρότερους κινδύνους στην εφαρμογή του, η πιθανότητα της επιληψίας είναι μικρότερη και η κλινική εικόνα των εμβολισθέντων είναι γενικότερα καλλίτερη, όμως η επαναιμορραγία παρότι είναι σχετικά σπάνια, είναι συχνότερη στους ασθενείς που εμβολίστηκαν σε σύγκριση με αυτούς που χειρουργήθηκαν (*Molyneux AJ και συν. 2005*). Σε μία άλλη μελέτη που τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συγκρίνονται σε βάθος χρόνου περίπου 4 ετών, παρουσιάζεται ότι η πιθανότητα της επαναιμορραγίας είναι σπάνια και με τις δύο μεθόδους. Οι περιπτώσεις ωστόσο που χρειάστηκαν επαναληπτικό εμβολισμό ήταν περισσότερες αν και οι επιπλοκές παρέμειναν χαμηλές (*The CARAT Investigators 2006*).

Χειρουργική αντιμετώπιση ή εμβολισμός: Και οι δύο μέθοδοι απαιτούν υψηλή εξειδίκευση και βιοϊατρική τεχνολογία υψηλού επιπέδου. Η αντιμετώπιση πρέπει να εξατομικεύεται λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία του ασθενούς, τη νευρολογική του εικόνα και τις πιθανές επιπλοκές, καθώς και την αγγειοαρχιτεκτονική άποψη που περιλαμβάνει την εντόπιση, τη θέση, τη γεωμετρία, το μέγεθος του ανευρύσματος, τον λόγο του ανευρυσματικού σάκου προς τον αυχένα, καθώς και τυχόν παρουσία ασβετώσεων ή ενδοαυλικού θρόμβου. Τα επιτυχώς εμβολισθέντα ανευρύσματα (~100%) πρέπει ωστόσο να παρακολουθούνται στην πορεία του χρόνου για την πιθανότητα υποτροπής και συμπληρωματικής θεραπείας, σε αντίθεση με τα επιτυχώς χειρουργηθέντα ανευρύσματα στα οποία η καθυστερημένη υποτροπή είναι εξαιρετικά σπάνια. Η πολύπλευρη προσέγγιση με έμφαση στην έγκυρη και αξιόπιστη εκτίμηση των ειδικών και η αμερόληπτη συνεργασία νευροχειρουργών και επεμβατικών ακτινολόγων κρίνονται απαραίτητες για την επιλογή της καταλληλότερης θεραπείας (*Redekop GJ 2006*).

ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΠΑΘΟΥΣ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗΣ ΙΣΧΑΙΜΙΑΣ

Η καθυστερημένη – δευτεροπαθής εγκεφαλική ισχαιμία εμφανίζεται κυρίως την 1^η ή 2^η εβδομάδα μετά την ανευρυσματική υπαραχνοειδή αιμορραγία στο 1/3 περίπου των ασθενών (*Hijdra A και συν.1986*). Παρά τις εντατικές έρευνες πολλών ετών η παθογένεση της δευτεροπαθούς εγκεφαλικής ισχαιμίας δεν έχει αποσαφηνιστεί. Γενικά πιστεύεται πως μετά την αιμορραγία ένας μη ταυτοποιημένος παράγοντας αποδεσμεύεται στον υπαραχνοειδή χώρο επιφέροντας αγγειόσπασμο και

δευτεροπαθή ισχαιμία. Ωστόσο η θεωρία της ανάπτυξης εγκεφαλικής ισχαιμίας στην περιοχή της προηγούμενης αιμορραγίας αμφισβητείται, αφού δεν παρατηρείται ισχαιμία στην περίπτωση της περιμεσεγκεφαλικής αιμορραγίας, ενώ ακόμη η ισχαιμία είναι σπάνια στις περιπτώσεις που η υπαραχνοειδής αιμορραγία συνοδεύει ένα ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα ή οφείλεται στη ρήξη μιας αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας. Ακόμη η δευτεροπαθής εγκεφαλική ισχαιμία πολλές φορές δεν αντιστοιχεί στην κατανομή της αιμορραγίας, ενώ η παρουσία αγγειόσπασμου δεν συνεπάγεται κατ'ανάγκη ισχαιμία, αφού πολλοί ασθενείς με αγγειόσπασμο δεν παρουσιάζουν ισχαιμία (*Hop JW και συν. 1996*). Συμπερασματικά, όχι μόνο η παρουσία του αίματος στον υπαραχνοειδή χώρο, αλλά ο συνδυασμός και με άλλες παραμέτρους όπως η προέλευση της αιμορραγίας καθορίζουν το πότε και που η δευτεροπαθής ισχαιμία θα εμφανιστεί. Παρά τη δυσκολία της παθοφυσιολογικής ερμηνείας του φαινομένου, έχουν γίνει πρόοδοι στην πρόληψη της δευτεροπαθούς ισχαιμίας μετά την ανευρυσματική υπαραχνοειδή αιμορραγία, με διαφοροποιήσεις στην αγωγή (κυρίως με την αυξημένη χορήγηση υγρών και την αποφυγή αντιυπερτασικών φαρμάκων), αλλά και με τη χορήγηση ειδικών φαρμάκων. Αμφισβητούμενη είναι η χρησιμότητα του διακρανιακού Doppler υπερηχογραφήματος στην πρόγνωση της ισχαιμίας.

Ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης: Η ρύθμιση της υπέρτασης στους ασθενείς με υπαραχνοειδή αιμορραγία είναι ένα δύσκολο πρόβλημα, ειδικά εάν οι τιμές της αρτηριακής πίεσης είναι $> 200/110\text{mmHg}$. Στην αιμορραγία το φάσμα της αυτορύθμισης της εγκεφαλικής ροής, περιορίζεται και η αιμάτωση εξαρτάται περισσότερο από την αρτηριακή πίεση. Συνεπώς η επιθετική αγωγή κατά της υπέρτασης περικλείει σοβαρό κίνδυνο ισχαιμίας για τις περιοχές που δεν υπάρχει αυτορύθμιση. Η χρήση αντιυπερτασικών, μπορεί να ελαττώνει τον κίνδυνο της επανααιμορραγίας, όμως αυξάνει το βαθμό της εγκεφαλικής ισχαιμίας και τελικά δεν επηρεάζει τη θνησιμότητα. Φαίνεται πως η υπέρταση στην υπαραχνοειδή αιμορραγία είναι ένα αντισταθμιστικό φαινόμενο του οργανισμού και δεν υπάρχει ωφέλεια εάν αντιμετωπίζεται με αντιυπερτασική αγωγή. Ο συνδυασμός αποφυγής των αντιυπερτασικών και αυξημένης χορήγησης υγρών μπορεί να ελαττώσει τον κίνδυνο εγκεφαλικής ισχαιμίας (*Hasan D και συν. 1989*). Τα αντιυπερτασικά πρέπει να χορηγούνται μόνο σε ακραία αύξηση της αρτηριακής πίεσης με στοιχεία συγχρόνως πολυοργανικής επιβάρυνσης.

Ισοζύγιο υγρών και ηλεκτρολυτών: Η ρύθμιση των υγρών είναι σημαντική ώστε να αντισταθμιστεί η ελάττωση του όγκου του πλάσματος, η οποία συμβάλλει στην εμφάνιση της εγκεφαλικής ισχαιμίας. Στο 1/3 περίπου των ασθενών η μείωση του όγκου του πλάσματος κατά την προεγχειρητική περίοδο είναι μεγαλύτερη του 10% με αντίστοιχο αρνητικό ισοζύγιο νατρίου. Η χορήγηση φυσιολογικού ορού μπορεί να ελαττώσει τον κίνδυνο της καθυστερημένης εγκεφαλικής ισχαιμίας κατά 2/3 (*Rosenwasser RH και συν. 1983*). Η προτεινόμενη δόση είναι 2.5-3.5 l/ημέρα φυσιολογικού ορού εκτός και υπάρχει αντένδειξη λόγω καρδιακής ανεπάρκειας. Ωστόσο η ποσότητα αυτή μπορεί να χρειαστεί να αυξηθεί και η εκτίμηση των αναγκών του οργανισμού πρέπει να καθοδηγείται από συχνές μετρήσεις κυρίως του ισοζυγίου υγρών.

Ανταγωνιστές ασβεστίου : Η χρήση των ανταγωνιστών του ασβεστίου στην πρόληψη της δευτεροπαθούς ισχαιμίας βασίζεται στο ότι τα φάρμακα αυτά εμποδίζουν την είσοδο του ασβεστίου στο μυϊκό τοίχωμα των αγγείων, ελαττώνοντας τον αγγειόσπασμο. Φάρμακο εκλογής θεωρείται η νιμοδιπίνη, η οποία βελτιώνει την έκβαση των ασθενών με υπαραχνοειδή αιμορραγία μέσω νευροπροστασίας και ελάττωσης του αγγειόσπασμου και η συνιστώμενη δόση είναι 60mg σε από του στόματος χορήγηση κάθε 4 ώρες και για 3 εβδομάδες (*Feigin VL και συν. 2000*).

Άλλα νευροπροστατευτικά εκτός των ανταγωνιστών ασβεστίου: Η τριλαζάδη ανήκει στην κατηγορία των 21 αμινοστεροειδών αναστολής της σιδηροεξαρτώμενης υπεροξειδάσης. Η αποτελεσματικότητά της θεωρείται περιορισμένη (*Kassell NF και συν. 1996*). Επίσης περιορισμένης αποτελεσματικότητας είναι άλλες χρησιμοποιούμενες αντιοξειδωτικές ουσίες (nicaraven, ebselen).

Ασπιρίνη και άλλοι αντιαιμοπεταλιακοί παράγοντες: Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει την ενεργοποίηση των αιμοπεταλίων από την 3^η ημέρα μετά την υπαραχνοειδή αιμορραγία. Το πρακτικό ερώτημα που προκύπτει είναι κατά πόσο η αντιαιμοπεταλιακή αγωγή, μπορεί να είναι θεραπευτικά χρήσιμη. Αν και οι πρώτες ενδείξεις είναι ενθαρρυντικές χρειάζονται περισσότερες μελέτες για τη χρήση της ασπιρίνης και των άλλων αντιαιμοπεταλιακών φαρμάκων στην πρόληψη της δευτεροπαθούς εγκεφαλικής ισχαιμίας, κατά προτίμηση μετά την χειρουργική

αντιμετώπιση ενός ανευρύσματος, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος της επαναιμορραγίας από την αντιαμοπεταλιακή τους δράση.

Άλλες στρατηγικές στην πρόληψη της δευτεροπαθούς ισχαιμίας: Η προφυλακτική χορήγηση αγγειοδιασταλτικών ουσιών, συνήθως μετά την χειρουργική αντιμετώπιση, μπορεί ενδεχομένως να βοηθήσει στην ελάττωση της εγκεφαλικής ισχαιμίας, ωστόσο κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω τεκμηρίωση. Ακόμη έχει αναφερθεί προφυλακτική ενδοαυλική αγγειοπλαστική με μπαλόνι, αλλά δεν υπάρχουν επαρκείς μελέτες τεκμηρίωσης.

Συμπερασματικά: Η θεραπεία με αύξηση του όγκου του αίματος, αιμοδιάλυση και πρόκληση υπέρτασης, έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την πρόληψη της δευτεροπαθούς εγκεφαλικής ισχαιμίας, αν και δεν υπάρχουν ικανές μελέτες που να αποδεικνύουν την ωφελιμότητα της. Μάλιστα έχουν αναφερθεί και επιπλοκές από αυτή τη θεραπεία, που περιλαμβάνουν την επαναιμορραγία, αύξηση του εγκεφαλικού οιδήματος, αιμορραγική μετατροπή της ισχαιμίας, έμφραγμα του μυοκαρδίου ή συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια (*Amin-Hanjani S και συν. 1999*). Η ενδοαυλική αντιμετώπιση της ισχαιμίας ευρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο.

Πίνακας 6 Αντιμετώπιση ασθενών με ανευρυσματική ΑΥΑ *vanGijn and Rinkel 2001*

Νοσηλεία

Διαρκής παρακολούθηση (κλίμακα κώματος Γλασκώβης, θερμοκρασία, ηλεκτροκαρδιογραφική παρακολούθηση, βυθοσκόπηση, τυχόν νευρολογικές διαταραχές)

Διατροφή

Από του στόματος, εφόσον διατηρούνται τα αντανακλαστικά του βήχα και της κατάποσης

Ρινογαστρικός καθετήρας εφόσον είναι αναγκαίος, πρέπει δε να επιβεβαιώνεται ακτινολογικά η σωστή τοποθέτηση του

Έναρξη δοκιμαστικά με μικρές ποσότητες δεξτρόζης 5%

Προστασία εισρόφησης με σίτιση σε καθιστή θέση και έλεγχο του γαστρικού υπολείμματος κάθε 1 ώρα

Τα δισκία πρέπει να θρυμματίζονται και να χορηγούνται με νερό

Ολική παρεντερική διατροφή να χρησιμοποιείται σαν έσχατη λύση

Διατήρηση ομαλής λειτουργίας του εντέρου (των κενώσεων) με επαρκή χορήγηση υγρών και αν χρειάζεται υπακτικών

Αρτηριακή πίεση

Μη καταπολέμηση της υπέρτασης εκτός αν υπάρχουν σημεία οργανικής βλάβης

Υγρά και ηλεκτρολύτες

Ενδοφλέβιος οδός υποχρεωτική και χορήγηση τουλάχιστον 3 l/ημέρα (φυσιολογικού ορού)

Τοποθέτηση ουροκαθετήρα σε εμφάνιση ακράτειας

Αντιστάθμιση του αρνητικού ισοζυγίου υγρών ειδικά κατά τον πυρετό

Παρακολούθηση ηλεκτρολυτών και λευκοκυττάρων κάθε ημέρα

Άλγος

Έναρξη με παρακεταμόλη και/ή δεξτροπροποξυφαίνη (αποφυγή ασπιρίνης)

Μιδαζολάμη μπορεί να χορηγείται αν το άλγος συνοδεύεται από ανησυχία (5mg ενδομυϊκά ή ενδοφλεβίως) και σε έντονο άλγος χρήση κωδεΐνης ή σαν έσχατη λύση οπιοειδών

Προστασία από εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση και πνευμονική εμβολή

Πριν την απόφραξη του ανευρύσματος με κάλτσες συμπίεσης και μετά την απόφραξη με χορήγηση ηπαρίνης

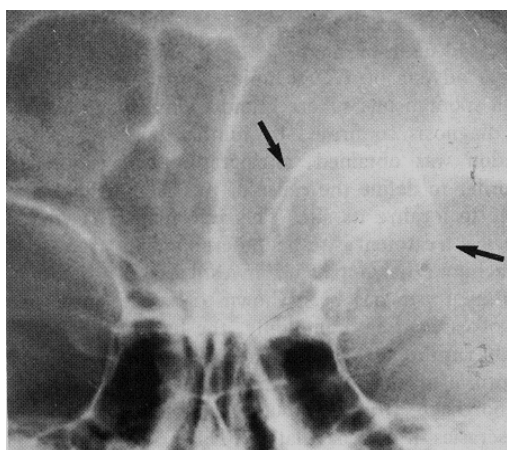
Αγωγή πρόληψης δευτεροπαθούς ισχαιμίας

Νιμοδιπίνη 60 mg από του στόματος κάθε 4 ώρες και για 3 εβδομάδες

Γ. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΑ – ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

I. Απλή ακτινογραφία : Το μόνο σημείο που μπορεί να αναδείξει η απλή ακτινογραφία είναι η δακτυλιοειδής ασβέστωση του τοιχώματος ενός ανευρύσματος, εύρημα πολύ σπάνιο και σχετιζόμενο συνήθως με θρομβωμένα ευμεγέθη ανευρύσματα που προϋπάρχουν επί μακρόν.

Κατά συνέπεια δεν ενδείκνυται σε ασθενείς με υπόνοια ΑΥΑ.



Απλή ακτινογραφία: Ευμέγεθες αποτιτανωμένο υπερεφιπιακό ανεύρυσμα.

II. Αξονική Τομογραφία (ΑΤ) και Αξονική Αγγειογραφία (ΑΞΑ): Η απλή Αξονική Τομογραφία χωρίς την ενδοφλέβιο χορήγηση σκιαγραφικού μπορεί να αναδείξει ένα ανεύρυσμα συνήθως >10χιλ. ιδίως αν παρουσιάζει και ασβεστώσεις, σαν ένα περιγεγραμμένο ισόπυκνο ή ήπια υπέρπυκνο μόρφωμα, με πιο συχνές θέσεις έκκεντρα στον υπερεφιπιακό χώρο ή στη σχισμή του Sylvius. Ανευρύσματα κοντά στη βάση του κρανίου μπορεί να προκαλέσουν πιεστική διάβρωση στο παρακείμενο οστόν, όταν προϋπάρχουν επί μακρόν. Σε περίπτωση ρήξης ενός ανευρύσματος αναδεικνύει την υπαραχνοειδή αιμορραγία ή ένα ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα με χαρακτηριστική υπέρπυκνη απεικόνιση (κατά την οξεία φάση).

Η απλή Αξονική Τομογραφία μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για την εντόπιση ενός πιθανού ραγέντος ανευρύσματος. Η παρουσία ενδοεγκεφαλικού αιματώματος μπορεί να υποδείξει την θέση του ραγέντος ανευρύσματος, ειδικά στις

περιπτώσεις συνύπαρξης και άλλων ανευρυσμάτων. Ακόμη η κατανομή της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας στην οξεία φάση μπορεί να είναι ενδεικτική της θέσης του ανευρύσματος ειδικά στις περιπτώσεις ανευρυσμάτων της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας (*van der Jagt M και συν. 1999*). Η ενδοκοιλιακή αιμορραγία επίσης μπορεί να χρησιμεύσει στην εντόπιση ραγέντων ανευρυσμάτων, καθώς παρουσία αίματος στην 4^η κοιλία είναι συνήθης σε ανευρύσματα του οπισθίου κρανιακού βόθρου, ειδικά της οπισθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας, ενώ αίμα στο πλάγιο κοιλιακό σύστημα συχνά παρατηρείται σε ανευρύσματα της προσθίας αναστομωτικής και της κορυφής της βασικής αρτηρίας. Στα επόμενα στάδια της νόσου η ανάδειξη πιθανής ισχαιμίας στην ΑΤ μπορεί να είναι ενδεικτική της θέσης του ραγέντος ανευρύσματος.

Μετά την ενδοφλέβιο χορήγηση σκιαγραφικού το ανεύρυσμα εμφανίζει έντονη ενίσχυση ανάλογη των αγγειακών δομών, ενώ δεν ενισχύεται ο θρόμβος εάν τυχόν περιέχεται στο ανεύρυσμα. Τα τελευταία χρόνια η Αξονική Αγγειογραφία (ΑΞΑ) έχει αναδειχτεί σαν η πιο υποσχόμενη μη επεμβατική μέθοδος στη διερεύνηση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Τα τεχνικά πλεονεκτήματα της ΑΞΑ είναι αδιαμφισβήτητα καθώς η εξέταση γίνεται αμέσως μετά τη διαπίστωση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας στην ΑΤ και έτσι είναι δυνατή η άμεση λήψη των κατάλληλων αποφάσεων για τον σχεδιασμό της θεραπευτικής αντιμετώπισης, ειδικά στις περιπτώσεις που χρειάζονται επείγουσα χειρουργική επέμβαση.

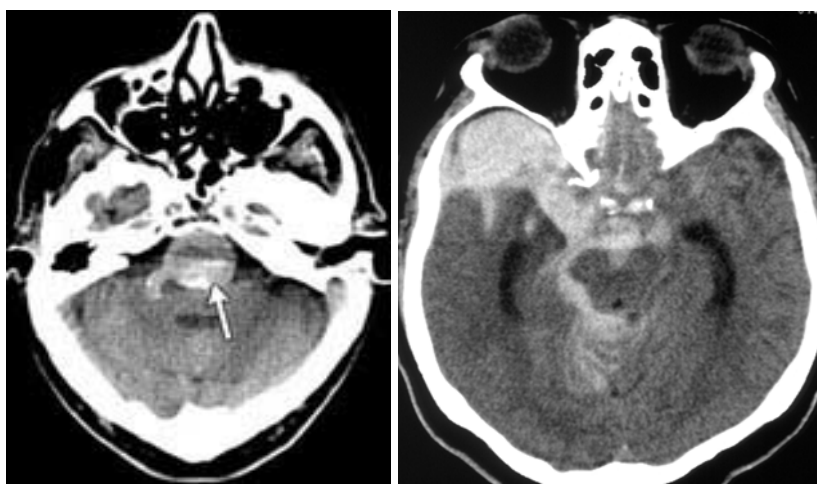
Η σύντομη διάρκεια της εξέτασης επιτρέπει τη διενέργεια της ΑΞΑ ακόμη και σε διεγερτικούς ασθενείς για τους οποίους η εκτέλεση Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας (ΨΑΑ) απαιτεί καταστολή ή αναισθησία, ενώ η διακριτική ικανότητα της μεθόδου ιδιαίτερα με τους πιο σύγχρονους πολυτομικούς τομογράφους προσεγγίζει αυτή της ΨΑΑ. Ωστόσο η ιονίζουσα ακτινοβολία και η χορήγηση ιωδιούχων σκιαγραφικών παραμένουν μειονεκτήματα της μεθόδου. Μετά την λήψη των αρχικών τομών της ΑΞΑ ακολουθεί ειδική επεξεργασία με διάφορες τεχνικές και δημιουργία δισδιάστατων και τρισδιάστατων ανασυνθέσεων ώστε το αποτέλεσμα να είναι παρόμοιο ΨΑΑ (*Tomandl BF και συν. 2004*).

Στο σταθμό επεξεργασίας και σε σύντομο χρονικό διάστημα, οι ανασυνθέσεις αυτές μπορούν να μελετηθούν υπό οιαδήποτε γωνία και άξονα είτε σε συνδυασμό με τους παρακείμενους ανατομικούς σχηματισμούς είτε απαλείφοντας ανατομικές δομές

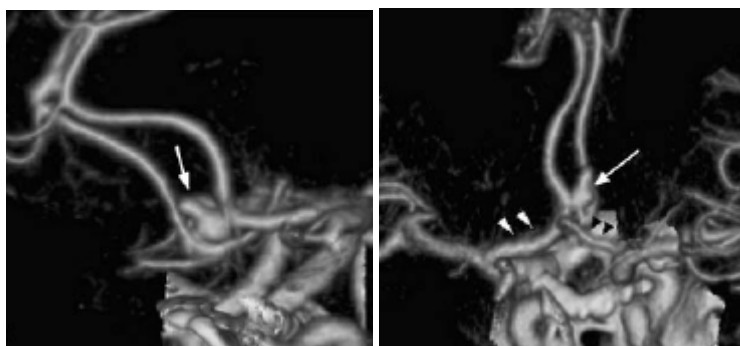
(όπως τα οστά). Η παρατήρηση των εικόνων στον επεξεργαστή θεωρείται πιο ακριβής από την μελέτη μόνο των αποτυπωμένων σε φιλμ εικόνων, ενώ είναι απαραίτητη και η λεπτομερής αξιολόγηση των πρωτογενών τομών, αφού ενδέχεται στις ανασυνθέσεις να μην απεικονιστούν ανευρύσματα ευρισκόμενα κοντά στη βάση του κρανίου όπως της ενδοσηραγγώδους μοίρας της έσω καρωτίδας. Πολλές μελέτες έχουν δημοσιευτεί συγκρίνοντας τη διαγνωστική ακρίβεια της ΑΞΑ και της ΨΑΑ. Οι πιο πρόσφατες είναι ενθαρρυντικές με τη διαγνωστική ακρίβεια της ΑΞΑ >90% (*Chappell ET και συν. 2003, Kangasniemi M και συν. 2004*). Η ΑΞΑ παρουσιάζει υψηλή ακρίβεια για ανευρύσματα >2χιλ. αλλά υπολείπεται στην ανάδειξη μικρότερων ανευρυσμάτων (*Kangasniemi M και συν. 2004*). Οι περιπτώσεις ψευδώς θετικών και ψευδώς αρνητικών ανευρυσμάτων με την ΑΞΑ είναι λίγες όμως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Ωστόσο ψευδώς αρνητικές περιπτώσεις ως προς την ΑΞΑ και τα χειρουργικά ευρήματα , έχουν αναφερθεί και για την ΨΑΑ (*Poon TL και συν. 2006*). Ακόμη έχει αξιολογηθεί συγκριτικά η σχέση του λόγου αυχένα /σάκου με θετικά αποτελέσματα αν και η ΑΞΑ είναι περισσότερο συγκρίσιμη με την περιστροφική Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (*Wintermark M και συν. 2003*). Η εξαιρετική ικανότητα της ΑΞΑ στην ανάδειξη του αυχένα του ανευρύσματος, της μορφολογίας του, ασβεστώσεων, θρόμβωσης, της σχέσης του με τους αγγειακούς κλάδους, της παράπλευρης κυκλοφορίας στο εξάγωνο του Willis και της συσχέτισης του με άλλες γειτονικές δομές έχει αναφερθεί σε πολλές μελέτες (*Tomandl BF και συν. 2004, Chappell ET και συν. 2003, Kangasniemi M και συν. 2004, Poon TL και συν. 2006*). Η ΑΞΑ ακόμη μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για την επιλογή της καταλληλότερης θεραπείας (χειρουργική επέμβαση ή εμβολισμός). Αυξανόμενος είναι ο αριθμός των κέντρων που αντιμετωπίζουν την πλειονότητα των ανευρυσμάτων (χειρουργικά ή με εμβολισμό), με βάση τα ευρήματα της ΑΞΑ (και την ΨΑΑ ως εφεδρική μέθοδο για τις περιπτώσεις που η ΑΞΑ είναι αρνητική ή τα ευρήματα είναι αμφίβολα), χωρίς να έχουν αναφερθεί ουσιώδεις επιπλοκές (*Hoh BL και συν. 2004*). Επίσης η ΑΞΑ εμφανίζει παραπλήσια αξιοπιστία με τη ΨΑΑ στη διερεύνηση του αγγειόσπασμου (*Otawara Y και συν. 2002*). Ακόμη η Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία μπορούν να αναδείξουν επιτυχώς μια άλλου τύπου αγγειακή δυσπλασία. Οι αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες στην απλή ΑΤ απεικονίζονται σαν σερπαντινοειδείς δομές (λόγω των διογκωμένων, ελικοειδών αγγείων), πιθανώς με ασβεστώσεις, χωρίς ουσιώδη χωροκατακτητική δράση. Στην ΑΞΑ με τη σκιαγράφιση των αγγειακών δομών απεικονίζεται η χαρακτηριστική

εικόνα του τροφοφόρου αρτηριακού δικτύου, η φωλεά , αλλά και το απαγωγό φλεβικό δίκτυο της δυσπλασίας. Το *σηραγγώδες αιμαγγείωμα* στην απλή ΑΤ απεικονίζεται σαν μία περιγεγραμμένη υπέρπυκνη βλάβη, με ήπια σκιαγραφική ενίσχυση. Συχνά το *σηραγγώδες αιμαγγείωμα* συνοδεύεται από με ένα *φλεβώδες αγγείωμα* με την χαρακτηριστική απεικόνιση της κεφαλής της Μέδουσας (συρρέουσες, μικρότερες φλέβες απάγουν μέσω μίας μεγαλύτερης προς το επιπολής ή εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο) στα πλαίσια μίας αναπτυξιακής φλεβικής ανωμαλίας. Οι τριχοειδείς τηλεαγγειεκτασίες (κρυπτικές αγγειακές δυσπλασίες) συνήθως δεν αναδεικνύονται με την ΑΤ και ΑΞΑ. Οι αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες της σκληράς μήνιγγος απεικονίζονται στην ΑΞΑ σαν ένα διατεταμένο αγγειακό δίκτυο στη φλοιώδη ή υποφλοιώδη μοίρα του εγκεφάλου. Ωστόσο τα ανευρύσματα είναι αυτά που προκαλούν συχνότερα υπαραχνοειδή αιμορραγία και πολύ σπανιότερα όλες αυτές οι αγγειακές δυσπλασίες (17:1).

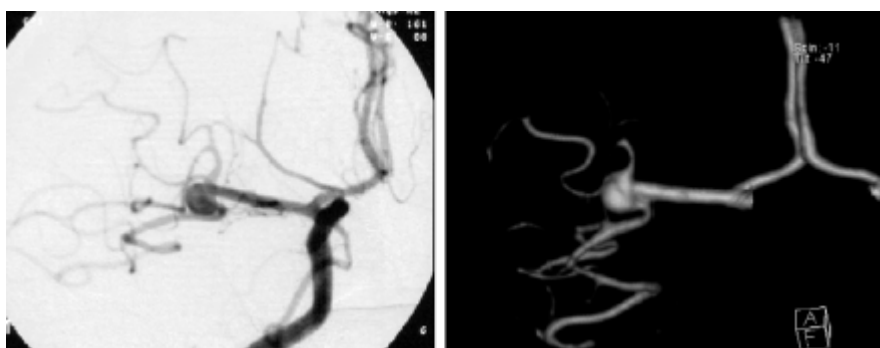
Αναμφίβολα με την αυξανόμενη εξοικείωση προς τη μέθοδο και τη ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη των συστημάτων Αξονικής Τομογραφίας και των επεξεργαστών, η ΑΞΑ μπορεί να αποτελέσει μέθοδο εκλογής στον διαγνωστικό αλγόριθμο της ανευρυσματικής υπαραχνοειδούς αιμορραγίας.



Απλή ΑΤ: Γιγαντιαίο ανεύρυσμα της βασικής με αποτιτανώσεις (αριστερά), αιμορραγία κυρίως στην σχισμή του Sylvius δεξιά ενδεικτική ρήξης ανευρύσματος του διχασμού της μέσης εγκεφαλικής.



Αξονική Αγγειογραφία , τεχνική VRT: Ανεύρυσμα της προσθίας αναστομοτικής αρτηρίας (λευκό βέλος). Η οριζόντια μοίρα της δεξιάς προσθίας εγκεφαλικής αρτηρίας (λευκές κεφαλές βελών), επικρατεί της υποπλαστικής αριστεράς οριζόντιας μοίρας της προσθίας εγκεφαλικής (μαύρες κεφαλές βελών).



Ανεύρυσμα του διχασμού της δεξιάς μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας. Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (Αριστερά) και Αξονική Αγγειογραφία, τεχνική VRT (Δεξιά).

III. Μαγνητική Τομογραφία (MT) και Μαγνητική Αγγειογραφία (MA):

Η Μαγνητική Τομογραφία με την ευαίσθητη στην ανίχνευση του αίματος τεχνική FLAIR (fluid attenuated inversion recovery) μπορεί να δώσει παρόμοιες πληροφορίες με την ΑΤ για την εντόπιση του ανευρύσματος, αλλά η απεικόνιση του ανευρύσματος στην ΜΤ είναι πιο σύνθετη με το μαγνητικό σήμα να διαφοροποιείται ανάλογα με την παρουσία, κατεύθυνση και ταχύτητα της ροής και από την παρουσία θρόμβου, ίωσης και ασβεστώσεων.

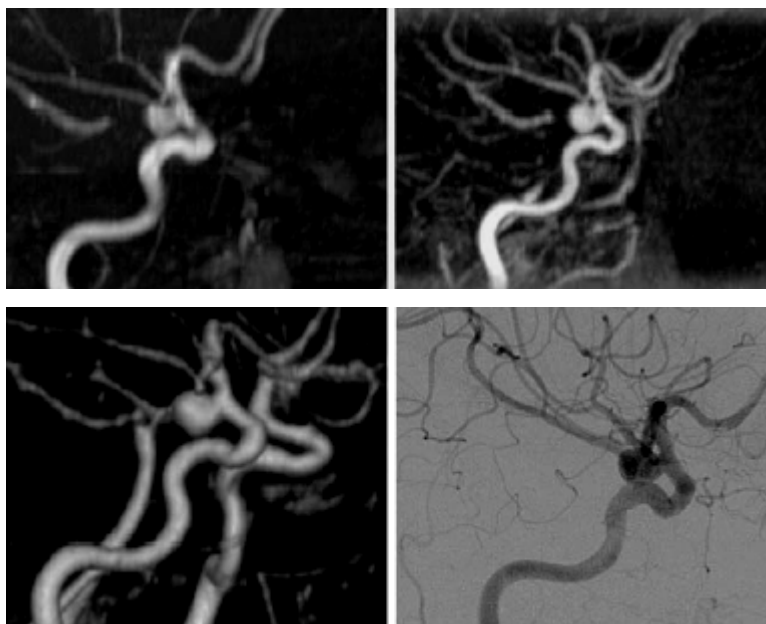
Ωστόσο η Μαγνητική Τομογραφία - Αγγειογραφία δεν είναι η ιδανική μέθοδος για τη διερεύνηση της ΑΥΑ, καθώς οι ασθενείς είναι συνήθως διεγερτικοί, απαιτούν εντατική παρακολούθηση και ο χρόνος της εξέτασης είναι σχετικά μεγάλος, ενώ η διαθεσιμότητα είναι μικρότερη και το κόστος υψηλότερο της ΑΤ.

Οι δύο βασικές τεχνικές της Μαγνητικής Αγγειογραφίας είναι η time-of-flight (TOF) και η phase-contrast (PC). Ωστόσο μόνο μετά την εφαρμογή γρήγορων 3-D

τεχνικών <1λεπού και ταχεία ενδοφλέβιο χορήγηση σκιαγραφικού, αυξήθηκε η ευαισθησία και ειδικότητα της μεθόδου, οι οποίες με τις βασικές τεχνικές ήταν χαμηλές (*Metens T και συν. 2000*).

Η Μαγνητική Αγγειογραφία με χορήγηση σκιαγραφικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη για την παρακολούθηση των εμβολισθέντων ανευρυσμάτων, ενώ λόγω της απουσίας ιονίζουσας ακτινοβολίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια του ελέγχου ατόμων υψηλού κινδύνου, όπως για παράδειγμα αυτών με οικογενή προδιάθεση υπαραχνοειδούς αιμορραγίας (*Raaymakers TW και συν. 1999*).

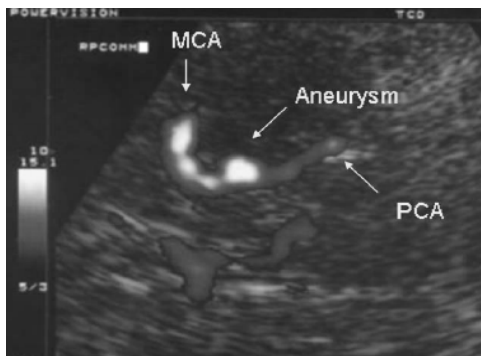
Με την Μαγνητική Τομογραφία και Αγγειογραφία είναι επίσης εφικτή η ανάδειξη άλλων αγγειακών δυσπλασιών (αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες, σπαραγγώδες αιμαγγείωμα, φλεβώδες αγγείωμα, αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες της σκληράς μήνιγγος), ενώ η ΜΤ θεωρείται μέθοδος εκλογής για την απεικόνιση των κρυπτικών αγγειακών δυσπλασιών (τριχοειδείς τηλεαγγειεκτασίες).



Ανεύρυσμα της δεξιάς έσω καρωτίδας στο ύψος έκφυσης της οπισθίας αναστομοωτικής αρτηρίας. Μαγνητική Αγγειογραφία χωρίς και μετά ενδοφλέβιο έγχυση σκιαγραφικού (πάνω εικόνες). Μαγνητική Αγγειογραφία, τεχνική VRT και Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (κάτω εικόνες).

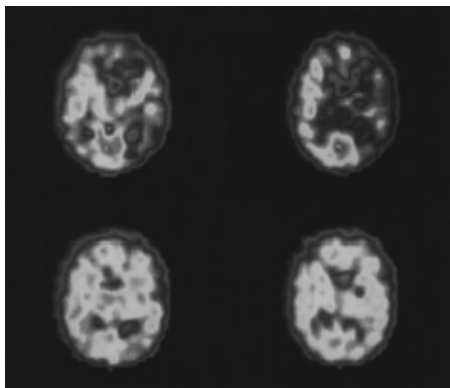
IV Διακρανιακή Doppler Υπερηχογραφία : Είναι μέθοδος γρήγορη, χαμηλού κόστους και μπορεί να διενεργηθεί ακόμη και σε κλινήριες ασθενείς, όμως ο ρόλος της περιορίζεται σε ερευνητικό πεδίο λόγω της χαμηλής διαγνωστικής ακρίβειας. Η τεχνική βελτίωση με την χρήση του power Doppler ή σκιαγραφικών δεν απέφερε

ιδιαίτερη κλινική βελτίωση. Η μέθοδος ενδέχεται να συνεισφέρει στην παρακολούθηση των εμβολισθέντων ανευρυσμάτων. Η Διακρανιακή Doppler Υπερηχογραφία χρησιμοποιείται κυρίως στην μη επεμβατική παρακολούθηση και αξιολόγηση της δευτεροπαθούς εγκεφαλικής ισχαιμίας, κυρίως στην κατανομή της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας. Η εμπειρία του εξετάζοντος και η ανατομία του ασθενούς (ακουστικό παράθυρο), είναι παράμετροι που μπορούν να διαφοροποιήσουν τα αποτελέσματα της μεθόδου (*Turner CL και συν. 2000*).



Διακρανιακή Doppler Υπερηχογραφία : Ανεύρυσμα της οπισθίας αναστομωτικής.
MCA: Μέση εγκεφαλική αρτηρία, PCA: Οπισθία εγκεφαλική αρτηρία.

V Ραδιοϊσοτοπικός έλεγχος: Η υπολογιστική τομογραφία εκπομπής φωτονίου [Single-photon emission computed tomography (SPECT)], η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων [positron emission tomography (PET)], και η υπολογιστική τομογραφία με χρήση Ξένου [xenon-CT (XeCT)], είναι ραδιοϊσοτοπικές μέθοδοι που αξιολογούν την εγκεφαλική ροή και την πιθανή ισχαιμία, απότοκο του αγγειόσπασμου. Η χρήση τους ωστόσο δεν είναι συχνή.



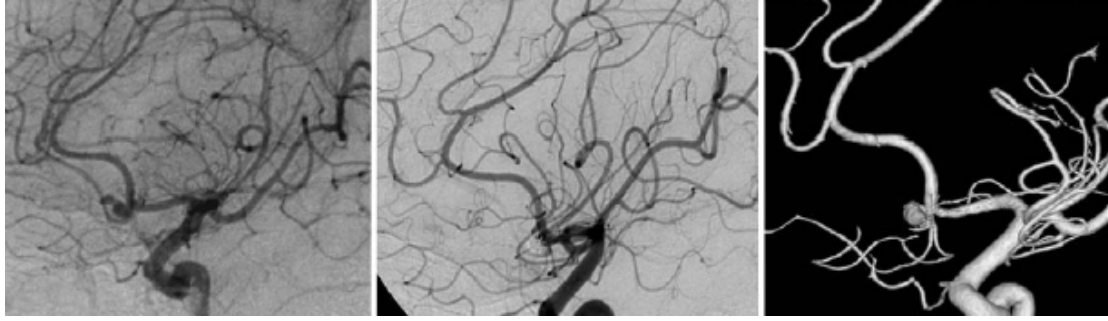
SPECT: Απεικόνιση της υποχώρησης της απότοκου ανευρυσματικής υπαραχνοειδούς αιμορραγίας εγκεφαλικής ισχαιμίας, πριν (πάνω εικόνες) και μετά (κάτω εικόνες) την αγγειοπλαστική.

VI Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ΨΑΑ): Σκοπός της αγγειογραφίας στην ΑΥΑ είναι η ανάδειξη ενός πιθανού ανευρύσματος, η οριοθέτηση της σχέσης του ανευρύσματος με το αγγείο από το οποίο προέρχεται και τους γειτονικούς διατιτρώντες κλάδους, ο καθορισμός ενδεχόμενης παράπλευρης κυκλοφορίας του εγκεφάλου, η εκτίμηση του αγγειόσπασμου και κυρίως στην περίπτωση ανάδειξης ενός ανευρύσματος η σχεδίαση της καταλληλότερης και ασφαλέστερης αντιμετώπισης, ώστε να προληφθεί πιθανή επαναιμορραγία. Το ανεύρυσμα αναδεικνύεται σαν μια παθολογική διόγκωση, η οποία δημιουργείται στο τοίχωμα μίας αρτηρίας, συνήθως στον διχασμό της. Τα πλήρως θρομβωμένα ανευρύσματα δεν αναδεικνύονται με την ΨΑΑ, στην οποία σκιαγραφείται το εκμαγείο του ελεύθερου αυλού του αγγείου. Τα μεγάλα θρομβωμένα ανευρύσματα μπορεί να δημιουργούν το φαινόμενο πίεσης από ένα ανάγγειο μόρφωμα. Τα ανευρύσματα πρέπει να διαχωρίζονται από τις κυκλικές ανακάμψεις των αγγείων που είναι αποτέλεσμα επιπροβολής του τρισδιάστατου αγγείου σε μία δισδιάστατη εικόνα. Σημαντική είναι προς αυτή την κατεύθυνση η συμβολή της 3-D περιστροφικής ΨΑΑ. Τα ανευρύσματα πρέπει ακόμη να διαχωρίζονται από τις εκτατικές – χοανοειδείς εκφύσεις των αγγείων (infundibulum), που οφείλονται σε ατελή απορρόφηση ενός αγγείου κατά την εμβρυϊκή ζωή. Οι χοανοειδείς αυτές εκφύσεις (5-10%) απαντώνται συχνότερα στην έκφυση της οπισθίας αναστομωτικής αρτηρίας από την έσω καρωτίδα και σπανιότερα στην έκφυση της προσθίας χοριοειδούς αρτηρίας, έχουν διάμετρο <2χιλ., είναι ομαλές και το αγγείο εκφύεται από την κορυφή τους. Σπάνια μπορεί να εξελιχθούν σε ανευρύσματα και να προκαλέσουν υπαραχοειδή αιμορραγία. Στις περιπτώσεις ανάδειξης πολλαπλών ανευρυσμάτων, η ανωμαλία του σχήματος του ανευρύσματος, η παρουσία δεύτερου λοβού και ο εστιακός αγγειόσπασμος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό του ανευρύσματος που έχει αιμορραγήσει. Εξαιρετική είναι η ανάδειξη του αγγειόσπασμου με την ΨΑΑ.

Η ενδαρτηριακή Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία λόγω υψηλής διακριτικής ευκρίνειας, παραμένει μέχρι σήμερα μέθοδος εκλογής, στην ανάδειξη ενός υποκείμενου ανευρύσματος σε υπαραχοειδή αιμορραγία. Κατά την εκτέλεση της είναι σημαντική η απεικόνιση ολόκληρης της ενδοκράνιας κυκλοφορίας, περιλαμβανομένης της προσθίας και οπισθίας κυκλοφορίας, καθώς και των δύο

οπισθίων κάτω παρεγκεφαλιδικών αρτηριών. Ακόμη ο καθετηριασμός και έξω καρωτίδων πρέπει να γίνεται για τον αποκλεισμό μιάς μηνιγγικής αρτηριοφλεβώδους επικοινωνίας. Έγχυση με διασταυρούμενη συμπίεση (cross-compression) για την εκτίμηση της παράπλευρης κυκλοφορίας, πολλαπλές λοξές και κάθετες λήψεις μαζί με τις βασικές προβολές (προσθιοπισθία και πλαγία) και αφαιρετικές μελέτες είναι αναπόσπαστα μέρη μιάς πλήρους αγγειογραφικής εκτίμησης. Η μέθοδος ωστόσο είναι επεμβατική, απαιτεί εντατική προσπάθεια, είναι σχετικά ακριβή και επιπλέον περικλείει ένα μικρό αλλά ενδεχομένως σημαντικό κίνδυνο νευρολογικών επιπλοκών. Μία αναδρομική μελέτη έδειξε ότι στην εφαρμογή της ΨΑΑ για τη διερεύνηση της ΑΥΑ, η συνολική επίπτωση των νευρολογικών επιπλοκών ήταν 1.8%, με 0.2% κίνδυνο εγκατάστασης μόνιμης νευρολογικής βλάβης (*Cloft HJ και συν. 1999*). Η καθιέρωση της 3-D περιστροφικής ΨΑΑ αναμένεται να βελτιώσει περαιτέρω την ακρίβεια της μεθόδου στην ανάδειξη και τον χαρακτηρισμό της μορφολογίας του ανευρύσματος και συνεπώς στην επιλογή της καταλληλότερης θεραπείας (εμβολισμού ή χειρουργικής επέμβασης). Με την τεχνική αυτή που αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και εφαρμόζεται στους σύγχρονους αγγειογράφους, επιτυγχάνονται τρισδιάστατες αγγειογραφίες που μπορούν να μελετηθούν υπό όλες τις οπτικές γωνίες (360°) (*Sugahara T και συν. 2002*). Ωστόσο το μειονέκτημα της απεικόνισης του ανευρύσματος σε σχέση με τις γειτονικές ανατομικές δομές – τα οστά παραμένει.

Σε αρνητική εξέταση και υπαραχνοειδή αιμορραγία ανευρυσματικής κατανομής στην Αξονική Τομογραφία η αγγειογραφία πρέπει να επαναλαμβάνεται 1-6 εβδομάδες μετά, με πιθανότητα ανάδειξης του ανευρύσματος στην 2^η εξέταση 10-20%. Τα μειονεκτήματα της ΨΑΑ οδήγησαν στην χρήση των νεώτερων μη επεμβατικών μεθόδων, όπως η Διακρανιακή Doppler Υπερηχογραφία, η Μαγνητική Αγγειογραφία και κυρίως η Αξονική Αγγειογραφία, οι οποίες υπόσχονται παρόμοια της ΨΑΑ διαγνωστική ακρίβεια.



Ενδαρτηριακή 3D-περιστροφική Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία: Ανεύρυσμα της προσθίας αναστομοωτικής αρτηρίας προ και μετά τον εμβολισμό του.

Δ. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΞΟΝΙΚΟΥ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ

(*Kalender WA 2005, Kalender WA 2006, Lell M και συν. 2005, Hashimoto H και συν. 2000, Khaldi ME και συν. 2007, Baoshun MA και συν. 2004, Schuknecht B 2004, Tomandl BF και συν. 2004, Moore EA και συν. 2001, Tomandl BF και συν. 2003, Marro B και συν. 2000, Addis KA, Hopper KD και συν. 2001, Kirchner J και συν. 2000, Prokop M και συν. 1997, Calhoun PS και συν. 1999, Tomandl BF και συν. 2001*).

Αξονική Τομογραφία: Η ανακάλυψη της Αξονικής Τομογραφίας μιάς επαναστατικής απεικονιστικής μεθόδου έγινε από τον Βρετανό G. Hounsfield το 1972. Για την ανακάλυψη αυτή οι Hounsfield και Cormack (ανακάλυψε τη μαθηματική μέθοδο ανακατασκευής της εικόνας) τιμήθηκαν με βραβείο Nobel Ιατρικής το έτος 1979. Η καινοτομία της Αξονικής Τομογραφίας είχε δύο νέα στοιχεία σε σχέση με την κλασική ακτινολογία. Τη σύλληψη και κατασκευή του Αξονικού Τομογράφου και τη σύζευξη του μηχανήματος με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Κάθε σύστημα Αξονικού Τομογράφου αποτελείται από: α) την μονάδα σάρωσης στην οποία υπάρχει ενσωματωμένη η ακτινολογική λυχνία και οι ανιχνευτές, β) την τράπεζα εξέτασης στην οποία τοποθετείται ο ασθενής και περνά μαζί με αυτόν μέσα από το άνοιγμα της μονάδας σάρωσης, γ) τη γεννήτρια ακτίνων X και τη μονάδα χειρισμού και ελέγχου, δ) τη μονάδα επεξεργασίας που αποτελείται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που επεξεργάζεται τα δεδομένα και ανασυνθέτει εικόνες, και ε) το σύστημα προβολής εικόνων που έχει την δυνατότητα της άμεσης προβολής εικόνων της εξεταζόμενης περιοχής.

Με την Αξονική Τομογραφία λαμβάνονται εγκάρσιες τομές στην υπό εξέταση περιοχή, δηλαδή τομές κάθετες προς τον επιμήκη άξονα του σώματος του ασθενούς. Για την λήψη των τομών η ακτινολογική λυχνία διαγράφει μία περιστροφική κίνηση 360° γύρω από τον επιμήκη άξονα του σώματος. Ταυτόχρονα με την περιστροφική αυτή κίνηση η λυχνία εκπέμπει μία λεπτή δέσμη ακτινοβολίας πάχους 1 έως 10χιλ. που ακτινοβολεί την εξεταζόμενη περιοχή από διαφορετικές προβολικές κατευθύνσεις. Η δέσμη αυτή περνά από όλα τα σημεία της τομής και εξέρχεται εξασθενημένη σε ποσοστό που εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα και την ατομική σύσταση των ιστών που παρεμβάλλονται στην διαδρομή της. Η ένταση της ακτινοβολίας πριν προσβάλλει την εξεταζόμενη περιοχή μετράται από ένα ανιχνευτή αναφοράς, ενώ κατά την έξοδο της από το σώμα του ασθενούς οι τιμές εξασθένησης της ακτινοβολίας καταγράφονται με την βοήθεια άλλων ανιχνευτών που βρίσκονται σε αντιδιαμετρική θέση με την εστία της ακτινολογικής λυχνίας και έτσι προσδιορίζεται ο συντελεστής εξασθένησης για την δεδομένη τομή. Όταν ολοκληρωθεί ο προσδιορισμός των συντελεστών εξασθένησης τα αποτελέσματα καταγράφονται στη μνήμη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή ο οποίος μπορεί να ανασυνθέσει την εικόνα τομής μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα.

Στην Ελικοειδή (spiral) Αξονική τομογραφία, η σάρωση της εξεταζόμενης περιοχής πραγματοποιείται με συνεχή περιστροφή της λυχνίας και ταυτόχρονη μετακίνηση της εξεταστικής τράπεζας. Τα πλεονεκτήματα της έναντι της συμβατικής Αξονικής Τομογραφίας είναι: **α)** ο μειωμένος χρόνος εξέτασης **β)** η μείωση των παραμορφώσεων λόγω κίνησης (artefacts) **γ)** η δυνατότητα εξέτασης σε ένα κράτημα αναπνοής **δ)** η δυνατότητα εξέτασης μη συνεργάσιμων ασθενών **ε)** η δυνατότητα απεικόνισης των αγγείων στη φάση της μέγιστης πλήρωσης από το σκιαγραφικό (Αξονική Αγγειογραφία) **στ)** η δυνατότητα απεικόνισης οργάνων σε διάφορες φάσεις αιμάτωσης (πολυφασικές μελέτες οργάνων) **ζ)** η λήψη συνεχούς όγκου δεδομένων (καλύτερες δισδιάστατες και τρισδιάστατες ανασυνθέσεις) **η)** η δυνατότητα μετατροπής του βαθμού επικάλυψης των τομών μετά το πέρας της εξέτασης και **θ)** η μείωση της δόσης της ακτινοβολίας σε εξεταζόμενους και εργαζομένους.

Αξονική Αγγειογραφία: Μία ειδική εφαρμογή της Ελικοειδούς Αξονικής Τομογραφίας είναι και η Αξονική Αγγειογραφία (ΑΞΑ), η οποία επιτρέπει την δισδιάστατη και τρισδιάστατη απεικόνιση των αγγείων και της παθολογίας τους μετά από ενδοφλέβιο χορήγηση σκιαγραφικού. Μολονότι ακόμη και σήμερα η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ΨΑΑ) παραμένει μέθοδος εκλογής της εξέτασης των αγγειακών δομών μία σειρά από πλεονεκτήματα καθιστούν την ΑΞΑ λύση επιλογής σε ορισμένες περιπτώσεις. Στις περιπτώσεις αυτές η ΑΞΑ μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες σε μικρότερο χρόνο και με σημαντικά χαμηλότερο κόστος από ότι η ΨΑΑ. Για την διενέργεια μίας Αξονικής Αγγειογραφίας απαιτείται σχεδιασμός και λήψη αποφάσεων σε 3 θέματα.

Το πρώτο θέμα αφορά την περιγραφή της ακολουθίας των τομών και συγκεκριμένα την επιλογή των εξής παραμέτρων:

- Μήκος κάλυψης
- Πάχος τομής
- Pitch (ο λόγος μετακίνησης της εξεταστικής τράπεζας/ πάχους τομής)
- Διάρκεια εξέτασης

Η επιλογή του πάχους τομής θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την μεγιστοποίηση της χωρικής ανάλυσης και το μέγιστο μήκος κάλυψης κατά τον άξονα Z. Επιλογή μικρού πάχους τομής με μικρό Pitch αυξάνει την χωρική ανάλυση, μειώνει όμως το μήκος κάλυψης. Αντίθετα ένα μεγάλο πάχος τομής σε συνδυασμό με ένα μεγάλο Pitch αυξάνει το μήκος κάλυψης μειώνει όμως την χωρική ανάλυση. Pitch 1 ή και μεγαλύτερο, αλλά < 2 , είναι επιθυμητό ώστε να αυξηθεί η χωρική ανάλυση κατά μήκος του άξονα Z. Η επιλογή αυτών των παραμέτρων γίνεται τελικά με βάση την φυσική κατάσταση του εξεταζόμενου και τις απαιτήσεις της παθολογίας που πρέπει να αναδειχθεί σε όλη της την έκταση.

Το δεύτερο θέμα αφορά την επιλογή των παραμέτρων έγχυσης όπως:

- Τον όγκο του σκιαγραφικού
- Τον βαθμό συγκέντρωσης του σκιαγραφικού
- Τον ρυθμό χορήγησης του σκιαγραφικού
- Την διάρκεια της έγχυσης

- Τον χρόνο καθυστέρησης μεταξύ της αρχής της έγχυσης και της αρχής της λήψης των δεδομένων

Ο όγκος της σκιαγραφικής ουσίας που χορηγείται ενδοφλεβίως, θα πρέπει να είναι τόσοσ ώστε να εξασφαλίζει την καλύτερη απεικόνιση της εξεταζόμενης περιοχής και την ανάδειξη της εκάστοτε παθολογίας. Η διάρκεια της έγχυσης καθορίζεται από την συνολική διάρκεια της εξέτασης. Ο όγκος της σκιαγραφικής ουσίας πρέπει να ευρίσκεται στη μέγιστη δυνατή συγκέντρωσή του μέσα στις προς διερεύνηση αγγειακές δομές όλο το χρονικό διάστημα που διαρκεί η εξέταση. Ο χρόνος καθυστέρησης καθορίζεται από μία δοκιμαστική έγχυση 15 περίπου ml και την ταυτόχρονη λήψη τομών με μειωμένα στοιχεία έκθεσης (kV, mA), ενώ με τα νεότερα συστήματα η έναρξη της έγχυσης γίνεται αυτόματα όταν υπάρξει η επιθυμητή σκιαγραφική ενίσχυση, που έχουμε προσδιορίσει εκ των προτέρων στην περιοχή ενδιαφέροντος – αγγειακή δομή με μονάδες Hounsfield (τεχνική Sure start). Αν και έχουν προταθεί χρόνοι για την μελέτη όλων των αγγειακών δομών, παράγοντες όπως η ηλικία του ασθενούς, η καρδιακή λειτουργία του ή ακόμη η συνύπαρξη άλλων παθολογιών, κάνουν τους χρόνους αυτούς να μην είναι σταθεροί.

Το τρίτο θέμα αφορά την ανακατασκευή και επεξεργασία των τομών και συγκεκριμένα την επιλογή:

- Του βαθμού επικάλυψης των ανακατασκευασμένων τομών [δείκτης ανασύνθεσης (ο λόγος του πάχους τομής ανασύνθεσης/ πάχους τομής)]
- Το είδος επεξεργασίας στην οποία θα υποβληθούν οι τομές (πεδίο παρατήρησης (FOV), αλγόριθμος ανακατασκευής των τομών, αλγόριθμος Interpolation)

Το τελικό αυτό σερ μεταφέρεται μέσω του υπάρχοντος δικτύου από τον Αξονικό Τομογράφο σε έναν ανεξάρτητο υπολογιστή-σταθμό επεξεργασίας εικόνων όπου και γίνεται η επεξεργασία και ανάλυση τους. Η επεξεργασία αφορά την δισδιάστατη και τρισδιάστατη ανασύνθεση των τομών.

Συνολικά οι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα της εικόνας στην Αξονική Αγγειογραφία είναι:

Κατά την λήψη των δεδομένων:

- Τα στοιχεία έκθεσης (kV, mA)
- Το πεδίο παρατήρησης (FOV)
- Το μήκος κάλυψης
- Το ονομαστικό πάχος των τομών
- Το Pitch
- Ο χρόνος τομής – διάρκεια εξέτασης
- Ο όγκος του σκιαγραφικού που θα χρησιμοποιηθεί
- Ο βαθμός συγκέντρωσης του σκιαγραφικού
- Ο ρυθμός ροής του σκιαγραφικού
- Η διάρκεια έγχυσης
- Ο χρόνος άφιξης του σκιαγραφικού
- Ο αλγόριθμος ανακατασκευής των τομών
- Ο αλγόριθμος Interpolation

Κατά την μετατροπή των τομών:

- Ο βαθμός επικάλυψης των ανακατασκευασμένων τομών
- Το πεδίο παρατήρησης (FOV)
- Ο αλγόριθμος ανακατασκευής των τομών
- Ο αλγόριθμος Interpolation

Όπως κάθε απεικονιστική μέθοδος έτσι και η ΑΞΑ εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και σε σύγκριση με άλλες αγγειογραφικές μεθόδους. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται η δυνατότητα απεικόνισης των αγγείων στην φάση της μέγιστης πλήρωσης από το σκιαγραφικό, η εξαφάνιση παραμορφώσεων αναπνοής και κίνησης, η δημιουργία τομών σε διάφορους βαθμούς επικάλυψης, η μείωση της δόσης ακτινοβολίας στους εξεταζόμενους και τους εργαζόμενους, η δημιουργία δισδιάστατων και τρισδιάστατων ανασυνθέσεων και η μικρή διάρκεια εξέτασης. Η αδυναμία εξέτασης των πολύ διεγερτικών ασθενών και η χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας και σκιαγραφικού μέσου (σε σύγκριση με την Μαγνητική Τομογραφία-Αγγειογραφία & την διακρανιακή Doppler υπερηχογραφία) και ο σχετικά ακριβός εξοπλισμός περιλαμβάνονται στις αδυναμίες της μεθόδου. Η διάρκεια του χρόνου ανασύνθεσης, επεξεργασίας και ανάλυσης των τομών και το

περιορισμένο μήκος κάλυψης παραμένουν αδυναμίες της ΑΞΑ με ελικοειδή Αξονικό Τομογράφο αλλά έχουν σαφώς βελτιωθεί με τη χρήση των νέων συστημάτων πολυτομικής Αξονικής Τομογραφίας.

Σε σχέση με την ΨΑΑ υπερτερεί στην δυνατότητα απεικόνισης των δεδομένων από οποιαδήποτε οπτική γωνία με μία και μόνη έγχυση (στην ΨΑΑ για κάθε διαφορετικό επίπεδο απαιτείται επιπλέον ακτινοβολία και σκιαγραφικό), στη δυνατότητα αφαίρεσης επιπροβαλλόμενων δομών κατά την επεξεργασία των εικόνων (στην ΨΑΑ είναι πιθανή η επιπροβολή αγγειακών δομών στην περιοχή ενδιαφέροντος), στη δυνατότητα συλλογής πληροφοριών για τυχόν τοιχωματικούς θρόμβους, επασβεστώσεις και για τις πραγματικές διαστάσεις των αυλών και των τοιχωμάτων των αγγείων (στην ΨΑΑ απεικονίζεται μόνο ο αυλός των αγγείων). Ωστόσο η χρήση της 3-D περιστροφικής ΨΑΑ αναμένεται να βελτιώσει την διαγνωστική ακρίβεια της μεθόδου. Είναι ελάχιστα επεμβατική (ενδοφλέβιος έγχυση του σκιαγραφικού) και μπορεί να διενεργηθεί και σε εξωτερικούς ασθενείς, αντίθετα με την ΨΑΑ όπου ο αρτηριακός καθετηριασμός καθιστά απαραίτητη την παρακολούθηση του εξεταζόμενου για τουλάχιστον 12 ώρες. Υπολείπεται της ΨΑΑ στην αδυναμία απεικόνισης μικρών κλάδων, σε χωρική και χρονική ανάλυση (Spatial και temporal resolution).

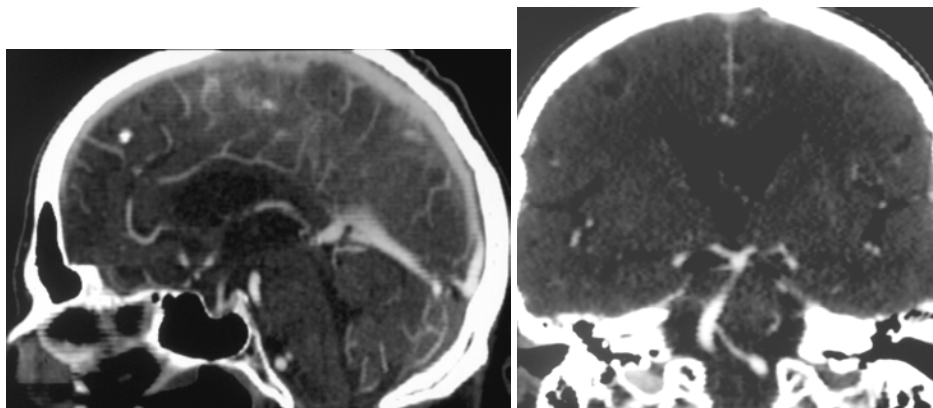
Σταθμός επεξεργασίας εικόνων: Πρόκειται για μία έναν ηλεκτρονικό υπολογιστική επεξεργασίας εικόνων ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον Αξονικό Τομογράφο και κύριο σκοπό έχει την ανασύνθεση των τομών σε μοντέλα δύο διαστάσεων (2D) όπως, Πολυεπίπεδη ανασύνθεση (Multiplanar Reformation ή MPR) και Προβολή μέγιστης έντασης (Maximum Intensity Projection ή MIP) και τριών διαστάσεων (3D) όπως, Εμφάνιση σκιώδους επιφανείας (Surface shaded display ή SSD), Φωτοσκίαση όγκου (Volume Rendering Technique ή VRT), Εικονική ενδοσκόπηση (Virtual Endoscopy ή VE) και Διαφανή Φωτοσκίαση Όγκου (Transparent Volume Rendering ή TVR). Ο τρόπος χειρισμού ομοιάζει με αυτόν των MS Windows καθώς στην οθόνη του υπολογιστή οι διάφορες λειτουργίες έχουν τη μορφή πλήκτρων, εικόνων ή καταλόγου όπου οι επιλογές γίνονται με τη βοήθεια ενός ποντικιού. Μέσω της κονσόλας είναι δυνατή:

- Η μέτρηση αποστάσεων, γωνιών πυκνοτήτων καθώς και η προσθήκη κειμένου
- Μεγέθυνση των εικόνων
- Περιστροφή των μοντέλων
- Πλοήγηση δια μέσω του αυλού των αγγείων
- Δημιουργία διαφανών μοντέλων
- Δυνατότητα επιλεκτικής αφαίρεσης των μοντέλων σε οιοδήποτε επίπεδο.
- Χρωματισμός περιοχών που εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.
- Απεικόνιση περιοχής ενδιαφέροντος μεμονωμένα ή σε σχέση με άλλες δομές.
- Ασπρόμαυρη και έγχρωμη εκτύπωση Laser

α) Δισδιάστατες ανασυνθέσεις

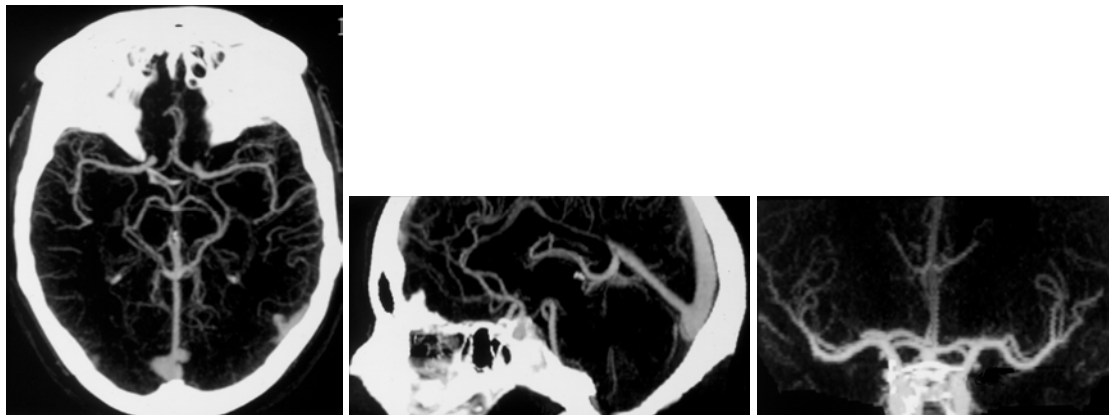
1. Πολυεπίπεδη ανασύνθεση (*Multiplanar Reformation* ή *MPR*): Πρόκειται για την απλούστερη εφαρμογή ανάλυσης των ογκομετρικών πληροφοριών με την οποία είναι δυνατή η ανασύνθεση των εγκάρσιων εικόνων της Αξονικής Τομογραφίας σε οιοδήποτε επίπεδο (στεφανιαίο, οβελιαίο, λοξό), με ποικίλο πάχος. Με την τεχνική MPR οι εικόνες περιέχουν όλες τις πληροφορίες που περιέχουν και οι πρωτογενείς εγκάρσιες τομές και συνεπώς μπορεί να είναι η πρώτη τεχνική αγγειογραφικής προσέγγισης των ενδοκρανιακών αγγείων.

Το Curve (καμπυλωτό) MPR είναι μία εφαρμογή με την οποία είναι εφοδιασμένοι οι περισσότεροι νέοι αξονικοί τομογράφοι. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην απεικόνιση αγγείων με ιδιαίτερα ελικοειδή πορεία. Με το ποντίκι του υπολογιστή σχεδιάζεται το ελικοειδές αγγείο ακολουθώντας την πορεία του από τομή σε τομή και η ανασύνθεση αποφέρει τον τεχνητό ευθείασμό του αγγείου, ώστε να είναι δυνατή η πληρέστερη αξιολόγηση του (π.χ. ακριβής μέτρηση των στενώσεων).



MPR: Απεικόνιση σε οβελιαίο και στεφανιαίο επίπεδο.

2. *Προβολή μέγιστης έντασης (Maximum Intensity Projection ή MIP)*: Σύμφωνα με την τεχνική MIP η ένταση σήματος κάθε σημείου του μοντέλου είναι η μέγιστη ένταση σήματος κατά μήκος μίας γραμμής κάθετης προς το επίπεδο των τομών. Παράγει πολύ καλά αποτελέσματα αρκεί τα αντικείμενα που ενδιαφέρουν να έχουν την μεγαλύτερη ένταση σήματος από όλα τα υπόλοιπα δεδομένα. Αυτός είναι και ο λόγος που είναι ευρέως διαδεδομένη τεχνική στις Αξονικές αλλά και τις Μαγνητικές Αγγειογραφίες. Είναι δισδιάστατη ανασύνθεση με την οποία παρέχεται η δυνατότητα περιστροφής των αγγείων κατά 360°. Μπορεί να αναδείξει επίσης τις τυχόν επασβεστώσεις σε ένα αγγείο ή ανεύρυσμα. Μειονέκτημα της τεχνικής MIP είναι η ταυτόχρονη απεικόνιση των οστών που παρουσιάζουν επίσης μέγιστη ένταση σήματος και μπορεί να επιπροβάλλονται των αγγειακών δομών και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την απαλοιφή τους, ώστε να μην απωλεστούν αγγεία ή τμήματα αγγείων. Ωστόσο λόγω και του ότι οι εικόνες MIP είναι αυτές που προσομοιάζουν περισσότερο με τις εικόνες της ΨΑΑ η τεχνική γνωρίζει μεγάλη αποδοχή.

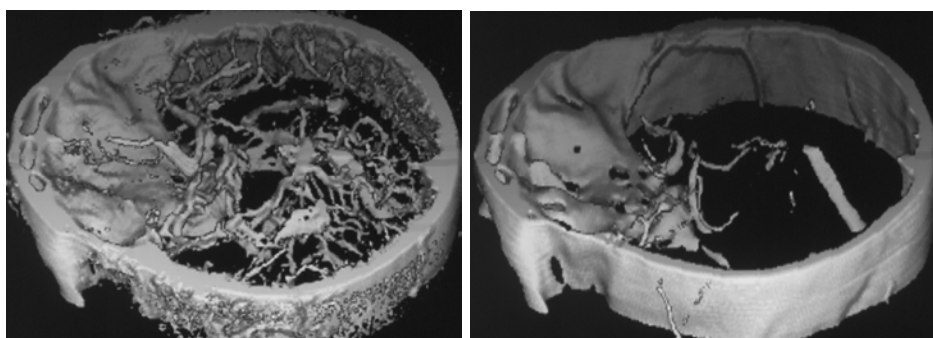


MIP: Απεικόνιση σε εγκάρσιο, οβελιαίο και στεφανιαίο (μετά εκλεκτική απομόνωση της προσθίας κυκλοφορίας) επίπεδο.

β) Τρισδιάστατες ανασυνθέσεις

1. *Εμφάνιση σκιάδους επιφανείας (Surface shaded display ή SSD)*: Μία σειρά από ακτίνες διαπερνούν τον όγκο των δεδομένων και το πρώτο ογκοστοιχείο (voxel) που θα συναντήσουν στην πορεία τους και το οποίο θα βρίσκεται μέσα σε ένα όριο τιμών – πυκνοτήτων που έχει οριστεί από τον χρήστη (threshold) το απεικονίζεται στο τελικό τρισδιάστατο μοντέλο. Οποιοδήποτε ογκοστοιχείο δεν βρίσκεται μέσα στο όριο τιμών απλώς δεν απεικονίζεται στο τελικό μοντέλο. Το μεγάλο πλεονέκτημα της

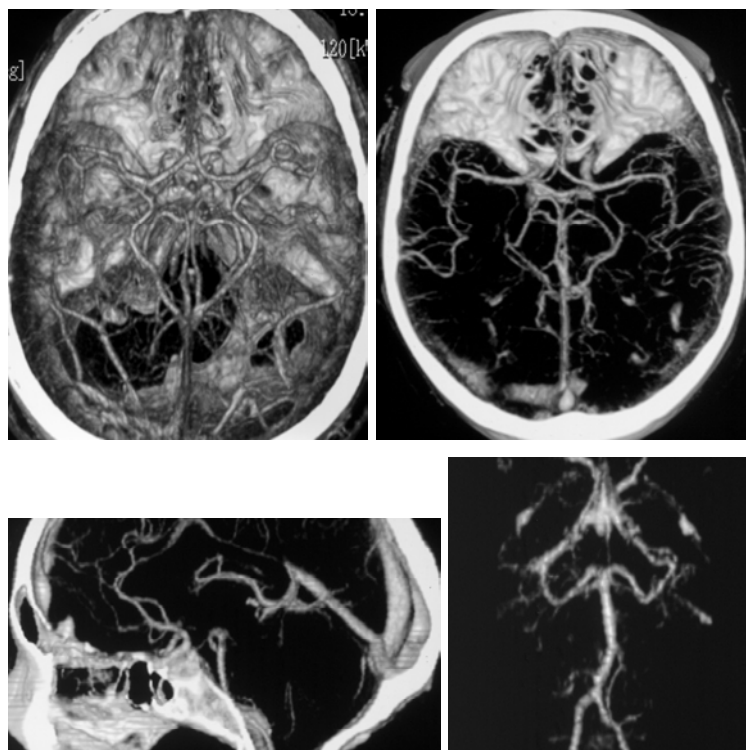
τεχνικής αυτής είναι η απλότητά της. Αυτό την κάνει να είναι πολύ γρήγορη, όχι ιδιαίτερα απαιτητική σε λογισμικό και σχετικά απλή στην εφαρμογή της. Οι SSD ανασυνθέσεις αποδίδουν με μεγάλη επιτυχία μία τρισδιάστατη οπτική προσδίδοντας στην απεικονιζόμενη περιοχή την αίσθηση του βάθους. Όμως μία σειρά από βασικά μειονεκτήματα που οφείλονται στην διαδικασία επιλογής του threshold αυξάνουν την επιφυλακτικότητα για την εφαρμογή της τεχνική στην Αξονική Αγγειογραφία, καθώς είναι πολύ εύκολο λανθασμένη επιλογή threshold να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα (υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση μίας βλάβης).



SSD: Ανεύρυσμα της έσω καρωτίδας αριστερά με ευρύ αυχένα. Αναλόγως του threshold, α. αναδεικνύονται οι περισσότεροι αγγειακοί κλάδοι αλλά είναι δυσχερής η απεικόνιση του ανευρύσματος και β. αναδεικνύονται οι κύριοι αγγειακοί κλάδοι και το ανεύρυσμα.

2. Φωτοσκίαση όγκου (*Volume Rendering Technique* ή *VRT*): Ο VR αλγόριθμος χρησιμοποιεί όλα τα δεδομένα που υπάρχουν στις πρωτογενείς τομές με αποτέλεσμα το τελικό μοντέλο να αποδίδει ακριβέστερα τις σχέσεις που υπάρχουν στις αρχικές τομές. Ειδικότερα όταν χρησιμοποιείται ο VR αλγόριθμος για να παραχθεί η Αξονική Αγγειογραφία, τα ογκοστοιχεία (voxels) μεγάλης εξασθένησης που περιέχουν πληροφορίες για τα οστά επιλέγονται χωριστά από τα ογκοστοιχεία με εξασθένηση μεταξύ 100 και 300 HU που περιέχουν πληροφορίες για τα σκιαγραφούμενα αγγεία. Με την επιλογή αυτή είναι δυνατή η ανάδειξη τρισδιάστατων ανασυνθέσεων στις οποίες τα οστά χρωματίζονται διαφορετικά και διακρίνονται από τα αγγεία. Μία σειρά από παραμέτρους μπορούν να μεταβληθούν από τον χρήστη, όπως είναι η αδιαφάνεια (opacity), η φωτεινότητα (brightness) και η επί τοις εκατό κατάταξη (percentage classification) που μπορεί να επηρεάσουν τόσο την εμφάνιση του τελικού μοντέλου όσο και την ακρίβειά του. Η VRT υπερνικά πολλά από τα εμπόδια που υπάρχουν στις άλλες τεχνικές. Προσφέρει πάρα πολύ καλή απεικόνιση των διαφόρων δομών στο χώρο. Επιπλέον αποδίδει καλλίτερα τη σχέση που έχουν οι

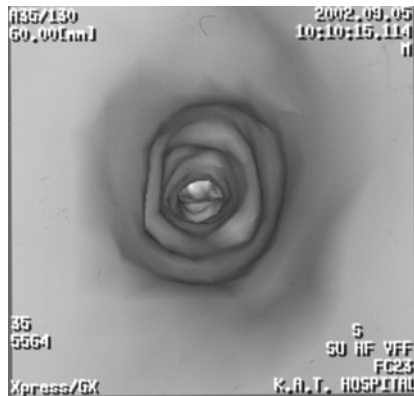
διάφορες δομές μεταξύ τους όσον αφορά την ένταση του σήματος τους από τις αρχικές τομές. Έτσι είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην ταυτόχρονη απεικόνιση ιστών με διαφορετικές πυκνότητες και θεωρείται ως η τρισδιάστατη μέθοδος εκλογής στην Αξονική Αγγειογραφία.



VRT: Διαφοροποίηση των εικόνων αναλόγως του threshold, δυνατότητα απαλοιφής των οστών, εικόνες σε εγκάρσιο και οβελιαίο και στεφανιαίο (μετά εκλεκτική απομόνωση της οπισθίας κυκλοφορίας) επίπεδο.

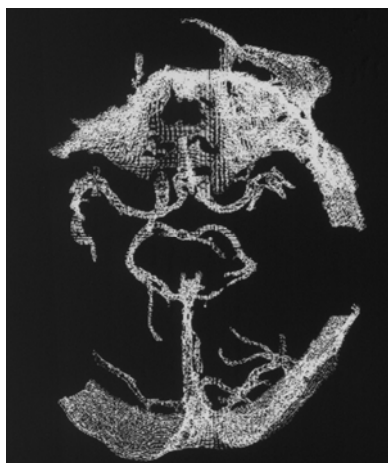
3. *Εικονική ενδοσκόπηση (Virtual Endoscopy ή VE)*: Η εικονική ενδοσκόπηση παρέχει μία εξομοίωση ενδοσκοπικής εξέτασης χρησιμοποιώντας μεθόδους εικονικής πραγματικότητας και γραφικά του υπολογιστή. Δημιουργεί τρισδιάστατες ανασυνθέσεις του εσωτερικού των αγγείων και γενικότερα των κοίλων οργάνων (fly around), επιτρέποντας την πλοήγηση σε πραγματικό χρόνο δια μέσου του αυλού της εξεταζόμενης περιοχής (fly through). Έτσι συντελεί στην συλλογή πληροφοριών προερχομένων από το εσωτερικό του αγγείου που σε κάποιες περιπτώσεις θα ήταν αδύνατη. Και εδώ χρησιμοποιούνται οι δύο αλγόριθμοι, SSD και VR, επιλέγοντας μία μικρή ομάδα ογκοστοιχείων και υψηλή αδιαφάνεια και έτσι παράγεται η εικόνα της εικονικής ενδοσκόπησης, κατά την οποία το λεπτό στρώμα των ογκοστοιχείων μοιάζει με το τοίχωμα του αγγείου. Στην διερεύνηση των ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την μορφολογία του

ανευρύσματος, την κατάσταση του ανευρυσματικού σάκου και την σχέση του αυχένα του ανευρύσματος με παρακείμενες αγγειακές δομές-εκφύσεις. Η θέση της εικονικής ενδοσκόπησης είναι ακόμη υπό διερεύνηση, εκτιμάται ωστόσο ότι με την ανάπτυξη νέων και ταχύτερων υπολογιστικών συστημάτων και νέων προγραμμάτων θα καθιερωθεί σαν ένα ακόμα πολύτιμο εργαλείο στον τομέα της Ακτινοδιαγνωστικής.



Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through).

4. Διαφανής φωτοσκίαση όγκου (*Transparent Volume Rendering ή TVR*): Αφορά πρόσφατη εξέλιξη της τρισδιάστατης Αξονικής Αγγειογραφίας. Με την χρήση του αλγόριθμου VR στην κατάλληλη ομάδα ογκοστοιχείων και επιλογή χαμηλής αδιαφάνειας, τα τοιχώματα των αγγείων γίνονται διαφανή και μέσα από αυτά προσδιορίζεται η σχέση τους με άλλα συμπροβαλλόμενα αγγεία ή με τον αυχένα ενός ανευρύσματος, καθώς και με τα οστά του κρανίου.



tVR: Διαφανής απεικόνιση του τοιχώματος των αγγείων.

Σκιαγραφικά μέσα:

(*Amin MM και συν. 1993, Bush WH και συν. 1991, Cohan RH και συν. 1995, Kinnison ML και συν. 1989, Wolf GL και συν. 1989, Fleischmann D 2003, Bae KT και συν. 2005*).

Τα σκιαγραφικά μέσα, είναι ουσίες (χημικές ενώσεις) οι οποίες χρησιμοποιούνται στην Ακτινολογία. Η χρησιμότητά τους βασίζεται στο ότι προκαλούν μεταβολές στην ακτινολογική εικόνα, μεταβολές οι οποίες συμβάλλουν στην διάγνωση. Η χορήγησή τους γίνεται στο κυκλοφορικό σύστημα (φλέβες, αρτηρίες, λέμφος) ή στο πεπτικό σύστημα.

Ενδοφλεβίως χορηγούμενα σκιαγραφικά: Στην Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία η χρήση των σκιαγραφικών μέσων γίνεται ενδοφλεβίως διαμέσου ενός κατάλληλου φλεβοκαθετήρα και με χρήση εγχυτή ώστε να είναι δυνατή η ταχεία ελεγχόμενου ρυθμού χορήγηση. Τα ενδοφλέβια σκιαγραφικά διαχωρίζονται σε ιονικά και μη ιονικά και στη χημική τους σύνθεση περιέχουν ιώδιο. Οι διάφορες ιωδιούχες σκιαγραφικές ουσίες για να είναι υδατοδιαλυτές πρέπει να έχουν τη μορφή άλατος. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε το άλας νατρίου που αποδείχθηκε αρκετά τοξικό. Η χρήση μεγλουμίνης μετρίασε τα φαινόμενα τοξικότητας αλλά παράλληλα αύξησε το ιξώδες του διαλύματος. Η κατάλληλη αναλογία στη σύνθεση μεταξύ τους είχε καλύτερα αποτελέσματα. Τα ιωδιούχα διαλύματα μεγλουμίνης διαλυόμενα διασπώνται σε κατιόν νατριομεγλουμίνης και ανιόν διατριζοάτης. Η ιοντική αυτή συμπεριφορά κάνει τα διαλύματα τους υπερωσμωτικά, 4-8 φορές, σε σύγκριση με το πλάσμα. Η υπερωσμωτικότητα των ιωδιούχων σκιαγραφικών έχει ενοχοποιηθεί για πολλές από τις ανεπιθύμητες ενέργειες που ακολουθούν τη χρήση τους. Τελευταία κατορθώθηκε η παρασκευή μη ιονικών σκιαγραφικών, κυριότεροι εκπρόσωποι των οποίων είναι η ιοπαμιδόλη, η ιομεπρόλη, η ιοεξόλη, η ιοπεντόλη, η ιομπιτρεόλη, η ιοπροαμίδη, η ιοτρολάνη και η ιοντιξανόλη, που χαρακτηρίζονται από χαμηλή οσμωτικότητα. Ο μη σχηματισμός ιόντων ελάττωσε σημαντικά τις αντιδράσεις των μορίων της σκιαγραφικής ουσίας με τις πρωτεΐνες και άλλα συστατικά του αίματος και των ιστών. Η συχνότητα των αλλεργικών αντιδράσεων, καθώς και των ανεπιθύμητων ενεργειών από το κυκλοφορικό και το νευρικό σύστημα ελαττώθηκαν σε μεγάλο βαθμό αλλά δεν εξαφανίστηκαν τελείως. Η συγκέντρωση ιωδίου καθορίζει τον βαθμό ακτινοσκιερότητας του σκιαγραφικού. Όσο μεγαλύτερη είναι η

συγκέντρωση τόσο πιο ακτινοσκοπικό γίνεται δηλαδή τόσο περισσότερα φωτόνια απορροφά.

Αντιδράσεις: Αν και είναι γνωστό ότι προκαλούνται αντιδράσεις από την χορήγηση σκιαγραφικών ο ακριβής λόγος δεν είναι γνωστός. Οι ανεπιθύμητες ενέργειες των ιωδιούχων σκιαγραφικών οφείλονται είτε σε χημειοτοξικότητα είτε σε ιδιοσυγκρασία. Τα ιωδιούχα σκιαγραφικά έχουν σαν βάση στο μόριό τους τον δακτύλιο του τριϊωδοβενζοϊκού οξέος. Άλλες ιωδιούχες σκιαγραφικές ουσίες ιοντίζονται στον οργανισμό και άλλες όχι.

Οι χημειοτοξικές αντιδράσεις οφείλονται στις φυσικοχημικές ιδιότητες της κάθε σκιαγραφικής ουσίας που χρησιμοποιείται καθώς επίσης και στη δράση και στη ταχύτητα με την οποία ενίεται αυτή. Οι ανεπιθύμητες αντιδράσεις ταξινομούνται σε ήπιες, μέτριες και σοβαρές που απειλούν τη ζωή του ασθενούς. Στις ήπιες αντιδράσεις υπάγονται η ναυτία, το αίσθημα θερμότητας, η περιορισμένη κνίδωση, η ωχρότητα και το κνησμώδες δερματικό εξάνθημα. Οι ήπιες αντιδράσεις παρέρχονται γρήγορα και δεν αποτελούν ίσως αιτία διακοπής της εξέτασης του ασθενούς. Οι μέτριες αντιδράσεις περιλαμβάνουν τάση για λιποθυμία, συνεχή έμετο, εκτεταμένη κνίδωση, οίδημα του προσώπου και της γλωττίδας, δύσπνοια, βρογχόσπασμο, δυσκαμψία, πόνο στο στήθος, την κοιλιά, ισχυρή κεφαλαλγία. Για τις αντιδράσεις αυτές συνήθως απαιτείται διακοπή της εξέτασης και η λήψη θεραπευτικών μέτρων. Οι σοβαρές αντιδράσεις που απειλούν τη ζωή του ασθενούς και επιβάλλουν την ανάγκη εντατικής θεραπείας, περιλαμβάνουν την καταπληξία, την απώλεια συνείδησης, το πνευμονικό οίδημα, τις καρδιακές αρρυθμίες και το καρδιακό έμφραγμα. Το 95% των εμφανιζόμενων αντιδράσεων στα σκιαγραφικά είναι ήπιες ή μετρίου βαθμού. Εμφανίζονται συνήθως τα πρώτα λεπτά από την έναρξη της ένεσης του σκιαγραφικού, χωρίς να αποκλείεται πλήρως το ενδεχόμενο να υπάρξουν σοβαρές καθυστερημένες αντιδράσεις. Η συχνότητα των ανεπιθύμητων αντιδράσεων είναι διπλάσια σε άτομα με ιστορικό αλλεργικών αντιδράσεων, ενώ άτομα που αντέδρασαν μια φορά σε σκιαγραφική ουσία είναι τρεις φορές περισσότερο ευαίσθητα από άλλους ασθενείς.

Οι ιδιοπαθείς ομοιάζουν με τις αλλεργικές αντιδράσεις η με υπερευαισθησία σε συγκεκριμένες ουσίες στην περίπτωση μας στο ιώδιο. Ο κοινά χρησιμοποιούμενος

όρος για αυτές τις αντιδράσεις είναι αντιδράσεις αναφυλαξίας. Σε απάντηση στα αντιγόνα (σκιαγραφικό) ο οργανισμός παράγει αντισώματα. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στην απελευθέρωση ισταμίνης. Όταν απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα ισταμίνης, το σώμα και το κυκλοφορικό σύστημα υπερφορτώνεται και τότε η ισταμίνη διαχέεται και πέραν των αγγείων στους περιβάλλοντες ιστούς με αποτέλεσμα την πρόκληση οιδήματος. Οι αντιδράσεις ιδιοσυστασίας ή ιδιοσυγκρασίας μπορεί να είναι ελαφράς μορφής, όπως η ναυτία, ο έμετος, η κνίδωση, μπορεί όμως να είναι πρόδρομα σημεία βαρύτερων αλλεργικών αντιδράσεων που φθάνουν μέχρι το οίδημα της γλωττίδας και καταπληξία. Μπορεί να εμφανιστούν άμεσα ή με χρονική καθυστέρηση. Υπάρχει ως ένα βαθμό κάποια συσχέτιση ανάμεσα στη σοβαρότητα των αντιδράσεων και το χρόνο στον οποίο συμβαίνουν. Όσο πιο σοβαρή είναι μία αντίδραση τόσο πιο σύντομα λαμβάνει χώρα. Καθώς λοιπόν η πάροδος μικρού χρονικού διαστήματος μετά από την έγχυση δεν διασφαλίζει την πιθανότητα να μην εμφανιστούν αντιδράσεις αργότερα, είναι επιβεβλημένο ο ασθενής στον οποίο χορηγήθηκε σκιαγραφικό να παρακολουθείται για τουλάχιστον μισή ώρα μετά το τέλος της εξέτασης. Η αντίδραση είναι ποιοτική και όχι ποσοτική. Αρκεί μια σταγόνα σκιαγραφικού για να προκληθούν σοβαρές αντιδράσεις. Η μέχρι σήμερα πείρα απέδειξε ότι τα μη ιοντιζόμενα σκιαγραφικά είναι καλύτερα ανεκτά. Η ελάττωση της ωσμωτικής πίεσεως που επιτεύχθηκε με τη νέα γενιά διμερών προϊόντων δεν ελάττωσε τη συχνότητα αναφυλακτικών φαινομένων όπως η ναυτία, ο έμετος και η κνίδωση. Οι ανεπιθύμητες αντιδράσεις από τα σκιαγραφικά γενικά είναι πιο σοβαρές σε άτομα μεγάλης ηλικίας. Η θνησιμότητα από τις αντιδράσεις αυτές γενικά είναι χαμηλή. Διάφορες στατιστικές την εκτιμούν να κυμαίνεται από 0.00066% έως 0.01%. Οι περισσότεροι θάνατοι οφείλονται σε καρδιακή ανακοπή και συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ένεσης ή πέντε λεπτά αργότερα. Προβλήματα μπορεί να προκύψουν και από την υπέρβαση της επιτρεπτής δόσης. Δόσεις ιωδίου 80-90g όταν χορηγηθούν με μεγάλη ταχύτητα μπορεί να προκαλέσουν συμπτώματα μη ανοχής, όπως τρόμο, διέγερση και ταχυκαρδία. Δόσεις ιωδίου μεγαλύτερες των 100 g είναι δυνατόν να προκαλέσουν σωληναριακή νέκρωση και νεφρική ανεπάρκεια.

Οι αντιδράσεις προκαλούνται εξαιτίας της ικανότητας των σκιαγραφικών να μεταβάλλουν την ομοιόσταση του οργανισμού ειδικά του αίματος και της κυκλοφορίας του. Οι μεταβολές αυτές σχετίζονται με τα εξής:

- Τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το σκιαγραφικό. Αν είναι δηλαδή ιονικό η μη ιονικό.
- Την ωσμωτικότητα του σκιαγραφικού.
- Την συγκέντρωση του ιωδίου. Όσο υψηλότερη η συγκέντρωση τόσο μεγαλύτερος και ο κίνδυνος για αντιδράσεις.
- Την ταχύτητα έγχυσης του σκιαγραφικού. Η αύξηση της ταχύτητας έγχυσης μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο κίνδυνο αντιδράσεων.
- Την γλοιότητα του σκιαγραφικού. Ο όρος γλοιότητα περιγράφει την αντίσταση στην ροή ενός σκιαγραφικού. Όσο μικρότερη γλοιότητα έχει ένα σκιαγραφικό τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος για αντιδράσεις. Μείωση της γλοιότητας και συνεπώς του κινδύνου επιτυγχάνεται με την θέρμανση της σκιαγραφικής ουσίας έως του βαθμού της θερμοκρασίας του σώματος ήτοι 36°C.
- Τον συνολικό όγκο του σκιαγραφικού. Αύξηση του όγκου δηλαδή της ποσότητας του σκιαγραφικού σημαίνει αύξηση του κινδύνου για αντιδράσεις.

Αποβολή των σκιαγραφικών: Τα ενδοφλεβίως χορηγούμενα σκιαγραφικά αποβάλλονται από το ουροποιητικό σύστημα. Μελέτες έχουν δείξει ότι μέσα σε 24 ώρες αποβάλλεται το 100% του σκιαγραφικού από έναν οργανισμό με φυσιολογική νεφρική λειτουργία.

Αντενδείξεις: Οι αντενδείξεις για τη χρήση των ιωδιούχων σκιαγραφικών είναι σχετικά λίγες. Διακρίνονται σε απόλυτες αντενδείξεις και σχετικές, όπου υπό ορισμένες προϋποθέσεις και προφυλάξεις δύναται να χρησιμοποιηθεί το ιωδιούχο σκιαγραφικό.

Στις απόλυτες αντενδείξεις περιλαμβάνεται η κύηση, η γνωστή από προηγούμενη χρήση υπερευαισθησία του ατόμου, η θυρεοτοξίκωση, η συνδυασμένη βαριά ηπατονεφρική ανεπάρκεια, το μυέλωμα με νεφρική συμμετοχή και η πρόσφατη μεταμόσχευση νεφρού. Σε ασθενείς με νεφρική ανεπάρκεια μπορούμε να χορηγήσουμε ιωδιούχα σκιαγραφικά με κριτήριο την λήψη σημαντικής διαγνωστικής

πληροφορίας, η οποία δεν είναι δυνατόν να αποκτηθεί με άλλο τρόπο. Στις περιπτώσεις αυτές προγραμματίζεται αιμοκάθαρση τις επόμενες 24 ώρες κατά την οποία απομακρύνεται το μεγαλύτερο μέρος (περίπου το 70-75%) της σκιαγραφικής ουσίας. Σχετικές αντενδείξεις αντιπροσωπεύουν η βαριά εγκεφαλική ή στεφανιαία ανεπάρκεια, ο υπερθυρεοειδισμός και η αλλεργική διάθεση. Για την διαπίστωση της τελευταίας έχουν χρησιμοποιηθεί ορισμένες δοκιμασίες που όλες βασίζονται στη χορήγηση μικρής ποσότητας σκιαγραφικού ενδοδερμικώς ή ενδοφλεβίως.

Οι δοκιμασίες αυτές δεν είναι πάντοτε ασφαλείς στην ανίχνευση της αλλεργικής διάθεσης, ενώ παράλληλα η εφαρμογή τους δεν αποκλείει τον κίνδυνο πρόκλησης σοβαρών επιπλοκών. Από πολλούς χρησιμοποιείται η προφυλακτική χορήγηση κορτιζόνης. Σε μελέτη μεγάλου αριθμού ασθενών στις ΗΠΑ διαπιστώθηκε ότι η προφυλακτική χορήγηση κορτιζόνης πριν από τη χορήγηση ιονιζόμενων σκιαγραφικών ουσιών περιόρισε τις κάθε είδους ανεπιθύμητες αντιδράσεις από 9% στο 6% ενώ τις σοβαρές αντιδράσεις από 0.25% στο 0.20%. Η προφυλακτική χορήγηση ενός αντισταμινικού φαρμάκου δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζει από τις αντιδράσεις ιδιοσυγκρασίας. Αν παρουσιασθεί αντίδραση κατά την ένεση του σκιαγραφικού θα πρέπει να διακοπεί η χορήγησή του, να χορηγηθούν κορτικοειδή και να γίνει ενυδάτωση του ασθενούς. Η χορήγηση αμινοφυλλίνης είναι πολύτιμη σε βρογχόσπασμο, ενώ η χορήγηση αδρεναλίνης υποδορίως έχει ένδειξη επί οιδήματος της γλωττίδας.

Χαρακτηριστικά του ιδανικού ενδοφλέβιου σκιαγραφικού στην Αξονική

Αγγειογραφία:

1. Να είναι μη ιονικό.
2. Να είναι χαμηλής ή ίσης ωσμωτικότητας.
3. Να παρουσιάζει σχετικά υψηλή συγκέντρωση ιωδίου ώστε να αυξάνεται η σκιαγραφική αντίθεση των αγγείων στην αρτηριακή φάση, με δυνατότητα μείωσης του όγκου του αλλά και των στοιχείων έκθεσης.
4. Η δόση του να καλύπτει την διάρκεια της σάρωσης.
5. Να έχει μικρή γλοιότητα.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της Αυτόματης Υπαραχνοειδούς Αιμορραγίας (ΑΥΑ) με την Αξονική Τομογραφία – Αγγειογραφία με έμφαση στην ΑΥΑ ανευρυσματικής αιτιολογίας. Αξιολογείται η πρώιμη ανάδειξη του ανευρύσματος με την Αξονική Αγγειογραφία (ΑΞΑ), ως στοιχείο τροποποίησης και βελτίωσης της θεραπευτικής αντιμετώπισης ασθενών με ΑΥΑ με τελική επιδίωξη την καλύτερη έκβαση. Η μέθοδος συγκρίνεται με τα ευρήματα της ενδαρτηριακής Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας (ΨΑΑ) στους ίδιους ασθενείς καθώς και με τα εγχειρητικά ευρήματα στις περιπτώσεις που ακολούθησε χειρουργική επέμβαση και γίνεται αναφορά των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της μεθόδου σε σχέση με την ΨΑΑ. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν, α) οι Αξονικές Τομογραφίες και οι Αξονικές Αγγειογραφίες που ακολουθούσαν στον ίδιο χρόνο μετά τη διάγνωση της ΑΥΑ με την Αξονική Τομογραφία, β) η επεξεργασία και ανασύνθεση των εικόνων Αξονικής Αγγειογραφίας με ειδικές τεχνικές στον σταθμό επεξεργασίας εικόνας και γ) οι ενδαρτηριακές Ψηφιακές Αφαιρετικές Αγγειογραφίες.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

A. ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ

I. Τεχνική Υποδομή

α. Χρησιμοποιήθηκε ο Αξονικός Τομογράφος TOSHIBA X – Press GX (Medical Systems Co., Ltd., Tokyo, Japan), ο οποίος εγκαταστάθηκε και τέθηκε σε λειτουργία στο Νοσοκομείο μας το 2001. Πρόκειται για απλής τομής ελικοειδούς σάρωσης Αξονικό Τομογράφο (χρόνος 1 δευτ./ περιστροφή) , με προγράμματα Αξονικής Αγγειογραφίας, παρακολούθηση των εικόνων σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της σάρωσης και ταχεία ανασύνθεση των εικόνων καθώς και πρόγραμμα ασφαλούς εκκίνησης (sure start) με το οποίο επιτυγχάνεται αυτόματα η έναρξη της σάρωσης κατά την καταλληλότερη στιγμή σκιαγραφικής ενίσχυσης.



β) Για την ταχεία ελεγχόμενη ενδοφλέβια χορήγηση του σκιαγραφικού χρησιμοποιήθηκε κατάλληλος εγχυτής μονής κεφαλής.

γ) Η επεξεργασία των δεδομένων – πρωτογενών εικόνων της Αξονικής Αγγειογραφίας έγινε στον σταθμό επεξεργασίας εικόνων ALATOVIEW Silicon Graphics 02. Δισδιάστατες (MPR, MIP) και τρισδιάστατες (SSD, VRT, VE, TVR) ανασυνθέσεις σε περιστροφή 360° και στους 3 άξονες, περιελήφθησαν σε όλες τις διενεργηθείσες εξετάσεις.



δ) Όλες οι πρωτογενείς εικόνες και επιλογή εικόνων από τις δισδιάστατες και τρισδιάστατες ανασυνθέσεις εκτυπώθηκαν σε φιλμ (ασπρόμαυρη εκτύπωση Laser), ενώ ακόμη όλες οι πληροφορίες σε μορφή Dicom αποθηκεύτηκαν ηλεκτρονικά για αναδρομικές μελέτες και περίπτωση νέας επεξεργασίας.

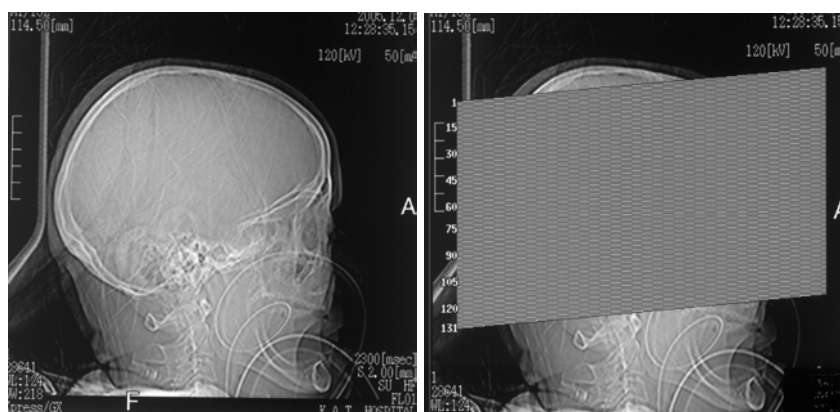
II. Εξέταση Αξονικής Τομογραφίας και Αγγειογραφίας

Σε όλες τις περιπτώσεις προηγήθηκε απλή Αξονική Τομογραφία η οποία και αξιολογήθηκε. Επί ενδείξεως ακολούθησε η Αξονική Αγγειογραφία.

Στα πλαίσια της προετοιμασία είναι ιδιαίτερα σημαντικό:

- Να επεξηγείται στον ασθενή, εφόσον είναι συνεργάσιμος, λεπτομερώς η διαδικασία της εξέτασης προκειμένου ως γνώστης να συμβάλλει στο βαθμό που του αναλογεί, στην επιτυχία της.
- Να λαμβάνεται λεπτομερές ιστορικό από τον ίδιο τον ασθενή ή το περιβάλλον του αν δεν συνεργάζεται, για τον αποκλεισμό πιθανών αντενδείξεων ενδοφλεβίου χορήγησης ιωδιούχου σκιαγραφικού.
- Η σκιαγραφική ουσία να τοποθετείται στην σύριγγα του εγχυτή λίγα λεπτά πριν την εξέταση προκειμένου να θερμανθεί από το μηχάνημα. Αυτό αποσκοπεί στην μείωση της γλοιότητας της και ταυτόχρονα στον περιορισμό περίπτωσης αντιδράσεων.

Σε περιφερική φλέβα του ασθενούς κατά προτίμηση στην προσθία επιφάνεια του αγκώνος τοποθετείτο φλεβοκαθετήρας μεγέθους 18G ο οποίος συνδέετο μέσω ενός three way και ενός συνδετικού με την σύριγγα του εγχυτή. Η εξέταση πραγματοποιείτο με τον εξεταζόμενο σε ύπτια θέση. Στο αρχικό πλάγιο τοπόγραμμα γινόταν ο ακριβής σχεδιασμός των τομών.



Η σάρωση κάλυπτε την περιοχή από τον άτλαντα έως και ύπερθεν της υπερμεσολοβίου αρτηρίας (πάχος πακέτου 12 εκ.), ώστε να συμπεριληφθούν και οι οπίσθιες κάτω παρεγκεφαλιδικές αρτηρίες – posterior inferior cerebellar arteries (PICA) στην περίπτωση της εξωκρανιακής τους έκφυσης.

Η ιομεπρόλη 400 ήταν το σκιαγραφικό που χρησιμοποιήθηκε ενδοφλεβίως. Η ιομεπρόλη είναι ένα μη ιονικό μονομερές σκιαγραφικό με χαμηλή χημειοτοξικότητα, ωσμωτικότητα, γλοιότητα και υψηλή υδατοδιαλυτότητα.

Συγκριτικά με τα άλλα μη ιονικά σκιαγραφικά παρουσιάζει χαμηλότερη οσμωτικότητα και γλοιότητα, ενώ η υδατοδιαλυτότητα είναι μεγαλύτερη της ιομεπρόλης. Οι περισσότερες ακτινολογικές εξετάσεις με την χρήση της, χαρακτηρίζονται από πολύ καλή έως εξαιρετική ποιότητα, ενώ και οι ανεπιθύμητες ενέργειες – αντιδράσεις παρά το ότι δεν διαφέρουν ουσιωδώς από των λοιπών μη ιονικών σκιαγραφικών είναι σχετικά χαμηλότερες με την χρήση της ιομεπρόλης. Η ιομεπρόλη σε υψηλή συγκέντρωση (400mg/ml) ενδείκνυται στις αγγειογραφικές μελέτες της Αξονικής Τομογραφίας (Αξονική Αγγειογραφία). Για την σκιαγράφιση των ενδοκρανιακών αρτηριών ενίοντο ενδοφλεβίως 90 ml σκιαγραφικού (ιομεπρόλη 400) με ταχύτητα ροής 3ml/sec. Η διάρκεια της έγχυσης ήταν 30 δευτερόλεπτα. Σε όλες τις περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ασφαλούς εκκίνησης (sure start) με το οποίο επιτυγχάνεται αυτόματα η έναρξη της σάρωσης κατά την καταλληλότερη στιγμή σκιαγραφικής ενίσχυσης, για την βελτιστοποίηση συγχρονισμού έγχυσης του σκιαγραφικού και εξέτασης. Με την έναρξη της έγχυσης το λογισμικό της μεθόδου υπολογίζει την πυκνότητα μέσα στην έσω καρωτίδα και η ελικοειδής σάρωση αρχίζει αυτόματα όταν η πυκνότητα είναι 100 HU όπως έχει προηγουμένως καθοριστεί. Με την τεχνική ασφαλούς εκκίνησης ήταν δυνατή η έντονη σκιαγράφιση των αρτηριών και του πιθανού ανευρύσματος στην φάση του πρώτου καρδιακού κύκλου (first pass), ανεξάρτητα από την ηλικία, καρδιακή λειτουργία κλπ του ασθενούς, ενώ συνήθως η σκιαγράφιση του φλεβικού δικτύου ήταν ασθενής. Στις περιπτώσεις άλλων αγγειακών δυσπλασιών (π.χ. αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες) που δεν ήταν ικανοποιητική η απεικόνιση των φλεβών έγινε επαναληπτική σάρωση για την λεπτομερή ανάδειξη και του φλεβικού δικτύου. Ακόμη επαναληπτική εξέταση έγινε και στις περιπτώσεις που ο ασθενής μετακινήθηκε στην διάρκεια της πρώτης σάρωσης οπότε ήταν αναμενόμενη η σκιαγράφιση και των φλεβών. Η μετακίνηση της τράπεζας ήταν 3χιλ. και το πάχος τομής 2χιλ. (pitch 1.5), ενώ το πάχος τομής ανασύνθεσης ήταν 1 χιλ. (δείκτης ανασύνθεσης 0.5). και η διάρκεια της σάρωσης 40 δευτερόλεπτα. Το πεδίο παρατήρησης (Field of View [FOV]) ήταν 25 εκ. Τα στοιχεία έκθεσης ήταν 120 kv και 200 mAs.

Σε καμία περίπτωση δεν υπήρχε απόλυτη αντένδειξη χορήγησης του ιωδιούχου σκιαγραφικού. Σε λίγες περιπτώσεις ήπιας έκπτωσης της νεφρικής λειτουργίας, υπήρξε συνεννόηση με τον θεράποντα και δόθηκαν οι κατάλληλες οδηγίες. Και στις

περιπτώσεις αυτές δεν υπήρξε ουσιαστική επιβάρυνση της νεφρικής λειτουργίας. Καμία αλλεργική αντίδραση δεν παρουσιάστηκε μετά την χορήγηση του σκιαγραφικού.

Μετά την μεταφορά των εικόνων στον σταθμό επεξεργασίας εικόνων ακολουθούσε αρχικά λεπτομερής μελέτη των πρωτογενών τομών και στην συνέχεια δισδιάστατη (Multi Planar Reformation [MPR] και Maximum Intensity Projection [MIP]) ανασύνθεση των εικόνων. Οι MPR ανασυνθέσεις γίνονταν σε στεφανιαίο και οβελιαίο επίπεδο, αλλά σε μερικές περιπτώσεις έγιναν και εγκάρσιες ανασυνθέσεις με < 1 χιλ. πάχος τομής ή λοξές ανασυνθέσεις στο καταλληλότερο επίπεδο καθώς και καμπύλες ανασυνθέσεις (curve MPR) με σχεδιασμό της καμπύλης από τον εξεταστή, για την καλύτερη ανάδειξη των ευρημάτων. Ακολουθούσε αποθήκευση όλων των παραχθειςών πληροφοριών.

Έχοντας ήδη τις πρώτες διαγνωστικές πληροφορίες ακολουθούσαν οι ανασυνθέσεις MIP. Αρχικά γινόταν ελεγχόμενος περιορισμός (Clipping) του πεδίου επεξεργασίας και στα 3 επίπεδα ώστε να μειωθεί η επιπροβολή των οστών που παρουσιάζουν επίσης μεγίστης έντασης προβολή. Ακολουθούσε επιλεκτική απάλειψη των επιπροβαλλόμενων οστικών δομών (Cutting), ώστε να απεικονίζονται ανεμπόδιστα οι αγγειακές δομές. Η επιλεκτική απάλειψη των οστών απαιτεί πολύ μεγάλη προσοχή για να μην αφαιρεθούν γειτονικές αγγειακές δομές που θα οδηγήσουν σε λανθασμένη διάγνωση. Στη συνέχεια γινόταν επιλεκτική απεικόνιση της προσθίας και της οπισθίας κυκλοφορίας και στην περίπτωση ανάδειξης ανευρύσματος, ακολουθούσε και επιλεκτικός περιορισμός στην περιοχή του ανευρύσματος, ώστε να αναδεικνύεται το εύρημα και τα συσχετιζόμενα αγγεία χωρίς την επιπροβολή άλλων αγγειακών δομών. Σε όλες τις φάσεις της επεξεργασίας γινόταν περιστροφή 360° στους 3 άξονες με ταυτόχρονη μελέτη των ανασυνθέσεων και ακολουθούσε αποθήκευση των εικόνων. Κατά την εστίαση στο ανεύρυσμα γινόταν περιστροφή και σε λοξό άξονα (εκτός των x,y,z) για την λεπτομερέστερη απεικόνιση του.

Ακολουθούσαν οι τρισδιάστατες ανασυνθέσεις (Surface Shaded Display [SSD]) και (Volume Rendering Technique [VRT]), με ανάλογα βήματα ενώ σε όλες τις φάσεις ήταν δυνατή η αλλαγή του είδους της επεξεργασίας (π.χ. από MIP σε VRT και το αντίστροφο). Η επιλογή των ορίων (threshold) στην τεχνική SSD και κυρίως στην VRT ήταν η καταλληλότερη για την ανάδειξη των αγγείων και της παθολογίας τους.

Με την τεχνική VRT υπήρχε η δυνατότητα δημιουργίας έγχρωμων εικόνων με κατάλληλο χρωματισμό των περιοχών που εμφάνιζαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Με τις τεχνικές SSD και VRT, το πρόβλημα της επιπροβολής των αγγείων ήταν σαφώς μικρότερο λόγω της τρισδιάστατης απεικόνισης, ενώ αντίθετα ήταν δυνατή η ακριβής συσχέτιση των αγγείων με τις παρακείμενες οστικές δομές. Μετά την περιστροφή 360° των τρισδιάστατων ανασυνθέσεων και στους 3 άξονες και ταυτόχρονη παρατήρηση, ακολουθούσε αποθήκευση των εικόνων. Στις περιπτώσεις εγκεφαλικών ανευρυσμάτων ακολουθούσε έγχρωμη εικονική ενδοσκόπηση (Virtual Endoscopy [VE]) με πλοήγηση σε πραγματικό χρόνο μέσα στον αυλό των γειτονικών συμμετεχόντων αγγείων και στον αυλό του ανευρύσματος (fly through). Ακόμη με βάση την τεχνική της εικονικής ενδοσκόπησης δημιουργήθηκαν τρισδιάστατες εικόνες του εκμαγείου των αγγείων (fly around). Επίσης χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της διαφανούς Φωτοσκίασης Όγκου (Transparent Volume Rendering [TVR]), μία μορφή εικονικής ενδοσκόπησης με την οποία το τοίχωμα του αγγείου αποκτά διαφάνεια και μέσα από αυτό προσδιορίζεται η σχέση του με τον αυχένα ενός ανευρύσματος και τις άλλες ανατομικές δομές όπως τα παρακείμενα αγγεία και οστά . Μετά το πέρας της όλης επεξεργασίας έγινε φωτογράφιση με κατάλληλη μεγέθυνση όλων των πρωτογενών τομών της Αξονικής Αγγειογραφίας και επιλογών των δισδιάστατων και τρισδιάστατων ανασυνθέσεων. Ειδικότερα εκτός των αρχικών τομών και του MPR, επελέγησαν και αποτυπώθηκαν σε φιλμ οι βασικές MIP και VRT ανασυνθέσεις με περιστροφή 360° μοιρών σε 3 άξονες και ορισμένες από τις επιλεκτικές ανασυνθέσεις MIP, SSD και VRT που έδειξαν με ακρίβεια τα ευρήματα. Ακόμη σε φιλμ αποτυπώθηκαν οι καταλληλότερες εικόνες από τις τεχνικές της εικονικής ενδοσκόπησης (VE [fly through-fly around] και TVR).

Οι συνολικές πληροφορίες (πρωτογενείς τομές και ανασυνθέσεις) αξιολογήθηκαν αφενός στην φάση της επεξεργασίας και αφετέρου στα φιλμ, δύο φορές και από τον ίδιο εξεταστή.

Έγιναν μετρήσεις: α) της διαμέτρου της υποκείμενης αρτηρίας για την ανάδειξη συγγενών ανωμαλιών, υποπλαστικής αρτηρίας ή αγγειόσπασμου. β) των 2 κύριων διαμέτρων του αυχένα του ανευρύσματος και του εμβადού του. γ) των 3 κύριων διαμέτρων του ανευρυσματικού σάκου με σκοπό τον υπολογισμό του όγκου του ανευρύσματος. Στα περισσότερα ανευρύσματα ήταν δυνατόν να

μετρηθούν οι προαναφερόμενες διαστάσεις. Περιορισμοί υπήρχαν κυρίως στις περιπτώσεις των ανευρυσμάτων που γειτνιάζαν με οστά όπως π.χ. σε ανευρύσματα της ενδοσηραγγώδους μοίρας της έσω κρωτίδας. δ) αξιολογήθηκε ο λόγος της μεγαλύτερης διαμέτρου του ανευρυσματικού θόλου ως προς την μεγαλύτερη διάμετρο του αυχένα, για το ενδεχόμενο επιλογής της καταλληλότερης θεραπευτικής αντιμετώπισης ε) έγιναν διάφορες μετρήσεις αποστάσεων από το ανεύρυσμα, γωνιών και πυκνοτήτων του ανευρύσματος και προσθήκη κειμένου που προσδιόριζε την ανατομία και παθολογία της περιοχής.

Η διάρκεια της εξέτασης (Αξονικής Τομογραφίας και Αγγειογραφίας) δεν υπερέβαινε τα 5 λεπτά, ενώ ο χρόνος σάρωσης της Αγγειογραφίας ήταν 40 δευτερόλεπτα. Ο μέσος συνολικός χρόνος εξέτασης, επεξεργασίας και τελικής αξιολόγησης ήταν περίπου 40 λεπτά.

B. ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ

I. Τεχνική Υποδομή

Σε όλους τους ασθενείς ακολούθησε ενδαρτηριακή Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ΨΑΑ) 4 αγγείων. Χρησιμοποιήθηκε ο Ψηφιακός Αγγειογράφος PHILIPS με συνδυασμό 2 C-arm (Integris Allura Biplane system). Με τα συστήματα 2 λυχνιών, καθώς η μία λυχνία είναι κινούμενη, είναι δυνατή η ταυτόχρονη προσθοπίστια και πλαγία απεικόνιση της υπό εξέταση περιοχής. Συνεπώς επιτρέπουν με μία μόνο έγχυση ιωδιούχου σκιαγραφικού να καταγράφονται συγχρόνως και οι δύο προβολές, περιορίζοντας έτσι την ποσότητα του χρησιμοποιούμενου σκιαγραφικού.

Τα συστήματα αυτά έχουν σημαντικές εφαρμογές στην Νευροακτινολογία, καθώς είναι εφικτή η ταχύτατη εναλλαγή του επιπέδου της ακτινοσκόπησης, η οποία διευκολύνει πολύ τους χειρισμούς κατά τη διάρκεια μιάς διαγνωστικής αγγειογραφίας αλλά και κατά την ενδοαγγειακή αντιμετώπιση των ανευρυσμάτων και άλλων αγγειακών δυσπλασιών του εγκεφάλου. Οι λυχνίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί ή και ανεξάρτητα. Η μία λυχνία ευρίσκεται στο έδαφος και η δεύτερη μετακινείται στηριζόμενη στην οροφή.



II. Εξέταση Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας

Μετά από καθετηριασμό της μηριαίας αρτηρίας με την μέθοδο Seldinger και προώθηση κατάλληλων καθετήρων γινόταν αρχικά σκιαγράφιση των εκφύσεων των αρτηριών από το αορτικό τόξο και στην συνέχεια εκλεκτικός καθετηριασμός και σκιαγράφιση των 2 έως καρωτίδων και των σπονδυλικών αρτηριών. Σε υπόνοια συμμετοχής και των έξω καρωτίδων (π.χ. μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία) γινόταν εκλεκτικός καθετηριασμός και των έξω καρωτίδων.

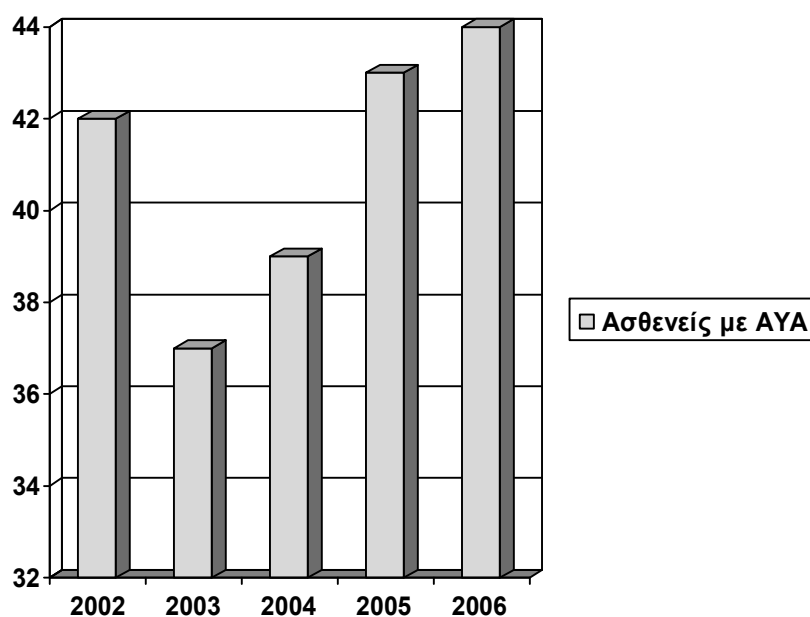
Εκτός των δύο βασικών προβολών (προσθιοπισθίας και πλαγίας), γίνονταν και λοξές προβολές, ενώ όπου χρειάστηκε έγινε και έγχυση με διασταυρούμενη συμπίεση (cross-compression) για την εκτίμηση της παράπλευρης κυκλοφορίας, μέσω του αναστομωτικού δικτύου. Σε κάθε εκλεκτικό καθετηριασμό χορηγούνται 10 ml ιοεξόλης 300 με την χρήση ενός αυτόματου εγχυτή και ταχύτητα ροής 5 ml/sec. Τα στοιχεία έκθεσης ήταν 80 kV, 400 mA και matrix 1024x1024. Μετά την εξέταση ακολουθούσε ειδική αφαιρετική επεξεργασία και γινόταν η τελική επιλογή των εικόνων για φωτογράφιση, ενώ όλες οι εικόνες αποθηκεύτηκαν ηλεκτρονικά.

Όλες οι Ψηφιακές Αφαιρετικές Αγγειογραφίες διενεργήθηκαν και αξιολογήθηκαν από την ίδια ομάδα, η οποία δεν γνώριζε τα ευρήματα της Αξονικής Αγγειογραφίας.

Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ της Αξονικής Αγγειογραφίας και της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας δεν υπερέβαινε σε καμία περίπτωση τις δύο εβδομάδες.

ΥΛΙΚΟ ΑΣΘΕΝΩΝ

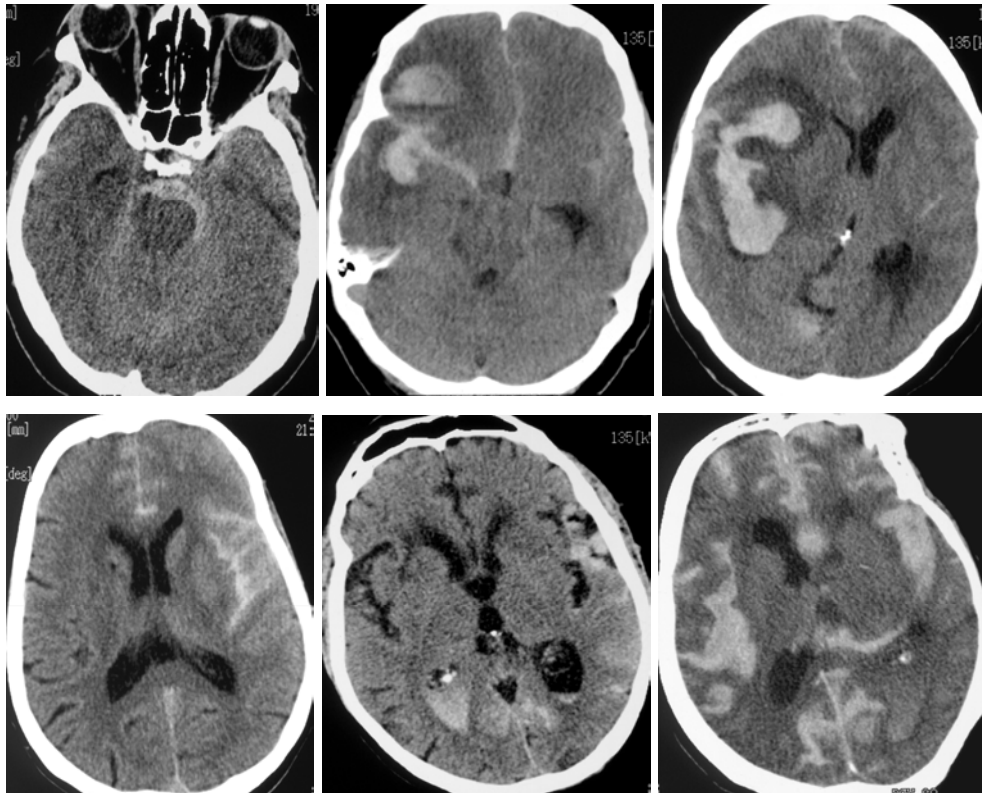
Κατά την διάρκεια των 5 τελευταίων χρόνων (2002 -2006) στο Νοσοκομείο μας (Ακτινολογικό Εργαστήριο Γ.Ν.Α. « ΚΑΤ» Τμήμα Αξονικής Τομογραφίας), εξετάστηκαν 205 ασθενείς με Αυτόματη Υπαραχνοειδή Αιμορραγία (ΑΥΑ). Οι 108 ήταν γυναίκες και οι 97 άντρες με ηλικίες από 19 μέχρι 86 ετών (μέσος όρος ηλικίας τα 59 χρόνια). Από την μελέτη αποκλείστηκαν οι περιπτώσεις προφανούς μετατραυματικής υπαραχνοειδούς αιμορραγίας ή άλλης αιτιολογίας υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Η κατανομή των εξετάσεων ανά έτος παρουσιάζεται στον σχετικό πίνακα (42 ασθενείς το 2002, 37 το 2003, 39, το 2004, 43 το 2005 και 44 το 2006).



Η κλινική εικόνα των ασθενών εμφάνιζε διαβάθμιση ως προς την βαρύτητα σε όλες όμως τις περιπτώσεις ετίθετο η κλινική υποψία της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Υπήρχαν περιπτώσεις με μόνο κλινικό σύμπτωμα την αιφνίδια έντονη κεφαλαλγία, και άλλες σοβαρότερες στις οποίες συνυπήρχαν εμετός, αυχενική δυσκαμψία, σύγχυση, επιληπτικές κρίσεις, πάρεση εγκεφαλικών συζυγιών, εστιακή νευρολογική σημειολογία ενώ ορισμένοι ασθενείς προσήλθαν σε κωματώδη κατάσταση.

Η κλινική διαβάθμιση των ασθενών έγινε με βάση την Κλίμακα της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Νευροχειρουργικών Εταιριών (World Federation of Neurosurgical Societies [W.F.N.S.]), (Πίνακας 5) που χρησιμοποιείται στο Νοσοκομείο μας.

Με βάση την κλίμακα αυτή, κατά την ημέρα της εισαγωγής, 7 ασθενείς ταξινομήθηκαν στο στάδιο I, 60 ασθενείς στο στάδιο II, 23 ασθενείς στο στάδιο III, 70 ασθενείς στο στάδιο IVa, 25 ασθενείς στο στάδιο IVb και 20 ασθενείς στο στάδιο V. Σε όλες τις περιπτώσεις η διαγνωστική προσέγγιση άρχισε με την διενέργεια ελικοειδούς Αξονικής Τομογραφίας εγκεφάλου, χωρίς την ενδοφλέβια χορήγηση σκιαγραφικού. Από τους 205 ασθενείς σε 202 η Αξονική Τομογραφία εγκεφάλου έδειξε υπαραχνοειδή αιμορραγία ποικίλης έκτασης και κατανομής και σε μερικές περιπτώσεις συνύπαρξη και ενδοεγκεφαλικού αιματώματος. Η χαρακτηριστική απεικόνιση της αιμορραγίας στην Αξονική Τομογραφία αφορούσε την παρουσία υπέρπυκνων στοιχείων (αίμα που εξαγγειώθηκε) στον υπαραχνοειδή χώρο, συνήθως στις δεξαμενές της βάσης, στη σχισμή του Sylvius και στο κοιλιακό σύστημα.



Απλή ΑΤ: Περιπτώσεις υπαραχνοειδούς, ενδοκοιλιακής, ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας.

Σε 3 περιπτώσεις τα ευρήματα ήταν αμφίβολα και ακολούθησε λήψη εγκεφαλονωτιαίου υγρού (ENY) με οσφουνοωτιαία παρακέντηση που επιβεβαίωσε την παρουσία υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Η λήψη του ENY έγινε 12 ώρες μετά την

εμφάνιση του επεισοδίου και ακολούθησε φυγοκέντρηση, καθώς και εξέταση του δείγματος με την χρήση φασματοφωτομετρίας.

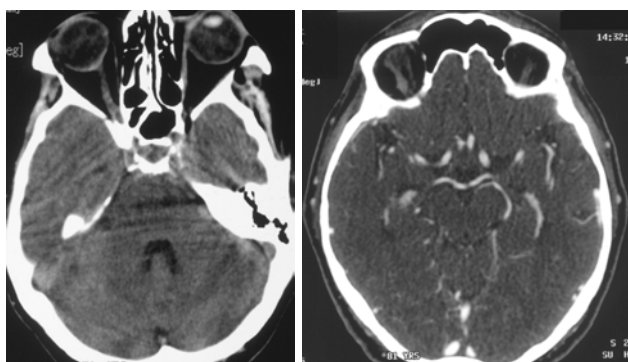
<i>Διάγνωση της ΑΥΑ</i>	<i>Αξονική Τομογραφία</i>	<i>Οσφρονωτιαία παρακέντηση</i>
205	202	3

Σε 5 ασθενείς η Αξονική Τομογραφία ήταν η μόνη προεγχειρητική διαγνωστική μέθοδος αφού λόγω παρουσίας συνοδού εκτεταμένης ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας οδηγήθηκαν επειγόντως στο χειρουργείο για αντιμετώπιση. Σε άλλες 2 περιπτώσεις οι ασθενείς κατέληξαν πριν να διενεργηθεί η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία και πριν προλάβουν να αντιμετωπιστούν. Στους υπόλοιπους 198 ασθενείς ακολούθησε Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία έως και δύο εβδομάδες μετά από την εμφάνιση του επεισοδίου και την εξέταση της Αξονικής Αγγειογραφίας. Δεν υπήρξαν επιπλοκές ή παρενέργειες από την εφαρμογή της Αξονικής Αγγειογραφίας, ενώ κατά την εκτέλεση της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας παρουσιάστηκαν 2 περιπτώσεις παροδικών αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων και 12 ασθενείς εμφάνισαν αιμάτωμα στο σημείο της παρακέντησης, χωρίς όμως έκδηλα κλινικά σημεία ή ανάγκη χειρουργικής αντιμετώπισης (συνολικό ποσοστό μέτριας βαρύτητας επιπλοκών 7%).

ΑΞΑ	ΨΑΑ	
198	198	<i>198 ασθενείς υποβλήθηκαν και στις 2 εξετάσεις</i>
5	-	<i>5 ασθενείς χειρουργήθηκαν επειγόντως μετά την ΑΞΑ</i>
2	-	<i>2 ασθενείς κατέληξαν μετά την ΑΞΑ</i>
205	198	<i>205</i>

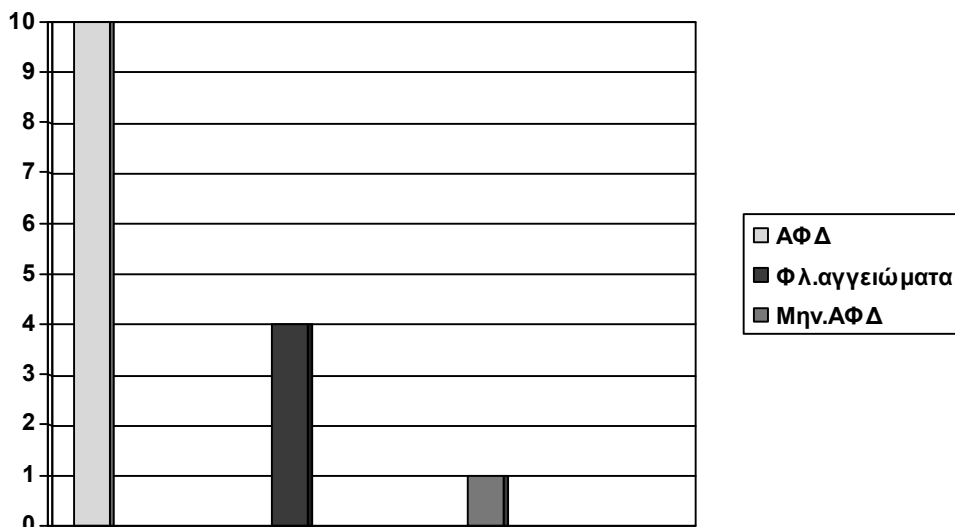
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε 35 ασθενείς τόσο η Αξονική Αγγειογραφία (ΑΞΑ) όσο και η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ΨΑΑ) δεν ανέδειξαν παθολογικά ευρήματα (όπως ανεύρυσμα ή άλλη υποκείμενη αγγειακή δυσπλασία). Στις περιπτώσεις αυτές η υπαραχνοειδής αιμορραγία εντοπιζότο κυρίως πέριξ του μεσεγκεφάλου και της γέφυρας (περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία) και οι ασθενείς παρουσίαζαν καλή γενική κατάσταση με εξαίρεση την κεφαλαλγία. Δεδομένης της κατανομής της αιμορραγίας, των αρνητικών αγγειογραφιών και της ομαλής πορείας της νόσου, οι περιπτώσεις αυτές αποδόθηκαν σε μη ανευρυσματική περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία και δεν κρίθηκε σκόπιμη η περαιτέρω διερεύνηση με επανάληψη της Αξονικής ή της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας. Οι ασθενείς αυτοί μετά βραχύχρονη νοσηλεία επέστρεψαν στις καθημερινές τους δραστηριότητες.



Περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία, Αξονική Αγγειογραφία αρνητική.

Σε 15 ασθενείς αιτία της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας ήταν η αιμορραγία αγγειακών δυσπλασιών. Ειδικότερα αναδείχτηκαν 10 αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες (4.9%), 4 φλεβώδη αγγείωματα (2%), στα 2 δε από αυτά συνυπήρχαν σηραγγώδη αιμαγγείωματα και 1 μικρή μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία (0.4%). Πρέπει να σημειωθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις αιμορραγίας σε έδαφος αγγειακών δυσπλασιών συνυπήρχε μαζί με την υπαραχνοειδή αιμορραγία και ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα, ενώ η κατανομή της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας ήταν πιο περιφερική σε σχέση με την αιμορραγία λόγω ανευρυσμάτων.



Αγγειακές δυσπλασίες που προκάλεσαν Αυτόματη Υπαραχνοειδή Αιμορραγία (εκτός των ανευρυσμάτων).

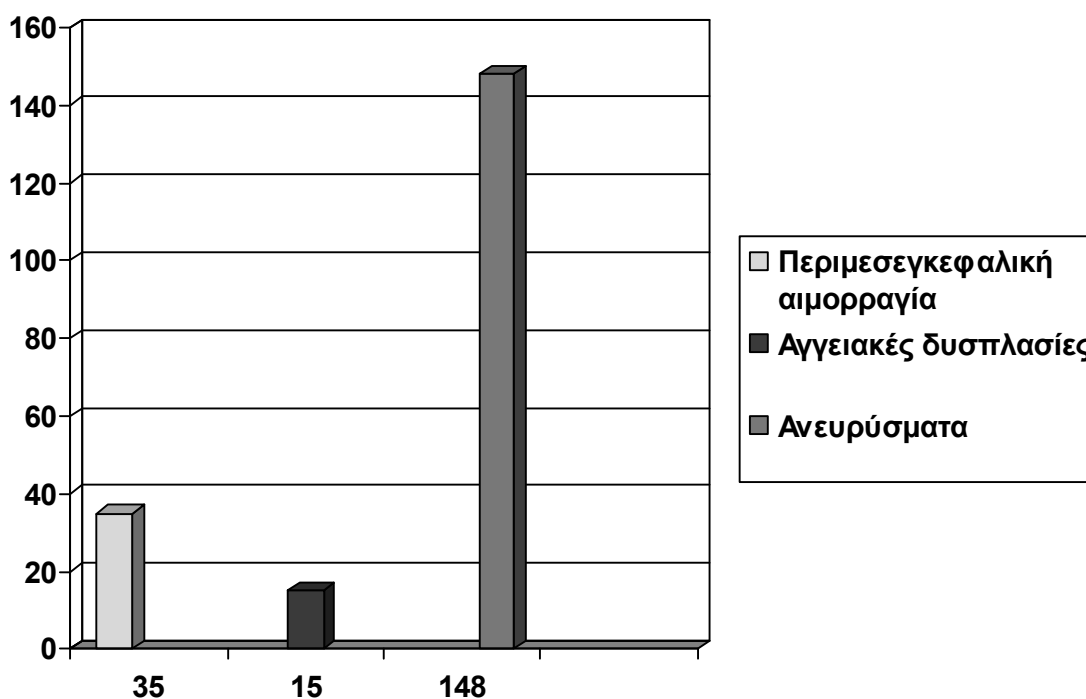
Η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία είχε καλύτερη διακριτική ικανότητα στην ανάδειξη των αγγείων στις αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες (τροφοφόρες αρτηρίες, φωλεά της δυσπλασίας, απαγωγό φλεβικό δίκτυο). Στα φλεβώδη αγγειώματα η απεικόνιση της ΨΑΑ ήταν ανάλογη της ΑΞΑ, η ΨΑΑ όμως δεν ανέδειξε τα υποκείμενα σηραγγώδη αιμαγγειώματα στις 2 περιπτώσεις που συνυπήρχαν. Τέλος η ΨΑΑ δεν διέγνωσε την μικρή μηνιγγική αγγειοδυσπλασία. Αντίθετα η Αξονική Αγγειογραφία απεικόνισε όλες τις αγγειακές δυσπλασίες έστω και με μικρότερη διακριτική ικανότητα καθώς και την συνύπαρξη των σηραγγωδών αιμαγγειωμάτων.

	ΨΑΑ	ΑΞΑ
<i>Αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες</i>	10	10
<i>Φλεβώδη αγγειώματα</i>	4	4
<i>Σηραγγώδη αγγειώματα</i>	-	2
<i>Μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία</i>	-	1

Όπως προαναφέρθηκε σε 5 περιπτώσεις η Αξονική Αγγειογραφία ήταν η μόνη προεγχειρητική διαγνωστική μέθοδος αφού λόγω της συνοδού εκτεταμένης ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας οι ασθενείς οδηγήθηκαν αμέσως στο χειρουργείο. Στις περιπτώσεις αυτές διαγνώστηκαν 5 ανευρύσματα τα οποία επιβεβαιώθηκαν και διεγχειρητικά και αντιμετωπίστηκαν. Ακόμη 2 ασθενείς με πολύ βεβαρυμένη κλινική εικόνα, στους οποίους η Αξονική Αγγειογραφία διέγνωσε 2 ανευρύσματα, κατέληξαν πριν την εκτέλεση της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας και πριν προλάβουν να αντιμετωπιστούν.

Συνεπώς οι 7 αυτές περιπτώσεις δεν περιελήφθησαν στην συγκριτική μελέτη.

Η σύγκριση της Αξονικής Αγγειογραφίας και της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας γίνεται στους 198 ασθενείς που υπεβλήθησαν και στις δύο εξετάσεις. Εξ αυτών οι 35 (17.67%) είχαν φυσιολογικές αγγειογραφίες (ΑΞΑ και ΨΑΑ), στα πλαίσια μη ανευρυσματικής περιμεσεγκεφαλικής υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, οι 15 (7.57%) εμφάνισαν διάφορες αγγειακές δυσπλασίες ως αίτιο της ΑΥΑ και στους υπόλοιπους 148 (74.74%) ασθενείς το αίτιο της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας ήταν η ρήξη ανευρύσματος.



Στο σύνολο των 198 ασθενών με ΑΥΑ που αξιολογήθηκαν με ΑΞΑ και ΨΑΑ, οι 35 είχαν αρνητική αγγειογραφία, στους 15 αναδείχτηκαν αγγειοδυσπλασίες και στους 148 ανευρύσματα.

Στους υπόλοιπους 148 ασθενείς απεικονίστηκαν συνολικά 179 ανευρύσματα. Η Αξονική Αγγειογραφία ανέδειξε 176 από τα 179 ανευρύσματα (3 ψευδώς αρνητικές περιπτώσεις), (ευαισθησία 98.32%), ενώ η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία ανέδειξε 178 από τα 179 (ευαισθησία 99.44%). Με την ΑΞΑ αναδείχτηκαν τα 175 από τα 178 ανευρύσματα από αυτά που απεικονίστηκαν με την ΨΑΑ, ενώ η Αξονική Αγγειογραφία ανέδειξε επιπλέον ένα μικρό ανεύρυσμα του διχασμού της μέσης εγκεφαλικής που δεν διαγνώστηκε αρχικά με την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (1 ψευδώς αρνητική περίπτωση), αλλά επιβεβαιώθηκε με επανάληψη της ΨΑΑ, καθώς και χειρουργικά. Τα ανευρύσματα είχαν μέγεθος από 2 χιλ. έως 4 εκ. Η Αξονική Αγγειογραφία δεν ανέδειξε 3 μικρά ανευρύσματα, μεγέθους 2 – 3 χιλ., α) ένα της πρόσθιας αναστομοωτικής, β) ένα της οφθαλμικής και γ) ένα της οπίσθιας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας αντίστοιχα. Και στις 3 περιπτώσεις ακολούθησε επανεπεξεργασία και νέα μελέτη της Αξονικής Αγγειογραφίας οπότε απεικονίστηκαν και επιβεβαιώθηκαν τα ανευρύσματα. Δεν υπήρξε καμία ψευδώς θετική περίπτωση τόσο για την Αξονική όσο και για την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ειδικότητα 100% και για τις δύο μεθόδους).

	<i>Ανευρύσματα</i>	<i>Ψευδώς αρνητικά</i>	<i>Ψευδώς θετικά</i>	<i>Σύνολο</i>
<i>Αξονική Αγγειογραφία</i>	176	3	-	179
<i>Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία</i>	178	1	-	179

Συγκριτική αξιολόγηση των αναδειχθέντων ανευρυσμάτων με την Αξονική Αγγειογραφία και την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία.

Τα περισσότερα ανευρύσματα (57) εντοπίζονταν στην πρόσθια αναστομοωτική, 48 στην μέση εγκεφαλική, 34 στην έσω καρωτίδα εκ των οποίων 15 στην ενδοσηραγγώδη μοίρα και 19 στην εγκεφαλική της μοίρα, 22 στην έκφυση της οπίσθιας αναστομοωτικής, 3 στην οφθαλμική, ενώ 15 ανευρύσματα εντοπίζονταν στο

σπονδυλοβασικό σύστημα (6 ανευρύσματα στην οπισθία κάτω παρεγκεφαλιδική, 5 στην κορυφή της βασικής, 2 στην συμβολή της οπισθίας αναστομωτικής με την οπισθία εγκεφαλική , 1 στην έκφυση της άνω παρεγκεφαλιδικής και 1 στην έκφυση της προσθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας).

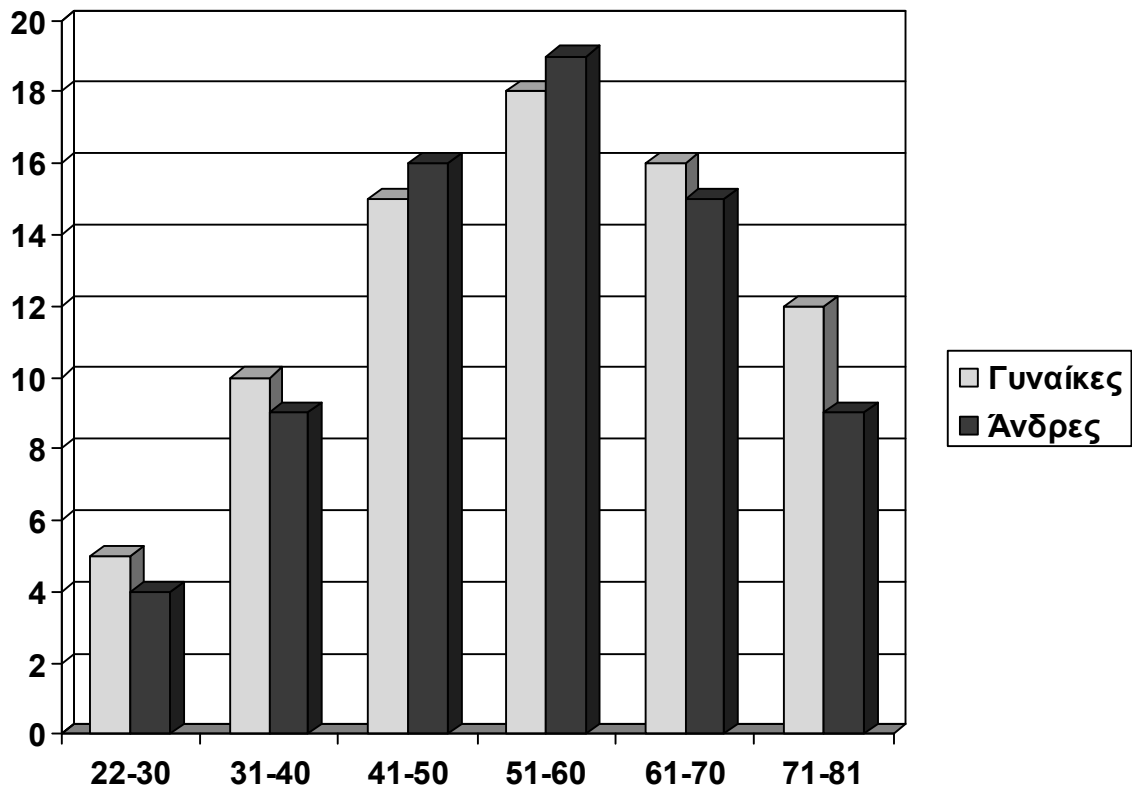
<i>ANEYRYΣΜΑΤΑ</i>	
<i>Προσθίας αναστομωτικής</i>	57
<i>Μέσης εγκεφαλικής</i>	48
<i>Έσω καρωτίδος(σηραγγώδους μοίρας)</i>	15
<i>Έσω καρωτίδος (εγκεφαλικής μοίρας)</i>	19
<i>Οπισθίας αναστομωτικής</i>	22
<i>Οφθαλμικής</i>	3
<i>Οπισθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής</i>	6
<i>Βασικής</i>	5
<i>Οπισθίας εγκεφαλικής</i>	2
<i>Άνω παρεγκεφαλιδικής</i>	1
<i>Προσθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής</i>	1
	179

Εντόπιση των ανευρυσμάτων που μελετήθηκαν και με τις δύο μεθόδους .

Από τους 148 ασθενείς οι 76 ήταν γυναίκες (♀) και οι 72 άντρες (♂) με ηλικιακό φάσμα από 22 μέχρι 81 ετών (μέσος όρος ηλικίας τα 58 χρόνια).

♀	♂	
76	72	148

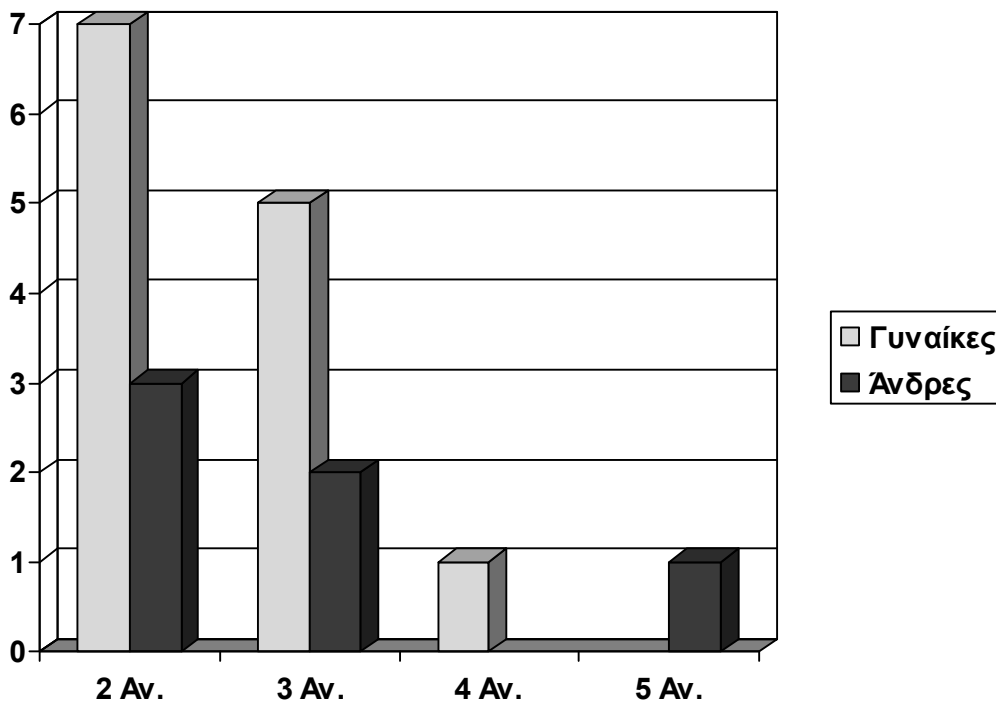
Αριθμός ασθενών με ανευρύσματα ανά φύλο.



Αριθμός ασθενών ανά ηλικία (από 22 έως 81 ετών).

Από τα ανευρύσματα που μελετήθηκαν μόνο με την Αξονική Αγγειογραφία 4 εντοπίζονταν στην προσθία αναστομωτική αρτηρία, 2 στον διχασμό της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας και 1 στην εγκεφαλική μοίρα της έσω καρωτίδος (όπως προαναφέρθηκε επί συνόλου 7 ασθενών, στις 5 περιπτώσεις ακολούθησε άμεση χειρουργική αντιμετώπιση λόγω της συνοδού εκτεταμένης ενδοπαρεγχυματικής αιμορραγίας, ενώ 2 ασθενείς κατέληξαν πριν προλάβουν να αντιμετωπιστούν και πριν από την εκτέλεση της ΨΑΑ).

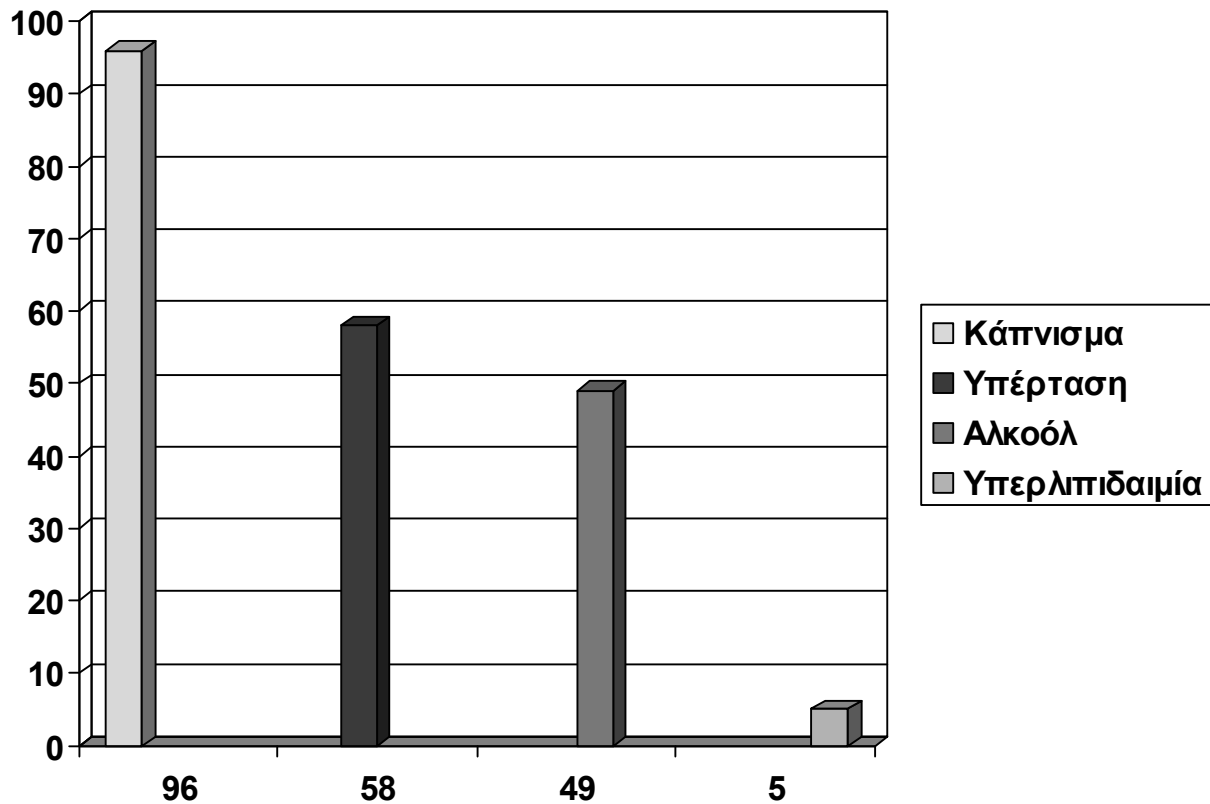
Υπήρχαν 19 περιπτώσεις ασθενών με πολλαπλά ανευρύσματα. Σε 10 ασθενείς βρέθηκαν 2 ανευρύσματα, σε 7 ασθενείς 3 ανευρύσματα, σε 1 ασθενή 4 και σε 1 βρέθηκαν 5 ανευρύσματα.



Συχνότητα πολλαπλών ανευρυσμάτων, κατανομή ανά φύλο.

Από τους 148 ασθενείς οι 96 ήταν καπνιστές (64.86%), οι 58 είχαν αυξημένη αρτηριακή πίεση (39.18%), οι 49 ανέφεραν συστηματική χρήση αλκοόλ (33.10%) και 5 παρουσίαζαν υπερλιπιδαιμία (3.37%). Τα ποσοστά αυτά συμφωνούν με τις γενικές παρατηρήσεις που επισημαίνουν ότι το κάπνισμα, η υπέρταση και η κατάχρηση αλκοόλ, αποτελούν τους κυριότερους επίκτητους επιβαρυντικούς παράγοντες ώστε ένας ασθενής να παρουσιάσει Αυτόματη Υπαραχνοειδή Αιμορραγία. Ο κίνδυνος αυτός είναι σαφώς μεγαλύτερος στην περίπτωση που συνυπάρχουν οι προαναφερθέντες παράγοντες. Η υπερλιπιδαιμία παρουσιάστηκε σε σχετικά χαμηλό ποσοστό παραπλήσιο του απαντώμενου στον γενικό πληθυσμό και δεν μπορεί να θεωρηθεί ως σαφής επιβαρυντικός παράγοντας πρόκλησης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας.

Από τους 148 ασθενείς μόνον ένας με πολυκυστική νόσο των νεφρών, είχε κληρονομική διαταραχή συσχετιζόμενη με υπαραχνοειδή αιμορραγία, ενώ στους υπόλοιπους δεν διαπιστώθηκαν γενετικές διαταραχές, αγγειοπάθειες ή αγγειϊτίδες που έχουν συνδεθεί με εμφάνιση ανευρυσμάτων και υπαραχνοειδή αιμορραγία.



Ασθενείς με επίκτητους επιβαρυντικούς παράγοντες που έχουν συσχετιστεί με ΑΥΑ.

Από τους 155 ασθενείς με ανευρυσματική υπαραχνοειδή αιμορραγία η Αξονική Τομογραφία ανέδειξε επιπρόσθετα ενδοεγκεφαλική αιμορραγία σε 38 ασθενείς (24.51%), ενδοκοιλιακή αιμορραγία σε 21 (13.54%) και συνοδό υποσκληρίδιο αιμάτωμα σε 7 ασθενείς (4.51%). Από τους 148 ασθενείς που μελετήθηκαν και με τις 2 μεθόδους σε 96 ασθενείς η Αξονική Αγγειογραφία ανέδειξε αγγειόσπασμο, ενώ με την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία διαπιστώθηκε αγγειόσπασμος σε 109 περιπτώσεις (ευαισθησία της ΑΞΑ στην ανάδειξη του αγγειόσπασμου 88.07%). Με την Αξονική Τομογραφία απεικονίστηκαν 85 περιπτώσεις εγκεφαλικής ισχαιμίας αλλά σε 36 ασθενείς οι ισχαιμικές αλλοιώσεις ήταν αναστρέψιμες (μόνιμες ισχαιμικές βλάβες 49).

<i>Υπαραχνοειδής αιμορραγία (ΑΥΑ)</i>	<i>ΑΥΑ και ενδοεγκεφαλική αιμορραγία</i>	<i>ΑΥΑ και ενδοκοιλιακή αιμορραγία</i>	<i>ΑΥΑ και υποσκληρίδιο αιμάτωμα</i>	
89	38	21	7	155

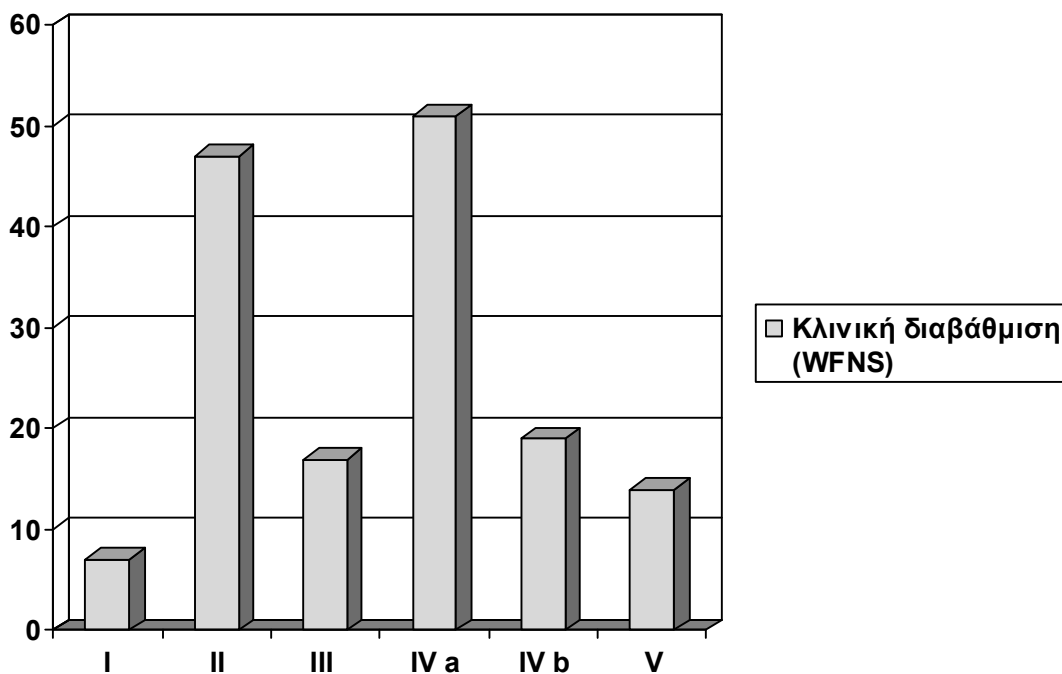
Ευρήματα ανευρυσματικής αιμορραγίας στην Αξονική Τομογραφία.

<i>Ισχαιμία</i>		
<i>Αξονική Τομογραφία</i>		
<i>Παροδική ισχαιμία</i>	<i>Μόνιμη ισχαιμία</i>	
36	49	85

<i>Αγγειόσπασμος</i>	
<i>Αξονική Αγγειογραφία</i>	<i>Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία</i>
96	109

Ευρήματα ισχαιμίας μετά από Αυτόματη Υπαραχνοειδή Αιμορραγία ανευρυσματικής αιτιολογίας στην Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία, καθώς και στην Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία.

Η κλινική διαβάθμιση των ασθενών με ανευρυσματική υπαραχνοειδή αιμορραγία έγινε επίσης με βάση την Κλίμακα της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Νευροχειρουργικών Εταιριών (World Federation of Neurosurgical Societies [W.F.N.S.]) (Πίνακας 5). Από τους 155 ασθενείς κατά την ημέρα της εισαγωγής τους, 7 ασθενείς ταξινομήθηκαν στο στάδιο I, 47 ασθενείς στο στάδιο II, 17 ασθενείς στο στάδιο III, 51 ασθενείς στο στάδιο IVa, 19 ασθενείς στο στάδιο IVb και 14 ασθενείς στο στάδιο V.



Ταξινόμηση των ασθενών με ανευρυσματική ΑΥΑ με την κλίμακα W.F.N.S.

Από τους 155 ασθενείς με ανευρυσματική υπαραχνοειδή αιμορραγία οι 2 κατέληξαν πριν αντιμετωπιστούν. Από τους 153 (184 ανευρύσματα), 5 ασθενείς προχωρημένης ηλικίας, με γενικότερα επιβαρυσμένη υγεία και οι οποίοι είχαν αντίστοιχα 5 ευμεγέθη θρομβωμένα σε μεγάλη έκταση ανευρύσματα ακολούθησαν συντηρητική αγωγή.

Χειρουργικά αντιμετωπίστηκαν 53 ασθενείς (60 ανευρύσματα). Ειδικότερα χειρουργήθηκαν και οι 38 περιπτώσεις που η υπαραχνοειδής αιμορραγία συνοδευόταν από ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα και 22 ακόμη ανευρύσματα για τα οποία η εγχείριση κρίθηκε ως η πλέον ενδεδειγμένη αντιμετώπιση. Από αυτές 8 αφορούσαν ανευρύσματα > 2 εκ., σε 7 ο λόγος ανευρυσματικού σάκου/ αυχένα ανευρύσματος ήταν < 2, σε 5 περιπτώσεις ανευρυσμάτων μέσης εγκεφαλικής απεικονίστηκε έκφυση αγγείων μέσα από τον ανευρυσματικό σάκο, σε 1 παρατηρήθηκε έντονη ελικώση και σε 1 σοβαρός αγγειόσπασμος. Από τα 60 ανευρύσματα που χειρουργήθηκαν, στα 51 με τη βοήθεια του νευροχειρουργικού μικροσκοπίου έγινε απολίνωση του ανευρύσματος στο ύψος του αυχένα του και αποκλεισμός του από την κυκλοφορία με τοποθέτηση μεταλλικού αγκτήρα (clip), ενώ σε 9 περιπτώσεις κρίθηκε αναγκαία η απολίνωση της τροφοφόρου αρτηρίας του ανευρύσματος.

Ταυτόχρονα αφαιρέθηκαν τα ενδοεγκεφαλικά αιματώματα και τα πήγματα αίματος από τον υπαραχνοειδή χώρο, ενώ αντιμετωπίστηκε ο οξύς υδροκέφαλος όταν συνυπήρχε. Σε όλες τις περιπτώσεις που χειρουργήθηκαν, τα χειρουργικά ευρήματα συμφωνούσαν απόλυτα με αυτά της ΑΞΑ, ενώ η ΑΞΑ συνεισέφερε σημαντικά στον σχεδιασμό της χειρουργικής προσπέλασης.

Εμβολισμός έγινε σε 95 ασθενείς (110 ανευρύσματα). Από τα 110 ανευρύσματα, τα 75 κρίθηκαν ότι θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν και με τις δύο μεθόδους αλλά προτιμήθηκε ο εμβολισμός με γνώμονα την ηλικία, την κλινική εικόνα των ασθενών και την πολλαπλότητα των ανευρυσμάτων. Ειδικότερα στα 11 ανευρύσματα της ενδοσηραγγώδους μοίρας της έσω καρωτίδας με ευρύ ανατομικό αυχένα, έγινε ενδοαγγειακή απόφραξη της έσω καρωτίδας αφού διασφαλίστηκε πρώτα κλινικά και αγγειογραφικά η καλή λειτουργικότητα του εξαγώνου του Willis (πρόσθια αναστομωτική, οπίσθιες αναστομωτικές αρτηρίες), των λεπτομηνιγγικών αναστομώνσεων και της κυκλοφορίας της ομόπλευρης οφθαλμικής αρτηρίας μέσω των αναστομώνσεων της από την σύστοιχο έξω καρωτίδα. Ακόμη ελέγχθηκε η φλεβική επαναφορά στο εγκεφαλικό ημισφαίριο, του οποίου η καρωτίδα επρόκειτο να αποφραχθεί. Σε 4 περιπτώσεις ανευρυσμάτων της ενδοσηραγγώδους μοίρας της έσω καρωτίδας με μικρότερο αυχένα έγινε εκλεκτικός εμβολισμός. Στα 95 υπόλοιπα ανευρύσματα έγινε επίσης εκλεκτικός εμβολισμός μετά τον καθετηριασμό του ανευρύσματος και την ελεγχόμενη προώθηση αποσπώμενων ατραυματικών σπειραμάτων για την απόφραξη του ανευρυσματικού σάκου. Αντιμετώπιστηκαν όλα τα ανευρύσματα που είχαν αιμορραγήσει (148) και 22 ανευρύσματα με χαρακτηριστικά αυξημένου κινδύνου αιμορραγίας.

9 μη ραγέντα ανευρύσματα (από τις περιπτώσεις πολλαπλών ανευρυσμάτων), αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά σε πρώτη φάση με το ενδεχόμενο αντιμετώπισης τους σε δεύτερο χρόνο. Στις περιπτώσεις μεθαιμορραγικού υδροκεφάλου τοποθετήθηκε κοιλιοπεριτοναϊκό παροχτετευτικό σύστημα για την παροχέτευση του ΕΝΥ. Η αντιμετώπιση έγινε εντός των 3 πρώτων ημερών από την εμφάνιση του επεισοδίου για την πρόληψη της επανααιμορραγίας και την διασφάλιση ικανοποιητικής θεραπείας του αγγειόσπασμου – ισχαιμίας.

Με την ΑΞΑ προσδιορίστηκε η καταλληλότερη μέθοδος αντιμετώπισης στα 165 από τα 179 συνολικά ανευρύσματα (92.17%). Σε 14 περιπτώσεις χρειάστηκε η συμβολή

της ΨΑΑ για την απεικόνιση κυρίως μικρών διατιρωσών αρτηριών (π.χ. προσθία χοριοειδής) που γειτνιάζαν με το ανεύρυσμα και την επιλογή στη συνέχεια της καλύτερης θεραπείας.

Η έκβαση ήταν η ακόλουθη:

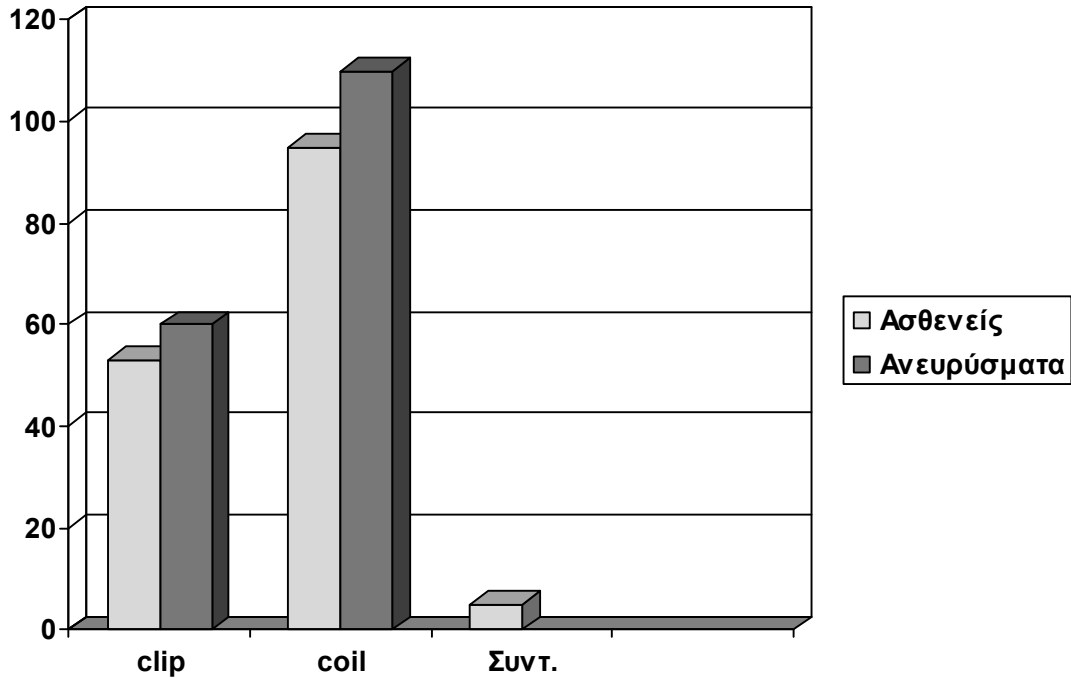
2 ασθενείς κατέληξαν πριν την αντιμετώπιση και πριν την εκτέλεση της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας.

1 υπερήλικας ασθενής με ευμέγεθες μερικώς θρομβωμένο ανεύρυσμα στον οποίο συστήθηκε συντηρητική αντιμετώπιση κατέληξε την 1^η εβδομάδα μετά το επεισόδιο. 18 από τους 53 ασθενείς που χειρουργήθηκαν κατέληξαν λόγω επιπλοκών έως και δυο μήνες μετά την προηγηθείσα επέμβαση (33.96%).

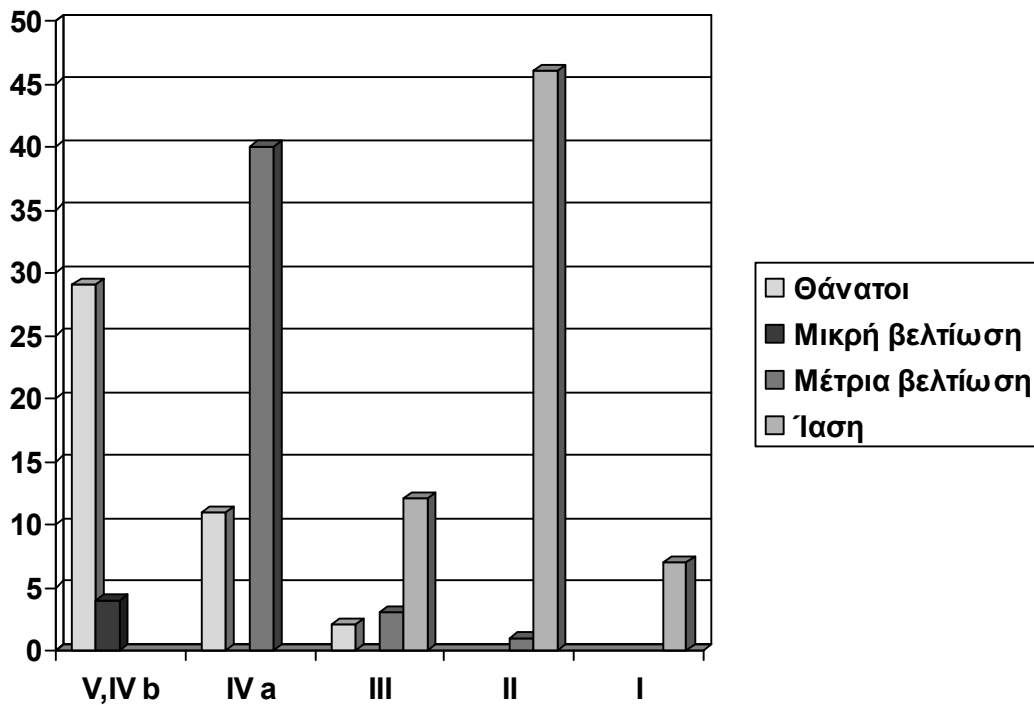
21 από τους ασθενείς που εμβολίστηκαν κατέληξαν έως και 1 έτος μετά από το επεισόδιο και τον εμβολισμό (22.10%). Από αυτούς οι 19 κατέληξαν μέχρι και 2 μήνες μετά το επεισόδιο και τον εμβολισμό τους από διάφορες επιπλοκές, 1 ασθενής κατέληξε από νέα αιμορραγία λόγω μερικής απόφραξης του ανευρύσματος κατά τον εμβολισμό και 1 κατέληξε από ρήξη δεύτερου γνωστού ανευρύσματος πριν προλάβει να γίνει η αντιμετώπιση του ανευρύσματος αυτού.

Συνολικά από τους 155 ασθενείς κατέληξαν οι 42 (θνησιμότητα 27.09%). Από τους ασθενείς που κατέληξαν κατά την εισαγωγή τους οι 13 είχαν ταξινομηθεί στο στάδιο V, οι 16 στο στάδιο IVb, οι 11 στο στάδιο IVa, και 2 στο στάδιο III.

113 ασθενείς επιβίωσαν (72.90%). Οι ασθενείς με στάδιο κατά την είσοδο στο Νοσοκομείο V και IVb, παρουσίασαν μικρή βελτίωση, οι ασθενείς με στάδιο IVa μέτρια έως ικανοποιητική βελτίωση, ενώ οι ασθενείς μικρότερων σταδίων παρουσίασαν σημαντική βελτίωση και οι περισσότεροι επέστρεψαν στις καθημερινές τους δραστηριότητες μετά την έξοδο από το Νοσοκομείο. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βαθμός βελτίωσης και κυρίως ο ρυθμός της αποθεραπείας ήταν σαφώς καλύτερος για τους ασθενείς που είχαν εμβολιστεί.



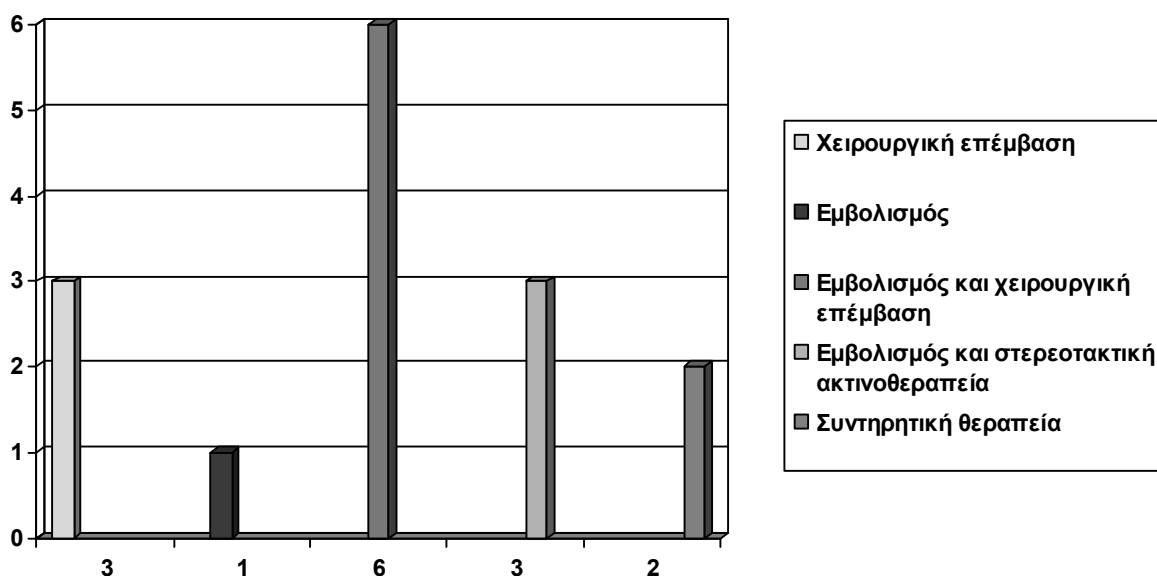
Αντιμετώπιση ασθενών / ανευρυσμάτων με χειρουργική επέμβαση, εμβολισμό, συντηρητική θεραπεία στην ΑΥΑ.



Έκβαση ασθενών με ανευρυσματική ΑΥΑ μετά την θεραπεία, αναλόγως του σταδίου κατά την εισαγωγή τους.

Όπως προαναφέρθηκε σε 15 ασθενείς αιτία της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας ήταν η αιμορραγία αγγειακών δυσπλασιών. Στην περίπτωση της μικρής μηνιγγικής

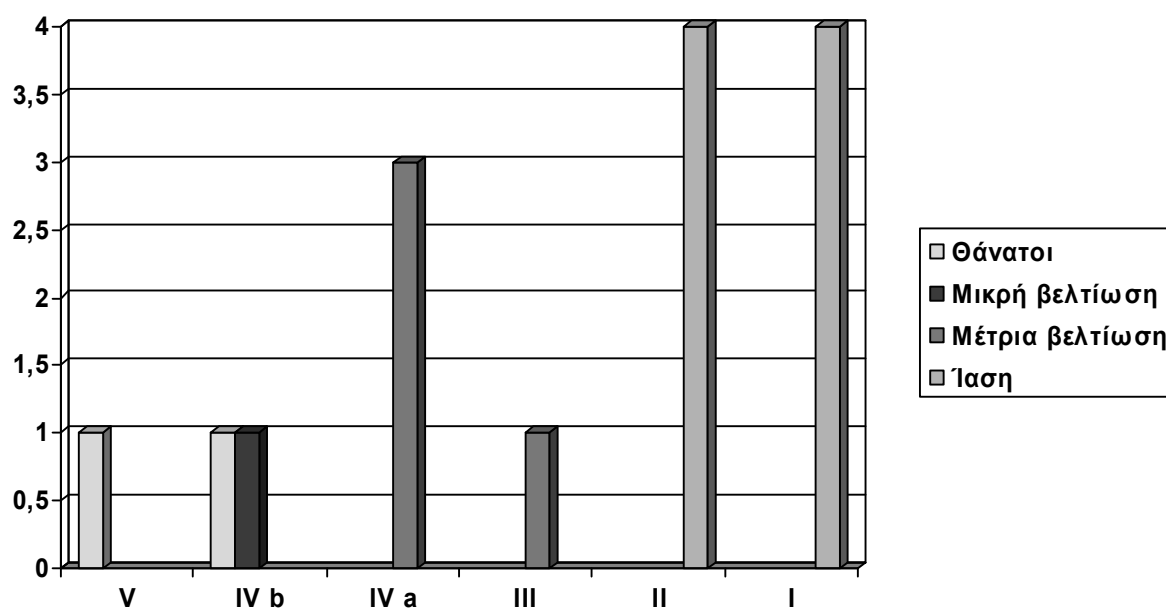
αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας που εντοπίζετο στην αριστερά κροταφική χώρα, η διάγνωση αρχικά έγινε μόνον με την ΑΞΑ. Ακολούθησε επαναληπτική ΨΑΑ που επιβεβαίωσε την διάγνωση και στην συνέχεια εμβολισμός με υπερεκλεκτικό καθετηριασμό των τροφοφόρων αρτηριακών κλάδων της δυσπλασίας (κλάδοι της αριστεράς μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας και διασκληρίδιοι κλάδοι της συστοίχου έξω καρωτίδας) και απόφραξη τους με υλικά εμβολισμού. Από τις 4 περιπτώσεις με φλεβώδη αγγειώματα, χειρουργική επέμβαση έγινε στις 2 περιπτώσεις που συνυπήρχαν σηραγγώδη αιμαγγειώματα με αφαίρεση των σηραγγωδών αγγειωμάτων και των ενδοεγκεφαλικών αιματωμάτων, ενώ αποφεύχθηκε επέμβαση στα φλεβώδη αγγειώματα που θα μπορούσε να προκαλέσει διαταραχή της φλεβικής κυκλοφορίας στην περιοχή. Στις άλλες 2 περιπτώσεις στις οποίες αιτία της ΑΥΑ ήταν αμιγώς τα φλεβώδη αγγειώματα, προτιμήθηκε η συντηρητική αντιμετώπιση λόγω και της περιορισμένης σχετικά αιμορραγίας και της καλής κλινικής εικόνας των ασθενών. Από τους 10 ασθενείς με αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες, σε 1 ακολούθησε χειρουργική αντιμετώπιση λόγω της συνοδού λίαν εκτεταμένης ενδοεγκεφαλικής αιμορραγίας. Στους υπόλοιπους 9 έγινε αρχικά εμβολισμός με σκοπό την μείωση της έκτασης της δυσπλασίας και ακολούθησε χειρουργική αφαίρεση στις 6 περιπτώσεις, ενώ σε 3 ασθενείς συστήθηκε συμπληρωματική στερεοτακτική ακτινοθεραπεία αφού το μέγεθος της υπολειμματικής δυσπλασίας ήταν έως 2 εκ. και εντοπίζονταν σε περιοχές στις οποίες ήταν δύσκολη η χειρουργική προσπέλαση.



Αντιμετώπιση ασθενών με ΑΥΑ λόγω διαφόρων αγγειακών δυσπλασιών εκτός ανευρυσμάτων.

Από τους 15 ασθενείς κατέληξαν οι 2 και ειδικότερα 1 ασθενής με αρτηριοφλεβώδη δυσπλασία και 1 ασθενής με φλεβώδες - σηραγγώδες αγγείωμα οι οποίοι κατά την εισαγωγή τους ταξινομήθηκαν στα στάδια V και IVb αντίστοιχα. Και στις 2 αυτές περιπτώσεις συνυπήρχε συνοδός εκτεταμένη ενδοεγκεφαλική αιμορραγία και αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά.

Επιβίωσαν 13 ασθενείς. 1 ασθενής σταδίου IVb κατά την εισαγωγή του παρουσίασε μικρή βελτίωση, 3 ασθενείς σταδίου IVa μέτρια έως ικανοποιητική βελτίωση, ενώ 9 ασθενείς μικρότερων σταδίων παρουσίασαν σημαντική βελτίωση έως πλήρη ίαση.



Έκβαση ασθενών με ΑΥΑ λόγω διαφόρων αγγειακών δυσπλασιών μετά την θεραπεία, αναλόγως του σταδίου κατά την εισαγωγή τους.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αυτόματη υπαραχνοειδής αιμορραγία (ΑΥΑ) αποτελεί περίπου το 3% του συνόλου των εγκεφαλικών επεισοδίων (*Johnston SC και συν.1998*) και είναι ένας ιδιαίτερος τύπος σοβαρής εγκεφαλικής αιμορραγίας που συνήθως εκδηλώνεται αιφνιδιαστικά, χωρίς προειδοποιητικά συμπτώματα και που χρειάζεται επείγουσα αντιμετώπιση. Παρά τις προόδους στην κατανόηση της παθοφυσιολογίας της αυτόματης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας και στην βελτίωση της αντιμετώπισης της, οι επιπτώσεις της ΑΥΑ (νοσηρότητα, θνησιμότητα) εξακολουθούν να είναι σημαντικές (*Hop JW και συν.1997*) και θεωρείται εύλογο το ενδιαφέρον για περαιτέρω βελτίωση στην διάγνωση και αντιμετώπιση της νόσου. Κάθε ασθενής με υποψία υπαραχνοειδούς αιμορραγίας πρέπει επειγόντως να υποβάλλεται σε Αξονική Τομογραφία εγκεφάλου η οποία είναι η πιο σημαντική διαγνωστική εξέταση στην εκτίμηση των ασθενών αυτών (*Vermeulen M και συν. 1990*).

Στην δική μας μελέτη η Αξονική Τομογραφία ανέδειξε στις 202 από τις 205 περιπτώσεις (98.53%) την υπαραχνοειδή αιμορραγία με την χαρακτηριστική παρουσία του υπέρπυκνου εξαγγειωθέντος αίματος στον υπαραχνοειδή χώρο συνήθως στις δεξαμενές του εγκεφάλου, ενώ σε 3 περιπτώσεις χρειάστηκε να γίνει επιβεβαίωση της διάγνωσης με οσφουονωτιαία παρακέντηση. Η μεγάλη ποσότητα αίματος στον υπαραχνοειδή χώρο αποτέλεσε αρνητικό προγνωστικό παράγοντα που σε αρκετές περιπτώσεις εκδηλώθηκε σαν ισχαιμία.

Η συχνότερη αιτία της ΑΥΑ είναι η ρήξη ενός ανευρύσματος (70 - 85%), ενώ στο υπόλοιπο 20% περιλαμβάνονται περιπτώσεις όπου δεν διαγιγνώσκεται υποκείμενη αγγειακή ανωμαλία (συνήθως μη ανευρυσματικές περιμεσεγκεφαλικές αιμορραγίες) και σπανιότερα αιμορραγίες σε έδαφος άλλων αγγειοδυσπλασιών (*Kirkpatrick PJ, 2002, van Gijn J και συν. 2001*).

Στην δική μας εργασία τα αποτελέσματα ήταν ανάλογα αφού από τις 205 περιπτώσεις σε 155 ασθενείς (75.60%) αίτιο της ΑΥΑ ήταν η ρήξη ανευρύσματος, σε 35 ασθενείς (17.07%) επρόκειτο για μη ανευρυσματική περιμεσεγκεφαλική αιμορραγία και σε 15 ασθενείς (7.31%) αιτία της ΑΥΑ ήταν διάφορες αγγειακές δυσπλασίες.

Σε ασθενείς με ΑΥΑ η πρώιμη διάγνωση θεωρείται καθοριστική για την βελτίωση της πρόγνωσης. Επίσης η πρώιμη ανάδειξη του αιτίου όπως π.χ. ενός υποκείμενου

ραγέντος ανευρύσματος και η έγκαιρη αντιμετώπιση του απομακρύνουν τον κίνδυνο της επαναιμορραγίας που αποτελεί μείζονα παράγοντα θνησιμότητας (*Ross N και συν. 2002*).

Η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ΨΑΑ) θεωρείται από τους περισσότερους έως σήμερα μέθοδος εκλογής (gold standard) με την μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανίχνευση των ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων και των άλλων αγγειοδυσπλασιών. Θεωρείται ειδική για την διάγνωση, τον χαρακτηρισμό και την απεικόνιση του εσωτερικού χώρου των ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων (*Linn JP και συν. 1972*). Οι πληροφορίες που λαμβάνονται είναι χρήσιμες για τη διαδικασία προσέγγισης του ανευρύσματος (κατάλληλα υλικά), τόσο για τον εμβολισμό όσο και για την χειρουργική αντιμετώπιση. Εκτός της διάγνωσης μεγάλο πλεονέκτημα της ΨΑΑ αποτελεί η δυνατότητα σε ορισμένες περιπτώσεις της αντιμετώπισης του αιτίου της ΑΥΑ με εμβολισμό. Στα μειονεκτήματα της ΨΑΑ περιλαμβάνονται το επεμβατικό της μέθόδου λόγω της αρτηριακής παρακέντησης, του καθετηριασμού και των εργαδών ενδαρτηριακών χειρισμών, καθώς και η απαιτούμενη υψηλή επιδεξιότητα για την εκτέλεση της. Η μέθοδος ακόμη απαιτεί την στελέχωση και απασχόληση μίας ομάδας ειδικών η οποία συνήθως δεν είναι διαθέσιμη όλες τις ώρες και ημέρες, έχει υψηλό οικονομικό κόστος και σχετικά μεγάλη διάρκεια (>45 λεπτά). Η ΨΑΑ σαν επεμβατική μέθοδος παρουσιάζει μικρό ποσοστό επιπλοκών οι οποίες ωστόσο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Σε αυτές περιλαμβάνονται μη νευρολογικές επιπλοκές, παροδικές νευρολογικές επιπλοκές (1%) και μόνιμες νευρολογικές επιπλοκές (0.5%) (*Willinsky RA και συν. 2003*).

Στην δική μας μελέτη κατά την εκτέλεση της ενδαρτηριακής Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας παρουσιάστηκαν 2 περιπτώσεις παροδικών αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων (1.35%) και 12 ασθενείς εμφάνισαν αιμάτωμα στο σημείο της παρακέντησης.

Για τους λόγους αυτούς υπήρξε ενδιαφέρον να εφαρμοστούν εναλλακτικές μη επεμβατικές αγγειογραφικές μέθοδοι (όπως η διακρανιακή Doppler υπερηχογραφία , η Μαγνητική Αγγειογραφία [ΜΑ] και η Αξονική Αγγειογραφία [ΑΞΑ]). Ωστόσο η διακρανιακή Doppler υπερηχογραφία παρουσιάζει ακόμη χαμηλή διαγνωστική ακρίβεια (*Turner CL και συν. 2000*), ενώ η Μαγνητική Αγγειογραφία παρά την εφαρμογή γρήγορων τεχνικών με ενδοφλέβιο έγχυση σκιαγραφικού δεν είναι η ιδανική μέθοδος για τη διερεύνηση της ΑΥΑ, καθώς οι ασθενείς συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα συνεργάσιμοι και απαιτούν εντατική παρακολούθηση , ενώ παρουσιάζει

μεγαλύτερο χρόνο εξέτασης, μικρότερη διαθεσιμότητα και υψηλότερο κόστος σε σύγκριση με την Αξονική Αγγειογραφία. Αντενδείκνυται σε ασθενείς με βηματοδότη, μεταλλικά ξένα σώματα και κλειστοφοβία (*Metens T και συν. 2000, White PM και συν. 2001*).

Η Αξονική Αγγειογραφία (ΑΞΑ) είναι μία πρόσφατα αναπτυγμένη μη επεμβατική τεχνική, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί στους περισσότερους ελικοειδείς Αξονικούς Τομογράφους, εφόσον είναι εφοδιασμένοι με το κατάλληλο λογισμικό σύστημα. Με την τεχνική αυτή, μετά την ταχεία ενδοφλέβιο χορήγηση σκιαγραφικού και ελικοειδή σάρωση, μπορούν να απεικονιστούν οι αγγειακές δομές του εγκεφάλου και η παθολογία τους. Δεν χρειάζεται αρτηριακή παρακέντηση, καθετηριασμός ή άλλοι χειρισμοί. Η διάρκεια υποβολής του ασθενούς στην εξέταση είναι < 1 λεπτό, ενώ η Αξονική Αγγειογραφία δεν σχετίζεται με αξιόλογο ποσοστό κινδύνων. Η δυνατότητα εκτέλεσης της Αξονικής Αγγειογραφίας άμεσα μετά την διαπίστωση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας στην Αξονική Τομογραφία, χωρίς την άσκοπη μετακίνηση του ασθενούς, αποτελεί αδιαμφισβήτητο πλεονέκτημα, αφού σε μικρό χρονικό διάστημα μετά την διάγνωση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας μπορεί να διαγνωστεί και το αίτιο που την προκάλεσε, ώστε να είναι εφικτή η συντομότερη δυνατή αντιμετώπιση.

Τα δεδομένα που προκύπτουν (πρωτογενείς τομές ή raw data), στην συνέχεια ανασυντίθενται για να παράγουν δισδιάστατες και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις των ενδοκρανιακών αγγείων (*Chapell ET και συν. 2003*).

Υπάρχουν πολυάριθμες τεχνικές επεξεργασίας των εικόνων της Αξονικής Αγγειογραφίας όπως οι δισδιάστατες MPR και MIP και οι τρισδιάστατες SSD, VRT, Virtual Endoscopy και TVR (Transparent Volume Rendering) , ενώ οι ανασυνθέσεις μπορούν να είναι ορατές υπό οιαδήποτε οπτική γωνία (περιστροφή 360° στους 3 άξονες) [*Tomandl BF και συν. 2004, Hashimoto H και συν. 2000*].

Η απαλοιφή των ανατομικών δομών που επιπροβάλλονται δυσχεραίνοντας την ανάδειξη του ευρήματος γίνεται μέσω του επεξεργαστή σε σύντομο χρόνο είτε σχεδιάζοντας το τμήμα που πρόκειται να αποκλεισθεί είτε με σύγχρονα λογισμικά συστήματα απαλοιφής βάσει πυκνοτήτων (κυρίως για τον αποκλεισμό των οστών) που παρέχουν οι σύγχρονοι επεξεργαστές (*Lell M και συν. 2006, Jayakrishnan VK και συν. 2003, Moore EA και συν. 2001*).

Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου έναντι της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας είναι η απεικόνιση της σχέσης του ανευρύσματος με τις παρακείμενες οστικές δομές,

ενώ άριστη είναι η ανάδειξη όλων των χαρακτηριστικών ενός ανευρύσματος (θέση, μέγεθος, σχήμα, κατεύθυνση, αυχένια, θρόμβωση, αποτιτανώσεις, σχέση με τα αγγεία, παράπλευρη κυκλοφορία στο εξάγωνο του Willis) [*Young N και συν. 2001*].

Η Αξονική Αγγειογραφία παρουσιάζει μικρότερο κόστος ως προς την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία και την Μαγνητική Αγγειογραφία.

Η διακριτική ικανότητα της μεθόδου παρότι μικρότερη της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας είναι ικανοποιητική και υψηλότερη αυτής της Μαγνητικής Αγγειογραφίας (*Piotin M και συν. 2003*).

Σε αυτή την μελέτη παρουσιάζουμε την δική μας εμπειρία με την Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία στην διερεύνηση της αυτόματης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας σε 205 ασθενείς, σε σύγκριση με την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία και τα χειρουργικά ευρήματα. Δίνεται έμφαση στην ΑΥΑ ανευρυσματικής αιτιολογίας και στην ανάδειξη και εκτίμηση των ανευρυσμάτων, αφού η ρήξη ανευρύσματος είναι το συχνότερο αίτιο πρόκλησης αυτόματης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Ο χρόνος σάρωσης της Αξονικής Αγγειογραφίας ήταν 40 δευτερόλεπτα, η διάρκεια της εξέτασης (Αξονικής Τομογραφίας και Αγγειογραφίας) δεν υπερέβαινε τα 5 λεπτά, ενώ ο μέσος συνολικός χρόνος εξέτασης, επεξεργασίας και τελικής αξιολόγησης ήταν περίπου 40 λεπτά. Δεν παρατηρήθηκε καμία επιπλοκή ή παρενέργεια από την εξέταση. Σε διεγερτικούς ασθενείς η εξέταση ήταν εφικτή με την χορήγηση ήπιας καταστολής και δεν χρειάστηκε γενική αναισθησία που ήταν απαραίτητη για την εκτέλεση της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας στους ασθενείς αυτούς. Με την μελέτη αυτή αναδείχτηκαν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ανευρυσμάτων όπως η θέση, το μέγεθος, η κατεύθυνση και η μορφολογία του ανευρύσματος. Σχετικά με την μορφολογία έγινε διάκριση σε σακοειδή και ατρακτοειδή ανευρύσματα, η οποία είναι πολύ σημαντική αφού τα σακοειδή ανευρύσματα συνήθως θεραπεύονται χειρουργικά ή ενδοαγγειακά με διατήρηση της υποκείμενης αρτηρίας, ενώ τα ατρακτοειδή ανευρύσματα αντιμετωπίζονται με απόφραξη της αρτηρίας αφού διασφαλιστεί επαρκής παράπλευρη κυκλοφορία. Στα σακοειδή ανευρύσματα αξιολογήθηκε λεπτομερώς η επιφάνεια του αυχένα του ανευρύσματος και ο συνολικός του όγκος (εσωτερικός αυλός, τοίχωμα, πιθανός τοιχωματικός θρόμβος), στοιχεία πολύ σημαντικά για την επιλογή της θεραπευτικής αντιμετώπισης, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να ακολουθήσει ενδοαγγειακή θεραπεία.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο λόγος της μεγαλύτερης διαμέτρου του ανευρυσματικού σάκου ως προς τον αυχένα του ανευρύσματος, με τον οποίο εκτιμάται η σταθερότητα των coils κατά τον εμβολισμό. Ακόμη η Αξονική Αγγειογραφία ανέδειξε με ακρίβεια την παρουσία πολυλοβωτών ή δίλοβων (θυγατρικών) ανευρυσμάτων.

Η σχέση σταθερότητας έχει προσδιοριστεί ως σχέση της μεγαλύτερης διαμέτρου του ανευρύσματος προς τη μεγαλύτερη διάμετρο του αυχένα του. Αν αυτή η σχέση είναι μικρότερη του 2 , αυξάνει ο κίνδυνος μετακίνησης των coils από το ανεύρυσμα προς την υποκείμενη αρτηρία (*Zubillaga AF και συν. 1994*).

Με την Αξονική Αγγειογραφία ήταν δυνατή η ακριβής σχέση του αυχένα του ανευρύσματος με την υποκείμενη αρτηρία, καθώς και με τις παρακείμενες οστικές δομές. Η Αξονική Αγγειογραφία υπερείχε καταφανώς της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας στην ανάδειξη της παρουσίας θρόμβου ή τοιχωματικών επασβεστώσεων. Κατά την μελέτη μας διαπιστώθηκε ότι καθοριστική ήταν η λεπτομερής αξιολόγηση των πρωτογενών τομών της Αξονικής Αγγειογραφίας καθώς και του MPR για τον εντοπισμό ενός πιθανού ανευρύσματος πριν την δημιουργία των ανασυνθέσεων της Αξονικής Αγγειογραφίας. Στην συνέχεια οι ανασυνθέσεις της Αξονικής Αγγειογραφίας επιβεβαίωναν το ανεύρυσμα προσφέροντας ιδανική μορφολογική απεικόνιση. Κανένα ανεύρυσμα δεν εντοπίστηκε μόνο στις ανασυνθέσεις χωρίς να απεικονίζεται ικανοποιητικά και στις πρωτογενείς τομές. Από τις ανασυνθέσεις, οι δισδιάστατες εικόνες MIP προσομοίαζαν περισσότερο των εικόνων της ΨΑΑ και αναδείκνυαν ικανοποιητικά το ανεύρυσμα και την παρουσία θρόμβου και των τοιχωματικών επασβεστώσεων όπου υπήρχαν. Όμως οι τρισδιάστατες εικόνες VRT προσέφεραν τις περισσότερες μορφολογικές πληροφορίες για το ανεύρυσμα (μέγεθος, σχήμα, κατεύθυνση, αυχένος) αλλά και για την σχέση του με την υποκείμενη αρτηρία, τα λοιπά αγγεία και τις παρακείμενες οστικές δομές. Οι τρισδιάστατες εικόνες SSD υπολείπονταν των αντίστοιχων VRT, αφού με τις εικόνες SSD το τρισδιάστατο μοντέλο καθορίζεται από ένα όριο τιμών (threshold) και είναι εύκολο μία λανθασμένη επιλογή threshold να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα. Αντίθετα οι εικόνες VRT χρησιμοποιούν όλα τα δεδομένα που υπάρχουν στις πρωτογενείς τομές και με την επιλογή των κατάλληλων threshold, στο τελικό μοντέλο αποδίδεται ακριβέστερα η σχέση των αγγείων με τα οστά, σε σχέση με τις αρχικές τομές, προσφέροντας συγχρόνως στην απεικονιζόμενη περιοχή την αίσθηση του βάθους (τρισδιάστατη απεικόνιση). Επίσης οι εικόνες της εικονικής ενδοσκόπησης fly through και fly around, προσέφεραν χρήσιμες πληροφορίες για

την συμμετοχή του ανευρύσματος ως προς την υποκείμενη αρτηρία, καθώς και για το μέγεθος του αυχένα του ανευρύσματος σε σχέση με την διάμετρο του σάκου. Πολύτιμες ήταν οι πληροφορίες της εικονικής ενδοσκόπησης στις περιπτώσεις που το ανεύρυσμα γειτνίαζε με τις εκφύσεις άλλων αγγείων και ακόμη περισσότερο στις περιπτώσεις που οι εκφύσεις αυτές περιλαμβάνονταν στον ανευρυσματικό σάκο (π.χ. ανευρύσματα διχασμού μέσης εγκεφαλικής), αναδεικνύοντας την ακριβή σχέση του αυχένα και του σάκου του ανευρύσματος, ως προς τις εκφύσεις αυτές. Σε ορισμένες περιπτώσεις η μελέτη της έσω επιφάνειας του αυλού του ανευρύσματος με την εικονική ενδοσκόπηση (fly through) έδειξε ανωμαλία που αντιστοιχούσε στην περιοχή της ρήξης όπως επιβεβαιώθηκε από τα χειρουργικά ευρήματα (*Kokkinis K και συν. 2004a*).

Η Τεχνική TVR (Transparent Volume Rendering), επιτυγχάνοντας διαφανείς εικόνες του τοιχώματος των αγγείων συνέβαλλε αποτελεσματικά στην μελέτη επιπροβαλλόμενων αγγειακών δομών και στην μελέτη του αυχένα του ανευρύσματος διαμέσου του ανευρυσματικού σάκου.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι για όλες τις περιπτώσεις η διάγνωση κατά κανόνα γινόταν στον επεξεργαστή κατά την διάρκεια της επεξεργασίας και δευτερευόντως στα film της εξέτασης.

Έχουν παρουσιαστεί πολυάριθμες σειρές με αντικείμενο την διαγνωστική ακρίβεια της ΑΞΑ ως προς την ΨΑΑ (*Kokkinis και συν. 2003a,b,c,d*). Οι *Young N και συν. 2001*, συνέκριναν την ελικοειδή ΑΞΑ με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 200 ασθενείς και με την ΑΞΑ (τεχνικές MIP και SSD) ανέδειξαν 140 από τα 144 ανευρύσματα (ευαισθησία 97%), ενώ είχαν 8 ψευδώς θετικά ευρήματα (ειδικότητα 86%), τονίζοντας την χρησιμότητα της ΑΞΑ. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι οι εξετάσεις δεν έγιναν μόνο σε ασθενείς με υπαραχνοειδή αιμορραγία. Οι *Uysal E και συν. 2005*, συνέκριναν την ελικοειδή ΑΞΑ (τεχνική MIP) με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 32 ασθενείς με ΑΥΑ και ανέδειξαν 33 από τα 34 συνολικά ανευρύσματα (ευαισθησία 97%, ειδικότητα 100%), διαπίστωσαν δε ότι η ΑΞΑ είναι μία αξιόπιστη εναλλακτική της ΨΑΑ μέθοδος. Οι *Seruga και συν. 2001*, συνέκριναν την ελικοειδή ΑΞΑ (τεχνική VRT) με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 30 ασθενείς με ΑΥΑ και με την ΑΞΑ ανέδειξαν 31 ανευρύσματα σε 25 ασθενείς, ενώ η ΨΑΑ ανέδειξε 33 ανευρύσματα σε 27 ασθενείς (ευαισθησία ΑΞΑ 93.8%). Τα 2 ανευρύσματα που δεν διαγνώστηκαν με την ΑΞΑ είχαν μέγεθος μικρότερο των 3 χιλ.

Οι *Karamessini MT και συν. 2004* , συνέκριναν την ελικοειδή ΑΞΑ (τεχνικές MIP, SSD, VRT) με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 82 ασθενείς με υποψία ΑΥΑ παρουσιάζοντας μεγαλύτερη ευαισθησία της ΑΞΑ (88.7%) έναντι 87.8% της ΨΑΑ και μεγαλύτερη ειδικότητα (ΑΞΑ 100% και ΨΑΑ 98%) και συμπεραίνοντας ότι οι μέθοδοι έχουν παρόμοια ευαισθησία σε ανευρύσματα > 3χιλ. Οι *Villablanca JP και συν. 2003*, συνέκριναν την ελικοειδή ΑΞΑ (τεχνικές MPR και VRT) με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 51 ασθενείς με ΑΥΑ λόγω ρήξης μικρών ανευρυσμάτων μικρότερων ή ίσων των 4 χιλ. (81%) και μικρότερων ή ίσων των 3 χιλ. (37%), με ευαισθησία της ΑΞΑ 98-100% και της ΨΑΑ 95% , ειδικότητα και των δύο μεθόδων 100%, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η ΑΞΑ έχει μεγαλύτερη ευαισθησία της ΨΑΑ στην ανάδειξη μικρών ανευρυσμάτων. Με βάση τα ανωτέρω φαίνεται ότι η ΑΞΑ είναι μία μέθοδος υψηλής ευαισθησίας που προσεγγίζει ή υπερβαίνει την ευαισθησία της ΨΑΑ και η αξιοπιστία της αυξάνεται με την χρήση συγχρόνως περισσότερων δισδιάστατων και τρισδιάστατων τεχνικών. Η ευαισθησία της αυξάνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος του ανευρύσματος και η απεικόνιση των μικρών ανευρυσμάτων αποτελεί πρόκληση για περαιτέρω βελτίωση της μεθόδου. Στην μεγαλύτερη αναδρομική μελέτη των *Chappell και συν. 2003*, επί συνόλου 21 μελετών σύγκρισης της ΑΞΑ με την ΨΑΑ στην ΑΥΑ και σε 1251 ασθενείς η ευαισθησία της ΑΞΑ ήταν 93.3% και κατόπιν αναγωγής των ασθενών ανά μελέτη 92.7%. Η ειδικότητα ήταν αντίστοιχα 87.8% και 77.2%.

Οι *Poon TL και συν. 2006*, συνέκριναν την ΑΞΑ με 16τομο Αξονικό Τομογράφο πολλαπλών ανιχνευτών με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 11 ασθενείς με ΑΥΑ. Η ΑΞΑ ανέδειξε 11 ανευρύσματα (ευαισθησία 100%, ειδικότητα 100%) το μικρότερο μεγέθους 1.8 χιλ. στην προσθία αναστομωτική αρτηρία, ενώ η ΨΑΑ ανέδειξε 9. Οι *Agid R και συν. 2006*, συνέκριναν την ΑΞΑ με 64τομο Αξονικό Τομογράφο πολλαπλών ανιχνευτών (τεχνικές MPR, MIP και VRT) με την ΨΑΑ και τα χειρουργικά ευρήματα σε 65 ασθενείς με ΑΥΑ εκ των οποίων οι 47 με ανεύρυσμα. Η ΑΞΑ ανέδειξε τα 46 από τα 47 ανευρύσματα (ευαισθησία 98%, ειδικότητα 100%). 17.7% των ανευρυσμάτων είχαν μέγεθος < 3 χιλ. και το μικρότερο ανεύρυσμα που αναδείχθηκε ήταν 1.8 χιλ. στην προσθία χοριοειδή αρτηρία. Ακόμη στις περισσότερες περιπτώσεις τα ευρήματα της ΑΞΑ ήταν επαρκή για την επιλογή της καταλληλότερης αντιμετώπισης.

Με την χρήση των νεώτερων πολλαπλών τομών Αξονικών Τομογράφων η διακριτική ικανότητα της ΑΞΑ γίνεται παρόμοια της ΨΑΑ και είναι εφικτή η ανάδειξη ανευρυσμάτων μικρότερων των 2 χιλ. ενώ η μέθοδος παρέχει όλες τις πληροφορίες για την επιλογή της θεραπείας (εμβολισμός ή χειρουργική αντιμετώπιση).

Στην δική μας μελέτη και στο συγκρίσιμο υλικό των ασθενών που εξετάστηκαν και με τις δύο μεθόδους (145 ασθενείς – 179 ανευρύσματα) η ΑΞΑ ανέδειξε 176 από 179 ανευρύσματα (ευαισθησία 98.32%), ενώ η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία ανέδειξε 178 από τα 179 (ευαισθησία 99.44%). Η ειδικότητα ήταν 100% και για τις 2 μεθόδους. Από τα 3 ανευρύσματα 2 – 3 χιλ. που δεν διαγνώστηκαν αρχικά με την ΑΞΑ , στο 1^ο (ανεύρυσμα της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας), η λανθασμένη διάγνωση οφειλόταν στην μέτρια ποιότητα της ΑΞΑ λόγω αδυναμίας συνεργασίας του ασθενούς, ενώ στα άλλα δύο (ανεύρυσμα οφθαλμικής και οπισθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας αντίστοιχα) η λανθασμένη διάγνωση οφειλόταν στην γειννίαση και άμεση συσχέτιση με τις παρακείμενες οστικές δομές. Λαμβανομένου δε υπόψη ότι και οι 3 λανθασμένες διαγνώσεις σημειώθηκαν στον 1^ο χρόνο της εργασίας, είναι προφανές ότι σε αυτό συνέβαλλε και η περιορισμένη έως τότε εμπειρία, δεδομένου ότι ανευρύσματα με ανάλογο μέγεθος και εντόπιση διαγνώστηκαν στα επόμενα χρόνια της μελέτης. Η ανάδειξη με την ΑΞΑ ενός μικρού ανευρύσματος της μέσης εγκεφαλικής που δεν διαγνώστηκε αρχικά με την ΨΑΑ επίσης μπορεί να συσχετιστεί με την απόκτηση εμπειρίας (η διάγνωση έγινε στον 4^ο χρόνο της μελέτης).

Τα προαναφερθέντα αποτελέσματα αποδίδονται στην προσεκτική παρατήρηση των πρωτογενών τομών και στην συνέχεια των ανασυνθέσεων με την χρησιμοποίηση όλων των τεχνικών επεξεργασίας (MPR, MIP, SSD, VRT, VE, TVR). Από τις ανασυνθέσεις χρησιμότερες για την ανάδειξη των ανευρυσμάτων κρίνονται οι MPR και VRT (πιστότερη δισδιάστατη και τρισδιάστατη ανασύνθεση αντίστοιχα), με την VRT να απεικονίζει με υψηλότερη ακρίβεια την μορφολογία του ανευρύσματος και την θέση του στον χώρο. Η τεχνική MIP παρά την ευρεία αποδοχή της λόγω της συνάφειας στην απεικόνιση με την ΨΑΑ, δεν συνεισέφερε ανάλογα στο διαγνωστικό αποτέλεσμα. Σημαντική ακόμη κρίνεται η συμβολή της εικονικής ενδοσκόπησης και της τεχνικής TVR.

Πολλές μελέτες έχουν δημοσιευτεί για την ανάδειξη του αγγειόσπασμου μετά από αυτόματη υπαραχνοειδή αιμορραγία με την Αξονική Αγγειογραφία. Οι *Takagi R και συν. 1998*, ανέδειξαν με την ΑΞΑ αγγειόσπασμο σε 9 από 12 ασθενείς με ΑΥΑ.

Οι *Anderson GB και συν. 2000*, στη μελέτη τους σε 17 ασθενείς συγκρίνοντας ΑΞΑ και ΨΑΑ στην ανάδειξη του αγγειόσπασμου, παρουσίασαν ευαισθησία 75.7% της ΑΞΑ. Οι *Otawara Y και συν. 2002*, σε νεώτερη μελέτη σε 20 ασθενείς με την χρήση πολυτομικού Αξονικού Τομογράφου παρουσίασαν ευαισθησία της ΑΞΑ ως προς την ΨΑΑ συνολικά 91.6% και οι *Yoon DY και συν. 2006* στην πρόσφατη μελέτη τους σε 17 ασθενείς επίσης με την χρήση πολυτομικού Αξονικού Τομογράφου παρουσίασαν ευαισθησία της ΑΞΑ 95.2% ως προς την ΨΑΑ, σε περιπτώσεις σοβαρού αγγειόσπασμου.

Με την χρήση των νεώτερων πολλαπλών τομών Αξονικών Τομογράφων η ΑΞΑ φαίνεται ότι προσεγγίζει σε ακρίβεια την ΨΑΑ στην ανάδειξη του αγγειόσπασμου.

Στην δική μας μελέτη από τους 148 ασθενείς που μελετήθηκαν και με τις 2 μεθόδους, η Αξονική Αγγειογραφία ανέδειξε αγγειόσπασμο σε 96 ασθενείς, και η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία σε 109 ασθενείς. Η ευαισθησία της ΑΞΑ στην ανάδειξη του αγγειόσπασμου συνολικά ήταν 88.07%, επιμέρους όμως ήταν μεγαλύτερη στους εγγύς μεγαλύτερους κλάδους και μικρότερη στους περιφερικούς. Ακόμη υπήρχε μεγαλύτερη ταύτιση των μεθόδων στον σοβαρό αγγειόσπασμο και όταν δεν υπήρχε καθόλου αγγειόσπασμος συγκριτικά με τις περιπτώσεις μέτριου αγγειόσπασμου. Με την Αξονική Τομογραφία απεικονίστηκαν 85 περιπτώσεις εγκεφαλικής ισχαιμίας αλλά σε 36 ασθενείς οι ισχαιμικές αλλοιώσεις ήταν αναστρέψιμες.

Υπήρχαν 19 περιπτώσεις ασθενών με πολλαπλά ανευρύσματα. Σε 10 ασθενείς βρέθηκαν 2 ανευρύσματα, σε 7 ασθενείς 3 ανευρύσματα, σε 1 ασθενή 4 και σε 1 βρέθηκαν 5 ανευρύσματα. Από τους 19 ασθενείς, οι 13 ήταν γυναίκες και οι 6 άνδρες. Σε όλες τις περιπτώσεις συνύπαρξης πολλαπλών ανευρυσμάτων ήταν δυνατή η ανάδειξη του ανευρύσματος που αιμορράγησε με την Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία. Σε 1 περίπτωση απεικονίστηκε ενεργός αιμορραγία με ανάδειξη της εξαγγείωσης του σκιαγραφικού στο ανεύρυσμα που αιμορραγούσε. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τις υπόλοιπες περιπτώσεις ήταν:

1. Η κατανομή της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας
2. Η παρουσία συνοδού ενδοεγκεφαλικού αιματώματος
3. Η ανάδειξη εντοπισμένου αγγειόσπασμου
4. Η ανάδειξη εντοπισμένης ισχαιμίας
5. Τα ευρήματα από την εικονική ενδοσκόπηση
6. Το μέγεθος του ανευρύσματος
7. Το σχήμα και η μορφολογία ανευρύσματος

Στα πλαίσια πρόληψης της επαναιμορραγίας κρίνεται σκόπιμη η ταχύτερη δυνατή αντιμετώπιση του ανευρύσματος με χειρουργική απόφραξη ή εμβολισμό. Αρκετά άρθρα αναφέρονται στην δυνατότητα επιλογής της καταλληλότερης θεραπείας της ΑΥΑ με την ΑΞΑ (*Anderson GB και συν. 1999, Velthuis BK και συν. 1999, Dehdashti AR και συν. 2003*). Οι μελέτες αυτές εστίαστηκαν στην εντόπιση, το μέγεθος, την κατεύθυνση και την μορφολογία του ανευρύσματος, καθώς και στην παρουσία τυχόν επασβεστώσεων ή θρόμβου. Άλλες μελέτες αναφέρονται στην αντικατάσταση της ΨΑΑ από την ΑΞΑ και στην χρήση μόνον της Αξονικής Αγγειογραφίας για την επιλογή της αντιμετώπισης της ανευρυσματικής ΑΥΑ (*Boet R και συν. 2003, Hoh BL και συν. 2004, Villablanca JP και συν. 2005*). Για τον σκοπό αυτό είναι καθοριστικός ο προσδιορισμός α) του ακριβούς μεγέθους του ανευρυσματικού σάκου, του αυχένα του ανευρύσματος και του μεταξύ τους λόγου, β) της γεωμετρικής συσχέτισης του ανευρύσματος με την υποκείμενη αρτηρία και γ) της συμμετοχής άλλων αρτηριακών κλάδων στο ανεύρυσμα. Άλλα σημαντικά κριτήρια αποτελούν η ηλικία, η κλινική εικόνα του ασθενούς και η συνύπαρξη πολλαπλών ανευρυσμάτων.

Στην δική μας εργασία με την ΑΞΑ προσδιορίστηκε η καταλληλότερη μέθοδος αντιμετώπισης στα 165 από τα 179 συνολικά ανευρύσματα (92.17%). Σε 14 περιπτώσεις χρειάστηκε η συμβολή της ΨΑΑ για την απεικόνιση κυρίως μικρών διατιρωσών αρτηριών (π.χ. προσθία χοριοειδής) που γειτνίαζαν με το ανεύρυσμα και την επιλογή στη συνέχεια της καλύτερης θεραπείας.

Η έντονη ελικώση ή ο σοβαρός αγγειόσπασμος του αγγείου ήταν στοιχεία που στοιχεία που απομάκρυναν το ενδεχόμενο της ενδοαγγειακής αντιμετώπισης. Ακόμη το μεγάλο μέγεθος του ανευρύσματος >2εκ., ο λόγος ανευρυσματικού σάκου /αυχένα <2 και η έκφυση αγγείων μέσα από τον ανευρυσματικό σάκο (π.χ. ανευρύσματα διχασμού μέσης εγκεφαλικής) , θεωρήθηκαν αντενδείξεις εμβολισμού.

Ο εμβολισμός ακόμη αποκλείστηκε σε όλες τις περιπτώσεις που η υπαραχνοειδής αιμορραγία συνοδευόταν από ευμέγεθες ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα, οπότε ακολούθησε άμεση χειρουργική επέμβαση. Στις περιπτώσεις που θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν χειρουργικά αλλά και ενδοαγγειακά, προτιμήθηκε ο εμβολισμός ιδιαίτερα στους ασθενείς προχωρημένης ηλικίας με βαριά κλινική εικόνα ή σε συνύπαρξη πολλαπλών ανευρυσμάτων.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν δημοσιευτεί στην προσπάθεια σύγκρισης των δύο τρόπων αντιμετώπισης. Σε μία συγκεντρωτική μελέτη σύγκρισης των δύο μεθόδων σε 2143 ασθενείς με ετήσια παρακολούθηση, παρουσιάζεται ότι ο εμβολισμός έχει σαφώς μικρότερους κινδύνους στην εφαρμογή του, η πιθανότητα της επιληψίας είναι μικρότερη και η κλινική εικόνα των εμβολισθέντων είναι γενικότερα καλλίτερη, όμως η επαναιμορραγία παρότι είναι σχετικά σπάνια, είναι συχνότερη στους ασθενείς που εμβολίστηκαν σε σύγκριση με αυτούς που χειρουργήθηκαν (*Molyneux AJ και συν. 2005*). Σε μία άλλη μελέτη που τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συγκρίνονται σε βάθος χρόνου περίπου 4 ετών, παρουσιάζεται ότι η πιθανότητα της επαναιμορραγίας είναι σπάνια και με τις δύο μεθόδους. Οι περιπτώσεις ωστόσο που χρειάστηκαν επαναληπτικό εμβολισμό ήταν περισσότερες αν και οι επιπλοκές παρέμειναν χαμηλές (*The CARAT Investigators, 2006*).

Τα επιτυχώς εμβολισθέντα ανευρύσματα (~100%) πρέπει ωστόσο να παρακολουθούνται στην πορεία του χρόνου για την πιθανότητα υποτροπής και συμπληρωματικής θεραπείας, σε αντίθεση με τα επιτυχώς χειρουργηθέντα ανευρύσματα στα οποία η καθυστερημένη υποτροπή είναι εξαιρετικά σπάνια. Η πολύπλευρη προσέγγιση με έμφαση στην έγκυρη και αξιόπιστη εκτίμηση των ειδικών και η αμερόληπτη συνεργασία νευροχειρουργών και επεμβατικών ακτινολόγων κρίνονται απαραίτητες για την επιλογή της καταλληλότερης θεραπείας (*Redekop GJ 2006*).

Στην δική μας εργασία 1 μόνον ασθενής κατέληξε στα πλαίσια καθυστερημένης υποτροπής του εμβολισμού, από νέα αιμορραγία λόγω μερικής απόφραξης του ανευρύσματος κατά τον εμβολισμό.

Για την παρακολούθηση των ασθενών μετά την χειρουργική αντιμετώπιση του ανευρύσματος έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (*Tsutsumi K και συν. 2001* , *Sindou M και συν. 1998*). Η Μαγνητική Αγγειογραφία δεν προτείνεται λόγω των artifact των χειρουργικών clips. Εναλλακτικά έχει

χρησιμοποιηθεί η Αξονική Αγγειογραφία με την χρήση τεχνικής περιορισμού των artifact των clips (*Brown JH και συν. 1999*).

Για την παρακολούθηση των ασθενών μετά την ενδοαγγειακή αντιμετώπιση εκτός της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας (*Cognard C και συν. 1999*) έχει χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά επιτυχώς και η Μαγνητική Αγγειογραφία (*Yamada N και συν. 2004, Cottier JP και συν. 2003*), ενώ δεν προτείνεται η Αξονική Αγγειογραφία.

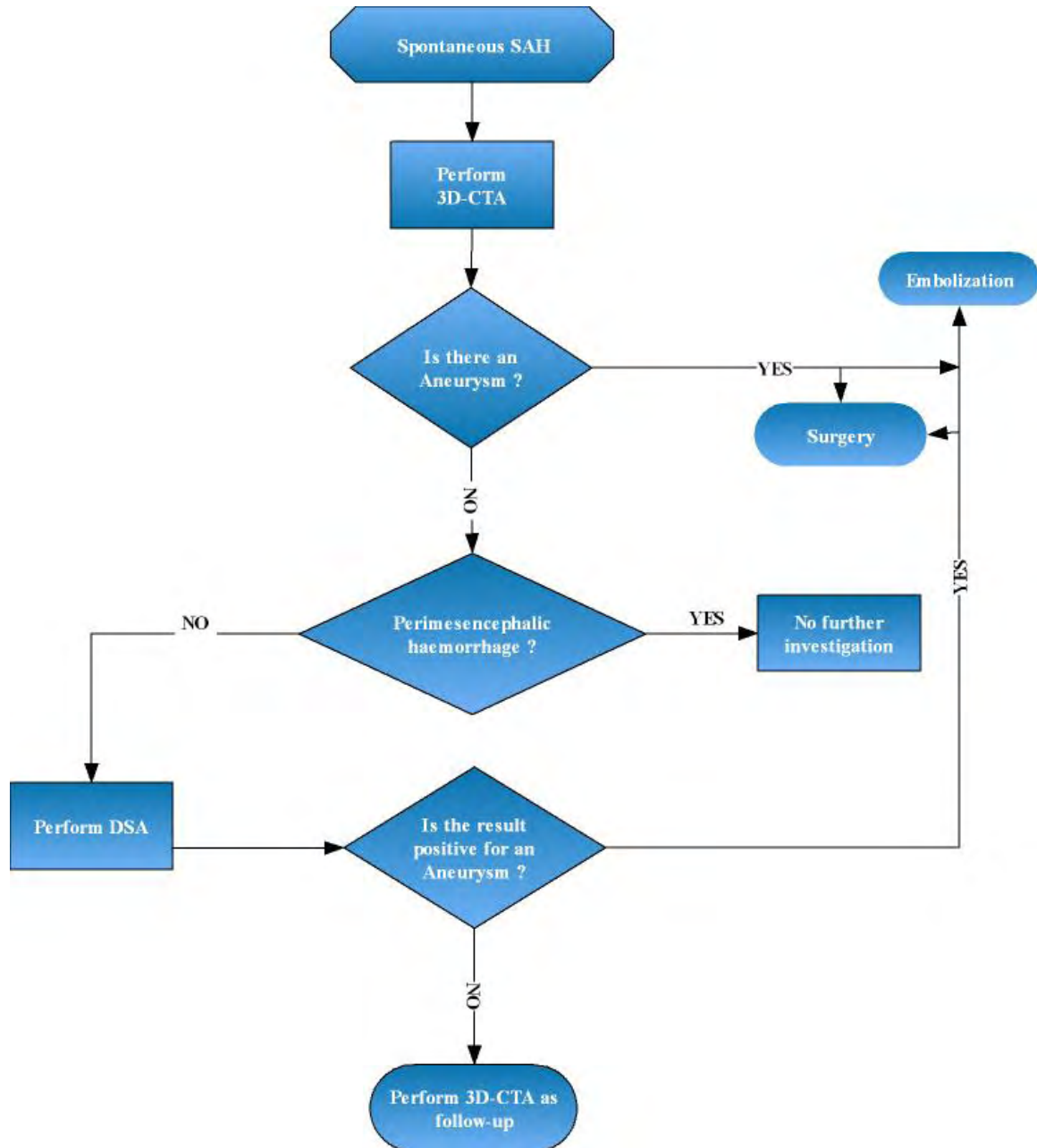
Στην δική μας μελέτη στον επανέλεγχο ασθενών με προηγηθείσα χειρουργική ή ενδοαγγειακή αντιμετώπιση ανευρύσματος, η Αξονική Αγγειογραφία είχε περιορισμένη διαγνωστική ακρίβεια λόγω των artifacts από τα clips και coils.

Στα γενικά μειονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται η ακτινοβολήση του ασθενούς και η χορήγηση ιωδιούχων σκιαγραφικών.

Ακόμη στην δική μας μελέτη ως μειονεκτήματα κατεγράφησαν η αδυναμία απεικόνισης των μικρών διατιτρωσών αρτηριακών κλάδων που εκφύονται από την υποκείμενη αρτηρία στην περιοχή της βάσης του ανευρύσματος λόγω της περιορισμένης χωρικής διακριτικής ικανότητας της μεθόδου, η δυσκολία στην εκτίμηση της επάρκειας της παράπλευρης κυκλοφορίας, η δυσκολία υπολογισμού της ροής εντός του ανευρύσματος, η συμπίεση του φλεβικού δικτύου σε μερικές περιπτώσεις λόγω του σχετικά μεγάλου χρόνου σάρωσης (40 δευτερόλεπτα) και η παρουσία artifact από μεταλλικά υλικά (clips,coils). Η διεξοδική επεξεργασία και παρατήρηση μας επέτρεψε να αποφύγουμε λανθασμένες εκτιμήσεις στις περιπτώσεις επιπροβαλλόμενων αγγειακών δομών, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις ανευρυσμάτων της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας ήταν δυνατή η εξακρίβωση του επικρατούντος αγγείου τροφοδοσίας του ανευρύσματος. Η παρουσία των οστών, εκτός ελάχιστων εξαιρέσεων, δεν δημιούργησε σημαντικά προβλήματα στην μελέτη μας.

Ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός κέντρων αντιμετωπίζει πλέον τα ενδοκρανιακά ανευρύσματα με βάση την ΑΞΑ στην πλειονότητα των περιπτώσεων, με την ΨΑΑ να έχει επικουρικό ρόλο για τις αρνητικές ή τις αμφίβολες περιπτώσεις και δεν έχει αναφερθεί καμία σημαντική επιπλοκή από το πρωτόκολλο αυτό (*Velthuis BK και συν. 1999, Hoh BL και συν. 2004*).

Με βάση τα ανωτέρω αποτελέσματα ο προτεινόμενος αλγόριθμος διερεύνησης της ανευρυσματικής ΑΥΑ έχει ως ακολούθως:



Στις περιπτώσεις που η Αξονική Αγγειογραφία αναδείξει την παρουσία ανευρύσματος, μπορεί να προσφέρει τις απαραίτητες πληροφορίες για την επιλογή της μεθόδου αντιμετώπισης και θα ακολουθήσει Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία στις περιπτώσεις που πρόκειται να γίνει εμβολισμός.

Στις περιπτώσεις που η Αξονική Αγγειογραφία είναι αρνητική και η αιμορραγία στην Αξονική Τομογραφία έχει περιμεσεγκεφαλική κατανομή ο έλεγχος σταματά. Στις περιπτώσεις που η κατανομή της αιμορραγίας θέτει την υπόνοια παρουσίας ανευρύσματος, ακολουθεί η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία, η οποία εάν είναι θετική ακολουθεί εμβολισμός ή χειρουργική αντιμετώπιση, ενώ εάν είναι αρνητική και κριθεί σκόπιμος ο επανέλεγχος αυτός μπορεί να γίνει με την Αξονική Αγγειογραφία.

Οι υπόλοιπες αγγειακές δυσπλασίες προκαλούν σπανιότερα ΑΥΑ σε ποσοστό περίπου 5%. Από αυτές, οι πλέον συχνές είναι οι αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες. Η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία παραμένει μέθοδος εκλογής για την ανάδειξη τους, απεικονίζοντας λεπτομερώς τις τροφοφόρες αρτηρίες, την αγγειοαρχιτεκτονική της φωλεάς και το απαγωγό φλεβικό δίκτυο και διεξάγεται υποχρεωτικά για την αιμοδυναμική εκτίμηση της αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας στο προ του εμβολισμού στάδιο. Οι μη επεμβατικές αγγειογραφικές τεχνικές όπως η Αξονική και η Μαγνητική Αγγειογραφία μπορούν να είναι διαγνωστικές κατά το πρώτο στάδιο, αποκλείοντας ή επιβεβαιώνοντας την παρουσία της αγγειοδυσπλασίας, ενώ μπορούν να δημιουργήσουν τρισδιάστατα μοντέλα της δυσπλασίας και του περιβάλλοντος εγκεφαλικού παρεγχύματος, χρήσιμα στην προεγχειρητική και προακτινοχειρουργική εκτίμηση. Ακόμη μετά την θεραπεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του αποτελέσματος με ογκομετρικές αναλύσεις της ελάττωσης του μεγέθους της δυσπλασίας (*Anzalone N και συν. 1998, Kesava P και συν. 1996, Rieger J και συν. 1996, Tanaka H και συν. 1997, Kokkinis K και συν. 2004 b, Byrne JV 2005*). Στις ενδοκρανιακές αρτηριοφλεβώδεις επικοινωνίες οι μη επεμβατικές αγγειογραφικές τεχνικές δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την ΨΑΑ στην διάγνωση και στην προ θεραπείας αξιολόγηση. Αν και για τα φλεβώδη αγγειώματα μέθοδος εκλογής είναι η Μαγνητική Τομογραφία με και χωρίς ενδοφλέβιο έγχυση

σκιαγραφικού, η Αξονική Αγγειογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για την ανάδειξη τους (*Ostertun B και συν. 1993, Kokkinis K και συν. 2005*).

Για τα σπαραγγώδη αγγειώματα μέθοδος εκλογής θεωρείται η Μαγνητική Αγγειογραφία αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης η Αξονική Αγγειογραφία (*Kokkinis K και συν. 2005*).

Στην δική μας σειρά 15 αγγειακές δυσπλασίες ήταν η αιτία της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας (7.57%). Ενδιαφέρον προκαλεί η ανάδειξη μίας μικρής μηνιγγικής αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας αρχικά μόνον με την ΑΞΑ. Ακόμη, οι 2 περιπτώσεις σπαραγγωδών αιμαγγειωμάτων που συνόδευαν φλεβώδη αγγειώματα, απεικονίστηκαν επίσης μόνον με την Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία, με αποτέλεσμα να τροποποιηθεί η θεραπευτική αντιμετώπιση. Ωστόσο εκτός από την απεικόνιση των σπαραγγωδών αγγειωμάτων, στις υπόλοιπες περιπτώσεις η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία, ανέδειξε με υψηλή ακρίβεια την αγγειοαρχιτεκτονική των δυσπλασιών, ανώτερη της Αξονικής Αγγειογραφίας και ήταν απαραίτητη ώστε να ακολουθήσει ο κατάλληλος θεραπευτικός σχεδιασμός.

Συνοψίζοντας τα ανωτέρω: Σε ασθενείς με υπόνοια ΑΥΑ αρχική εξέταση πρέπει να είναι η Αξονική Τομογραφία, ενώ επί ενδείξεως συμπληρώνεται από την οσφυονωτιαία παρακέντηση. Η Αξονική Αγγειογραφία μπορεί να εκτελεστεί αμέσως μετά την διαπίστωση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, επιτυγχάνοντας σε διάστημα μερικών λεπτών την ανάδειξη του αιτίου της αιμορραγίας συχνότερα κάποιου ανευρύσματος, με δισδιάστατες και τρισδιάστατες αγγειογραφικές εικόνες και περιστροφή 360° σε όλους τους άξονες. Με την ανάπτυξη της Αξονικής Αγγειογραφίας, είναι δυνατή η εξαιρετική ανάδειξη των ενδοκρανιακών αγγείων και της παθολογίας τους και υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ότι με την Αξονική Αγγειογραφία είναι εφικτή η ανάδειξη ανευρυσμάτων που δεν απεικονίστηκαν με την ΨΑΑ.

Λόγω της συνεχούς εξέλιξης η Αξονική Αγγειογραφία φαίνεται ότι μπορεί να είναι η πρώτη εξέταση στον διαγνωστικό αλγόριθμο της ΑΥΑ, αντικαθιστώντας την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία. Τα ευρήματα της Αξονικής Αγγειογραφίας και οι θεραπευτικές επιλογές αποτελούν αντικείμενο συζήτησης μεταξύ των νευροχειρουργών και των νευροακτινολόγων, ωστόσο η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για την επιλογή της καταλληλότερης αντιμετώπισης των ανευρυσμάτων. Εάν επιλεγεί ο εμβολισμός του ανευρύσματος, η Ψηφιακή

Αφαιρετική Αγγειογραφία θα ακολουθήσει σαν μέρος αυτής της διαδικασίας, ενώ αν επιλεγεί η χειρουργική αντιμετώπιση η Αξονική Αγγειογραφία θα καθορίσει την χειρουργική προσπέλαση και γενικότερα τον προεγχειρητικό σχεδιασμό, με την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία να χρησιμοποιείται επιλεκτικά σε επικουρικό ρόλο (ανάδειξη μικρών διατιρωσών αρτηριών στην βάση του ανευρύσματος). Διαρκώς αυξανόμενος είναι ο αριθμός των νευροχειρουργών που εμπιστεύονται την Αξονική Αγγειογραφία ως την μόνη προεγχειρητική εξέταση. Η Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία ωστόσο πρέπει ακόμη να χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που η Αξονική Αγγειογραφία είναι αρνητική, αλλά τα ευρήματα στην Αξονική Τομογραφία θέτουν την υποψία ανευρυσματικής αιμορραγίας, ενώ είναι μέθοδος εκλογής για την μετεγχειρητική παρακολούθηση. Η Αξονική Αγγειογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη για την αξιολόγηση του αγγειόσπασμου μετά την υπαραχνοειδή αιμορραγία, για την ανάδειξη του ανευρύσματος που αιμορράγησε σε περίπτωση συνύπαρξης πολλαπλών ανευρυσμάτων και ως ένα βαθμό για την μετεγχειρητική παρακολούθηση των ανευρυσμάτων.

Σκόπιμη κρίνεται η περαιτέρω βελτίωση της Αξονικής Αγγειογραφίας, με την χρήση των πολυτομικών Αξονικών Τομογράφων και με κατάλληλες αφαιρετικές τεχνικές, καθώς και η καθιέρωση κοινών πρωτοκόλλων στην εκτέλεση της μεθόδου και στις τεχνικές επεξεργασίας, ώστε τα αποτελέσματα των μελετών να είναι περισσότερο συγκρίσιμα. Πολύ σημαντική θεωρείται η απόκτηση μεγαλύτερης εμπειρίας από τους ακτινολόγους που χρησιμοποιούν την μέθοδο ενώ απαιτείται εξοικείωση με τις εικόνες της Αξονικής Αγγειογραφίας από τους συναδέλφους των λοιπών ειδικοτήτων. Καθώς η Αξονική Αγγειογραφία παρουσιάζει υψηλότερη διακριτική ικανότητα και διαγνωστική ακρίβεια στην διερεύνηση της ανευρυσματικής ΑΥΑ ο ρόλος της Μαγνητικής Αγγειογραφίας φαίνεται να περιορίζεται στην παρακολούθηση των ασθενών μετά από εμβολισμό και στον προληπτικό έλεγχο των ομάδων υψηλού κινδύνου λόγω της απουσίας ιονίζουσας ακτινοβολίας.

Στις περιπτώσεις άλλων αγγειακών δυσπλασιών η Αξονική Αγγειογραφία μπορεί επίσης να είναι η πρώτη εξέταση στον διαγνωστικό αλγόριθμο, αλλά πρέπει να ακολουθεί στη συνέχεια Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία στα πλαίσια της καλύτερης εκτίμησης πριν την θεραπευτική αντιμετώπιση, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις χρήσιμη θεωρείται και η συμβολή της Μαγνητικής Τομογραφίας και

Αγγειογραφίας. Η Αξονική Αγγειογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παρακολούθηση του αποτελέσματος μετά την θεραπευτική αντιμετώπιση των δυσπλασιών.

Σε ότι αφορά το μέλλον της Αξονικής Αγγειογραφίας, εξελίξεις πρέπει να αναμένονται στους ακόλουθους τομείς:

1. Ο αριθμός των ανιχνευτών θα αυξηθεί, μειώνοντας τον χρόνο της εξέτασης, την έκθεση στην ακτινοβολία και αυξάνοντας την διακριτική ικανότητα στο επίπεδο της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι με έναν 64τομο πολυτομικό Αξονικό Τομογράφο ο χρόνος σάρωσης είναι περίπου 10 δευτερόλεπτα, διασφαλίζοντας μια αμιγώς αρτηριακή φάση και είναι πλέον δυνατή η απεικόνιση των μικρών διατιρωσών αρτηριών που εκφύονται από την υποκείμενη αρτηρία στην περιοχή της βάσης του ανευρύσματος, οι οποίες δεν είναι απεικονίσιμες με τον Τομογράφο απλής τομής (*Agid R και συν. 2006*). Η αύξηση της διακριτικής ικανότητας θα βελτιώσει ωστόσο και την απεικόνιση του φλεβικού δικτύου του εγκεφάλου.
2. Η εξέλιξη των πολυτομικών Αξονικών Τομογράφων θα επιτρέψει την βελτίωση της αξιολόγησης των αγγείων σε πραγματικό χρόνο (4^η διάσταση - 4D). Με την ανίχνευση του βαθμού συσταλτικότητας του ανευρυσματικού σάκου κατά τον καρδιακό κύκλο και την μέτρηση της ενδοαυλικής ροής θα καθορίζεται η επικινδυνότητα ρήξης του ανευρύσματος (*Hayakawa M και συν. 2005, Ishida F και συν. 2005*). Ακόμη θα είναι δυνατές δυναμικές μελέτες και στις 3 διαστάσεις.
3. Η εξέλιξη των επεξεργαστών θα κάνει τις ανασυνθέσεις της Αξονικής Αγγειογραφίας πιο απλές και κυρίως πιο γρήγορες, ενώ θα βελτιωθούν οι αφαιρετικές τεχνικές και οι τεχνικές απαλοιφής των artifact.
4. Θα μειωθεί η ποσότητα του χορηγούμενου σκιαγραφικού.

Η τρισδιάστατη Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (3D ΨΑΑ) είναι η τελευταία εξέλιξη της Ψηφιακής Αγγειογραφίας, συνδυάζοντας την διακριτική ικανότητα της ΨΑΑ με την τρισδιάστατη απεικόνιση, δυνατότητα που προσέφεραν μέχρι τώρα η Αξονική και Μαγνητική Αγγειογραφία. Οι εικόνες της 3D ΨΑΑ είναι πλέον συγκρίσιμες με τις αντίστοιχες της Αξονικής Αγγειογραφίας. Ωστόσο μειονέκτημα της μεθόδου παραμένει η αδυναμία της ταυτόχρονης απεικόνισης των αγγειακών

σχηματισμών και της σχέσης τους με τα οστά. Προς την κατεύθυνση αυτή αναμένεται βελτίωση ώστε να είναι εφικτή η τρισδιάστατη ανάδειξη των αγγείων και των οστών με την 3D Ψηφιακή Αγγειογραφία (*Gailloud P και συν. 2004*).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η Αξονική Αγγειογραφία είναι μια απλή, γρήγορη, οικονομική και ελάχιστα επεμβατική μέθοδος με υψηλή ευαισθησία και ειδικότητα πολλά υποσχόμενη για την ανάδειξη και χαρακτηρισμό των εγκεφαλικών ανευρυσμάτων στα πλαίσια διερεύνησης της αυτόματης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, καθώς και για την επιλογή της καταλληλότερης αντιμετώπισης τους. Συμπληρωματικός είναι ο ρόλος της Αξονικής Αγγειογραφίας στην μελέτη άλλων αγγειακών δυσπλασιών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να αξιολογήσει την χρησιμότητα της Αξονικής Αγγειογραφίας (ΑΞΑ) σε ασθενείς με αυτόματη υπαραχνοειδή αιμορραγία (ΑΥΑ), με έμφαση στην πρώιμη ανάδειξη και χαρακτηρισμό κυρίως των εγκεφαλικών ανευρυσμάτων και στην επιλογή της καταλληλότερης θεραπευτικής αντιμετώπισης. Έγινε συγκριτική μελέτη με την ενδαρτηριακή Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (ΨΑΑ) και με τα χειρουργικά ευρήματα.

Κατά την διάρκεια των 5 τελευταίων ετών (2002 – 2006), προσήλθαν στο Νοσοκομείο μας 205 ασθενείς με ΑΥΑ. Όλοι οι ασθενείς εξετάστηκαν με Αξονική Τομογραφία και Αγγειογραφία (ανασυνθέσεις MPR, MIP, SSD, VRT, Virtual Endoscopy, Transparent VR). Με ΨΑΑ εξετάστηκαν 198 ασθενείς αφού 2 ασθενείς κατέληξαν πριν την εκτέλεση της ΨΑΑ και 5 οδηγήθηκαν άμεσα στο χειρουργείο λόγω συνύπαρξης με την υπαραχνοειδή αιμορραγία και ενδοεγκεφαλικού αιματώματος.

Από τους 198 ασθενείς που εξετάστηκαν και με τις δύο μεθόδους, σε 35 δεν παρουσιάστηκαν παθολογικά ευρήματα, σε 15 αιτία της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας ήταν η αιμορραγία αγγειακών δυσπλασιών (10 αρτηριοφλεβώδεις δυσπλασίες, 4 φλεβώδη αγγειώματα στα 2 δε από αυτά συνυπήρχαν σπαραγγώδη αιμαγγειώματα και 1 μικρή μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία) και σε 148 ασθενείς διαγνώστηκαν 179 ανευρύσματα (μεγέθους 2χιλ. – 4 εκ.). Η ΑΞΑ ανέδειξε τα 176 από τα 179

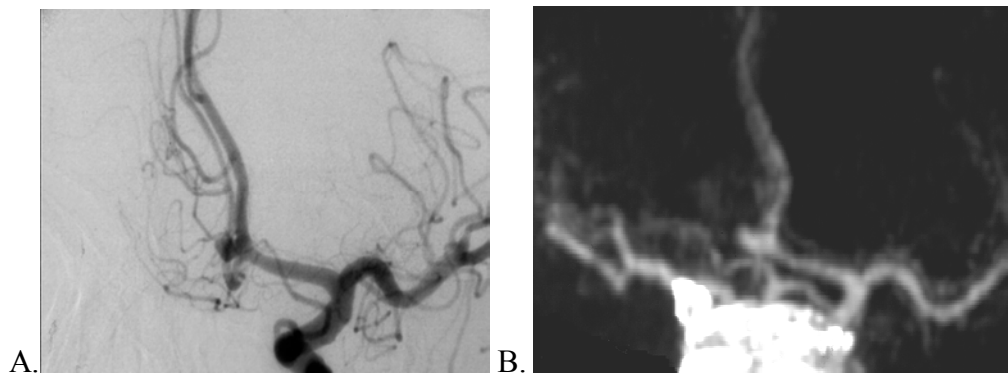
ανευρύσματα. Οι 3 ψευδώς αρνητικές περιπτώσεις αφορούσαν μικρά ανευρύσματα μεγέθους 2 – 3 χιλ. Δεν υπήρξε κανένα ψευδώς θετικό εύρημα (ευαισθησία της ΑΞΑ 98.32% και ειδικότητα 100%). Ένα μικρό ανεύρυσμα στον διχασμό της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας και η μικρή μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία δεν διαγνώστηκαν αρχικά με την ΨΑΑ. Ακόμη η ΨΑΑ δεν ανέδειξε τα 2 σηραγγώδη αιμαγγειώματα που συνυπήρχαν με τα φλεβώδη αγγειώματα.

60 ανευρύσματα αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά, 110 με εμβολισμό και 14 συντηρητικά. Υπήρξε καλή συσχέτιση μεταξύ της ΑΞΑ και των χειρουργικών ευρημάτων. Σε 165 από τα 179 ανευρύσματα ήταν δυνατή η επιλογή της καταλληλότερης αντιμετώπισης με την ΑΞΑ (92.17%), ενώ σε 14 ανευρύσματα χρειάστηκε η συμβολή της ΨΑΑ για την επιλογή της θεραπείας.

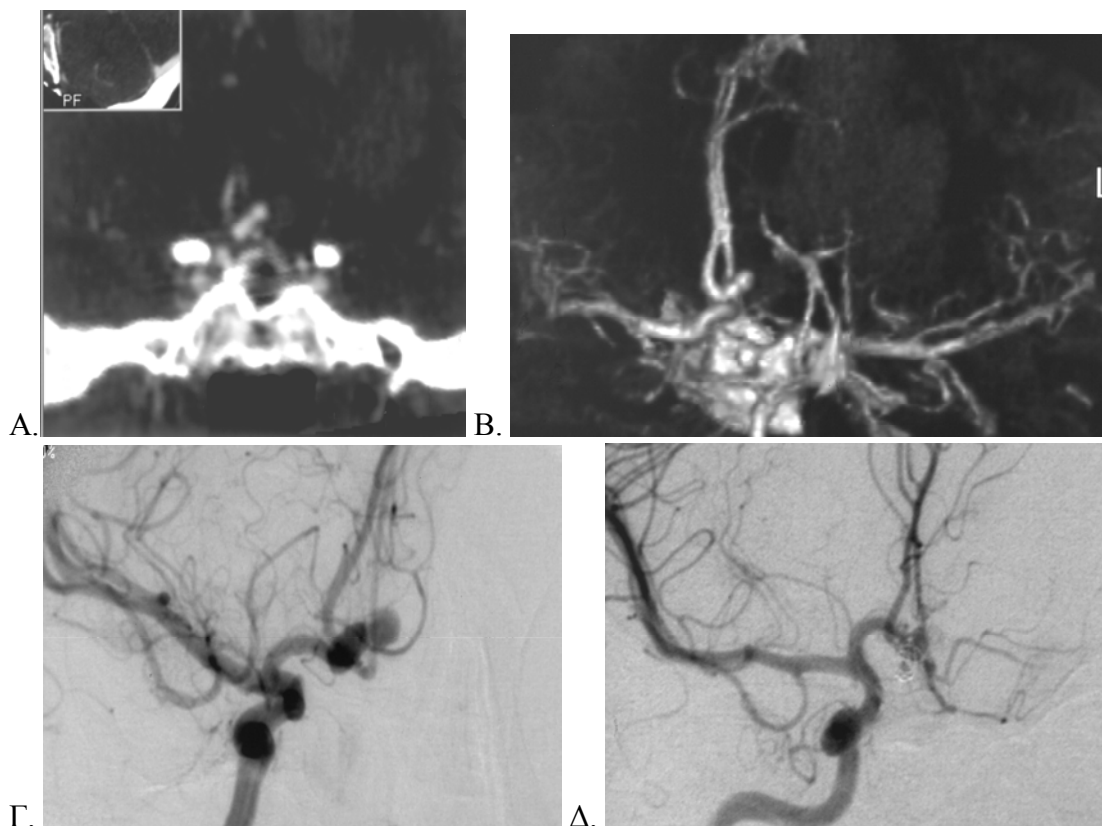
Η ΑΞΑ είναι μια ακριβής, υποσχόμενη μέθοδος στην διερεύνηση της ΑΥΑ, λιγότερο επεμβατική, γρήγορη και με χαμηλότερο οικονομικό κόστος της ΨΑΑ, παρέχοντας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την ανίχνευση και τον χαρακτηρισμό ενός ανευρύσματος. Είναι ασφαλής και αποτελεσματική στην επιλογή της καταλληλότερης αντιμετώπισης του ανευρύσματος, ως μόνη μέθοδος, στις περισσότερες περιπτώσεις. Η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει τον ρόλο της ΑΞΑ, ως πρωταρχικής μεθόδου διερεύνησης της ανευρυσματικής ΑΥΑ, με την ΨΑΑ να εφαρμόζεται σε ειδικές περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα της ΑΞΑ στην μελέτη των άλλων αγγειοδυσπλασιών είναι λιγότερο ικανοποιητικά. Για αυτές απαιτείται η εκτέλεση της ΨΑΑ πριν τον θεραπευτικό σχεδιασμό, ενώ η ΑΞΑ έχει συμπληρωματικό ρόλο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

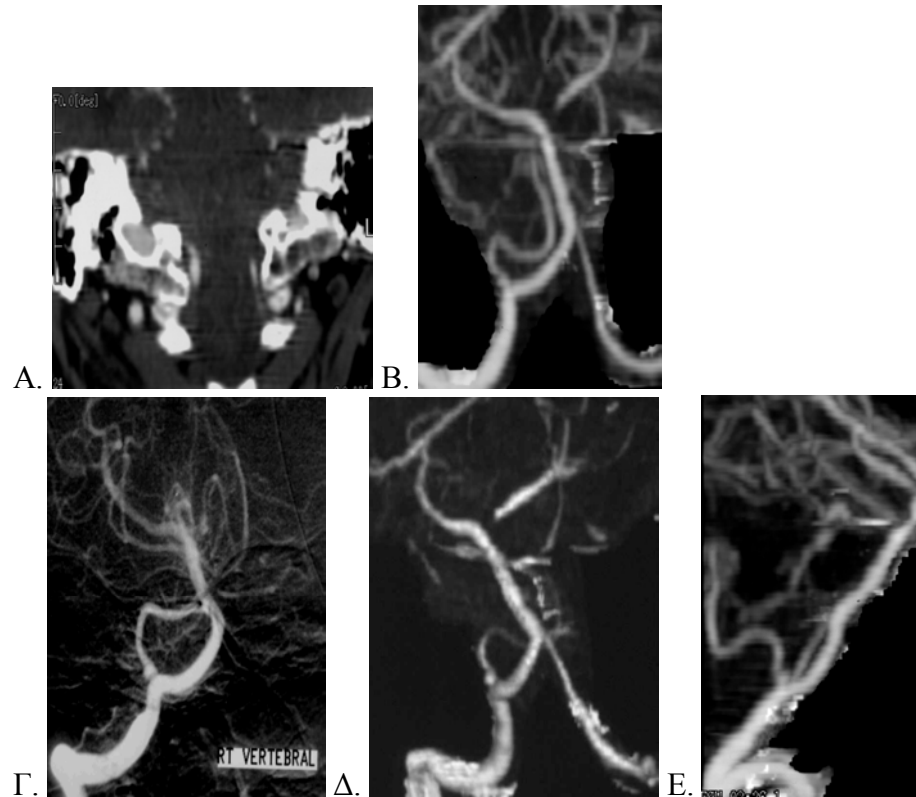
Περίπτωση 1. Ανεύρυσμα 3 χιλ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά. Α. ΨΑΑ και Β. ΑΞΑ (MIP). Με την ΑΞΑ αναδεικνύεται υποπλασία της δεξιάς προσθίας εγκεφαλικής.



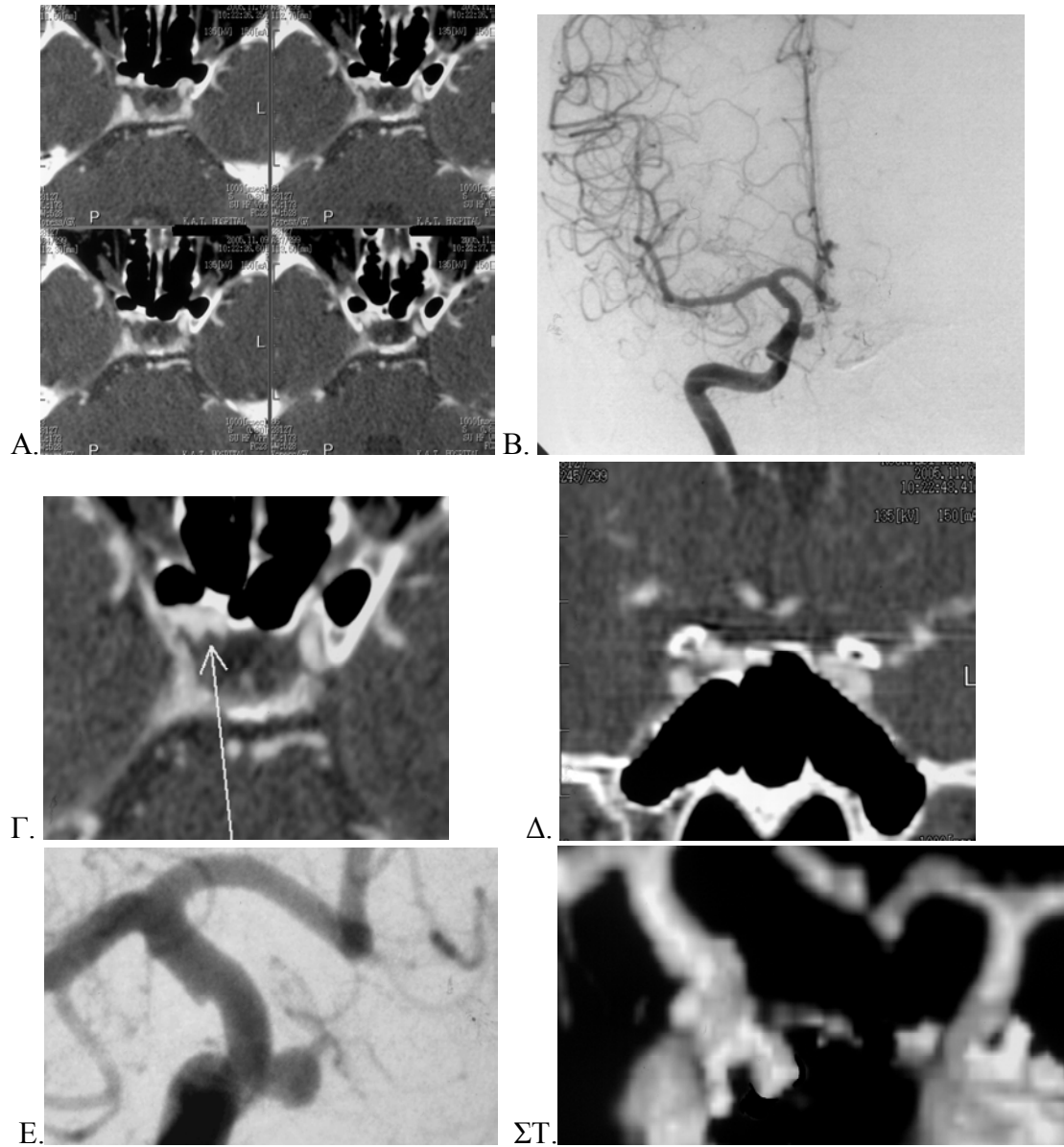
Περίπτωση 2. Δίλοβο ανεύρυσμα 8 χιλ. προσθίας αναστομωτικής δεξιά. ΑΞΑ, Α. MPR και Β. VRT και ΨΑΑ, Γ. προ και Δ. μετά τον εμβολισμό.



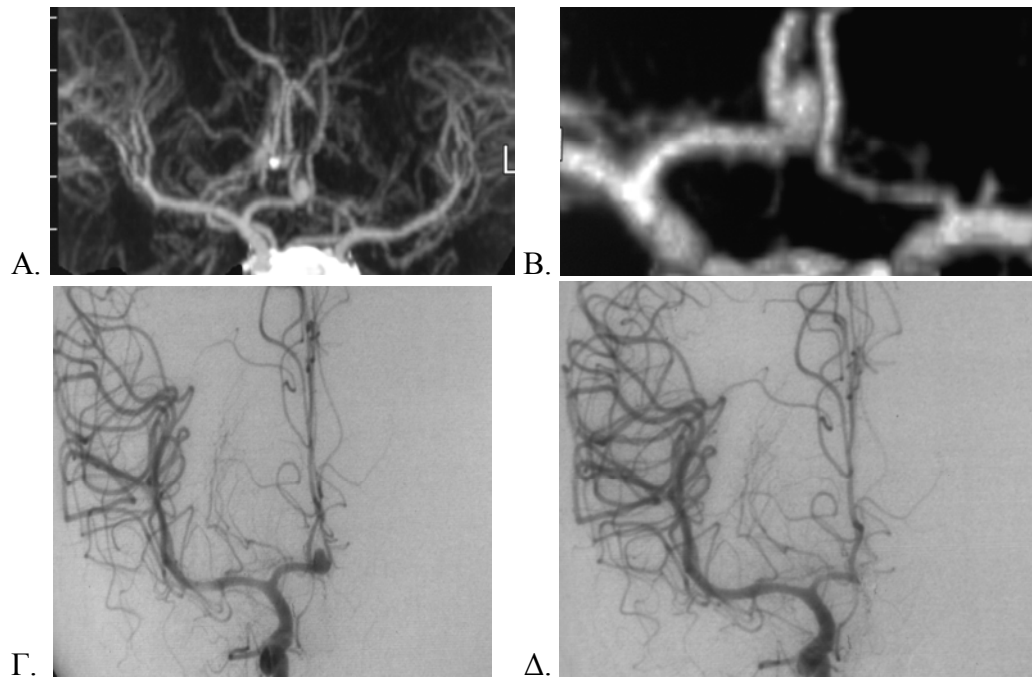
Περίπτωση 3. Μικρό ανεύρυσμα 2χιλ.της οπισθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας δεξιά. Με την ΑΞΑ διαγνώστηκε αρχικά σαν εκτασία της έκφυσης του αγγείου Α. MPR και Β. MIP, Γ. ΨΑΑ. Ανάδειξη του ανευρύσματος με την ΑΞΑ μετά επανεπεξεργασία Δ. VRT και Ε. MIP.



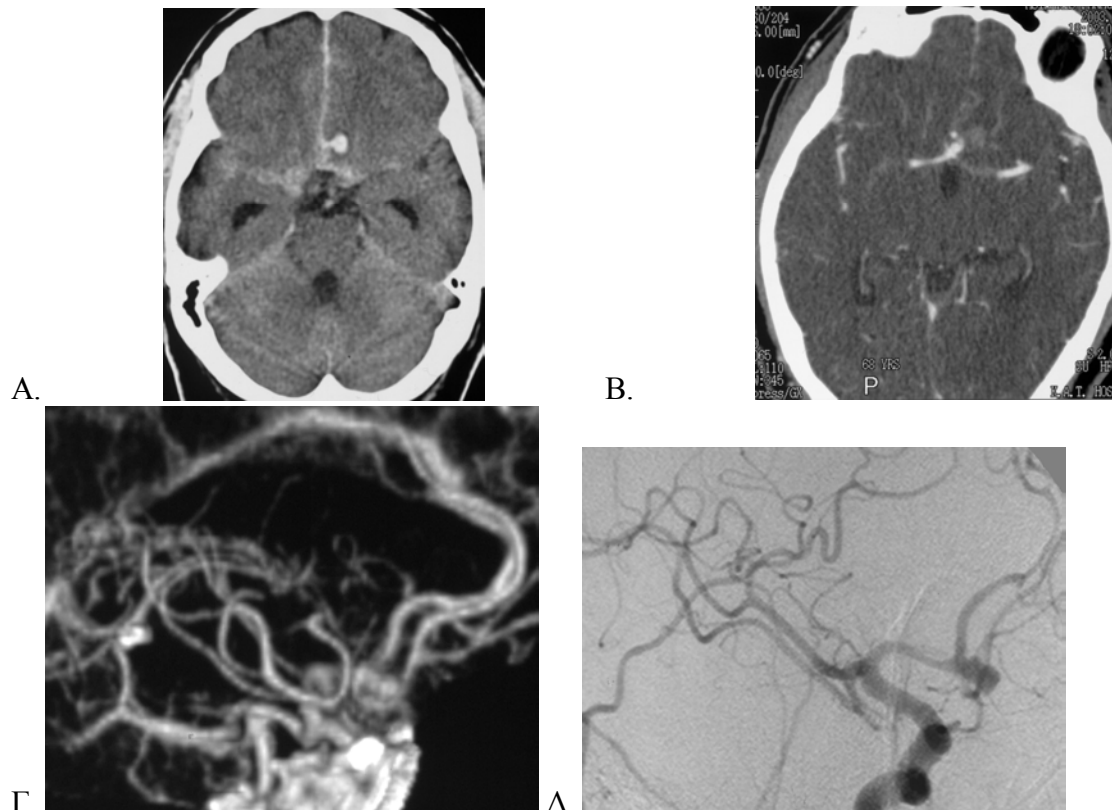
Περίπτωση 4. Ανεύρυσμα 3 χιλ. δεξιάς οφθαλμικής δεν διαγνώστηκε αρχικά με την ΑΞΑ λόγω της στενής συσχέτισης με το παρακείμενο οστόν, Α. πρωτογενείς τομές ΑΞΑ και Β. ΨΑΑ .Το ανεύρυσμα διαγνώστηκε μετά την επανεπεξεργασία της ΑΞΑ, Γ. πρωτογενείς τομές ΑΞΑ, Δ. MPR, Ε. ΨΑΑ και ΣΤ. ΑΞΑ (VRT).



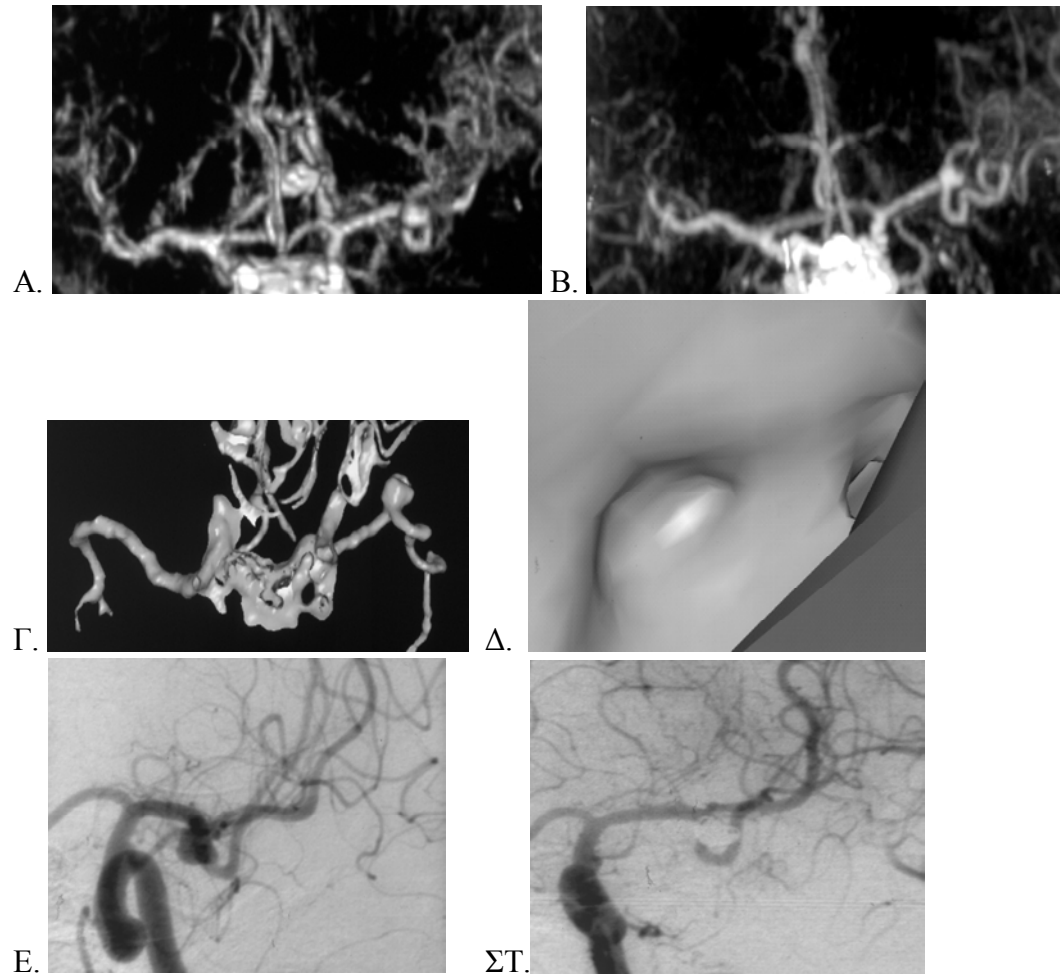
Περίπτωση 5. Ανεύρυσμα 5 χιλ. προσθίας αναστομοτικής δεξιά Α. ΑΞΑ (MIP) και Β. ΑΞΑ (VRT). Με την εκλεκτική απομόνωση του ανευρύσματος είναι σαφής η προέλευση του από δεξιά, Γ. ΨΑΑ προ και Δ. μετά τον εμβολισμό.



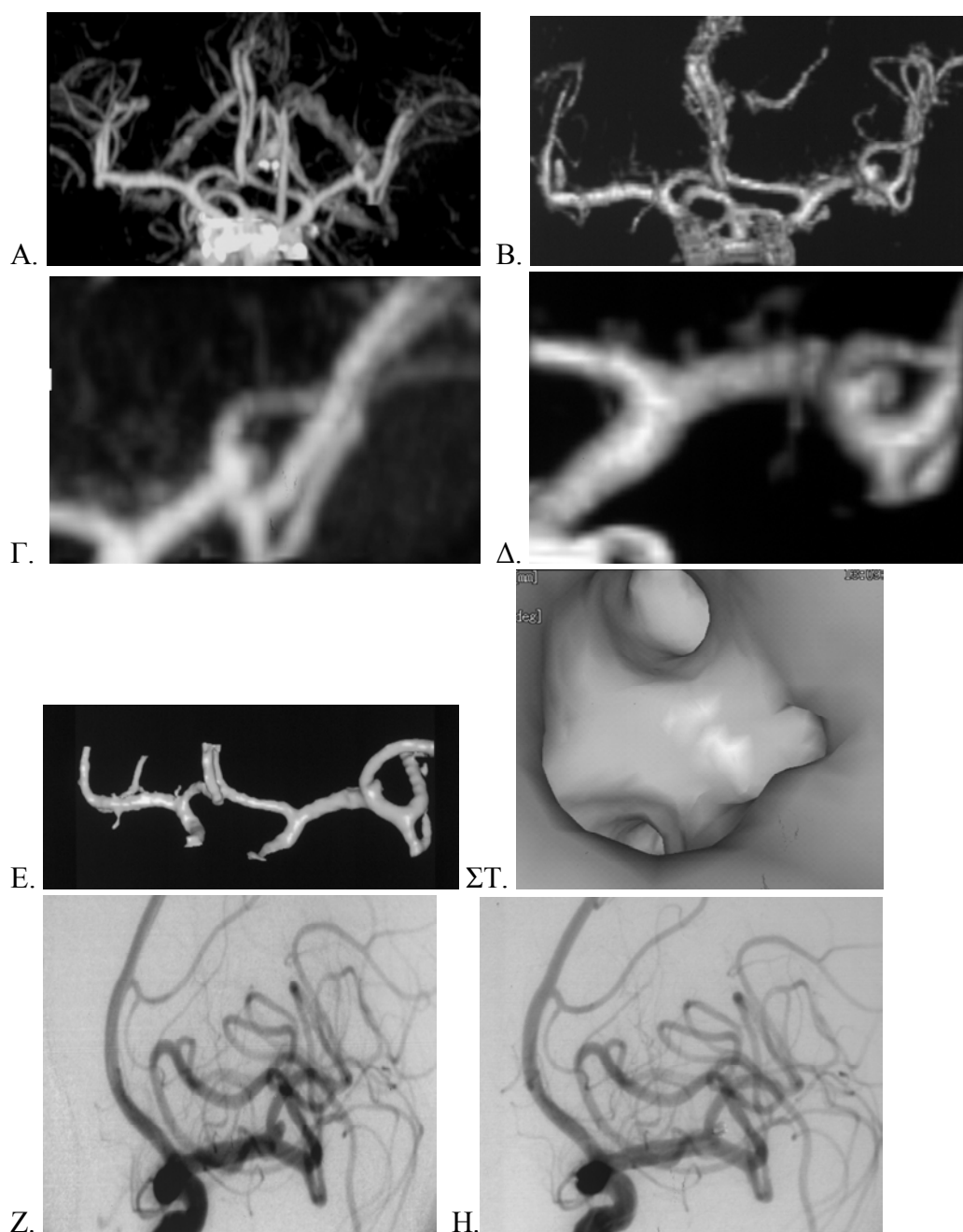
Περίπτωση 6. Α. Απλή ΑΤ: Υπαραχνοειδής αιμορραγία ύποπτη ρήξης ανευρύσματος της προσθίας αναστομοτικής αρτηρίας και ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα σύστοιχα αριστερά, Β. Τομή ΑΞΑ : Το ανεύρυσμα προέρχεται από δεξιά, Γ. Δίλοβο ανεύρυσμα 5 χιλ. προσθίας αναστομοτικής δεξιά ΑΞΑ (VRT) και Δ. ΨΑΑ.



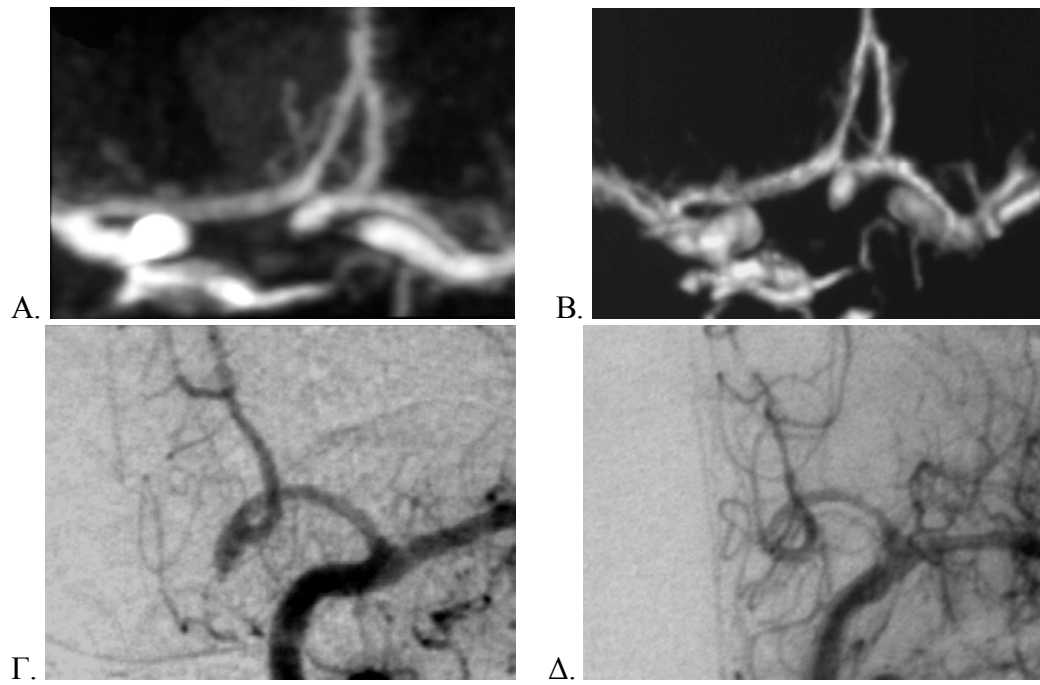
Περίπτωση 7. Ανεύρυσμα 5 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά. ΑΞΑ, Α. MIP και Β. VRT και Εικονική ενδοσκόπηση Γ. Fly around και Δ. Fly through. Αναδεικνύεται η γεινίαση του αυχένα του ανευρύσματος με την έκφυση παρακείμενου κλάδου της μέσης εγκεφαλικής. Ε. ΨΑΑ προ και ΣΤ. μετά τον εμβολισμό.



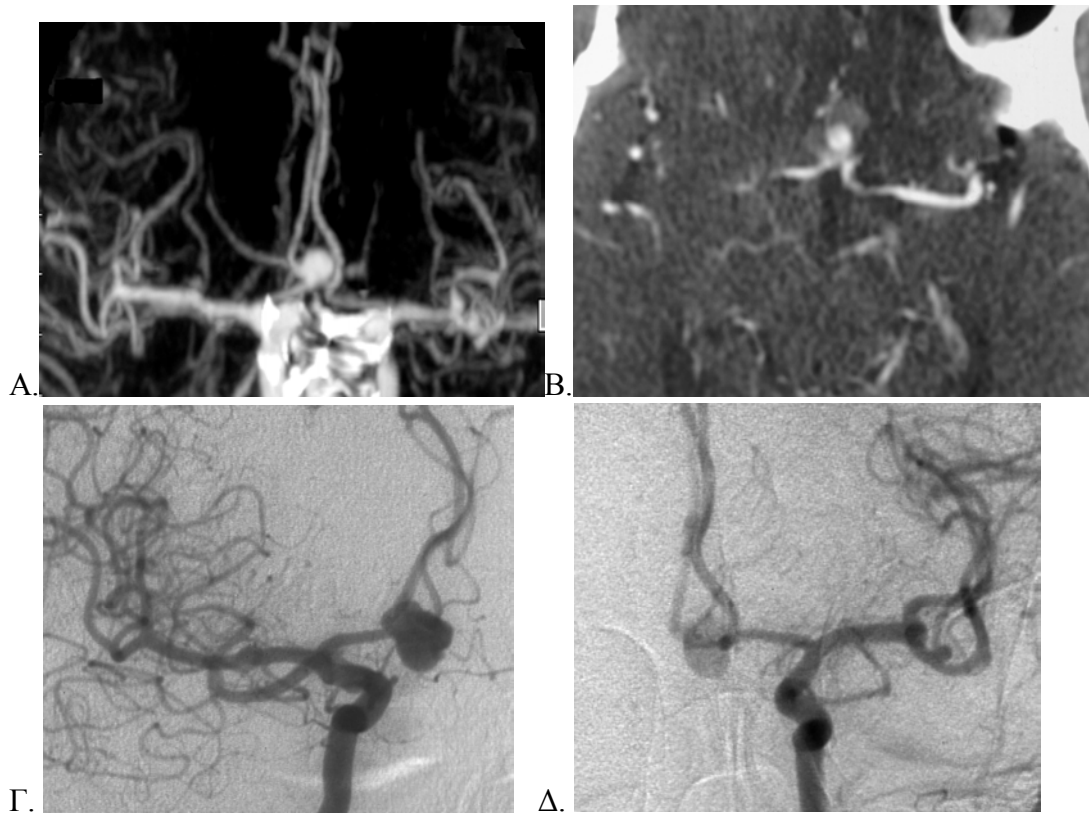
Περίπτωση 8. Ανεύρυσμα 3 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά. Αρχικά διαγνώστηκε μόνον με την ΑΞΑ, Α. MIP, Β. VRT. Εκλεκτική απομόνωση και μεγέθυνση των εικόνων Γ. MIP και Δ. VRT. Εικονική ενδοσκόπηση Ε. Fly around και ΣΤ. Fly through (αναδεικνύεται η γεινίαση του αυχένα του ανευρύσματος με την έκφυση των μακρών κλάδων της μέσης εγκεφαλικής, ενώ απεικονίζεται βαθμός ανωμαλίας της έσω επιφάνειας του ανευρυσματικού σάκου λόγω ρήξης του ανευρύσματος). Το ανεύρυσμα διαγνώστηκε σε δεύτερο έλεγχο και με την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία, Ζ. προ και Η. μετά τον εμβολισμό.



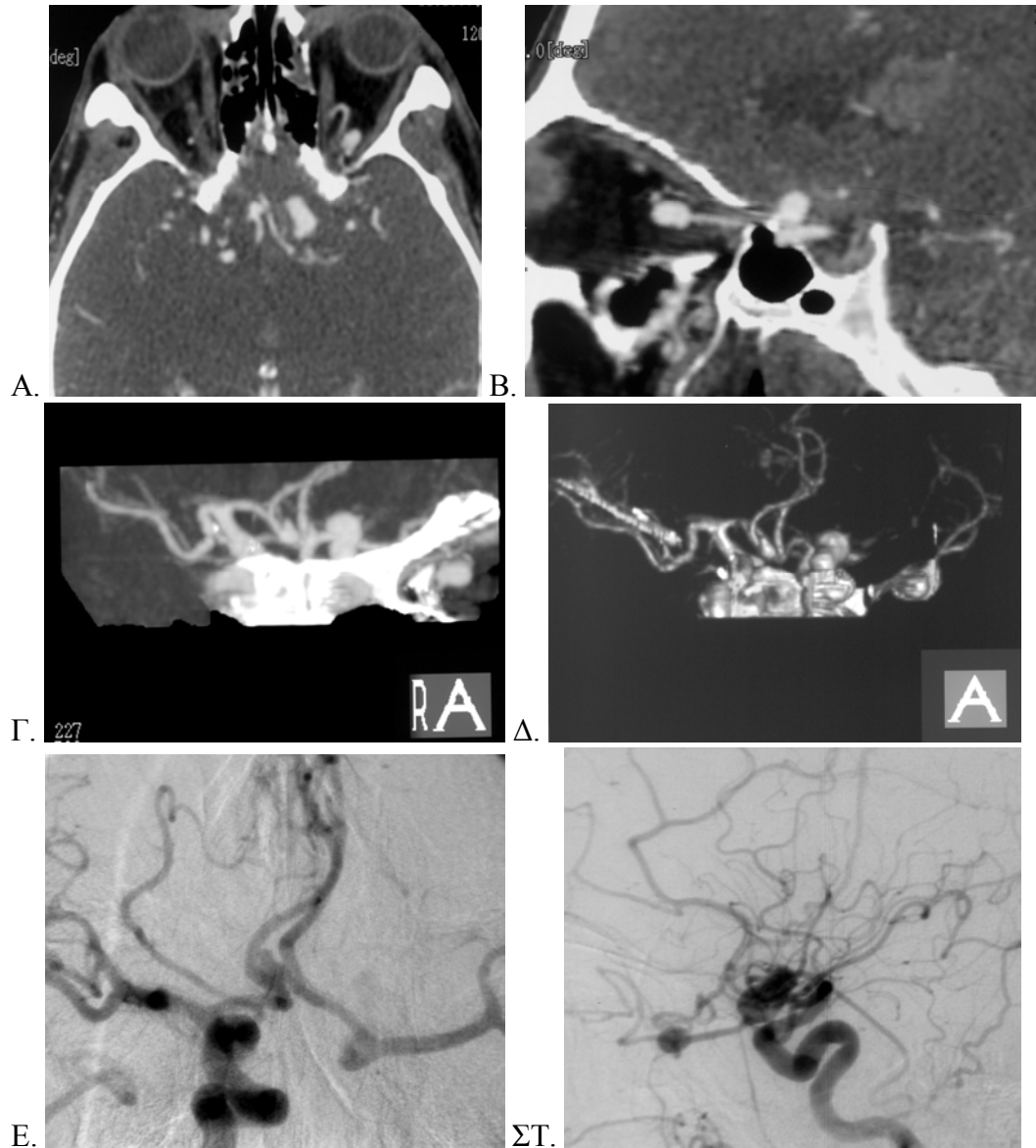
Περίπτωση 9. Ανεύρυσμα 3 χιλ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά. ΑΞΑ . Α .MIP, Β. VRT, ΨΑΑ Γ. προ και Δ. μετά τον εμβολισμό.



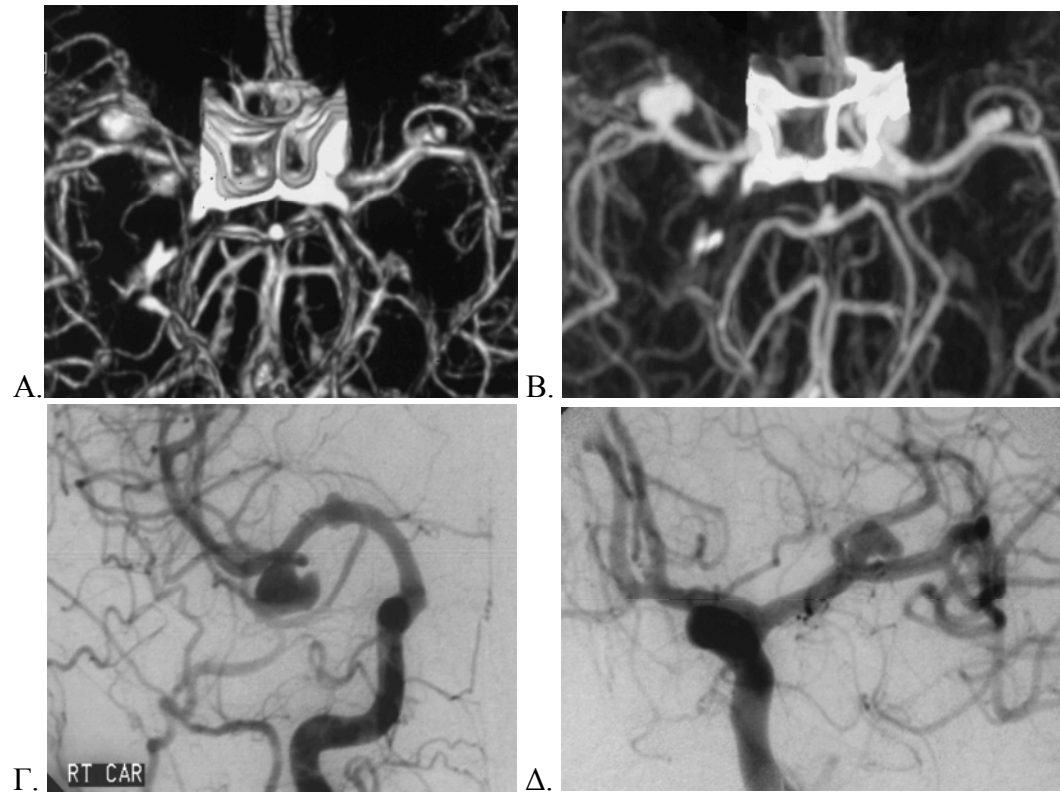
Περίπτωση 10. 3 ανευρύσματα. 1ο) 15 χιλ. προσθίας αναστομωτικής δεξιά, 2ο) 3 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά, 3ο) 3 χιλ. μετά τον διχασμό της μέσης εγκεφαλικής αριστερά. Α. ΑΞΑ (MIP), Β. Τομή ΑΞΑ. Αναδεικνύεται ότι έχει αιμορραγήσει το ανεύρυσμα της προσθίας αναστομωτικής, το οποίο παρουσιάζει και περιφερικό θρόμβο, Γ. ΨΑΑ, έσω καρωτίδα δεξιά (με την ΨΑΑ δεν αναδεικνύεται ο θρόμβος) και Δ. ΨΑΑ έσω καρωτίδα αριστερά.



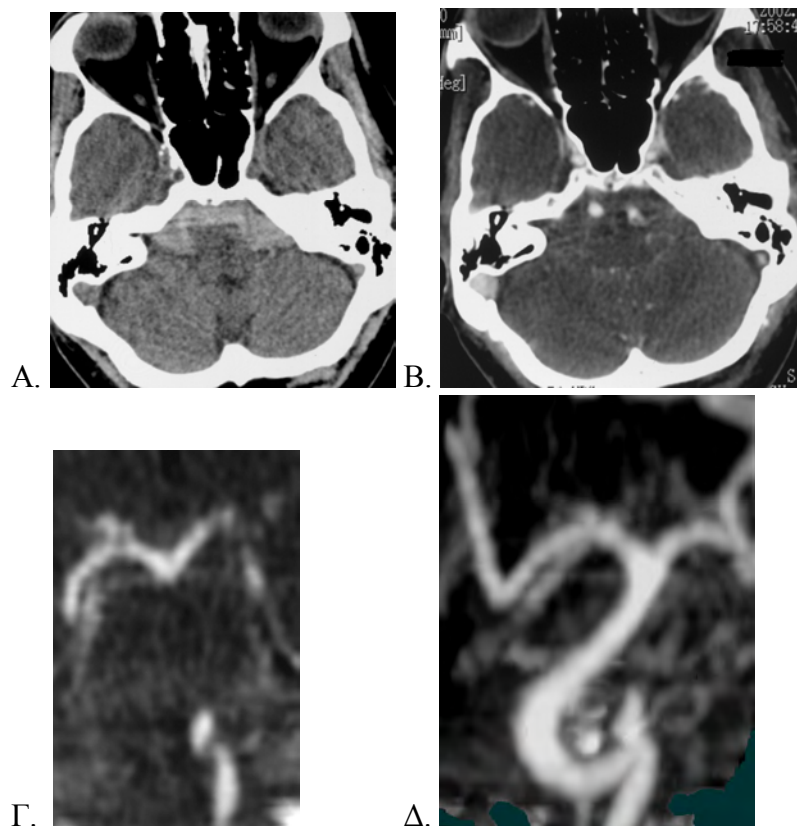
Περίπτωση 11. 3 ανευρύσματα. 1ο) 10 χιλ. εγκεφαλικής μοίρας έσω καρωτίδας αριστερά (ραγέν), 2ο) 7 χιλ. αριστεράς οφθαλμικής, 3ο) 4χιλ. προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας δεξιά. Α. Τομή ΑΞΑ, Β. MPR, Γ. ΑΞΑ (MIP), Δ. ΑΞΑ (VRT), Ε. ΨΑΑ, έσω καρωτίδα δεξιά και ΣΤ. ΨΑΑ, έσω καρωτίδα αριστερά.



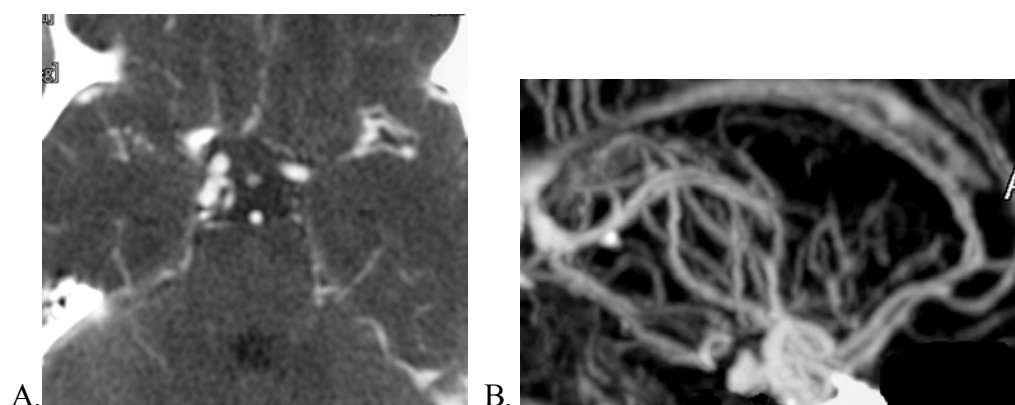
Περίπτωση 12. 3 ανευρύσματα. 1ο) 10 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής δεξιά, 2ο) 5 χιλ. εγγύς μικρού κλάδου μέσης εγκεφαλικής δεξιά (ραγέν), 3ο) 8 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά. ΑΞΑ, Α. MIP, Β. VRT και ΨΑΑ, Γ. έσω καρωτίδα δεξιά, Δ. έσω καρωτίδα αριστερά.



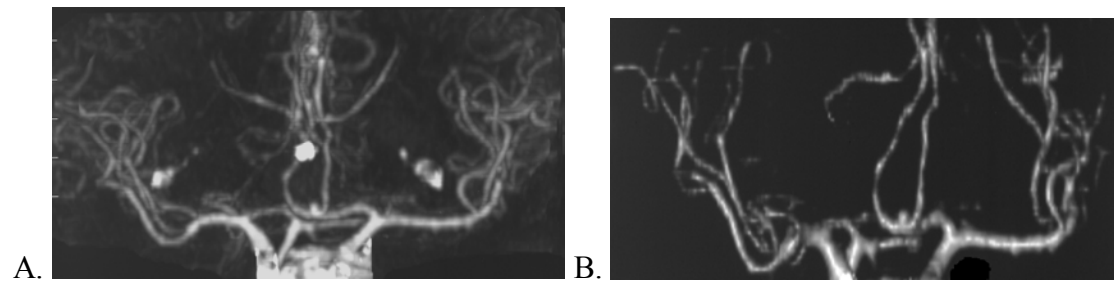
Περίπτωση 13. Ανεύρυσμα 5 χιλ. της οπισθίας κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας αριστερά. Α. Απλή ΑΤ:Υπαραχνοειδής αιμορραγία στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο, Β. Τομή ΑΞΑ: Εξαγγείωση από το ανεύρυσμα, Γ. ΑΞΑ (MPR), Δ. ΑΞΑ (MIP).



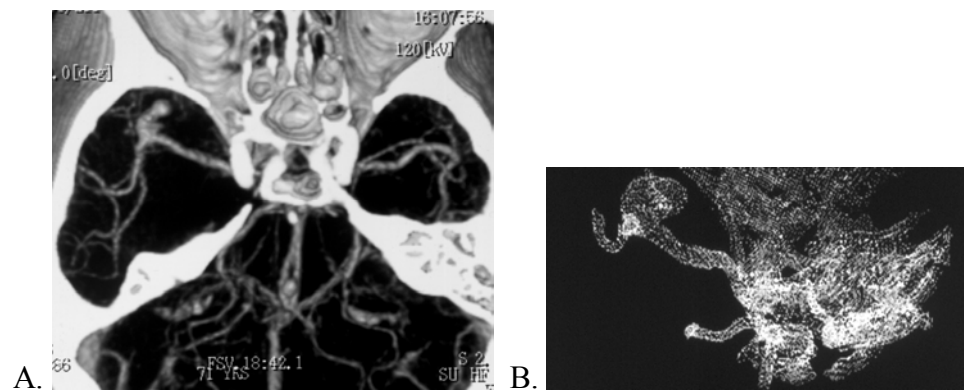
Περίπτωση 14. Ανεύρυσμα 10 χιλ. οπισθίας αναστομοωτικής δεξιά. Α. Τομή ΑΞΑ και Β. ΑΞΑ (MIP).



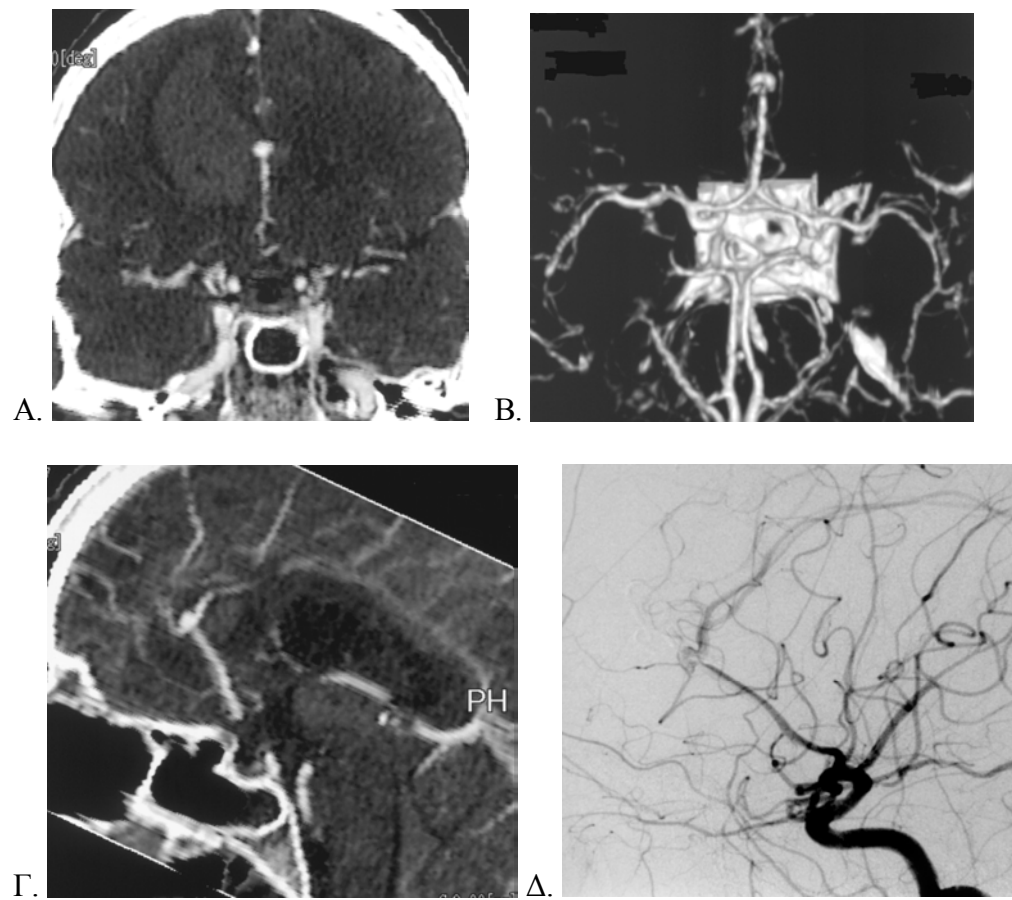
Περίπτωση 15. Μικρό 2 χιλ. ανεύρυσμα της προσθίας αναστομωτικής αρτηρίας αριστερά. ΑΞΑ, A. (MIP) και B. (VRT).



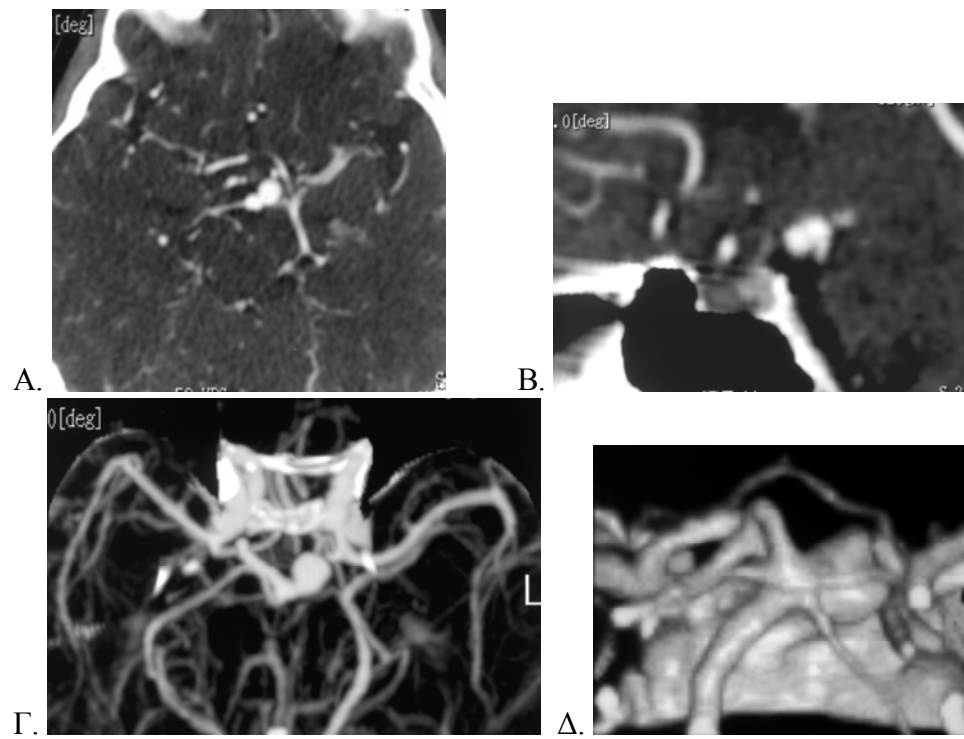
Περίπτωση 16. Πολυλοβωτό ανεύρυσμα 13 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής δεξιά. ΑΞΑ, A. VRT και B. tVR (με την διαφανή απεικόνιση του αγγειακού τοιχώματος επιτυγχάνεται η ανάδειξη του αυχένος του ανευρύσματος).



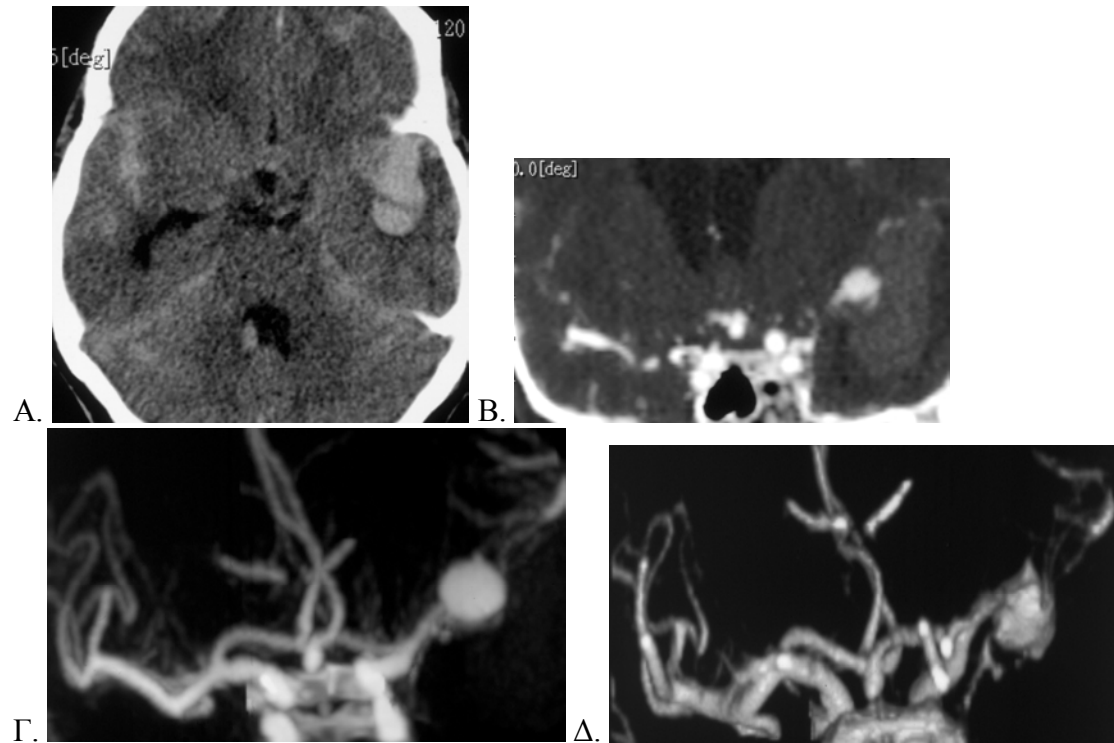
Περίπτωση 17. Ανεύρυσμα 5 χιλ. περιμεσολοβίου. ΑΞΑ, Α. MPR, Β. VRT, Γ. ΑΞΑ (MPR) και Δ. ΨΑΑ μετά την χειρουργική αντιμετώπιση.



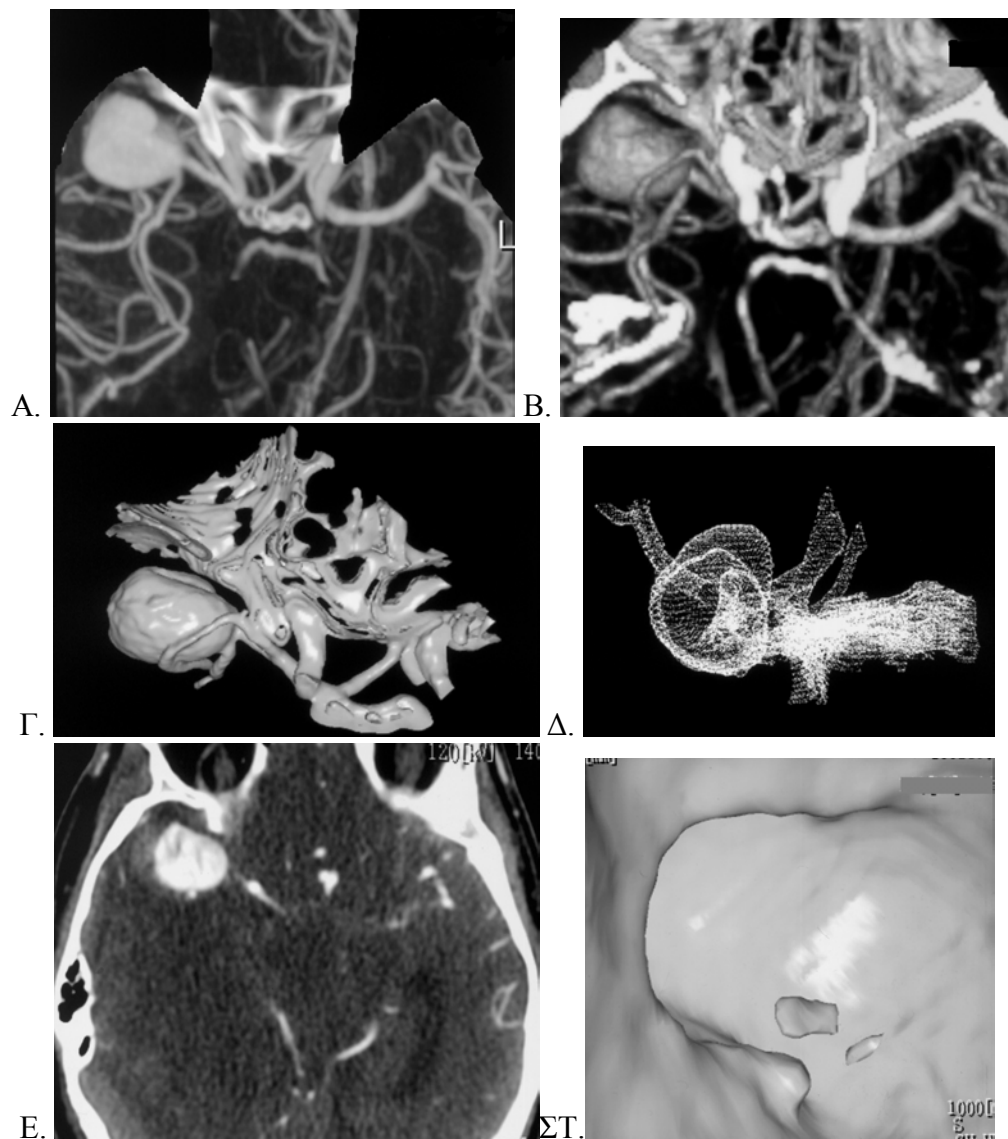
Περίπτωση 18. Ανεύρυσμα 10 χιλ. οπισθίας εγκεφαλικής αριστερά.
Α. Τομή ΑΞΑ, Β. ΑΞΑ (MPR), Γ. ΑΞΑ (MIP) και Δ. ΑΞΑ (VRT).



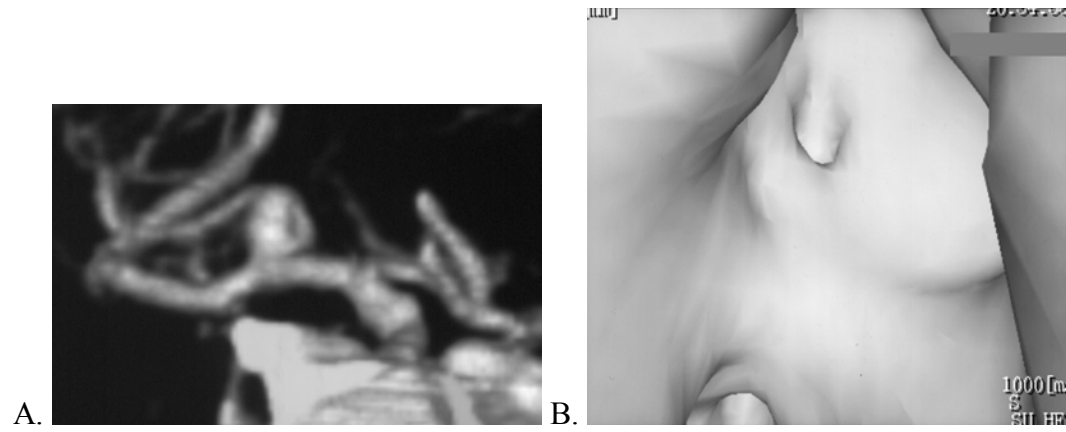
Περίπτωση 19. 2 ανευρύσματα. 1ο) 13 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά (ραγέν), 2ο) 5 χιλ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά. Α. Απλή ΑΤ, η κατανομή της αιμορραγίας καταδεικνύει το ανεύρυσμα που αιμορράγησε, Β. ΑΞΑ (MPR), Γ. ΑΞΑ (MIP) και Δ. ΑΞΑ (VRT). Ανάδειξη του αγγειόσπασμου σύστοιχα με το ανεύρυσμα που αιμορράγησε.



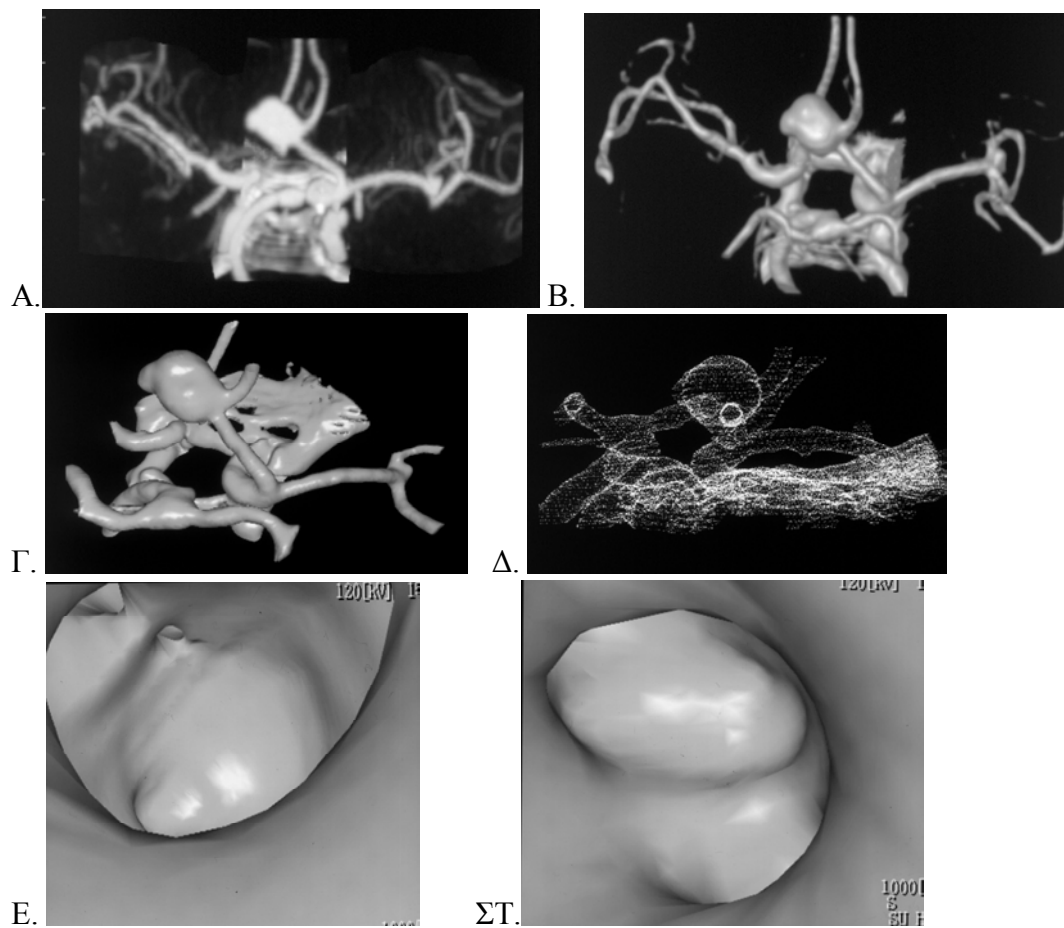
Περίπτωση 20. 2 ανευρύσματα. 1ο) 2.5 εκ διασμού δεξιάς μέσης εγκεφαλικής (ραγέν), 2ο) 3 χιλ. διασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά. Α. ΑΞΑ (MIP), Β. ΑΞΑ (VRT), ΑΞΑ - Εικονική ενδοσκόπηση Γ. Fly around (απεικόνιση της ανωμαλίας του αυλού του ανευρύσματος ενδεικτική ρήξης) και Δ. dVR (ανάδειξη του αυχένα του ανευρύσματος μέσα από το ανεύρυσμα). Ε. Τομή ΑΞΑ και ΣΤ. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through). Απεικόνιση της ανωμαλίας του αυλού του ανευρύσματος, ενδεικτική ρήξης.



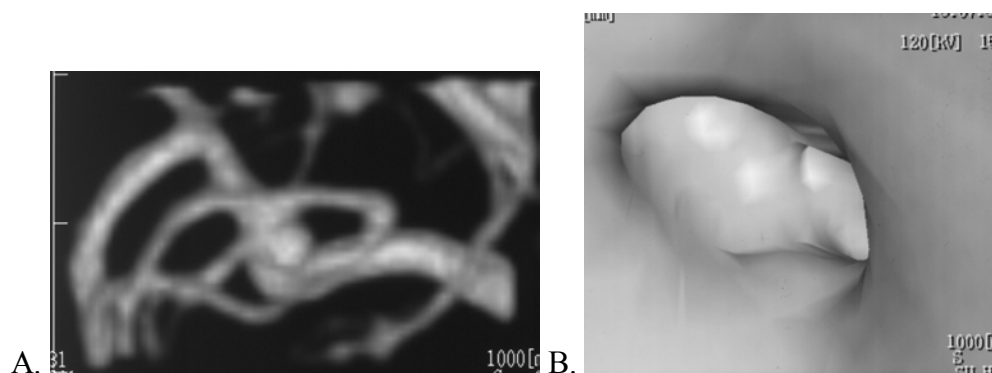
Περίπτωση 21. Ανεύρυσμα 8 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής δεξιά. Α. ΑΞΑ (VRT) και Β. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through). Στο ανεύρυσμα περιλαμβάνεται η έκφυση ενός κλάδου της μέσης εγκεφαλικής.



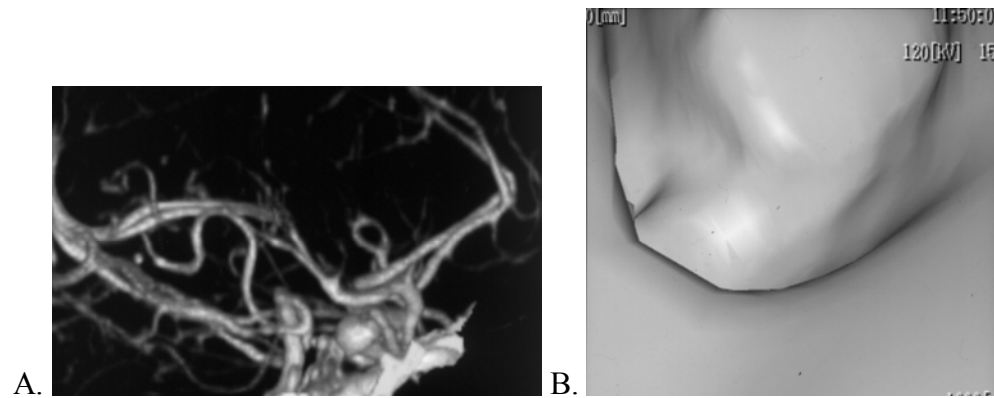
Περίπτωση 22. 2 ανευρύσματα. 1ο) 2 εκ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά (ραγέν). 2ο) 5 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά. ΑΞΑ. Α. (MIP), Β. (VRT). Εικονική ενδοσκόπηση Γ. Fly around, Δ. dVR (απεικόνιση των αυχένων των ανευρυσμάτων διαμέσου του αγγειακού τοιχώματος). Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through), Ε. Ανεύρυσμα προσθίας αναστομωτικής – ανωμαλία της έσω επιφάνειας του σάκου, ενδεικτική ρήξης και ΣΤ. Ανεύρυσμα μέσης εγκεφαλικής – ομαλή επιφάνεια του αυλού.



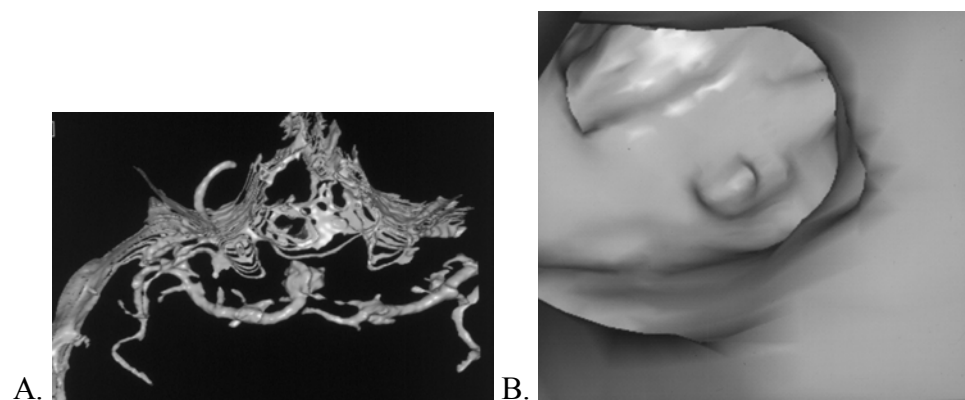
Περίπτωση 23. Μικρό ανεύρυσμα 2 χιλ. μέσης εγκεφαλικής δεξιά. Α. ΑΞΑ (VRT) και Β. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through). Ανάδειξη της σχέσης του ανευρύσματος με την υποκείμενη αρτηρία.



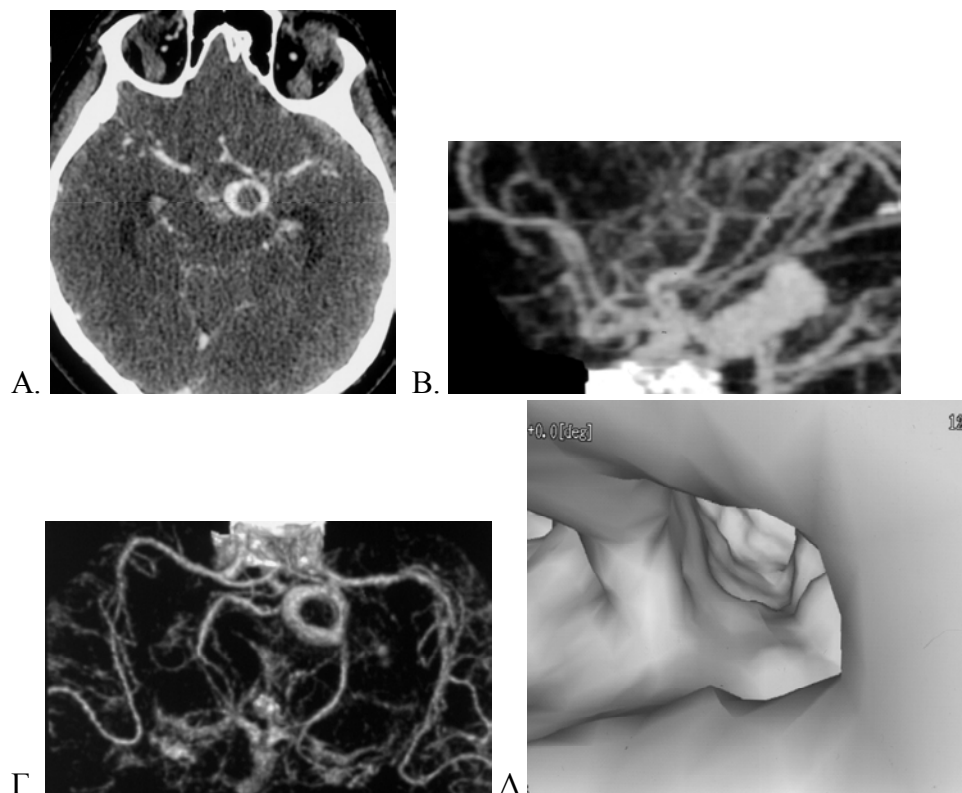
Περίπτωση 24. Ανεύρυσμα 8 χιλ. οπισθίας αναστομωτικής δεξιά. Α. ΑΞΑ (VRT) και Β. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through), απεικονίζει ανωμαλία της έσω επιφάνειας του σάκου, ενδεικτική ρήξης.



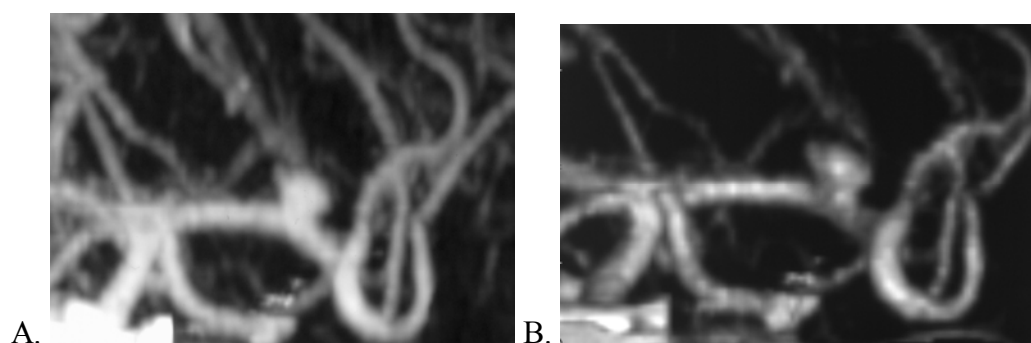
Περίπτωση 25. Ανεύρυσμα 10 χιλ. προσθίας αναστομωτικής δεξιά. ΑΞΑ. Εικονική ενδοσκόπηση, Α. Fly around και Β. Fly through. Ανωμαλία της έσω επιφάνειας του σάκου, ενδεικτική ρήξης.



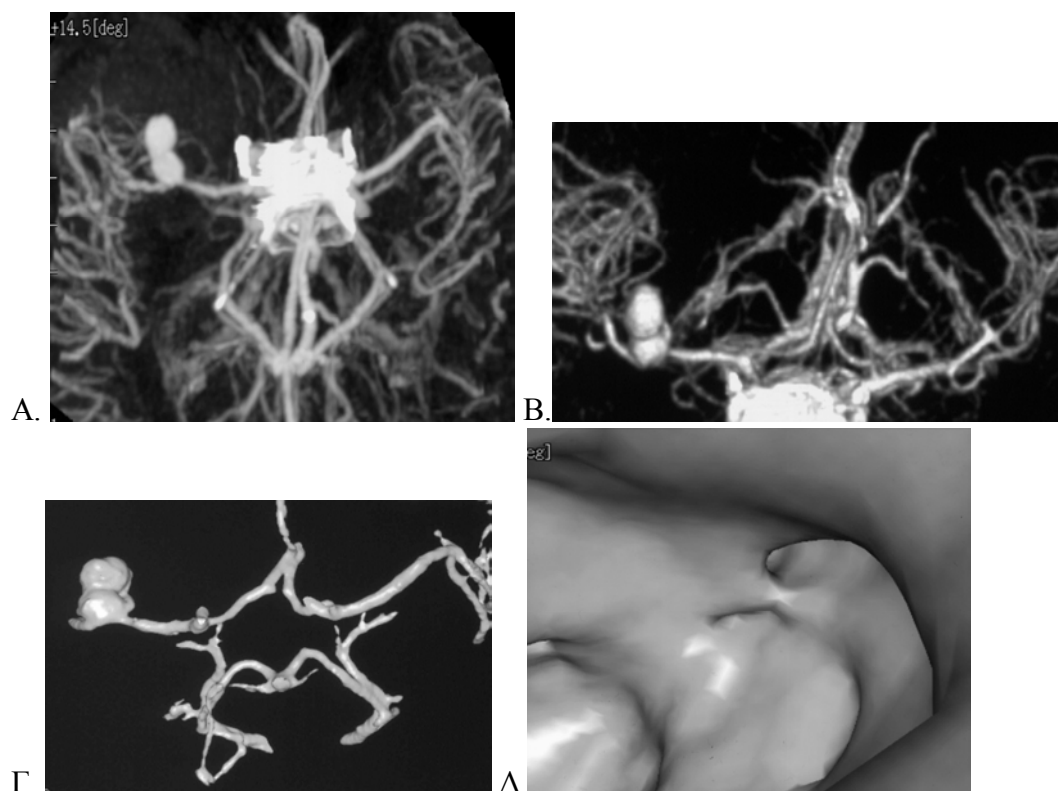
Α. Περίπτωση 26. Ανεύρυσμα 15 χιλ. οπισθίας αναστομωτικής αριστερά. Α. Τομή ΑΞΑ, Β. ΑΞΑ (MIP), ανάδειξη ευμεγέθους κεντρικού θρόμβου, Γ. ΑΞΑ (VRT) και Δ. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through), ανωμαλία της έσω επιφάνειας του σάκου, ενδεικτική ρήξης.



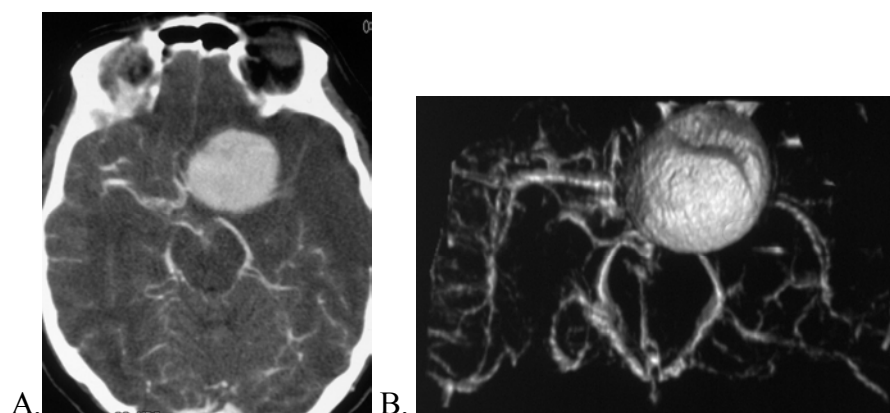
Περίπτωση 27. Ανεύρυσμα 8 χιλ. προ του διχασμού της μέσης εγκεφαλικής αριστερά. ΑΞΑ. Α. MIP και Β. VRT.



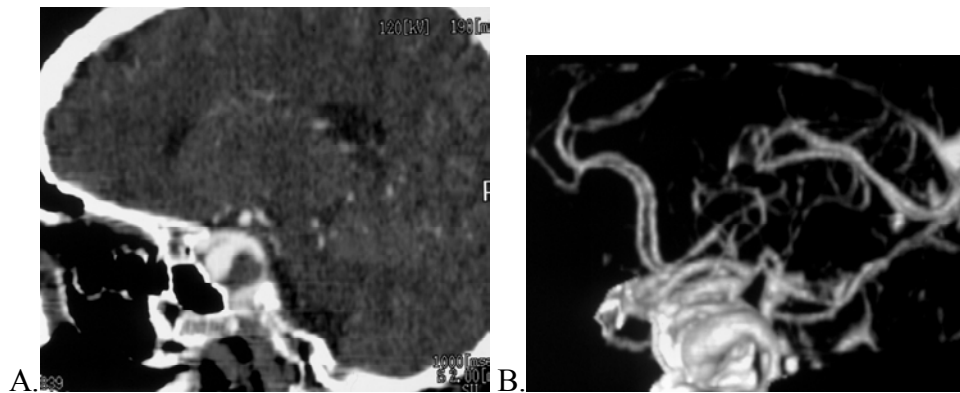
Περίπτωση 28. Δίλοβο ανεύρυσμα 15 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής δεξιά. ΑΞΑ. Α.ΜΙΡ και Β. VRT. Παρουσία μέτριου αγγειόσπασμου. Εικονική ενδοσκόπηση. Γ. Fly around και Δ. Fly through. Ανάδειξη της δίλοβης μορφολογίας, της σχέσης με την παρακείμενη έκφυση αγγειακού κλάδου και της ανωμαλίας της έσω επιφάνειας του ανευρύσματος, ενδεικτικής ρήξης.



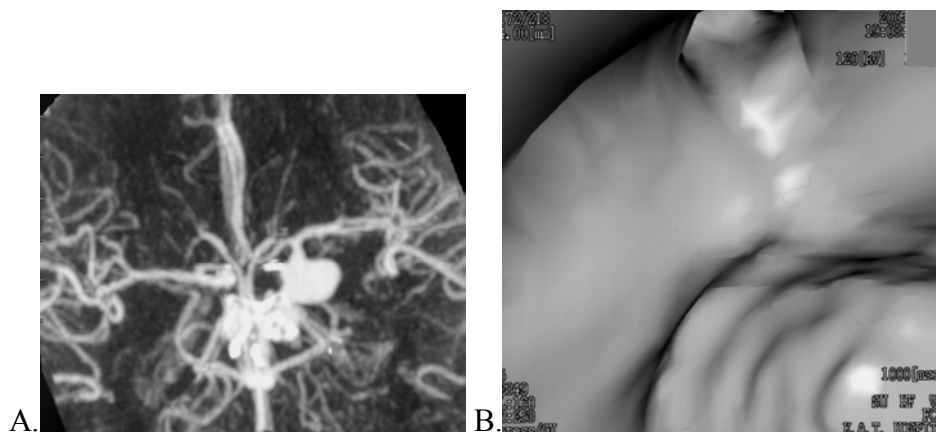
Περίπτωση 29. Γιγαντιαίο ανεύρυσμα 4 εκ. εγκεφαλικής μοίρας έσω καρωτίδας αριστερά. Α. Τομή ΑΞΑ και Β. ΑΞΑ (VRT), ανάδειξη της εγκεφαλικής ισχαιμίας και του αγγειόσπασμου.



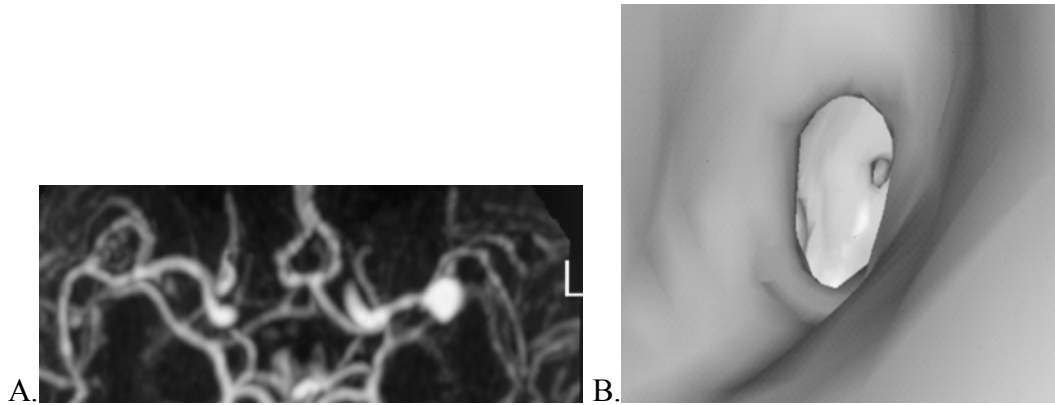
Περίπτωση 30. Ανεύρυσμα 2 εκ. ενδοσηραγγώδους μοίρας έσω καρωτίδας αριστερά με παρουσία θρόμβου. ΑΞΑ, Α. MPR και Β. VRT.



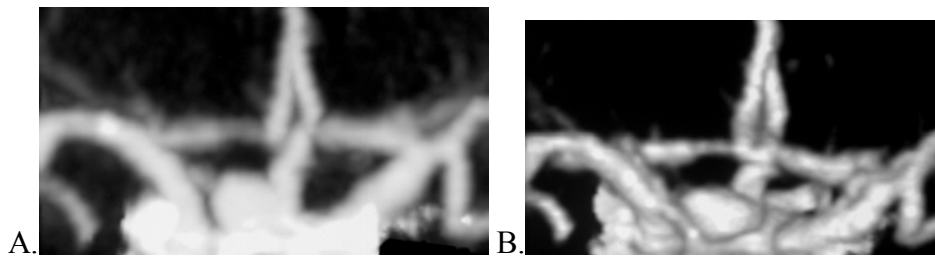
Περίπτωση 31. Ανεύρυσμα 18 χιλ. οπισθίας αναστομωτικής αριστερά με μικρό αυχένα. Α. ΑΞΑ (MIP) και Β. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through), απεικόνιση της σχέσης του ανευρύσματος με την υποκείμενη έσω καρωτίδα και της ανωμαλίας της έσω επιφάνειας του ανευρύσματος ,ενδεικτικής ρήξης.



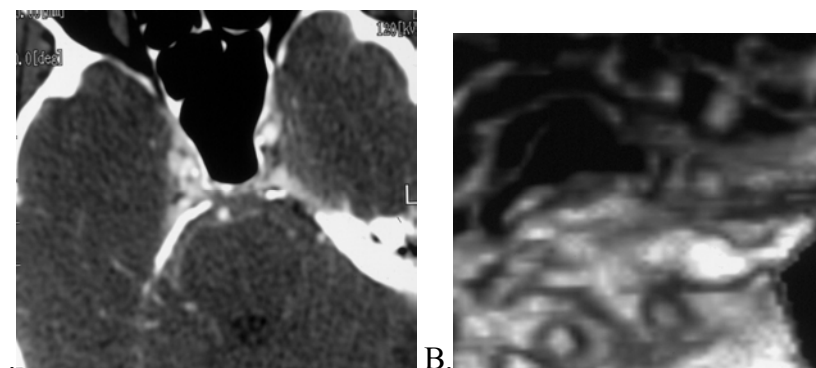
Περίπτωση 32. Ανεύρυσμα 8 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά. Α. ΑΞΑ (MIP) και Β. Εικονική ενδοσκόπηση (Fly through), οι εκφύσεις των μακρών κλάδων της μέσης εγκεφαλικής περιλαμβάνονται στον ανευρυσματικό σάκο.



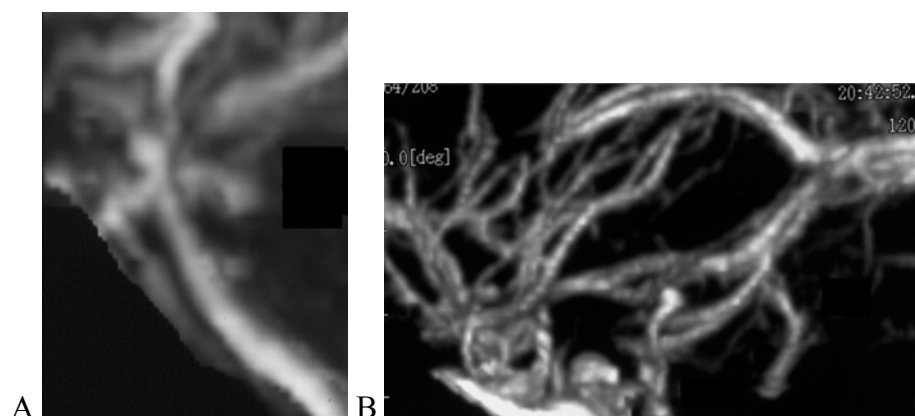
Περίπτωση 33. Ανεύρυσμα 8 χιλ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά με κατιούσα φορά. ΑΞΑ, Α. MIP και Β. VRT.



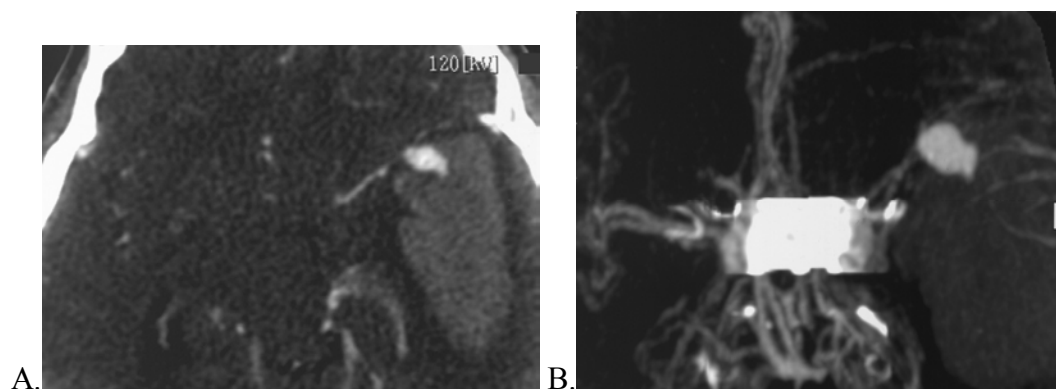
Περίπτωση 34. Ανεύρυσμα 5 χιλ. ενδοσηραγγώδους μοίρας έσω καρωτίδας δεξιά. Α. Τομή ΑΞΑ και Β. ΑΞΑ (VRT).



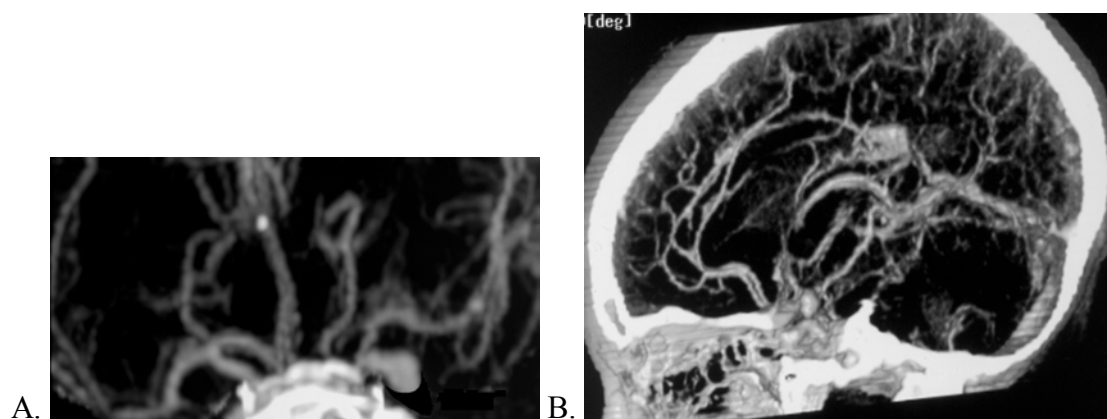
Περίπτωση 35. Μικρό ανεύρυσμα 2 χιλ. κορυφής βασικής. ΑΞΑ, Α.ΜΙΡ και Β.VRT.



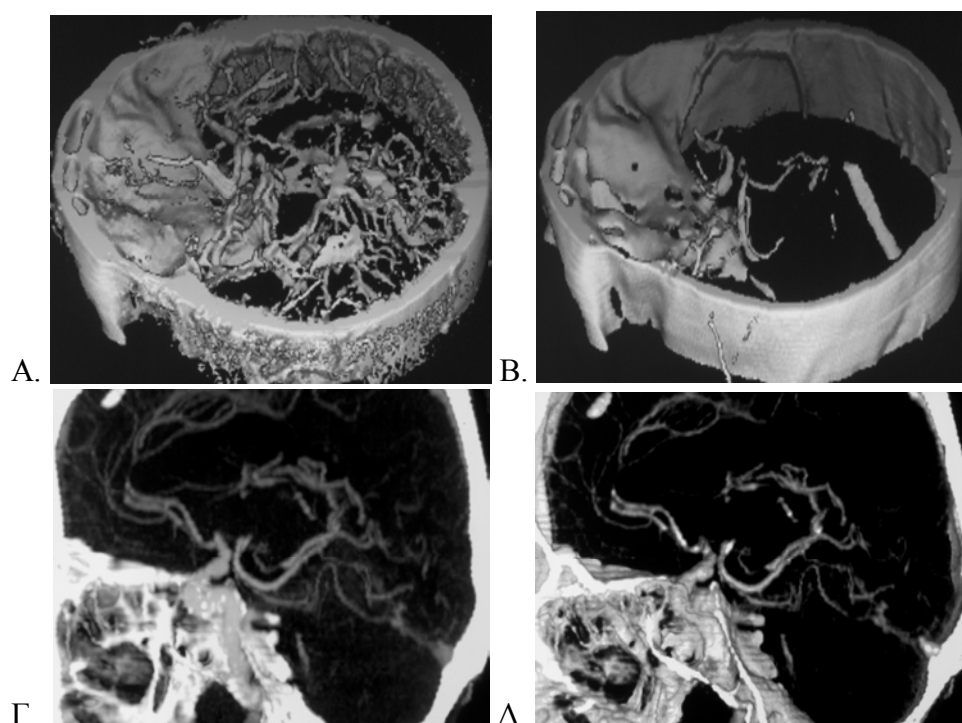
Περίπτωση 36. 2 ανευρύσματα. 1ο) ανεύρυσμα (ραγέν) 15 χιλ. διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά με ενεργό αιμορραγία (εξαγγείωση), συνοδό εκτεταμένο ενδοεγκεφαλικό αιμάτωμα και έντονο αγγειόσπασμο και 2ο) ανεύρυσμα 3 χιλ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά. Α. Τομή ΑΞΑ και Β. ΑΞΑ (MIP).



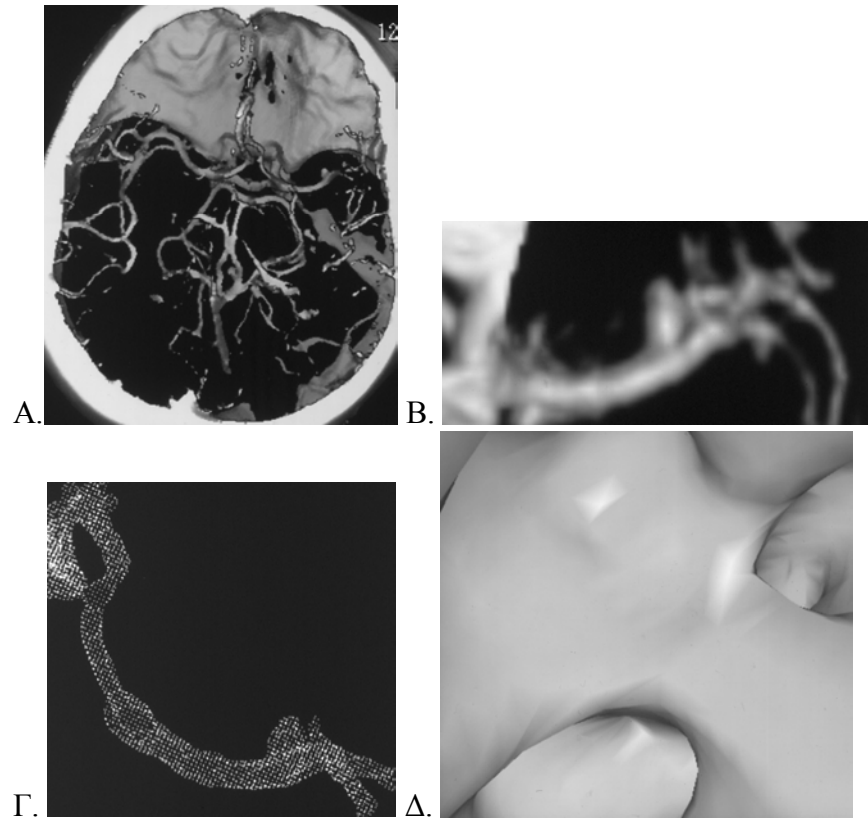
Περίπτωση 37. Ανεύρυσμα 10 χιλ. οπισθίας αναστομωτικής αριστερά με μικρό αυχένα. Παρουσία έντονου αγγειόσπασμου στην σύστοιχο έσω καρωτίδα. ΑΞΑ, Α. MIP και Β. VRT.



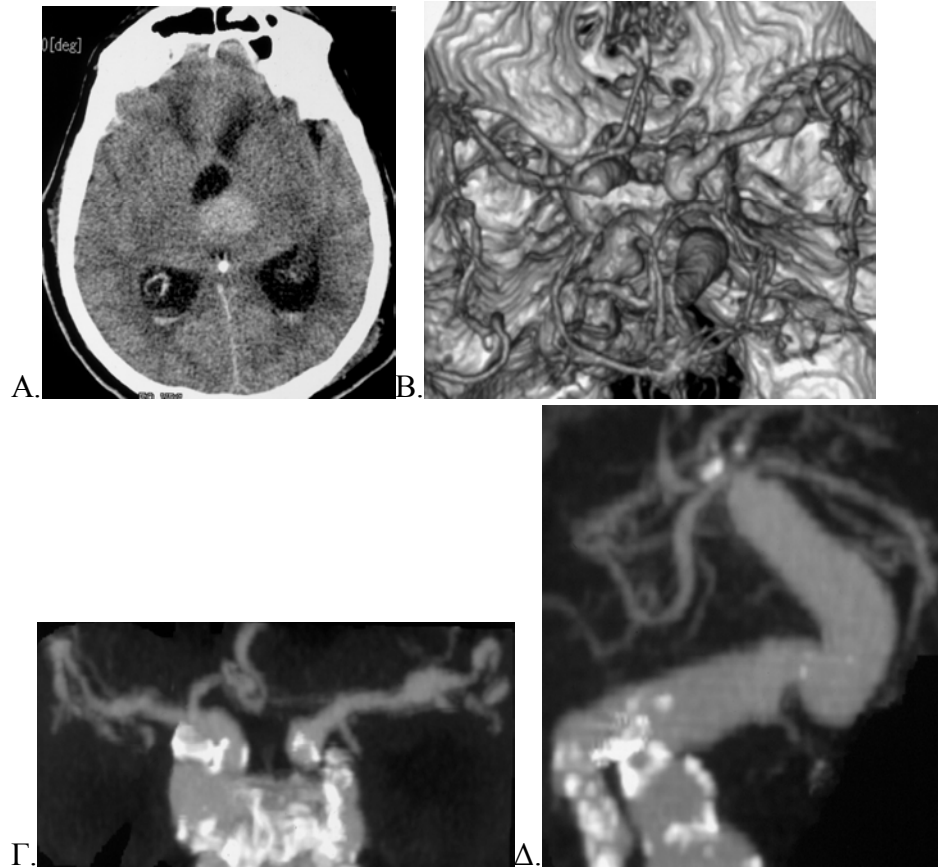
Περίπτωση 38. Ανεύρυσμα 8 χιλ. έσω καρωτίδας αριστερά με ευρύ αυχένα, ΑΞΑ (SSD). Αναλόγως του threshold, Α. αναδεικνύονται οι περισσότεροι αγγειακοί κλάδοι αλλά είναι δυσχερής η απεικόνιση του ανευρύσματος και Β. αναδεικνύονται οι κύριοι αγγειακοί κλάδοι και το ανεύρυσμα. Γ. ΑΞΑ (MIP), Δ. ΑΞΑ (VRT).



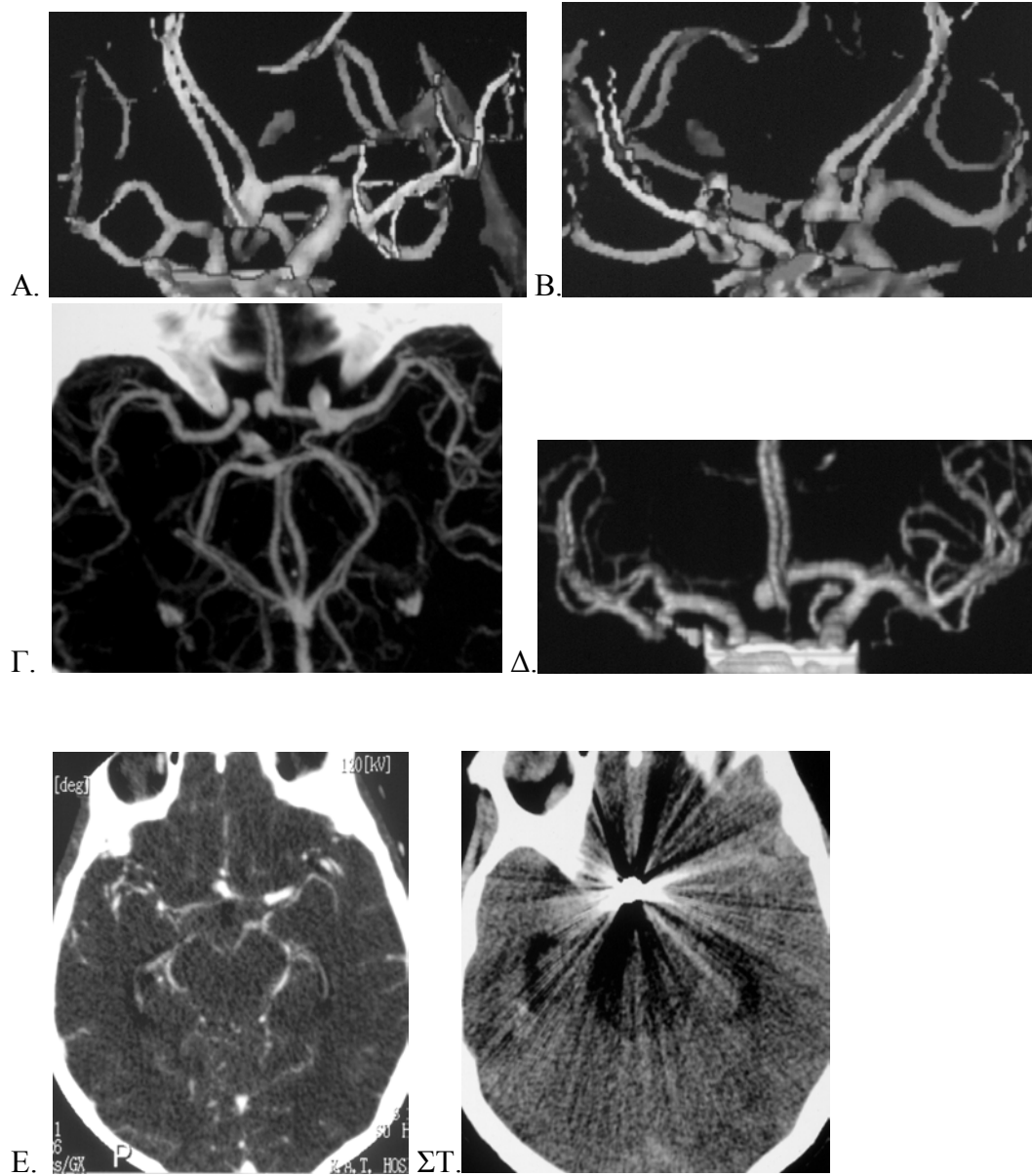
Περίπτωση 39. Ανεύρυσμα 5 χιλ. προ του διχασμού της μέσης εγκεφαλικής αριστερά. ΑΞΑ, Α. SSD και Β. VRT μετά εκλεκτική απομόνωση του αγγείου. Εικονική ενδοσκόπηση. Γ. dVR και Δ. Fly through. Ανάδειξη της σχέσης του ανευρύσματος με τον διχασμό της μέσης εγκεφαλικής.



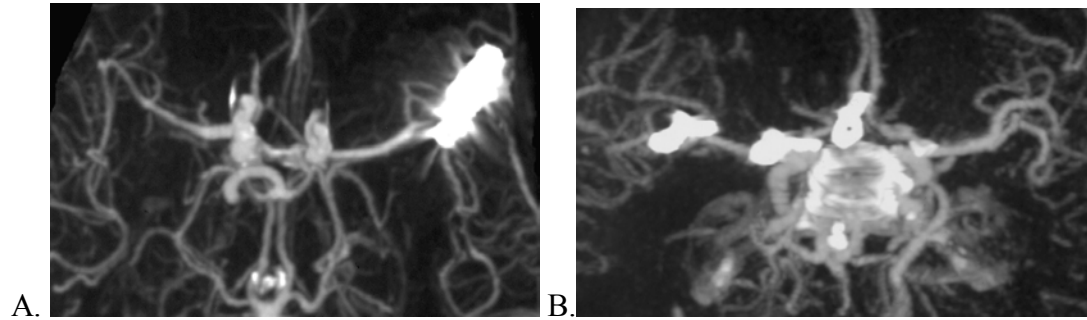
Περίπτωση 40. 5 ανευρύσματα. 1ο) βασικής 2.5 εκ. (ραγέν), 2ο) ενδοσηραγγώδους μοίρας έσω καρωτίδας δεξιά 1.5 εκ., 3ο) διχασμού μέσης εγκεφαλικής αριστερά 8 χιλ., 4ο) οπισθίας αναστομοτικής αριστερά 5 χιλ. και 5ο) ατρακτοειδές ανεύρυσμα αριστεράς σπονδυλικής 2 εκ. Α. Απλή ΑΤ, Β. ΑΞΑ (VRT), Γ. ΑΞΑ (MIP) εκλεκτική απομόνωση της προσθίας και Δ. της οπισθίας κυκλοφορίας.



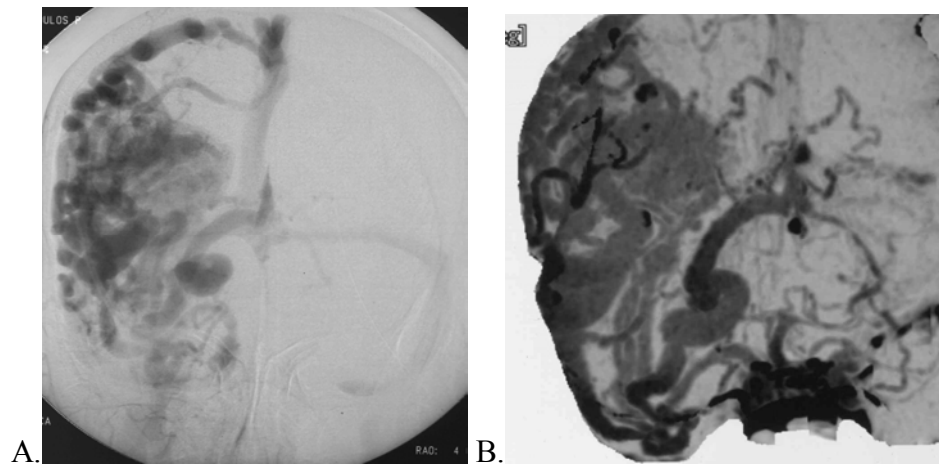
Περίπτωση 41. Ανεύρυσμα 5 χιλ. προσθίας αναστομωτικής αριστερά. Α. και Β. ΑΞΑ (SSD), Γ. ΑΞΑ (MIP), Δ. ΑΞΑ (VRT) μετά εκλεκτική απομόνωση της προσθίας κυκλοφορίας, Ε. Τομή ΑΞΑ και ΣΤ. Απλή ΑΤ μετά τον εμβολισμό του ανευρύσματος. Τα artifact από τα υλικά εμβολισμού είναι έντονα και δεν επιτρέπουν την αξιολόγηση του αποτελέσματος με ΑΞΑ.



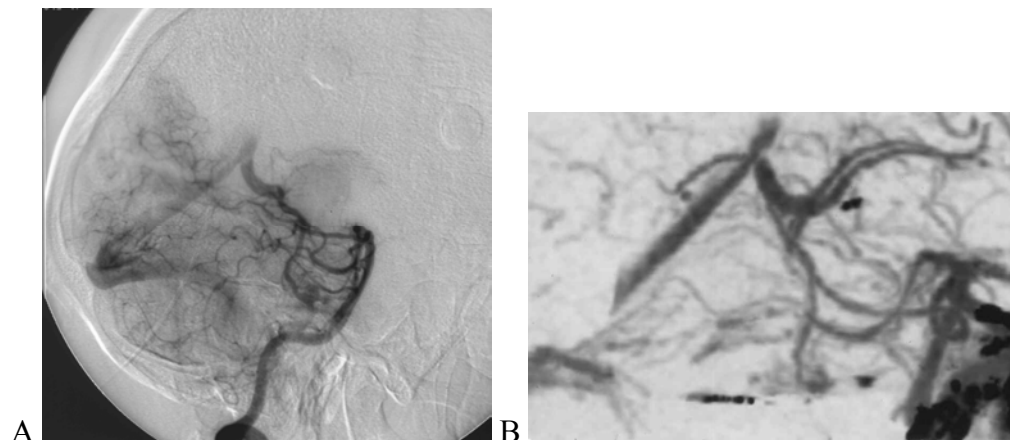
Περιπτώσεις 42 και 43. Μετεγχειρητικές εικόνες μετά επιτυχή απόφραξη ανευρυσμάτων. ΑΞΑ (MIP). Α(42). Χειρουργηθέν ανεύρυσμα της αριστεράς μέσης εγκεφαλικής. Έντονη παρουσία artifact. Β(43). Χειρουργηθέντα ανευρύσματα της μέσης εγκεφαλικής και της έσω καρωτίδας δεξιά. Με την χρήση των νέων χειρουργικών clip τιτανίου τα artifact είναι σαφώς ολιγότερα και οι εικόνες γίνονται περισσότερο διαγνωστικές.



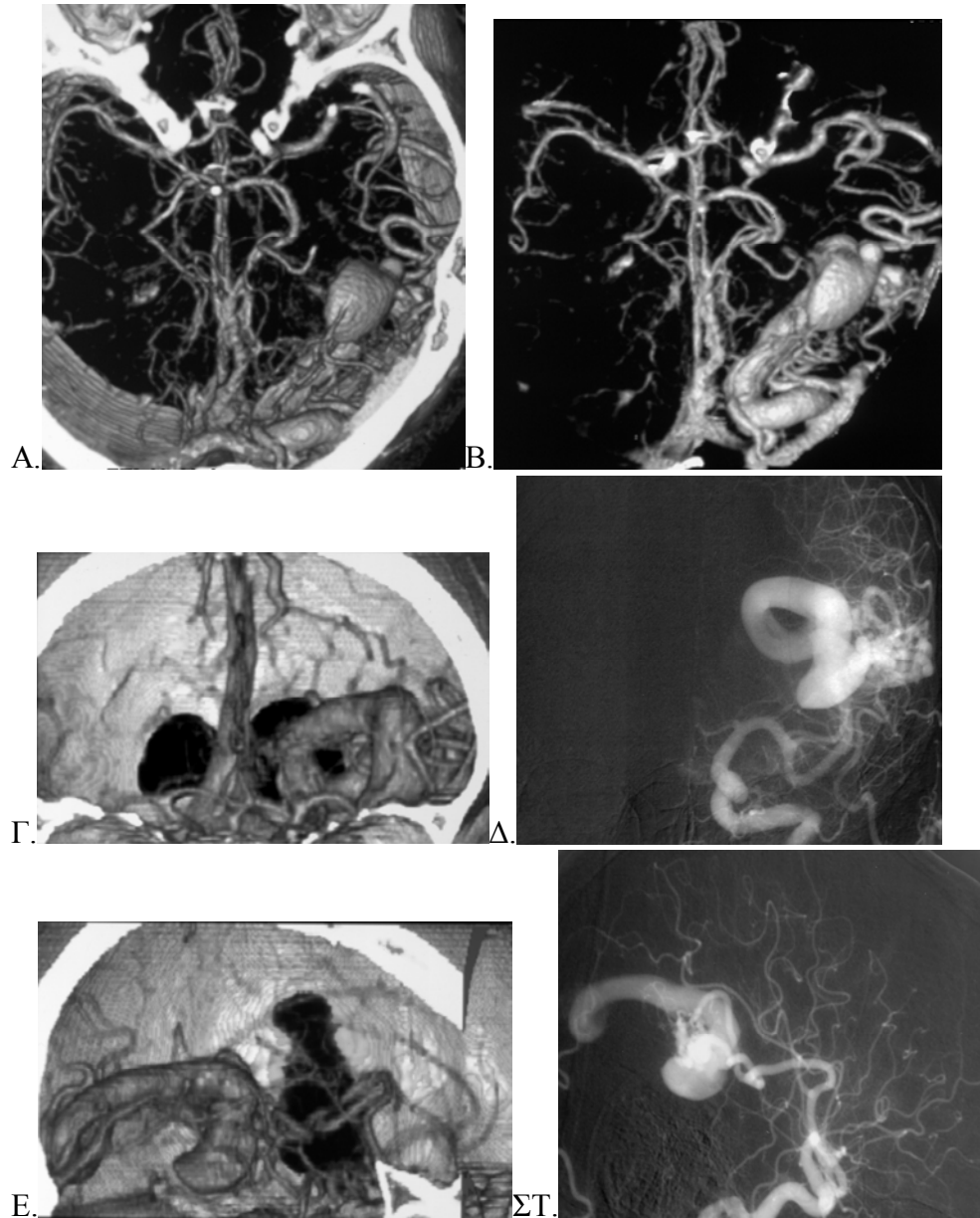
Περίπτωση 44. Εκτεταμένη αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία δεξιά. Α. ΨΑΑ και Β. ΑΞΑ (MIP).



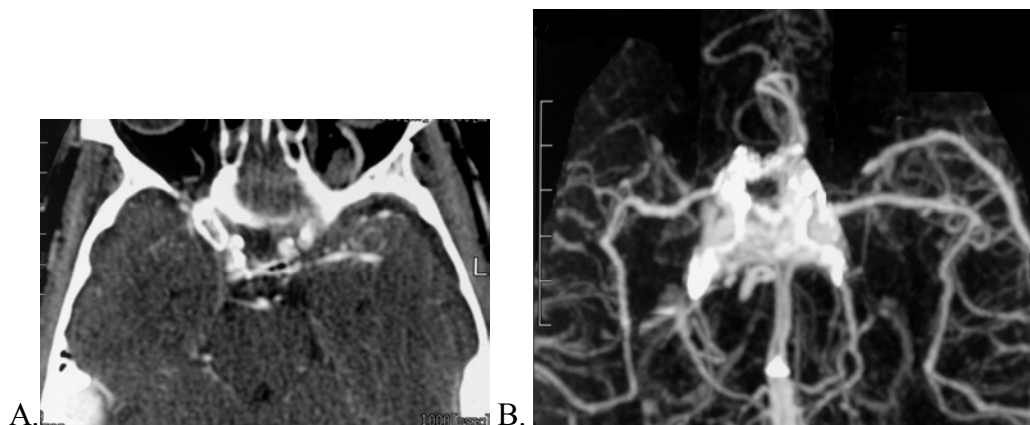
Περίπτωση 45. Αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία οπισθίου κρανιακού βόθρου δεξιά. Α. ΨΑΑ και Β. ΑΞΑ (MIP).



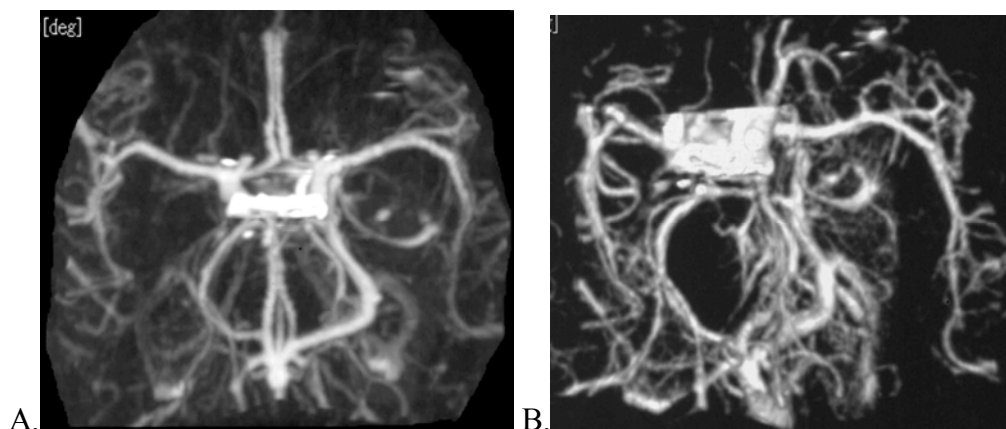
Περίπτωση 46. Αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία κροταφοϊνιακά αριστερά. Ανευρυσματική διάταση της απόγουσας φλέβας. ΑΞΑ (VRT) Α. προ και Β. μετά την απαλοιφή των οστών. Γ. και Ε. ΑΞΑ (VRT), Δ και ΣΤ. ΨΑΑ.



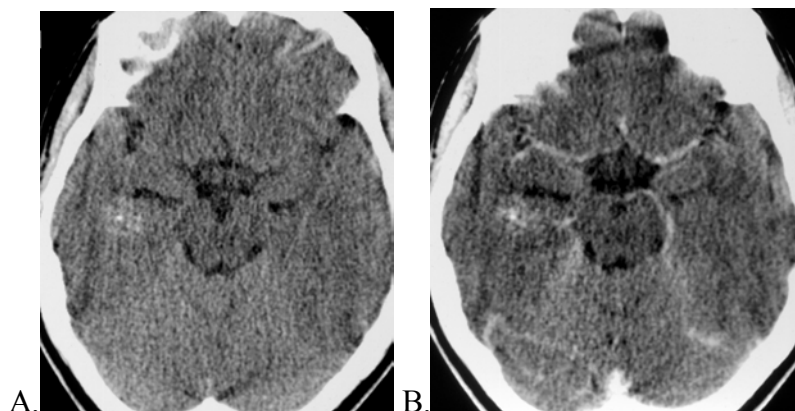
Περίπτωση 47. Μικρή μηνιγγική αρτηριοφλεβώδης δυσπλασία αριστερά κροταφικά (δεν αναδείχθηκε αρχικά με την ΨΑΑ).Α.Τομή ΑΞΑ και Β. ΑΞΑ (MIP).



Περίπτωση 48. Φλεβώδες αγγείωμα αριστερά κροταφικά με απαγωγή προς το εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο. Α. ΑΞΑ (MIP) και Β. ΑΞΑ (VRT).



Περίπτωση 49. Φλεβώδες και σηραγγώδες αγγείωμα δεξιά κροταφικά. Α. Απλή ΑΤ και Β. Τομή ΑΞΑ.



ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Ο ρόλος της CT αγγειογραφίας (CTA) στην ανάδειξη μικρών εγκεφαλικών ανευρυσμάτων (< 5 χιλ.) σε σύγκριση με την Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (DSA).

Κ.Κοκκίνης, Α.Μπαλανίκα, Μ.Γεωργανάς, Κ.Βλάχος, Δ.Καραμπέτσος,
Π.Παπαδάκη, Ν.Μακρής, Σ.Σταθοπούλου, Ν.Καπερναράκος, Γ.Μ.Ζάβρας
12^ο ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ – ΛΑΡΙΣΑ 2002

2. Απεικόνιση με CT-αγγειογραφία (CTA) δύο περιπτώσεων με πολλαπλά ανευρύσματα εγκεφάλου.

Κ.Κοκκίνης, Ν.Μακρής, Σ.Σταθοπούλου, Κ.Δαβανέλος, Ι.Ταραζή, Μ.Βλυχού,
Α.Μπαλανίκα, Ν.Ευλογιάς
XIII ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ – ΑΘΗΝΑ 2002

3. Ανάδειξη εγκεφαλικών ανευρυσμάτων με CT αγγειογραφία (CTA).

Ζ.Ταραζής, Κ.Κοκκίνης, Κ.Δαβανέλος, Δ.Καραμπέτσος, Δ.Μακρής,
Σ.Σταθοπούλου, Α.Μπαλανίκα, Ν.Μακρής, Κ.Βλάχος, Δ.Αναγνωστόπουλος
17^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ & INTERNATIONAL
SYMPOSIUM AND NEUROMODULATION – ΑΘΗΝΑ 2003

4. Η συμβολή της CT και CTA στην ανάδειξη των εγκεφαλικών φλεβωδών αγγειωμάτων.

Κ.Κοκκίνης, Σ.Σταθοπούλου, Ν.Μακρής, Α.Μήκα, Ο.Λαζούρα, Μ.Παπάζογλου,
Π.Παπαδοπούλου, Κ.Χαριτίδης, Π.Παπαδάκη, Γ.Μ.Ζάβρας
XIV ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ – ΑΘΗΝΑ 2004

5. Αυτόματη υποσκληρίδια, υπαραχνοειδής και ενδοπαρεγχυματική στελεχιαία αιμορραγία εγκεφάλου σε έδαφος δύο ανευρυσμάτων και κρπτικής αγγειοδυσπλασίας στελέχους, μελέτη με CT, CTA και CT αγγειοσκόπηση.

Σ.Σταθοπούλου, Ν.Μακρής, Κ.Κοκκίνης, Α.Πετεινέλλη, Α.Λάρδα,
Π.Νικολοπούλου, Α.Γιάννακα, Π.Παπαδάκη, Γ.Μ.Ζάβρας
XIV ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ – ΑΘΗΝΑ 2004

6. The appropriateness of CT-angiography as first examination in the investigation of subarachnoid hemorrhage due to ruptured cerebral aneurysms.

Η καταλληλότητα της CT αγγειογραφίας σαν πρώτη εξέταση στην διερεύνηση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας λόγω ρήξης εγκεφαλικού ανευρύσματος.

Κ.Κοκκίνης, Ν.Μακρής, Μ.Γεωργανάς, Μ.Βλυχού, Β.Φιλιππή, Θ.Δημητρίου, Μ.Κατσίρη, Γ.Μ.Ζάβρας

European Congress of Radiology 2003 Vienna

European Radiology Suppl. to Vol.13

7. Is the Computed Tomographic Angiography a reliable and effective diagnostic tool in the management of subarachnoid hemorrhage?

Αποτελεί η CT αγγειογραφία ένα αξιόπιστο και αποτελεσματικό διαγνωστικό μέσον στην αντιμετώπιση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας;

Ι. Ταραζής, Δ.Καραμπέτσος, Κ.Κοκκίνης, Κ.Βλάχος, Σ.Σταθοπούλου, Ν.Μακρής, Κ.Δαβανέλος, Μ.Βλυχού, Κ.Βάσιου, Ν.Σακελλαριδης, Ι.Φεζουλιδης

12th European Congress of Neurosurgery 2003 Lisbon – Portugal

MONDUZZI EDITORE – INTERNATIONAL PROCEEDINGS DIVISION-NEUROSURGERY 2003

8. CT angiography vs digital subtraction angiography in the depiction of cerebral aneurysms.

CT αγγειογραφία ως προς την ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία στην διάγνωση των εγκεφαλικών ανευρυσμάτων.

Κ.Κοκκίνης, Α.Μπαλανίκα, Ν.Μακρής, Θ.Δημητρίου, Σ.Σταθοπούλου, Μ.Παπαδάκη, Χ.Μπαλτάς, Π.Παπαδάκη, Χ.Αρτινόπουλος, Γ.Μ.Ζάβρας

UK Radiological Congress Birmingham, UK 2003

Suppl. To BJR 2003

9. The investigation of subarachnoid hemorrhage due to ruptured cerebral aneurysms by CT-angiography.

Η διερεύνηση της υπαραχνοειδούς αιμορραγίας λόγω ρήξης εγκεφαλικού ανευρύσματος με CT αγγειογραφία.

Κ.Κοκκίνης, Μ.Βλυχού, Ν.Μακρής, Α.Μπαλανίκα, Π.Παπαδάκη, Φ.Ντέρου, Χ.Ματσούρη, Κ.Βάσιου, Γ.Ζάβρας, Ι.Φεζουλιδης

2nd World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation
2003 Prague- Czech

10. Diagnosis of cerebral vascular malformations with CT angiography in patients with subarachnoid hemorrhage.

Διάγνωση των εγκεφαλικών αγγειοδυσπλασιών με CT αγγειογραφία σε ασθενείς με υπαραχνοειδή αιμορραγία.

Σ.Σταθοπούλου, Κ.Κοκκίνης, Ν.Μακρής, Α.Πετεινέλλη, Α.Βάσσιου, Μ.Βλυχού, Γ.Μ.Ζάβρας, Ι.Φεζουλιδης

European Congress of Radiology 2004 Vienna

European Radiology Suppl. to Vol.14

11. CT virtual angiography in cerebral aneurysms.

CT εικονική αγγειοσκόπηση σε εγκεφαλικά ανευρύσματα.

Κ.Κοκκίνης, Σ.Σταθοπούλου, Ν.Μακρής, Α.Μήκα, Α.Βάσσιου, Μ.Βλυχού, Π.Παπαδάκη, Γ.Μ.Ζάβρας, Ι.Φεζουλιδης

European Congress of Radiology 2004 Vienna

European Radiology Suppl. to Vol.14

12. Intracranial venous angiomas associated with cavernomas. CT, CTA investigation.

Ενδοκρανιακά φλεβώδη αγγειώματα σε συσχέτιση με σηραγγώδη αιμαγγειώματα. . CT, CTA διερεύνηση.

Σ.Σταθοπούλου, Κ.Κοκκίνης, Ν.Μακρής, Α.Πετεινέλλη, Λ.Φραγκοπούλου, Ο.Λαζούρα, Μ.Βλυχού, Κ.Καλοκαιρινού, Α.Λάρδα, Σ. Μητσιάδης, Π.Παπαδάκη, Γ.Μ.Ζάβρας

UK Radiological Congress Manchester, UK 2005

Suppl. To BJR 2005

13. The role of 3D- computed tomography angiography (3D-CTA) in investigation of spontaneous subarachnoid haemorrhage: comparison with digital subtraction angiography (DSA) and surgical findings.

Ο ρόλος της 3D αξονικής αγγειογραφίας (3D-ΑΞΑ) στη διερεύνηση της αυτόματης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας: σύγκριση με ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία και τα χειρουργικά ευρήματα.

Κ.Κοκκίνης, Μ.Βλυχού, Γ.Μ.Ζάβρας, Γ.Μ.Χατζηγεωργίου, Α.Παπαδημητρίου ,
Ι.Β.Φεζουλίδης

British Journal of Neurosurgery, in press

(επισυνάπτεται ακολούθως)

The role of 3D- computed tomography angiography (3D-CTA) in investigation of spontaneous subarachnoid haemorrhage: comparison with digital subtraction angiography (DSA) and surgical findings

British Journal of Neurosurgery, in press

Constantinos Kokkinis, MD^{*}, Marianna Vlychou, MD^{**}, George.M.Zavras, MD^{*},
George M. Hadjigeorgiou, MD⁺, Alexandros Papadimitriou, MD⁺, Ioannis V.
Fezoulidis MD^{**}

* Department of Radiology, KAT Hospital, Athens, Greece

** Department of Radiology, University Hospital of Larissa, Greece

+ Department of Neurology, University Hospital of Larissa, Greece

Running title: computed tomography angiography (3D-CTA) in investigation of spontaneous subarachnoid haemorrhage

Corresponding author: Marianna Vlychou

e-mail: mvlychou@med.uth.gr

Fax: 0030 2410 670099

Mezourlo 41110

Department of Radiology

University Hospital Larissa, Greece

Abstract

Purpose: Spontaneous subarachnoid haemorrhage is a clinical condition that may be attributed to various underlying causes, such as rupture of intracranial aneurysms and arteriovenous malformations (AVMs). Suspected cerebrovascular abnormalities can be detected either with digital subtraction angiography (DSA) or with computed tomography angiography (CTA) combined with postprocessing tools, namely multiplanar reformation, maximum intensity projection, shaded surface display, virtual endoscopy and direct volume rendering.

Materials and Methods: We prospectively studied a group of 205 patients with spontaneous subarachnoid haemorrhage. One hundred ninety eight (198) patients underwent both DSA and CTA and formed our study group. Patients with intracranial aneurysms underwent surgical or endovascular treatment.

Results: DSA was negative for 35 patients, detected 178/179 aneurysms and 15 AVMs. CTA correctly detected 176/179 aneurysms and all 15 cases of AVMs whereas it was negative in 35 cases. After 3D reconstruction the size, location and the relationship to the parent vessel of the aneurysms, the extent of the AVMs with the main feeding vessel(s), nidus and draining veins were reliably shown by CTA although DSA provided more anatomic details related to the anatomy of the adjacent vessels. The accuracy, sensitivity, positive predictive accuracy and negative predictive accuracy for CTA was 98%, 97.9%, 100% and 94.3% and for DSA was 99%, 99.3%, 100% and 98%, respectively.

Conclusions: It is suggested that CSA is a reliable alternative to DSA in detecting intracranial aneurysms. The role of CTA in demonstrating AVMs can be considered complementary to that of DSA.

Keywords: Subarachnoid haemorrhage, aneurysm, arteriovenous malformation, radiology

Introduction

Subarachnoid haemorrhage (SAH) is a condition characterised by acute leakage of blood into the subarachnoid spaces. The risk of spontaneous SAH is extremely low in children and increases with age, peaking in the 5th and 6th decades and is associated with relatively high morbidity and mortality rates. The commonest cause of non-traumatic SAH is rupture of an aneurysm (80%); the remaining 20% includes perimesencephalic haemorrhages, rupture of cerebral arteriovenous malformations (AVM), and some rare but recognised causes such as coagulopathies, drug abuse, pituitary apoplexy and cerebral sinus thrombosis ^{1,2,3}.

In patients presenting with spontaneous SAH, early diagnosis and detection of the underlying cause is considered critical in order to favour the prognosis. Early identification of an underlying ruptured aneurysm and adequate treatment may eliminate the risk of re-bleeding, which is a major mortality factor ⁴. The therapeutic alternatives of a ruptured aneurysm include surgical clipping and endovascular coiling.

Intra-arterial digital subtraction angiography (DSA) is considered the imaging gold standard for depicting the presence of an intracranial aneurysm. However, DSA is an invasive imaging modality, with a relatively high cost and carries a small risk of neurological complications. DSA has currently been reported to cause transient or permanent neurological deficits when performed in 1% and 0.5% of patients, respectively ⁵. Therefore, the utility of a non-invasive imaging modality that can detect the presence of intracranial aneurysms is of particular clinical significance. Computed tomographic angiography (CTA) is a non-invasive imaging modality that can be used for detection and characterisation of intracranial aneurysms.

The present study aims to assess the diagnostic efficacy of CTA in a preoperative clinical setting in patients with SAH with emphasis in detection of aneurysms. The role of CTA included the identification of the bleeding source, the detection of additional vascular abnormalities (i.e multiple unruptured aneurysms) and the ability of planning a pre-treatment therapy. The comparison of CTA results was made with DSA results in all cases and postoperative findings, when available.

Materials and Methods

During the past four and half years, we formed a prospective database consisting of two hundred and five consecutive patients that have been admitted to our Radiology Department with SAH. Preceding cranial CT scan has established the diagnosis of SAH in 202 cases. There were 3 cases with negative CT that required lumbar puncture in order to confirm the presence of SAH. All but 7 of the above patients underwent both CTA and DSA in order to detect the cause of bleeding and make a treatment planning; thus, the study group was 198 patients. The interval between CTA and angiography was within 2 weeks. Patients with post-traumatic SAH were excluded from this study.

Four vessel multiple projection DSA was performed via a femoral approach on a biplanar angiography suite (Tomoscan SR 5000 Philips). Oblique and x2 to x3 views were routinely obtained to clarify aneurysm anatomy. X-ray parameters were 80 kV, 400 mA, matrix 1024X1024. All DSAs were performed and interpreted by the same team of radiologists.

All spiral CTAs were performed on a helical, single-slice Toshiba Xpress/GX unit, with post-processing done using an ALATOVIEW Silicon Graphics 02 workstation. One hundred milliliters of non-ionic iodinated contrast medium was given by peripheral electric pump injector at a rate of 4ml/sec. Real time CT bolus tracking technique has been used for optimisation of the contrast distribution. No allergic reactions have been reported.

The scanning area included the region from the level of C1 up to the cranial vault. Therefore, posterior inferior cerebellar arteries (PICAs) were always included in the study regardless their origin. Standard 3-dimensional CTA scanning parameters were used: 120 kV, 200 mAs, speed 2mm, slice thickness 2mm, pitch 1, reconstruction index 0.5 slice collimation 1 mm. After data acquisition and raw data analysis, further 2D (multi planar reformation [MPR], maximum intensity projection [MIP]) and 3D volume rendered reconstruction modes (surface shaded display [SSD], volume rendering technique [VRT], Virtual Endoscopy and transparent volume rendering [TVR]) were performed with 360° rotation in any plane on the workstation. A suspicious area could be focused and image postprocessing enabled removal of bones and cerebral tissues for optimum visualisation.

The characterisation of an aneurysm included size, location, morphology and direction, relation with adjacent arteries, visualization and measurement of the aneurysmal neck, presence of mural calcification and intraluminal thrombi. In case of aneurysm detection, the anatomical mapping was further evaluated by virtual endoscopy of the aneurysmal lumen and the adjacent vessels by the use of combined transparent dVR (direct Volume Rendering) technique.

The same radiologist reviewed all CTA scans twice. The total examination time was 5 min with data acquisition time less than 1 min. The post processing time was up to 30 minutes.

Ruptured aneurysms were treated either surgically or endoscopically within 72 hours after the SAH. CTA results were compared with DSA findings in all cases and surgical correlation was performed when available.

Data were analysed using standard contingency tables. Patients with negative CTA and DSA results served as true negatives. Patients with positive CTA and DSA results or surgically proven intracranial vessel pathology served as true positives. CTA false negatives were defined as negative CTA results in cases with vessel pathology found by using DSA or at surgery. CTA false positives were defined as positive CTA results in cases in which DSA or surgery were negative. DSA false negatives were defined as negative DSA results in cases with surgically proven vessel pathology.

Accuracy, sensitivity, positive predictive accuracy and negative predictive accuracy of CTA in the detection of intracranial aneurysms were evaluated using DSA as reference standard.

Results

Our study group included 205 patients with SAH. There were 93 men and 112 women (age range 22-81 years, mean age 58 years). All patients underwent brain CT that established the diagnosis of SAH in 202 cases and lumbar puncture confirmed SAH in 3 cases. The clinical status of the initial group of 205 patients, according to the modified World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS) grading scale⁶ of SAH was classified as follows: 7 patients grade I, 60 patients grade II, 23 patients grade III, 70 patients grade IVa, 25 patients grade IVb and 20 patients grade V.

Seven from the above patients were excluded from our study. Five patients underwent only CTA followed by an urgent operation due to severe brain haemorrhage and CTA detected ruptured aneurysm in all cases. Two additional patients passed away immediately after CTA scan due to ruptured aneurysms. There were a total of 198 patients that underwent both CTA and DSA and formed our study group.

A number of patients that were unable to avoid motion artefacts received mild sedation during CTA instead of the general anaesthesia that is required during DSA.

There were 148 patients with 179 aneurysms. In 19 cases there were multiple aneurysms, with the following distribution: 10 patients with two aneurysms, 7 patients with three aneurysms, 1 patient with four aneurysms and 1 patient with five aneurysms. Size of aneurysms varied from 2mm – 4 cm. In 15 patients the cause of SAH was the rupture of an underlying vascular malformation. There were 10 AVMs, 4 venous angiomas with coexisting cavernous haemangiomas in 2 cases and 1 small meningeal AVM. In 35 of 198 patients neither CTA nor DSA detected any vascular abnormality in the form of aneurysm or malformation that could explain the spontaneous SAH.

The site of aneurysm was the anterior communicating artery (AcoA) in 57 cases, the middle cerebral artery in 48 cases, the internal carotid artery in 33 cases, the posterior communicating artery (PCoA) in 23 cases, the ophthalmic artery in 3 cases and posterior circulation in 15 cases.

Correct diagnosis was made with CTA in 176 out of 179 cases of aneurysms, 15 cases with vascular malformations (Fig 1A,B) including the depiction of cavernous haemangioma in two patients with venous angioma and a meningeal AVM and was negative in 35 patients without any underlying vascular pathology. CTA missed 3 cases with small sized aneurysms (2-3 mm) located in PCoA, ophthalmic and posterior inferior cerebellar artery, respectively (Fig 2A,B, fig.3A,B). Subsequent analysis of the data set in all three cases revealed that these aneurysms were present on the 2D and 3D CTA but were overlooked during the initial reading. CTA correctly detected one small aneurysm next to the bifurcation of the middle cerebral artery that was not diagnosed by DSA and was confirmed surgically. The above results yield an accuracy of 98%, a sensitivity of 97.9%, a positive predictive accuracy of 100% and a negative predictive accuracy of 94.3%.

DSA correctly detected 178 out of 179 cases with aneurysms, 15 cases with vascular malformations and was negative in 35 patients without any underlying vascular pathology. DSA failed to detect a small aneurysm that has been depicted by CTA and was also proven surgically and also missed one meningeal AVM. In addition to that, DSA was unable to detect the presence of cavernous haemangioma in two patients with venous angioma. Nevertheless, DSA has better spatial resolution comparing with CTA in clarifying the anatomy of adjacent vessels in cases of AVMs. The above results yield an accuracy of 99%, a sensitivity of 99.3%, a positive predictive accuracy of 100% and a negative predictive accuracy of 98%.

Axial source CTA images were always inspected first. Subsequently, MIP algorithm was used for the display of CT angiographic data and postprocessed images were always compared with the axial source images. No aneurysm was identified in MIP images alone that has not previously detected in axial images. The additional use of VRT images of positive findings with appropriate slab thickness and orientation were very helpful in demonstrating details such as size, shape and neck of the aneurysm and its relation with adjacent vessels. SSD images were considered less accurate comparing with VRT images of the same region of interest.

The use of real time virtual endoscopic images (fly through, fly around and dVR [Direct Volume Rendering] techniques) added more information regarding the anatomic details of an aneurysm. These techniques provided information regarding the relationship of the aneurysm with the adjacent vessels, the size of the neck related to sac diameter and the extent of involvement related to the underlying artery. In some cases the study of the inner surface of the aneurysmal lumen showed the irregularity that corresponded to the ruptured area. All these postprocessing images were studied at the workstation.

In cases with multiple aneurysms, CTA was able to detect which was the ruptured aneurysm in all 19 patients. This required the combined study of axial, MIP and VRT images and virtual endoscopy reconstructions regarding the morphology of the aneurysm and the distribution of the haemorrhage. In one case CTA demonstrated an actively bleeding aneurysm, which was extravasating contrast material.

CTA was also able to detect the presence of vasospasm in cases that involved major arterial branches. In our study CTA detected vasospasm in 96/148 (64.8%) patients and DSA 109/148 patients (73.6%). The higher spatial resolution and the potential of selective intrarterial injection render DSA superior in detecting

vasospasm. CTA is considered effective in cases of severe cerebral vasospasm in proximal arterial location whereas it is less effective in cases of mild and moderated spasm in distal locations⁷. The presence of relatively abundant blood in the subarachnoid space was a negative prognostic factor that indicated a poor outcome with ischaemia.

Five giant aneurysms that corresponded to five individual patients were treated conservatively. Conservative treatment also received 9 aneurysms that belonged to patients with multiple aneurysms. The remaining aneurysms were treated by endovascular coiling in 110 cases and by surgical clipping in 55 cases.

Discussion

Digital subtraction angiography (DSA) is considered the traditional imaging gold standard for detection of intracranial vascular malformations, including cerebral aneurysms and arteriovenous malformations. Computed tomographic angiography (CTA) is a non-invasive angiographic technique that challenged the need of DSA in diagnosis of intracranial vascular malformations in clinically documented SAH. The utility of spiral CTA has gained increased clinical interest and its non-invasive, rapid and patient-friendly nature is complemented by the use of image postprocessing reconstructions.

The commonest cause of spontaneous SAH is aneurysmal rupture in 70-85% of cases. Other causes include perimesencephalic haemorrhages with very good prognosis in 10% cases and other rare conditions such as bleeding of an AVM^{2,3}. Our data were in agreement with the above results, since we had 155/205 (75.6%) patients with SAH due to aneurysmal rupture, 35/205 (17%) patients with perimesencephalic haemorrhage and 15/205 (7.3%) patients with AVM.

In our study, we found 179 aneurysms in 148 patients. CTA correctly detected 176/179 aneurysms whereas DSA correctly detected 178/179 aneurysms, comparing with surgical findings. Both CTA and DSA showed very high sensitivity (97.9% and 99.3%, respectively), and their specificity was 100%. There were 3 aneurysms, with size 2-3 mm that were not detected by CTA. The first false negative CTA interpretation was mainly attributed to poor image quality due to patient motion artefacts. This was the only case of not satisfactory CTA image quality for these patients that could not remain still and received mild sedation. The image quality of

both CTA and DSA was excellent in ventilated patients.

The other two false negative interpretations that involved an aneurysm of the ophthalmic artery and an aneurysm of the posterior inferior cerebellar artery were mainly attributed to the adjacent bone structures. It has been reported that CTA may miss small cavernous aneurysms and small PCo aneurysms because of the neighbouring osseous structures. It is noteworthy that these false interpretations were given during the first period of the study, implying that there was a learning curve. CTA successfully detected a small aneurysm of the middle cerebral artery that was missed with DSA and there might be a positive correlation with the increased experience of the radiologist.

In addition to that, CTA was considered superior to DSA in detecting vascular calcification and thrombi. CTA raw data and MPR were equally important in the initial diagnosis of an aneurysm, and further reconstructions confirmed the diagnosis. MIP reconstructions simulated mainly DSA images whereas 3D VRT gave more details related to aneurysmal neck, size and direction. 3D SSD images were of less value compared to VRT due to threshold limitations. Virtual endoscopy images gave also information related to the size of the aneurysmal neck and the diameter of the sac and it was very helpful in delineation of anatomical details when an aneurysm occurred next to or at an arterial bifurcation. In a few cases, the visualization of the inner surface of the aneurysm detected irregularities that corresponded to the area of rupture, and this finding has been confirmed surgically.

The most substantial contribution of postprocessing techniques according to our study was attributed to MPR and VRT. The latter provided more accurate information related to the morphology of the aneurysm and its position. Nevertheless, VRT images alone were considered not sufficient in detecting vascular calcifications and thrombus and were studied in combination with axial and MPR images prior to endovascular coiling. MIP reconstructions, although widely used are of less value in the diagnosis. Both virtual endoscopy and TVR also gave important information and facilitated the diagnosis.

Previously reported data have supported the diagnostic efficacy of CTA⁸⁻¹³. Young et al¹⁴ reported that CTA correctly detected 140/144 ruptured aneurysms in a population of 200 patients that underwent CTA, DSA and surgery and there were 8 false positive findings. Therefore, the sensitivity of CTA was 97% and the specificity was 86%. Uysal et al¹⁵ compared CTA findings with MIP reconstructions to DSA and

surgical findings in a group of 32 patients with spontaneous SAH and reported that CTA correctly detected 33/34 aneurysms (sensitivity 97%, specificity 100%). Similarly, Seruga et al¹⁶ compared CTA findings with VRT reconstructions to DSA and surgical findings in 30 patients with spontaneous SAH and reported that CTA correctly detected 31 aneurysms in 25 patients (sensitivity 93.8%) and missed 2 aneurysms, with size less than 3mm.

Another study by Karamesini et al¹⁷, which compared CTA with MIP, SSD and VRT reconstructions to DSA and surgical findings in 82 patients with suspected SAH interestingly reported slightly higher sensitivity of CTA (88.7%) to DSA (87.6%) and specificity (100% and 98%, respectively) when intracranial aneurysms have diameter >3mm. Villablanca et al¹⁸ reported that the use of spiral CTA with MPR and VRT techniques compared to DSA and surgical findings showed slightly better sensitivity for CTA when aneurysms are smaller or equal to 5 mm, with equal specificity (sensitivity of CTA 98-100%, DSA 95%).

The diagnostic performance of CTA has been supported by the use of 3D postprocessing techniques^{19,20,21}. Chappell et al²² reported a meta-analysis in the above topic and concluded that CTA has an overall sensitivity of 93.3% and specificity of 87.7% compared with DSA. When the studies were weighted for the number of patients in each study, the sensitivity decreased slightly, to 92.7% and the specificity decreased more substantially, to 77.2%. However, the fact that many who use CTA have reported it to be as good as or better than DSA in the diagnosis and treatment of cerebral aneurysms, as well as being of less risk and discomfort to their patients and easier and less expensive to perform has been noted.

The proposed diagnostic algorithm (Table 1) that is followed in our institution when we investigate a spontaneous SAH incorporates in a routine basis 3D-CTA and this is recommended since it may reduce the need of DSA, particularly in cases of aneurysmal rupture. In cases that CTA is negative and the haemorrhage shows perimesencephalic distribution, the investigation is considered complete. In cases that there is still a suspicion for an underlying aneurysm, DSA is performed. If DSA is positive, a treatment plan is proposed. If DSA is negative, then 3D-CTA is recommended as a follow-up.

According to our study group, 55 aneurysms were treated surgically, 110 aneurysms were treated with endovascular coiling and 14 cases treated conservatively. CTA alone provided adequate information that was sufficient for

therapeutic decision making in 165/179 aneurysms (92.2%). In 14 cases (7.8%), physicians needed complementary details from DSA, mainly related to depiction of small perforating arteries adjacent to the aneurysm. In our study, CTA proved to be an efficient tool for both therapeutic decisions and therapy planning; however, it has not replaced DSA prior to surgical or endovascular treatment. Therefore, it may be suggested that the decision to operate or coil can rely on CTA findings when imaging and data postprocessing information of the aneurysm is considered sufficient¹⁹; DSA could be reserved for selected cases depending on the size and the location of the aneurysm.

Arteriovenous malformations constitute a less common reason of subarachnoid haemorrhage, and DSA is considered the gold standard for their detection and presurgical planning. Characterization of the arteriovenous malformation was based on the Spetzler-Martin grading scale²³ including the size and location of the nidus, definition of the arterial feeding supply and venous drainage pattern, and identification of adjacent eloquent brain. Non-invasive techniques, such as CT and MR angiography can play a diagnostic role by confirming the presence of an AVM^{24,25,26}. In addition, the usefulness of CT angiography for stereotactic localization before surgical resection or radiosurgical treatment can lead to more accurate nidus localization in relationship to surrounding eloquent brain. 3D reconstruction models can be generated to visualize the nidus location in relationship to adjacent eloquent brain. In addition, the overlying bony anatomy can be viewed on 3D reconstructions to aid in planning the surgical approach.

In our series, we had 15 patients with SAH due to an underlying AVM. Interestingly, CTA depicted nicely a small meningeal arteriovenous malformation that subsequently was detected by DSA. In addition, there were two cases of cavernous haemangiomas accompanied by venous angiomas that were detected only by CTA and thus the therapeutic plan was modified. Thus, CTA can be used as the initial diagnostic modality for AVM detection, although DSA is superior in delineating the pattern of the malformation and is considered essential in pre-treatment planning.

Conclusion

CTA is a simple, fast and non-invasive imaging modality that can be used as an alternative to DSA in order to detect and characterize intracranial aneurysms

during investigation of spontaneous SAH. The wide availability of more advanced CT scanners with 8, 16 or 64 channels (multidetector computed tomography, MDCT) may aid in decreasing of data acquisition time and increasing of spatial resolution. Thus, all 3D reconstruction models can be part of the routine investigation of spontaneous SAH. The role of 3D CTA is considered complementary to DSA when the underlying cause is an AVM.

Table 1 Diagnostic algorithm for investigation of spontaneous SAH

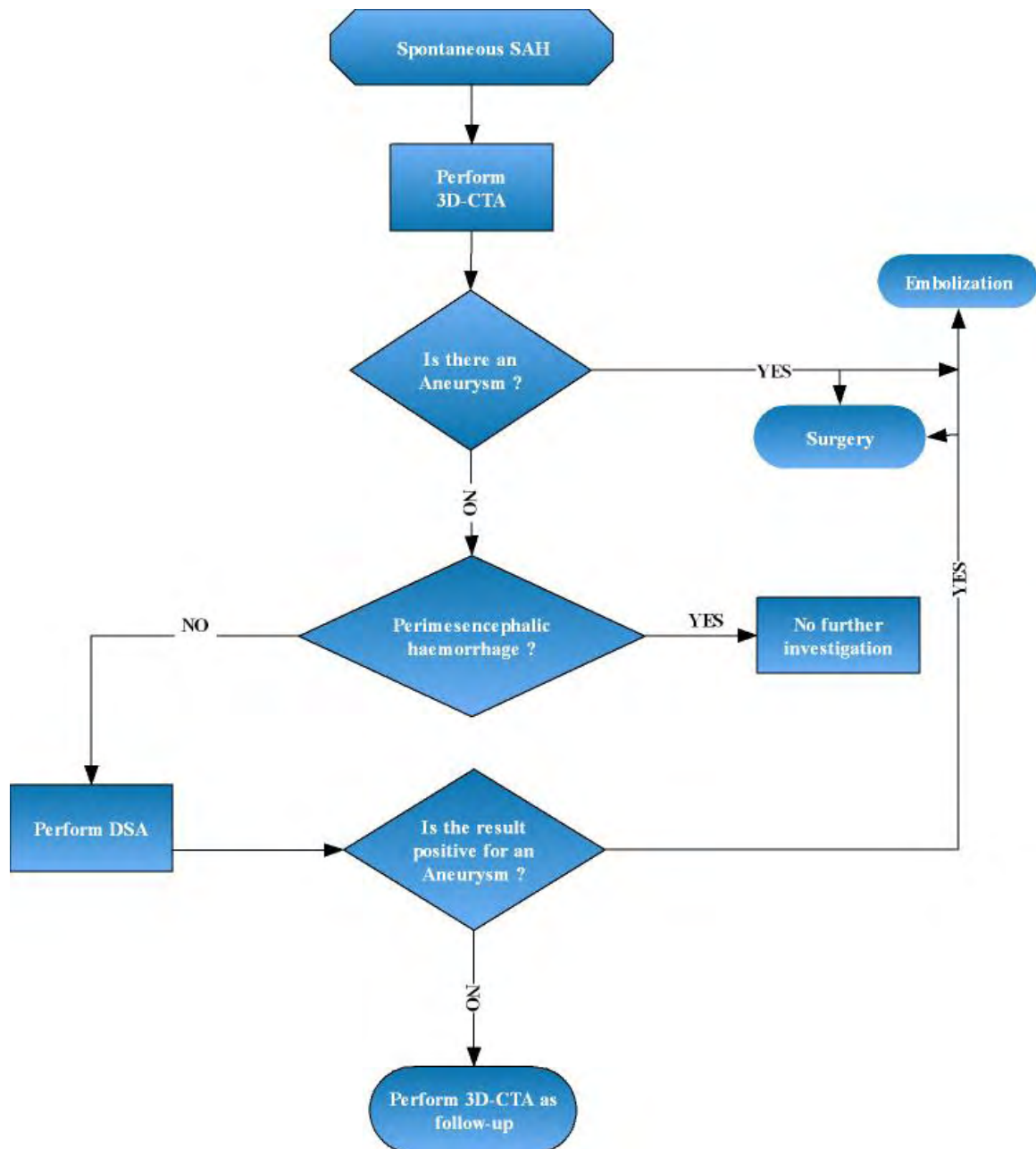


Table 2 Patients and causes of spontaneous SAH

Spontaneous SAH due to aneurysm		AVM		Negative findings
129 patients	Solitary aneurysms	10 patients	AVM	35 patients (haemorrhage with perimesencephalic distribution)
10 patients	2 aneurysms	4 patients	Venous angiomas	
7 patients	3 aneurysms	1 patient	Meningeal AVM	
1 patient	4 aneurysms			
1 patient	5 aneurysms			
Total : 148 patients	Total: 179 aneurysms	Total: 15 patients	Total: 15 AVM	Total: 35 patients

Table 3 Localization of aneurysms

57 cases	ACoA
48 cases	MC
33 cases	ICA
23 cases	PCoA
3 cases	Ophthalmic artery
15 cases	Posterior circulation

References

1. Johnston SC, Selvin S, Gress DR. The burden, trends, and demographics of mortality from subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 1998;50:1413-18.
2. Kirkpatrick PJ. Subarachnoid haemorrhage and intracranial aneurysms: what neurologists need to know. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;73:Suppl 1:i28-33.
3. van Gijn J, Rinkel GJ. Subarachnoid hemorrhage: diagnosis, causes and management. *Brain* 2001;124:249-78.
4. Ross N, Hutchinson PJ, Seeley H, Kirkpatrick PJ. Timing of surgery for supratentorial aneurysmal subarachnoid hemorrhage: report of a prospective study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;72:480-84.
5. Willinsky RA, Taylor SM, TerBrugge K, Farb RI, Tomlinson G, Montanera W. Neurologic complications of cerebral angiography : prospective analysis of 2,899 procedures and review of the literature. *Radiology* 2003;227:522-28.
6. Rosen DS, Macdonald RL. Grading of subarachnoid hemorrhage: modification of the world World Federation of Neurosurgical Societies scale on the basis of data for a large series of patients. *Neurosurgery* 2004;54:566-76.
7. Anderson GB, Ashforth R, Steinke DE, Findlay JM. CT angiography for the detection of cerebral vasospasm in patients with acute Subarachnoid hemorrhage. *AJNR* 2000;21:1011-5.
8. Rieger J, Hosten N, Neumann K et al. Initial clinical experience with spiral CT and 3D arterial reconstruction in intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. *Neuroradiology* 1996;38:245-51.
9. Velthuis BK, Van Leeuwen MS, Witkamp TD, Ramos LM, Berkelbach van Der Sprenkel JW, Rinkel GJ. Computerized tomography angiography in patients with subarachnoid hemorrhage: from aneurysm detection to treatment without conventional angiography. *J Neurosurg* 1999;91:761-67.
10. Dehdashti AR, Rufenacht DA, Delavelle J, Reverdin A, de Tribolet N. Therapeutic decision and management of aneurysmal subarachnoid haemorrhage based on computed tomographic angiography. *Br J Neurosurg* 2003;17:46-53.

11. Siablis D, Kagadis GC, Karamessini MT et al. Intracranial aneurysms: reproduction of the surgical view using 3D-CT angiography. *Eur J Radiol* 2005;55:92-5.
12. Boet R, Poon WS, Lam JM, Yu SC. The surgical treatment of intracranial aneurysms based on computer tomographic angiography alone - streamlining the acute management of symptomatic aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 2003; 145:101-5.
13. Hoh BL, Cheung AC, Rabinov JD, Pryor JC, Carter BS, Ogilvy CS. Results of a prospective protocol of computed tomographic angiography in place of catheter angiography as the only diagnostic and pretreatment planning study for cerebral aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery* 2004;54:1329-40.
14. Young N, Dorsch NWC, Kingston RJ, Markson G, McMahon J. Intracranial aneurysms: evaluation in 200 patients with spiral CT angiography. *Eur Radiol* 2001;11:123-30.
15. Uysal E, Yanbuluğlu B, Ertürk M, Kılınç BM, Başak M. Spiral CT angiography in diagnosis of cerebral aneurysms of cases with acute subarachnoid hemorrhage. *Diagn Interv Radiol* 2005;11:77-82.
16. Seruga T, Bunc G, Klein GE. Helical high-resolution volume-rendered 3-dimensional computer tomography angiography in the detection of intracranial aneurysms. *J Neuroimaging* 2001;11:280-6.
17. Karamessini MT, Kagadis GC, Petsas T et al. CT angiography with three-dimensional techniques for the early diagnosis of intracranial aneurysms. Comparison with intra-arterial DSA and the surgical findings. *Eur J Radiol* 2004 ;49:212-23.
18. Villablanca JP, Jahan R, Hooshi P et al. Detection and characterization of very small cerebral aneurysms by using 2D and 3D helical CT angiography. *AJNR* 2003;23:1187-98.
19. Tomandl BF, Köstner NC, Schempershofe M et al. CT Angiography of Intracranial Aneurysms: A Focus on Postprocessing. *RadioGraphics* 2004;24:637-55.
20. Moore EA, Grieve JP, Jager HR. Robust processing of intracranial CT angiograms for 3D volume rendering. *Eur Radiol* 2001;11:137-41.

21. Hashimoto H, Lida J, Hironaka Y, Shin Y, Sakaki T. Wall Imaging of Cerebral Aneurysms with a Modified Surface-Rendering Technique of Spiral CT. *Acta Neurochir (Wien)* 2000;142:1003-12.
22. Chapell ET, Moure FC, Good MC. Comparison of computed tomographic angiography with digital subtraction angiography in the diagnosis of cerebral aneurysms : a meta-analysis. *Neurosurgery* 2003;52:624-31.
23. Spetzler RF, Martin NA. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1986;65:476-83.
24. Sanelli PC, Mifsud MJ, Philip E, Stieg PE. Role of CT Angiography in Guiding Management Decisions of Newly Diagnosed and Residual Arteriovenous Malformations *AJR* 2004;183:1123-26.
25. Jinsong W, Xiancheng C, Yuquan S, Shuang C. Noninvasive three-dimensional computed tomographic angiography in preoperative detection of intracranial AVMs. *Chin Med J (Engl)* 2000;113:915-20.
26. Tanaka H, Numaguchi Y, Konno S, Shrier DA, Shibata DK, Patel U. Initial Experience with helical CT and 3D reconstruction in therapeutic planning of cerebral AVMs: comparison with 3D time-of-flight MRA and digital subtraction angiography. *J Comput Assist Tomogr* 1997;21:811-17.

Figure legends

Figure 1. Arteriovenous malformation, located on the left side between the temporal and occipital lobe. A. Computed tomography angiography (CTA) with VRT. B Digital subtraction angiography (DSA).

Figure 2. A 15mm aneurysm of the posterior communicating artery with central thrombus. A. Computed tomography angiography (CTA) with VRT. B CTA, virtual endoscopy (fly through) that demonstrates irregularity of the inner surface of the sac indicating rupture.

Figure 3. Two aneurysms can be detected. The first that underwent rupture has a size of 2 cm located at the posterior communicating artery and the second has a size of 0,5cm located at the bifurcation of the MCA, on the left. CTA, virtual endoscopy.

A. Fly around B. dVR. Necks of the aneurysms can be clearly demonstrated.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σάββας Αλέξανδρος - Ανατομική του ανθρώπου, 1957
2. Addis KA, Hopper KD, Iyriboz TA, et al: CT angiography: in vitro comparison of five reconstruction methods. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177:1171–1176
3. Agid R, Lee SK, Willinsky RA Farb RI and derBrugge KG Acute subarachnoid hemorrhage: using 64-slice multidetector CT angiography to “triage” patients’ Treatment. *Neuroradiology* 2006; 48:787–794
4. Anderson GB, Ashforth R, Steinke DE and Findlay JM CT Angiography for the Detection of Cerebral Vasospasm in Patients with Acute Subarachnoid Hemorrhage. *AJNR* 2000; 21:1011-1015
5. Anderson GB, Steinke DE, Petruk KC, Ashforth R, Findlay JM Computed tomographic angiography versus digital subtraction angiography for the diagnosis and early treatment of ruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 1999; 45:1315–1320
6. Anzalone N, Scomazzoni F, Strada L, Patay Z, Scotti G Intracranial vascular malformations - Review article. *Eur. Radiol.*1998; 8 :685 - 690
7. Amin-Hanjani S, Schwartz RB, Sathi S, Stieg PE. Hypertensive encephalopathy as a complication of hyperdynamic therapy for vasospasm: report of two cases. *Neurosurgery* 1999; 44: 1113–6
8. Amin MM, Cohan RH, Dunnick NR: Ionic and nonionic contrast media: Current status and controversies. *Appl Radiol* 1993; 22: 41-54
9. Aoki N. Do intracranial arteriovenous malformations cause subarachnoid haemorrhage? Review of computed tomography features of ruptured arteriovenous malformations in the acute stage. *Acta Neurochir (Wien)* 1991; 112: 92–5

10. Avrahami E, Katz R, Rabin A, Friedman V. CT diagnosis of non-traumatic subarachnoid haemorrhage in patients with brain edema. *Eur J Radiol* 1998;28: 222–5
11. Bae KT, Heiken JP: Scan and contrast administration principles of MDCT. *Eur Radiol Suppl* 2005 ;15 [Suppl 5]: E46-E59
12. Baoshun MA, Harbaugh R, Raghavan ML: Three-Dimensional Geometrical Characterization of Cerebral Aneurysms. *Annals of Biomedical Engineering*, Vol. 32, No. 2, February 2004 pp. 264–273
13. Boet R, Poon WS, Lam JM, Yu SC The surgical treatment of intracranial aneurysms based on computer tomographic angiography alone - streamlining the acute management of symptomatic aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 2003; 145:101–105
14. Brisman JL, Song JK, Newell DW: Cerebral aneurysms. *N Engl J Med* 2006 Aug 31; 355(9): 928-39
15. Broderick JP, Brott T, Tomsick T, Huster G, Miller R. The risk of subarachnoid and intracerebral hemorrhages in blacks as compared with whites. *N Engl J Med* 1992; 326: 733–6
16. Bromberg JEC, Rinkel GJE, Algra A, Greebe P, van Duyn CM, Hasan D, et al. Subarachnoid haemorrhage in first and second degree relatives of patients with subarachnoid haemorrhage. *BMJ* 1995; 311: 288–9
17. Brown JH, Lustrin ES, Lev MH, Ogilvy CS, Taveras JM Reduction of aneurysm clip artifacts on CT angiograms: a technical note. *AJNR* 1999; 20:694–696
18. Brust JC, Dickinson PC, Hughes JE, Holtzman RN. The diagnosis and treatment of cerebral mycotic aneurysms. *Ann Neurol* 1990; 27: 238–46
19. Bush WH, Swanson DP: Acute reactions to intravascular contrast media: types, risk factors, recognition, and specific treatment. *AJR Am J Roentgenol* 1991 Dec; 157(6): 1153-61

20. Byrne JV Cerebrovascular malformations. *Eur Radiol* 2005 ; 15: 448–452.
21. Calhoun PS, Kuszyk BS, Heath DG, Carley JC, Fishman EK: Three-dimensional volume rendering of spiral CT data: theory and method. *RadioGraphics* 1999; 19:745–764
22. Canhao P, Ferro JM, Pinto AN, Melo TP, Campos JG. Perimesencephalic and nonperimesencephalic subarachnoid haemorrhages with negative angiograms. *Acta Neurochir (Wien)* 1995; 132: 14–9
23. Caplan LR, Baquis GD, Pessin MS, D'Alton J, Adelman LS, DeWitt LD, et al. Dissection of the intracranial vertebral artery. *Neurology* 1988; 38: 868–77
24. Carey J, Numaguchi Y, Nadell J. Subarachnoid hemorrhage in sickle cell disease. [Review]. *Childs Nerv Syst* 1990; 6: 47–50
25. Chan JW, Hoyt WF, Ellis WG, Gress D. Pathogenesis of acute monocular blindness from leaking anterior communicating artery aneurysms: report of six cases. *Neurology* 1997; 48: 680–3
26. Chapell ET, Moure FC, Good MC. Comparison of computed tomographic angiography with digital subtraction angiography in the diagnosis of cerebral aneurysms : a meta-analysis. *Neurosurgery* 2003 ; 52 : 624 – 631, discussion 630 – 631
27. Chaudhary MY, Sachdev VP, Cho SH, Weitzner I Jr, Puljic S, Huang YP. Dural arteriovenous malformation of the major venous sinuses: an acquired lesion. *AJNR Am J Neuroradiol* 1982; 3: 13–9
28. Cloft HJ, Joseph GJ, Dion JE (1999) Risk of cerebral angiography in patients with subarachnoid hemorrhage, cerebral aneurysm, and arteriovenous malformation: a meta-analysis. *Stroke* 1999; 30:317–320

29. Cognard C, Gobin YP, Pierot L, Bailly AL, Houdart E, Casasco, et al. Cerebral dural arteriovenous fistulas: clinical and angiographic correlation with a revised classification of venous drainage. *Radiology* 1995; 194: 671–80
30. Cognard C, Weill A, Spelle L, Piotin M, Castaings L, Rey A, Moret J Long-term angiographic follow-up of 169 intracranial berry aneurysms occluded with detachable coils. *Radiology* 1999; 212:348–356
31. Cohan RH, Ellis JH, Dunnick NR: Use of low-osmolar agents and premedication to reduce the frequency of adverse reactions to radiographic contrast media: a survey of the Society of Uroradiology. *Radiology* 1995 Feb; 194(2): 357-64
32. Cottier JP, Bleuzen-Couthon A, Gallas S, Vinikoff-Sonier CB, Bertrand P, Domengie F, Barantin L, Herbreteau D Intracranial aneurysms treated with Guglielmi detachable coils: is contrast material necessary in the follow-up with 3D time-of-flight MR angiography? *AJNR* 2003; 24:1797–1803
33. Crompton MR. The pathogenesis of cerebral aneurysms. *Brain* 1966; 89: 797–814
34. Dehdashti AR, Rufenacht DA, Delavelle J, Reverdin A, de Tribolet N Therapeutic decision and management of aneurysmal subarachnoid haemorrhage based on computed tomographic angiography. *Br J Neurosurg* 2003; 17:46–53
35. Dowling G, Curry B. Traumatic basal subarachnoid hemorrhage. Report of six cases and review of the literature. [Review]. *Am J Forensic Med Pathol* 1988; 9: 23–31
36. Drake CG, Hunt WE, Sano K, Kassell N, Teasdale G, Pertviset B, et al. Report of World Federation of Neurological Surgeons Committee on a Universal Subarachnoid Hemorrhage Grading Scale. *J Neurosurg* 1988; 68: 985–6

37. Edner G, Forster DM, Steiner L, Bergvall U. Spontaneous healing of intracranial aneurysms after subarachnoid hemorrhage. Case report. *J Neurosurg* 1978; 48: 450–4
38. Fearnley JM, Stevens JM, Rudge P. Superficial siderosis of the central nervous system. [Review]. *Brain* 1995; 118: 1051–66
39. Feigin VL, Rinkel GJE, Algra A, Vermeulen M, van Gijn J. Calcium antagonists for aneurysmal subarachnoid haemorrhage [Cochrane Review]. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2000; issue 2. Oxford: Update Software
40. Fisher CM, Kistler JP, Davis JM: Relation of cerebral vasospasm to subarachnoid hemorrhage visualized by computerized tomographic scanning. *Neurosurgery* 1980 Jan; 6(1): 1-9
41. Fleischmann D: High-concentration contrast media in MDCT angiography: principles and rationale. *Eur. Radiol.* 2003 ;13 (Suppl. 3) N39-N43
42. Frizzell RT, Kuhn F, Morris R, Quinn C, Fisher WS 3rd. Screening for ocular hemorrhages in patients with ruptured cerebral aneurysms: a prospective study of 99 patients. *Neurosurgery* 1997; 41: 529–33
43. Fujii Y, Takeuchi S, Sasaki O, Minakawa T, Koike T, Tanaka R. Ultra-early rebleeding in spontaneous subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1996; 84: 35–42
44. Furuya K, Sasaki T, Yoshimoto Y, Okada Y, Fujimaki T, Kirimo T. Histologically verified cerebral aneurysm formation secondary to embolism from cardiac myxoma. Case report. *J Neurosurg* 1995; 83: 170–3
45. Gailloud P, Oishi S, Carpenter J and Murphy KJ Three-Dimensional Digital Angiography: New Tool for Simultaneous Three-Dimensional Rendering of Vascular and Osseous Information during Rotational Angiography *AJNR* 2004; 25:571-573
46. Grote E, Hassler W. The critical first minutes after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 1988; 22: 654–61

47. Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Dion J, Lylyk P, Berenstein A, et al. Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. *J Neurosurg* 1992; 77: 515–24
48. Hart RG, Byer JA, Slaughter JR, Hewett JE, Easton JD. Occurrence and implications of seizures in subarachnoid hemorrhage due to ruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 1981; 8: 417–21
49. Hasan D, Vermeulen M, Wijdicks EF, Hijdra A, van Gijn J. Effect of fluid intake and antihypertensive treatment on cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1989; 20: 1511–5
50. Hashimoto H, Lida J, Hironaka Y, Shin Y, Sakaki T: Wall Imaging of Cerebral Aneurysms with a Modified Surface-Rendering Technique of Spiral CT. *Acta Neurochir (Wien)* 2000; 142: 1003-1012
51. Hayakawa M, Katada K, Anno H, Imizu S, Hayashi J, Irie K, Negoro M, Kato Y, Kanno T and Sano H CT Angiography with Electrocardiographically Gated Reconstruction for Visualizing Pulsation of Intracranial Aneurysms: Identification of Aneurysmal Protuberance Presumably Associated with Wall Thinning. *AJNR* 2005; 26:1366-1369
52. Hijdra A, van Gijn J, Nagelkerke NJ, Vermeulen M, van Crevel H. Prediction of delayed cerebral ischemia, rebleeding, and outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1988; 19: 1250–6
53. Hijdra A, van Gijn J. Early death from rupture of an intracranial aneurysm. *J Neurosurg* 1982; 57: 765–8
54. Hijdra A, Vermeulen M, van Gijn J, van Crevel H. Rerupture of intracranial aneurysms: a clinicoanatomic study. *J Neurosurg* 1987; 67: 29–33

55. Hijdra A, van Gijn J, Stefanko S, Van Dongen KJ, Vermeulen M, Van Crevel H. Delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: clinicoanatomic correlations. *Neurology* 1986; 36: 329–33
56. Hoh BL, Cheung AC, Rabinov JD, Pryor JC, Carter BS, Ogilvy CS Results of a prospective protocol of computed tomographic angiography in place of catheter angiography as the only diagnostic and pretreatment planning study for cerebral aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery* 2004; 54(6): 1329–1342
57. Hop JW, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J. Case-fatality rates and functional outcome after subarachnoid hemorrhage: a systematic review. [Review]. *Stroke* 1997;28: 660–4
58. Hop JW, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J. Initial loss of consciousness and risk of delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1999; 30: 2268–71
59. Hop JW, Rinkel GJ. Secondary ischemia after subarachnoid hemorrhage. *Cerebrovasc Dis* 1996; 6: 264–5
60. Hunt WE, Hess RM. Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 1968; 28: 14–20
61. Hyland HH, Barnett HJM. The pathogenesis of cranial nerve palsies associated with intracranial aneurysms. *Proc Roy Soc Med* 1954; 47: 141–6
62. Ishida F, Ogawa H, Simizu T, Kojima T, Taki W Visualizing the dynamics of cerebral aneurysms with four-dimensional computed tomographic angiography. *Neurosurgery*. 2005; 57(3):460-71; discussion 460-71
63. Iwanaga H, Wakai S, Ochiai C, Narita J, Inoh S, Nagai M. Ruptured cerebral aneurysms missed by initial angiographic study. *Neurosurgery* 1990; 27: 45–51

64. Jayakrishnan VK, White PM, Aitken D, Crane P, McMahon AD and Teasdale EM Subtraction Helical CT Angiography of Intra- and Extracranial Vessels : Technical Considerations and Preliminary Experience. *AJNR* 2003; 24:451-455
65. Johnston SC, Selvin S, Gress DR. The burden, trends, and demographics of mortality from subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 1998; 50: 1413–8
66. Kaim A, Proske M, Kirsch E, von Weymarn A, Radu EW, Steinbrick W. Value of repeat-angiography in cases of unexplained subarachnoid hemorrhage (SAH). *Acta Neurol Scand* 1996; 93: 366–73
67. Kalender WA: CT: the unexpected evolution of an imaging modality. *Eur.Radiol.*2005 ; Nov;15 Suppl 4:D21-4
68. Kalender WA: X-ray computed tomography. *Phys Med Biol.* 2006 Jul 7;51(13):R29-43. Epub 2006 Jun 20. Review
69. Kandel EI. Complete excision of arteriovenous malformations of the cervical cord. *Surg Neurol* 1980; 13: 135–9
70. Kangasniemi M, Makela T, Koskinen, S, Porras M, Poussa K, Hernesniemi J (2004) Detection of intracranial aneurysms with two-dimensional and three-dimensional multislice helical computed tomographic angiography. *Neurosurgery* 2004; 54:336–340, discussion 340–331
71. Karamessini MT, Kagadis GC, Petsas T, Karnabatidis D, Konstantinou D, Sakellaropoulos GC, Nikiforidis GC, Siablis D CT angiography with three-dimensional techniques for the early diagnosis of intracranial aneurysms. Comparison with intra-arterial DSA and the surgical findings. *Eur J Radiol.* 2004; 49(3):212-23
72. Kassell NF, Haley EC Jr, Apperson-Hansen C, Alves WM. Randomized, double-blind, vehicle-controlled trial of tirilazad mesylate in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a cooperative study in Europe, Australia, and New Zealand. *J Neurosurg* 1996; 84: 221–8

73. Kesava P, Baker E, Mehta M et al. Staging of arteriovenous malformations using three-dimensional time-of-flight MR angiography and volume rendered displays of surface anatomy. *AJR* 1996; 167: 605 – 609
74. Khaldi ME, Pernter P, Ferro F, Alfieri A, Decaminada N, Naibo L, Bonatti G: Detection of cerebral aneurysms in nontraumatic subarachnoid haemorrhage: role of multislice CT angiography in 130 consecutive patients. *Radiol med* 2007) 112:123–137
75. Kinnison ML, Powe NR, Steinberg EP: Results of randomized controlled trials of low-versus high-osmolality contrast media. *Radiology* 1989 Feb; 170(2): 381-9
76. Kinouchi H, Mizoi K, Takahashi A, Nagamine Y, Kosu K, Yoshimoto T. Dural arteriovenous shunts at the craniocervical junction. *J Neurosurg* 1998; 89: 755–61
77. Kirchner J, Kickuth R, Laufer U, Noack M, Liermann D: Optimized enhancement in helical CT: experiences with a real-time bolus tracking system in 628 patients. *Clin Radiol* 2000; 55:368–373
78. Kirkpatrick PJ. Subarachnoid haemorrhage and intracranial aneurysms : what neurologists need to know. *J Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 2002 ; 73
(Suppl. 1): i28 – i33
79. Kokkinis K et al. Intracranial venous angiomas associated with cavernomas. CT, CTA investigation UK Radiological Congress Manchester, UK 2005 Suppl. To *BJR* 2005
80. Kokkinis K et al. CT virtual angiography in cerebral aneurysms. European Congress of Radiology 2004a Vienna, *European Radiology Suppl. to Vol.14*
81. Kokkinis K et al. Diagnosis of cerebral vascular malformations with CT angiography in patients with subarachnoid hemorrhage. European Congress of Radiology 2004b Vienna, *European Radiology Suppl. to Vol.14*

82. Kokkinis K et al. The appropriateness of CT-angiography as first examination in the investigation of subarachnoid hemorrhage due to ruptured cerebral aneurysms. European Congress of Radiology 2003a Vienna, European Radiology Suppl. to Vol.13
83. Kokkinis K et al. Is the Computed Tomographic Angiography a reliable and effective diagnostic tool in the management of subarachnoid hemorrhage? 12th European Congress of Neurosurgery 2003b Lisbon – Portugal, MONDUZZI EDITORE – INTERNATIONAL PROCEEDINGS DIVISION-NEUROSURGERY 2003b
84. Kokkinis K et al. CT angiography vs digital subtraction angiography in the depiction of cerebral aneurysms. UK Radiological Congress Birmingham, UK 2003c Suppl. To BJR 2003c
85. Kokkinis K et al. The investigation of subarachnoid hemorrhage due to ruptured cerebral aneurysms by CT-angiography. 2nd World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation, 2003d Prague- Czech
86. Krendel DA, Ditter SM, Frankel MR, Ross WK. Biopsy-proven cerebral vasculitis associated with cocaine abuse. *Neurology* 1990; 40: 1092–4
87. Lanzino G, Kassell NF, Germanson TP, Kongable GL, Truskowski LL, Torner JC, et al. Age and outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: why do older patients fare worse? *J Neurosurg* 1996; 85: 410–8
88. Lasjaunias P, Chiu M, ter Brugge K, Tolia A, Hurth M, Bernstein M. Neurological manifestations of intracranial dural arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1986; 64: 724–30
89. Lau AH, Takeshita M, Ishii N. Mycotic (*Aspergillus*) arteritis resulting in fatal subarachnoid hemorrhage: a case report. [Review]. *Angiology* 1991; 42: 251–5

90. Lell M, Anders K, Klotz E, Ditt H, Bautz W, Tomandl BF. Clinical evaluation of bone-subtraction CT angiography (BSCTA) in head and neck imaging. *Eur Radiol* 2006; 16: 889–897
91. Levine SR, Brust JC, Futrell N, Brass LM, Blake D, Fayad P, et al. A comparative study of the cerebrovascular complications of cocaine: alkaloidal versus hydrochloride. [Review]. *Neurology* 1991; 41: 1173–7
92. Linn FH, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J. Incidence of subarachnoid hemorrhage: role of region, year, and rate of computed tomography: a meta-analysis. *Stroke* 1996; 27: 625–9
93. Linn FH, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J. Headache characteristics in subarachnoid haemorrhage and benign thunderclap headache. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998; 65: 791–3
94. Linn FH, Wijdicks EF, van der Graaf Y, Weerdesteyn-van Vliet FA, Bartelds AI, van Gijn J. Prospective study of sentinel headache in aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Lancet* 1994; 344: 590–3
95. Linn JP, Kricheff II. Angiographic investigation of cerebral aneurysms. *Radiology* 1972; 105: 69-76
96. Longstreth WT Jr, Nelson LM, Koepsell TD, van Belle G. Clinical course of spontaneous subarachnoid hemorrhage: a population-based study in King County, Washington. *Neurology* 1993; 43: 712–8
97. Marro B, Valery CA, Bitard A, et al: Intracranial aneurysm on CTA: demonstration using a transparency volume-rendering technique. *J Comput Assist Tomogr* 2000; 24:96–98
98. Masson EA, Atkin SL, Diver M, White MC. Pituitary apoplexy and sudden blindness following the administration of gonadotrophin releasing hormone. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1993; 38: 109–10

99. McFadzean RM, Doyle D, Rampling R, Teasdale E, Teasdale G. Pituitary apoplexy and its effect on vision. *Neurosurgery* 1991; 29: 669–75
100. Metens T, Rio F, Baleriaux D, Roger T, David P, Rodesch G. Intracranial aneurysms: detection with gadolinium-enhanced dynamic three-dimensional MR angiography—initial results. *Radiology* 2000; 216:39–46
101. Mohsenipour I, Ortler M, Twerdy K, Schmutzhard E, Attlmayr G, Aichner F. Isolated aneurysm of a spinal radicular artery presenting as spinal subarachnoid haemorrhage [letter]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994; 57: 767–8
102. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, Sandercock P. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomized comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet*. 2005; 366: 809–817
103. Moore EA, Grieve JP, Jager HR. Robust processing of intracranial CT angiograms for 3D volume rendering. *Eur Radiol* 2001; 11:137–141
104. Moritake K, Handa H, Ohtsuka S, Hashimoto N. Vanishing cerebral aneurysm in serial angiography. *Surg Neurol* 1981; 16: 36–40
105. Nieuwkamp DJ, de Gans K, Rinkel GJ, Algra A. Treatment and outcome of severe intraventricular extension in patients with subarachnoid or intracerebral hemorrhage: a systematic review of the literature. [Review]. *J Neurol* 2000; 247:117–21
106. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, Toyoshima H, Sugawara S, Hatazawa J, et al. Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid-attenuated inversion recovery pulse sequences. *Radiology* 1995; 196: 773–7
107. Noguchi K, Ogawa T, Seto H, Inugami A, Hadeishi H, Fujita H, et al. Subacute and chronic subarachnoid hemorrhage: diagnosis with fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging. *Radiology* 1997; 203: 257–62

108. Nolte KB, Brass LM, Fletterick CF. Intracranial hemorrhage associated with cocaine abuse: a prospective autopsy study. *Neurology* 1996; 46:1291–6.
Neurology 1997; 48: 680–3
109. Öhman J, Heiskanen O. Timing of operation for ruptured supratentorial aneurysms: a prospective randomized study. *J Neurosurg* 1989; 70: 55–60
110. Ostertun B, Solymosi L. Magnetic resonance angiography of cerebral developmental venous anomalies: its role in differential diagnosis. *Neuroradiology* 1993;35: 97-104
111. O'Sullivan MG, Whyman M, Steers JW, Whittle IR, Miller JD. Acute subdural haematoma secondary to ruptured intracranial aneurysm: diagnosis and management. *Br J Neurosurg* 1994; 8: 439–45
112. Otawara Y, Ogasawara K, Ogawa A, Sasaki M, Takahashi K. Evaluation of vasospasm after subarachnoid hemorrhage by use of multislice computed tomographic angiography. *Neurosurgery* 2002; 51(4):939-42; discussion 942-3
113. Pfausler B, Belcl R, Metzler R, Mohsenipour I, Schmutzhard E. Terson's syndrome in spontaneous subarachnoid hemorrhage: a prospective study in 60 consecutive patients. *J Neurosurg* 1996; 85: 392–4
114. Pinto AN, Canhao P, Ferro JM. Seizures at the onset of subarachnoid haemorrhage. *J Neurol* 1996; 243: 161–4
115. Piotin M, Gailloud P, Bidaut L, Mandai S, Muster M, Moret J, Rufenacht DA. CT angiography, MR angiography and rotational digital subtraction angiography for volumetric assessment of intracranial aneurysms. An experimental study. *Neuroradiology* 2003; 45: 404–409
116. Poon TL, Ho WS, Pang KY, Wong CK. Comparison of computerized tomography angiography and digital subtraction angiography in ruptured cerebral aneurysm artery. *Surgical Practice* 2006; 10:8-13

- 117.Prokop M, Shin HO, Schanz A, Schaefer-Prokop CM: Use of maximum intensity projections in CTangiography: a basic review. *RadioGraphics* 1997; 17:433–451
- 118.Raaymakers TW, Buys PC, Verbeeten B Jr, Ramos LM, Witkamp TD, Hulsmans FJ, Mali WP, Algra A, Bonsel GJ, Bossuyt PM, Vonk CM, Buskens E, Limburg M, van Gijn J, Gorissen A, Greebe P, Albrecht KW, Tulleken CA, Rinkel GJ MR angiography as a screening tool for intracranial aneurysms: feasibility, test characteristics, and interobserver agreement. *Am J Roentgenol* 1999; 173:1469–1475
- 119.Redekop GJ Microsurgical Clipping or Endovascular Coiling for Ruptured Cerebral Aneurysms. *Stroke*. 2006;37:1352-1353
- 120.Reijneveld JC, Wermer M, Boonman Z, van Gijn J, Rinkel GJ. Acute confusional state as presenting feature in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: frequency and characteristics. *J Neurol* 2000; 247: 112–6
- 121.Renowden SA, Molyneux AJ, Anslow P, Byrne JV. The value of MRI in angiogram-negative intracranial haemorrhage. *Neuroradiology* 1994;36:422–5
- 122.Rieger J, Hosten N, Neumann K et al. Initial clinical experience with spiral CTand 3D arterial reconstruction in intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. *Neuroradiology* 1996; 38: 245 – 251
- 123.Rinkel GJ, Djibuti M, van Gijn J. Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: a systematic review. *Stroke* 1998; 29: 251–6
- 124.Rinkel GJ, Wijdicks EF, Vermeulen M, Tans JT, Hasan D, van Gijn J. Acute hydrocephalus in nonaneurysmal perimesencephalic hemorrhage: evidence of CSF block at the tentorial hiatus. *Neurology* 1992; 42: 1805–7
- 125.Rinkel GJ, van Gijn J, Wijdicks EF. Subarachnoid hemorrhage without detectable aneurysm. A review of the causes. [Review]. *Stroke* 1993; 24: 1403–9

- 126.Rinkel GJ, Wijdicks EF, Ramos LM, van Gijn J. Progression of acute hydrocephalus in subarachnoid haemorrhage: a case report documented by serial CT scanning. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 354–5
- 127.Roos Y. Antifibrinolytic treatment in subarachnoid hemorrhage: a randomized placebo-controlled trial. STAR Study Group. *Neurology* 2000; 54: 77–82
- 128.Rosenwasser RH, Delgado TE, Buchheit WA, Freed MH. Control of hypertension and prophylaxis against vasospasm in cases of subarachnoid hemorrhage: a preliminary report. *Neurosurgery* 1983; 12: 658–61
- 129.Ross N, Hutchinson PJ, Seeley H, Kirkpatrick PJ. Timing of surgery for supratentorial aneurysmal subarachnoid hemorrhage: report of a prospective study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002 ; 72 : 480 – 4
- 130.Salgado AV. Central nervous system complications of infective endocarditis. [Review]. *Stroke* 1991; 22: 1461–3
- 131.Sarner M, Rose FC. Clinical presentation of ruptured intracranial aneurysm. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1967; 30: 67–70
- 132.Schievink WI, Schaid DJ, Michels VV, Piepgras DG. Familial aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a community-based study. *J Neurosurg* 1995; 83: 426–9
- 133.Schievink WI, Torres VE, Piepgras DG, Wiebers DO. Saccular intracranial aneurysms in autosomal dominant polycystic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 1992; 3: 88–95
- 134.Schuknecht B: Latest techniques in head and neck CT angiography. *Neuroradiology* 2004; 46: S208–S213
- 135.Schwartz TH, Solomon RA. Perimesencephalic nonaneurysmal subarachnoid hemorrhage: review of the literature. [Review]. *Neurosurgery* 1996; 39: 433–40

- 136.Senter HJ, Sarwar M. Nontraumatic dissecting aneurysm of the vertebral artery. *J Neurosurg* 1982; 56: 128–30
- 137.Seruga T, Bunc G, Klein GE Helical high-resolution volume-rendered 3-dimensional computer tomography angiography in the detection of intracranial aneurysms. *J Neuroimaging* 2001;11:280–286
- 138.Shah SS, Zimmerman RA, Rorke LB, Vezina LG. Cerebrovascular complications of HIV in children. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17: 1913–7
- 139.Sindou M, Acevedo JC, Turjman F Aneurysmal remnants after microsurgical clipping: classification and results from a prospective angiographic study (in a consecutive series of 305 operated intracranial aneurysms). *Acta Neurochir (Wien)* 1998; 140:1153–1159
- 140.Sudlow CL, Warlow CP. Comparable studies of the incidence of stroke and its pathological types: results from an international collaboration. *Stroke* 1997; 28: 491–9
- 141.Sugahara T, Korogi Y, Nakashima K, Hamatake S, Honda S, Takahashi M Comparison of 2D and 3D digital subtraction angiography in evaluation of intracranial aneurysms. *Am J Neuroradiol* 2002; 23:1545–1552
- 142.Suzuki S, Kayama T, Sakurai Y, Ogawa A, Suzuki J. Subarachnoid hemorrhage of unknown cause. *Neurosurgery* 1987; 21: 310–3
- 143.Takagi R, Hayashi H, Kobayashi H, Kumazaki T, Isayama K, Ikeda Y, Teramoto A Three-dimensional CT angiography of intracranial vasospasm following subarachnoid haemorrhage. *Neuroradiology* 1998; 40: 631 – 635
- 144.Tanaka H, Numaguchi Y, Konno S et al. Initial experience with helical CT and 3D reconstruction in therapeutic planning of cerebral AVMs: comparison with 3D time-of-flight MRA and digital subtraction angiography. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21: 811 - 817

145. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974; 2: 81–4
146. Teunissen LL, Rinkel GJE, Algra A, van Gijn J. Risk factors for subarachnoid hemorrhage – a systematic review. *Stroke* 1996; 27: 544–9
147. The CARAT Investigators. Rates of delayed rebleeding from intracranial aneurysms are low after surgical and endovascular treatment. *Stroke* 2006; 37: 1437–1442
148. Tomandl BF, Hastreiter P, Iserhardt-Bauer S, et al: Standardized evaluation of CT angiography with remote generation of 3D video sequences for the detection of intracranial aneurysms. *RadioGraphics* 2003; 23:e12
149. Tomandl BF, Hastreiter P, Rezk-Salama C, et al: Local and remote visualization techniques for interactive direct volume rendering in neuroradiology. *RadioGraphics* 2001; 21:1561–1572
150. Tomandl BF, Köstner NC, Schempershofe M, Huk WJ, Strauss C, Anker L, Hastreiter P: CT Angiography of Intracranial Aneurysms: A Focus on Postprocessing. *RadioGraphics* 2004; 24:637–655
151. Tsutsumi K, Ueki K, Morita A, Usui M, Kirino T Risk of aneurysm recurrence in patients with clipped cerebral aneurysms: results of longterm follow-up angiography. *Stroke* 2001; 32:1191–1194
152. Turner CL, Kirkpatrick PJ Detection of intracranial aneurysms with unenhanced and echo contrast enhanced transcranial power Doppler. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000; 68:489–495
153. Uysal E, Yanbuloğlu B, Ertürk M, Kılınç BM, Başak M Spiral CT angiography in diagnosis of cerebral aneurysms of cases with acute subarachnoid hemorrhage. *Diagn Interv Radiol* 2005; 11:77-82

154. Van Calenbergh F, Plets C, Goffin J, Velghe L. Nonaneurysmal subarachnoid hemorrhage: prevalence of perimesencephalic hemorrhage in a consecutive series. *Surg Neurol* 1993; 39: 320–3
155. van der Jagt M, Hasan D, Bijvoet HW, Pieterman H, Dippel DW, Vermeij FH, Avezaat CJ. Validity of prediction of the site of ruptured intracranial aneurysms with CT. *Neurology* 1999; 52:34–39
156. van der Wee N, Rinkel GJ, Hasan D, van Gijn J. Detection of subarachnoid haemorrhage on early CT: is lumbar puncture still needed after a negative scan? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995; 58: 357–9
157. van Gijn J, van Dongen KJ. Computed tomography in the diagnosis of subarachnoid haemorrhage and ruptured aneurysm. *Clin Neurol Neurosurg* 1980; 82: 11–24
158. van Gijn J, van Dongen KJ. The time course of aneurysmal haemorrhage on computed tomograms. *Neuroradiology* 1982; 23: 153–6
159. van Gijn J and Rinkel GJE. Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. *Brain* 2001; 124 (2): 249-278
160. Velthuis BK, Van Leeuwen MS, Witkamp TD, Ramos LM, Berkelbach van Der Sprenkel JW, Rinkel GJ. Computerized tomography angiography in patients with subarachnoid hemorrhage: from aneurysm detection to treatment without conventional angiography. *J Neurosurg* 1999; 91(5):761–767
161. Velthuis BK, Rinkel GJ, Ramos LM, Witkamp TD, van der Sprenkel JW, Vandertop WP, et al. Subarachnoid hemorrhage: aneurysm detection and preoperative evaluation with CT angiography. *Radiology* 1998; 208: 423–30
162. Velthuis BK, Rinkel GJ, Ramos LM, Witkamp TD, van Leeuwen MS. Perimesencephalic hemorrhage. Exclusion of vertebrobasilar aneurysms with CT angiography. *Stroke* 1999; 30: 1103–9

163. Vermeer SE, Rinkel GJ, Algra A. Circadian fluctuations in onset of subarachnoid hemorrhage. New data on aneurysmal and perimesencephalic hemorrhage and a systematic review. [Review]. *Stroke* 1997; 28: 805–8
164. Vermeulen M, van Gijn J. The diagnosis of subarachnoid haemorrhage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990 ; 53 : 365 – 372
165. Villablanca JP, Jahan R, Hooshi P, Lim S, Duckwiler G, Patel A, Sayre J, Martin N, Frazee J, Bentson J, and Vinuela F. Detection and characterization of very small cerebral aneurysms by using 2D and 3D helical CT angiography. *AJNR* 2003; 23:1187–1198
166. Villablanca JP, Achiriolaie A, Hooshi P, Martin N, Duckwiler G, Jahan R, Frazee J, Gobin P, Sayre J, Vinuela F. Aneurysms of the posterior circulation: detection and treatment planning using volume-rendered three-dimensional helical computerized tomography angiography. *J Neurosurg* 2005; 103(6):1018–1029
167. Vos PE, Zwienenberg M, O'Hannian KL, Muizelaar JP. Subarachnoid haemorrhage following rupture of an ophthalmic artery aneurysm presenting as traumatic brain injury. *Clin Neurol Neurosurg* 2000; 102: 29–32
168. White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V. Intracranial Aneurysms: CT Angiography and MR Angiography for Detection—Prospective Blinded Comparison in a Large Patient Cohort. *Radiology* 2001; 219:739-749
169. Whitfield PC, Moss H, O'Hare D, Smielewski P, Pickard JD, Kirkpatrick PJ. An audit of aneurysmal subarachnoid haemorrhage: earlier resuscitation and surgery reduces inpatient stay and deaths from rebleeding. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996; 60: 301–6
170. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, et al: Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 2003 Jul 12; 362(9378): 103-10

171. Willinsky RA, Taylor SM, TerBrugge K, Farb RI, Tomlinson G, Montanera W. Neurologic complications of cerebral angiography : prospective analysis of 2,899 procedures and review of the literature. *Radiology* 2003 ; 227 : 522 – 8
172. Wintermark M, Uske A, Chalaron M, Regli L, Maeder P, Meuli R, Schnyder P, Binaghi S Multislice computerized tomography angiography in the evaluation of intracranial aneurysms: a comparison with intraarterial digital subtraction angiography. *J Neurosurg* 2003; 98:828–836
173. Wolf GL, Arenson RL, Cross AP: A prospective trial of ionic vs nonionic contrast agents in routine clinical practice: comparison of adverse effects. *AJR Am J Roentgenol* 1989 May; 152(5): 939-44
174. Yamada N, Hayashi K, Murao K, Higashi M, Iihara K Time-offlight MR angiography targeted to coiled intracranial aneurysms is more sensitive to residual flow than is digital subtraction angiography. *AJNR* 2004; 25:1154–1157
175. Yoon DY, Choi CS, Kim KH, Cho BM. Multidetector-row CT angiography of cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: comparison of volume-rendered images and digital subtraction angiography. *AJNR* 2006; 27(2):370-7
176. Young N, Dorsch NWC, Kingston RJ, Markson G, McMahon J Intracranial aneurysms: evaluation in 200 patients with spiral CT angiography. *Eur Radiol* 2001; 11: 123–130
177. Zubillaga AF, Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler GR Endovascular occlusion of intracranial aneurysms with electrically detachable coils: Correlation of aneurysm neck size and treatment results. *AJNR* 1994; 15: 815 – 820